

le G. P. S. dans le monde du génie civil et de la construction

*Eric Logeais
Trimble - dept. Topographie Cartographie*

Trimble a pour vocation de produire des solutions basées sur le GPS dans le but d'améliorer notre mode de vie et notre façon de travailler. Afin de satisfaire cette mission, Trimble a développé et appliqué le GPS et d'autres technologies de pointes dans les industries du génie civil et de la construction à travers le monde, accroissant leur productivité.

Topographie

Les systèmes de haute précision ont d'abord été développés pour les applications de topographie. Ils ont été d'abord utilisés pour les travaux de contrôles, fournissant un réseau de point d'appuis précis pour la topographie et la photogrammétrie. Dans les années 80, obtenir cette précision demanderait 45 à 60 minutes d'observation sur le terrain et impliquerait un traitement des données sur ordinateur pour obtenir des résultats centimétriques. Plus récemment les sociétés de topographie ont utilisé la technique connue sous le nom de GPS cinématique pour enregistrer et traiter les données des travaux de topographie, de volume et de contrôle. Ces techniques impliquent le post traitement d'un grand nombre de données GPS brutes pour obtenir une précision centimétrique. Cependant, avec l'apparition du RTK, les topographes ont la possibilité de réaliser des mesures centimétriques presque instantanément.

Le GPS permet au topographe de la société de génie civil de réaliser des chantiers de contrôle, de topographie, de levé, d'implantation, de surveillance avec une équipe d'une personne, quelque soit le temps, 24 heures sur 24. Pour certaines applications, les données dynamiques peuvent être enregistrées à partir d'un véhicule pour plus de



rapidité dans une collecte des données. Ces systèmes de mesure s'interfacent aux systèmes de DAO et permettent au chef de projet de suivre l'évolution du chantier. Contrôle de la stabilité des pentes, de la sédimentation, et des grandes structures telles qu'un barrage sont d'autres domaines dans lesquels le GPS est utilisé par l'industrie du génie civil et de la construction.

Mise en place de structure et construction de pont

La mise en place de grandes structures préfabriquées de béton ou d'acier peuvent être réalisées avec précision et sécurité en adoptant un GPS de haute précision. Les grandes pièces structurelles telles que des sections de ponts peuvent être placées avec exactitude, assurant une position précise fidèle au projet initial. La mise en place de structure en région côtière ou éloignée était traditionnellement limitée à l'intervisibilité avec la base. Le GPS surmonte cet obstacle. De plus, il est possible de réaliser un suivi continu de la structure pendant son déplacement.

En construisant le pont et la structure porteuse en parallèle, ceux-ci peuvent être construits beaucoup plus rapidement. Cette approche, néanmoins, pose un nouveau problème à l'entrepreneur i.c., la mise en place précise du tablier sur la structure intermédiaire du pont. Le GPS est synonyme d'une mise en place rapide et précise de grandes structures, par conséquent il permet au constructeur de recueillir les bénéfices de son approche parallèle : achèvement plus rapide du projet et réduction des coûts de construction.

En juin 1996, Hyundai Engineering and Construction Co. Ltd a utilisé le nouveau logiciel Target : Structures™

S - GPS - GPS - GPS - GPS

avec du GPS RTK dans la construction du Grand Pont de Sco-Kang à Séoul, Corée. Le système conçu à partir de récepteurs GPS était utilisé pour guider avec précision une portion de pont de 150 mètres de long sur une distance de 2 km. Le GPS surveillait les mouvements de cette structure, avec une précision centimétrique, dans les trois dimensions aussi bien qu'en orientation. Les informations du mouvement de la structure et de la distance à parcourir étaient diffusées au chef d'équipe, qui pouvait alors modifier les paramètres pour la mise en place de la structure si nécessaire.

La mise en place a été réalisée en deux heures. Au cours de celle-ci, Target : Structures™ a enregistré vingt minutes de données de positions et a délivré un rapport.

Verticalité des structures de haute taille

Le GPS centimétrique temps réel peut être utilisé pour le contrôle de la verticalité de la structure de grande taille. Il permet une amélioration significative de la précision comparé aux méthodes traditionnelles lorsque la structure dépasse 60 mètres de hauteur. À la différence du chantier traditionnel, laser, fil à plomb, et théodolite, la précision du GPS ne se dégrade pas avec la hauteur, ce qui fait de lui la plus précise des méthodes pour le contrôle de verticalité des grands édifices. La Sky City Tower érigée en 1997 à Auckland, Nouvelle Zélande, est la sixième plus haute tour du monde avec 328 mètres. Les topographes de la société Harrison Grierson Consultant Ltd. en coordination avec le maître d'œuvre Fletcher Construction Ltd., utilisent GPS et inclinomètres pour assurer la verticalité de la tour, et pour mesurer les forces extérieures dues aux vents sur la tour. Le système basé sur le GPS compare la véritable position des points caractéristiques avec les positions théoriques, ET détermine la valeur du glissement à imposer au coffrage pour le placer dans la bonne position.

Mise en place de réseau

Le tracé de câbles et de tubes peut être réalisé avec plus de productivité et à moindre coût en utilisant du GPS de haute précision. Avec un système d'information géographique (SIG) embarqué et les réseaux déjà installés en mémoire, les tranchées peuvent être creusées de façon précise sans risque de les détruire. L'information décrivant où le nouveau câble ou tube est disposé peut être enregistrée automatiquement, éliminant la nécessité de réaliser un levé. La réalisation automatique de ce levé fait parti du SIG.

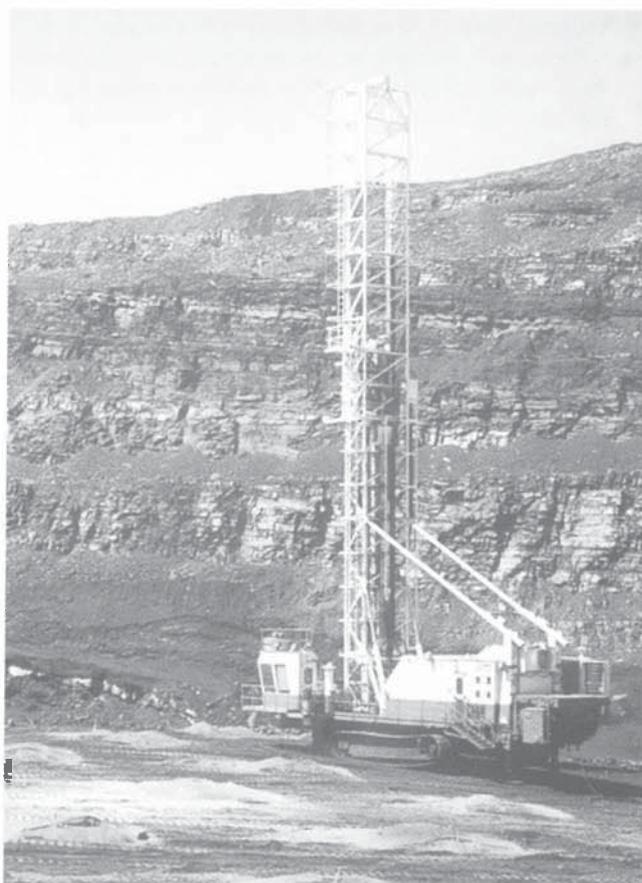
Positionnement de piliers

Les systèmes GPS de haute précision permettent de placer très précisément les piliers sans avoir recours aux techniques traditionnelles. Le travail de fondation peut être réalisé en temps et en heure sans soucis des conditions climatiques. La perte accidentelle d'un jalon n'est plus un problème. L'ordinateur de bord guide l'opérateur vers le pilier sélectionné avec un écran graphique convivial. Des capteurs auxiliaires, incluant inclinomètres et contrôleurs de profondeurs peuvent être interfacés. Toutes les données sont mémorisées pour fournir des comptes rendus de production et les dessins du tracé.

L'utilisation de la précision centimétrique dans le positionnement dynamique a été vite reconnue pour offrir des



applications dans le guidage de machine. En 1994, Trimble s'associa avec Stent Foundation, une société basée en Angleterre qui fait partie du groupe de sociétés incluant le groupe de construction Balfour Beatty, afin de trouver une solution pour positionner précisément les pieux de fondation dans l'expansion du projet du London's Guildhall. Des ruines Romaines avaient été trouvées sous le site. Le travail de fondation devait être réussi sans endommager ces anciennes ruines. Le système, basé sur le GPS, conçu par Stent mémorise le plan digitalisé des positions de forage dans l'ordinateur de bord de la foreuse, et guide l'opérateur vers l'emplacement avec de plus en plus de détails sur l'écran de l'opérateur en cabine.



Mouvement de terrain

Les opérations de nivellement peuvent tirer profit de l'utilisation des systèmes GPS. Le transfert des dessins techniques à partir d'une table à dessin ou d'un ordinateur vers le terrain est traditionnellement lié à la précision du positionnement des jalons implantés par les équipes de topographes. Avec l'installation à bord des engins de terrassement d'un guidage de précision centimétrique, l'opérateur peut visualiser la position de la lame et combler les surfaces relatives au projet théorique. Cela permet une liaison numérique complète depuis le dessin pour organiser et réduire le temps coûteux des engins inoccupés ou nécessaire pour déplacer les matériaux une seconde fois.

Dans le monde entier, de nombreuses universités utilisent des capteurs GPS de haute précision Trimble dans l'exécution de projet de recherche dans les domaines de la construction des routes et du compactage. Certaines de ces institutions sont l'université du Wisconsin et l'université de l'état de Pennsylvanie aux États Unis, et l'université de Lancaster au Royaume Uni.

Systèmes d'information basés sur le GPS

En 1996, Trimble a annoncé un partenariat stratégique avec Caterpillar Inc. pour produire des systèmes informatiques dédiés aux mines et aux chantiers de terrassements. Ces systèmes développés conjointement par les deux sociétés combinent récepteurs GPS, communication radio, ordinateur et logiciels dans un package durci, spécialement conçu pour les opérations minières et de terrassement. Les systèmes ont pour but d'améliorer la productivité d'une gamme d'équipement de terrassement incluant pelle mécanique, chargeur et niveleuse motorisée. Le système expert basé sur le GPS permet une solution intégrée pour la gestion de l'information dans l'industrie de la construction.

Les surfaces élaborées à partir de nombreux logiciels d'études peuvent être transférées vers et à partir de la flotte d'engins de terrassement à travers un réseau de communication radio. L'information décrivant le contour courant et théorique est chargée dans les bulldozers pour les mouvements de terrain et dans les niveleuses pour le nivellement de la route. Les émissions temps réel des données à partir des engins permettent aux superviseurs de voir et de contrôler les opérations terrain. Les équipements envoient aussi l'information sur les changements des surfaces générées vers le bureau central pour réaliser les comptes rendus intermédiaires et les calculs de volume. L'information sur la santé, l'usure et l'entretien de l'engin peut être transmise vers les centres d'entretien et de maintenance. La réduction des temps morts et l'accroissement de la productivité des engins de terrassement permet un meilleur retour sur investissement pour les propriétaires d'équipement. L'état de l'art de la collecte de données et du transfert offert par ce système d'information expert permet aux responsables de prendre les décisions stratégiques importantes avec toutes les données en temps réel.

Le futur : automatisation complète

Le guidage et le contrôle de machine est implémenté en trois étapes, de façon séquentielle : guidage de machine par l'opérateur, commande à distance, et contrôle complet de la machine.

La technologie GPS est couramment utilisée dans des opérations commerciales, permettant une aide au guidage pour les opérateurs. La valeur ajoutée aux systèmes existants permet aux opérateurs, ayant l'information à bord, de connaître la position de leur équipement avec précision et en temps réel.

La commande à distance est la prochaine étape dans le processus d'intégration du GPS pour le guidage et le contrôle des machines. Les systèmes GPS précis sont la clé du système pour la commande à distance de véhicules tels que camions, bulldozers et chargeurs. La commande à distance de véhicule est nécessaire dans des sites qui ne sont pas praticables pour des opérateurs, et aussi, là où confort et sécurité du conducteur sont une priorité. Certains développements sont avancés, particulièrement dans les applications où le critère principal est la non-accessibilité du site pour les opérateurs. Les exemples vont d'un site de construction proche d'un volcan en activité au Japon jusqu'au remplacement d'un matériel radioactif dans un vaste site nucléaire aux États Unis.

L'étape finale dans le processus d'intégration des systèmes GPS dans le contrôle et le guidage de machine est le contrôle total de la machine. Le contrôle complet de la machine en est à ses balbutiements.

Le contrôle complet de la machine est analogue au contrôle de machine outils numérique dans le monde d'aujourd'hui. Dans un futur pas si lointain, les ingénieurs de génie civil seront capables d'envoyer le dessin d'une nouvelle route vers les niveleuses, finisseurs et bulldozers sur le site de construction qui construiront la route, de la même manière qu'un ingénieur en mécanique utilisant un système de CAO/DAO envoie le dessin d'une pièce mécanique vers un tour automatique qui réalise la pièce. Les systèmes GPS permettront aux propriétaires d'équipements de construction et aux opérateurs un accroissement de la précision et des économies dans les opérations. Les systèmes GPS feront baisser les coûts de nombreuses manières, incluant la réduction des erreurs et des repositionnements, réduction du coût des équipes de topographes, amélioration de la sécurité et plus encore.

Pour que ceci deviennent réalité, les systèmes GPS embarqués devront être intégrés avec d'autres technologies, telles que des systèmes de contrôle hydraulique, laser ou ultrasons pour la détection des obstacles, et la reconnaissance d'image vidéo.

Au cours des dix dernières années, les systèmes GPS ont été utilisés avec beaucoup de succès pour améliorer la précision et réduire les coûts dans de nombreuses opérations, telles que la topographie et l'exploration pétrolière. Plus récemment, le guidage d'engins dans les opérations de construction a bénéficié du GPS. Cependant, où le GPS a un immense potentiel c'est de permettre à l'industrie du génie civil et de la construction de prendre avantage de la révolution dans les systèmes de l'information qui fait déjà partie des aspects de la conception de cette industrie. Utilisant le GPS comme une technologie intégrée, les sociétés de construction devront avoir une organisation puissante de leur système d'information. Les GPS Trimble et la technologie radio vont permettre à cette évolution de devenir réalité.