

## APPLICATIONS GÉODÉSQUES ET TOPOGRAPHIQUES DE TUC RAIL DANS LE PROJET TGV BELGIQUE

M. Menu  
TUC RAIL - Bruxelles, Belgique

### ABSTRACT

Established since July 1992, the company TUC RAIL is a joint subsidiary from the National Railroad Company (S.N.C.B.) and from TRANSURB Consult. TUC RAIL is providing services from the preliminary stage of the conceptual and feasibility studies up to the organization and control of the infrastructure works related to the T.G.V. project.

In this perspective, a surveying and engineering department was created to cover the multiple tasks related to such project as planning and organization of aerial surveys and mapping activities, complementary terrain surveys, digitizing cadastral maps, management of the land information from the areas concerned by the project; coordination of the engineering studies (geology, hydrology, civil engineering) and follow-up of the infrastructure works.



### 1. INTRODUCTION

T.G.V. (Train à Grande Vitesse) sont les trois lettres qui s'identifient à un bond technologique remarquable en matière de transport par voies ferrées.

Ce concept de train à grande vitesse bouleverse les habitudes de déplacement et engendre un nouvel élan commercial.

Le nord de l'Europe est particulièrement concerné et pour la Belgique, qui a été un pionnier dans le transport par rail, il s'agira de joindre diverses capitales ou villes importantes à Bruxelles. Ces liaisons seront réalisées soit en site propre soit sur des sites existants améliorés.

Pour ce faire, la Société Nationale des Chemins de Fer Belge (S.N.C.B.) a été officiellement invitée à débiter les études du tracé suite à l'adhésion du Gouvernement Belge au projet de la Communauté Economique Européenne (C.E.E.) lors de la réunion de La Haye au mois de novembre 1989.

Constituée dès le mois de juillet 1992, la société TUC RAIL, qui est en fait une filiale de la S.N.C.B. et de TRANSURB Consult, a pour objet la fourniture de services, la conception d'études et l'organisation des travaux relatifs à la création des nouvelles infrastructures nécessaires à la circulation du T.G.V.

Dans cette perspective, un service de topographie a été créé et les diverses tâches attendues d'un bureau d'études lui ont été confiées.

Citons entre autre, l'organisation de prises de vue aériennes en vue de leur restitution cartographique, des opérations de topographie de complément, la numérisation de plans cadastraux et la gestion informatisée du patrimoine concerné par les études, la coordination des besoins topographiques pour les services de géologie, d'hydrologie et de génie civil, ainsi que les tâches de surveillance des travaux.

L'organisation des informations graphiques et alphanu-

mériques est gérée par un système d'Information Géographique (S.I.G.) édité par la société Star Informatique. Les plans techniques, les schémas, les études techniques sont réalisés à l'aide du logiciel AutoCad de la société AutoDesk et les calculs topographiques sont menés avec le logiciel LisCad Plus développé par la société Leica et le logiciel Topo-TX produit par la société Star Informatique.

### 2. SAISIE ET GESTION DES DONNEES DE BASE

#### 2.1 Réception des restitutions photogrammétriques

Les premières données de base établies consistent en une restitution photogrammétrique d'une couverture aérienne de l'ensemble du tracé.

Les clichés, dont les échelles varient entre le 1/3750 et le 1/4250, couvrent une bande de 600 mètres centrée sur l'axe théorique avec un recouvrement longitudinal de 60 %.

Ils permettent la génération de plan terriers à l'échelle du 1/1000ème, dans le système de coordonnées Lambert Belge tel que défini par l'Institut Géographique National de Belgique, avec une imprécision tolérée de 20 cm dans les trois axes.

Cette restitution est complétée par des relevés topographiques localisés aux endroits difficiles pour la restitution telles les zones boisées par exemple. Elle est communiquée à TUC RAIL sous forme informatique (Cf. Annexe 2).

Les données numériques sont ensuite transférées sur un serveur d'information géographique pour former une base de données structurées sous forme de cartes et de couches.

Le système mis en place chez TUC RAIL comprend plus de 40 stations de travail graphiques organisées en réseau autour de deux serveurs. Les logiciels sont installés sur chaque station alors que les données sont uniques au niveau des serveurs et donc partagées par les différents utilisateurs.

Avant de modifier des données et d'introduire des informations complémentaires issus des levés topographiques,

l'opérateur doit préciser la zone géographique dans laquelle il va réaliser les traitements. Seul, cet opérateur verra alors les informations modifiées, et nul autre ne pourra effectuer des modifications simultanément dans cette même zone. Après mise à jour des modifications la zone redeviendra accessible à tous pour d'autres transactions.

La structure de la base de données mise en place chez TUC RAIL permet également de visualiser simultanément les différents levés topographiques (hydrologie, impétrants, compléments cadastraux, ouvrages d'art) et de connaître donc les différents ordres de précision des informations et la confiance que l'on peut leur attribuer.

## 2.2 Données cadastrales

La base de données ainsi établie va être complétée par des données cadastrales.

Ces données graphiques issues de la numérisation des plans cadastraux vont être intégrées par transformation sur les données de la restitution photogrammétrique. Cette transformation est basée sur un modèle mathématique de plus de 6 paramètres qui seront déterminés par la méthode des moindres carrés. Ces paramètres tiennent compte des translations entre les deux systèmes de coordonnées, de la non orthogonalité des axes et des deux facteurs d'échelles (Cf. Annexe 2).

L'analyse des corrections sur l'information surabondante permet de réaliser un contrôle de qualité et d'exclure de la procédure des points douteux. Dans le cas où le support papier du plan cadastral n'a pas rempli les conditions de stabilité, une transformation par anamorphose peut être opérée en aval.

Des liaisons sont alors établies entre les parcelles cadastrales et les informations alphanumériques correspondantes de la matrice cadastrale. L'accès est alors possible dans les deux sens et permet les requêtes diverses.

## 2.3 Gestion Patrimoniale

Sur base des emprises nécessaires aux installations ferroviaires et aux rétablissements des voies de communication, la méthode utilisée et l'organisation de la base de données permettent la création des plans parcellaires et les documents annexes au dossier d'expropriation ainsi que la confection des dossiers nécessaires à l'obtention du permis de bâtir.

La gestion informatique du patrimoine du pouvoir expropriant permet également la fourniture immédiate de toutes informations, notamment à l'administration qui a en charge le remembrement des terres agricoles, et à l'administration du cadastre.

## 2.4 Données des réseaux

Une autre entrée de données va être établie au départ des plans de réseaux fournis à la demande de TUC RAIL par les différents concessionnaires concernés par le tracé.

Il s'agit des réseaux d'eau, de gaz, d'électricité, d'éclairage public, d'oléoducs, d'égouts, de télévision par câble et de télécommunication.

Ces différentes données sont introduites soit par voie de numérisation, soit par constructions géométriques si les plans sont cotés, soit encore par relevés topographiques.

Comme pour les données cadastrales, chaque élément

est lié à une base de données alphanumérique contenant les informations relatives à la nature du réseau concerné (diamètre, matériaux, date de pose, soudure, etc) à l'identité du concessionnaire, à l'identification du plan ayant servi à l'introduction de l'élément et toutes autres informations pouvant influencer la conception du tracé.

## 3. CONCEPTION DU TRACE ET REALISATION TOPOGRAPHIQUE

### 3.1 Le tracé

Le tracé est étudié en fonction de différentes contraintes en plan et en élévation. Citons notamment la géométrie requise pour conserver des vitesses de 300 km/heure, la topographie des lieux, la constitution géotechnique du sous-sol, l'hydraulique, le dimensionnement des ouvrages d'art existants, l'impact sur l'environnement et les questions administratives.

L'étude en élévation est travaillée sur base de modèles numériques de terrain générés automatiquement à partir d'un semis de points et d'une sélection de lignes caractéristiques reprenant les ruptures de relief (Cf. Annexe 1).

La conception du tracé est réalisée à l'aide du logiciel Star Infra permettant de travailler simultanément sur l'axe en plan et le profil en longueur en répercutant instantanément toutes les modifications sur un quelconque des raccordements altimétriques ou planimétriques.

A l'issue des générations successives de l'axe en plan, des profils en travers associés et du profil en long, les axes peuvent être intégrés dans le modèle numérique de terrain afin de mieux apprécier l'impact du projet sur le site et de pouvoir effectuer le calcul de la quantité des matériaux nécessaires à sa réalisation (métrés) (Cf. Annexe 1).

### 3.2 Implantation de l'axe et contrôle

#### 3.2.1 Polygonale de base

Un cheminement polygonal a été développé sur l'ensemble du tracé, soit plus de 235 kilomètres. Les spécifications techniques exigeaient la matérialisation d'un sommet tous les 300 mètres environ, à l'aide de borne en béton. L'imprécision maximale à craindre a été fixée à 5 cm en X et Y et à 3 cm en Z.

L'ensemble des cheminements de chaque tronçon est rattaché au système de représentation cartographique Lambert Belge. Les observations surabondantes ont été ajustées par la méthode des moindres carrés pour détecter les éventuelles fautes et surtout fournir une qualification statistique impartiale des résultats en terme de précision et de fiabilité.

Pour pouvoir contrôler et réceptionner valablement ce travail de base, TUC RAIL a acquis le système de positionnement par G.P.S de LEICA. Ce système est composé de deux récepteurs bi-fréquence, des contrôleurs et du logiciel SKI de traitement des observations.

L'attrait de ce système réside dans la rapidité environ 5 minutes par point, l'immunité au cryptage du code P et la puissance du logiciel. Il s'agit d'un système véritablement topographique. La haute précision obtenue, permet à TUC RAIL de l'utiliser comme un véritable comparateur.

La méthode retenue a été celle du statique rapide pour

le contrôle des sommets des cheminements et la méthode du Stop & Go pour le contrôle des points d'axe proprement dits. La transformation des coordonnées obtenues en WGS-84 en coordonnées Lambert Belge est effectuée via le module Datum & Map.

Des divergences ayant été constatées lors de ces opérations sur les points géodésiques de l'IGN, ce dernier entrepris la réfection locale de son réseau géodésique pour satisfaire aux contraintes de précision et d'homogénéité.

L'utilisation du G.P.S. est donc entrée rapidement dans la culture topographique de TUC RAIL et d'autres missions ont été réalisées à l'aide de ce système.

### 3.2.2 Implantation de l'axe

Les tableaux d'implantation des axes sont extraits automatiquement de la base de données et sont transférés par informatique vers les carnets électroniques de terrain et les modules mémoire dont sont garnies les stations totales utilisées par les topographes.

Ceux-ci se calent sur la polygonale de base pour réaliser les implantations, ainsi que pour effectuer simultanément les relevés de profils en travers du terrain naturel destinés aux entrepreneurs pour établir les différents métrés.

A titre de contrôle indépendant, une équipe de topographes reprend tous les points d'axe à l'aide du système G.P.S.

## 4. GESTION TOPOGRAPHIQUE DES CHANTIERS

### 4.1 Délimitation préalable des emprises

Conjointement avec l'entrepreneur, les topographes de TUC RAIL implante les emprises des expropriations dans le but de délimiter les zones de travail et de préparer les opérations de remembrements ultérieures.

Ces travaux s'effectuent au moyen de stations totales LEICA. Un système de codification topométrique permet le relevé de points, lignes et surfaces directement sur site avec introduction des symboles associés.

### 4.2 Réception des travaux avant pose des voies

Dans le cadre du contrôle de la qualité sur les chantiers, les équipes topographiques de TUC RAIL doivent exécuter un ensemble de prestations dont notamment la vérification de l'implantation des ouvrages d'art et le suivi de la construction de ceux-ci et l'examen de la conformité des remblais, déblais et de la plate-forme en général.

En cas de travaux supplémentaires non repris dans les plans d'exécution, des levés sont entrepris afin de mettre à jour la base de données du système d'Information Géographique, pour qu'en fin de travaux, l'on dispose directement d'informations et de documents représentant l'état final. (plan de recollement)

### 4.3 Implantation des voies

Une équipe spécialisée pour la pose des voies, implantera celles-ci dans l'axe, par coordonnées polaires et cheminement polygonal à partir de la polygonale de base.

Des logiciels embarqués dans les stations totales assisteront les opérateurs.

Tous ces points sont ensuite reportés en bord de plateforme et feront l'objet d'un nivellement de précision à l'aide de niveau numérique LEICA.

Ils permettront de guider la pose des rails durant les diverses opérations.

## 5. CONCLUSION

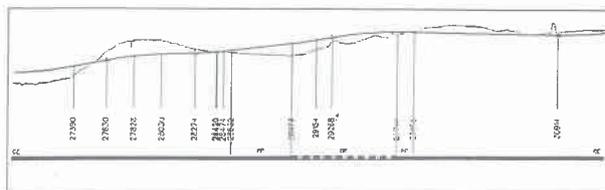
Quoique souvent considéré comme un mal nécessaire, la topographie gagne ses lettres de noblesse dans des travaux d'envergure, tel que ce projet T.G.V. Belgique où l'intervention régulière des géomètres et des topographes s'est montrée indispensable.

En effet, toutes les informations alimentant la base de données, la gestion de celle-ci, les travaux de contrôle par G.P.S., l'implantation des axes et les innombrables levés complémentaires sont le fait de ces professionnels dont la modestie et la discrétion sont souvent les seuls défauts.

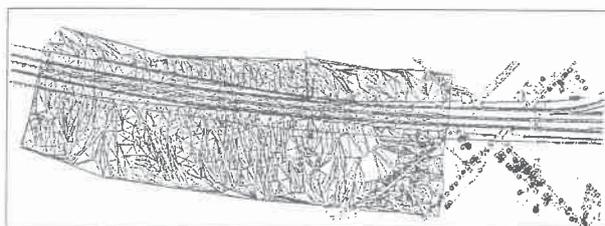
Nous remercions par ce biais, l'équipe des 12 topographes et géomètres de TUC RAIL, les différents bureaux de topographie privés, ainsi que les géomètres fonctionnaires des différentes administrations qui auront permis au T.G.V. de relier nos différents pays.

## ANNEXE 1 - TGV - VOIES ET TRACE

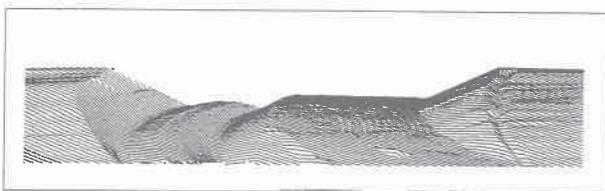
Outre la conception tridimensionnelle, planimétrique et altimétrique du tracé d'une ligne nouvelle en tenant compte du site et de l'environnement, TUC RAIL réalise toutes les études de détails relatives aux implantations, aux profils en travers, aux appareils de voies et installations diverses, etc.



Profil en long de l'axe



Modèle numérique du terrain



Intégration du projet dans le modèle terrain

