

**cachan
estp**

**XXème
colloque
A.F.T.**

nov. 96



applications de la topographie moderne aux travaux publics

système de guidage altimétrique par laser

Jean-Pierre Cosnier (laser Consult)

Les sociétés TOPO LASER SYSTEM et LASER CONSULT nées en 1992 à Orléans sont issues des ETS COSNIER J Pierre créées en 1983 qui commercialisent des appareils de contrôle laser pour le bâtiment et les travaux publics.

Du système laser simple pour le bâtiment en réglage horizontal ou vertical, passant par les canalisations ou le guidage d'engins agricoles il nous est apparu évident d'appliquer le concept du réglage laser à la construction routière.

Les missions de la société Laser Consult sont :

- Mieux connaître les travaux à réaliser : Étude, réalisation et suivi des projets routiers afin d'optimiser les tâches de réglage des fonds de forme et rationaliser au maximum leurs approvisionnements en matériaux.

- Former les utilisateurs pour qu'ils adoptent le réglage au laser dans leurs méthodes de travail.

- Rechercher et développer des produits tels que logiciel, capteurs, automatisme, afin de simplifier l'utilisation de ces systèmes.

- De trouver des partenaires Entreprises, Maîtres d'œuvre, Industriels, formant la chaîne de la construction routière.

- Offrir un support technique à la société Topo Laser Système, qui distribue les produits Spectra Physics.



LE GUIDAGE LASER

Depuis quelques années, la technologie du laser est parfaitement adaptée au guidage automatique d'engin en nivellement. En effet il suffit de placer un émetteur laser rotatif double pente et de placer des capteurs sur un engin pour visualiser en temps réel la référence laser. Le pilote peut ainsi connaître sa position et ajuster, soit manuellement soit automatiquement, l'outil de travail (lame, godet ou table de finisseur, etc.).

Cette technique de guidage ayant fait ses preuves depuis quelques années pour la réalisation de plates-formes s'est vulgarisée auprès des entreprises de travaux publics de moyenne et grande importance.

La précision, la qualité de réglage des plates-formes, la rapidité de mise en place des matériaux sont autant d'arguments ne pouvant laisser les entreprises indifférentes.

L'utilisation du système laser (émission/réception) est plus ardue pour la réalisation de chantiers linéaires tels que les autoroutes, routes, TGV, grands parkings..., et la logistique devient indispensable.

L'emploi de l'informatique dans la construction nous a conduit à trouver les moyens de mieux faire passer les consignes de travail du bureau d'étude aux engins de chantier par le biais de l'ordinateur, et satisfaire aux exigences des projets, raccourcir la chaîne des interventions humaines éliminer les sources d'erreur.

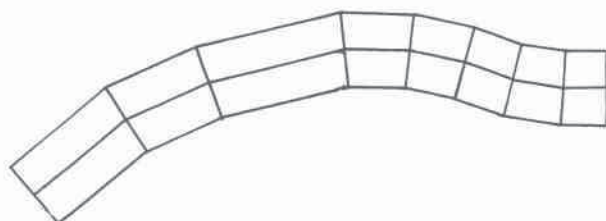
Au début des années 90, nous avons développé un logiciel informatique baptisé **Machine Control System** (MCS).

Ce logiciel, après récupération ou numérisation des données du projet, fournit aux chantiers la méthodologie d'exécution qui leur est propre. A savoir : nombre et localisation des sources émettrices et recommandation (longueurs, pentes, devers, hauteurs des capteurs) à appliquer sur le terrain pour le guidage assisté du matériel concerné.

Le logiciel MCS s'avère très efficace pour la réalisation de chantiers autoroutiers, routiers, TGV si la topographie du projet n'est pas trop tourmentée aussi bien en altimétrie qu'en planimétrie.

L'avantage du système MCS étant de supprimer le fil, dont on connaît les contraintes, de réduire le nombre de références, tout en conservant la précision et les avantages du guidage laser.

L'inconvénient du système MCS étant les portées lasers réduites lorsque les éléments du projet tels que cercles et clothoïdes en planimétrie et rampes en altimétrie sont calculés avec des rayons de courbures très petits.



PRINCIPE DU ROAD CONTROL SYSTEM (R.C.S.)

Le principe du **RCS** consiste à digitaliser un projet routier et le transformer en consigne numérique sur un automate ou Pilote automatique, lequel assurera les tâches fastidieuses du maintien de la meilleure trajectoire de l'outil de travail.

Le système est basé sur le principe d'utilisation du laser rotatif à doubles pentes et des capteurs de réception, solidaires de la machine.

Sur le chantier, une fois l'émetteur laser mis en place selon les paramètres prédéfinis par le logiciel et l'engin calibré pour la durée du chantier le système peut-être mis en fonction.

Au fur et à mesure de l'avancement de l'engin, le calculateur embarqué, ajuste la hauteur des capteurs lasers, solidaires de la table par rapport à l'écart entre le plan de référence et le projet à réaliser.

LE MATÉRIEL

Tout le matériel et ses accessoires, nécessaires à la bonne mise en œuvre du système **RCS** est de marque Spectra-Physics Laserplane, dont la fiabilité et la précision ont largement dépassé le monde des travaux publics, puisque devenu leader dans des secteurs comme l'armement, le matériel médical, la modélisation 3D...

1. ÉMISSION/CONTROLE la Référence laser

Émetteurs Laserplane double pentes type 1145
DéTECTEURS Laser Eye type 1175
Mires télescopiques type 1084-1 de 4.50 mètres.
RépÉTITEURS à distance type 1178
Verniers de rotations (placés entre l'émetteur et la tête de colonne pour la rotation lors de la mise en place de l'émetteur).
Têtes de trépied à colonnes pour le réglage en hauteur des appareils.
Tours/remorques.

2. RECEPTION MACHINE Visualisation de la référence

Système Blade-Pri (Spectre-Physics Laserplane)
Boîtier de contrôle RCS
Interface électromécanique
Kit de câblage
Mats électriques
Cellules de réception
Roue codeuse avec câblage
Kit Machine

3. SYSTÈME INFORMATIQUE Pilote automatique

Psion XP 32Ko ou Workabout
Boîtier étanche de protection
Datapack 32Ko (Logiciel)
Flashpack 256 ko (Fichier)

ÉTUDE INFORMATISÉE DU CHANTIER

Le Road Control System étant dans une phase de développement, tous les fichiers nécessaires à la mise en œuvre du système **RCS** sont créés et étudiés par la division Recherche et développement LASER-CONSULT.

Dans une première phase, il nous est nécessaire de reprendre les données de calculs du projet en répartant des éléments de constructions planimétriques et altimétriques.

Interviennent également dans nos calculs différents paramètres tels que les variations de dévers, les variations de terre plein central, les points d'axe de rotations des dévers, les épaisseurs de couches.... Sont également pris en compte le type de machine à guider pour leur mode de déplacement, leur vitesse, et la largeur de la table. En effet sur certains chantiers une solution laser plus palpeur peut-être préférée à une solution à double réception laser.

Le calcul informatisé passe par trois phases essentielles.

- 1 - Saisie des éléments de construction planimétriques. Calcul de la trajectoire en XYZ.
- 2 - Détermination des stations lasers et de leurs plans associés fonction de la topographie du projet ainsi que des possibilités de mise en place sur le chantier (Axe TPC Lignes blanches, déportés, bornes de polygonales...) :
- 3 - Chargement des consignes de pilotage à l'ordinateur de bord.

Un listing (papier ou disquette) sera édité pour l'implantation des stations lasers X, Y, Z, Abscisses.

Un carnet de réalisation permettra au topographe de contrôler derrière la machine le résultat obtenu à des largeurs prédéfinies par le maître d'œuvre.

MODE DE FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME

1. Mise en place des émetteurs lasers

En fonction des calculs, les stations lasers auront été implantées par avance par le topographe en X, Y et Z avec précision (environ 5 points au kilomètre sur autoroute).



1. Trois lasers rotatifs double pente placés sur remorques avec stabilisateur



2. Deux capteurs fixés sur des mats télescopiques électriques de chaque côté du screed.

Un listing de mise en place des lasers, indiquant les hauteurs, pentes, devers, permet d'effectuer les mises en stations par l'équipe chargée de l'opération.

L'émetteur laser est donc mis en place sur sa tour avec les paramètres précédemment définis en s'orientant à la fois sur la station suivante, et sur un troisième point pour être sûr de ne pas commettre d'erreur de sens de pente. (Un plan passe par trois points). Ces points sont contrôlés au moyen du détecteur 1175 fixé sur la mire télescopique.

Nous conseillons d'utiliser trois émissions laser de manière à ce qu'il y ait une en fonctionnement, une en attente et une en cours de déplacement.

2. Réglage et calibration de la réception laser

Le système embarqué a été conçu de manière à ce qu'il soit très simple à utiliser et qu'il ne devienne pas une contrainte de plus, mais simplement une aide à la conduite.

Au démarrage, il suffit d'indiquer au computer le nom du chantier et le sens progression de la machine.

3. Réalisation

La réalisation est complètement automatisée, puisque c'est l'ordinateur en communication permanente avec le BladePro, et la roue codeuse qui transmet les informations de mouvement à la table du finisseur. Les corrections sont effectuées tous les mètres.

Lorsque l'engin arrive à hauteur de la station laser suivante, le régleur allume celui-ci et éteint le précédent au moyen d'une radio-commande de manière à ce qu'il n'y ait aucune coupure ni arrêt de fonctionnement.

Une simple pression sur une touche de l'ordinateur permet de recalibrer l'abscisse dans le cas d'un décalage éventuel.

ROAD CONTROL SYSTEM

A. L'ÉMETTEUR (Photo 1)

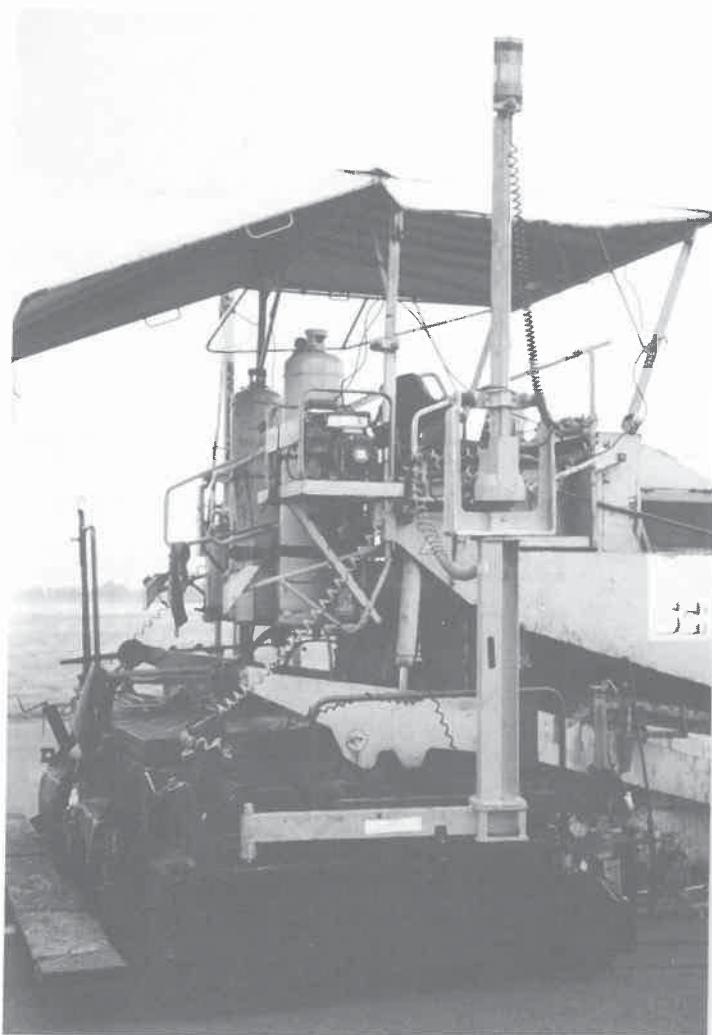
Il émet un faisceau laser qui tourne à une vitesse de 600 tours/minute créant ainsi un plan laser dont on peut faire varier :

- la hauteur, en déplaçant verticalement l'émetteur.
- l'inclinaison, en agissant sur la valeur de deux pentes perpendiculaires.

**B. RECEPTION MONTE SUR FINISSEUR**

- Une cellule réceptrice (Photo 2)
Elle permet de capter le rayon laser.
Elle est fixée sur un mat électrique qui peut se déplacer verticalement. Ce mat est solidaire de la table du finisseur
- Un boîtier de commande BLADE-PRO : (Photo 3)
Il commande de la cabine les électrovannes du FINISSEUR
- Un boîtier RCS avec micro-processeur PSION : Il permet de mémoriser le profil du chantier à réaliser et permet un pilotage automatique du boîtier BLADE-PRO
- Une roulette : (photo 4)
Elle enregistre l'avancement du finisseur.

2



3



4

**C. LE DÉTECTEUR MANUEL (BIP-BIP)**

Placé sur une canne télescopique, il permet de détecter à quelle hauteur se trouve le rayon laser. Il possède des indicateurs sonores et lumineux.