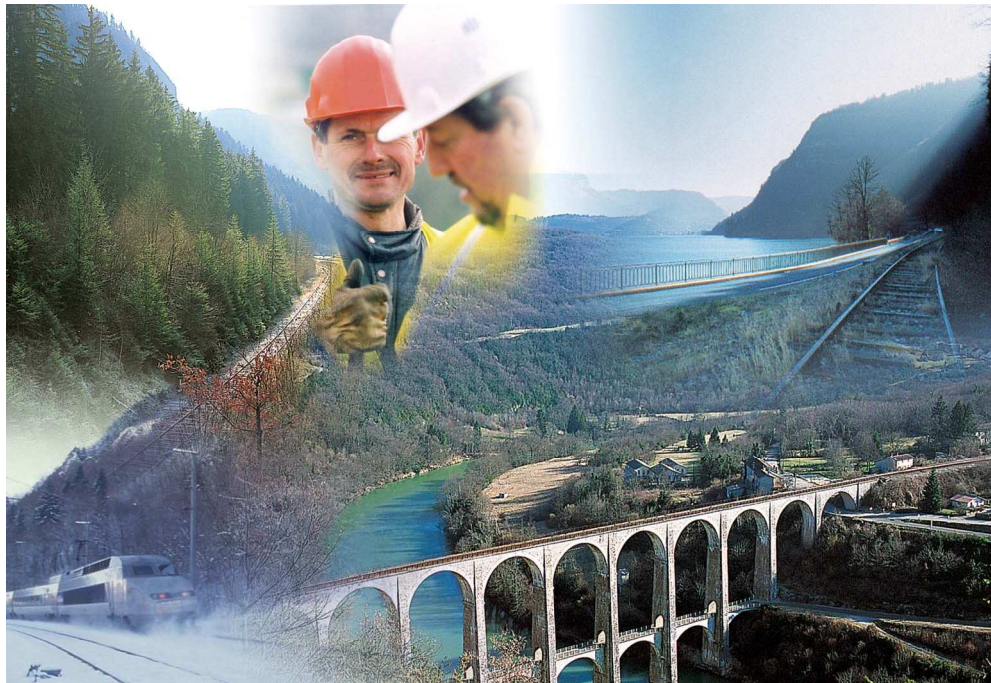


Journée technique du CFMS

du 13 oct. 2010

Rôle de la géotechnique dans les
grands projets

Ligne de Bourg-en-Bresse / Bellegarde



Ligne
du Haut Bugey



Dominique Boulangeot

Direction de l'Ingénierie

donner au train des idées d'avance

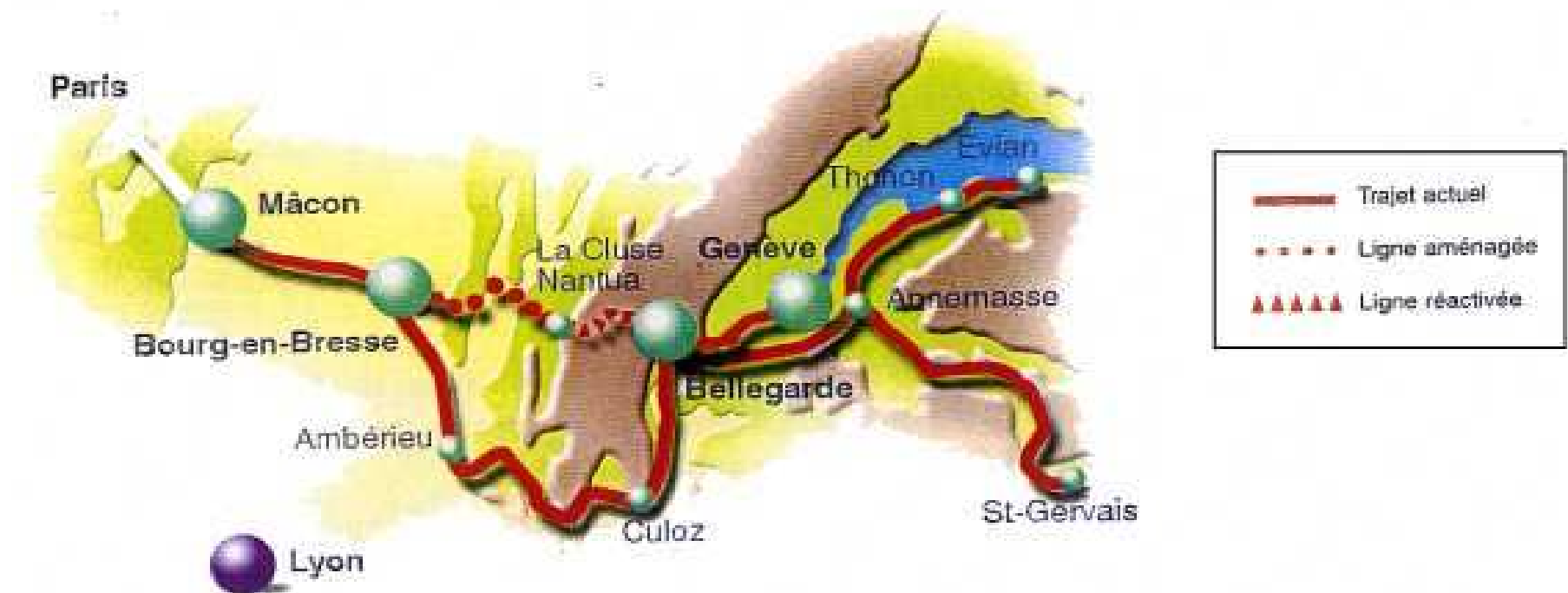


Optimisation de la Plate-forme ferroviaire du projet Bourg-Bellegarde

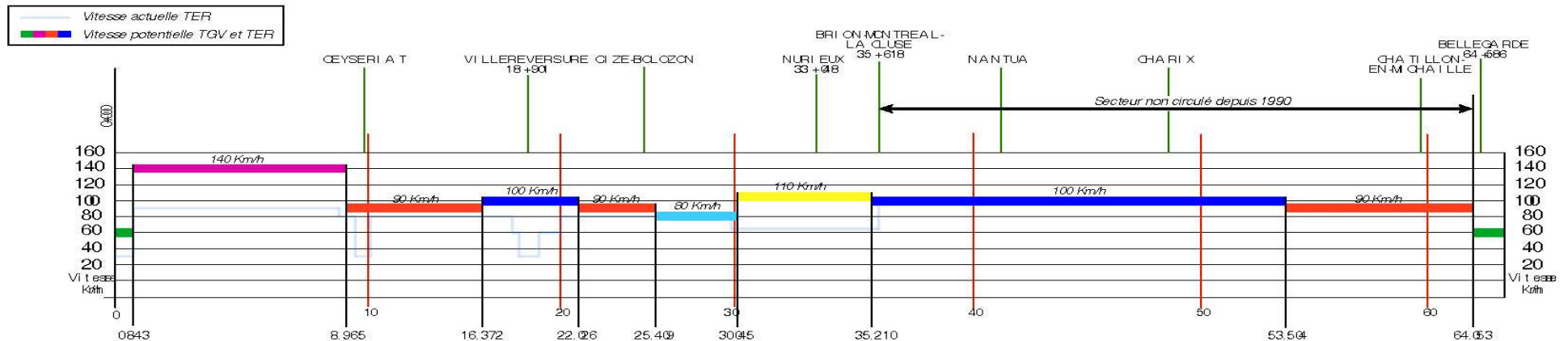
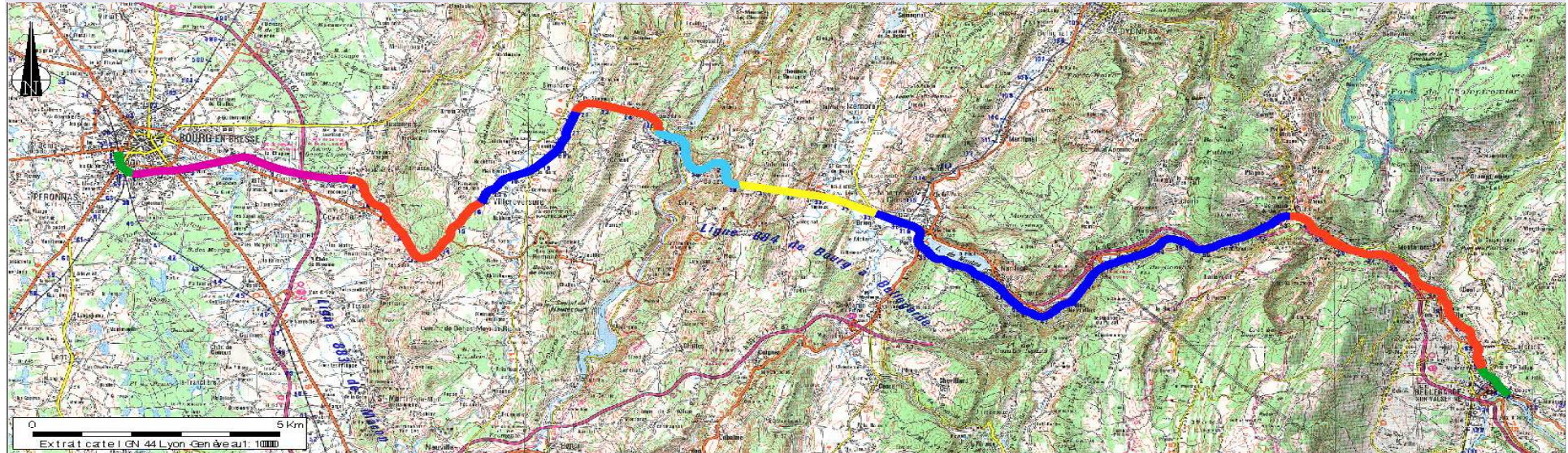
Choix de conception et Implication en terme de suivi

Optimisation de la Plate-forme ferroviaire du projet Bourg-Bellegarde

■ Présentation de la ligne Bourg-Bellegarde



Optimisation de la Plate-forme ferroviaire du projet Bourg-Bellegarde



Optimisation de la Plate-forme ferroviaire du projet Bourg-Bellegarde

■ Présentation de la ligne Bourg-Bellegarde

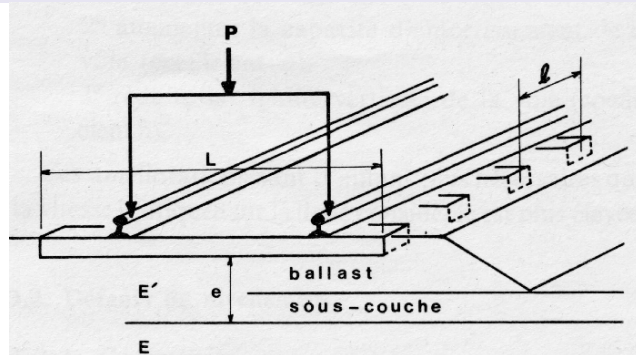


Optimisation de la Plate-forme ferroviaire du projet Bourg-Bellegarde

Conception de la ligne

- Principe de dimensionnement de structures d'assises (STA) selon les référentiels SNCF

Optimisation de la Plate-forme ferroviaire du projet Bourg-Bellegarde



DIMENSIONNEMENT DES COUCHES D'ASSISE (à la portance)

Le dimensionnement à la portance définit une épaisseur globale de couche d'assise (ballast + sous couche)

qui dépend :

- du sol support

 - nature géotechnique,

 - état hydrique - sensibilité à l'eau,

 - conditions hydrologiques et hydrogéologiques

- de la classe de portance souhaitée

- du trafic

- de l'armement

Optimisation de la Plate-forme ferroviaire du projet Bourg-Bellegarde

■ Sol Support

- A partir de la classification des sols NF P 11 300 ou du GTR on définit
 - 4 classes de sols précisées dans l'IN 0091 (ex ST 590 B)

Classification de la NF P 11 300	Classe de qualité en place				Classe de qualité en réutilisation [1]			Sensi- bilité au Gel
	S0	S1	S2	S3	Rt1 [2]	Rt2 [3]	Rt3 [4]	

1.1 - Classe A : sols fins

Exemples : limons, marnes, argiles, limon argileux, argiles sableuses, argiles limoneuses,

A1	$V_{bs} \leq 2,5$ (ou $I_p \leq 12$)	A1h	A1m & A1s	A1s B.C.Hydro sais. sèche					SGt
A2	$12 < I_p \leq 25$ (ou $2,5 < V_{bs} \leq 6$)	A2h	A2m & A2s	A2s B.C.Hydro sais. sèche					SGt
A3	$25 < I_p \leq 40$ (ou $6 < V_{bs} \leq 8$)	A3h	A3m & A3s						SGt
A4	$I_p > 40$ (ou $V_{bs} > 8$)	A4h	A4m & A4s						

Optimisation de la Plate-forme ferroviaire du projet Bourg-Bellegarde

■ Classe de portance Souhaitée

Sol	Classe de portance		
	P1	P2	P3
S0			
traitement			
S1		CdF Rt2 - épais 50 CdF Rt3 - épais 35	CdF Rt3 - épais 50
S2			CdF Rt3 - épais 35
S3			

Optimisation de la Plate-forme ferroviaire du projet Bourg-Bellegarde

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			
angularité		Entièrement concassée	>= 95 sec. (sur fraction 6,3/10)
forme	A	<= 25	
propreté	Vbg	<= 1	
compacité		>= 82 %	>= 80 %
sensibilité au gel		non gélif	
granulats artificiels			[3]

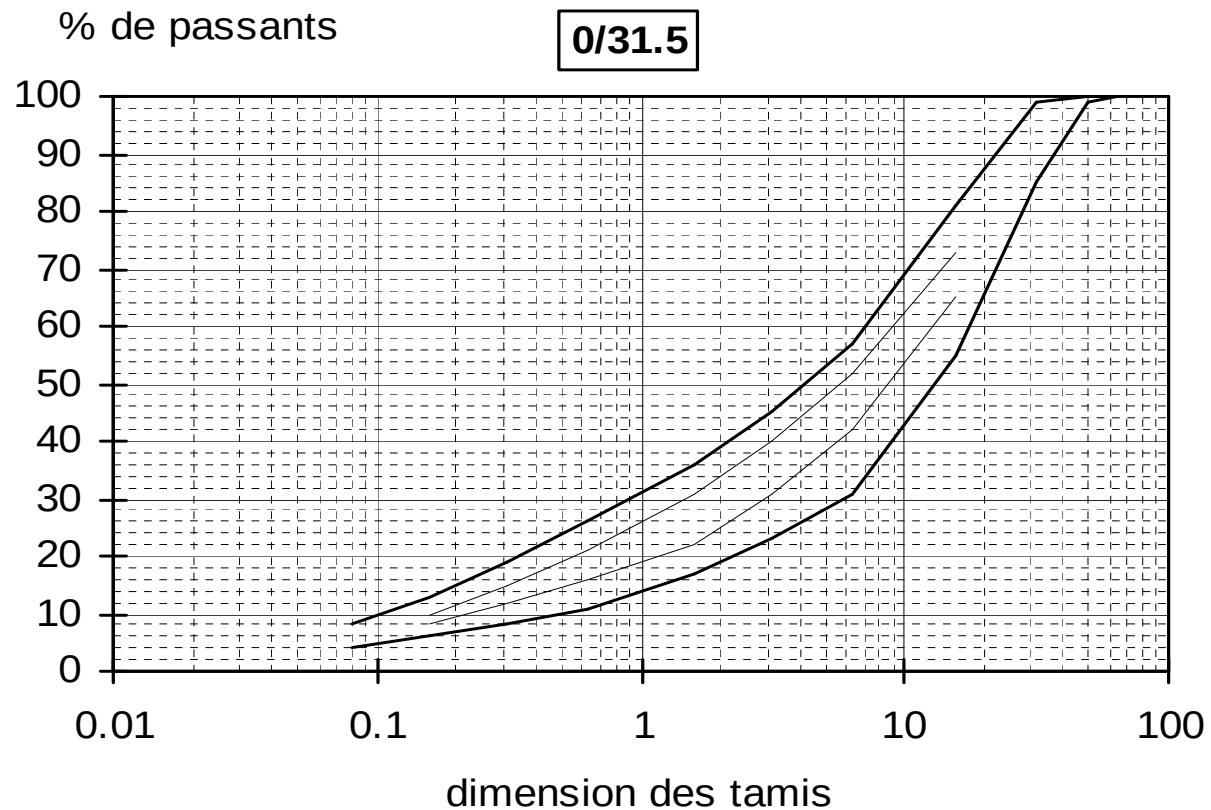
L'utilisation de granulats calcaires d'origine géologique autre que "Primaire" doit être soumise à l'accord du Département IG-LG

La limite inférieure du fuseau de spécification est la même que la limite inférieure du fuseau des graves non traitées routières 0 / 31,5 dures (Norme P 98-129)

utilisation possible de matériaux de démolition : F71 , sous réserve des recommandations des annexes 1 et 2

Optimisation de la Plate-forme ferroviaire du projet Bourg-Bellegarde

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



Optimisation de la Plate-forme ferroviaire du projet Bourg-Bellegarde

Épaisseur d'assise : $e = E + a + b + c + d + f + g$

E épaisseur nominale

E évolue en fonction de la classe de plate forme recherchée

P1 = 0.70 m

P2 = 0.55 m

P3 = 0.45 m

a : groupe UIC

b: armement (traverse)

c : dimensionnement normal ou exceptionnel

d : charge d'essieu

f : vitesse

g : géotextile

Optimisation de la Plate-forme ferroviaire du projet Bourg-Bellegarde



Conception de la ligne

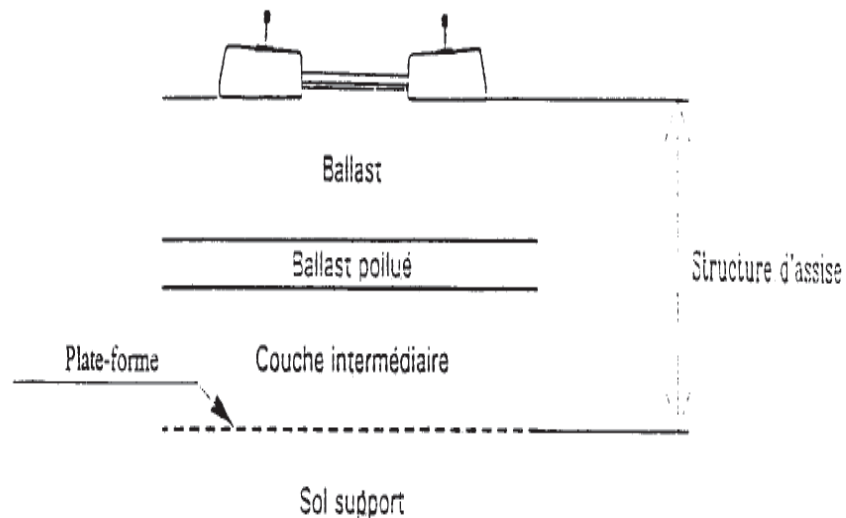
■ Reconnaissance des sols

- Investigations de la plate forme par des sondages à la pelle mécanique (au pas de un tous les 500 m) avec identification des sols et détermination de l'état hydrique
- La coupe type du sol est la suivante :

Optimisation de la Plate-forme ferroviaire du projet Bourg-Bellegarde

La plate forme existante

VOIES EXISTANTES



Optimisation de la Plate-forme ferroviaire du projet Bourg-Bellegarde



Conception de la ligne

■ Reconnaissance des sols

■ Les résultats selon nos référentiels déterminaient

- 35% de sol S0
- 50% de sol S1
- 10% de sol S2
- 5% de sol S3

Optimisation de la Plate-forme ferroviaire du projet Bourg-Bellegarde

■ Conception de la ligne

■ Dimensionnement

- Dimensionnement référentiel 55 cm de sous couche reposant sur une couche de forme normale



Optimisation de la Plate-forme ferroviaire du projet Bourg-Bellegarde



Conception de la ligne

■ Dimensionnement

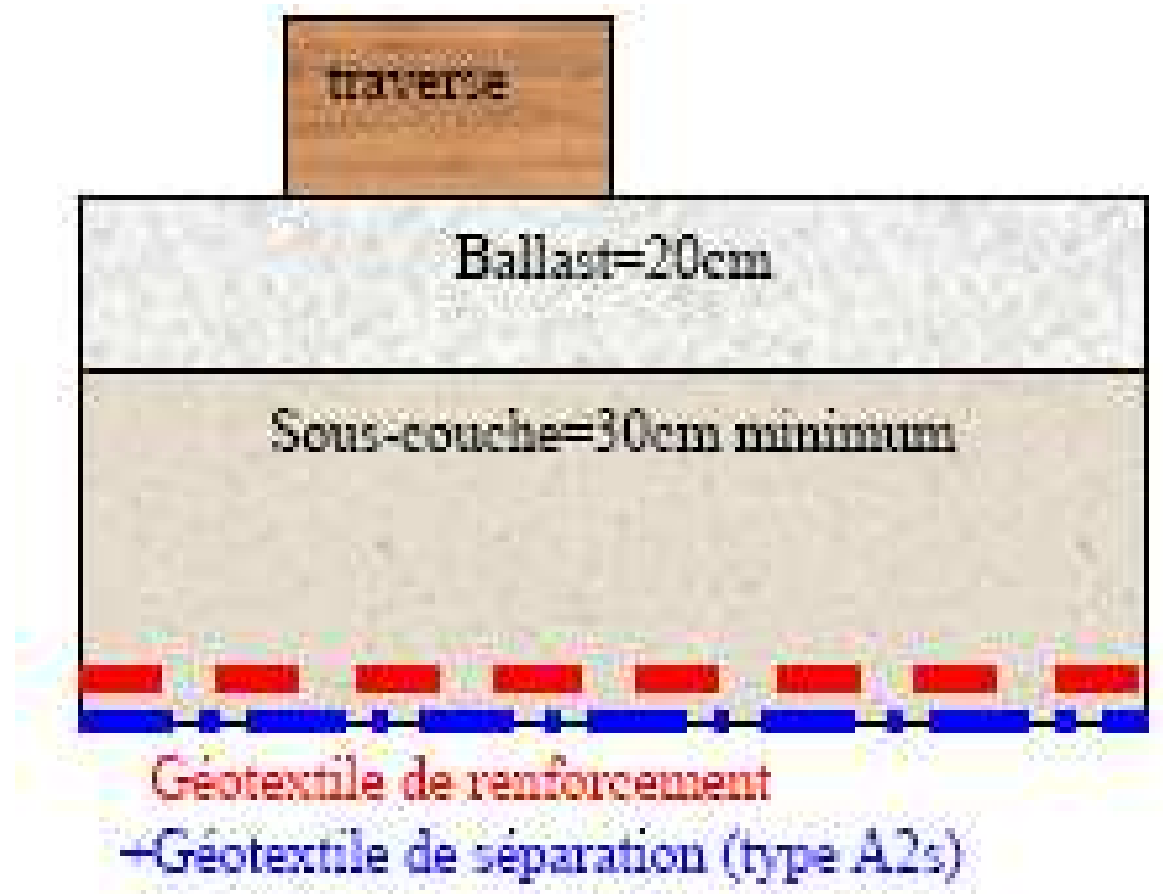
■ Dimensionnement dérogatoire

- Le nouveau dimensionnement intègre l'historique de la plateforme et les éventuelles améliorations amenées par des dizaines d'années de trafic ferroviaire sans pathologie reconnue due au gel.

Les effets du trafic ferroviaire sont la création d'une couche intermédiaire. Cette couche située sous le ballast est assimilée à une pseudo couche de forme intégrée mais qui ne répond pas aux spécifications usuellement requises .

- L'interposition d'un complexe géotextile et géogrille pour permettre d'homogénéiser la portance du sol support et une amélioration en portance (au stade de cette étude non quantifiable)
- Substitution des sols S0 comprise entre 0.35 m et 1.00 m

Optimisation de la Plate-forme ferroviaire du projet Bourg-Bellegarde



Optimisation de la Plate-forme ferroviaire du projet Bourg-Bellegarde

Réalisation

- Dimensionnement retenu en phase travaux
 - Proposition de l'entreprise selon les référentiels d'infrastructures nouvelles (prise en compte de la PST pour qualifier la nature de l'arase)
 - Sol S0 et S1 purge de 0.75 m
 - Sol S2 sensible à l'eau Purge de 0.50 m

Optimisation de la Plate-forme ferroviaire du projet Bourg-Bellegarde

■ Réalisation

■ Dimensionnement retenu en phase travaux

■ Le trafic ferroviaire a sollicité le terrain entre 0,70 m et 1.00 m de profondeur sous la traverse

- Dans cet horizon, les sols (quelques soit leur état hydrique) sont composés de :

D3 , B3 et Rocheux = 32 %

sol sensible à l'eau (Ai et Bi) = 18 %

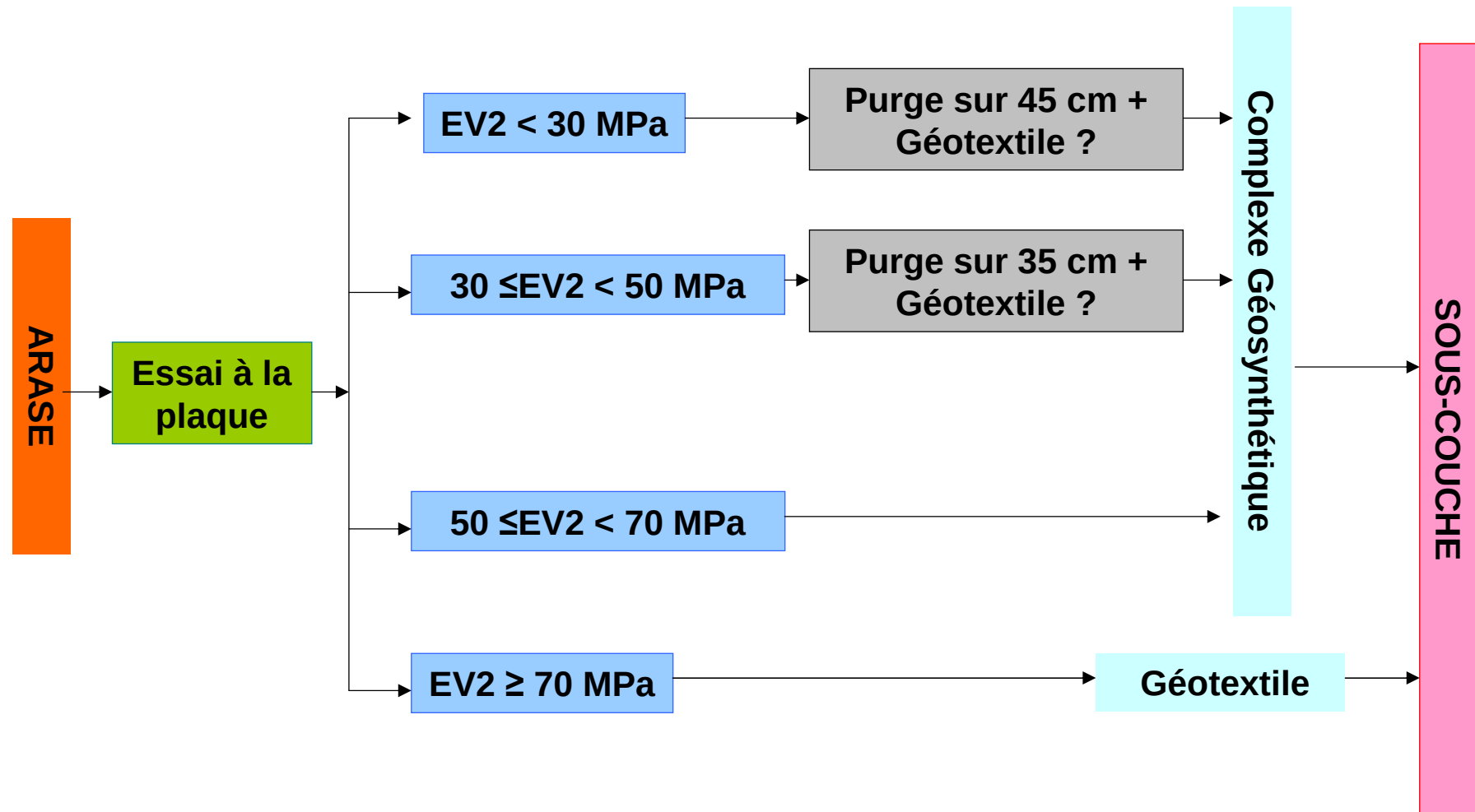
Sols sensibles à l'eau Ci Ai et CiiBi = 50 %

- Un approfondissement de la profondeur de la purge ou un trafic de chantier intensif peut conduire à une dégradation de la plate forme dès que l'on rompt l'équilibre établi par l'antériorité du trafic.

■ En final la grille de décision retenue est la suivante :

- Détermination de zone homogène
- Compactage de l'arase (2 à 4 passes de compacteur)
- Essais de dynaplaque (précis au delà de 30 MPa)
- Décision selon grille ci après

Optimisation de la Plate-forme ferroviaire du projet Bourg-Bellegarde



Optimisation de la Plate-forme ferroviaire du projet Bourg-Bellegarde

Réalisation

- Émission de fiche d'adaptation par l'Entreprise soumis au visa de la MOE

Application de la grille de décision

- Réception fond de purge

- Pour quelques cas il s'est avéré nécessaire d'approfondir la profondeur de purge à 1m. Cela concerne moins de 3 % du linéaire
- Sur d'autres secteurs, afin d'éviter l'approfondissement de la purge il a été réalisé le cloutage du fond de purge
- Interposition d'un géotextile en fond de purge

Optimisation de la Plate-forme ferroviaire du projet Bourg-Bellegarde

■ Résultats

■ Portancemètre

- Réalisé sur 1 km 700
- Valeur moyenne = 144 MPa
- Valeur mini = 70 MPa
- Valeur max = 204 MPa



Optimisation de la Plate-forme ferroviaire du projet Bourg-Bellegarde

Résultats

- Une zone test de 100 m sans purge (avec un drainage latéral)
 - Sol C1B4 et C1B5 h et th
 - Portance de l'arase environ 30 MPa
 - Portance après Géotextile de renforcement et géotextile A2s et mise en œuvre sous couche en grave 0/31,5 compactée q1 donne des valeurs comprises entre 72 et 127 MPa (mesurée au Portancemètre).

Optimisation de la Plate-forme ferroviaire du projet Bourg-Bellegarde

PRA 37148

PN 42

PK 37,130 37,160 37,190 37,220 37,250 37,280

Sondages

S17

S18

S19

classification PST

S0

Class de 0.50 m à 1.00 m

S0

Portance EV2 (MPa)

59

40

<20

33

<20

<20

Préconisation Entreprise

Purge de 1 m

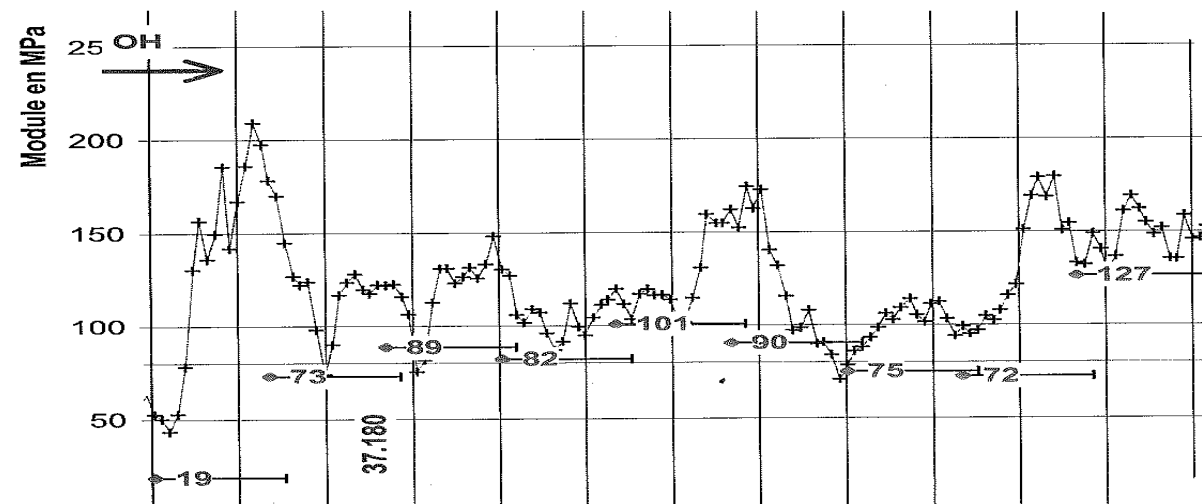
Préconisation MOE

Pas de nécessité de purge

Dispositions

Roc Pec

Roc Pec



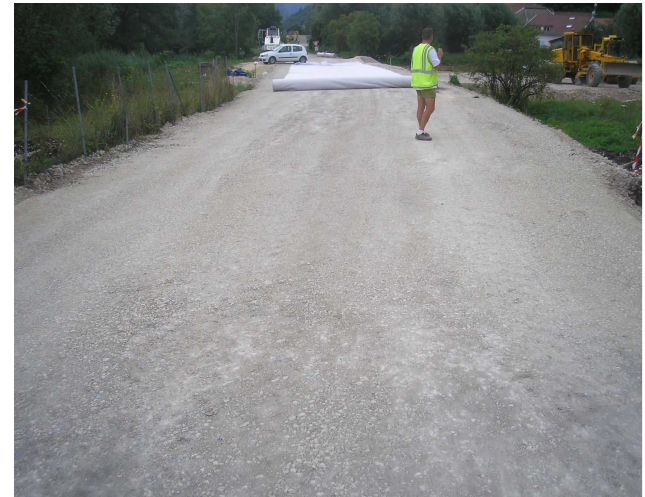
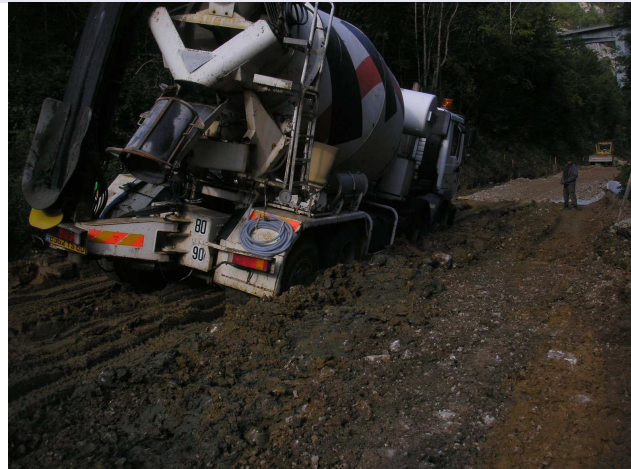
Dominique B

Journée technique du CFMS

du 13 oct. 2010

Rôle de la géotechnique dans les
grands projets

Optimisation de la Plate-forme ferroviaire du projet Bourg-Bellegarde : photos



Dominique Boulangeot

Direction de l'Ingénierie

donner au train des idées d'avance



Optimisation de la Plate-forme ferroviaire du projet Bourg-Bellegarde

Conclusions

- Ces optimisations sont à étudier au cas par cas , une généralisation de ces principes de dimensionnement ne peut être envisagée :
 - Cette approche prend en compte de :
 - L'historique de la plate forme
 - Sa constitution et son état hydrique
 - L'assainissement de la plate forme
 - La géométrie du projet

Optimisation de la Plate-forme ferroviaire du projet Bourg-Bellegarde

Merci de votre attention



© SNCF - CAV