

AMSLER, P., Suisse

ASSAINISSEMENT D'UNE VOIE FERREE A L'AIDE DE GEOTEXTILE

RAILWAY TRACK MAINTENANCE USING GEOTEXTILE

SANIERUNG EINES BAHNKÖRPERS MIT GEOTEXTIL

La double voie Genève-Lausanne des Chemins de Fer Fédéraux suisses présente, sur sol genevois, plusieurs tronçons instables. Les instabilités sont dues à des déformations de l'infrastructure et du sol de fondation.

Le Maître de l'ouvrage a exécuté jusqu'à ce jour essentiellement des réfections selon un profil normal traditionnel. Il est à la recherche de nouvelles méthodes afin de rationaliser les travaux et d'augmenter leur efficacité en adoptant de nouveaux matériaux de construction et en respectant les nouvelles découvertes de la géotechnique. Sur la base d'une campagne de reconnaissance importante du tronçon instable, les caractéristiques géomécaniques de la fondation et du sol ont été déterminées. Un programme de réfection a été élaboré.

Ce programme doit tenir compte des conditions locales et du fait que les travaux sont exécutés de nuit, entre 23 heures et 5 heures du matin, entre le dernier et le premier train du matin, sur des tronçons d'une longueur maximale de 72 mètres.

Une des deux voies a été réparée selon la méthode traditionnelle. L'autre en utilisant un géotextile, en renforçant la couche de fondation et en aménageant un drainage longitudinal, le long de la voie.

Ces deux méthodes permettent une comparaison intéressante. Les mesures de la géométrie effectuées après les travaux confirment un comportement meilleur du nouveau profil exécuté par rapport au profil normal traditionnel.

1. INTRODUCTION

Inaugurée en 1858, la ligne Genève-Lausanne du réseau des Chemins de Fer Fédéraux Suisses (CFF) a plus de 120 ans. Lors de la construction, les ingénieurs de l'époque ne connaissaient pas encore les normes de la géotechnique moderne. Réalisées sur des terrains ou des remblais de très mauvaise qualité et sur de longs tronçons, les voies nécessitent de nos jours, un entretien fréquent et coûteux. Dans le but de rationaliser les travaux au maximum et d'augmenter leur efficacité, les ingénieurs responsables de l'entretien se sont posé la question de savoir si l'emploi de matériaux de construction nouveaux et mieux adaptés aux caractéristiques du sol de l'infrastructure, ne pouvaient pas remplacer les méthodes traditionnelles utilisées jusqu'à ce jour. Certains tronçons de la ligne considérée, en particulier entre Genève et Versoix, ont fait l'objet d'une étude détaillée, dont les éléments principaux seront exposés ici. La particularité de cette recherche réside dans le fait qu'en 1982, une des deux voies, celle de gauche, Versoix-Genève, a fait l'objet d'une réfection complète

In the Geneva area there are several lengths of the double track Geneva-Lausanne of the Federal Swiss Railway that are unstable. This instability is due to deformation of the infrastructure and the foundation.

The Federal Swiss Railway is looking for new methods using new materials and geotechnical developments to rationalise and improve maintenance. Until now maintenance has been executed in a traditional manner to existing standards.

Based on a thorough investigation of an unstable section of the track, the geomechanical properties of the foundation and soil have been determined. A program of maintenance has been designed.

This program must take into account the local conditions and the fact that the work is executed at night, between 23.00 hours and 5.00 hours, after the last train at night and before the first train of the morning, on a section of track no longer than 72 metres.

One of the two tracks was repaired using standard traditional methods. The other utilising a geotextile, reinforcement of the foundation and the construction of a longitudinal drain, the length of the section.

These two methods allow a valuable comparison. The measurement of the geometry effected after completion of the works confirms an improved performance for the new methods in comparison with standard traditional methods.

selon un profil normal traditionnel, alors que simultanément, une prospection géotechnique de la voie de droite, Genève-Versoix, était entreprise dans le but de définir un nouveau profil normal, ce dernier devant être adopté pour les travaux de cette voie en 1983. L'exécution de la réfection des deux voies, réalisée sur le même terrain, mais selon deux profils normaux différents, permet une comparaison intéressante.

2. CAMPAGNE DE PROSPECTION GEOTECHNIQUE

Les tronçons de voies à étudier, d'une longueur totale de 1'700 mètres, ont fait l'objet d'une reconnaissance géotechnique préalable, à raison d'un site d'investigation tous les 60 mètres environ. Les travaux ont été exécutés de nuit, entre 23 h. et 5 h. du matin, lorsque les trains ne circulaient pas. Les moyens mis en oeuvre ont permis de reconnaître la nature du sol de façon systématique jusqu'à 80 cm. de profondeur, sous les traverses, ceci à l'aide d'une pelle mécanique installée sur wagon et munie d'un godet étroit permettant d'excaver le sol entre les traverses. Quelques points particuliers ont été prospectés à l'aide d'une tarière à main jusqu'à -4 mètres.

Deux profils de terrain typiques sont présentés dans les figures 1a et 1b. Le profil du km. 54.875 (fig. 1a) est caractéristique pour un tronçon de voie reposant sur une masse molassique limono-argileuse de type CL (classification USCS), résistante à l'état naturel (10 % < CBR < 15 %) mais ramollie en surface par l'eau retenue à la base du ballast (CBR environ 4 %). La courbe granulométrique de la même rencontrée est représentée dans la figure 2.

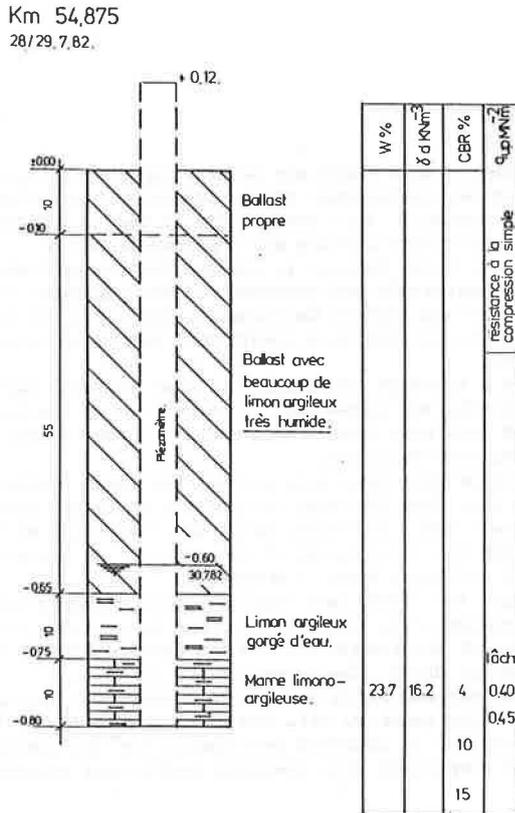


Fig. 1a
Profil géotechnique

L'épaisseur du ballast de 65 cm., partiellement polluée (granulométrie, voir figure 2) par des remontées de fines, montre que ce dernier a été rechargé à plusieurs reprises. Seule la dernière couche, mise tout récemment en surface, n'est pas encore polluée. La pose d'un piézomètre (tube PVC perforé) permet de constater la présence d'eau à la base du ballast. Le profil du km. 57.520 (figure 1b) représente la coupe typique d'une voie fondée sur un remblai de très mauvaise qualité, constitué de limon argileux ramolli mélangé à des matériaux organiques (tourbe et terre). 57.2 % de teneur en eau naturelle représente un sol imbibé d'eau, totalement saturé.

Km 57,520 Etude profonde
29/30,7.82.

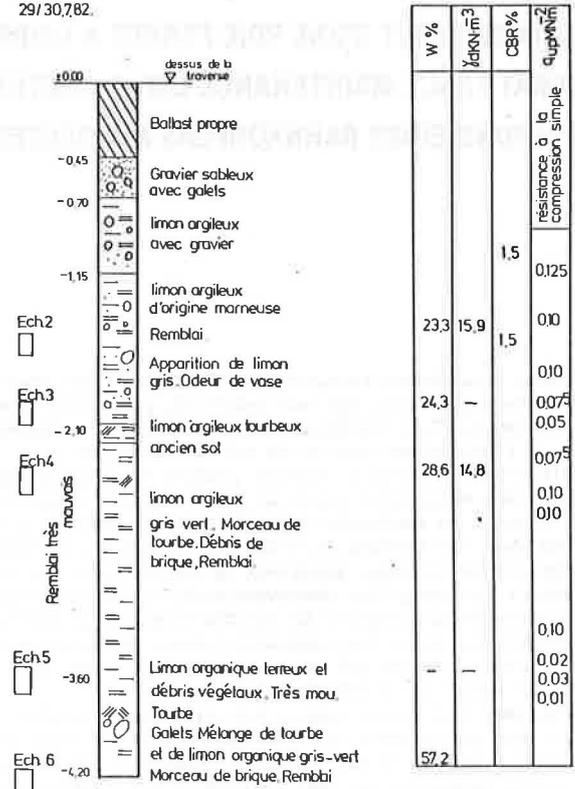


Fig. 1b
Profil géotechnique

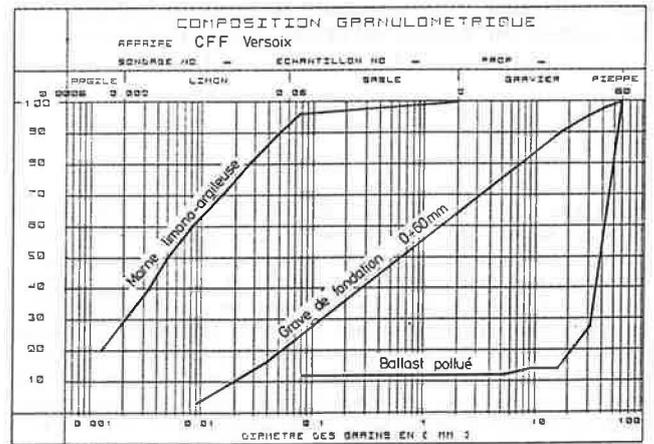


Fig. 2
Courbes granulométriques caractéristiques

3. NOUVEAUX PROFILS NORMAUX

Le profil normal traditionnel, appliqué par les CFF pour le genre de réfection prévu, comporte la pose d'une sous-couche de grave de fondation 0 ÷ 60 mm. de 20 centimètres d'épaisseur posée directement sur la forme du terrain naturel (voir figure 3). Cette sous-couche sert de base à la couche de ballast dont l'épaisseur atteint un minimum de 30 cm. sous les traverses. Une canalisation longitudinale n'est pas prévue de façon systématique. C'est selon ce profil normal que la voie Versoix-Genève a été "réfectionnée" en 1982.

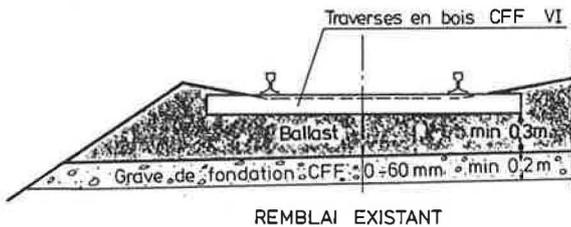


Fig. 3
Profil normal traditionnel

En fonction des résultats de l'étude géotechnique exécutée sous la voie Genève-Versoix, le nouveau profil normal représenté à la figure 4 a été proposé. Il a été établi dans l'optique de répondre aux critères suivants :

1. filtrer les matériaux de granulométries différentes, en particulier le sol naturel et la couche de grave de fondation pour éviter la remontée des fines, phénomène favorisé par l'effet de "pompage" provoqué par le passage des trains,
2. drainer la surface du sol naturel étanche (remblai limono-argileux ou marnes molassiques) pour éviter un ramollissement et toute perte de portance au niveau de la forme du terrain,
2. évacuer les eaux longitudinalement dans l'entre-voie ou à l'extérieur des voies,
4. renforcer la superstructure dans toute la mesure du possible.

La mise en place d'un géotextile non tissé dans l'interface remblai existant - grave de fondation permet de satisfaire aux critères 1, 2 et 4.

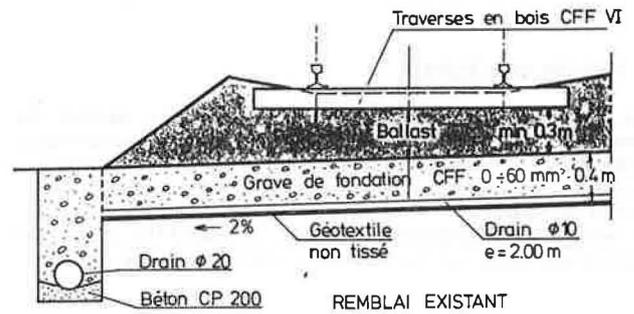


Fig. 4
Profil normal proposé

La pose de tuyaux drainants transversaux sur le géotextile, à raison d'un tuyau tous les 2 mètres, a pour but de favoriser l'évacuation des eaux au niveau de la forme du terrain (critère 2). Les équipes de voies n'ont cependant pas été à même d'exécuter les travaux selon le profil proposé. Effectués de nuit, comme pour la campagne de reconnaissance, sur des tronçons de voie de 72 mètres de longueur, les travaux n'ont pas pu inclure la pose de tuyaux de drainage transversaux, car le temps à disposition était insuffisant. Le profil exécuté sur Genève-Versoix correspond donc au profil normal simplifié tel qu'il est représenté dans la figure 5.

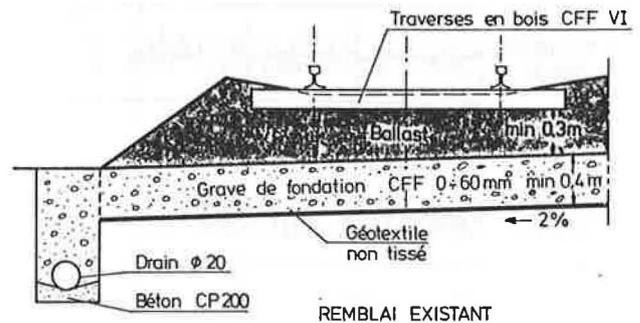


Fig. 5
Profil normal simplifié
(sans drains transversaux)

Sur le chantier étudié, la conduite d'évacuation des eaux longitudinale a pu être exécutée à l'avance, indépendamment des travaux de réfection proprement dits. Le problème souvent difficile à résoudre pour ce genre de conduite consiste à trouver suffisamment d'exutoires (ri-

vières, collecteurs principaux) et à des niveaux convenables pour garantir la pente longitudinale nécessaire des conduites de 1 ‰. Pour Genève-Versoix, cela n'a pas posé de problème.

4. MESURES DE CONTROLE

Les CFF procèdent une fois par an au contrôle général de leur réseau au moyen d'une voiture de mesures permettant d'observer : l'écartement, la courbure, le dévers, le gauche, l'ondulation, l'irrégularité des joints et le profil en long.

La mesure qui représente le mieux la stabilité et le confort d'une voie est le "gauche". Cette grandeur est dé-

finie comme étant la différence de dévers (indiquée en pourmilles) entre les deux rails de la voie en fonction de la distance parcourue.

Sur l'ensemble des tronçons ayant fait l'objet des travaux de réfection décrits, deux tronçons particuliers ont été choisis, à titre d'exemple, pour apprécier la différence de comportement entre les deux voies.

Tronçon km. 56.100 à 56.400 :

Il s'agit d'un tronçon de voies en tranchée. Les voies sont fondées sur la même molassique.

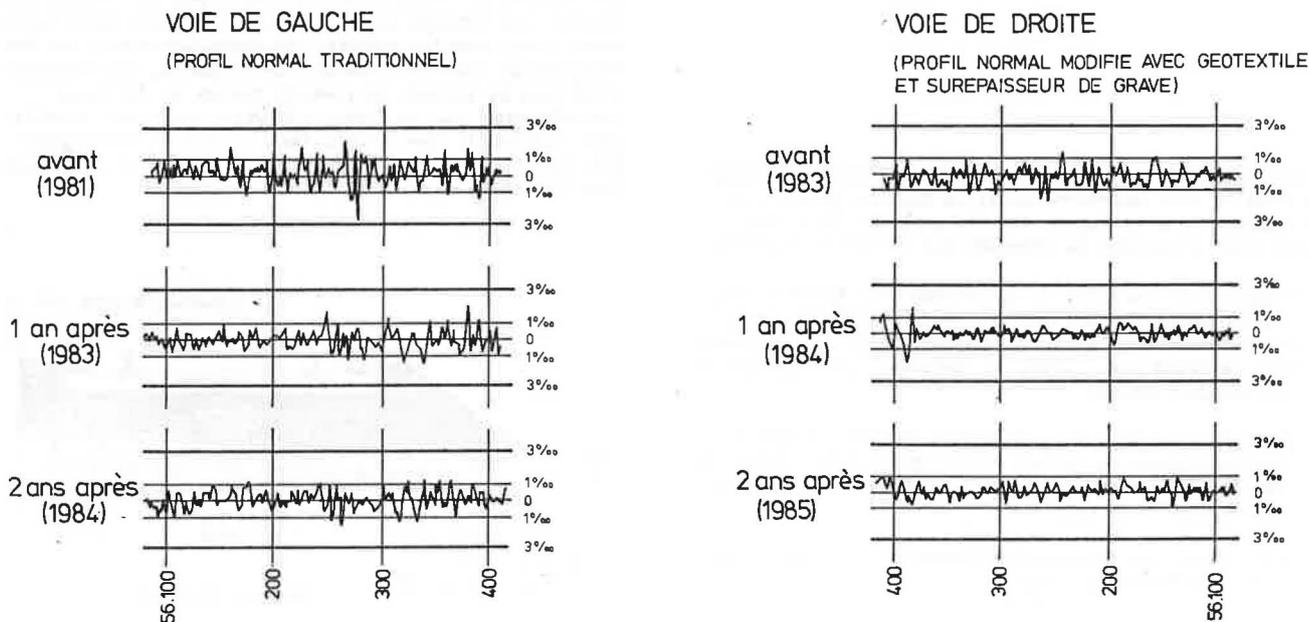


Fig. 6
Relevés de la voiture de mesure
Km 56.100 à 56.400

Tronçon km. 57.300 à 57.600 :

Sur ce tronçon, les voies sont fondées sur un remblai de mauvaise qualité.

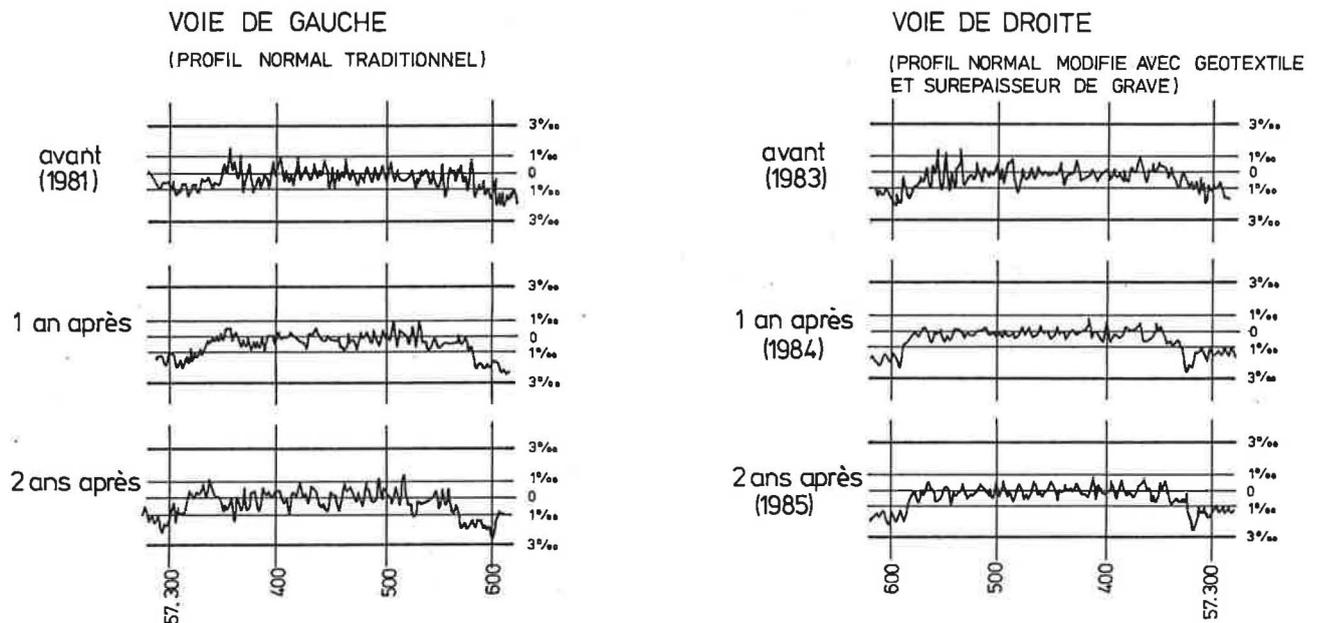


Fig. 7

Relevés de la voiture de mesure
Km 57.300 à 57.600

CONCLUSIONS

Les graphiques présentés permettent de constater que, si les déformations des deux voies étaient similaires avant les travaux, elles ne le sont plus après. La voie reconstruite selon le nouveau profil type proposé résiste mieux et d'après les graphiques présentés, il apparaît que l'amélioration est durable.

Alors que pour le profil traditionnel, les déformations réapparaissent après 2 ans déjà, voir même 1 an pour le premier exemple, le comportement de la voie sur profil modifié reste bon.

Ces quelques éléments justifient la démarche entreprise par les CFF pour améliorer l'efficacité des travaux d'entretien et diminuer les coûts de maintenance. Les résultats acquis demandent plus ample confirmation.

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie d'Ingénieur en chef de la Division des travaux I des Chemins de Fer Fédéraux d'avoir mis à disposition certains documents et d'avoir autorisé la présente publication.