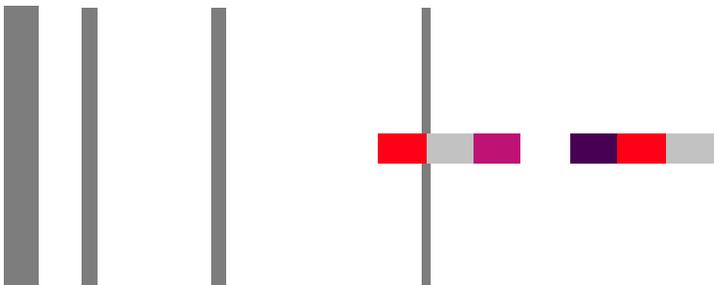
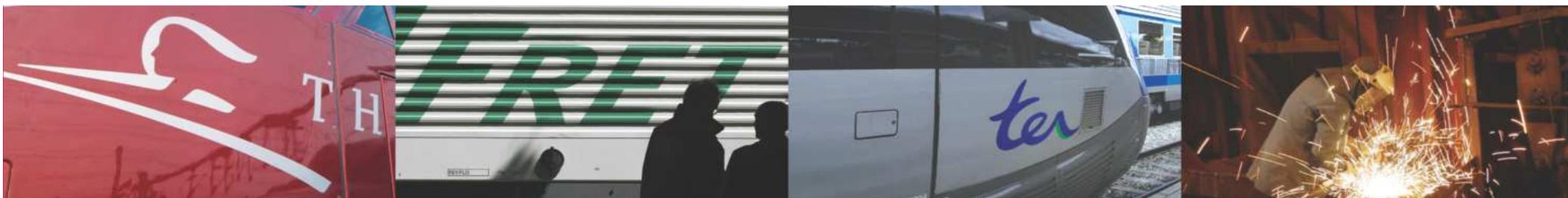
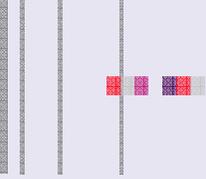




Expérimentation d'une section de voie sans ballast sur la nouvelle LIGNE TGV EST EUROPENNE

Luc Dieleman SNCF Département des ouvrages d'art





Plan de l'exposé :



1. Introduction
2. La voie sans ballast
3. Conception de la voie sur dalle expérimentale
4. Mesures
5. Conclusion

Introduction :

L'utilisation de voies sans ballast sur dalles en béton pour la grande vitesse, est une technique principalement employée hors de la France.

Cependant, des voies sur dalles en béton ont été réalisées en tunnels en France, depuis les années 60. Plusieurs techniques ont été employées pour trouver une alternative possible à la voie ballastée.

Mais vers 1970, la SNCF a choisi l'option voie ballastée pour la construction de son réseau à grande vitesse (vitesse : 300 km/h).

Introduction :

Ce choix a été basé sur des essais et des actions de recherche :

- nouvelle conception des terrassements pour limiter le risque de tassement
- nouvelle conception des véhicules pour réduire les masses non suspendues, et produisant des bogies remarquablement stables
- des caractéristiques plus sévères pour les qualités géométriques des roues, des rails et de l'élasticité de la voie.

En conséquence, il fut possible de limiter les surcharges totales à des valeurs n'excédant pas celles des véhicules plus lourds aux vitesses classiques.

De ce fait, il n'a pas semblé utile d'abandonner la voie ballastée

Introduction :

Aujourd'hui la SNCF peut confirmer que les bons choix ont été faits :

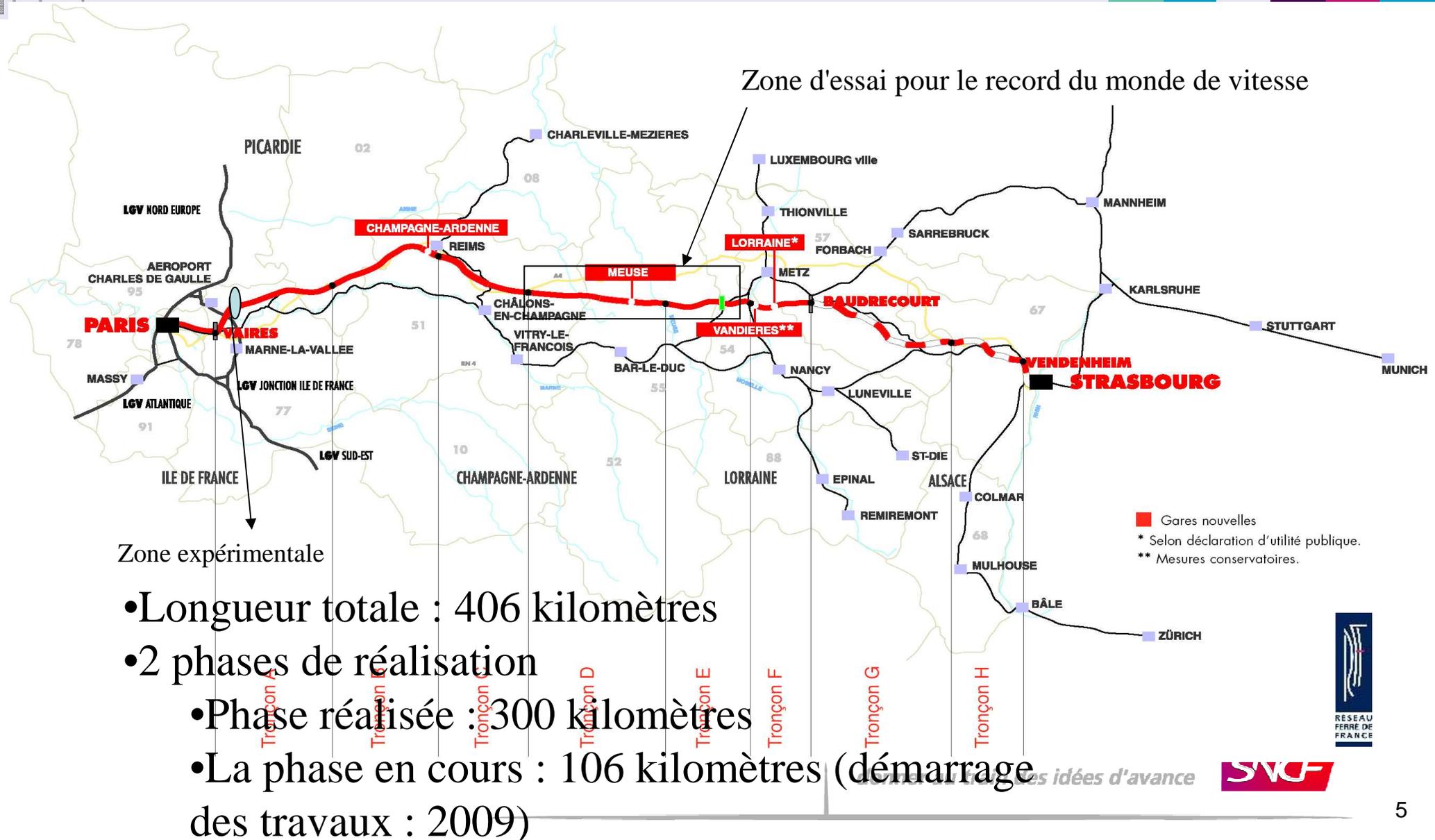
- Vitesse commerciale de 300 km/h sur son réseau à grande vitesse pendant plus de 18 années.
- Nouveau record du monde de vitesse en 2007 sur la nouvelle Ligne TGV Est

Ainsi la nouvelle ligne est à grande vitesse est à pose de voie ballastée sur tout son parcours,

Excepté une section expérimentale (2 kilomètres) sur dalle en béton près de la ville de Meaux.

Introduction :

La nouvelle ligne à grande vitesse est européenne



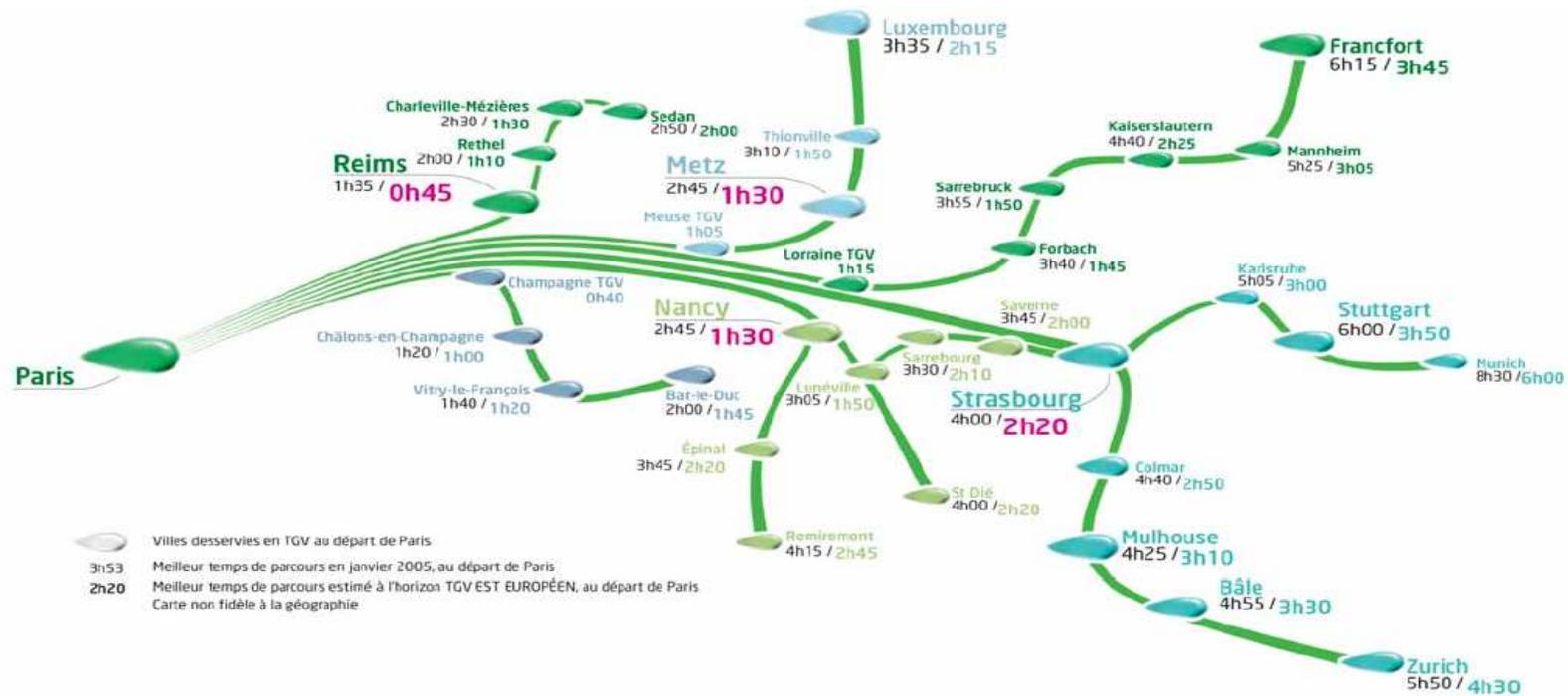
Introduction :

La nouvelle ligne à grande vitesse est européenne

Gain de temps pour les liens à partir de Paris : environ 1h40

Vitesse courante 320 km/h

Vitesse future 350 km/h



donner au train des idées d'avance



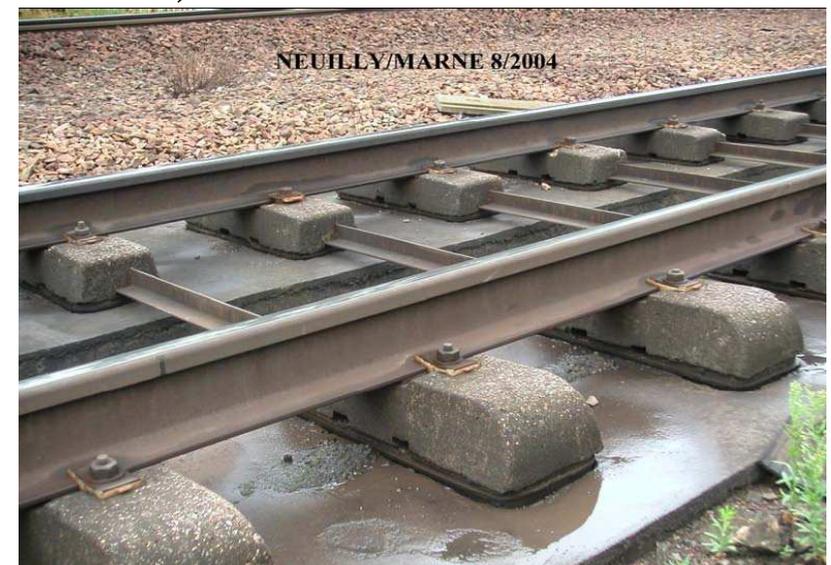
La voie sans ballast

Conception originale

La SNCF a déjà installé des voies sur des dalles béton dans des tunnels depuis les années 60 avec plusieurs méthodes d'installation de la voie. Après plusieurs expérimentations, le système Stedef (conçu par un ingénieur SNCF) a été finalement choisi par la SNCF :

Elle se compose :

- une traverse bi blocs dérivé du type voie ballasté, avec la face inférieure surfacée,
- un système standard d'attache,
- Une semelle élastique placée sous les blocs fournissant l'élasticité et maintenue par une enveloppe en caoutchouc (fixée sur les blocs).



donner au train des idées d'avance

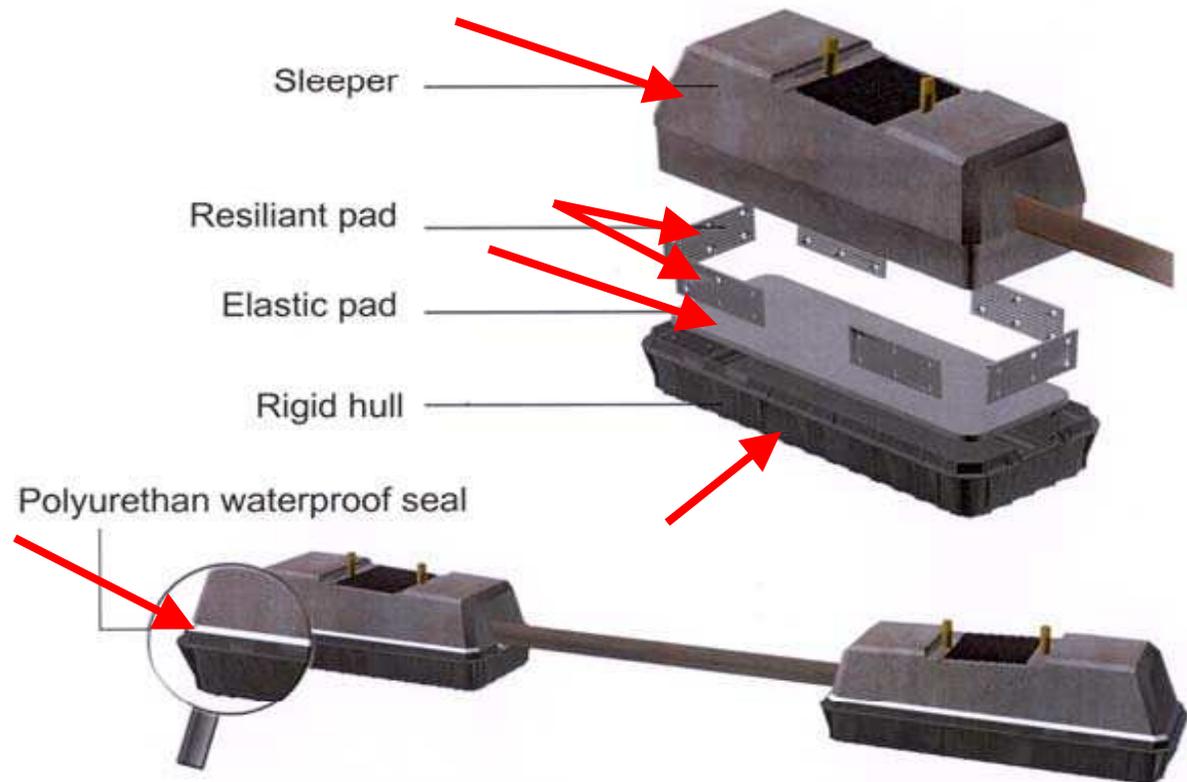


La voie sans ballast

Améliorations

Ce système a été utilisé jusqu'à 230 km/h. Pour des utilisations jusqu'à 350 kilomètres par heure, il a été amélioré par :

- des tolérances serrées de réalisation des blocs,
- une semelle spéciale
- une coque semi-rigide en ABS avec les secteurs latéraux,
- un joint flexible pour assurer l'étanchéité entre la coque et le bloc.



donner au train des idées d'avance

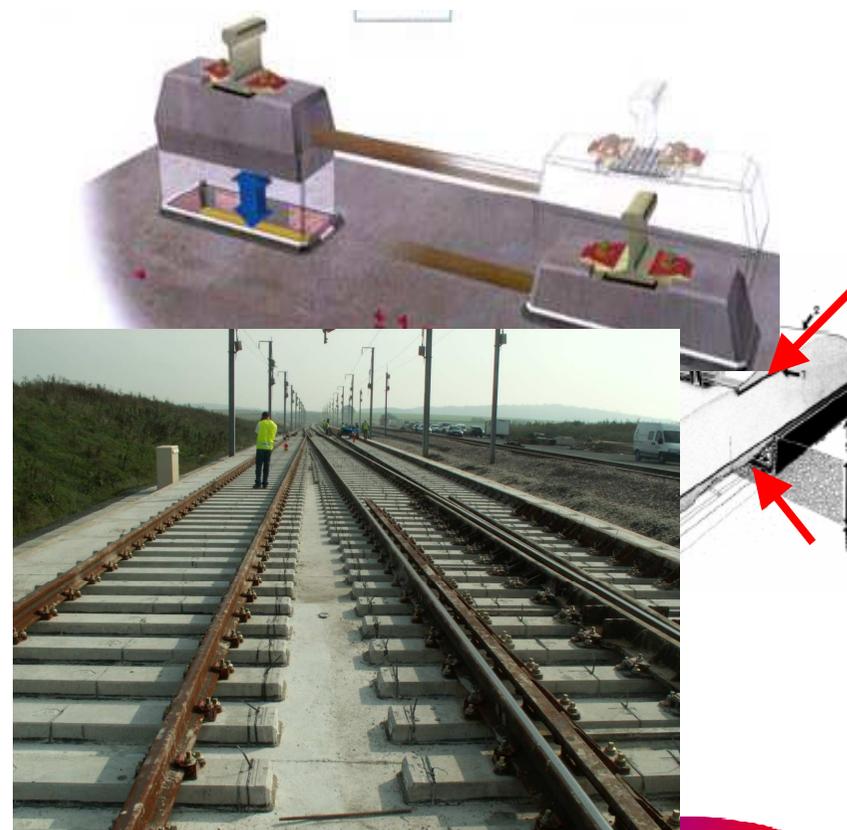


La voie sans ballast Nouveau système retenu pour l'expérimentation sur la LGV EE

Ce nouveau système, appelé « D430IP » fut approuvé sur la ligne CTRL2 (Londres - Tunnel sous la Manche)

Les avantages principaux sont :

- Ajustement possible sur deux niveaux de la flexibilité de la voie
- Substitution possible des traverses
- Adaptation possible aux traverses monoblocs et ainsi aux appareils de voie
- Comportement antivibratile très bon



Diapositive 10

d4

dieleman; 16/05/2008

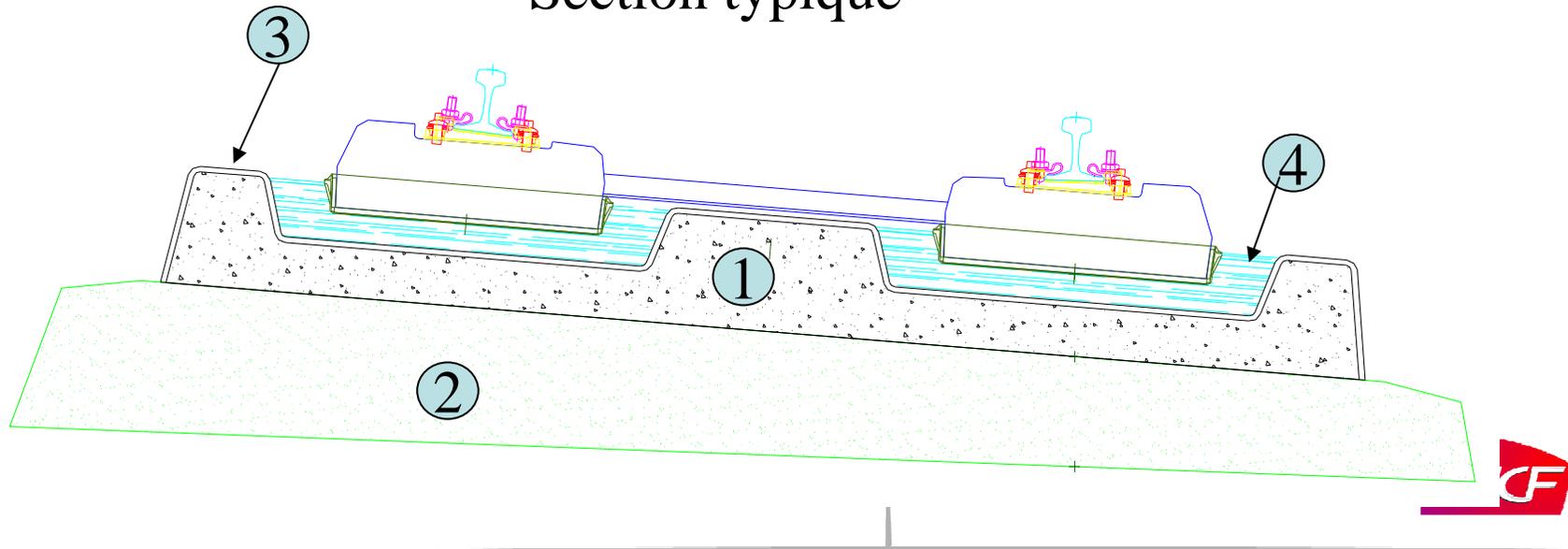
Conception de la voie sans ballast expérimentale française

Section courante

d1
d2

- Une dalle en béton armé ①
- Une couche de grave traitée ②
- Une étanchéité résine polyuréthane ③
- Scellement de la voie par du béton fibré ④

Section typique



Diapositive 11

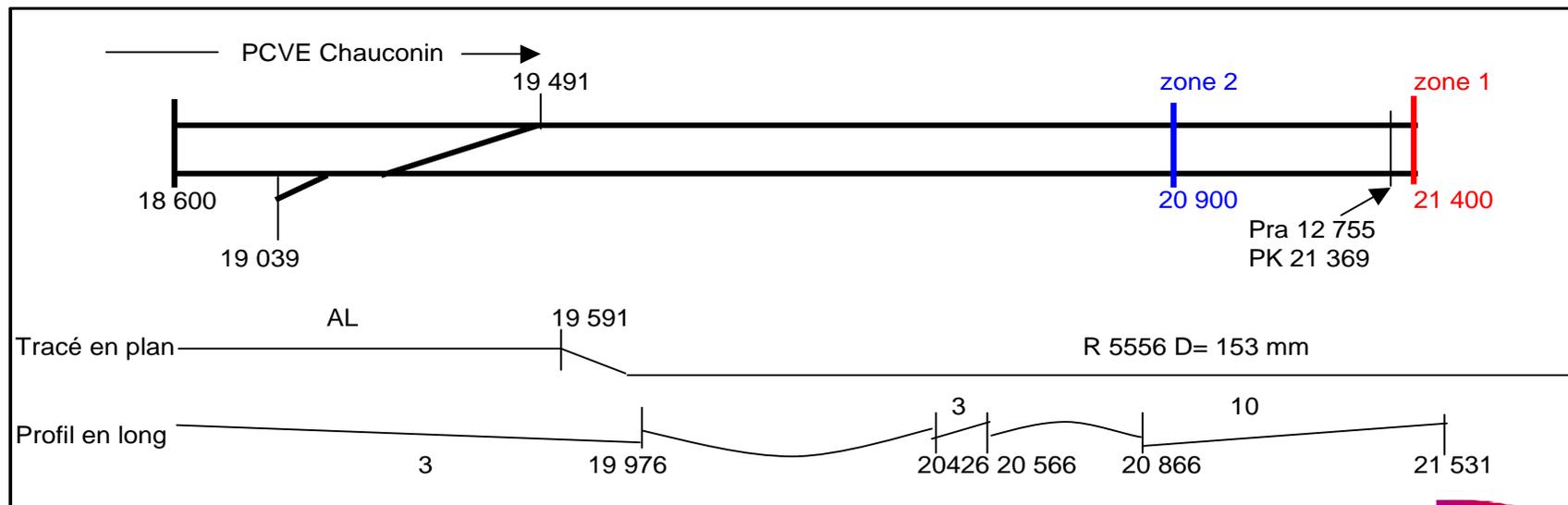
d1 dieleman; 16/05/2008

d2 dieleman; 16/05/2008

Conception de la voie sans ballast expérimentale

Zone d'expérimentation

- Pour être représentative, la zone d'expérimentation inclut :
 - une partie de voie en alignement droit,
 - une zone en courbes (rayon de 5556 m et dévers de 153 millimètres)
 - une zone d'appareils de voie



donner au train des idées d'avance



Conception de la voie sans ballast expérimentale

Couche de grave traitée

- La géométrie :
 - Épaisseur minimum 28 cm (dans l'axe de la voie)
 - Largeur 3.60m
 - Repose sur la couche de forme pentée transversalement à 4%
 - Pente transversale égale à au dévers de la voie (dévers de 0 à 153 millimètres)
- Caractéristiques des matériaux
 - Conception basée sur le comportement en fatigue à court terme sous trafic de chantier et à long terme sous trafic ferroviaire.

Conception de la voie sans ballast expérimentale

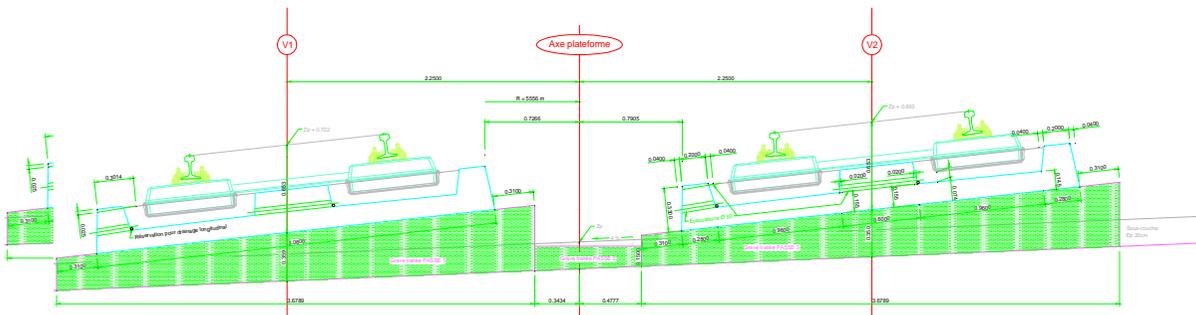
Couche de grave traitée

- Caractéristiques des matériaux
 - L'objectif de portance de la couche de grave traitée, dirigé par le calcul de la dalle béton est 120 MPA , et la portance de la couche de forme de 100 MPA.
 - Ces conditions ont été obtenues avec 28 cm d'épaisseur de grave G3
 - Vérification de la tenue au gel : profondeur de gel 60/65 cm pour une structure totale épaisseur de 85 cm.
- Tolérance de nivellement $+0/-1$ cm avec un objectif de compactage de q1

Conception de la voie sans ballast expérimentale

Partie dalle béton armé

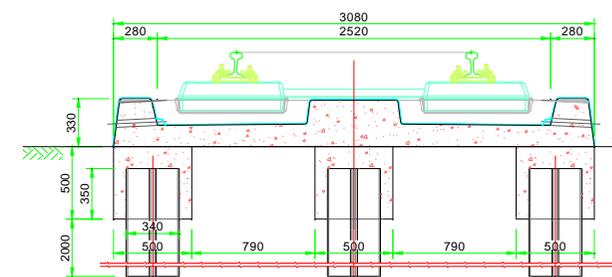
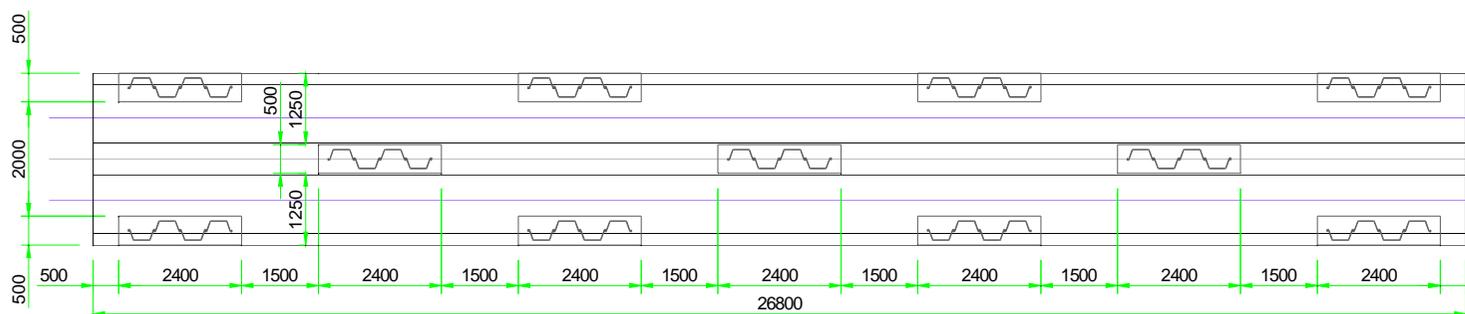
- La partie béton armé est constituée de deux composants:
 - Béton armé: dalle avec des relevés latéraux et un renfort central. Cette dalle transfère les charges verticales et horizontales au sol.
 - Béton fibré: assurant le scellement de la voie et la transmission des charges vers la dalle, il est mis en œuvre lorsque la voie a été posée et réglée (traverses + rails).



Conception de la voie sans ballast expérimentale

Partie dalle en béton armé

- Les zones d'extrémité sont adaptées pour assurer l'ancrage de la dalle vis-à-vis des mouvements horizontaux d'origine thermique et de retrait afin de limiter les mouvements par rapport à la zone de transition.
- Des rideaux de palplanche, 2 m de profond et 2 m de long, implantés parallèlement aux voies, sont connectés à la dalle par une longrine en béton.



Diapositive 16

d3

dieleman; 16/05/2008

Conception de la voie sans ballast expérimentale

Dalle en béton armé : calculs

Critères d'exécution :

- Rigidité verticale : Le déplacement total sous la roue est limité à 1 à 2mm. Ainsi la contribution de la dalle à la déformation est limitée à 10%, c.-à-d. maximum de 0.2 millimètre

- Résistance : Le coefficient de sécurité à l'état limite ultime de résistance retenu est celui des ponts 

Les règles utilisées sont les règles françaises de calcul des structures en béton aux états de limite (BAEL)

Conception de la voie sans ballast expérimentale

Dalle en béton armé : calculs

- Efforts locaux sous blochet :

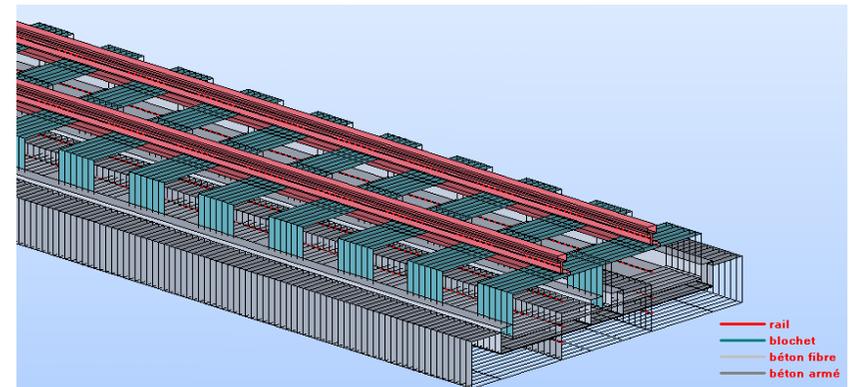
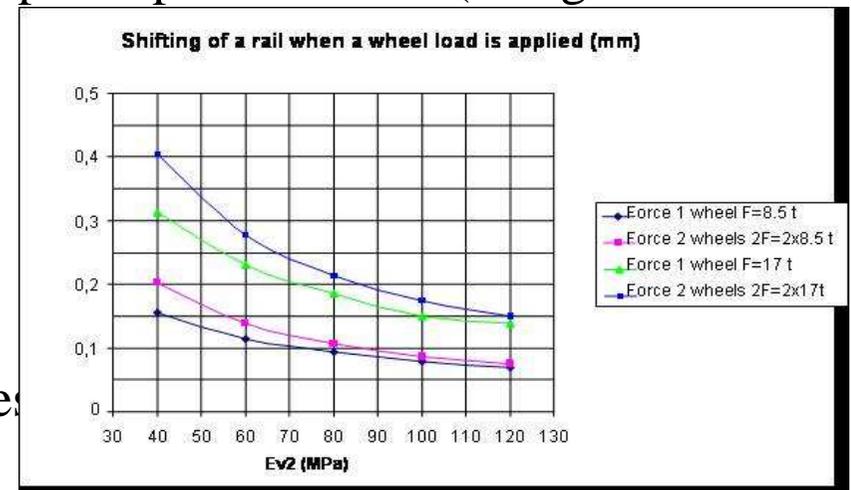
Les efforts locaux (la traction ou la compression ne doit pas dépasser 2 MPa (charge statique)).

- Durée de vie

La durée de vie prévue pour la dalle est de 100 ans (comme pour des ponts). Les ouvertures de fissures sont limitées à 0.2 millimètre pour les charges fréquentes. La durée de vie pour le béton de scellement devrait être au minimum égal à celui des autres composants de la voie.

- Calculs

Un modèle élément fini a été établi pour déterminer les efforts et déformations dans la structure pour vérifier les conditions mentionnées.



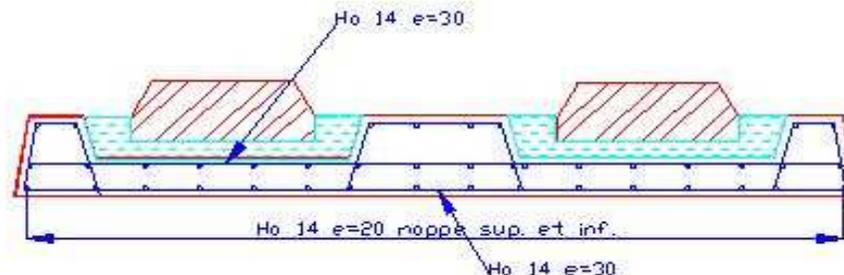
donner au train des idées d'avance



Conception de la voie sans ballast expérimentale

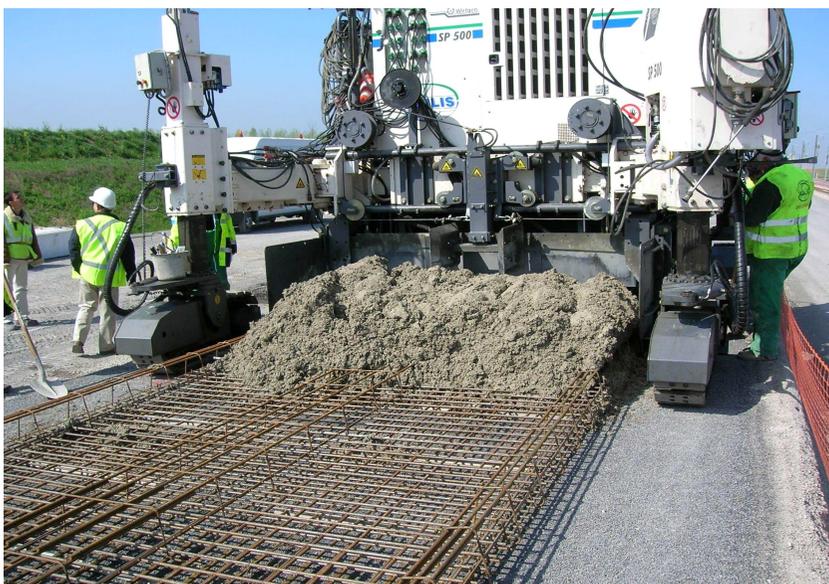
Dalle en béton armé : calculs

- Dalle béton armé
 - Calculs selon des règles françaises BAEL
 - Modèle de charge UIC
 - Les charges verticales sont distribuées à la dalle par les blocs et le béton de scellement.
 - Un tassement localisé de 4 mm pour une base de 30 m est pris en compte.



Conception de la voie sans ballast expérimentale

Dalle béton armé : méthodes de construction



Premier essai de bétonnage :

- Système de coffrage glissant commandé par GPS

donner au train des idées d'avance



Conception de la voie sans ballast expérimentale

Dalle béton : méthodes de construction

Ferrailage en cours de montage



Vue du ferrailage avant bétonnage



Voie avant scellement

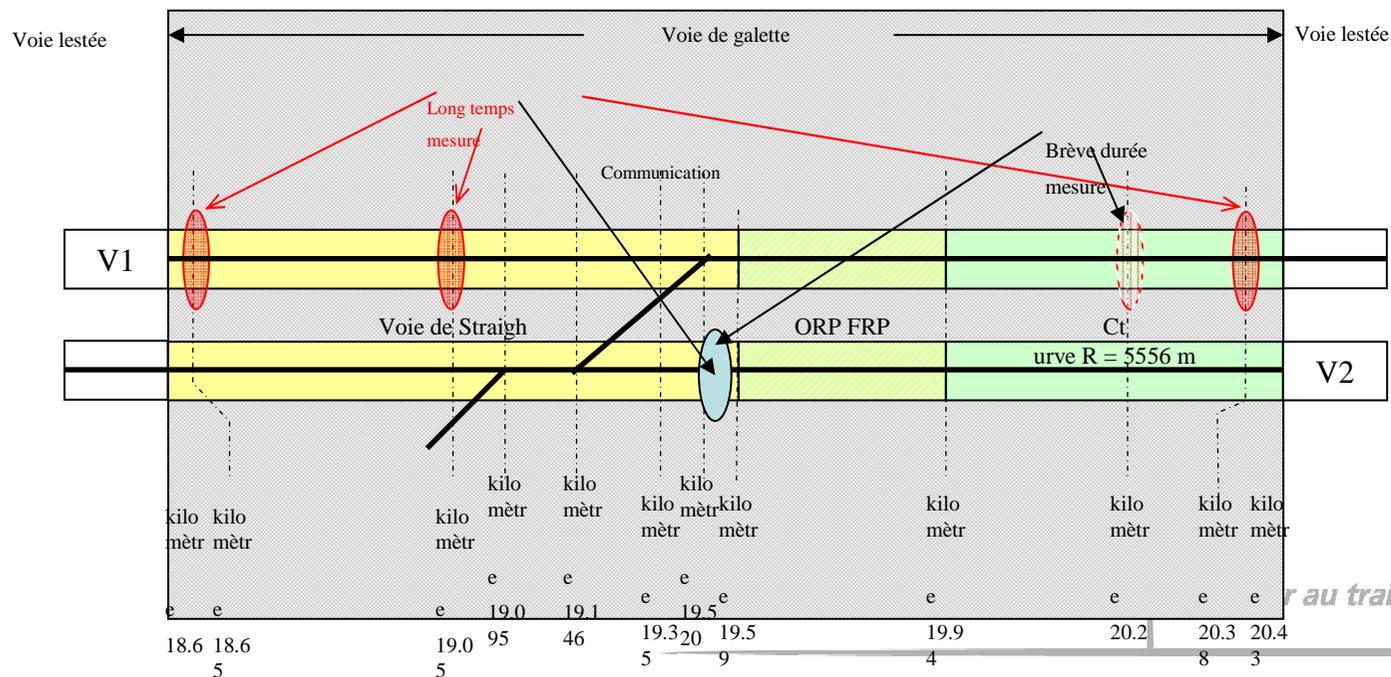


Section de voie achevée



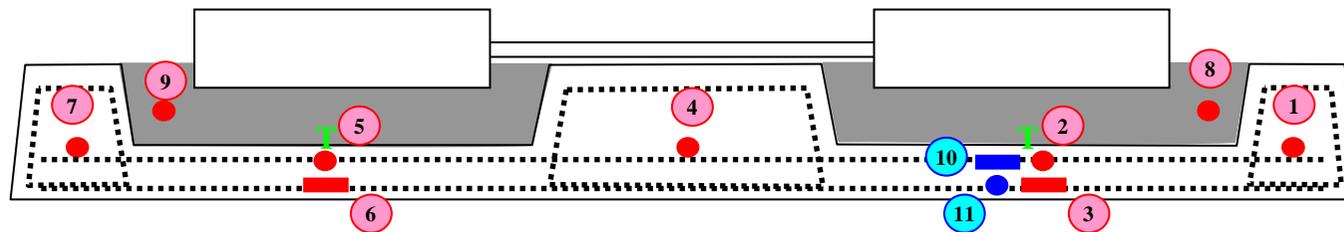
Surveillance

- 5 sections de mesures de la dalle et le béton de scellement
- suivi des déformations dans le béton et les armatures sous les actions de longue durée (température, retrait)
- Mesure sous circulations



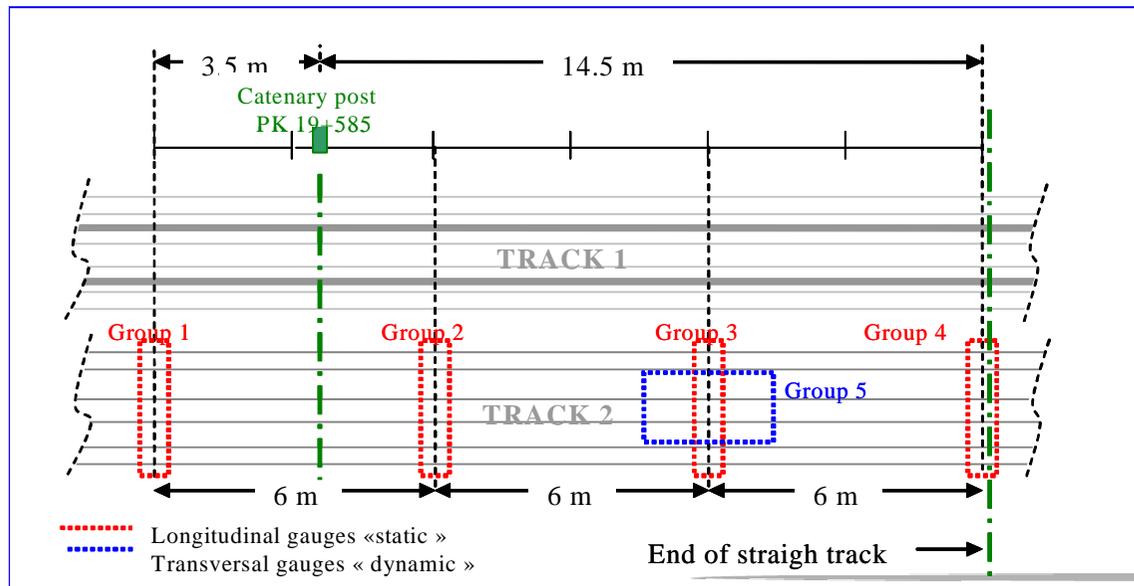
Surveillance

- Mesure classique (voie 1) :
 - Jauges de déformations béton (1 à 9)
 - Jauges de déformation acier (10, 11)
 - Jauges de températures (T)



Surveillance

- Mesure par capteurs optiques avec 2 objectifs (sur voie 2)
 - Tester ce type de capteurs (montés en un réseau de Bragg)
 - Cartographier les déformations statiques sur une zones de 24 m de longueur

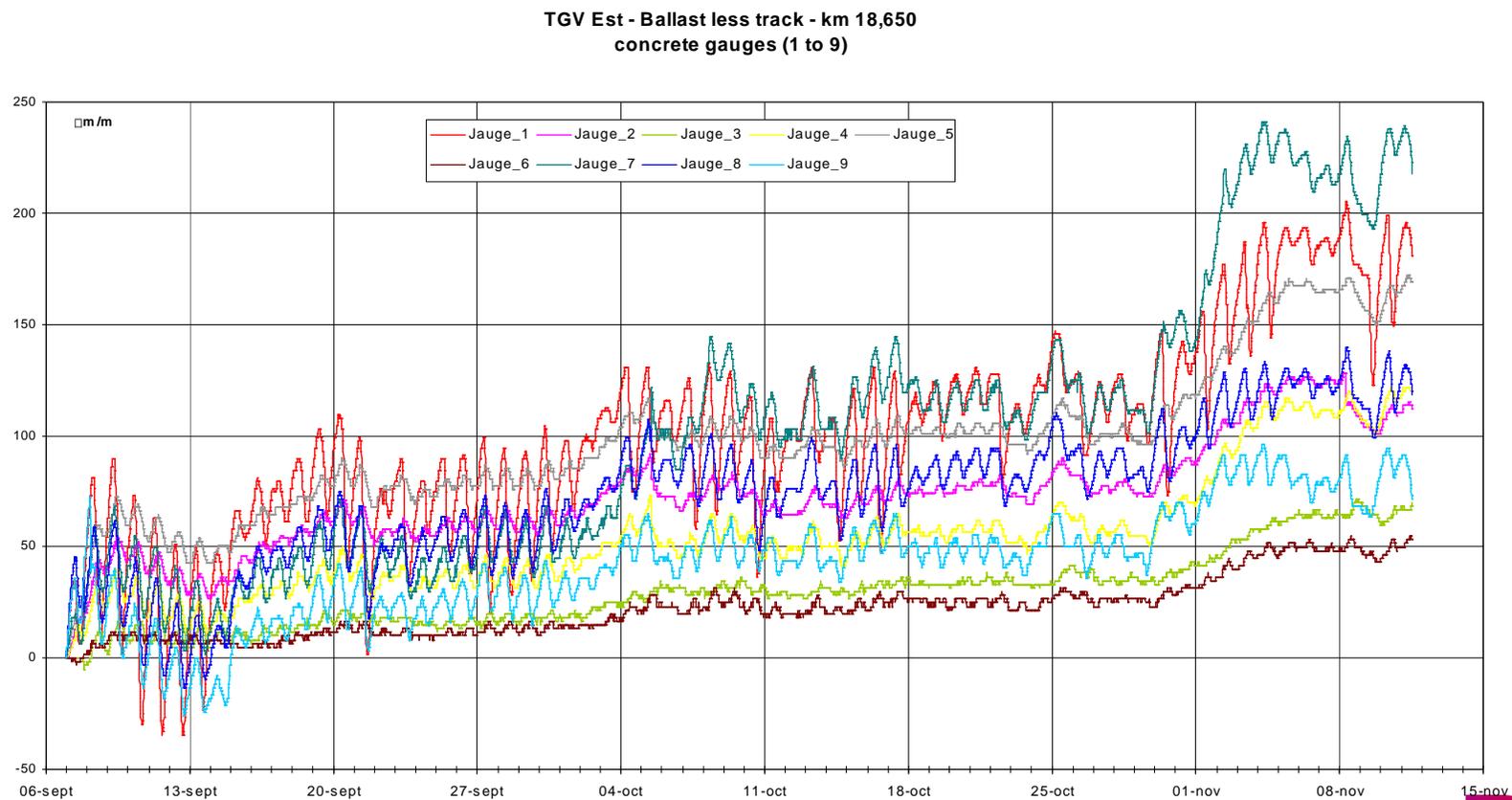


donner au train des idées d'avance



Surveillance

- Exemples de résultats de mesures



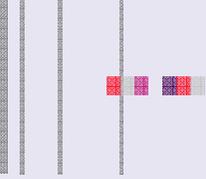
donner au train des idées d'avance



Conclusions

Cette réalisation montre :

- Il est possible de réaliser une structure béton de faible épaisseur avec le système de STEDEF
- Utilisation de béton de caractéristiques courantes (niveau de contrainte faible)
- La réalisation d'une plateforme avec une capacité portante importante + dalle béton armé continue = réduction de la possibilité d'un tassement local.
- Comme attendu, les zones de transition sont les points délicats
- L'exploitation de données de mesure, encore en cours, devrait confirmer ou de re spécifier les choix de conception.



Expérimentation d'une section de voie sans ballast sur la nouvelle LIGNE TGV EST EUROPENNE



Merci de votre attention