

# le chantier du centre technique renault

Michel Chevessier

Conseiller technique auprès de SOTRAGA



## UN PROJET EXCEPTIONNEL

Aucun chantier de Travaux Publics ne ressemble à un autre tant les environnements et les contraintes associées les distinguent : nature des sols rencontrés, topographie des lieux ou même protection écologique avant, pendant ou après les travaux. Ces contraintes conduisent les entreprises de terrassement à toujours produire une solution unique et innovante pour chaque nouveau chantier. Cependant, l'extension du Centre Technique de RENAULT ne partage aucun critère habituellement rencontré dans les opérations traditionnelles de construction routière.

Ce projet de 90 millions de Francs s'étend quelque part entre Louviers et Gaillon (Eure), sur un terrain de 150 ha abrité des regards du plus grand nombre afin de préserver la confidentialité des essais automobiles qui s'y dérouleront. Cette piste de validation fera de RENAULT l'une des firmes au monde les plus avancées dans le domaine de la recherche routière. Au total, ce sont douze kilomètres, répartis sur 1 km<sup>2</sup> environ, qui reproduisent entre autres les conditions rencontrées sur route nationale ou route secondaire de montagne mais aussi des situations heureusement moins fréquentes telles que des rampes à 12 et même 18 %!

Ne s'agissant pas ici de travaux linéaires comme les constructions autoroutières ou ferroviaires, de nouvelles techniques ont dû être développées puis employées en production par la société SOTRAGA qui assure l'intégralité des travaux de terrassement peu ordinaires.



## LES TRAVAUX DE TOPOGRAPHIE

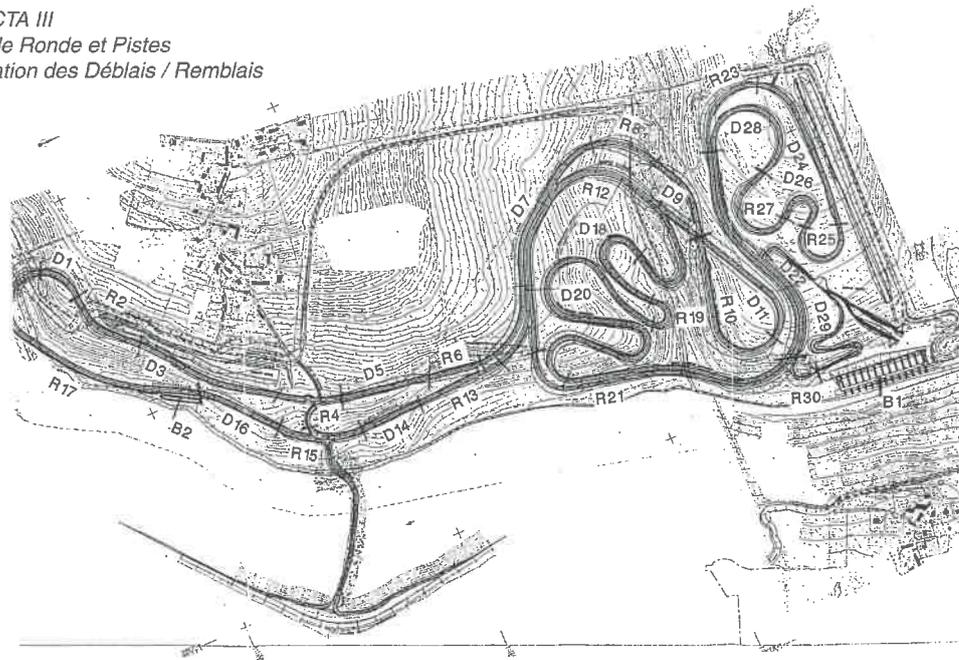
La configuration initiale des lieux (dans une région fortement vallonnée), mais surtout la complexité du projet final, ont très rapidement fait douter de l'adéquation économique des moyens opto-électroniques traditionnels avec la rapidité requise sur une telle plateforme. Ce sont donc des équipements GPS qui ont été sélectionnés pour leur facilité de mise en œuvre et leur complémentarité avec les besoins d'automatisation des engins de terrassement. En pratique, ce sont des récepteurs bifréquence produits en France par la société DSNP qui ont été

retenus pour la fiabilité de leur liaison radio. En effet, la qualité de la transmission des données était un élément déterminant sur ce type de chantier où les dénivellés font plusieurs dizaines de mètres et où la station d'émission devait être installée sur un point bas, pour des raisons de sécurité et d'accessibilité.

Le levé de terrain naturel a été réalisé avec ces équipements GPS à la cadence de 600 m/h (avec des profils espacés de 30 mètres sur une largeur de 80 m) en mode trajectographie, ce qui permet l'enregistrement automatique des coordonnées à un pas défini par le topographe. Les coordonnées sont alors restituables graphiquement à l'aide de logiciels tels que Micropiste, Macao, Romulus, Mensura ou autre logiciel CAO/DAO.

Tous les travaux d'entrées en terre ont été facilités par les différents modules logiciels de la gamme CENTAUR (Civil ENGINEERING Technologies for AUTOMATIC Roadmaking), développée par GTM-Construction qui comprend, pour les aspects topographiques routiers deux sous-

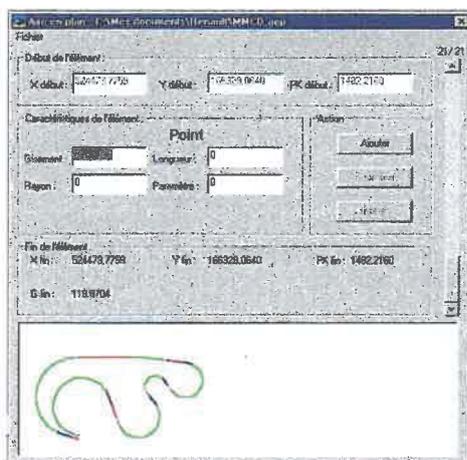
Renault CTA III  
Chemin de Ronde et Pistes  
Numérotation des Déblais / Remblais



ensembles : un programme de saisie de projet (axe en plan, profil en long, profils en travers) et un programme embarqué sur tablette électronique avec écran graphique couleur pour l'implantation des entrées en terre. La saisie a été réalisée en 3 jours pour l'ensemble du chantier. L'implantation a été effectuée au gré de l'avancement des travaux à une cadence de 450 m/h sans utilisation du levé de TN et donc avec un piquetage directement exploitable en production. Le deuxième module (le CENTAUR Walker) a également permis le calcul des cubatures au quotidien.

### LE PRÉRÉGLAGE

La disponibilité d'une station GPS de référence sur le site a facilité le guidage et l'asservissement automatique des engins de préréglage. Là encore, c'est une solution très innovante qui a été retenue puisque c'est à l'aide du Rotograde 6000 (construit en Vendée par la Société RABAUD) que ces opérations ont été menées. Le Rotograde 6000 est une machine de 400 CV pouvant régler des chaussées sur une largeur de 6 mètres à une vitesse de 2 km/h environ, ce qui conduit à des rendements pratiques de 4500 m<sup>2</sup>/h à comparer aux 500 m<sup>2</sup>/h qu'une niveleuse réalise en moyenne dans ces conditions.



D'un point de vue géotechnique, le terrain comporte des limons A1, des argiles à silex et de la craie à silex, ce qui n'a évidemment pas facilité la mise en œuvre des matériaux. Néanmoins, l'engin équipé de deux récepteurs GPS, directement montés sur le rotor de coupe à dents plates du ROTOGRADE 6000, a permis d'assurer dans ces conditions difficiles un préréglage à +4 cm, nécessaire pour garantir une recoupe minimale de 2 cm après traitement au liant routier.

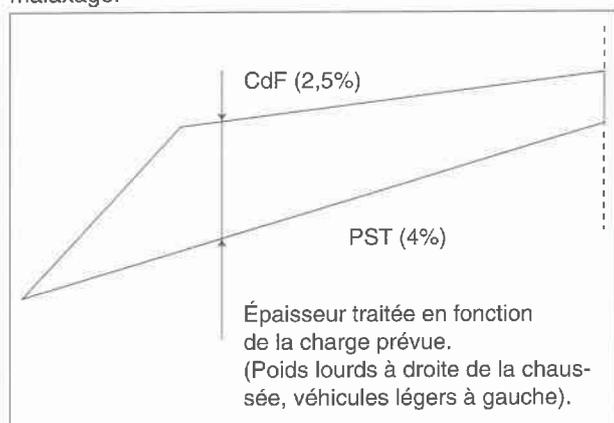
### LE TRAITEMENT EN PLACE DES SOLS

Il existe toujours, de la part des donneurs d'ordres, une certaine réticence à utiliser le traitement en place des sols à la chaux ou au ciment par crainte de l'absence de contrôle précis des profondeurs de malaxage. C'est d'ailleurs ce qui conduit les maîtrise d'œuvre à augmenter d'environ 1 % les dosages de liants épandus afin de garantir les spécifications minimales, et ce, malgré l'aspect économique négatif qu'induit cette pratique (le prix de la tonne de liant est d'environ 400 F). Pourtant, une technique de traitement en place des sols parfaitement maîtrisée présente un intérêt financier immédiat : elle évite d'une part, le transfert sur site d'une centrale à béton (200 000 à 300 000 F) alors que le transport d'un engin de malaxage ne coûte que 20 000 F environ et d'autre part, elle permet de s'affranchir d'important déplacements de matériaux.

Pour la première fois en production, il a donc été décidé de contrôler à  $\pm 1$  cm avec une technique satellitaire les positions des rotors de pulvimixeurs lors du traitement des couches de forme d'une épaisseur de 35 cm. Cela a été rendu possible grâce au montage d'un récepteur GPS (fonctionnant en mode cinématique temps réel) couplé à un inclinomètre de précision. Les deux capteurs ont été reliés à un ordinateur intégrant le module logiciel « CENTAUR-driver » qui assure l'asservissement automatique du rotor en altimétrie. (Pour cette première expérience le conducteur conservait la maîtrise de la conduite planimétrique qui sera automatisée par la suite).



De nouvelles perspectives s'offrent donc, grâce à ce chantier, pour des réalisations plus courantes (création d'autoroutes par exemple) où l'absence de parallélisme entre Couche de Forme (CDF) et Plate-forme Support de Terrassement (PST) interdirait – ou rendait plus aléatoire – le traitement en place des sols : Ceci est maintenant rendu possible grâce à l'automatisation des engins de malaxage.



Coupe transversale d'une chaussée habituelle

### LE FIN RÉGLAGE

Cet ultime travail de terrassement présente – de très loin – les contraintes opérationnelles les plus difficiles à surmonter :

- La précision mais aussi « l'uni » (la planéité) de la surface réglée sont primordiaux.,
- Le délai de maniabilité des matériaux (période pendant laquelle les matériaux peuvent être travaillés voire retravaillés après évacuation) n'est que de 4 à 5 heures, ce qui est peu compte tenu de l'optimisation obligée des engins de réglage,
- La géométrie du projet inclut des courbes d'un rayon de 45 m et des changements rapides de pentes et de dévers.

Comme pour le pré-réglage, des moyens particuliers – adaptés à l'environnement – ont dû être développés en partant de constatations simples : les techniques de guidage au laser étaient exclues par les très fortes variations de dévers (+ 8 % à - 8 % en 80 mètres !) sauf à imaginer un déplacement des sources laser tous les 10, 20 ou 30 mètres. Un asservissement par station robotisée a également été rejeté pour sa mise en œuvre trop lourde et pour l'étrécissement des voies qui auraient conduit à des décrochages de poursuite dus aux fréquents passages

d'engins de transport. Les réaccrochages alors trop nombreux et trop longs (2 à 3 minutes par réaccrochage) auraient nui à la productivité. En outre, les perturbations liées aux conditions climatiques hivernales et à la poussière dégagée en période de sécheresse rendaient ces deux solutions optiques inenvisageables.

Restait donc la solution GPS qui présentait un inconvénient de taille : sa précision altimétrique insuffisante ( $\pm 1,5$  cm) alors que la tolérance maximale en fin réglage était de ( $\pm 1$  cm, en fait  $0/+ 2$  cm en réception). Les avantages du GPS étaient cependant si nombreux qu'une étude a été menée pour améliorer sa précision en Z avec un objectif fixé à  $\pm 0,5$  cm afin de garantir la tolérance imposée. Cet exercice a été très délicat car tout filtrage des mesures GPS, acceptable pour des travaux conventionnels, était interdit par les trop rapides changements de pente et de dévers du projet. D'autres algorithmes de réduction des erreurs ont par conséquent dû être développés après une modélisation précise des résultats fournis par les récepteurs GPS.

Au final, cette étude a débouché sur une version adaptée du module embarqué « CENTAUR Driver » qui a alors pu être installé sur le Rotograde 6000 après validation des résultats sur un terrain d'essai extérieur. Les réceptions de travaux, effectués avec une station robotisée LEICA TCA 1103, ont immédiatement montré que la tolérance requise était respectée, avec des résultats dont les erreurs ne dépassent pas  $\pm 0,7$  cm.

Cette première réalisation ouvre des perspectives extrêmement intéressantes pour les travaux plus habituels tels que la construction de bretelles ou d'échangeurs ou les terrassements de rétablissement qui tous souffrent des limitations liées à l'emploi d'appareils optiques.

### EN RÉSUMÉ

Comme toujours dans le domaine des T.P., il a fallu pour le chantier très particulier de RENAULT, adapter les moyens de production aux contraintes imposées par l'environnement. Dans ce cas précis, c'est principalement l'apport fourni par la technologie GPS qui a permis, couplé avec des engins de conception nouvelle, de résoudre les points durs.

Sur le plan économique, le coût et l'exploitation des appareils GPS actuels embarqués autorise leur généralisation massive sur tous types d'engins et à toutes les phases d'avancement puisque ce sont jusqu'à 6 unités mobiles qui ont été utilisées simultanément en topographie, pré-réglage, traitement et fin réglage : leur coût unitaire est maintenant inférieur à 150 000 francs.