

Infrastructure • Technologie

Géométrie ferroviaire : focus sur l'outil Toporail, développé en Suisse par les CFF

Sur les lignes à grande vitesse (LGV) du Réseau ferré national (RFN), SNCF Infra utilise un système développé par les Chemins de fer fédéraux suisses (CFF), appelé Toporail. Ce système répond à tous les besoins de la géométrie ferroviaire : du relevé de terrain par *stations libres*¹ au guidage des bourreuses, en passant par le calcul de la géométrie « 3D » des voies et des appareils de voies. Toporail permet aussi le *piquetage*², la gestion de bases de données et l'établissement des plans ou d'autres documents utiles (*contrôles dynamiques*³, *profil d'espace libre*⁴, *listes de pose*⁵ etc.) aux projets. Toporail est basé sur le calcul d'éléments (droites, cercles et clothoïdes) par la méthode des moindres carrés. Il permet de définir la géométrie des voies relevées sur le terrain, ainsi que celle des projets. Les calculs se font dans un système de coordonnées nationales (suisse pour les CFF, français pour SNCF Infra) ou « locales » (défini le long d'une voie) en tenant compte des paramètres de *projection*⁶. Les divers résultats fournis permettent le contrôle de la qualité géométrique par les instances compétentes et l'établissement rapide des dossiers de projets. Les options dynamiques, qui tiennent compte de la vitesse des trains, garantissent le respect des normes en vigueur. Diverses fonctions facilitent également le travail des projecteurs : calculs de diagonales dans un même plan, passage par des points fixes ou respect de distances données, voies parallèles etc. Enfin, le contrôle du respect du *profil d'espace libre*⁴ est possible, grâce à l'intégration des données

Les divers résultats fournis permettent le contrôle de la qualité géométrique par les instances compétentes et l'établissement rapide des dossiers de projets.

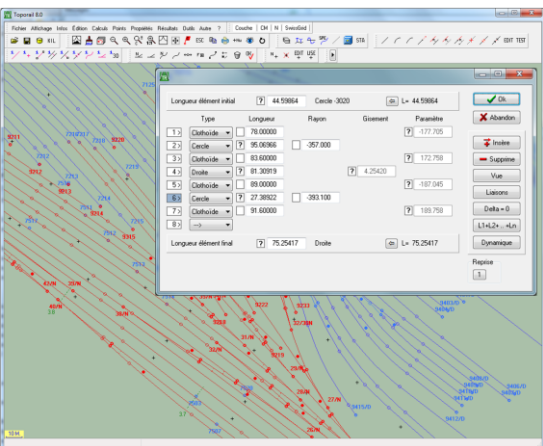


CFF/Toporail

Toporail permet de définir la géométrie des voies relevées sur le terrain, ainsi que celle des projets. Un agent des CFF renseigne ici l'outil via une tablette numérique.

de « Laser scanning » des tunnels. La rapidité de calcul permet d'étudier efficacement diverses variantes et de choisir la meilleure en fonction des besoins des autres domaines de la technique ferroviaire.

Toporail a été conçu et développé par Jean-Jacques Stuby, des CFF à Lausanne. Ses fonctions initiales visaient à élaborer des solutions géométriques *ad hoc* que les systèmes d'alors n'arrivaient pas à produire. Toporail s'est imposé en 1993 comme l'unique outil pour la géométrie de la voie aux CFF. Il est aussi utilisé par le BLS et par la plupart des entreprises ferroviaires privées suisses ainsi que leurs mandataires spécialisés. Les entreprises de travaux oeuvrant pour les CFF utilisent ainsi les données fournies par Toporail pour le guidage des bourreuses avec visées « laser » (par exemple *via* le système *Palas*⁷). En marge de la France, d'autres pays (Italie, Allemagne, Autriche, Russie, Chine) montrent pour Toporail un intérêt réel, qui ne s'est cependant pas encore concrétisé. La raison principale est que l'utilisation de ce système intéresse d'abord les voies équipées du *repérage absolu*⁸. Or, passer d'un *repérage relatif*⁹ à un *repérage absolu*⁸ implique un changement de méthode de travail et un investissement important pour la mise en place, le relevé et le calcul des repères. Par ailleurs, sur ligne non électrifiée, l'absence de mâts caténaires (sur lesquels sont fixés des *goujons*¹⁰) pose problème. Mais des solutions palliatives seraient envisageables. Si elle interdit le guidage des bourreuses, l'absence de repérages n'empêche toutefois pas l'usage de Toporail pour calculer la géométrie des voies. Aux dires de ses concepteurs, Toporail



CFF/Toporail

Quelques définitions

¹ *Station libre* : stationnement du théodolite à un point inconnu dont les coordonnées seront calculées grâce à des mesures sur des points connus en coordonnées (aux CFF, le repères fixés aux mâts de ligne de contact ou dans les ouvrages d'art).

² *Piquetage* : matérialisation (par exemple par un piquet) d'éléments projetés (points de nouveaux aiguillages, nouveaux mâts, quais etc.)

³ *Contrôle dynamique* : Listes permettant de vérifier que la géométrie projetée respecte les règlements, compte tenu de la vitesse des trains (accélération non-compensée, variation du dévers par rapport au temps,...).

⁴ *Profil d'espace libre* : zone entourant la voie dans laquelle aucun obstacle ne doit se trouver, tenant compte du propre encombrement des trains et de marges de sécurité.

⁵ *Listes de pose* : listes indiquant la géométrie de la voie planifiée et les mouvements (ripages, relevages) planifiés pour amener la voie actuelle à l'emplacement prévu. La liste de pose permet aux responsables des travaux de planifier les travaux et le matériel nécessaires.

⁶ *Paramètres de projection* : déformations liées à la projection de la terre (« sphère ») sur un plan. Ces déformations sont principalement fonction de la latitude et de l'altitude du lieu.

⁷ *Palas* : marque déposée du système de guidage des bourreuses développé par Müller Gleisbau AG (SERSA).

⁸ *Repérage absolu* : la géométrie de la voie est définie dans le système de coordonnées nationales. Chaque élément de tracé est ainsi déterminé « pour lui-même » dans ces coordonnées.

⁹ *Repérage relatif* : la position de la voie n'est connue que par rapport à des points fixes (piquets) sur le terrain.

¹⁰ *Goujons* : Pièce métallique permettant d'y fixer un prisme pour la mesure électronique des distances. Le point connu en coordonnées est en fait le centre de ce prisme.

¹¹ *Microstation et Autocad* : deux programmes de dessin assisté par ordinateur (DAO) concurrents.

¹² *En arrière-plan* : données qui seront visibles à l'écran, derrière les éléments de géométrie de la voie (plan cadastral etc.)

¹³ *Gestion du graphisme* : manière dont le programme dessine les éléments calculés (vitesse de régénération du dessin, épaisseur des traits, couleur etc.)

demeure unique. Aucun autre logiciel ne fournit l'ensemble de ses fonctionnalités. Du reste, le programme Inrail de la firme américaine Intergraph reprend (consécutivement à un arrangement avec les CFF) les algorithmes de calcul de Toporail (version 1992) qu'il utilise avec *Microstation*¹¹ comme outil graphique. D'autres fournisseurs proposent des possibilités de calcul de tracés, basées sur des besoins routiers. Mais ces dernières ne permettent pas l'exportation de fichiers de guidage des bourreuses, ni l'ensemble des contrôles dynamiques de la géométrie calculée. Toporail fonctionne sous Windows (depuis XP) depuis n'importe quel PC [ordinateur], sans aucune dépendance vis-à-vis d'autres logiciels, les mises à jour s'effectuant automatiquement *via* Internet. Les CFF poursuivent le développement du système, en améliorant l'interface DXF (Standard d'échange des données graphiques issu d'*Autocad*¹¹) pour l'exportation de fichiers dans une version plus récente, ainsi que la structure des fichiers exportés. L'interface DXF permettra aussi de mieux importer des fichiers *en arrière-plan*¹². La technique de *gestion du graphisme*¹³ par le programme doit aussi être revue.

■ Sylvain Meillasson

SNCF

Toporail : plus de dix ans auprès de SNCF Infra

Les licences Toporail qui ont été acquises par SNCF Infra en 2003 et en 2005 sont réparties en trois versions « Professionnelles » et en neuf versions « Standards ». « Nous disposons de Toporail 7 installé en monoposte sur des PC dédiés. Ce mode d'installation nous contraint en l'état à limiter l'emploi de Toporail » explique Marc Ledet, de SNCF Infra. Toporail est principalement utilisé pour le guidage de bourreuses sur LGV où le gestionnaire d'infrastructure a financé le repérage absolu. Compte tenu des régénérations de LGV, le système est aussi exploité pour l'établissement des projets de modifications de profil de voie. En revanche, il n'a pas servi à la construction des LGV Rhin-Rhône et Est européenne phase 2. Les options dynamiques, « qui tiennent compte de la vitesse des trains pour garantir les normes en vigueur », ne sont pas utilisées. Car « les règles spécifiques prévalant sur LGV et pour les appareils de voie des LGV ne sont pas toutes intégrées » commente Marc Ledet. Mais l'utilisation de Toporail, qui s'effectue en France avec le système de coordonnées Lambert 93 (divisé en plusieurs secteurs pour la mise à plat, car l'étendue du territoire français est affectée par la rotondité de la terre), devrait être accrue. « Nous apprécions Toporail et envisageons une utilisation plus large de ses fonctions. De plus, l'accroissement du domaine LGV rend le dispositif actuel trop léger » Aussi, un plan de déploiement de Toporail sur l'Intranet SNCF est-il actuellement en cours.



Toporail est principalement utilisé pour le guidage de bourreuses sur LGV où le gestionnaire d'infrastructure a financé le repérage absolu. Ci-contre, photo d'un chantier sur la LGV Paris-Sud-Est (PSE).