

Les couches de forme traitées pour les lignes ferroviaires à grande vitesse

Journée technique du 8 avril 2013

« Traitement et amélioration des sols aux liants ou additifs »

SNCF – IGLGERI
Alain Robinet
08 avril 2013



SOMMAIRE

CHAPITRE 1

Les structures d'assise

CHAPITRE 2

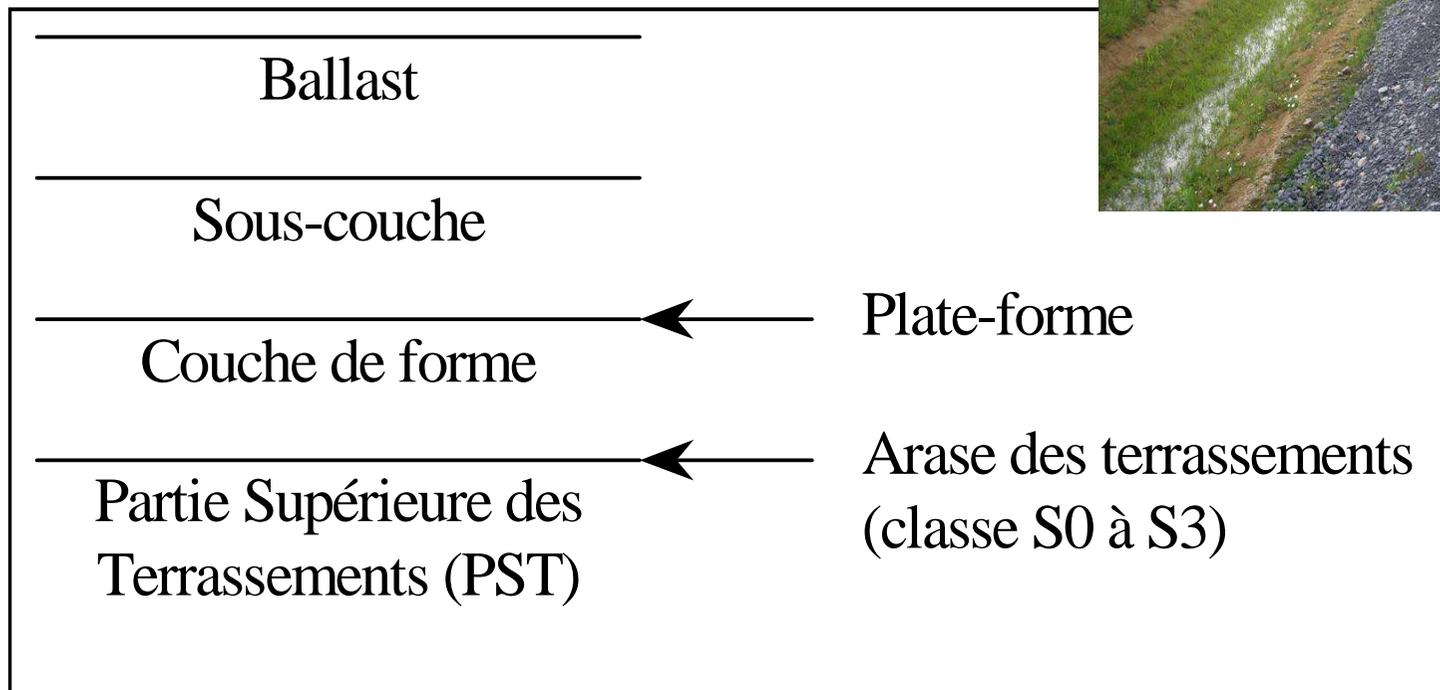
Les évolutions

CHAPITRE 3

Les couches de forme traitées

Les structures d'assise des LGV

Les structures LGV



Les structures LGV

Les fonctions

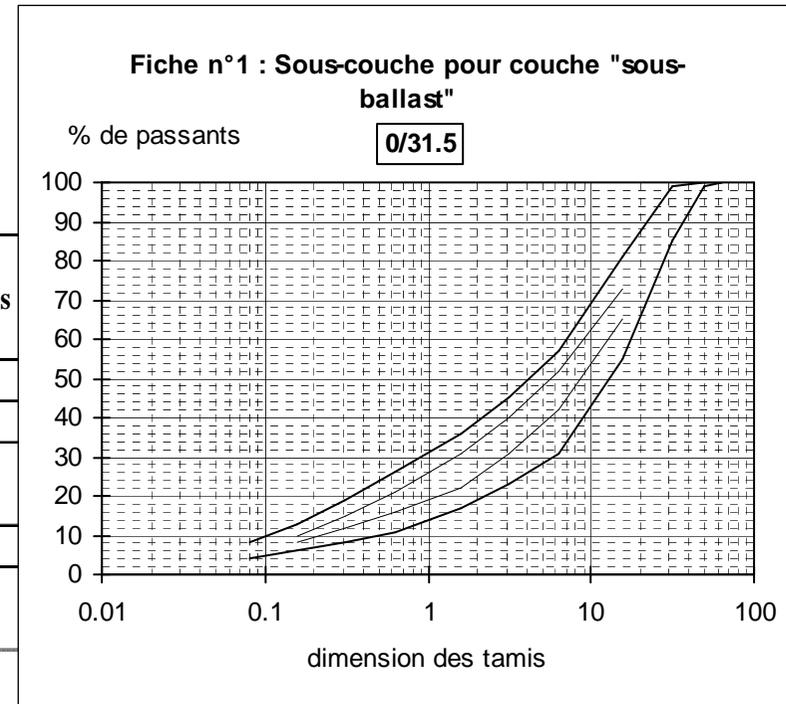
- ↳ Répartition sur la plate forme des charges concentrées sous traverses
- ↳ Amortissement des vibrations issues du contact rail/roue
- ↳ Stabilisation de la voie
- ↳ Drainage
- ↳ Protection du sol support
- ↳ Séparation entre ballast et sol support

Les structures LGV

La sous couche

Fiche n° 1 : Sous-couche pour couche "sous-ballast"

	lignes parcourues à grandes vitesses V > 160 km/h	autres lignes
désignation	Grave 0 / 31,5 bien graduée	
Caractéristiques intrinsèques résistance LA+MDE	<= 40	<= 50
Caractéristiques complémentaires	Entièrement concassée	
angularité	>= 95 sec. (sur fraction 6,3/10)	
forme	A	
propreté	Vbg	
compacité	>= 82 %	>= 80 %
sensibilité au gel	non gélif	
granulats artificiels	[3]	



Epaisseur de la sous-couche :
20 cm

Les structures LGV

La couche de forme

Fiche n° 4 : couche de forme de qualité S3 ou Rt3

Type de matériau : B3, CiBi, D2, D3, R21, R41, R61, F31, F71

désignation	Grave 0 / D
Caractéristiques intrinsèques	
résistance [1]	≤ 60
Caractéristiques de fabrication	
angularité	
forme A	≤ 25
propreté Vbg	< 2
Caractéristiques complémentaires	
compacité	$\geq 80 \%$
sensibilité au gel	[3]
granulats artificiels	[4]

[1] $R = LA + MDE$ si $D < 50$
 $R = LA + MDA$ si $D \geq 50$

Epaisseur de la couche de forme :

- Sol S1 : 50 cm
- Sol S2 : 35 cm
- Sol S3 : -

Les évolutions

Pourquoi innover?

- Les structures d'assise LGV
 - Optimisation basée sur l'expérience

 - Matériaux granulaires de bonne qualité
 - Ressources rares à préserver
 - Transports longs et coûteux
 - Difficulté de mise en œuvre
- Proposition de structures alternatives adaptées au contexte

Un moteur d'innovation

- L'adaptation de solutions développées dans l'industrie routière
 - Des sollicitations différentes (régime vibratoire, présence d'eau)
 - Des contraintes d'exploitation (durée de vie, réparabilité)

- Quelques domaines exploités
 - Traitement ciment de l'arase
 - Couche de forme en matériaux traités
 - Utilisation de matériaux bitumineux

Introduction de
matériaux liés

Les couches de forme traitées

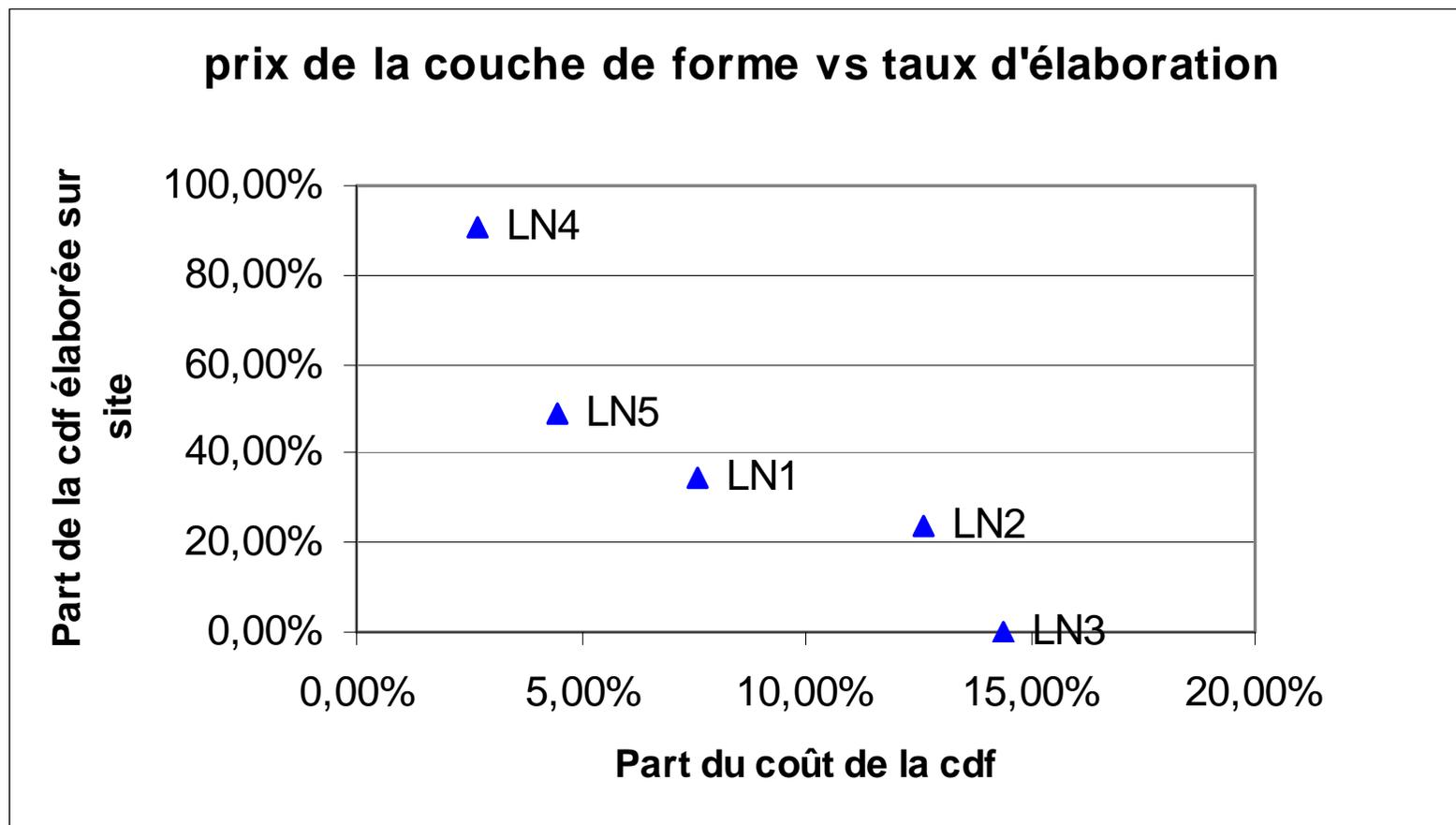
SOUS-TITRE ICI

La recherche SNCF/RFF

Une recherche en 3 volets

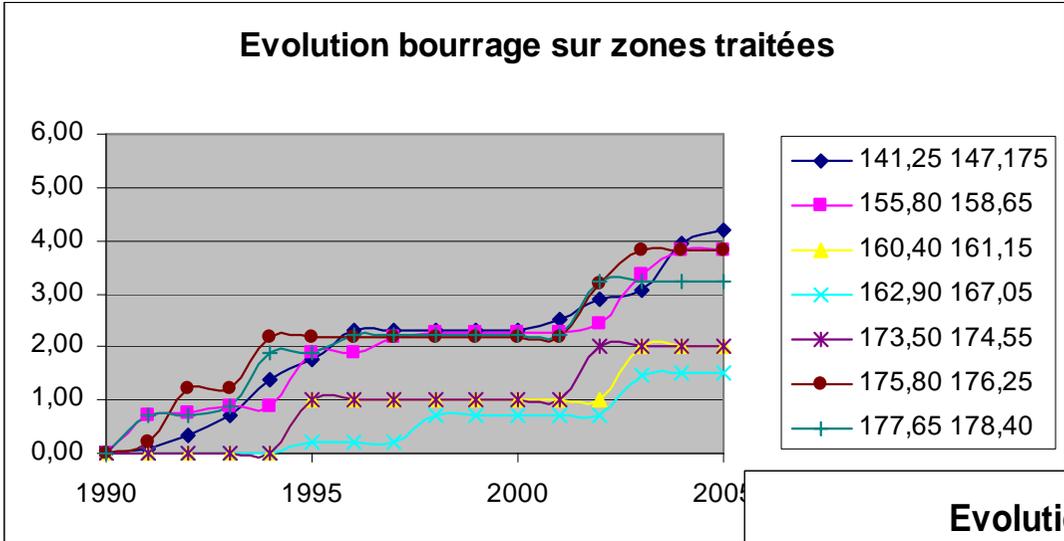
- Analyse des zones réalisées avec des couches de forme traitées sur la LGV Atlantique (LN2)
- Expérimentation CER de Rouen
- Modélisation

La recherche SNCF/RFF



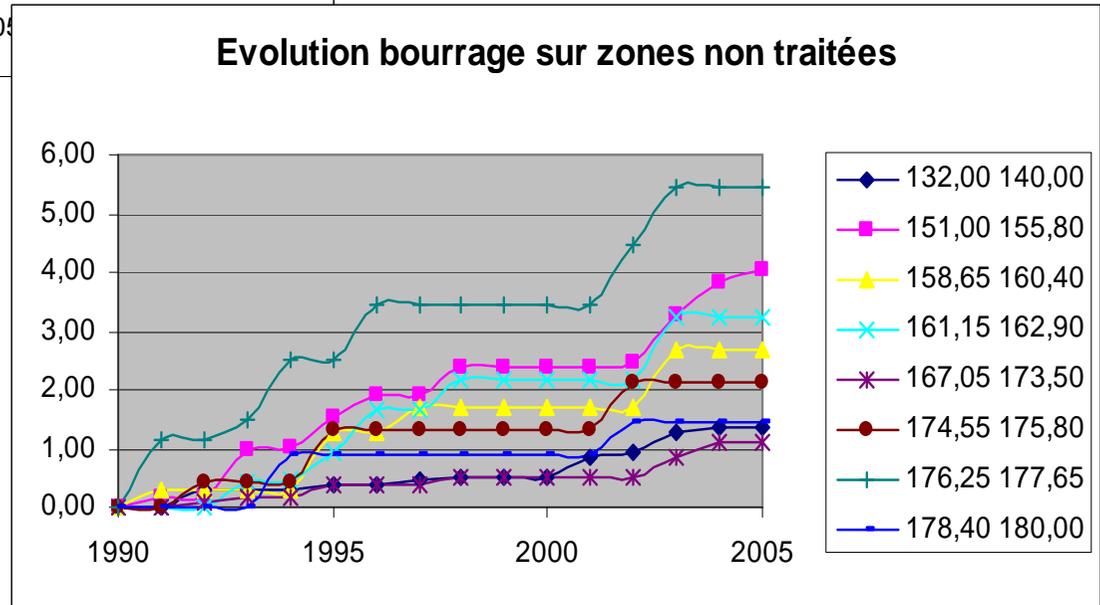
Le REX LN2

Analyse de la maintenance de la zone
 Objectif : impact du matériau traité sur le comportement de la voie



Couches de
 forme traitées
 sur un linéaire
 total de 17 Km.

Pas de surcoût de
 maintenance
 constaté dans les
 zones traitées

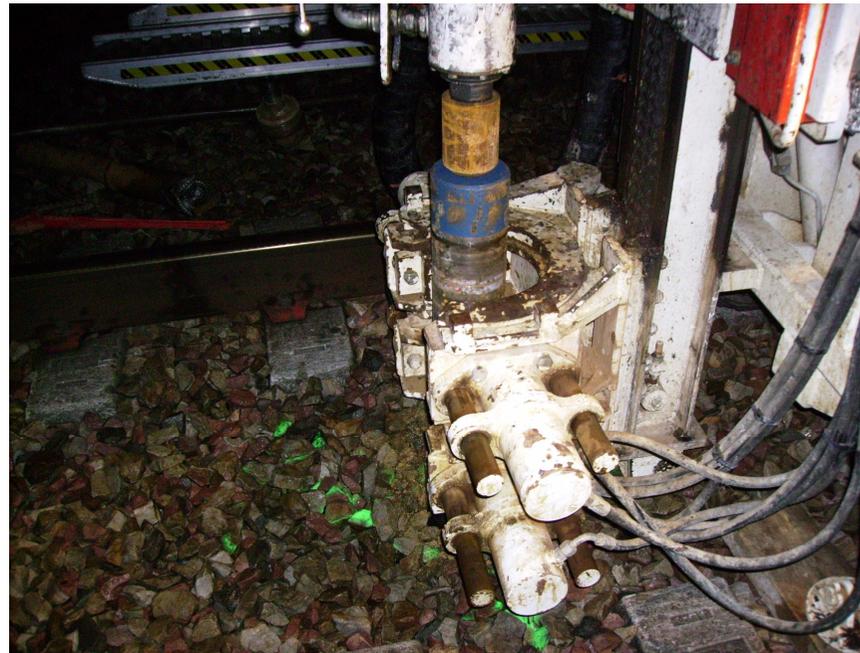


Le REX LN2

Les carottages

Objectif : évaluer le comportement et l'état actuel de la couche de forme traitée

- Carottage au carottier triple
- Diamètre 100 mm
- Profondeur : environ 2m
- 18 carottes sur zones représentatives



Le REX LN2

Les principaux résultats

- Examen visuel
 - Epaisseur 42 cm
 - Fissures fraîches horizontales
 - Une seule carotte dégradée, en piste

- Masses volumique
 - Hétérogène, faible gradient

- Essais mécaniques
 - RC moyen ~ 8,5MPa
 - Rtb moyen ~ 0,8 MPa (sauf carotte dégradée : 0,22 MPa)
 - Etb moyen ~ 8 300 MPa

- Taux résiduel de ciment
 - Bonne stabilité
 - Léger lessivage sur 2 cm

Le REX LN2

Les principaux résultats

- Examen visuel
 - Epaisseur 42 cm
 - Fissures fraîches horizontales
 - Une seule carotte dégradée, en piste

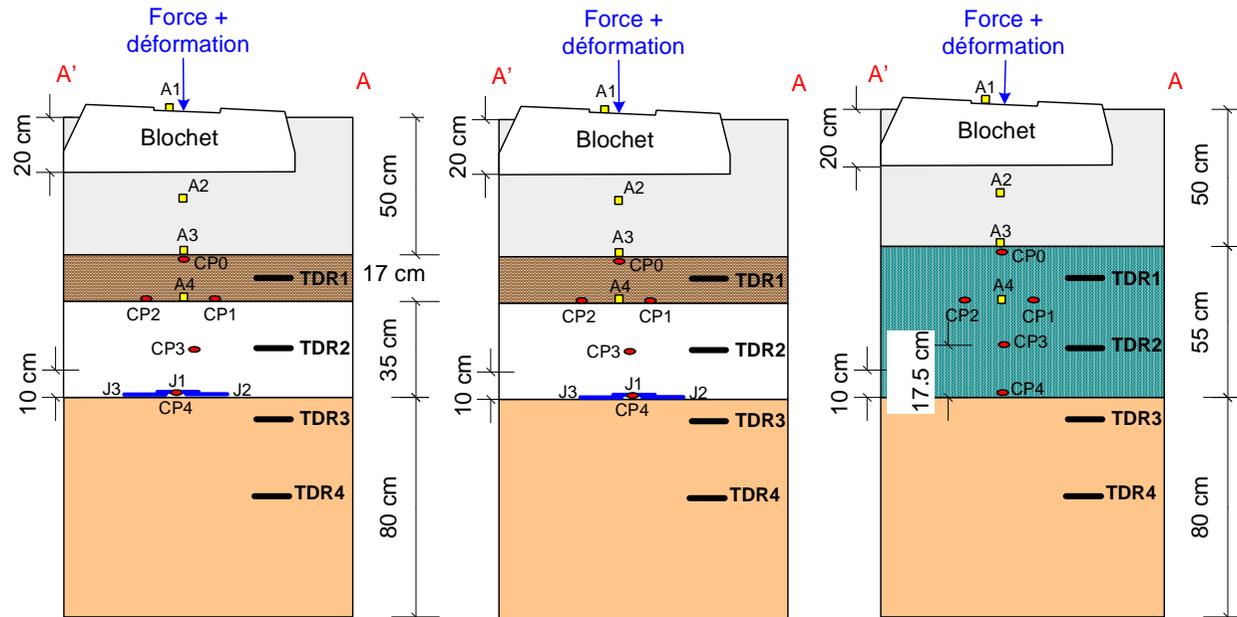
- Masses volumique
 - Hétérogène, faible gradient

- Essais mécaniques
 - RC moyen ~ 8,5MPa
 - Rtb moyen ~ 0,8 MPa (sauf carotte dégradée : 0,22 MPa)
 - Etb moyen ~ 8 300 MPa

- Taux résiduel de ciment
 - Bonne stabilité
 - Léger lessivage sur 2 cm

Planches d'essai de Rouen

Objectif : analyse comparée d'une structure granulaire classique et des 2 structures traitées soumises à sollicitations cycliques en milieu humide



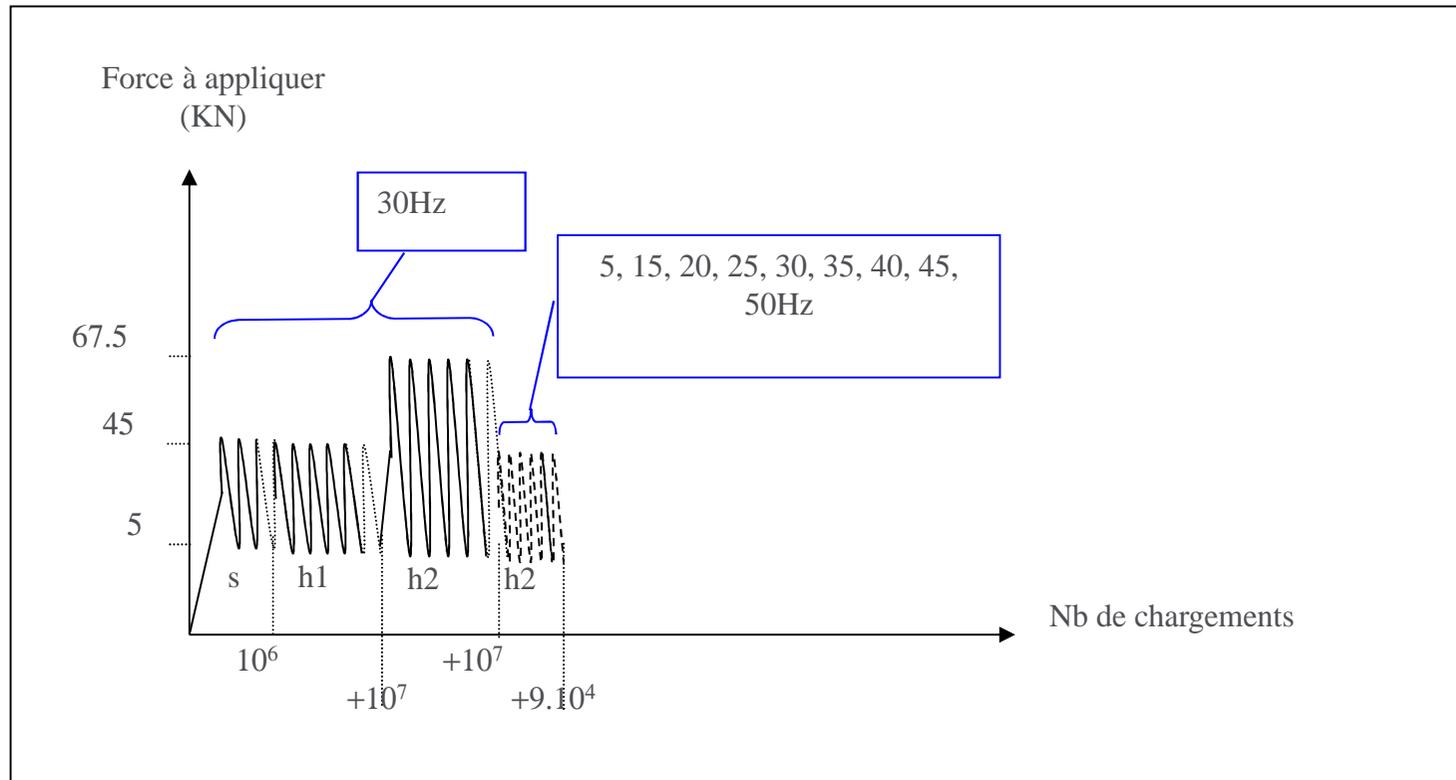
Structures traitées à 4%

Structures traitées à 6%

Structure classique

LÉGENDE		
■	A	: Accéléromètre
●	CP	: Capteur de pression
—	TDR	: Teneur en eau
—	J	: Jauge de contrainte

Planches d'essai de Rouen



s : sec

h1 : humide (aggravation de l'état) = $40\text{mm/jr} * 10\text{j}$ = une pluviométrie sur 6 mois de l'année --> Quasi saturation

h2 : humide (maintien de l'état) = $10\text{mm/jr} * 10\text{j}$ = Maintien de l'état proche de la saturation.

Planches d'essai de Rouen



Modélisation

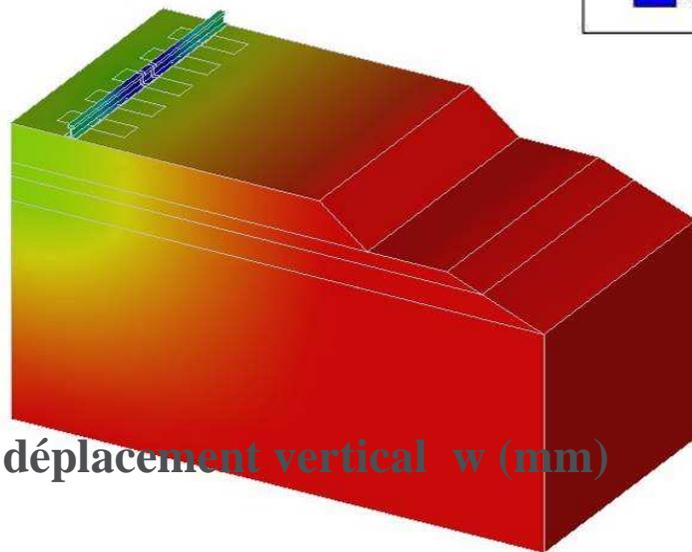
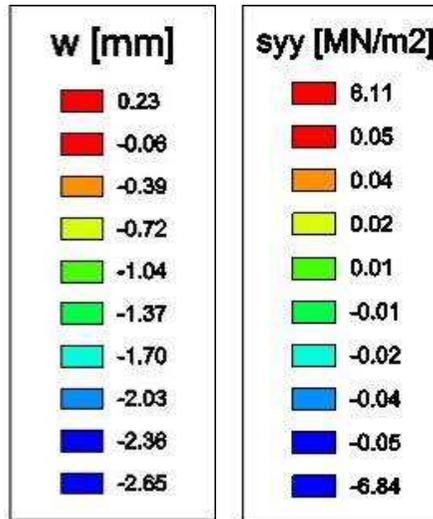
Introduction de matériaux liés dans les structures ferroviaires
Nécessité de vérifier les matériaux à la fatigue

➤ Modélisation Cesar des structures

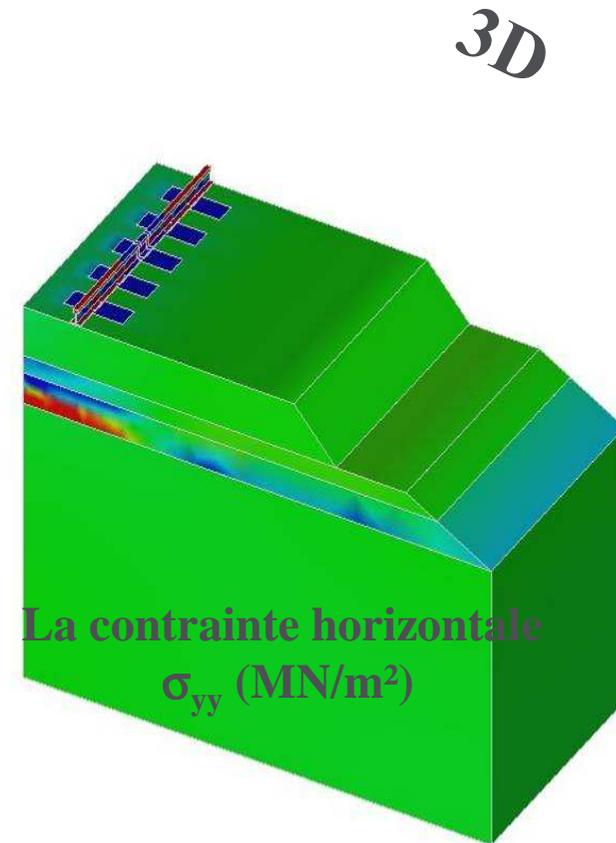
➤ Adaptation du logiciel Alize pour vérification à la fatigue

Modélisation

➤ Modélisation Cesar



Le déplacement vertical w (mm)



Modélisation

➤ Résultats

➤ Détermination des caractéristiques mécaniques de la couche de forme nécessaires pour respecter la durée de service en fonction:

- Du sol support
- De la charge à l'essieu
- Du trafic

➤ Justification de la LGV Atlantique pour une durée de vie de 100 ans avec un coefficient de risque de 5%.

Conclusions et perspectives

Utilisation intégrée dans le référentiel de conception

- Couche de forme traitée adaptée au milieu ferroviaire
- Dimensionnement à vérifier au cas par cas
- Veiller à l'homogénéité du produit :
 - Homogénéité du gisement de matériau
 - Investigations sol
 - Homogénéité du traitement
 - Contrôle
 - Homogénéité du matériau lié
 - Sables, limons : OK
 - Calcaires tendres, marnes... : à étudier