

Travaux topographiques nécessaires à la réalisation des TGV

J. FLEURY - Chef de la Division de Topographie S.N.C.F.

La construction d'une ligne ferroviaire à grande vitesse, nécessite de nombreuses interventions topographiques pour produire les plans indispensables aux études et pour assurer une réalisation conforme du projet.

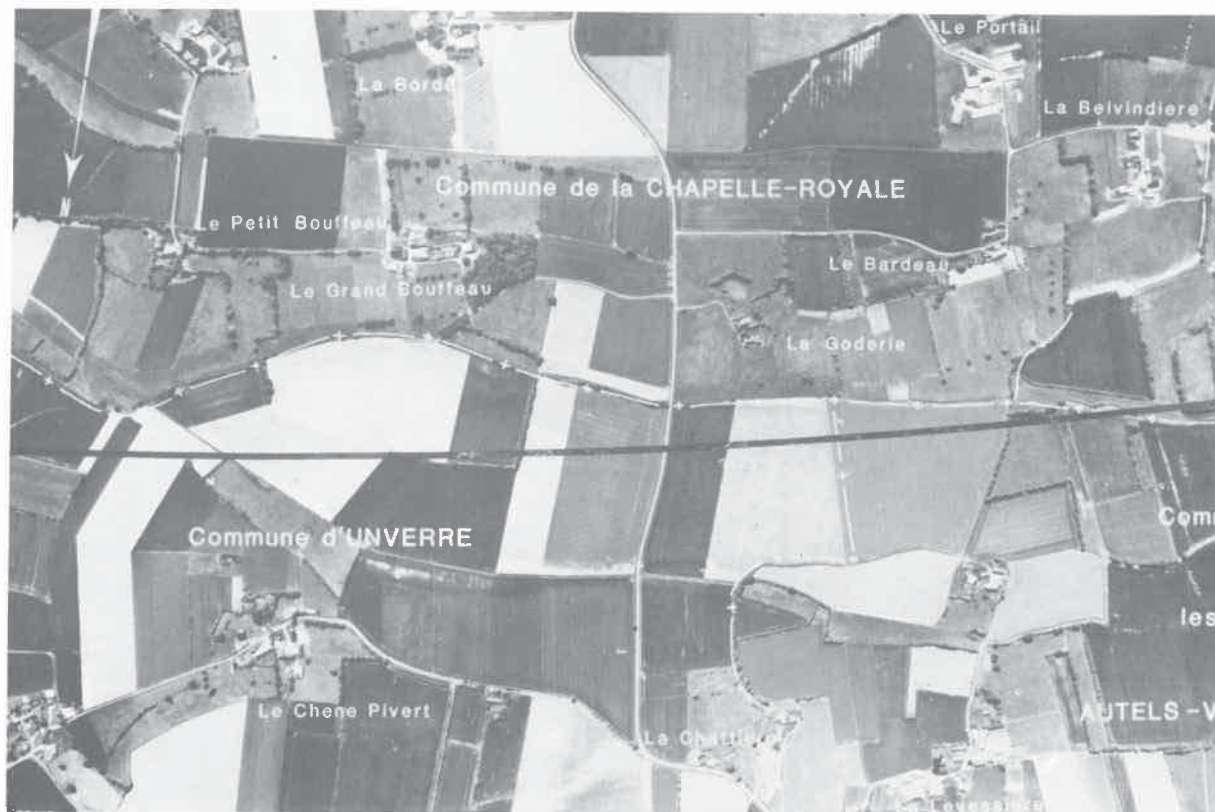
Le choix d'un tracé T.G.V. doit tenir compte des contraintes liées au milieu traversé et des caractéristiques géométriques de la ligne, définies en fonction de la vitesse et de la pente maximales imposées.

Une analyse multicritères de différents couloirs possibles, permet d'en apprécier l'impact et le coût, et d'entreprendre une concertation avec les instances régionales et départementales, les populations et les élus locaux.

Cette phase d'études préliminaires fait largement appel aux documents cartographiques existants, et éventuellement aux données des satellites de télédétection.

Les tracés sont présentés sur des cartes au 1:25000.

Cependant, des renseignements plus complets sont très vite nécessaires, c'est pourquoi des prises de vues aériennes au 1:15000 ou 1:20000 sont réalisées sur les différents axes possibles. Des agrandissements peuvent en faciliter l'interprétation, notamment en ce qui concerne l'impact sur l'habitat et l'utilisation du sol.



*Des photographies aériennes agrandies et agrémentées
de toponymie constituent un bon support de concertation*

A ceux qui mesurent la réalité au millimètre, voici quelques précisions.

A ceux qui voudraient
bien travailler
sans avoir à consulter
le bulletin météo,
(étanchéité
au ruissellement).

A ceux qui se disent que
la mesure optique,
c'est l'affaire du leader
mondial de l'optique,
(objectifs ED à très faible
dispersion).

A ceux qui aiment
le travail bien organisé,
(présélection des deux
lignes d'affichage).

A ceux qui pensent que
la haute précision,
c'est normal dans
ce métier,
(mesure à 0,2 millimètre).

A ceux qui
n'oublient jamais que
la rapidité n'est rien
sans la précision,
(tracking au millimètre).

A ceux qui considèrent
que l'électronique
est un service,
pas une servitude,
(enregistrement
automatique sur le carnet
de terrain).

Station DTM série A.

A ceux qui
se contentent du meilleur,

Nikon

Compte tenu des éléments fournis par ces études préliminaires, la S.N.C.F. propose au gouvernement un tracé pour le soumettre à l'enquête préalable à la **Déclaration d'Utilité Publique**.

La décision prise, les oppositions qui se sont manifestées lors des premiers contacts ne se sont pas pour autant apaisées, et le topographe risque de ne pas être bien accueilli sur le terrain.

La discrétion s'impose, et la photogrammétrie, à partir des vues aériennes citées ci-dessus, va permettre de réaliser des **plans topographiques au 1:5000** avec très peu d'intervention sur le terrain en utilisant les techniques d'aérotriangulation pour le canevas de stéréopréparation. La précision (e.m.q.) de ces plans est de 30 cm en planimétrie et en altimétrie.

Etablis sur 1 km de large, ils constituent le support de **l'avant projet** qui comprend :

- . un tracé en plan,
- . une étude géotechnique,
- . une étude hydraulique,
- . un calcul de cubature,
- . une estimation.

En vue de la constitution d'un **Modèle Numérique de Terrain** (M.N.T.), la fourniture de ces plans est accompagnée de fichiers informatiques contenant un semis de points définis en X Y Z, et des lignes caractéristiques du modelé du terrain, (changement de pentes, talwegs...).

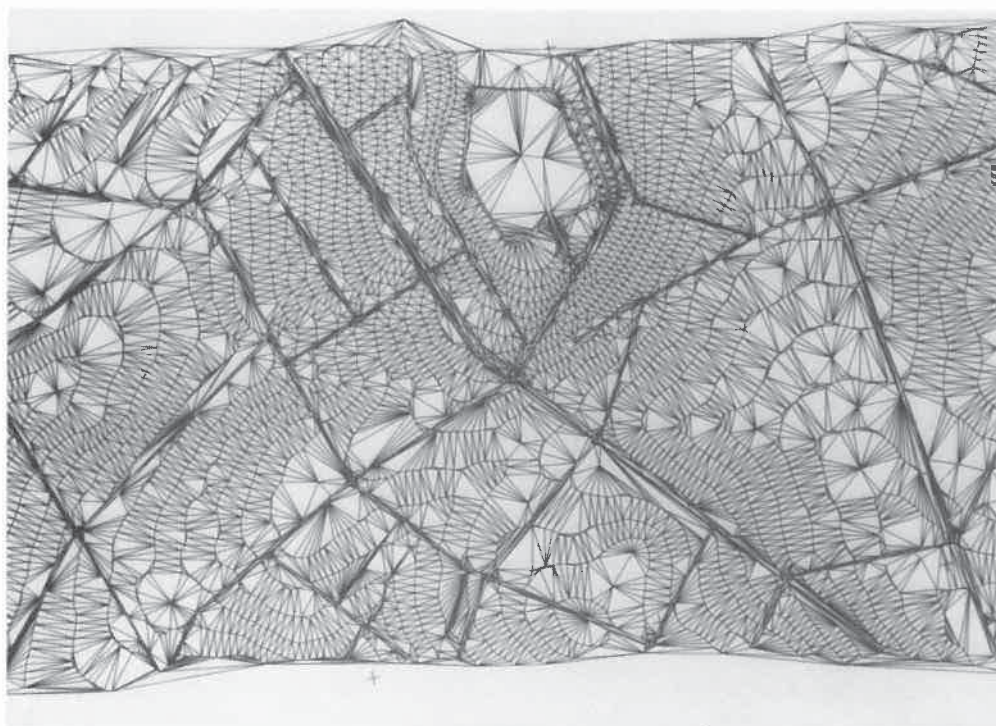
La modélisation consiste à créer des triangles ayant pour sommets les points du semis, sans franchir les lignes caractéristiques.

Les programmes d'exploitation permettent de calculer l'altitude d'un point du projet défini en coordonnées X Y dans le plan du triangle dans lequel il se trouve.

Certaines autres lignes dites "cartographiques" définissent les axes de route ou de rivière, les limites de communes.... Elles sont accompagnées d'un label qui les caractérise (R.N. 75, CD 37 ...) et qui peut être retranscrit automatiquement sur le projet.

Le projeteur peut, grâce à cet outil, obtenir automatiquement, sur station APPOLO, le dessin du profil en long et des profils en travers, le calcul des cubatures et le report du projet sur le fond de plan.

L'utilisation du M.N.T., comparé aux anciennes méthodes de lever des profils en long et en travers sur table à digitaliser, permet une optimisation plus facile du tracé en plan et du profil.



M.N.T.

—
Modèle
Numérique
de Terrain

Pendant l'étude de l'avant projet, des **Préétudes d'Aménagement Foncier** sont entreprises sous le contrôle des Directions Départementales de l'Agriculture et de la Forêt des départements concernés.

Dès qu'il devient possible d'intervenir sur le terrain, des campagnes de reconnaissance géotechnique et hydraulique, sont entreprises.

En même temps, le **canevas planimétrique principal** constitué d'un cheminement directeur avec des sommets distants de 1 km, est matérialisé par des bornes en béton.

Ce canevas intégré au réseau géodésique, assure l'homogénéité de toutes les opérations topographiques qui vont suivre, levés, implantations et contrôle de travaux.

Les mesures sont enregistrées sur le terrain et traitées par compensation suivant le critère des moindres carrés. Les résidus moyens sur les longueurs et les directions angulaires entre points successifs du cheminement, restent inférieurs au centimètre.

Dans l'avenir, il est envisagé d'utiliser les techniques de positionnement par satellite (G.P.S.) pour déterminer l'ossature d'appui et améliorer l'homogénéité de l'ensemble.

L'étude de l'avant projet, comprend également la poursuite de la concertation à l'échelon local, notamment pour fixer les principes de rétablissement des voiries, de l'hydraulique et des réseaux, ainsi que certains aménagements (protection phonique par exemple). A l'issue de cette phase, la géométrie et la position planimétrique de l'axe sont fixées.

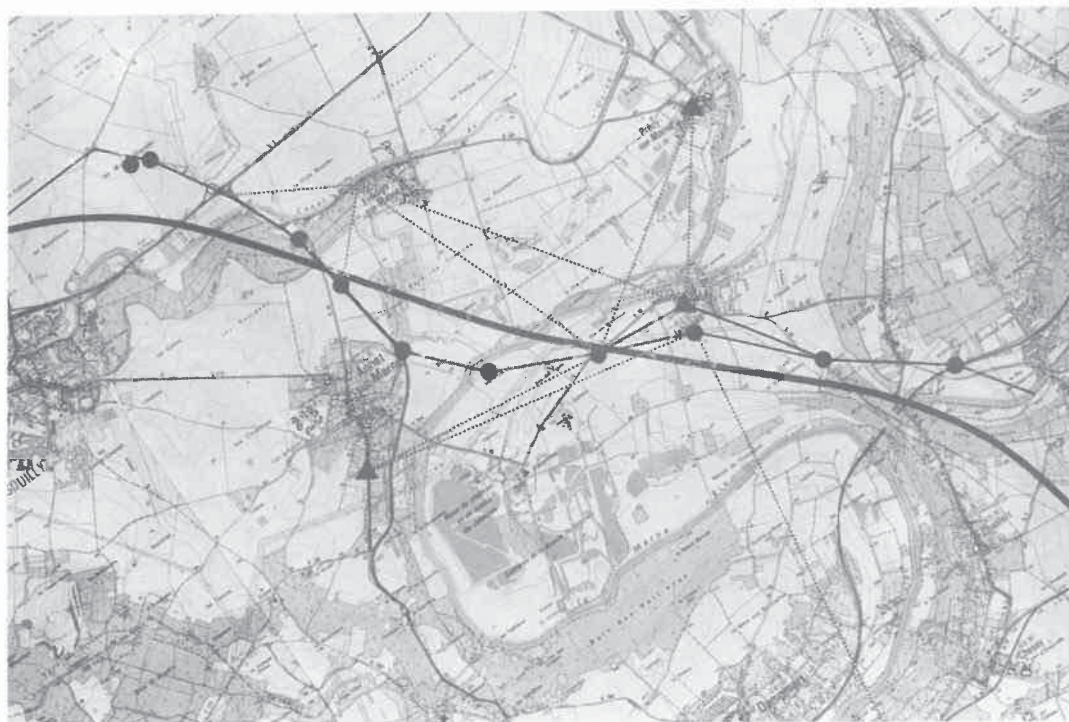
Par contre, c'est l'étude détaillée du **projet** qui permet l'optimisation du profil en long et du mouvement de terre, la localisation et la définition des divers aménagements à réaliser, et le lancement des appels d'offre pour les travaux.

Cette étude nécessite des plans plus précis et plus détaillés :

- un **plan topographique au 1:1000** également accompagné d'un modèle numérique de terrain réalisé par procédé photogrammétrique sur une bande de 300 à 500 m de large, à partir d'une prise de vues au 1:4000 ou 1:5000. Précision (e.m.q.) 10 cm en planimétrie et en altimétrie,

- des levés de détails au 1:100 pour les études d'Ouvrage d'Art,

- des levés de profils en rivière et de bassins versants pour les études hydrauliques.



Canevas Principal

Lorsque les besoins en emprises sont connus, la confection d'un dossier d'enquête parcellaire est entreprise pour chaque commune concernée par le projet.

Le plan parcellaire est obtenu par mise à l'échelle et application du cadastre sur le plan topographique au 1:1000. Les limites d'acquisition sont numérisées en coordonnées.

L'état parcellaire est constitué à partir des fichiers informatiques "MAJIC" (Mise A Jour des Informations Cadastreales) fournis par le Service du Cadastre. Ces fichiers de parcelles et de propriétaires cadastraux sont complétés par les contenances et les affectations des parties morcelées, ainsi qu'avec les noms et adresses des propriétaires réels (après recherche au service de la conservation des hypothèques).

Un logiciel mis au point par la S.N.C.F. sur micro ordinateur, permet d'automatiser les tâches d'édition, notamment pour l'envoi recommandé, à chaque propriétaire, de la notification de l'Arrêté Préfectoral d'ouverture d'enquête. Il permet en outre une gestion informatisée des acquisitions et des dépenses relatives à la maîtrise des sols.

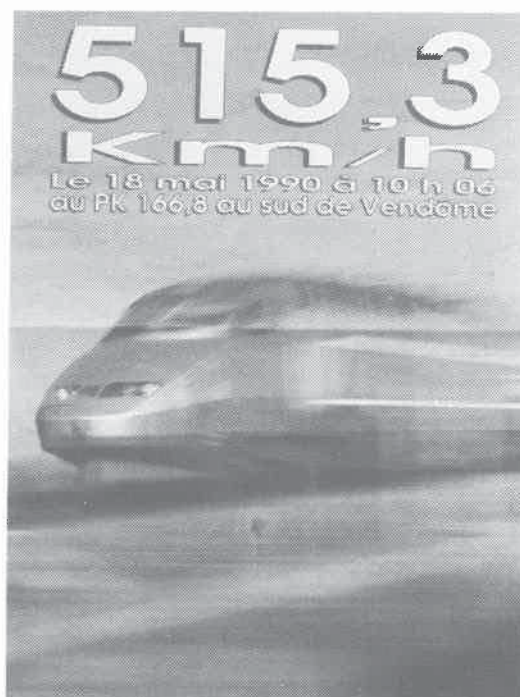
Une fois l'enquête parcellaire réalisée, souvent en même temps que l'enquête hydraulique, le dossier parcellaire est rectifié pour tenir compte des diverses réclamations. Il sert ensuite de base pour l'établissement des documents d'Arpentage nécessaires aux acquisitions et aux remboursements.

Les points numérisés des limites d'acquisition sont bornés sur le terrain à la fin des travaux, avant la pose des clôtures qui interdisent l'accès des animaux et riverains sur les voies.

En prévision des travaux pendant la phase d'étude du projet, le canevas est complété par :

- un canevas altimétrique principal réalisé par nivellement de précision et appuyé sur les repères du Nivellement Général de la France. Les repères sont scellés dans des bornes en béton situées à proximité du tracé tous les kilomètres.

RECORD DU MONDE DE VITESSE SUR RAIL



La circulation de trains à des vitesses voisines ou supérieures à 300 km/h ne peut se faire que sur des lignes spécialement construites à cet effet avec des courbes de grands rayons (minimum 6 000 m pour 300 Km/h). Par contre, les pentes et rampes peuvent être plus importantes que sur le réseau classique (35 ‰ sur le T.G.V. SUD-EST), ce qui limite les terrassements.

La géométrie du tracé théorique, alignements, courbes et raccordements, doit être rigoureusement respectée sur le terrain, tâche qui concerne directement le topographe.

- un canevas planimétrique secondaire qui densifie le canevas principal établi précédemment, matérialisé par des bornes préfabriquées distantes de 300 m environ.

Lorsque l'entreprise adjudicataire des travaux reçoit notification du marché, ces canevas lui sont remis contractuellement à charge pour elle d'en assurer la conservation pendant toute la durée du chantier.

PROJET DE SCHEMA DIRECTEUR NATIONAL DES LIAISONS FERROVIAIRES A GRANDE VITESSE



Devant le succès des premières lignes nouvelles, il est possible d'envisager la création d'un réseau à grande vitesse. Le gouvernement a donc demandé à la S.N.C.F. d'étudier toutes les liaisons susceptibles de présenter un intérêt économique pour la Société Nationale, et pour le pays. Après consultation des régions concernées, c'est un schéma directeur des T.G.V. qui devrait être adopté dans le courant du deuxième semestre 1990.

Lignes en service actuellement :

- le T.G.V. PARIS-LYON,
- le T.G.V. ATLANTIQUE, branche du MANS, la branche de TOURS devant être mise en service en septembre 1990.

Lignes en construction :

- le T.G.V. NORD ; mise en service prévue en 1993,
- le T.G.V. RHONE-ALPES (LYON-VALENCE) ; mise en service prévue en 1992, 1993 et 1994,
- l'INTERCONNEXION des T.G.V. à l'EST de PARIS ; mise en service prévue en 1994.

Projets envisagés :

- le T.G.V. PROVENCE COTE D'AZUR
- le T.G.V. LANGUEDOC-ROUSSILLON
- le T.G.V. MIDI PYRENEES
- le T.G.V. AQUITAINE
- le T.G.V. RHIN-RHONE
- la LIAISON TRANSALPINE
- le T.G.V. BRETAGNE
- l'INTERCONNEXION SUD DE PARIS
- le T.G.V. EST
- le T.G.V. NORMANDIE
- le T.G.V. LIMOUSIN,
- le T.G.V. PICARDIE

L'ordre de service permettant de commencer les travaux, n'est donné qu'après accord du maître d'ouvrage sur les études d'exécution réalisées par l'entreprise.

Ces études nécessitent là encore des interventions topographiques : implantation de l'axe du projet, relevé contradictoire du terrain naturel et certains relevés de détails, comme par exemple, les fils d'eau pour le calage altimétrique des ouvrages hydrauliques.

En ce qui concerne les travaux proprement dits, l'entreprise procède aux implantations et suivi de construction. Elle est également impliquée dans des opérations de contrôle dans le cadre du volet topographique du plan d'assurance qualité.

Les équipes topographiques de la S.N.C.F. interviennent par des réceptions au titre du contrôle externe à l'entreprise :

- contrôle des implantations et réception des Ouvrages d'Art, tolérance 3 cm,
- contrôle des entrées en terre et réception des couches d'assises (Tolérances en Z : couche de forme 5 cm et sous couche 3 cm).

Une attention particulière est toutefois apportée à l'implantation des voies, l'entreprise chargée de la pose recevant de la S.N.C.F. une plate-forme avec un piquetage des points d'axe tous les 200 m et des points principaux (origine de raccordement et de

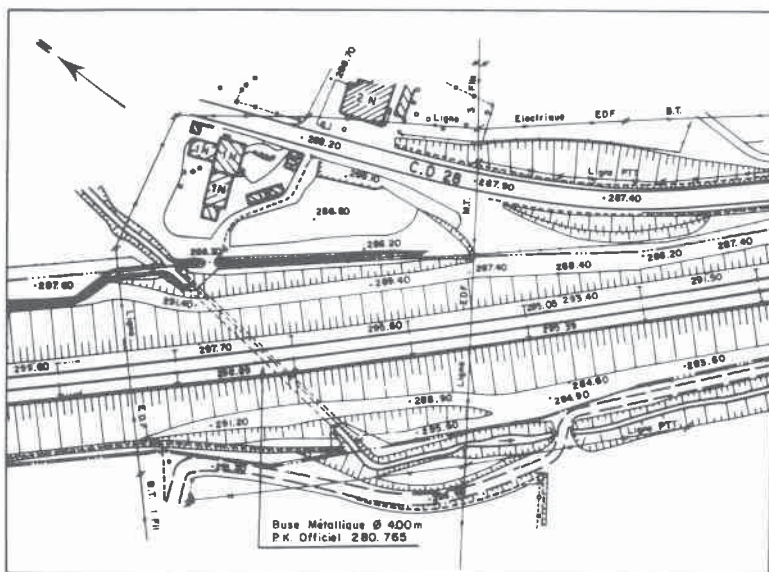
courbes, points caractéristiques des branchements ou appareils de voie).

Ces points sont implantés avec une précision de 1 cm. L'implantation est ensuite complétée par des points intermédiaires tous les 10 m en courbe, et tous les 40 m en alignement. Ces points d'axe sont ensuite reportés de part et d'autre vers les bords de la plate forme sur des rejets qui serviront à vérifier la position de la voie lors des différents relevages sur ballast.

Des piquets repères définitifs sont placés dans l'axe de la double voie tous les 100 m en alignement et tous les 20 m en courbe. Ils permettent un réglage très fin (de l'ordre du millimètre) avant la mise en service et ultérieurement un contrôle du maintien en place des voies lors des opérations d'entretien réalisées avec des machines automatiques.

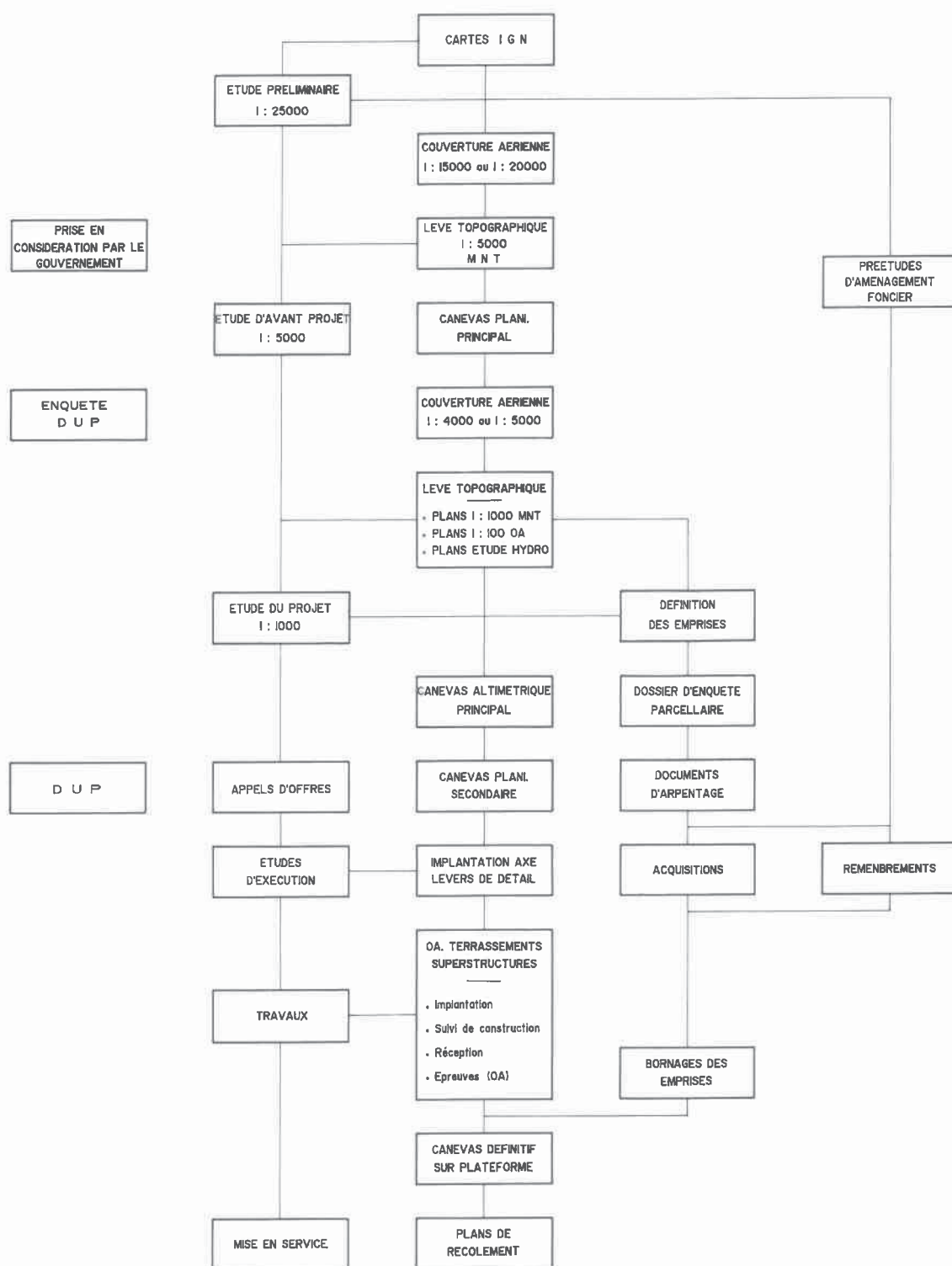
Lorsque les travaux sont terminés et avant la mise en service de la ligne, on procède à une dernière intervention topographique qui consiste à rétablir un canevas définitif sur la plate-forme, et à dresser des plans de recolement de l'ensemble des installations de la ligne nouvelle.

Ces plans ont été traités sur le T.G.V. ATLANTIQUE par photogrammétrie à partir d'une prise de vues au 1:4000, en cartographie automatique avec génération de fichiers de dessin exploitables sous le logiciel de DAO AUTOCAD.



Plan de
Recolement

TRAVAUX TOPOGRAPHIQUES POUR L'ETUDE ET LA CONSTRUCTION D'UNE LIGNE NOUVELLE



PRIX DE REVIENT DES TRAVAUX TOPOGRAPHIQUES Estimation T.G.V. Nord (330 km)

Etudes : 28 MF

- Canevas principal et secondaire
- Levers au 1:5000
- Levers au 1:1000
- Levers pour études O.A. et hydrauliques
- Préétudes d'Aménagement Foncier
- Dossiers d'Enquête Parcellaire

Travaux : 25 MF

- Implantations
- Contrôles de travaux
- Réceptions
- Mises au point parcellaires- Documents d'arpentage
- Récolement

Total travaux topographiques = 53 MF (160.000 F/km)

Coût des travaux de génie civil et des équipements ferroviaires : 11.000 MF