

Quelques rappels sur les techniques de retraitement à l'émulsion de bitume et leurs prises en compte dans ERASMUS

Plan de l'exposé

1. Le processus de retraitement en place
2. Avantages et limites de ces techniques
3. Consommation d'énergie, Emissions GES
4. Les documents de références
5. Classification des retraitements
6. Dénomination des retraitements dans ERASMUS
7. Critères de dimensionnement
8. Couches de roulement sur retraitements
9. Introduction des différentes classes de retraitement dans ERASMUS
10. Exemple d'application d'ERASMUS pour élaborer des conceptions avec retraitements



Le processus de retraitement en place

Le processus de retraitement en place à froid des anciennes chaussées combine les fonctions suivantes :

- Fragmenter et décohésionner les matériaux de l'ancienne chaussée
- Ajouter et doser de l'eau, de l'émulsion de bitume ou un liant hydraulique, éventuellement un correcteur granulométrique
- Malaxer, répartir transversalement et répandre le mélange
- Compacter et réaliser un enduit de scellement

Joël Conan 2009

Le retraitement en place à froid des anciennes chaussées

Avantages

- *Économie de ressources naturelles: le gisement c'est la route !!*
- *Réduction des coûts de transport*
- *Homogénéisation des matériaux et élimination de certaines pathologies*
- *Amélioration des profils longitudinaux et transversaux*
- *Performant dans les zones à gabarit limité (trottoirs, OA, etc...)*
- *Réduction des nuisances pour les usagers et les riverains du chantier*

Diminution des travaux annexes (rehaussement des accotements),,



Le retraitement en place à froid des anciennes chaussées

Limites

- *Granularité des éléments : $D < 63 \text{ mm}$
>> exclusion des chaussées béton et pavées*
- *Maturation des matériaux froids*
- *Diverses solutions existent mais il est :*
 - *Important de bien définir la stratégie d'entretien*
 - *Important de connaître la structure:*
 - ✓ *Bien cerner les pathologies*
 - ✓ *Envisager la présence de goudron et de fibres d'amiante dans les couches à recycler*



Retraitement en place à l'émulsion

Évaluation comparative des
consommations d'énergie et des
émissions de gaz à effet de serre
pour structures de chaussée

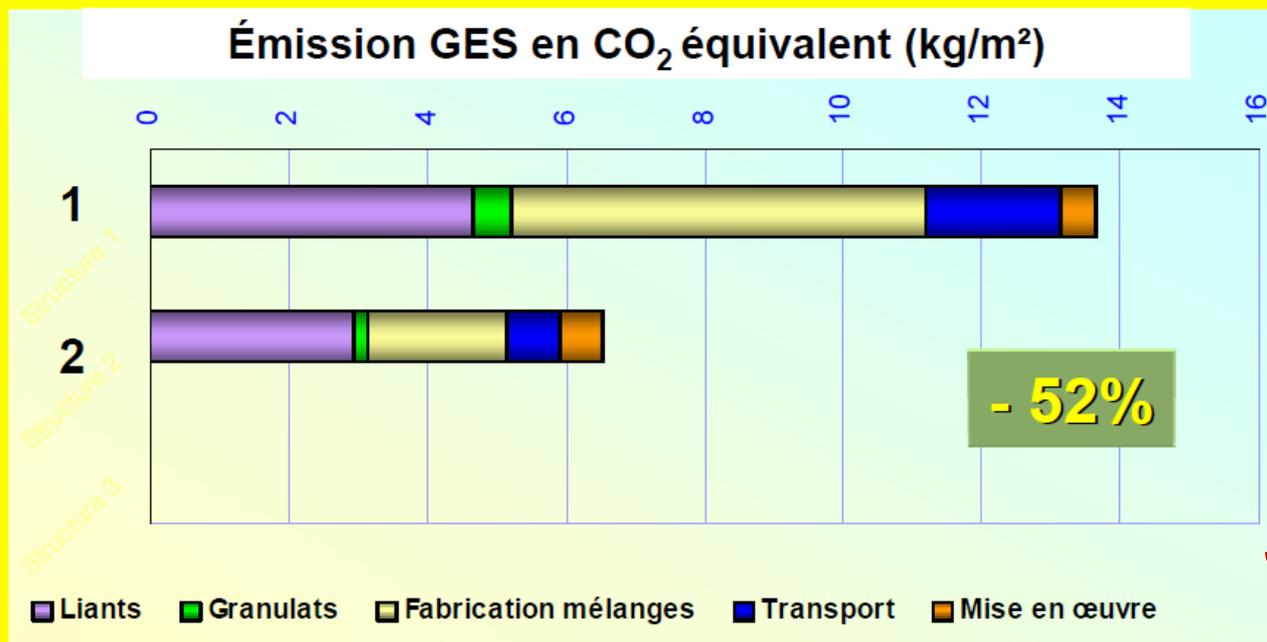
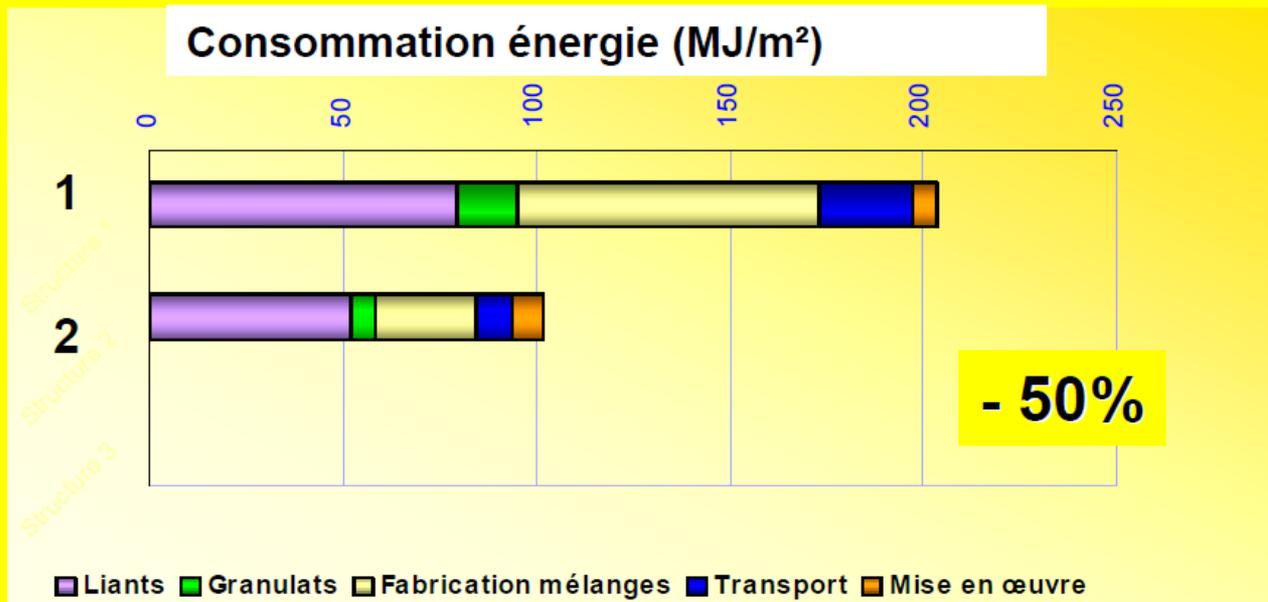


“le carrefour de la route durable”

1 8 o c t o b r e 2 0 0 7 à T o u l o u s e



Structure 1 : Rabotage 8 cm + BBSG 8 cm
Structure 2 : Retraitement en place à l'émulsion 10 cm + BBM 4 cm



J. F. Lafon



Setra

service d'Etudes
techniques
des routes
et autoroutes

juillet 2003

Guide technique

Retraitement en place à froid des anciennes chaussées



Guide technique

Retraitement des chaussées et recyclage des matériaux bitumineux de chaussées





Diagnostic et conception des renforcements de chaussées

Mai 2016



Diagnostic et conception des renforcements de chaussées

Mai 2016

3 Méthode de calcul des renforcements

3.2.3 - Cas des retraitements

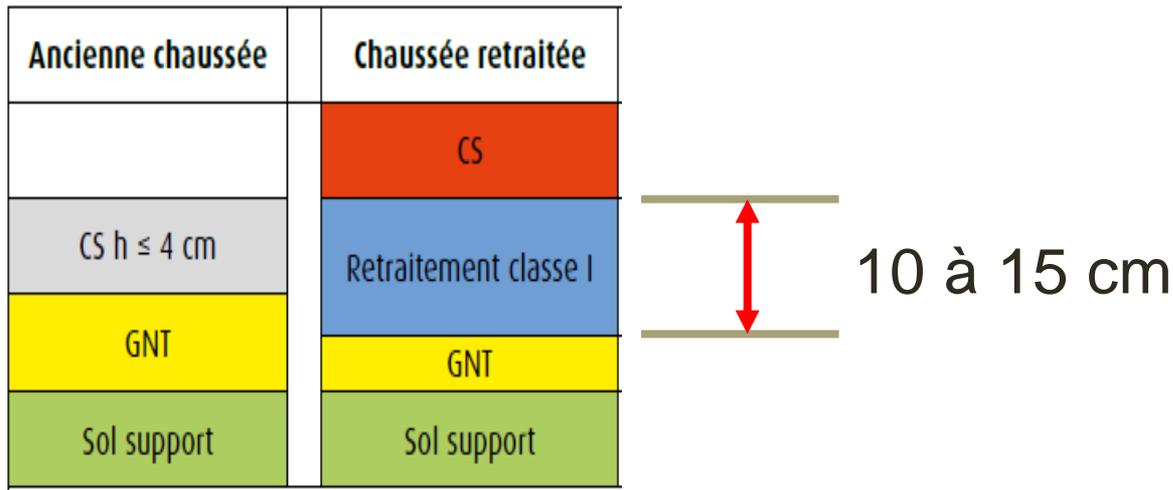
Le retraitement de la chaussée en place fait partie des solutions de renforcement à envisager, en se référant au guide technique « Retraitement en place à froid des anciennes chaussées » [33].



Classification des retraitements à l'émulsion de bitume

% de mat. bitumineux à retraiter < 75%

Classe de retraitement I



Nécessité d'avoir une GNT « propre »

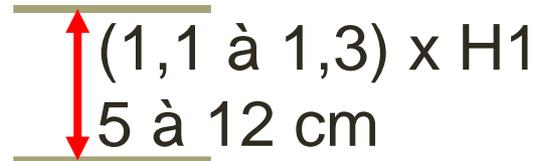
Retraitement généralement de faible compacité :

→ caractéristiques mécaniques faibles

0% de mat. bitumineux à retraiter de 75 à 90 %

Classe de retraitement II₁

Ancienne chaussée	Chaussée retraitée
	CS
CS H1 > 4 cm	Retraitement classe II ₁
GNT	GNT
Sol support	Sol support



 (1,1 à 1,3) x H1
 5 à 12 cm

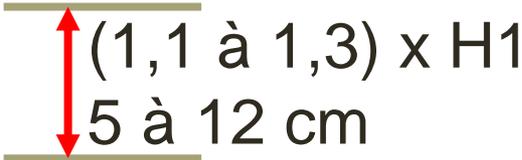
Nécessité d'avoir une GNT « propre »

Amélioration de la compacité vis-à-vis de la Classe 1 :

→ caractéristiques mécaniques moyennes

% de mat. bitumineux à retraiter
de 75 à 90 %
Classe de retraitement II₁

Ancienne chaussée	Chaussée retraitée
	CS
CS H1 > 4 cm	Retraitement classe II ₁
MTLH désagrégée	
MTLH	MTLH
Sol support	Sol support

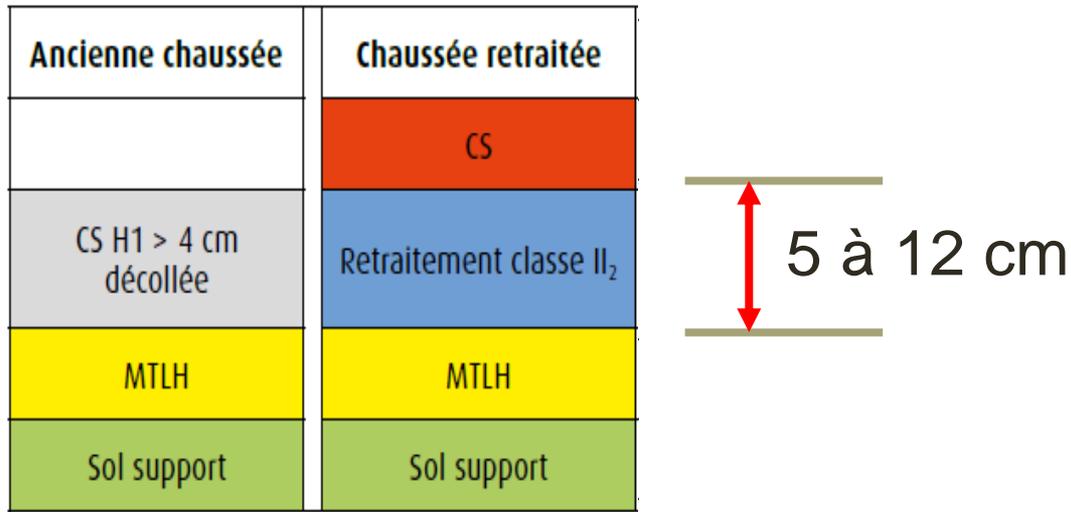


(1,1 à 1,3) x H1
5 à 12 cm

Solution intéressante pour résoudre les problèmes liés aux fissurations dégradées des Assises Traitées aux Liants Hydrauliques provoquées par la partie supérieure désagrégée

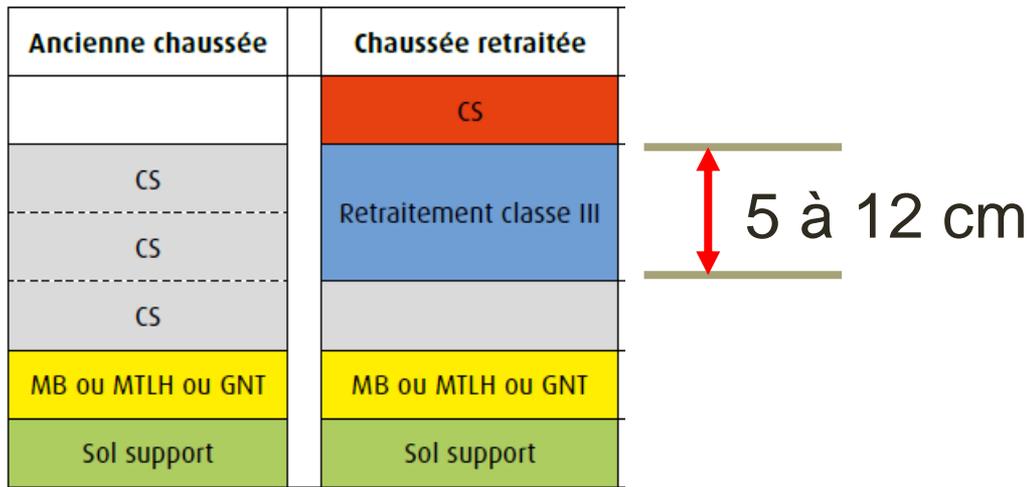
% de mat. bitumineux à retraiter > 90 %

Classe de retraitement II₂



Solution intéressante pour résoudre les problèmes de décollement des matériaux bitumineux du support en MTLH

% de mat. bitumineux à retraiter 100 %
Classe de retraitement III



Recyclage de la surface bitumineuse et
régénération du liant

Caractéristiques mécaniques des retraitements

Fonction :

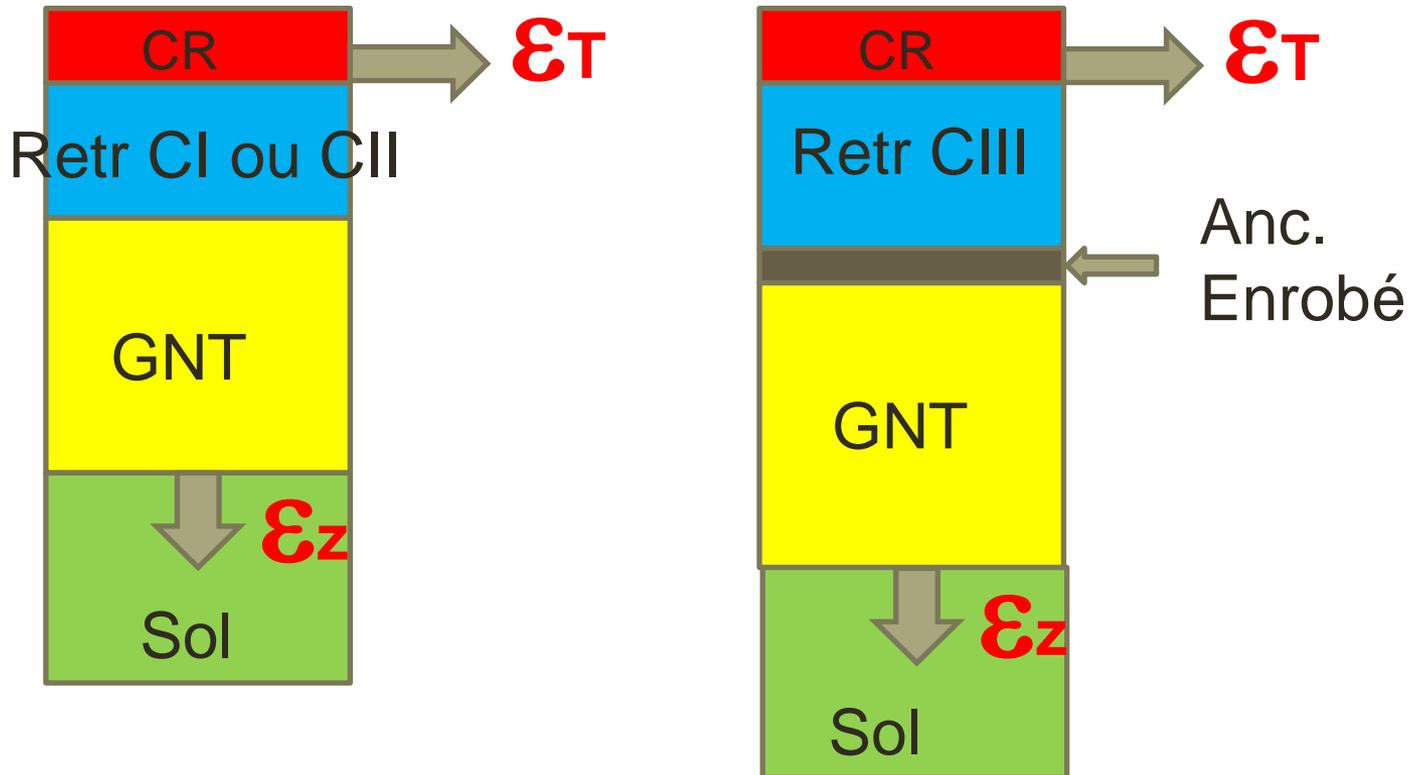
- du % d'agrégat bitumineux
- Rc Duriez

Classe du retraitement	Module à 15°C et Rc Duriez (14j) à considérer pour le matériau retraité
I < 75 %	E = 1500 MPa si $1,5 < R_c < 2,2$ MPa E = 2500 MPa si $2,2 < R_c < 3$ MPa
II₁ avec 75 à 90 % d'agrégat bitumineux dans le matériau	E = 2000 MPa si $R_c < 4$ MPa E = 3000 MPa si $R_c \geq 4$ MPa
II₂ avec plus de 90 % d'agrégat bitumineux dans le matériau	E = 3000 MPa si $R_c < 4$ MPa E = 4000 MPa si $R_c \geq 4$ MPa
III	E = 4000 MPa

Dénomination des retraitements dans ERSAMUS

Classe retraitement	Module à 15°C en MPa	Dénomination
I	1500	Retr_Cla
	2500	Retr_Clb
II1	2000	Retr_CII1a
	3000	Retr_CII1b
II2	3000	Retr_CII2a
	4000	Retr_CII2b
III	4000	Retr_CIII

Critères de dimensionnement



Couches de surface sur les retraits

2.5.1 - Choix de la couche de roulement

Les couches de roulement les plus couramment utilisées sont :

pour les trafics inférieurs à T3

- un enduit superficiel ou un enrobé coulé à froid.

pour les trafics T3 et T2

- soit un enduit superficiel
- soit un enrobé coulé à froid
- soit un béton bitumineux très mince.

pour les trafics T2' et T1

- soit un béton bitumineux mince
- soit un béton bitumineux très mince.

pour les trafics T0

- étude particulière.

**Guide
tech.
Retrait.
2003**

Couches de surface sur les retraits

	T4	T3 et T2	T1	T0	TS et TEX
GB	ES* ou MBCF* 4 cm	ES* ou MBCF* 6 cm	ES* ou MBCF* 8 cm	8 cm	8 cm
EME	ES* ou MBCF* 2,5 cm	ES* ou MBCF* 2,5 cm	ES* ou MBCF* 2,5 cm	8 cm	8 cm
GH	6 cm	6 cm	8 cm	10 cm	14 cm
Retraitement en place à froid aux liants hydrocarbonés	ES* ou MBCF* 6 cm	6 cm	6 cm* 8 cm	-	-
Retraitement en place aux liants hydrauliques	6 cm	6 cm	8 cm	10 cm	14 cm
* Pour une durée de service courte					

Guide Technique
Diag. Renf. 2016

Couches de surface sur les retraits

	T4	T3	T2	T1
GT Retr. 2003	ES MBCF	ES MBCF BBTM	ES MBCF BBTM BBM	BBTM BBM
GT Renf. 2016	ES* MBCF* 6 BB	6BB	6BB* 8BB	

* Durée courte

Introduction des différentes classes de retraitement dans ERASMUS

Fichier Cas Moteur Configuration Paramétriser ?

Etudes (Etude Erasmus) - ??: RD900 0+0 1+0 / retr_T1_20_retr - lc-setra-plus-géné

Général Configuration Paramétriser ?

Nom retr_T1_20
Gestionnaire
Localisation début
pr 0
abs 0
Type chaussée Chaussée
Bibliothèque
Longueur (m) 100

Accéder à la base de prix
Changer de référentiel
Etools
Paramétriser unités production
Initialiser Erasmus WEB
Enregistrer l'interface

Détail de l'étude

+ Créer un cas Vue panoramique Vue en plan Exporter

C2E1: 20+10 75mm/100-VL-rive_D 100 m
5 beton-bitumineux (39)
20 grave-non-traitee (39)

C2E2: 20+20 75mm/100-VL 100 m
12 beton-bitumineux
20 grave-non-traitee

Climat

Nantes

Base de trafic Chaussee_Desserte_NF_P98_086_2019
Type de progression Geometrique
Taux d'accroissement à l'origine 7
Mesuré ? Oui

2019
Voie 1 : 500 PL/j

Courant

Conceptions
+ Créer conception - Initialiser les conceptions

Introduction des différentes classes de retraitement dans ERASMUS

Configuration  Paramétrer ?

-  Accéder à la base de prix
-  Changer de référentiel
-  Etools
-  Paramétrer unités production

Initialiser Erasmus WEB

Enregistrer l'interface

ENDUIT-MONOCOUCHE (système)
 ENDUIT-MONOCOUCHE-DOUBLE-GRAVILLONNAGE (système)
 ENDUIT-SANDWICH-GLG (système)
 ES_GENE

Référentiel  

Enrobés de surface	Enrobés de base
BB-DISCONTINU-COUCHE-MINCE (système)	BBME-LIAISON-0/14-CLASSE-1 (système)
BBME-0/10-CLASSE-1 (système)	BBME-LIAISON-0/14-CLASSE-2 (système)
BBME-0/10-CLASSE-2 (système)	BBME-LIAISON-0/14-CLASSE-3 (système)
BBME-0/10-CLASSE-3 (système)	BB-RECYCLE-A-FROID (système) (incomplet)
BBME-0/14-CLASSE-1 (système)	BBSG2_LIASON
BBME-0/14-CLASSE-2 (système)	BBSG-LIAISON-0/10-CLASSE-1 (système)
BBME-0/14-CLASSE-3 (système)	BBSG-LIAISON-0/10-CLASSE-2 (système)
BBSG-0/10-CLASSE-1 (système)	BBSG-LIAISON-0/10-CLASSE-3 (système)
BBSG-0/10-CLASSE-2 (système)	BBSG-LIAISON-0/14-CLASSE-1 (système)
BBSG-0/10-CLASSE-3 (système)	BBSG-LIAISON-0/14-CLASSE-2 (système)
BBSG-0/14-CLASSE-1 (système)	BBSG-LIAISON-0/14-CLASSE-3 (système)
BBSG-0/14-CLASSE-2 (système)	BB-THERMOREGENERATION (système)
BBSG-0/14-CLASSE-3 (système)	EME-0/10-CLASSE-1 (système)
bbsggene	EME-0/10-CLASSE-2 (système)
BB-TRES-MINCE-0/6 (système)	EME-0/14-CLASSE-1 (système)
BB-TRES-MINCE-0/10 (système)	EME-0/14-CLASSE-2 (système)
ENROBE-COULE-A-FROID (système)	EME-0/20-CLASSE-1 (système)
ENROBE-DRAINANT-BITUME-PUR (système)	EME-0/20-CLASSE-2 (système)
ENROBE-DRAINANT-LIANT-MODIFIE (système)	GB3_GENE
SMA-0/10-BITUME-MODIFIE (système)	GB3_GENE_GRILLE
SMA-0/10-BITUME-PUR (système)	GB4_GENE
	GB-0/14-CLASSE-2 (système)
	GB-0/14-CLASSE-3 (système)
	GB-0/14-CLASSE-4 (système)
	GB-0/20-CLASSE-2 (système)
	GB-0/20-CLASSE-3 (système)
	GB-0/20-CLASSE-4 (système)
	GE4000
	GRAVE-EMULSION-TYPE1 (système)
	GRAVE-EMULSION-TYPE2 (système)
	retr_C1a
	retr_C1b
	retr_CII1a
	retr_CII1b
	retr_CII2a
	retr_CII2b
	retr_CIII

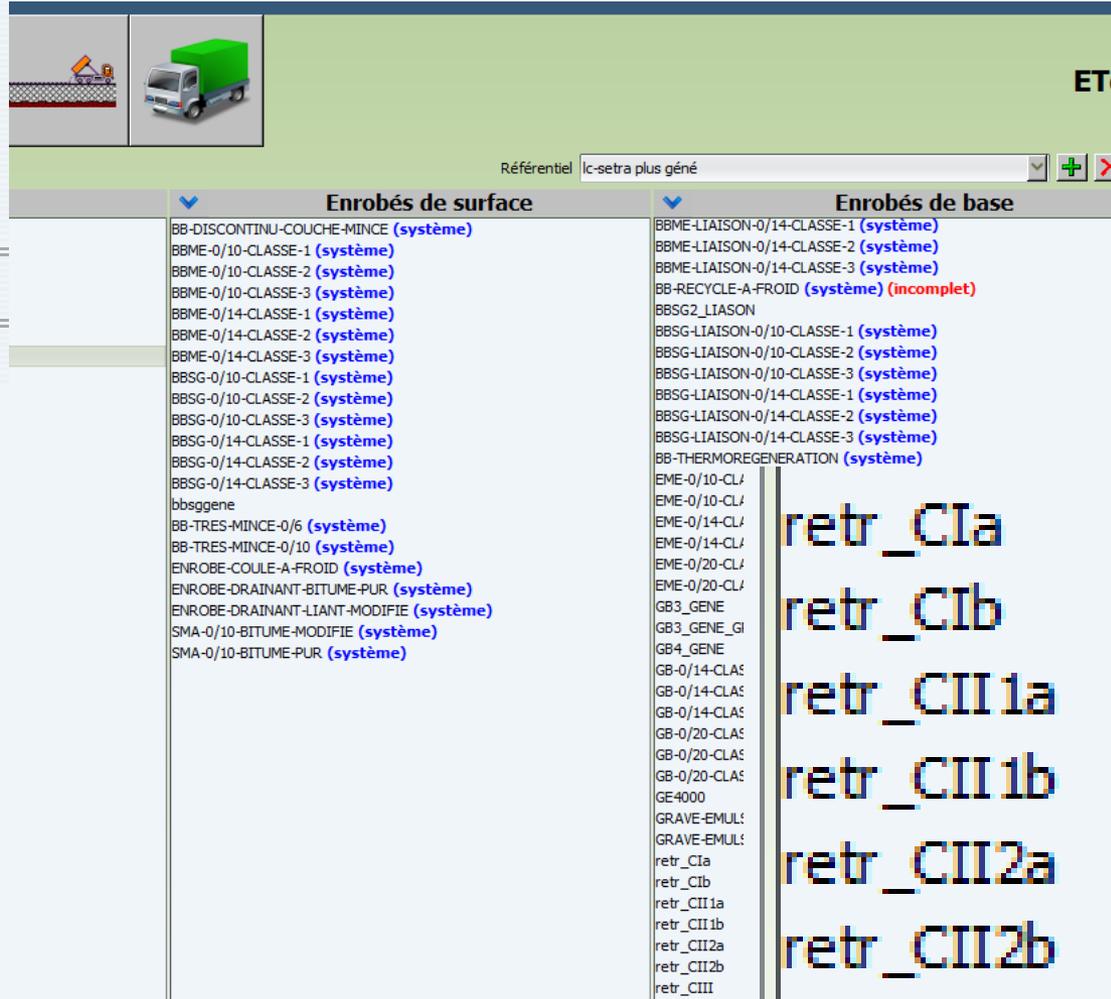
Introduction des différentes classes de retraitement dans ERASMUS

Configuration  Paramétrer ?

-  Accéder à la base de prix
-  Changer de référentiel
-  Etools
-  Paramétrer unités production

Initialiser Erasmus WEB

Enregistrer l'interface



Référentiel | lc-setra plus généré

Enrobés de surface	Enrobés de base
BB-DISCONTINU-COUCHE-MINCE (système)	BBME-LIAISON-0/14-CLASSE-1 (système)
BBME-0/10-CLASSE-1 (système)	BBME-LIAISON-0/14-CLASSE-2 (système)
BBME-0/10-CLASSE-2 (système)	BBME-LIAISON-0/14-CLASSE-3 (système)
BBME-0/10-CLASSE-3 (système)	BB-RECYCLE-A-FROID (système) (incomplet)
BBME-0/14-CLASSE-1 (système)	BBSG2_LIAISON
BBME-0/14-CLASSE-2 (système)	BBSG-LIAISON-0/10-CLASSE-1 (système)
BBME-0/14-CLASSE-3 (système)	BBSG-LIAISON-0/10-CLASSE-2 (système)
BBSG-0/10-CLASSE-1 (système)	BBSG-LIAISON-0/10-CLASSE-3 (système)
BBSG-0/10-CLASSE-2 (système)	BBSG-LIAISON-0/14-CLASSE-1 (système)
BBSG-0/10-CLASSE-3 (système)	BBSG-LIAISON-0/14-CLASSE-2 (système)
BBSG-0/14-CLASSE-1 (système)	BBSG-LIAISON-0/14-CLASSE-3 (système)
BBSG-0/14-CLASSE-2 (système)	BB-THERMOGENERATION (système)
BBSG-0/14-CLASSE-3 (système)	EME-0/10-CL/
bbsggene	EME-0/10-CL/
BB-TRES-MINCE-0/6 (système)	EME-0/14-CL/
BB-TRES-MINCE-0/10 (système)	EME-0/14-CL/
ENROBE-COULE-A-FROID (système)	EME-0/20-CL/
ENROBE-DRAINANT-BITUME-PUR (système)	EME-0/20-CL/
ENROBE-DRAINANT-LIANT-MODIFIE (système)	GB3_GENE
SMA-0/10-BITUME-MODIFIE (système)	GB3_GENE_GI
SMA-0/10-BITUME-PUR (système)	GB4_GENE
	GB-0/14-CLAS
	GB-0/14-CLAS
	GB-0/14-CLAS
	GB-0/20-CLAS
	GB-0/20-CLAS
	GB-0/20-CLAS
	GB-0/20-CLAS
	GE4000
	GRAVE-EMUL:
	GRAVE-EMUL:
	retr_CIa
	retr_CIb
	retr_CII1a
	retr_CII1b
	retr_CII2a
	retr_CII2b
	retr_CII2b
	retr_CIII

Le retraitement en place des enrobés à l'émulsion de bitume dans ERASMUS

Toutes les conditions vues précédemment sont prises en compte

- **Classes des matériaux**
 - Voir Etools Technique
- **Profondeurs de retraitement**
- **Les conditions vis-à-vis des interfaces décollées**
- **Critères de dimensionnement**
 - Epsi Z sur le sol
 - Epsi T partie inf. de la Couche de Roulement

ERASMUS
***Exemple de conceptions
retenant les techniques de
retraitement à l'émulsion
de bitume***

Présentation de la route

Route départementale

- **En zone périurbaine**
- **Rase campagne**
- **2 chaussées, 2 voies**

Trafic 2022 : 8215 veh./j dont 4% PL

➤ **164 PL/J/sens**

Largeur : 3,5 m / voie

Historique

Construction ~ 1981

2 types de structures

- Bitumineuse
- Mixte

Dernier revêtement : 2008

Qq purges en GB

Investigations réalisées

- Mesures de déflexion au déflectographe 03 dans les deux sens
- Relevés de dégradation type M2
- Mesures des déformations transversales (TUS)
- Mesures d'uni à l'APL
- Carottages ϕ 150
- Analyses d'amiante

Schéma itinéraire

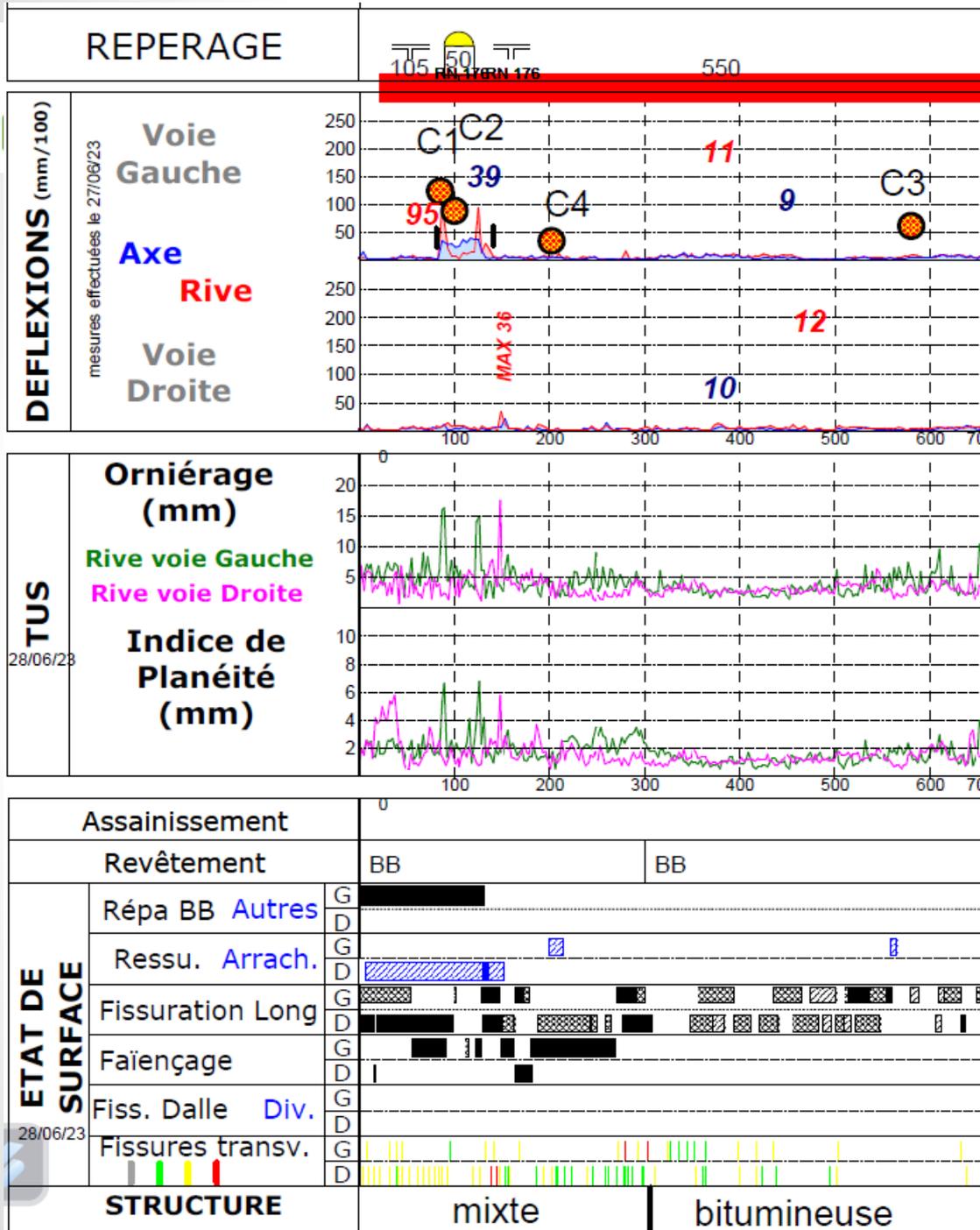
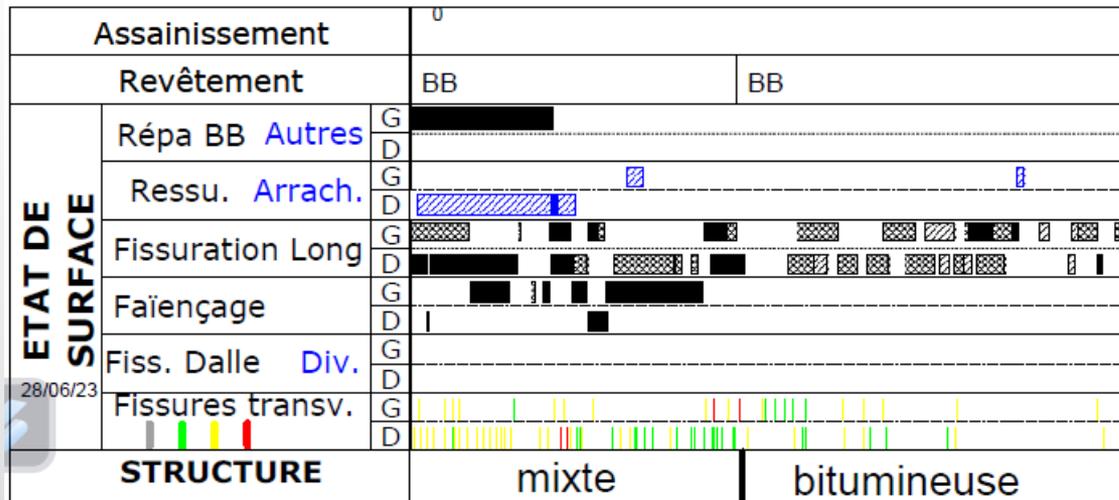
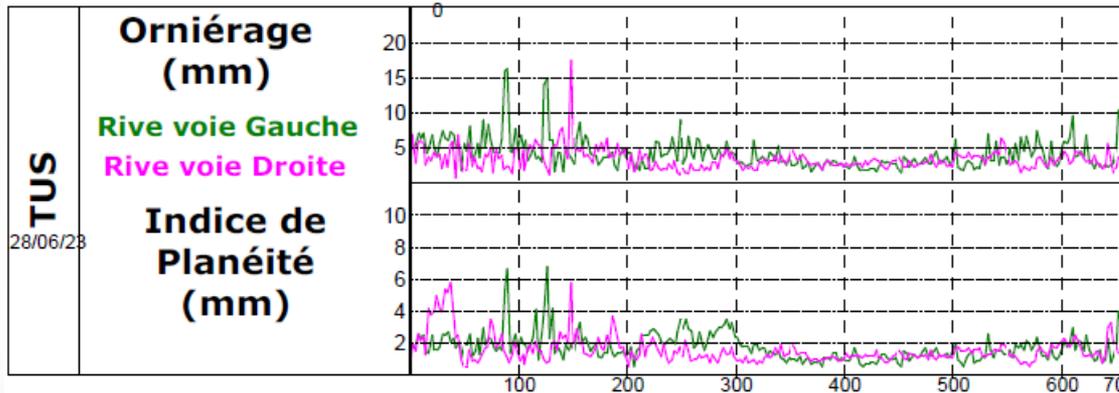
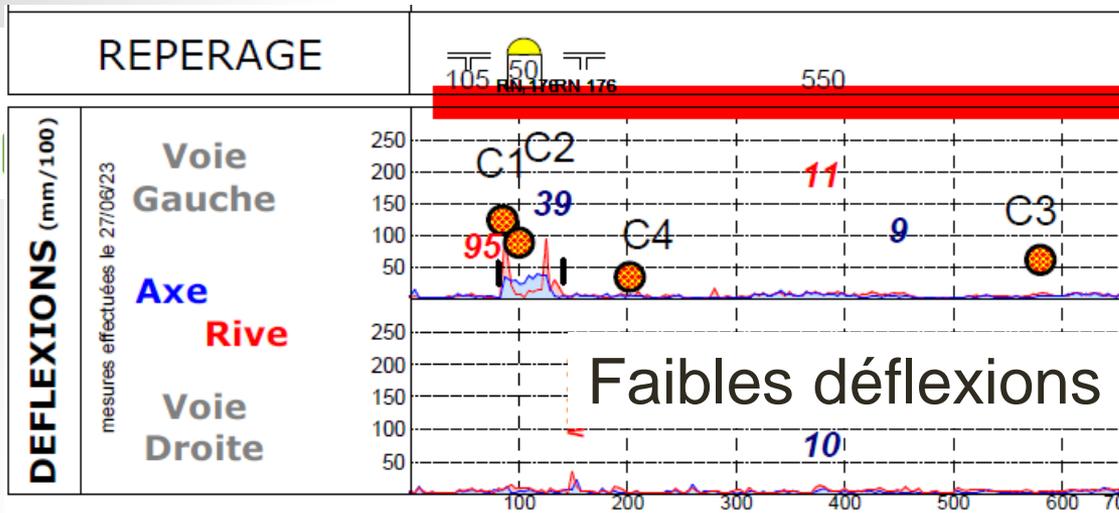


Schéma itinéraire



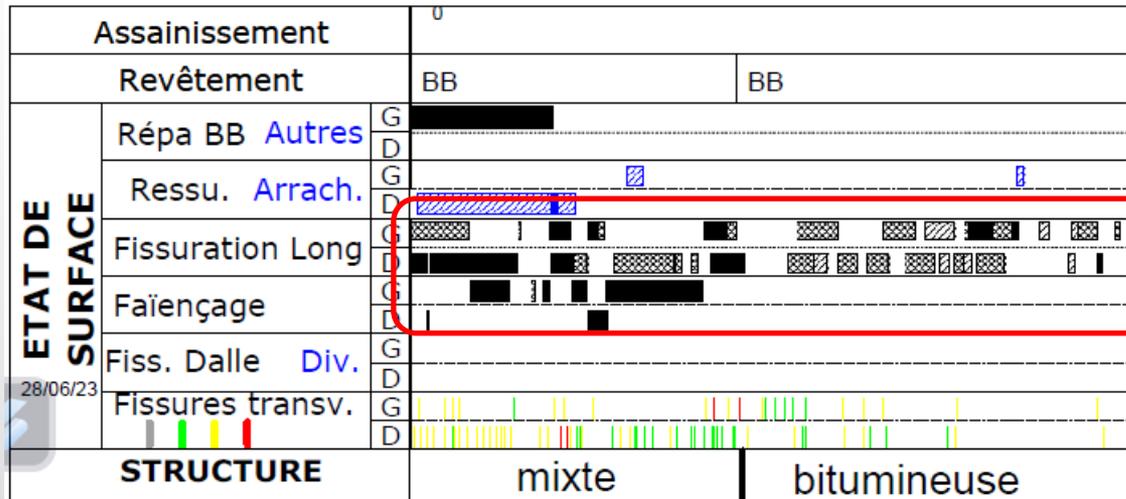
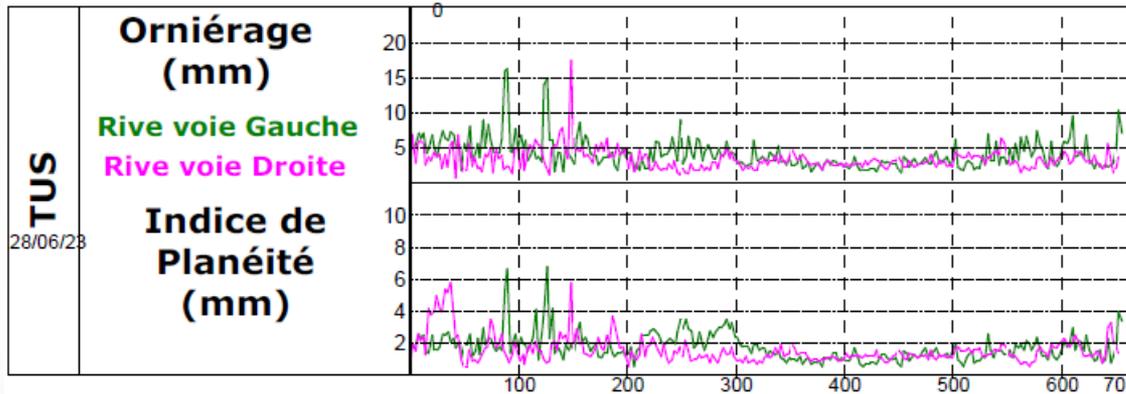
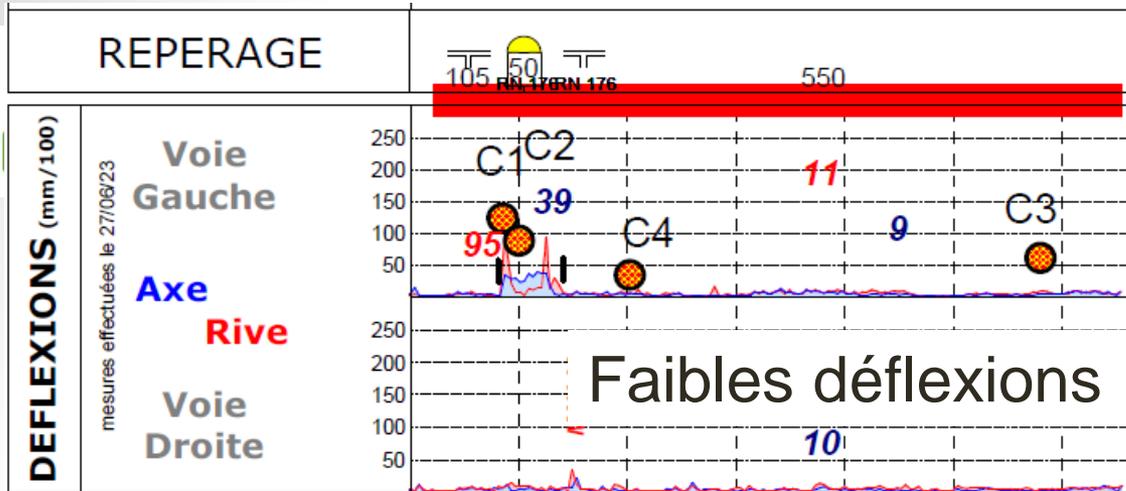


Schéma itinéraire

Fissurations très élevées

Carottage 1 dans une zone réparée

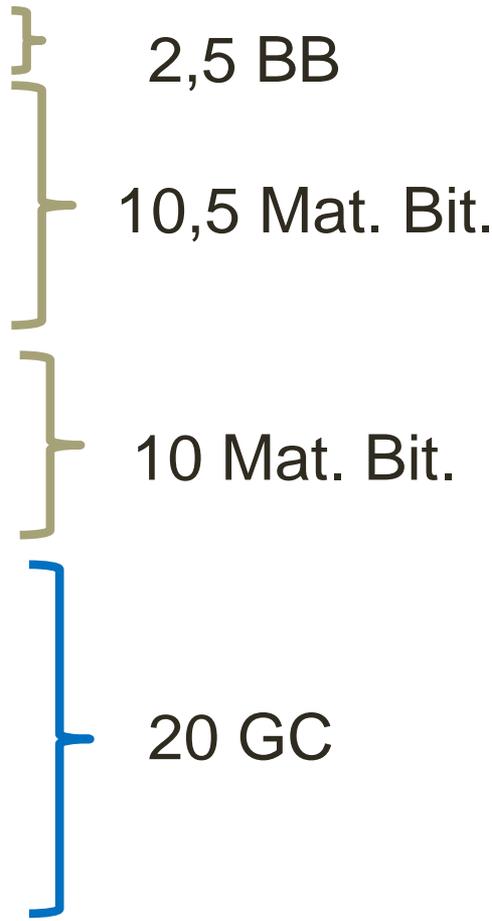


} 13 Mat. Bit.



Présence de faïençage

Carottage 2, structure mixte



Proche d'une fissure transversale

Carottage 4, structure mixte



20 Mat. Bit.

21 GC



Carottage 3, structure bitumineuse



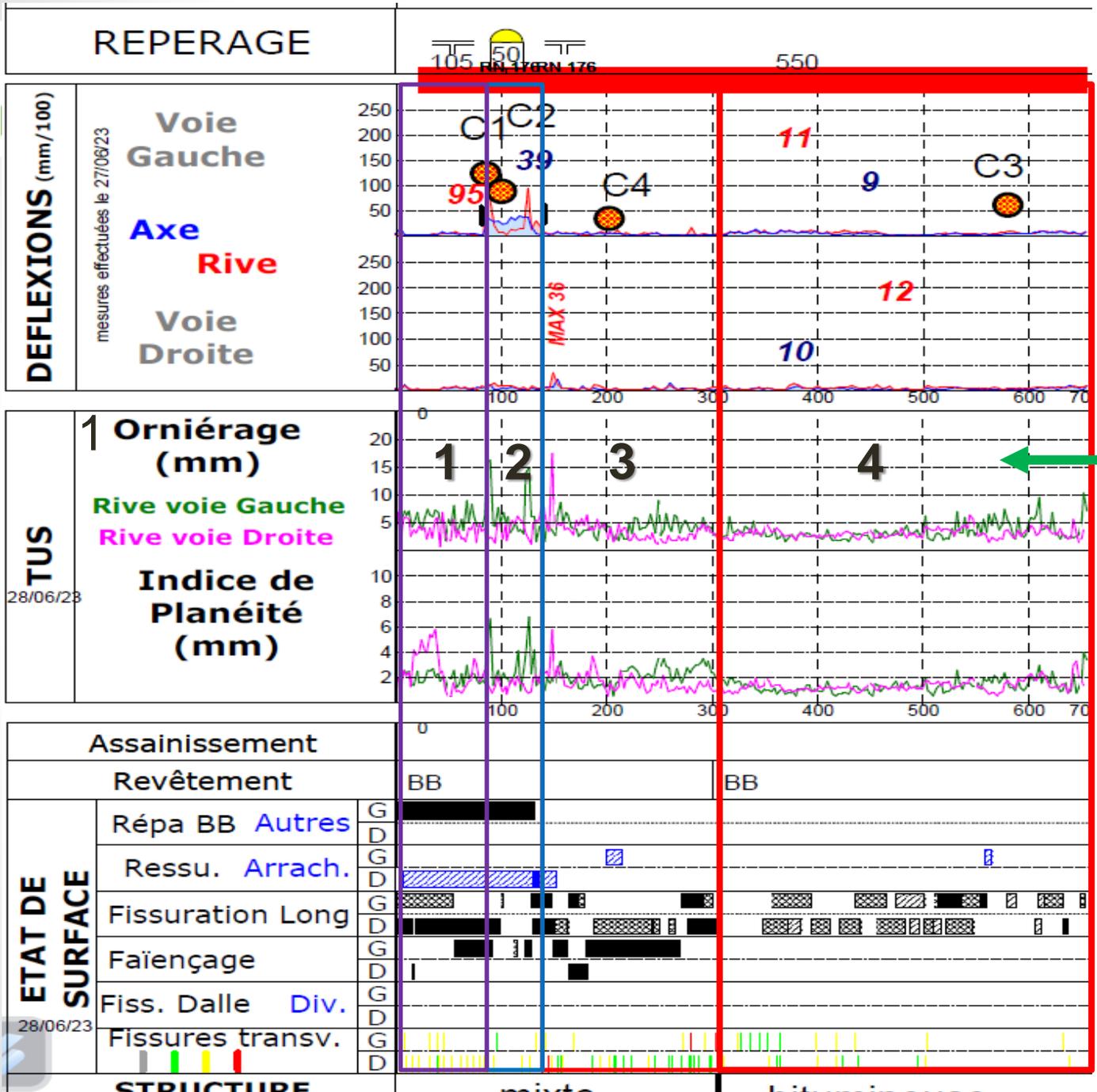
Fissuration
par le haut



Sur zone fissurée longitudinalement

Synthèse des investigations

- Structures bitumineuse et mixte de 1981 entretenues en 2008
- Qq purges en GB
- Déflexions :
 - < 10/100 mm sur la majorité de la section
 - 40/100 mm et qq pointes à 90/100mm dans la zone purgée
- Fissuration longitudinale dans et hors des BdR,
- Faiençage dans les BdR



Découpage en zones homogènes

Fichier Cas Moteur Configuration ?

Etudes (Etude Erasmus) - 35: RD155MON 49+2360 50+550 / RD0155 MONT DOL - Ic-setra-plus-géné

Général

Nom: RD0155 MONT DOL Voie: RD155MONT DOL

Gestionnaire: CD35 Département: 35

Localisation début: pr 49 abs 2360 Localisation fin: pr 50 abs 550

Type chaussée: Chaussée double sens Sens chaussée:

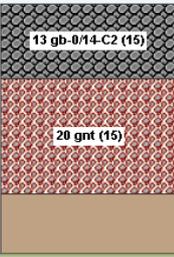
Bibliothèque: JEGOU Répertoire: JEGOU

Longueur (m): 650 Largeur (cm): 700

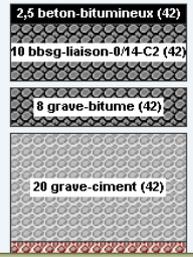
Detail de l'étude

+ Créer un cas | Vue panoramique | Vue en plan | Exporter | Importer

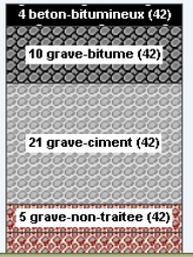
C1: 49+2536 90mm/100-V1--axe/2_D



C2: 49+2537 9mm/100-V1--axe/2_G



c4: 50+99 9mm/100-V1--axe/2_G



Climat

Nantes

Trafic Cahier des charges

12 an(s) <= 4



Conceptions

+ Créer conception | Initialiser les conceptions

Conception 1: V1_--axe/2_D + V1_--ax ...

Conception 2: V1_--axe/2_G

ENDUIT-BICOUCHE - 1,0 cm

GB-0/14-CLASSE-3 - 11,0 cm

Fraisage - 8,0 cm

Structure actuelle

Courant: Cahier des charges

Examen du gel en diagnostic: Non

Durée de vie (ans): 0 <= 12 <= 50

Épaisseur min à fraiser (cm):

Risque de dimensionnement (%): 1 <= <= 100

Adhérence:

Couche de roulement:

Séparation des fonctions de la CR:

Couche de liaison:

Atténuation du bruit:

Qualité de l'uni:

Sol

Matériau

Nature:

Classe:

Pente de l'essai de gonflement (mm/(°C.h)1/2):

An((°C.)1/2 . m-1):

Paramètres avancés

Module (MPa):

Coefficient de Poisson:

Contrainte de seuil

Essais

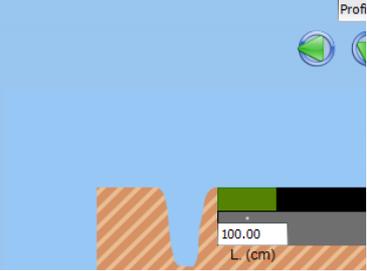
2023 5 Carottes Ø 150 mm

Carottage

2023 Lacroix 03 24.0 °C

Déflexion

Coupe transversale



Techniques erasmus

plus géné
plus géné

Afficher lc-setra plus



12 an(s)
<= 4



Enrobés de surface



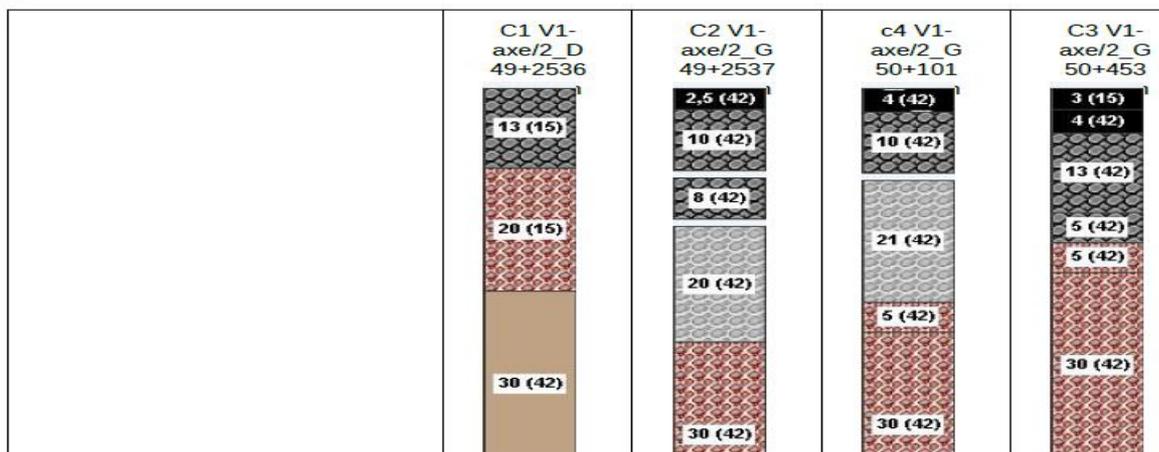
Enrobés de base

Enduits

Selectionné	Nom	Coût min T
<input checked="" type="checkbox"/>	ENDUIT-BICOUCHE	3,00€

Selectionné	Nom
<input checked="" type="checkbox"/>	BB-DISCONTINU-COUCHE-MINCE
<input type="checkbox"/>	BR_TDES_MINCE_0/10
<input checked="" type="checkbox"/>	GB-0/14-CLASSE-3

<input type="checkbox"/>	retr_CII
<input type="checkbox"/>	retr_CIa
<input type="checkbox"/>	retr_CIb
<input type="checkbox"/>	retr_CII1a
<input checked="" type="checkbox"/>	retr_CII1b
<input type="checkbox"/>	retr_CII2a
<input checked="" type="checkbox"/>	retr_CII2b
<input checked="" type="checkbox"/>	retr_CIII



ES				
4 BBM				
4 BBM + 8 GB3 Fraisage 8				
4BBM 5 retr_CIIb				
4 BBM 13 retr_CIIb				

Vue détaillée

 Vue panoramique

Tri: Coût 

Toutes les voies 



Bilan écologique



Export Résumé Pdf



Export Xls Détail



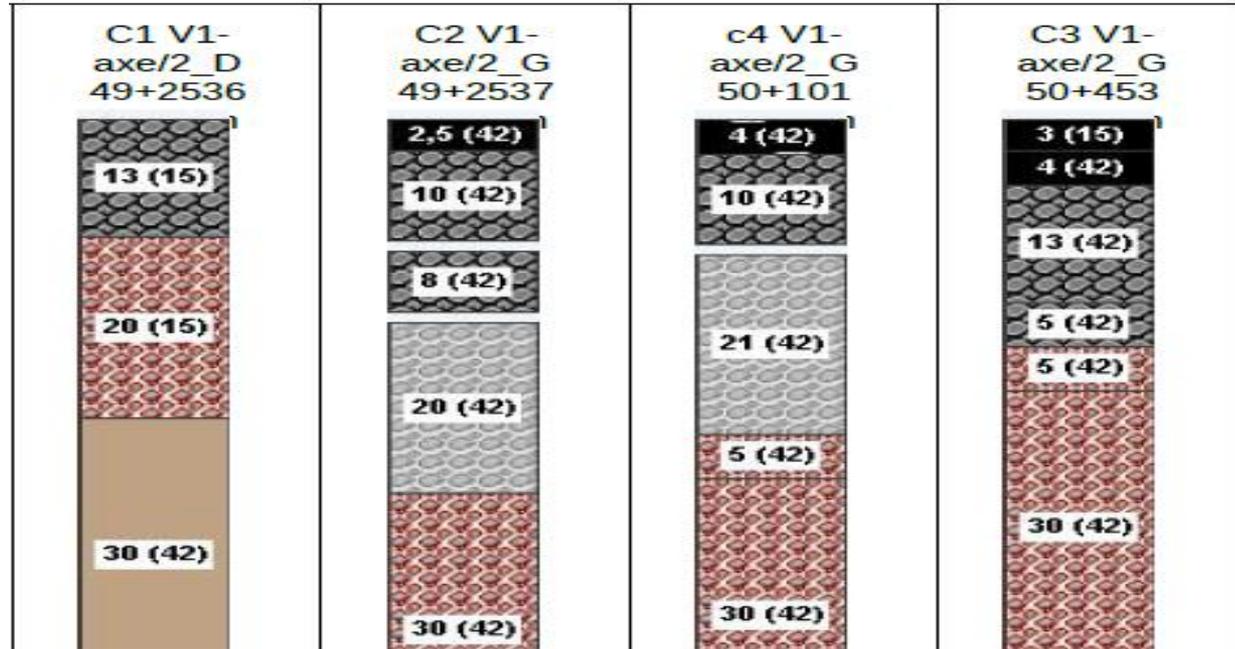
Export Synthèse Pdf



Export Xls Dommages



Export Détail Pdf

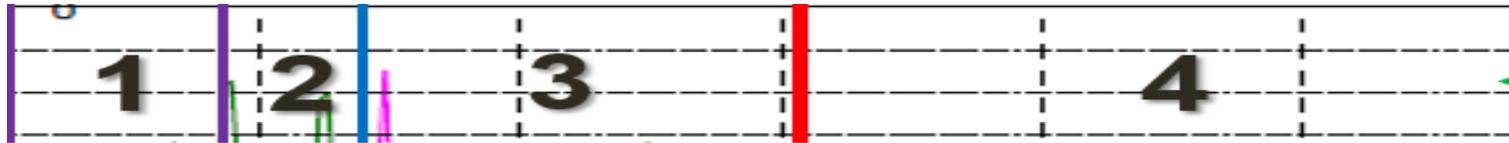


es-b	1 ans - Fatigue de GNT-PLATEFORME (1981) Déformation admissible	> 50 ans	Fatigue de Grave ciment (1981) D= 39.22	> 50 ans
4 bbdcm	Fatigue de GNT-PLATEFORME (1981) Déformation admissible	Problème heuristique de BB discontinu couche mince Epaisseur mini si couche en dessous fissurée	Fatigue de Grave ciment (1981) D= 38.79	> 50 ans - bbdcm D= 0.00 (25.%)
5 FR + 8 gb-0/14-C3 + es-b	10 ans - Fatigue de GNT-PLATEFORME (1981) Déformation admissible	> 50 ans - gb-0/14-C3 D= 0.00 (25.%)	> 50 ans - gb-0/14-C3 D= 0.08 (25.%)	> 50 ans - gb-0/14-C3 D= 0.00 (25.%)
8 FR + 8 gb-0/14-C3 + 4 bbdcm	13 ans - gb-0/14-C3 D= 0.45 (25.%)	> 50 ans - gb-0/14-C3 D= 0.00 (25.%)	> 50 ans - gb-0/14-C3 D= 0.05 (25.%)	> 50 ans - gb-0/14-C3 D= 0.00 (25.%)
8 FR + 11 gb-0/14-C3 + es-b	12 ans - Conception Sur élévation 1.	> 50 ans - gb-0/14-C3 D= 0.00 (25.%)	> 50 ans - gb-0/14-C3 D= 0.05 (25.%)	> 50 ans - gb-0/14-C3 D= 0.00 (25.%)
5 retr_CII2b + es-b	2 ans - Fatigue de GNT-PLATEFORME (1981) Déformation admissible	> 50 ans - retr_CII2b D= 0.00 (25.%)	> 50 ans - retr_CII2b D= 0.00 (25.%)	> 50 ans - retr_CII2b D= 0.00 (25.%)
5 retr_CII2b + 4 bbdcm	8 ans - Fatigue de GNT-PLATEFORME (1981) Déformation admissible	> 50 ans - retr_CII2b D= 0.00 (25.%)	> 50 ans - retr_CII2b D= 0.00 (25.%)	> 50 ans - retr_CII2b D= 0.00 (25.%)
13 retr_CII2b + 4 bbdcm	14 ans - retr_CII2b D= 0.01 (25.%)	> 50 ans - retr_CII2b D= 0.00 (25.%)	> 50 ans - retr_CII2b D= 0.00 (25.%)	> 50 ans - retr_CII2b D= 0.00 (25.%)

Détail

es-b	1 ans - Fatigue de GNT-PLATEFORME (1981) Déformation admissible	> 50 ans
4 bbdcm	Fatigue de GNT-PLATEFORME (1981) Déformation admissible	Problème heuristique de BB discontinu couche mince Epaisseur mini si couche en dessous fissurée
5 FR + 8 gb-0/14-C3 + es-b	10 ans - Fatigue de GNT-PLATEFORME (1981) Déformation admissible	> 50 ans - gb-0/14-C3 D= 0.00 (25.%)
8 FR + 8 gb-0/14-C3 + 4 bbdcm	13 ans - gb-0/14-C3 D= 0.45 (25.%)	> 50 ans - gb-0/14-C3 D= 0.00 (25.%)
8 FR + 11 gb-0/14-C3 + es-b	12 ans - Conception Sur élévation 1.	> 50 ans - gb-0/14-C3 D= 0.00 (25.%)

Solutions par zone



4 BBM	
Fraisage 8 + 8 GB3	

**Sous surveillance
ou ES ou BBTM**

4 BBM	
5	
13	
5 retr_Cllb	

Conclusion

ERASMUS permet d'élaborer des conceptions à partir des différentes classes de retraitement en place à l'émulsion pour les différents types de structure

Conclusion

Ces techniques de retraitement nécessitent des études préalables sur les matériaux en place et doivent faire l'objet d'un projet

Conclusion

Rappelons que ces techniques de retraitement permettent des gains:

- de consommation d'énergie
- d'émission de GES

**Merci de votre
attention**