

# Reconstruction des chaussées sur sol très déformable



Cas des chaussées en  
traverse d'agglomération



# Reconstruction des chaussées sur sol très déformable

---

- Le référentiel technique concerne essentiellement , l'aménagement des traverses , la sécurité , la prise en compte du mobilier urbain ect .
- Ci-joints deux documents:
- Sur les choix techniques et sur la réalisation des travaux peu ou pas de documents techniques hormis le guide technique :
- Renforcements en EME en traverse d'agglomération de novembre 88

## Aménagement des traverses de petites agglomérations





## **Charte d'aménagement de sécurité des traverses d'agglomération de la Haute-Vienne**





# Problématique des traverses ??

---

- Problèmes délicats pour le concepteur et pour les entreprises lors de la réalisation des travaux
- La démarche :
- Concertation préalable entre:
  - le gestionnaire
  - les services municipaux
  - les concessionnaires de réseaux
- Deux phases : diagnostic
- conception

# Diagnostic (moyens)



---

- **Historique** des chaussées:
  - épaisseurs ,
  - nature et âge des couches)
  - localisation et position des réseaux!!!
- Visite sur site avec le donneur d'ordres.
- **Etat de surface**
- Mesures de **déflexion** dans les deux sens
- Sondages ou carottages



# Diagnostic ( moyens)

---

- **Sondages:**
- Implantation et exécution de **sondages**  
essais de portance in situ, nature et identification du sol-  
Wn, CBR , IPI .  
problèmes de représentativité
- **Carottages** :si couches liées >à 7cm.
- Recherche des causes des désordres
- *Ex: orniérage grand rayon :origine multiples :*
  - *sous dimensionnement,*
  - *arrivées d'eau inopportunes ( fuites),*
  - *post compactage des matériaux ( tranchées)*
- Vérifier par sondage



# Diagnostic par ERASMUS

---

- Erasmus modélise la chaussée existante.
- Il permet par une approche calculatoire de chiffrer la portance du sol support (E) à défaut de sondages et d'essais de sol .
- Indique à l'utilisateur les défauts structurels et les causes possibles des désordres constatés





# Conception par Erasmus

---

- Rédaction du cahier des charges:
- Choix par rapport à l'existant du niveau de la chaussée terminée avec trois possibilités:

libre ( renforcement réalisable)

fixée 0 à x cm

Bornée à x cm



# Options pour le concepteur

---

- Déconstruction de l'ancienne chaussée
- Reconstruction d'une chaussée neuve en appliquant les outils disponibles :
- Erasmus conception
- Catalogue des structures (1998)
- Mistral,
- Alizé,



# Conception :

---

- En traverse d'agglomération l'espace disponible est fixé par le niveau des seuils et par la couverture des réseaux.

Une déconstruction partielle ou totale de la chaussée est souvent. nécessaire.

- Comme la portance décroît avec la profondeur du décaissement ,les solutions classiques sont rarement applicables !



# Solutions disponibles

---

- Retraitement in situ
- Couche de forme en matériau non traité associé ou non à un géotextile.
- Couche de forme/fondation en matériau traité avec un liant hydraulique?
- Couches perdues:
  - Solution béton de ciment?
  - Solution grave bitume?



# Décaissements : Améliorations de la portance: Retraitements

---

- Le site réduit le champ des possibles:

**Retraitement in situ à la chaux et au ciment si :**

- linéaire suffisant et absences d'obstacle perturbant l'exécution ( bouches à clé , tampons, chambres de tirage etc)
- zone peu sensible aux nuisances (poussières), vibrations

**Recyclage éventuel des matériaux de décaissement hors traverse (DD)**

**Retraiter in situ un matériau d'apport**

**Retraitement d'un matériau d'apport à l'extérieur de l'agglomération**



# Décaissement                      sol support

## Améliorations de la portance

---

- Apport d'une couche de forme en matériau non traité (rarement utilisé)
- Selon la qualité du support et son état d'humidité l'épaisseur nécessaire pour que l'amélioration de la portance soit sensible exige 35 à 70cm de matériau . Epaisseurs incompatibles avec l'espace disponible .
- mise en œuvre d'un géotextile quasi obligatoire.



# Décaissements : Améliorations de la portance

---

- Apport d'une couche de forme/fondation en matériau traité en centrale.
- Utilisation d'Erasmus : l'utilisateur choisit une technique que le système prend en compte avec les performances indiquées dans la F.techn. ( e-tools) sans tenir compte des difficultés de mise en œuvre
- Les conditions de mise en œuvre difficiles entraînent des performances dégradées à prendre en compte dans ERASMUS pour obtenir une solution réaliste



# Applications

---

RD936 ( Dordogne)  
Traverse de Lamonzie  
PR 80+740 à 81+400





# RD 936 Les Données

---

- Trafic :360PL/J/Sens
- Taux d'accroissement : 2% arithmétique
- Dégradations : faïençage BDR(75%)  
faïençage HBDR 75%
- Orniérage: 2cm 50%
- Structure souple:
- 5BB(1990)+2x5BB(1970)+10GNT
- Déflections: rive 267mm/100 ,axe 219mm/100
- Sol de type B6

# RD 936 Diagnostic

Etude (Sections Travaux) - RD 936 TRAVERSE DE LAMONZIE

Etude

Année d'étude 2014

Résultats d'étude

Voie 1

Echec 1

Détail

Colonnes

Echec 1	Fatigu
<p><b>Section</b></p> <p>Trafic: 368. PL/jour: t1</p> <p>Déflexion calculée (2014) 233 mm/100</p> <p>Calage mécanique (2010) Déflexion calculée: 233 mm/100</p> <p>Valeur de calage: 267 mm/100</p>	
<p><b>bbsg-0/10-C3</b></p> <p>BBSG-0/10-CLASSE-3 (n°1)</p> <p>5 cm, 24 an(s), collé</p> <p>2001 MPa / 5 cm</p>	
<p><b>bbsg-0/10-C3</b></p> <p>BBSG-0/10-CLASSE-3 (n°2)</p> <p>5 cm, 44 an(s), collé</p> <p>2000 MPa / 5 cm</p>	
<p><b>bbsg-0/14-C2</b></p> <p>BBSG-0/14-CLASSE-2 (n°3)</p> <p>5 cm, 44 an(s), collé</p> <p>2000 MPa / 5 cm</p>	
<p><b>gnt3</b></p> <p>Matériau non traité (n°4)</p> <p>10 cm, 64 an(s), collé</p> <p>40 MPa / 10 cm</p>	
<p><b>Sol</b></p> <p>20 MPa</p>	



# RD 936 Diagnostic

- Cause de l'échec : déflexion mesurée > déflexion calculée
- La suppression de la couche de GNT permet d'obtenir un diagnostic

<b>Section</b> Trafic: 368. PL/jour: t1 Déflexion calculée (2014) 242 mm/100 Calage mécanique (2010) Déflexion calculée: 242 mm/100 Valeur de calage: 267 mm/100	<b>fort(e)</b>	
<b>bbsg-0/10-C3</b> BBSG-0/10-CLASSE-3 (n°1) 5 cm, 24 an(s), collé 2005 MPa / 5 cm	<b>faible</b>	
<b>bbsg-0/10-C3</b> BBSG-0/10-CLASSE-3 (n°2) 5 cm, 44 an(s), collé 2000 MPa / 5 cm	<b>fort(e)</b>	
<b>bbsg-0/14-C2</b> BBSG-0/14-CLASSE-2 (n°3) 5 cm, 44 an(s), collé 2000 MPa / 5 cm	<b>fort(e)</b>	
<b>Sol</b> 20 MPa	<b>fort(e)</b>	

# RD 936 Conception:Echec

Résultats de conception	Modèle mécanique	Problèmes venant	Critères dimensionnels
<b>2014 : BBSG-0/10-CLASSE-2 (N) (6.0 cm)</b> Liant d'accrochage <b>Enrobé de reprofilage</b>		Fatigue de Sol Fatigue de bbsg-0/10-C2 Problème heuristique de bbsg-0/10-C2 Cisaillement de	<b>Conception</b> Sur élévation 6. cm
<b>2014 : BBSG-0/10-CLASSE-2 (N) (6.0 cm)</b> Liant d'accrochage <b>2014 : Fraisage (10.0 cm)</b>		Fatigue de Sol Fatigue de bbsg-0/10-C2 Problème heuristique de bbsg-0/10-C2 Cisaillement de	<b>Conception</b> Sous élévation -4. cm
<b>2014 : BBSG-0/10-CLASSE-2 (N) (6.0 cm)</b> Liant d'accrochage <b>2014 : EME-0/14-CLASSE-2 (N) (7.0 cm)</b> Liant d'accrochage		Fatigue de Sol Fatigue de bbsg-0/10-C2 Problème heuristique de bbsg-0/10-C2 Fatigue de eme-0/14-C2 Problème heuristique de eme-0/14-C2 Cisaillement de	<b>Conception</b> Sur élévation 13. cm
<b>2014 : BBSG-0/10-CLASSE-2 (N) (6.0 cm)</b> Liant d'accrochage <b>2014 : EME-0/20-CLASSE-2 (N) (9.0 cm)</b> Liant d'accrochage		Fatigue de Sol Fatigue de bbsg-0/10-C2 Problème heuristique de bbsg-0/10-C2 Fatigue de eme-0/20-C2 Problème heuristique de eme-0/20-C2 Cisaillement de	<b>Conception</b> Sur élévation 15. cm
<b>2014 : BBSG-0/10-CLASSE-2 (N) (6.0 cm)</b> Liant d'accrochage <b>2014 : GB-0/20-CLASSE-2 (N) (10.0 cm)</b> Liant d'accrochage		Fatigue de Sol Fatigue de bbsg-0/10-C2 Problème heuristique de bbsg-0/10-C2 Fatigue de gb-0/20-C2 Problème heuristique de gb-0/20-C2	<b>Conception</b> Sur élévation 16. cm

# RD 936

## Conception ( solutions)

---

Sur-élévation non autorisée (cahier des charges) :

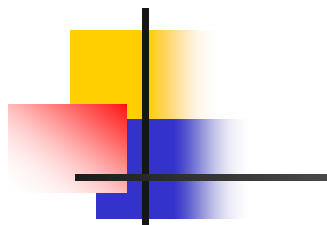
- Erasmus n'a pas de solution , il faut donc envisager le démontage de l'ancienne chaussée et la construction d'une chaussée neuve.
- L'option : mise en œuvre d'une grave ciment dont une partie de l'épaisseur peut être considérée comme perdue est envisagée

# RD 936

## Conception ( solutions)

---

- Pour un sol peu porteur (  $E=20\text{MPa} - 10\text{MPa}$ ) il est nécessaire de mettre en œuvre 40cm de grave ciment afin d'assurer la mise en œuvre des couches supérieures.
- On considère que la moitié de l'épaisseur n'aura pas la qualité requise par la norme , il s'agit de définir ce matériau que nous avons appelé « grave ciment cassée » dont les caractéristiques figurent dans la FT e-tools



grave_ciment_cassée			
Caractéristiques Economiques			
Coût min TTC (€)	80.0	Coût max TTC (€)	110.0
Unité de vente	t		
Caractéristiques Intrinsèques			
Nature granulats	calcaire	Teneur en liant (%)	3.5
Masse volumique (t/m³)	2.3		
Caractéristiques Thermiques			
Teneur en eau (%)	3.0	Lambda g (J/m².K)	1.9
Lambda ng (J/m².K)	1.8	Géllivité Intrinsèque	0
Chaleur spécifique (Cal/g/deg C)	0.21	Coeff. de dilatation thermique (degC-1.10-6)	8.0
Balèse de temp. créant la fissure (°C)	6.0		
Caractéristiques Elastiques			
Module minimal (MPa)	3000.0	Module fatigue (MPa)	3000.0
Module nominal (MPa)	5000.0	Module maximal (MPa)	8000.0
Coefficient de Poisson	0.25	Sigma 0 (MPa)	0.75
Sigma 6 (MPa)	0.4	Kc (calage)	1.4
Pente courbe fatigue semi-log	0.0796	Dispersion loi fatigue	1.0
Variation liée à Fatigue	Pas de variation		
Caractéristiques de Comportement			
Loi N cycles admissibles (conc)	LCPC		
Modes de dégradations			
Critères de Fatigue	Niveau de dommage (1)		
Caractéristiques Industrielles			
Rôle fonctionnel	Couche de fondation	Type de travaux	Pose d'une couche de base
Supports possibles	gnt sol	Epaisseur min (cm)	18.0
Epaisseur max (cm)	28.0	Loi de choix d'épaisseur Init	Base > roulement
% Noir Max (%)		% Blanc Max (%)	
Trafic Min (PL/jour/sens)		Trafic Max (PL/jour/sens)	1000.0
Travaux préparatoires		Loi dispersion épaisseur	Dispersion épaisseur nominale
Dispersion épaisseur (cm)	5.0		
Intégration dans ERASMUS			
Label Matériau	Normé	Document de référence	NF P 38-116
Nom raccourci	gcimentcassé		



# RD 936

## Conception cahier des charges

---


- Durée de service : 20ans
- Risque : 5%
- Surélévation : 0cm



# Conception données




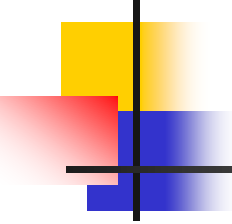
# Solution de reconstruction GB

Résultats de conception	Modèle mécanique	Déflexion	Epaisseur totale	Problèmes vérifiés	
<b>2014 : BBSG-0/10-CLASSE-3 (N) (6.0 cm)</b> Liant d'accrochage <b>2014 : GB-0/14-CLASSE-3 (N) (8.0 cm)</b> Liant d'accrochage <b>2014 : GB-0/14-CLASSE-3 (N) (12.0 cm)</b> Enduit de cure <b>2014 : Grave ciment (N) (20.0 cm)</b> <b>2014 : grave_ciment_cassée (N) (20.0 cm)</b>		32.0	66.0	Fatigue de Sol Fatigue de bbsg-0/10-C3 Problème heuristique de bbsg-0/10-C3 Fatigue de gb-0/14-C3 Problème heuristique de gb-0/14-C3 Fatigue de gb-0/14-C3 Problème heuristique de gb-0/14-C3 Fatigue de Grave ciment Problème heuristique de Grave ciment Fatigue de gcimentcassé Problème heuristique de gcimentcassé Contrainte tangentielle de gb-0/14-C3 Contrainte tangentielle de gb-0/14-C3	
bbsg-0/10-C3 (n°1)	6.0 cm (SH: 1.0)	7000.0 MPa	n = 0.35	Compression	Collage
gb-0/14-C3 (n°2)	8.0 cm (SH: 1.0)	9000.0 MPa	n = 0.35	ept = -9.8 10 <sup>-6</sup> (Adm = 96.7 10 <sup>-6</sup> ) sigt = 0.07724 MPa (Adm = 2 MPa)	Collage
gb-0/14-C3 (n°3)	12.0 cm (SH: 2.5)	9000.0 MPa	n = 0.35	ept = -40.5 10 <sup>-6</sup> (Adm = 91.4 10 <sup>-6</sup> ) sigt = -0.4389 MPa (Adm = 2 MPa)	frottement
Grave ciment (n°4)	20.0 cm (SH: 3.0)	23000.0 MPa	n = 0.25	sigt = -0.5 MPa	frottement
gcimentcassé (n°5)	20.0 cm (SH: 5.0)	5000.0 MPa	n = 0.25	sigt = -0.2 MPa	Collage
Sol	600.0 cm	20.0 MPa	n = 0.35	epz = 117.0 10 <sup>-6</sup> (Adm = 433.8 10 <sup>-6</sup> )	Collage
		10000.0 MPa	n = 0.35		Collage

# Solution de reconstruction EME2

- Pour réduire les épaisseurs et si on opte pour un EME de classe2 on obtient la solution suivante:

Résultats de conception	Modèle mécanique	Déflexion Epais...		Problèmes vérifiés
<b>2014 : BBSG-0/10-CLASSE-3 (N) (6.0 cm)</b> Liant d'accrochage <b>2014 : EME-0/10-CLASSE-2 (N) (6.0 cm)</b> Liant d'accrochage <b>2014 : EME-0/10-CLASSE-2 (N) (10.0 cm)</b> Enduit de cure <b>2014 : Grave ciment (N) (20.0 cm)</b> <b>2014 : grave_ciment_cassée (N) (20.0 cm)</b>		33.0	62.0	Fatigue de Sol Fatigue de bbsg-0/10-C3 Problème heuristique de bbsg-0/10-C3 Fatigue de eme-0/10-C2 Problème heuristique de eme-0/10-C2 Fatigue de eme-0/10-C2 Problème heuristique de eme-0/10-C2 Fatigue de Grave ciment Problème heuristique de Grave ciment Fatigue de gcimentcassé Problème heuristique de



# Dispositions constructives pour une Reconstruction d'une chaussée en traverse

---

- Selon la période de travaux et le type de sol support. On peut être confronté à de sérieux problèmes en effet :
  - Tout décaissement engendre des risques importants liés à la météo .
  - Toute fouille en traverse va collecter toutes les eaux de ruissellement
- **Que faire????**
  - Attendre que la météo soit favorable pour reprendre le chantier ? Impossible!!!



# Reconstruction d' une chaussée en traverse

---

Epuisement par pompage des eaux  
accumulées dans la fouille,

Application d'un géotextile pour limiter la  
contamination des couches supérieures.

Utilisation de matériaux perdus



# Matériaux perdus

---

- **Les graves ciments** : plus raides qu'une GNT ,mais performances sensibles à un excès d'eau ,compactage délicat.
- **Les bétons de ciment** : pas de problème de compactage , épaisseur de mise en œuvre une dizaine de cm . Après prise (4 à 5j )mise en œuvre d'une couche de 20cm de matériau non traité Compactage: fracture de la dalle de béton effective , mais cette solution permet une M.O.correcte des couches supérieures. Problème : le coût!!!
- **Les graves bitumes**:mise en œuvre au grader , après refroidissement , application des couches supérieures
- Solution BC et GB pas très écologique ,coûteuses mais qui permettent d'avancer le chantier




# Reconstruction d' une chaussée en traverse

---

- ***Quelques précautions !!!!!***
- Ne pas décaisser sur un grand linéaire
- Essayer de refermer la fouille en fin de journée
- Si ce n'est pas possible , canaliser les eaux de ruissellement en axe ou en rive
- Prévoir des puisards selon le profil en long pour un pompage plus efficace
- Limiter autant que possible la circulation des camions ou des engins sur le fond de fouille

# Conclusions



Dans tous les cas, les travaux en traverse sont délicats dans leur conception et leur réalisation

- La reconstruction, d'une chaussée exige avant lancement du DCE une préparation très sérieuse des différentes phases d'exécution .
- Avant démarrage du chantier l'entreprise adjudicataire peut apporter un éclairage intéressant sur la réalisation du chantier.





---

Merci de votre attention