

Reporter 61

Le magazine mondial de Leica Geosystems



- when it has to be **right**

Leica
Geosystems



Éditorial

Chers lecteurs,

La première moitié de l'année 2009 a été difficile. Comme dans tous les secteurs, le marché des techniques de mesure a été affecté par la crise économique mondiale. Néanmoins, cette crise nous montre également que Leica Geosystems a choisi la bonne voie en stimulant les forces que nous décrivons dans le portrait de notre entreprise : « Avec près de 200 ans de solutions de pointe pour mesurer le monde, les produits et services de Leica Geosystems ont la confiance des professionnels du monde entier. »

Car nous nous concentrons plus que jamais sur le pouvoir d'innovation de nos équipes de Recherche et Développement (de la recherche fondamentale au développement de produits). Et une fois de plus, il s'avère que ce choix était le bon : Leica Geosystems est toujours une entreprise en bonne santé et une marque forte, à laquelle nos clients ont raison de faire confiance. Au salon Intergeo de Karlsruhe, en Allemagne, du 22 au 24 septembre, nous avons présenté nos tous derniers développements : notre nouveau produit phare, la station totale de haute précision TS30, la Leica Scan-Station C10, la nouvelle génération de lasers 3D, la nouvelle solution Leica Viva et les nouveaux modèles de notre gamme de télémètres laser portatifs.

Dans cette édition du « Reporter », nous avons réuni des projets passionnants de clients situés dans le monde entier : en Ukraine, en France, en Allemagne, en Chine et aux États-Unis. Ces projets mettent en scène une grande variété de produits et de solutions Leica Geosystems et soulignent la diversité des applications pour lesquelles nos clients les utilisent. Même pour nous, c'est toujours une expérience nouvelle et fascinante !

Bonne lecture !

Ola Rollén PDG de Leica Geosystems

SOMMAIRE

- 03 Des grottes sacrées en 3D
- 06 Des journalistes implantent par GPS
- 08 Le monde souterrain de l'Île de Pâques
- 11 Un Stade pour Leica TPS1200
- 14 Iowa DOT: Un investissement pour l'avenir
- 16 Surveillance de ponts exceptionnels
- 18 Balayage laser d'un tunnel avec le Leica HDS6000
- 21 Cent une heures
- 24 Travaux à grande vitesse
- 26 Efficacité maximale

Mentions légales

Reporter : Le magazine de Leica Geosystems

Publier par : Leica Geosystems AG, CH-9435 Heerbrugg

Adresse de la rédaction : Leica Geosystems AG, CH-9435 Heerbrugg, Suisse, Téléphone +41 71 727 34 08, reporter@leica-geosystems.com

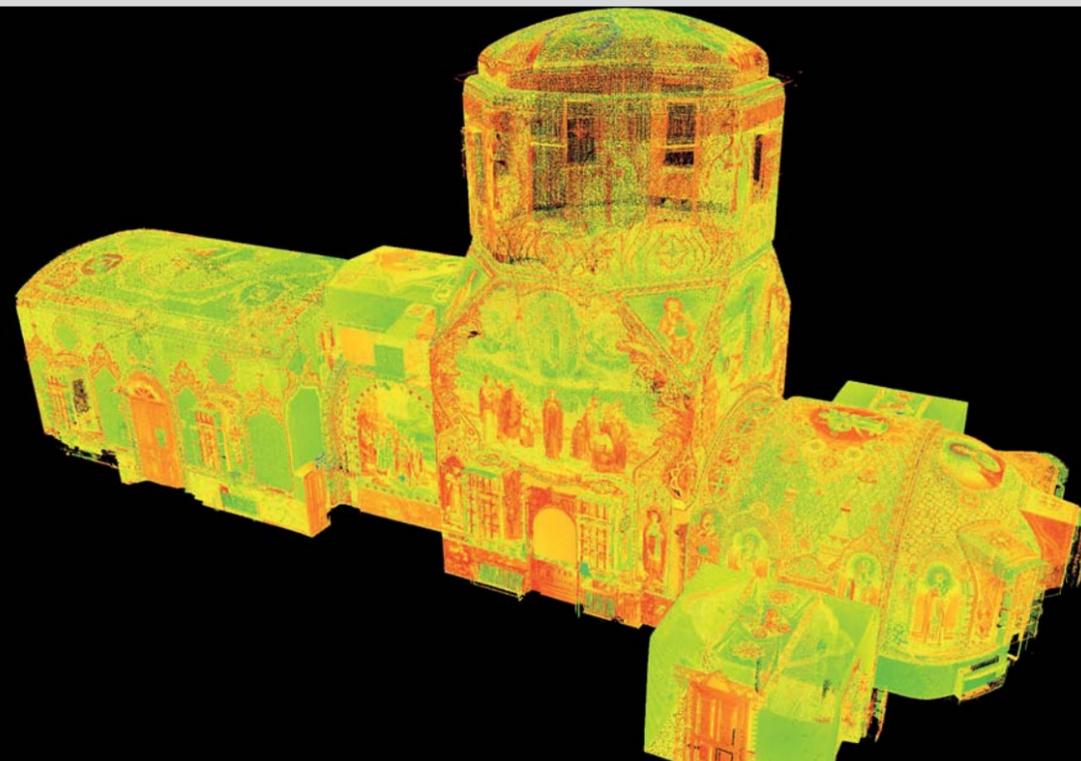
Responsable du contenu : Alessandra Doëll (Directrice communication marketing)

Éditrice : Agnes Zeiner

Mode de parution : deux fois par an en anglais, allemand, français et espagnol.

Les réimpressions ainsi que les traductions, même partielles, ne sont autorisées qu'avec l'accord exprès de l'éditeur

© Leica Geosystems AG, Heerbrugg (Suisse), Janvier 2010. Imprimé en Suisse



■ Nuage de points de la Laure des grottes de Kiev (Kijewo-Petscherska Lawra).

Des grottes sacrées en 3D

par Valentyn Kovtun et Yuriy Serebrianny

La Laure des grottes (ou catacombes) de Kiev (Kiev Pechersk Lavra), en Ukraine, est un complexe monastique unique. Au cours de son histoire, plus de 43 milliards de touristes du monde entier sont venus la visiter. Elle se compose d'une partie en surface (un complexe de bâtiments religieux) et d'une partie souterraine (des grottes). Désormais, une Leica ScanStation 2 et des stations totales aident à préserver ce site classé au patrimoine mondial de l'UNESCO.

Les grottes de la Laure de Kiev forment un réseau de couloirs souterrains divisés en plusieurs parties : les Grottes proches, les Grottes lointaines et les Grottes des Varanges. La première apparition des grottes dans les chroniques date de 1051. Initialement occupées par les moines, elles ont ensuite servi à enterrer les colons décédés au monastère. Les grottes sont le lieu de repos des reliques des saints.

L'idée de créer un modèle des grottes de la Laure en 3D a été suggérée par les cénobites de la Laure des grottes de Kiev. « Notre but est d'attirer l'attention du public sur le problème de la conservation des grottes de la Laure pour les générations à venir. Aujourd'hui, les grottes sont dans un état désespérant et elles ont besoin de travaux de réparations d'urgence, » a déclaré l'Archevêque Pavel, Père supérieur de la Laure des grottes de Kiev.

La numérisation laser avec la Leica ScanStation 2

En novembre et décembre 2008, l'entreprise Ukrgeo-dezmark et le distributeur officiel de Leica Geosystems en Ukraine, Doka, ont réalisé la numérisation laser de l'église de la Conception de Sainte Anne, dans les grottes lointaines de la Laure des grottes de Kiev. Cette tâche a été réalisée dans le cadre d'un projet de numérisation laser des grottes, dans le but de créer une vue de l'intérieur des grottes. Les spécifications de ce projet ont été mises au point par les





spécialistes Sergey Marchuk et Maksim Mikhailov, de chez Ukrgeodezmark.

La numérisation a été réalisée avec une résolution de 2 cm, à l'aide de la Leica ScanStation 2. Elle a eu lieu la nuit en raison de la forte fréquentation des grottes pendant la journée. Des réseaux de surveillance existants dans le système de coordonnées local ont été utilisés comme référence géodésique pour la numérisation. Des levés supplémentaires ont été réalisés à l'aide de la station totale TCR1201+ dans les parties des grottes qui présentaient des difficultés. « C'est l'équipement le plus avancé du monde à l'heure actuelle, » a assuré Yuriy Serebrianny, Directeur de Doka, Ltd.

La Leica ScanStation 2 s'est révélée très fiable pendant ces travaux et les résultats de la numérisation sont une preuve de plus de ses performances inégalées. D'après les déclarations du directeur d'Ukrgeodezmark, Nikolay Belous, à la conférence de presse



organisée par les prêtres de la Laure des grottes de Kiev, cet équipement est tellement précis qu'il relève les moindres irrégularités de la paroi, et même les peintures rupestres. « Lorsque tout sera terminé, on pourra traverser toutes les grottes de la Laure en restant assis sur son canapé avec une tasse de thé, » a déclaré M. Belous. Cependant, d'après le chef de projet Valentyn Kovtun, certaines grottes ne sont toujours pas examinées car elles restent encore inaccessibles.

Modélisation du labyrinthe

À partir des résultats de la numérisation de la surface et de la modélisation en 3D, la prochaine étape consiste en une visualisation complète du labyrinthe formé par les grottes par le biais d'une technologie exclusive. D'abord, des modèles de triangulation de la surface des objets sont créés avec un incrément de 50 x 50 mm. Cet incrément peut être réduit à 25 x 25 mm pour les endroits dont la surface est complexe et pour l'intérieur des salles. Puis l'objet est modélisé en entier, en combinant chaque module de triangulation de la surface de l'objet (parois, plafond, sol, etc.).

Toutes les parois, tous les sols et tous les plafonds des grottes et des pièces sont modélisés à l'aide de maillages. Les résultats de la numérisation sont traités par la suite logicielle Leica Cyclone. Des modèles en trois dimensions sont créés à l'aide d'un logiciel spécialisé en combinant les modèles de triangulation générés à partir des données obtenues par numérisation à des photographies de haute qualité. L'utilisateur peut alors visualiser le modèle terminé, se déplacer librement autour de l'objet et obtenir des informations supplémentaires.

Les projets à venir comprennent la création d'un Système d'Information Géographique (SIG) en trois dimensions de la Laure des grottes de Kiev. La disponibilité de ce SIG en 3D permettra de reproduire l'architecture unique de la Laure, y compris les moindres détails, à tout moment et avec une rapidité et une précision maximales.

Technologies 3D : l'avenir de la visualisation

Aujourd'hui, la numérisation laser en 3D est la partie la plus prometteuse pour les relevés d'auscultation et pour la surveillance d'ouvrages, dans les domaines de l'architecture, de la construction et du patrimoine historique et culturel. L'utilisation des dernières techniques de numérisation de Leica Geosystems ouvre de nouveaux horizons pour l'humanité, dans des domaines tels que la conservation de patrimoines ayant une valeur historique et culturelle pour nos descendants, ou le fait de s'assurer de la disponibilité générale du patrimoine culturel mondial, afin de contribuer à faire diffuser la culture et la connaissance parmi les citoyens de tous les pays. Un modèle en 3D permettrait à de nombreux pèlerins qui ne peuvent pas se déplacer jusqu'à la Kiev ancienne de faire une « promenade » virtuelle dans les grottes sacrées de la Laure des grottes de Kiev et de présenter leurs respects aux saintes reliques Chrétiennes. ■

À propos des auteurs :

Valentyn Kovtun, Chef de projet chez Ukrgeodezmark, est inspecteur général spécialisé dans le génie civil, la surveillance et la construction. Yuriy Serebrianny est le Directeur Général de Doka Ltd., distributeur officiel de Leica Geosystems en Ukraine.



Ancient Kiev

L'ancien Kiev est âgé de 1500 ans. Les gens l'appellent « le coeur de la Rus » et « la mère des villes russes ». Kiev était le centre historique de la culture slave et la capitale de l'importante Rus de Kiev.

D'après la légende, les frères Kiy, Shchek et Khoryv et leur soeur Lybid fondèrent la ville sur la rive droite escarpée du Dnepr à la fin du 5ème – début 6ème – siècle, et l'a nommé Kiev en l'honneur du frère aîné. La première mention de Kiev dans la Chronique Primaire Russe remonte à l'an 862 après JC.

L'histoire de la ville de Kiev a été turbulente. Au 11ème siècle elle était déjà l'une des plus grandes villes d'Europe avec une population de 50 000 personnes. Tout au long de son histoire la ville, stratégiquement situé sur les rives de la Dniepr (navigables), a été attaquée à plusieurs reprises et vaincue par les Mongols, les Polonais, les Russes et l'Allemagne nazie pour n'en nommer que quelques-uns.

Kiev est la capitale de l'Ukraine depuis la déclaration d'indépendance vis à vis de la Russie, prononcée par le parlement ukrainien le 24 août 1992. Aujourd'hui elle la ville la plus grande du pays avec une population de près de trois millions. Avec ses nombreux églises et monastères, elle occupe une place d'une grande importance, en particulier pour les chrétiens orthodoxes.



■ Les journalistes implantent le logo à l'aide du Leica GPS1200.



■ Le logo de 70 X 36 mètres illustrera par sa fonte les effets du réchauffement climatique.

Des journalistes implantent par GPS

par Hélène Leplomb

Lorsque le magazine français « Paris-Match » fête ses 60 ans, il le fait en grand. La revue « people » est devenue une référence avec son slogan qui résume bien l'esprit de la revue : le poids des mots, le choc des photos. Pour cet anniversaire, l'équipe de rédaction en concertation avec un glaciologue décide d'attirer l'attention du public sur la fonte des glaces en Antarctique en traçant les lettres « Paris-Match » sur la banquise du Groenland.

L'objectif était d'analyser cinq mois plus tard l'évolution de la fonte du logo et donc de la banquise. Évidemment, cette aventure ne peut se mener qu'en

utilisant de la peinture biodégradable et en limitant au maximum les émissions de CO² pendant le trajet.

Pour avoir un impact visuel suffisant sur l'immensité de la banquise, le logo devait mesurer 70 mètres sur 36. Comment peindre un logo d'une telle taille en Antarctique ? Les journalistes ont vite compris qu'un outil professionnel serait nécessaire pour obtenir l'effet graphique désiré. La précision du tracé et la résistance aux températures extrêmes de la région les ont amené vers Leica Geosystems.

Formation sur la plage

En décembre 2008, les journalistes contactent Leica Geosystems en présentant leur problématique. L'équipe française, sensible à l'aspect écologique et

au challenge que représente le projet accepte de les soutenir. Le Chef de Produit Farouk Kadded, coutumier des conditions extrêmes, leur propose un GPS1200, le capteur GNSS Leica bi fréquences qu'il utilise pour les mesures de l'altitude du mont-Blanc tous les deux ans. Après deux rapides sessions de formations, l'une pour se familiariser avec les instruments, l'autre pour effectuer un essai en taille réelle sur une plage, l'équipe de Paris-Match est fin prête. Qui a dit que l'utilisation d'un système GPS était compliquée ?

Arrivés à Ittoqqortoormiit, les journalistes passent deux jours à repérer et trouver l'endroit parfait : une large surface glacée depuis laquelle surgit un iceberg. Désormais, la réussite de leur mission dépend de leur instrument Leica.

Mission accomplie en 4 jours

Les spécifications techniques du contrôleur Leica RX1250 lui permettent de fonctionner jusque -30°. Les -35° ambiants ralentissent le système, mais il suffira de quelques degrés supplémentaires pour lui rendre ses pleines capacités. Les journalistes s'emploient à délimiter le logo, une lettre, la deuxième mais le « C » à peine tracé la nuit les contraint déjà

à poursuivre le lendemain. Au 4ème jour de l'expédition, les journalistes s'activent à terminer l'implantation du « Paris-Match », les cent piquets ne seront pas suffisants, les journalistes coupent les piquets déjà en place en deux pour enfin terminer l'ossature du logo.

600 litres de peinture rouge carmin ont été diffusées dans les lettres ainsi tracées, l'équipe est fière du résultat : mission accomplie. Le photographe monte dans les airs en para-moteur pour donner encore un peu de grandeur au projet. De retour en France, les journalistes nous remercient et nous racontent leur aventure. Ils ont apprécié la collaboration avec Leica Geosystems et le temps consacré pour la formation et la simulation terrain. Le matériel a répondu aux exigences d'implantation en Antarctique pour une aventure qui prouve une nouvelle fois la robustesse et la précision des instruments Leica. Une photo devrait être prise au mois de juillet pour rendre compte de la fonte des glaces. ■

À propos de l'auteur :

Hélène Leplomb est Responsable Marketing de la Division Geomatics & Scanning chez Leica Geosystems France.

Le monde souterrain de l'île de Pâques

par Milosch Dryjanskii

Perdue dans l'immensité du Pacifique sud, une île unique émerge de l'océan. Ses habitants la nomment « Rapa Nui ». L'explorateur européen qui a « découvert » cette île située à des milliers de kilomètres du continent le plus proche ou de toute autre île, le dimanche de Pâques de l'année 1722, soit plusieurs siècles après les Polynésiens, l'a baptisée Île de Pâques. Milosch Dryjanski s'y est rendu avec une équipe de spéléologues et trois télémètres laser Leica DISTO™ pour découvrir certains secrets souterrains de l'île de Pâques.

L'isolement de l'île, dû à son extrême éloignement, a engendré le développement d'une culture remarquable, dont nous avons toujours une connaissance limitée à l'heure actuelle. Les symboles les plus célèbres, que tous les Européens associent à l'île de Pâques, sont les sculptures géantes en pierre appelées « moai » dans la langue locale. La culture des vrais créateurs des moai était déjà en voie de disparition à l'époque où les premiers Européens sont arrivés. Mais la disparition complète de leur culture et de leur histoire, conservées et transmises oralement, a

été accélérée par l'exploitation de l'île, la déportation d'esclaves et l'importation de maladies. Aujourd'hui, plusieurs théories, dont certaines sont absurdes, circulent sur la culture de l'île et sur les raisons de sa disparition. Cependant, elles ont toutes une chose en commun : il est pratiquement impossible de prouver qu'elles sont correctes ou fausses.

Pour apporter sa petite contribution à la résolution de l'énigme laissée par les premiers habitants de l'île, une expédition spéléologique dirigée par National Geographic et par le Club des Explorateurs s'est rendue sur l'île qui est le sommet d'un volcan éteint, jailli des profondeurs de l'océan, par 4000m de fond. En raison de ses origines volcaniques, l'île contient de nombreuses grottes de lave : de très petites mais aussi des spécimens d'une extrême splendeur, d'après les spéléologues. Jusqu'au milieu du siècle dernier, les indigènes utilisaient ces grottes pour diverses applications. Elles servaient souvent de lieu de vie, mais également parfois d'abris pour les femmes et les enfants lors des conflits locaux. Elles servaient également de citernes pour l'eau, de poulaillers et aussi, et surtout, de cimetière. De nombreuses grottes contiennent les vestiges de leurs anciennes utilisations sur plusieurs siècles.



La plupart des grottes sont également un terrain familier pour les habitants actuels de l'île : ils y ont joué, étant enfants. Mais jusqu'à présent, rares étaient celles, parmi les petites grottes, qui avaient été inspectées et sur lesquelles on disposait de documents. Tel était l'objet de l'expédition, composée principalement de spéléologues polonais et d'une équipe de télévision américaine.

Dans des combinaisons criardes, orange ou bleues (souvent les spéléologues européens les appellent « Schlatzen », probablement en référence au mélange de boue et d'eau, souvent présent au fond des grottes) et pendant quatre semaines sous le soleil des tropiques, les membres de l'expédition ont parcouru les secteurs de l'île identifiés avec l'administration du parc national local, à la recherche de l'entrée des petites grottes. Chaque spécimen était marqué sur la carte à l'aide du GPS et l'intérieur était décrit et mesuré. Pour toutes les araignées et tous les cafards qui vivaient dans les petites grottes, il ne fait aucun doute qu'il s'agissait d'une invasion !

Étant donné le grand nombre de petites grottes, il était particulièrement important de faire des levés, le plus efficacement possible. Cela concernait moins

la précision absolue que la méthode de capture et de compilation des grottes et de leurs principales caractéristiques. Les télémètres laser Leica DISTO™ A3, A6 et A8 utilisés avec des instruments externes pour mesurer l'inclinaison et l'azimut magnétique, parfois même avec des PDA, ont considérablement accéléré le travail.

Pour les spéléologues, qui doivent souvent se faufiler dans des fentes étroites avec tout leur équipement, la polyvalence de ces instruments, leur petite taille, leur faible poids, leur alimentation simple et pratique lorsque l'on est loin de la civilisation et leur robustesse jouent un rôle crucial.

Pour l'équipe, la force des instruments Leica DISTO™ réside dans la rapidité des mesures de distances. L'équipe a été capable de lever les grottes sans avoir à se déplacer jusqu'aux points intéressants avec un ruban de mesure. Le levé de grottes étendues mais basses (avec des hauteurs d'environ 40cm et des largeurs de plusieurs mètres) à l'aide d'un ruban de mesure aurait été extrêmement fastidieux et difficile, compte tenu des hautes températures rencontrées dans les grottes proches du niveau du sol. Dans les plus grandes grottes, la hauteur du plafond était



déterminée rapidement et précisément d'une simple pression de touche sur le Leica DISTO™. Grâce au laser, ils ont pu travailler en équipes de deux : une personne pour réaliser les levés et l'autre pour dessiner. Une troisième personne n'était pas nécessaire, contrairement aux mesures prises avec un ruban. Le fonctionnement de l'appareil est simple et aucun entraînement n'est vraiment nécessaire.

Il était important pour les spéléologues que les instruments soient résistants aux substances comme la boue et l'eau, et qu'ils se nettoient et s'utilisent facilement, même avec des gants. En outre, les spéléologues ont été capables de mesurer et de dessiner les caractéristiques saillantes des grottes sans piétiner de potentiels sites archéologiques importants.

Le viseur numérique intégré du Leica DISTO™ A8 a été particulièrement utile pour un pointage précis. Il était impossible de voir le point laser sous le soleil des Tropiques, dans les grottes présentant de larges ouvertures ou des trous dans la paroi. Mais en utilisant un bloc-notes comme cible et la caméra pour établir la direction, l'arrangement fonctionnait merveilleusement. Pour les grottes dont les dimensions dépassaient les 10 m, prendre les mesures avec un

ruban à travers la végétation aurait été un problème. Le Leica DISTO™ A6 transférait les données vers un PDA par connexion Bluetooth et il était utilisé comme module externe pour déterminer l'azimut magnétique et l'inclinaison pour la cartographie assistée par ordinateur.

L'équipe de 18 spéléologues a capturé et répertorié plus de 300 grottes pendant l'expédition. Cela aurait été impossible avec des méthodes d'exploration et de mesure de grottes traditionnelles. Nous aimerions sincèrement remercier Leica Geosystems pour son aide généreuse. Les instruments ont parfaitement fonctionné dans les conditions difficiles des grottes de lave de l'île de Pâques. ■

À propos de l'auteur :

Milosch Dryjanski, est ingénieur électricien de profession. Il est Responsable de la section Systèmes de gestion des constructions du Département de gestion des constructions de l'Université technique de Munich. Depuis plus de 25 ans, il passe son temps libre à explorer des grottes alpines.

Photos : Marcin Jamkowski/AdventurePictures.eu (p. 9) et Tomasz Snopkiewicz (p. 10)



■ L'auteur, Hardy Schwalb, pendant le relevé la charpente inhabituelle avec une station Leica TPS1200.

Un Stade pour Leica TPS1200

par Hardy Schwalb

Le TSG 1899 Hoffenheim a été la surprise de la saison 2008 pour le football allemand : il n'a fallu que quelques années à l'équipe de Sinsheim, une petite ville près d'Heidelberg, pour entrer dans la Bundesliga, la première ligue de football allemande. Et maintenant, avec l'ouverture de la Rhein-Neckar Arena, début 2009, le club a un stade tout neuf. L'enthousiasme de la région pour le nouveau venu de la Bundesliga, le TSG 1899 Hoffenheim, est plus grand que jamais. Les géomètres du bureau d'ingénieurs-conseils Kieser + Dr. Neureither choisi pour les travaux du nouveau stade, étaient également très enthousiastes.

À l'été 2006, Dietmar Hopp, le principal sponsor du TSG 1899 Hoffenheim, a commencé à rechercher un emplacement pour un nouveau stade de football. Le coup d'envoi a été sifflé lors du choix de Sinsheim

et d'un cabinet de conseils. Parallèlement aux plans du stade, il était également nécessaire de fournir un plan d'aménagement du territoire conforme à la législation. Telle était la première mission des géomètres.

Dès le début, le chef de projet a choisi Kieser + Dr. Neureither, des ingénieurs-conseils de Mosbach, pour effectuer tous les levés du projet. Leur premier travail a consisté à créer un modèle numérique du terrain existant, soit une surface d'environ 50 hectares le long de l'autoroute A6, en face du Musée de l'auto et de la technique de Sinsheim. Ces levés devaient servir de référence pour le plan d'aménagement général et pour déterminer l'emplacement et la hauteur du complexe sportif proposé, y compris toutes les aires de stationnement, dans les plans détaillés ultérieurs. Le nouvel aménagement se trouve dans les collines du Kraichgau. Il était donc particulièrement important d'établir les niveaux définitifs des sols de manière à optimiser le terrassement.



Les levés destinés à la création du modèle de terrain ont été réalisés à l'aide du système GPS1200 de Leica Geosystems et complétés par des données de balayages lasers réalisés par l'Office de topographie du Bade-Württemberg. Les altitudes ont été transférées du réseau de référence national aux stations de surveillance les plus proches du chantier par nivellement trigonométrique à l'aide d'une station totale Leica TPS1200.

Après la phase conceptuelle réalisée par le consultant principal, Agn Niederberghaus & Partner d'Ibbenbüren, le terrassement a commencé en mai 2007 et les travaux de construction ont démarré. Le modèle numérique du terrain antérieur au chantier et les nouveaux plans ont été remis au maître d'œuvre Leonhard Weiss, qui a utilisé ces données pour guider les engins de terrassement et pour garantir que l'excavation se déroulait de manière efficace. Environ 350 000 m³ ont été déplacés sur toute la surface du chantier du nouveau stade et de ses 2 300 places de stationnement.

Un réseau local de stations de surveillance a été mis en place dans les environs directs du stade. Les levés permettant de déterminer la position et la hauteur de neuf piliers en béton ont été réalisés à l'aide d'une combinaison du Leica GPS1200 et du Leica TPS1200, et ajustés par rapport au réseau. Grâce à de nombreuses observations croisées, les précisions planimétrique et altimétrique étaient inférieures à 2 mm, éliminant la nécessité d'utiliser un niveau de précision pour affiner les altitudes.

La construction des fondations du stade a démarré en août 2007. Toutes les structures en béton armé du bâtiment principal et des tribunes sont construites sur plus de 900 pieux en béton, parfois longs de 25 m. Les pieux, placés en groupes de 2 ou plus aux intersections de 55 axes diamétraux et 4 axes parallèles au bord du terrain ont été réexposés après le bétonnage et scellés dans les semelles. L'implantation de ces semelles requiert une précision de 3 cm pour la position. Cela n'est pas un problème, en général, mais ce n'est pas facile quand les pieux sont tous manipulés autour de vous en même temps. Les levés pour déterminer les points de mise en station et d'implantation ont dû être réalisés pendant les pauses, entre les déplacements. Les relevés enregistrés dans la station totale Leica TPS1200 sont restés relativement stables à long terme, malgré les importantes vibrations.

Mi-octobre 2007, lorsque la base de la structure principale a été terminée et que le montage des coffrages pour la construction in situ des escaliers en béton a commencé, les premières colonnes préfabriquées en béton armé ont également pu commencer à arriver sur le chantier. Pour respecter les tolérances spécifiées pour les poutres principales, les dalles de la plateforme et les supports des composants de la tribune fixés sur les colonnes, les ingénieurs chargés de l'implantation devaient établir précisément les positions et les altitudes des colonnes fixées dans les semelles. Pour ce faire, trois points d'axe étaient repérés par des clous en acier sur chaque fondation en béton, puis utilisés pour aligner et pour positionner les colonnes. Dans la structure principale de quatre étages, chaque colonne s'étendait sur deux étages. Les extrémités des colonnes supérieures et externes ont été munies de grands patins de scellement en acier pour fixer les appuis du toit également en acier.

La plupart des travaux en béton armé in situ et l'installation des pièces préfabriquées se sont terminés lorsque les premiers éléments de construction du toit ont été livrés et montés en mai 2008. Le client et l'architecte avaient stipulé que le toit devait ressembler à un nuage flottant au dessus du stade et qu'aucun étai, aucun hauban, ni aucune colonne ne devait se trouver dans les tribunes. Toute la structure du toit repose uniquement sur les colonnes extérieures et sur la charpente primaire.

La construction du stade exigeait des levés de haute précision. D'abord, il a fallu déterminer la hauteur de la tête des colonnes en béton installées et marquer au millimètre près les axes pour les appuis de toit en acier, sur les patins en haut des colonnes. Les éléments de la charpente primaire, dont certains pesaient plusieurs tonnes, ont été pré-assemblés dans la zone réservée au futur terrain de football, puis mesurés et les résultats ont été comparés aux dimensions spécifiées. Les axes d'alignement et de positionnement des poutres principales ont été marqués sur des tours provisoires, érigées spécialement pour l'installation. La charpente primaire portait les « poutres treillis », sur lesquelles la couverture, des panneaux en Makrolon, et le revêtement intérieur ont été fixés.

Des inspections de la construction du toit ont été nécessaires pour s'assurer du respect des tolérances de fabrication pour la couverture. La station totale

Leica TPS1200 utilisée pour les levés et pour l'implantation a parfois été utilisée directement sur le toit pour vérifier l'alignement parallèle et la distance entre les trous pour fixer les panneaux sur les poutres treillis. Depuis les tribunes, la position et l'altitude de chaque poutre en acier ont été vérifiées et comparées aux points précédemment marqués, à l'aide d'un oculaire de précision. Ces levés ont tous été réalisés sans réflecteur.

Lorsque les tours provisoires ont été retirées, la couverture et le doublage du toit terminés et les écrans vidéo d'environ dix tonnes chacun installés, d'autres levés ont été réalisés pour vérifier la hauteur et la verticalité des colonnes.

Pendant toute la phase de construction, des levés et des implantations ont été nécessaires, par exemple pour installer des plaques de référence pour le niveau à chaque étage, pour vérifier la position et le niveau de chaque élément terminé, pour définir les axes pour l'installation de la façade et des fenêtres et pour les travaux d'intérieur.

Le maillage d'origine des stations de surveillance a été densifié en continu avec de nouveaux points aux environs du chantier et sur la structure elle-même.

Des feuilles réfléchissantes auto-adhésives ont été utilisées comme repères lorsque les conditions le permettaient. Le calcul de ces points, ainsi que la mise en station à partir de ces points, ont été réalisés par des levés sans réflecteur en utilisant les deux faces de l'instrument. Ces levés se sont révélés bien plus rapides et bien plus précis que les levés avec réflecteur. En utilisant au moins 4 points fixes, l'erreur moyenne des coordonnées de la station était de l'ordre d'1 ou 2 mm pour la position et pour la hauteur. La grande précision de nivellement de la Leica TPS1200, même sur les longues distances, rendait inutile le nivellement géométrique. Un système GNSS Leica GPS1200 a également été utilisé lorsque cela était possible pour l'implantation et pour les levés, dans et autour du nouveau stade.

En résumé, on peut dire que l'équipement de Leica Geosystems s'est montré fiable et très précis à tout moment. Il a permis de réaliser les levés et les implantations requis de manière efficace et précise. ■

À propos de l'auteur :

Hardy Schwalb (Dipl. Ing. - FH) est ingénieur géomètre chez Kieser & Dr. Neureither à Mosbach, en Allemagne. Il était responsable des levés techniques pour la construction du stade de Sinsheim.



Rhein-Neckar Arena, Sinsheim

Localisation : Sinsheim, Allemagne

Propriétaire : Dietmar Hopp

Club : TSG 1899 Hoffenheim

Architecte : agn Niederberghaus & Partner, Ibbenbüren

Ouverture : 24 janvier 2009

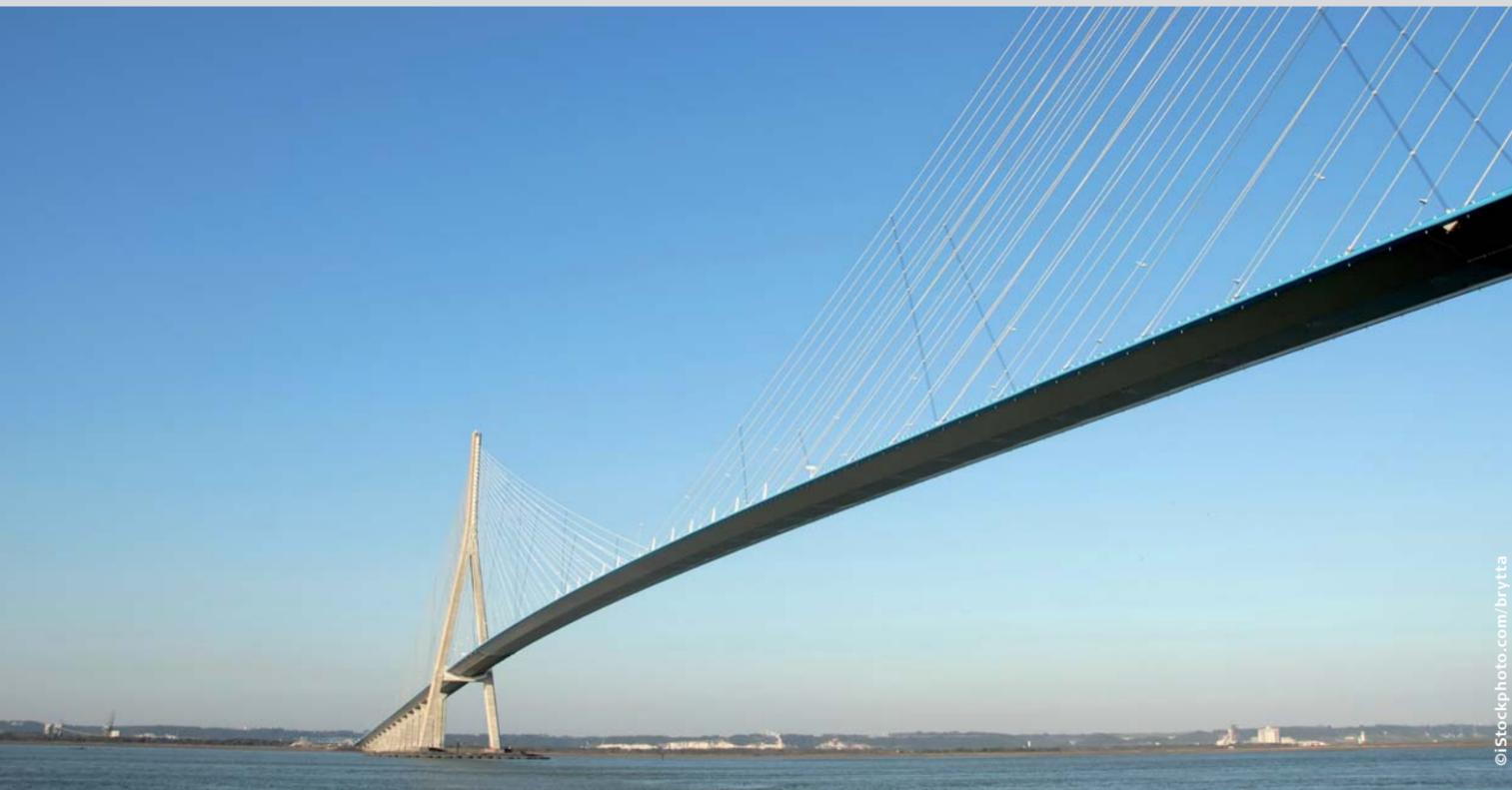
Capacité : 30 164

Coût : 60 millions d'euros

Événements :

- Coupe du monde féminine de football FIFA 2011

- Deutsches Turnfest 2013



Surveillance de ponts exceptionnels

par Hélène Leplomb

Le cabinet 3GE a travaillé main dans la main avec Leica Geosystems pour installer les premiers systèmes de surveillance automatique GNSS sur deux ponts exceptionnels : le pont de Tancarville et le pont de Normandie.

Si jusqu'à présent la surveillance topométrique des ponts était principalement menée à l'aide de tachéomètres et de niveaux de précision, depuis 2001 Leica Geosystems propose également une solution automatique GNSS dédiée à l'auscultation avec une première mondiale réalisée à Hong Kong pour les infrastructures du Tsing Ma Bridge. Les capteurs GNSS calculent leurs positions en recevant des données issues des constellations de satellites Américains (GPS) et Russes (Glonass).

Monsieur Jean, Responsable Technique de la Chambre de Commerce et d'Industrie du Havre gère deux

ouvrages d'art exceptionnels : le pont suspendu de Tancarville d'une portée de 608m qui fête cette année ses soixante ans et le pont à haubans de Normandie d'une portée centrale de 856m inauguré en 1995. Ces deux ponts représentent des enjeux cruciaux pour le développement économique de la région : plus de 12 millions de véhicules les empruntent chaque année, et ce chiffre ne cesse d'augmenter. La réglementation française imposant une surveillance renforcée des ponts de plus de 500m (IQOA), les ouvrages étaient jusqu'alors contrôlés régulièrement par tachéométrie manuelle.

En 2007, dans le cadre de la mise en place d'un contrat de prestation de surveillance, la CCI du Havre lance un appel d'offre. Parmi les réponses de surveillance par tachéométrie se trouve une proposition alternative de prestation automatique par technologie GNSS proposée par le cabinet 3GE (Garrigou et Gaillet Géomètres Experts au Havre). Après étude des différentes propositions, Monsieur Jean est séduit par la

Produits utilisés

- Antennes GPS Leica GMX 901
- Antennes GNSS Leica AX1202GG
- Logiciel Leica GNSS Spider pour station de référence et réseaux
- Logiciel pour station de référence Leica GNSS QC pour le contrôle qualité et l'analyse de données

variante GNSS : « J'ai tout d'abord choisi la formule la plus économique qui apportait des bénéfices supplémentaires ».

Les sept récepteurs de signaux GNSS du pont de Normandie et les huit du pont de Tancarville forment un réseau permettant d'obtenir des mesures de haute précision. Les positions calculées en temps réel (jusqu'à 20 positions par seconde !) atteignent une précision meilleure que le centimètre tandis que les calculs post traitement produisent des solutions millimétriques.

Si l'appel d'offre prévoyait une campagne de mesure de cinq jours par trimestre, les capteurs GNSS installés sur des points stratégiques de chaque pont transmettent des mesures en temps réel 24h/24 et 365 jours par an. Les mesures enregistrées, le géomètre peut alors les analyser à la demande (par exemple lors d'une tempête). « La méthode permet de nous affranchir des sorties nocturnes, du mauvais temps, des difficultés d'accès et de visibilité et nous évite tout risque matériel et humain » précise Serge Garrigou, gérant du cabinet 3GE.

Disposer d'un ensemble de points en trois dimensions offre une vision globale des déformations dues aux variations climatiques, et ce, continuellement. Les ponts à haubans et suspendus étant dynamiques par nature, les données doivent permettre dans un

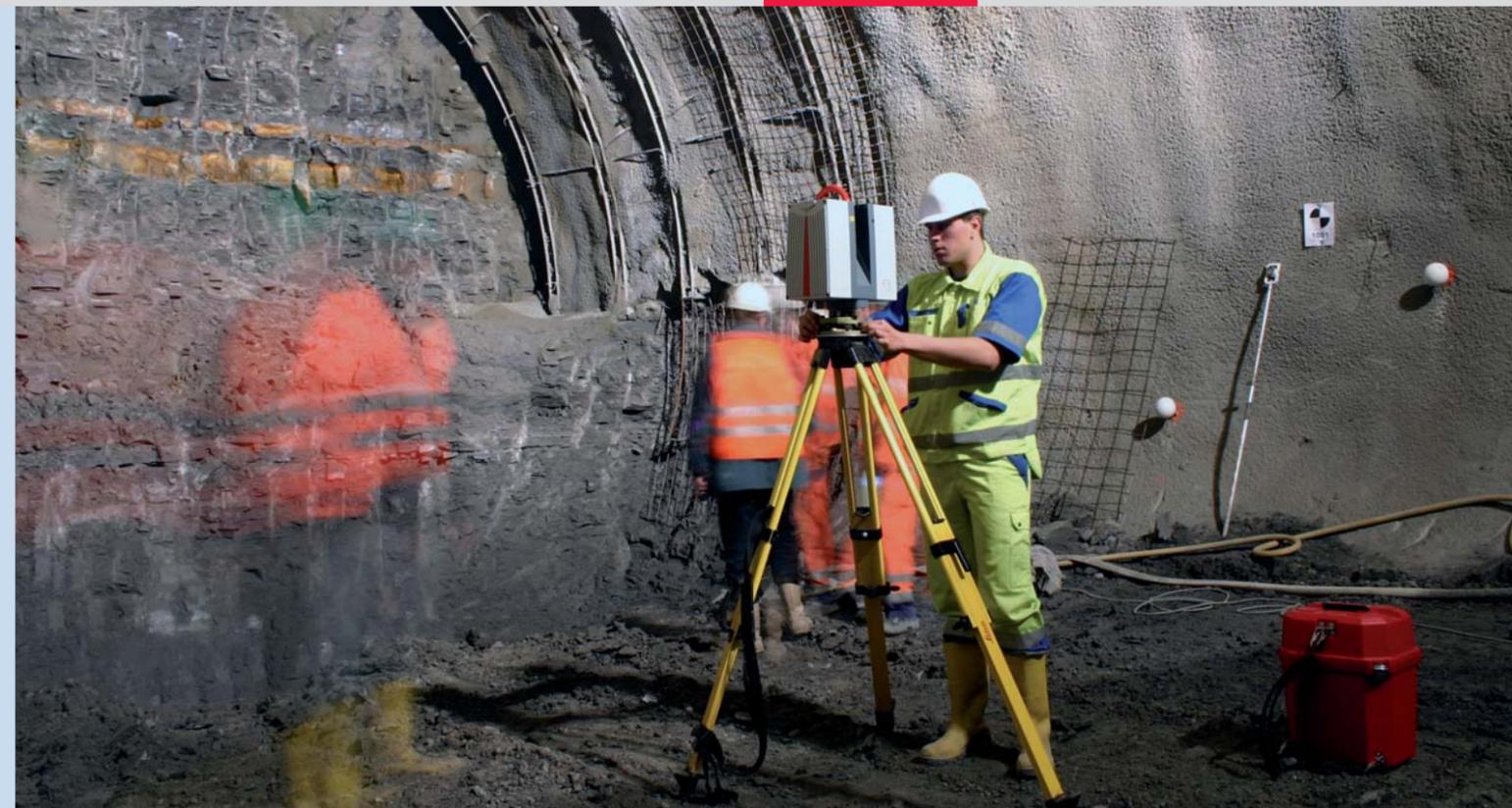


second temps de confronter le comportement réel des ouvrages avec les modèles théoriques et les comportements observés en soufflerie. Au-delà de l'amplitude des variations, Monsieur Jean s'intéresse également aux fréquences propres des ouvrages. La CCI du Havre se concentre pour l'instant sur quatre périodes annuelles de mesures d'une semaine, jour et nuit, mais il est désormais possible d'étudier et de surveiller en permanence le comportement de ces ouvrages notamment pendant des tempêtes, par vent fort, pendant des périodes de fort trafic. Les données étant synchronisées, nous obtenons une image dynamique exacte des ouvrages à un instant donné, en temps réel ou en temps différé.

Cette première installation est exemplaire en terme de collaboration entre la CCI, le géomètre et Leica Geosystems; selon Mr Garrigou « Il s'agit d'un partenariat parfaitement accompli, avec Leica, nous sommes réellement solidaires ». Dans un contexte de développement durable des ponts, nul doute que ces ouvrages exemplaires feront avancer l'état de l'art en matière de surveillance des ouvrages d'art dynamiques en France. ■

À propos de l'auteur :
Hélène Leplomb est Responsable Marketing de la Division Geomatics & Scanning chez Leica Geosystems France.

Balayage laser d'un tunnel avec le Leica HDS6000



par Konrad Saal

Ces dernières années, le balayage laser en 3D s'est installé dans de nombreuses applications car il permet de capturer des données rapidement et sans contact, avec une grande finesse. Un projet de recherche de l'Université technique de Munich (TUM) a démontré que cette technique pouvait également être utilisée avec succès pour analyser les déformations de surfaces importantes. En effet, le scanner laser Leica HDS6000 s'est révélé efficace pour balayer la surface autour du front de taille d'un tunnel d'extension du métro de Stuttgart.

Johannes Ohlmann (ingénieur diplômé) est maître de conférences et chargé de recherche au Département de Géodésie de l'Université technique de Munich (TUM). Dans le cadre de sa thèse et d'un projet de recherche continue mené en collaboration avec le Centre géotechnique (Département de la technique des fondations, de la mécanique des sols, de la mécanique des roches et de la construction de tunnels dans la même université), il recherche dans quelle mesure le balayage laser en 3D peut être utilisé pour calculer les déformations de surfaces importantes pendant la construction de tunnels. L'agrandissement de la ligne U6 du métro de Stuttgart, une section d'environ 400 m de long en béton pompé et

pulvérisé, est un projet parfait pour cette recherche. Le service des travaux publics local a donc soutenu la recherche dans ce domaine.

Balayage laser terrestre pendant la construction de tunnels

Le balayage d'un tunnel à l'aide de scanners laser 3D est une méthode de mesure classique dans diverses phases de la construction. « En géodésie et en géotechnique, les informations instantanées et complètes sur la déformation de surfaces importantes sont intéressantes, en particulier pour les projets où l'on utilise la « Nouvelle méthode autrichienne » (NMA) pour la construction de tunnel, où les déformations survenant lors du percement du tunnel sont un important critère pour les décisions à prendre pendant la construction, » a déclaré Johannes Ohlmann. La méthode traditionnelle consiste à lever les déplacements uniquement au niveau de certaines coupes transversales.

Tirer des conclusions des déformations de la surface du tunnel

Au Département de géodésie, les levés de surface sont désormais réalisés entièrement par balayage laser, pour analyser les déformations des surfaces importantes en temps réel en utilisant des séries de nuages de points en 3D capturés à intervalle régulier. Le Centre géotechnique a produit des modèles

qui devraient permettre dans un avenir proche de tirer des conclusions sur le tassement du terrain en surface et en particulier des bâtiments, à partir des déformations des surfaces des tunnels pendant le percement.

C'est sur le front de taille que tout se passe lors du percement d'un tunnel. Il est impossible de mesurer sa stabilité pendant le percement. En revanche, les déformations peuvent être mesurées et évaluées grâce au balayage laser qui permet aux ingénieurs d'obtenir des informations sur les changements relatifs à la stabilité du tunnel au fil du temps. Toute augmentation des déformations mise en évidence par les levés réalisés à des intervalles spécifiques peut être utilisée dans des calculs pour tirer des conclusions sur la stabilité du front de taille.

Économique et sûr

Le balayage laser en 3D s'intègre facilement au processus de percement d'un tunnel et il s'est avéré économique et compatible avec les opérations de construction. « En moins de dix minutes, un Leica HDS6000 capture le profil de toute la surface de percement du tunnel, notamment le front de taille, en dérangeant à peine les activités de chantier normales. » Ohlmann mentionne également la qualité et les avantages financiers pour les clients et les entrepreneurs : « En optimisant les périodes de travaux

de sécurité des tunnels, la durée de la construction est raccourcie. Le balayage laser fournit un dossier exhaustif et complet des événements capturés directement pendant les travaux. La sécurité est améliorée. En utilisant une méthode de capture des données sans contact, les ingénieurs géomètres n'ont pas besoin de pénétrer dans la zone autour du front de taille, potentiellement dangereuse. »

Mesures et évaluation

Fin septembre 2008, alors qu'ils travaillaient autour des opérations de percement, les ingénieurs ont commencé à utiliser le Leica HDS6000 pour réaliser sept levés statiques du front de taille, à intervalle régulier sur une durée de dix heures. Les premier et quatrième levés ont été utilisés comme références. Avec le Leica HDS6000, chaque levé a été réalisé bien avant la fin des 15 minutes imparties. « En moyenne, nous avons besoin de sept minutes seulement pour un balayage, en utilisant la résolution requise, c'est-à-dire de quelques millimètres, et une distance de pilotage de dix mètres qui nous permettait de rester en sécurité, » a expliqué Ohlmann. Les nuages de points étaient enregistrés dans Leica Cyclone 6.0, et référencés dans un système de coordonnées local. Les deux types de cibles, sphériques et en noir et blanc, ont été testés pour la transformation, avec une précision d'enregistrement moyenne de l'ordre d'1 ou 2 mm. Pour évaluer les transformations, le



front de taille a été divisé en une grille, au dessus de laquelle les nuages de points étaient superposés. Les différences de comportement des points de la grille interpolée perpendiculairement au front de taille définissaient les déformations à chaque série de levés, par rapport aux levés de référence. La taille du maillage de la grille a été adaptée à la densité des points pour garantir que les valeurs calculées sont représentatives de la déformation des surfaces. En développant des filtres de données spécifiques et des algorithmes de calcul pour éliminer les changements intentionnels qui font partie des travaux, comme l'application d'un revêtement en béton pulvérisé ou l'installation de supports provisoires, des valeurs de déformation fiables ont pu être obtenues, avec une précision de quelques millimètres. Les déformations étaient présentées sous forme de graphiques avec un code couleur, produits sous TunnelDefo, le logiciel créé par la TUM.

Un énorme potentiel d'applications

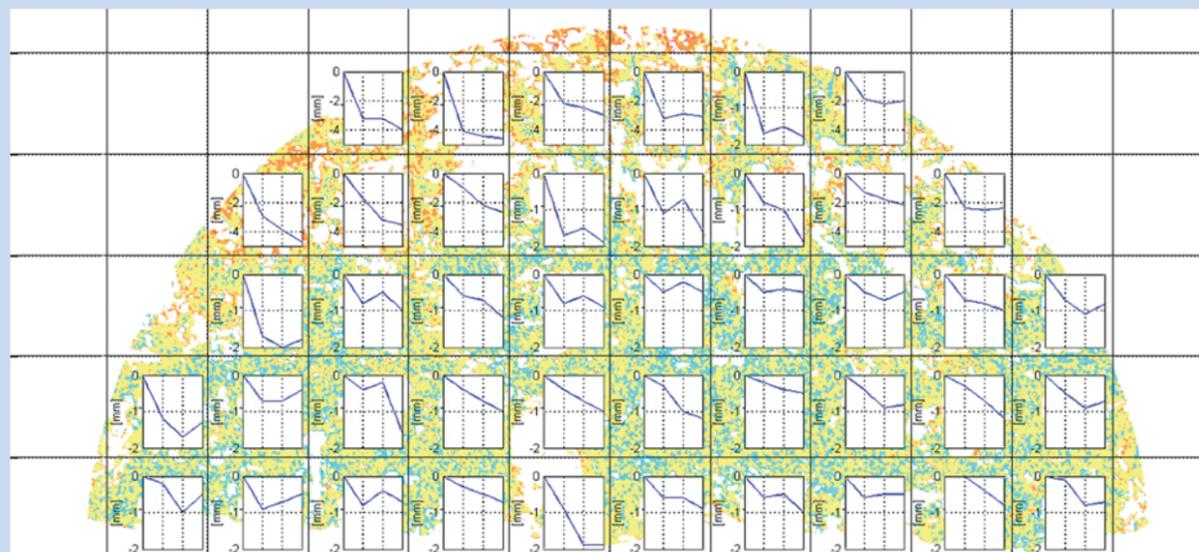
Les chercheurs de la TUM qui travaillaient sur ce projet étaient convaincus de l'énorme potentiel du balayage laser comme aide à la construction de tunnels. « Le balayage laser pendant le percement du

tunnel était inclus dans l'offre pour la première fois ici, pour des tunnels destinés à un ICE, et cela va devenir une pratique standard, » a déclaré Ohlmann, confiant. Les avantages du Leica HDS6000 et de son successeur, le Leica HDS6100 avec ses caractéristiques étendues, joueront un rôle important pour garantir le succès des projets dans ce domaine d'application orienté vers l'avenir.

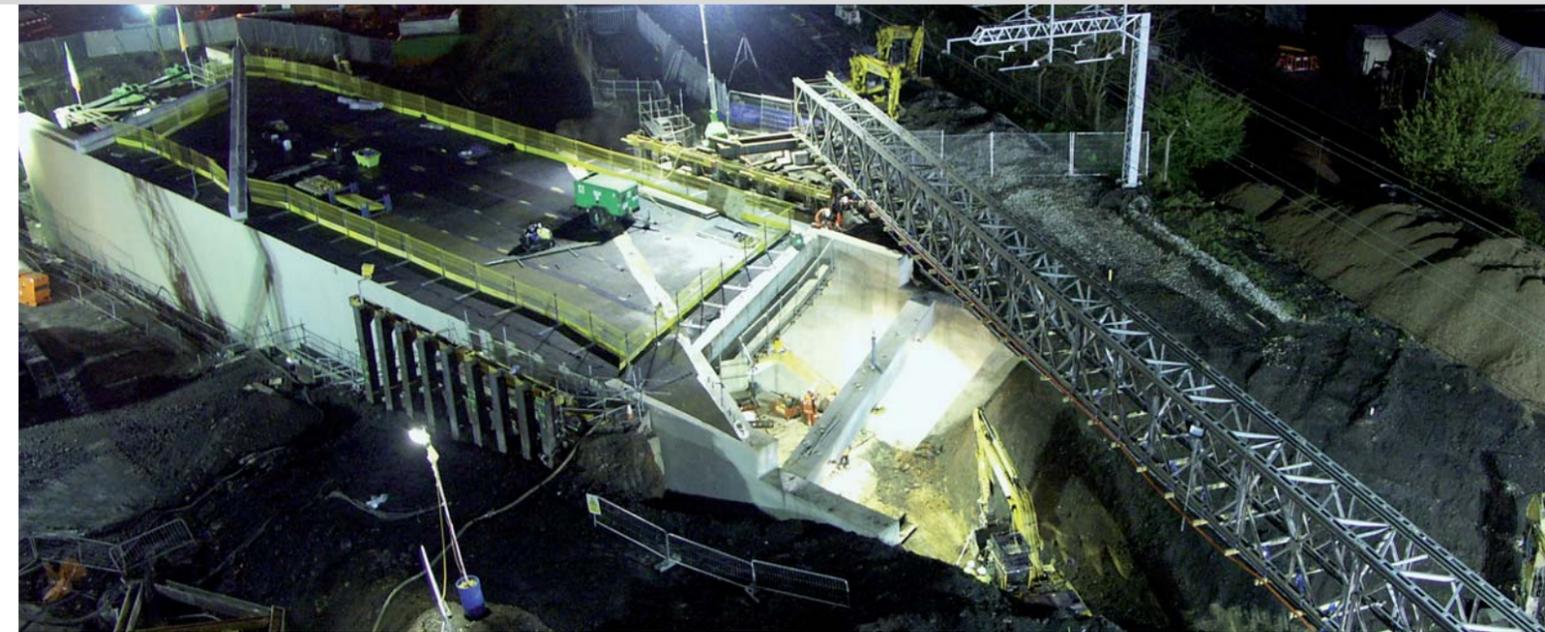
Pendant les levés et les discussions constructives sur l'avancée des travaux avec tous les partenaires du projet, le Département de géodésie a pu mettre au point en continu les algorithmes d'analyse et le logiciel pour calculer les déformations du front de taille. Johannes Ohlmann : « Notre objectif est d'être capables de fournir un gestionnaire de percement de tunnel avec des rapports fiables sur les déformations, disponibles immédiatement après le balayage de la zone du chantier. »

À propos de l'auteur :

Konrad Saal est Responsable des communications commerciales chez Leica Geosystems à Heerbrugg, en Suisse. Il est titulaire d'un diplôme de géomètre de l'Université des sciences appliquées de Munich.



■ Depuis une distance sûre, et avec une taille de maillage de quelques millimètres seulement, il a fallu sept minutes pour réaliser le balayage du front de taille avec le Leica HDS6000. Pour évaluer les déformations, le front de taille a été divisé en une grille à laquelle les nuages de points étaient superposés. Un filtre de données spécial éliminait les changements dus aux travaux de construction. Les déformations définitives étaient classées selon un code de couleurs dans les graphiques.



■ Le caisson est mis en place à une vitesse de 2 m par heure.

Cent une heures

par Hugh Anderson

Dans un monde où la stabilité absolue n'existe pas, le mouvement est un phénomène omniprésent. L'une des choses sur lesquelles nous pouvons compter, en ce qui concerne le mouvement, c'est la disponibilité d'infrastructures de transport adéquates, fiables et sûres.

La Grande Bretagne dispose de plus de 410 430 km de routes et de voies ferrées (d'après le Ministère des transports), un chiffre qui augmente en permanence, à mesure que la demande des usagers croît. Le réseau est relié par plus de 7 600 passages à niveaux situés sur des terrains publics ou privés. Chaque année, 2 000 conducteurs et piétons utilisent mal ces passages, comme en témoignent les actualités. Les trains peuvent atteindre des vitesses de 200 km/h, ce qui les empêche de s'arrêter assez rapidement et rend la traversée extrêmement dangereuse car l'on se trouve systématiquement exposé au risque.

Les risques inhérents aux passages à niveaux peuvent être éliminés en les remplaçant par des ponts ou par des passages souterrains. C'est ce qui se passe actuellement au passage à niveau d'Owen Street, où la route B4517, Alexandra Road, croise la West Coast Mainline (la ligne principale de la côte ouest), près

de la gare de Tipton, dans les West Midlands, au Royaume-Uni. Le passage à niveau va être remplacé par 300m de route qui passeront sous la ligne de chemin de fer grâce à un tunnel composé d'un caisson de 55m sur 9m. Les travaux sont réalisés par l'entrepreneur de travaux publics BAM Nuttall Ltd. Ce projet de 20 millions de livres sterling (23 millions d'euros) et de 18 mois pour remplacer le passage à niveau d'Owen Street est le premier des quatre chantiers du programme de rénovation qui se déroulera sur les trois prochaines années à Tipton. Un tout nouveau tunnel et un projet routier de grande qualité sont destinés à améliorer la circulation et à stimuler l'activité dans la ville.

C'est dans les années 1950 que le Sandwell Metropolitan Borough Council a lancé pour la première fois un projet de remplacement du passage à niveau d'Owen Street, vraisemblablement le dernier de son espèce sur la West Coast Main Line. Cette ligne est très fréquentée, notamment par des trains à grande vitesse qui ne s'arrêtent pas toujours à la Gare de Tipton. La barrière reste donc baissée pendant de longues périodes, parfois pendant trois quarts d'heure, ce qui n'encourage pas le développement d'activités dans la ville. Le contrat de conception et de construction de la route de contournement d'Owen Street, financé par le Ministère des transports, a été remporté par BAM Nuttall Ltd en août 2007.





Construction de tunnels par fonçage de caisson

La technique de construction de tunnels par fonçage de caisson a été mise au point par une entreprise du Kent, John Ropkins Ltd UK, un cabinet d'ingénieurs-conseils spécialisé dans les techniques de construction de tunnels mettant en œuvre des caissons. Il s'agit d'une évolution de la technique du pousse-tube, utilisée au milieu des années 1960. Il s'agit d'une méthode non intrusive de construction de nouvelles structures sous une infrastructure existante

à la surface, comme l'autoroute M1 dans le Northamptonshire ou la West Coast Main Line à Tipton. Contrairement aux méthodes de construction classiques, qui dérangent considérablement la circulation et gênent terriblement le voisinage, cette méthode permet de maintenir la circulation routière ou ferroviaire pendant toute la construction, ce qui réduit les coûts d'interruption.

60 mètres en 30 heures

Ce projet de deux ans a démarré en octobre 2007 et la nouvelle route de contournement devrait être bientôt opérationnelle. L'analyse du terrain a révélé que le sol représentait une difficulté majeure car les environs étaient jadis un bassin de canal rempli de remblais et les anciennes activités industrielles signifiaient que le site était contaminé. Et le projet allait être encore plus compliqué en raison de la présence d'une faille géologique à proximité.

BAM Nuttall jouit d'une expérience considérable dans le domaine de la construction de tunnels par fonçage de caissons. Son dernier projet terminé est la construction d'un tunnel par fonçage d'un caisson sous l'autoroute M1, près de Northampton, à la jonction 15A. Cependant, il existe une différence majeure entre le projet de Tipton et leurs précédents contrats. Par le passé, les caissons étaient poussés à une vitesse de deux mètres et demi à trois mètres par journée de travail, tandis qu'à Tipton, le processus entier devait être réalisé pendant le temps imparti. Le déplacement de 60 mètres a été réalisé en 30 heures, soit une moyenne impressionnante de deux mètres par heure !

Pour la plupart des Britanniques, les vacances de Pâques ont commencé le jeudi 9 avril 2009 à minuit, mais pour les ingénieurs de BAM Nuttall Ltd, cette date correspondait à la prise de possession, pour une période de cent une heures, d'une portion de cent mètres de la West Coast Main Line.

Pendant les mois qui ont précédé, Jamie Beech, un agent de BAM Nuttall Ltd., et ses ingénieurs ont construit le caisson qui allait devenir un pont routier,

placé sous la ligne de chemin de fer en remplacement du passage à niveau d'Owen Street, à Tipton. Pendant les quatre jours qui ont suivi, l'équipe de BAM Nuttall a utilisé le système de John Ropkins, qui consiste à utiliser des vérins pour pousser le caisson de béton en place.

Exigences surpassées

La prise de possession a commencé par le soulèvement de la voie ferrée. Une tâche qui a occupé les dix premières heures du temps imparti. Pendant l'installation des palplanches et la construction de l'accès des deux côtés du tunnel, la voie a été surveillée en permanence à l'aide de deux stations totales Leica TCA1201+ permanentes qui levaient la position de 300 mini-prismes fixés sur les rails, sur les portiques et sur d'autres structures pertinentes. Les données levées par ces instruments étaient traitées en continu dans Leica GeoMoS. GeoMoS peut collecter les données relevées par presque tous les capteurs requis pour la surveillance, et afficher ces données de manière compréhensible et sensée, d'après les paramètres définis par l'utilisateur. Une sonde météorologique était incluse pour surveiller la température et la pression, afin de corriger les observations de manière que la précision des résultats ne soit pas affectée par les conditions météorologiques. La fiabilité et la reproductibilité du système surpassait les exigences pour ce projet, soit < 5 mm pour les points enregistrés. La reproductibilité des mesures était impressionnante, avec ± 2 mm. Vingt mini-prismes ont été transférés de l'épaulement du ballast pour surveiller les batardeaux pendant le levage.

Une fois que la voie a été soulevée et le ballast retiré, les excavatrices pouvaient prendre place pour creu-

ser le terrain devant le caisson. Le caisson est équipé d'une fraise d'abattage qui lui permet de creuser lui-même son passage. Cette spécificité diminuait la quantité de remblai requise, avec le compactage nécessaire dans ces conditions, ainsi que les risques de tassement ultérieur. Elle éliminait également les creusages excessifs. Ce procédé signifiait également qu'il n'était pas nécessaire de creuser sur toute la hauteur du passage, mais les excavatrices étaient néanmoins nécessaires pour éliminer la matière extraite par la fraise d'abattage à mesure que le caisson avançait.

Le surplus de déblais inertes extrait du chantier était évacué par une route de transport provisoire vers l'espace vert près de Tibbington, appelé localement « le Biscuit ». Il s'agit d'un espace récréatif qui sera bientôt réaménagé pour créer de nouveaux terrains de sport pour la communauté. Ainsi, la quantité de déchet et les déplacements des véhicules ont pu être réduits.

Le dessous du caisson du tunnel est recouvert d'une plaque d'acier et le caisson a été construit sur 120 câbles d'acier installés sur la surface de fonçage. Les câbles ont été graissés afin de fournir une lubrification pendant qu'ils glissaient. Le caisson avançait à l'aide de trois séries de 6 vérins ayant chacun une force de poussée de 200 tonnes. Pendant que le caisson avançait, 512 autres câbles ont été installés sous le caisson. Ces câbles graissés formaient une « voie » pour que la plaque d'acier puisse avancer en réduisant la friction. L'avancée du tunnel était surveillée par une autre station totale Leica TPS1200+ avec un prisme 360° installé sur la structure pour vérifier qu'elle avançait dans la bonne direction et

que la hauteur requise était maintenue. L'utilisation de GeoMoS et d'autres équipements de Leica Geosystems pour surveiller en continu l'état de la voie ferrée et des autres structures pendant la progression des travaux a permis de réaliser des économies pendant le projet car les travaux pouvaient continuer dans la confiance, en sachant que le système avertirait les ingénieurs de tout mouvement potentiel avant qu'il ne devienne critique.

Jamie Beech, l'agent de BAM Nuttall, a commenté : « Nous avons été très impressionnés par la solution de surveillance automatisée de Leica Geosystems. Le pack prêt à l'emploi ne nous a pas seulement fourni le niveau de précision, de détail et d'exactitude exigé pour ce projet. Cette solution nous a également fourni une confiance de 100% dans ce projet et nous a permis de collecter des informations précieuses à analyser et à transmettre à Network Rail, pour leur prouver que leur infrastructure n'avait pas été endommagée et pour qu'ils continuent à nous faire confiance pour la suite des travaux. »

L'efficacité des solutions employées par BAM Nuttall au cours de ce projet est très bien illustrée par le fait que non seulement le caisson a été installé et la voie restaurée dans les cent une heures imparties, mais en plus, les travaux ont en fait été terminés deux heures et demie avant la fin de la possession. ■

À propos de l'auteur :
Hugh Anderson est responsable technique chez Leica Geosystems Ltd., UK.



Travaux à grande vitesse

par Hansruedi Amrein

En raison de sa croissance économique et de son développement social spectaculaires, la République Populaire de Chine agrandit rapidement son réseau ferroviaire. La vitesse effrénée de la croissance exige que les travaux soient rapides : le projet à long terme du Ministère des Transports Ferroviaires (MOR pour Ministry of Railways) va faire passer le réseau des 75 000 km actuels à 100 000 km, d'ici à 2020. Pour améliorer la capacité, les lignes de transport de passagers et de fret sont développées. Néanmoins les lignes de fret et les lignes de transport de passagers sont séparées. Le projet comprend le passage en double voie et l'électrification de 50% du réseau, plus la mise en conformité vis-à-vis des normes modernes de qualité et de confort. Le projet de construction comprend également des lignes à grande vitesse (notamment une section de 114km entre Pékin et Tianjin pour relier une épreuve olympique de voile à la métropole olympique de Pékin) qui ont été mises en service à temps pour le début des Jeux olympiques de 2008, après environ trois ans et demi de chantier.

Cette section se compose d'une voie sans traverse dont la plus grande partie est soutenue par des ponts

en raison de la surface accidentée du sol. Cette nouvelle ligne à grande vitesse est la première en Chine qui permet d'atteindre des vitesses allant jusqu'à 350km/h et des trains toutes les trois minutes. Le temps de traversée de la section avec trois arrêts est d'environ 30 minutes. Les coûts de construction de la nouvelle section s'élèvent à 1,2 milliards d'euros.

La technologie Leica Geosystems en Chine

Le pilotage des travaux comprenait le positionnement de haute précision de 24 aiguillages pour la grande vitesse et l'inspection géométrique de la section à grande vitesse entre Pékin et Tianjin.

L'équipe de géomètres a dû relever trois grands défis pendant la phase de construction :

- la mise en station rapide et efficace d'un réseau de pointes de contrôle Control Point III (réseau CPIII) de haute précision et à forte densité,
- l'ajustement de la position de la dalle avec la plus grande exactitude et
- l'obtention du plus haut niveau de précision pour le positionnement des voies, une précision millimétrique pour une dynamique de conduite parfaite et pour une exploitation sûre et confortable, ainsi que l'exécution de levés de hautes performances avec une précision maximale pour une construction rapide.

Ces tâches ont été accompagnées d'une documentation complète et en conformité pour la vérification des paramètres géométriques pertinents des voies.

Combinaison d'un système Amberg GRP 1000 avec le Leica TCRP1201+

Huit systèmes de mesure des voies sans traverse GRP 1000 du partenaire Suisse de Leica Geosystems Amberg Technologies ont été utilisés sur la section entre Pékin et Tianjin. Le système GRP 1000 se compose d'un chariot de surveillance des voies, d'une colonne à prismes, du module logiciel spécial GRP Slab Track et d'une station totale de précision Leica TCRP1201+. Ce système permet de mesurer précisément les voies par des procédures automatiques. Il fournit les coordonnées des voies en 3D et en temps réel, mesure l'écartement et le dévers et affiche les déviations de la voie en temps réel par rapport à la position du projet. Le système GRP 1000 permet un positionnement rapide de la voie, avec une précision millimétrique avant le bétonnage et les mesures de validation de la géométrie de la voie, le tout à une vitesse allant jusqu'à 700 m par heure. Le GRP 1000 d'Amberg offre également des options complètes pour les documents définitifs concernant la voie.

Précision millimétrique

La combinaison du GRP 1000 et de la Leica TCRP120+ a permis une surveillance rapide et efficace. Grâce à ce concept de fonctionnement bien pensé, conçu pour les exigences particulières de la construction de la ligne à grande vitesse Pékin - Tianjin, la voie a pu être construite avec une précision millimétrique et les documents nécessaires aux fins de l'assurance qualité ont pu être réalisés. Les résultats en temps réel ont largement contribué à la rapidité d'exécution des travaux de construction. Les levés de précision étaient la base qui permettait de démarrer immédiatement les étapes suivantes (par exemple, le bétonnage de la voie sans traverse). Ils ont également permis d'éliminer toute erreur de positionnement des aiguillages, qu'il était impossible de corriger après le bétonnage à moins de tout démonter, ce qui est coûteux et fastidieux. La réception définitive de la voie réalisée à l'aide du logiciel Amberg GRP a servi pour le contrôle qualité et pour les documents remis par l'entrepreneur au client. Les résultats de l'analyse réalisée avec le logiciel spécial Slab Track concernant la déviation de la position et les critères géométriques pertinents de la voie ont été un ajout important pour la validation du comportement dynamique à l'aide de véhicules de relevé des voies. ■



Trois systèmes clés

Pour relever les défis avec succès, trois systèmes clés reposant sur les instruments haut de gamme de Leica Geosystems ont été utilisés

- 10 stations totales Leica TCA2003 pour les levés du réseau CPIII (Troisième Institut des Chemins de Fer)
- 22 stations totales Leica TCA1800 et Leica TCA2003 pour le positionnement de la dalle préfabriquée (type Boegl) (China South Survey)
- 8 systèmes Leica GPS1201+ dans les systèmes de mesure des voies sans traverse GRP 1000 d'Amberg Technologies, Suisse.

Efficacité maximale



par Daniel Brown

L'entrepreneur en terrassement Bernie Schmidtlein a récemment investi dans un système de guidage automatique de niveleuse, et il en est ravi. Au printemps dernier, Schmidtlein a utilisé le système (Leica PowerGrade 3D) pour la première fois dans un projet : un entrepôt Home Depot à Topeka, dans l'état du Kansas.

L'utilisation d'une règle, d'un cordeau et de piquets aurait pris « trois ou quatre fois plus de temps, » a déclaré Schmidtlein, que les quelques 45 heures qu'il a passé pour le nivellement définitif des 4,3 hectares du chantier de construction. En fait, d'après lui, le Leica PowerGrade 3D sera rentabilisé en seulement deux projets de la taille de ce grand entrepôt.

En plus du chantier de construction, le projet de Topeka comprenait le nivellement de 8,3 hectares de stationnements. Le déblai et le remblai se compensaient mutuellement sur le chantier. La quantité totale de terre déplacée s'élevait à 153 000 m³ et les déblais et remblais mesuraient au maximum 3,6 m. « Nos terrassements sont bien plus efficaces avec le nouveau système, » a déclaré Schmidtlein. « Ce n'est pas tellement sur le volume de terrassement que l'on compense le coût, mais sur la surface de nivellement totale : 12,5 hectares. »

Le nivellement du chantier s'est fait en plusieurs étapes. La première étape consistait à décapier 15 cm de terre végétale et de la stocker pour une utilisation ultérieure. Pour ce décapage, Schmidtlein a utilisé trois gros tracteurs agricoles et un tracteur routier Volvo, tous tractant des scrapers. La seconde étape consistait à ajouter de l'eau si nécessaire et à scarifier le sol à l'aide d'un boteur tractant un disque.

« Puis, nous avons commencé le nivellement avec les décapeuses, en effectuant des fouilles et en déplaçant la terre jusqu'aux remblais. Les remblais étaient compactés à l'aide de rouleaux à pieds de mouton. Et pour les déblais, nous avons utilisé un boteur Caterpillar D6N équipé d'un GPS Leica Geosystems en mode indication, » a déclaré Schmidtlein. « Le boteur était équipé d'un système de guidage Leica GradeSmart 3D que nous pouvions utiliser à l'aide d'une station de référence située dans notre bureau, à 21 km de là.

Le système d'indication du boteur répondait aux signaux GPS des satellites, mais ces signaux étaient corrigés par le signal du modem GPRS de la station de référence située chez Schmidtlein, a expliqué Bob Parker de chez Laser Specialists, le distributeur Leica Geosystems de Schmidtlein. « La station de référence est connectée à Internet et dispose d'une adresse IP spécifique, » a déclaré Parker. « Les utilisateurs sur le terrain peuvent se connecter à la station de référence via leur module GPRS. »

D'après Schmidtlein, les scrapers apportaient des remblais de 2 m dans la surface de construction. Le D6N équipé d'un système de guidage par GPS Leica Geosystems a nivelé les remblais à plus ou moins 3 cm. Il a ajouté que le système GPS permettait une précision verticale de 1,8 cm, mais qu'il voulait laisser 3 cm à la niveleuse pour les mises à niveau définitives. « Le Leica GradeSmart 3D montre à l'opérateur du boteur un plan détaillé de son travail, » a déclaré Parker. « Il lui montre la position verticale et horizontale exacte de la lame. »

Le réglage du système GPS et du système PowerGrade 3D est relativement simple, a déclaré Schmidtlein. « L'ingénieur nous fournit un fichier de CAO

(conception assistée par ordinateur) et mon fils le convertit en modèle 3D utilisable, un modèle numérique de terrain. Ce modèle est copié sur une carte CF et nous l'installons dans nos deux boteurs, sur la niveleuse et sur le GPS mobile. »

Équipée du système Leica PowerGrade 3D qui est commandé par une station totale, la niveleuse Volvo obtenait une meilleure précision (3 à 5 millimètres) qu'avec le système GPS. Tous les matins, Schmidtlein met la station totale robotisée en station et fait la mise en station avec deux points de référence. Le levé des deux points de référence prend environ dix minutes avec cette station totale motorisée. « La position est calculée à l'aide d'un signal laser et la station totale robotisée utilise un système radio pour envoyer les informations de position d'un prisme situé sur la lame de niveleuse, » a déclaré Parker. « La station totale robotisée suit la niveleuse partout sur le terrain. Les informations de position de la station totale sont mises à jour 12 fois par seconde. Ces informations sont comparées en continu avec le modèle 3D de la niveleuse. Les informations de déblai et de remblai sont générées et les mouvements nécessaires sont envoyés par Leica PowerGrade à notre commande électrovannes sur la niveleuse. Cette commande est reliée aux vérins hydrauliques de l'engin qui contrôlent l'élévation, la pente transversale et le déplacement latéral. »

Bernie Schmidtlein a déclaré : « Nous aimons beaucoup le système automatisé de Leica Geosystems. Si nous ne l'avions pas, nous aurions besoin d'une personne sur place pour vérifier le niveau. Il nous permet de gagner du temps sur la vérification du niveau. De plus, je peux obtenir une précision de 3 mm alors que la niveleuse est en troisième vitesse, soit environ 4 km/h. »

Ensuite, l'entrepreneur met en place le sol de fondation. Pour les stationnements on utilise de la cendre volante, moins onéreuse, comme agent stabilisateur. Avec un pulvimixeur, qui fonctionne comme un instrument de labourage, l'entrepreneur incorpore la chaux ou la cendre volante dans le sol, sur une profondeur de 23 cm. S'ensuit le compactage. Après la stabilisation, l'entrepreneur réalise la mise à niveau définitive du remblai avec la niveleuse équipée du système Leica PowerGrade 3D. La précision réelle est de plus ou moins 6 mm. Puis le remblai reçoit 15 cm de granulats, répandus sur la surface de construction et sur les stationnements.

Le système Leica Geosystems a été un gain de travail énorme, a déclaré Schmidtlein. S'il avait dû utiliser une règle et un cordeau, la préparation du nivellement aurait nécessité la présence de quatre personnes : une pour piloter la règle, une pour superviser la pente, et deux pour installer les piquets. « Cela aurait pris trois ou quatre fois plus longtemps que ce que nous avons mis avec le système automatisé de Leica Geosystems, » a déclaré Schmidtlein qui pilote la niveleuse Volvo. « Avec un cordeau, le temps de préparation aurait été de 90 à 120 heures. Mais lorsqu'ils lèvent les deux points tous les matins, j'y vais et je mets la lame sur un point de référence pour étalonner le système de guidage. Nous avons positionné une poutre en I dans le sol pour nous servir de repère. La première fois que nous avons utilisé le système de Leica Geosystems, j'ai vérifié le niveau avec un laser rotatif pour voir si il était aussi précis que ce qui était prévu. Il l'était, donc nous avons arrêté de vérifier le niveau après le passage de la lame. » ■

À propos de l'auteur : Daniel Brown est le fondateur de TechniComm, Business Communications Inc.

Contact Siège social

Leica Geosystems AG
Heerbrugg, Suisse
Téléphone : +41 71 727 31 31
Télécopie : +41 71 727 46 74

Afrique du Sud

Hexagon Geosystems Ltd.
Douglasdale
Téléphone : +27 1146 77082
Télécopie : +27 1146 53710

Allemagne

Leica Geosystems GmbH Vertrieb
Munich
Téléphone : + 49 89 14 98 10 0
Télécopie : + 49 89 14 98 10 33

Australie

CR Kennedy & Company Pty Ltd.
Melbourne
Téléphone : +61 3 9823 1555
Télécopie : +61 3 9827 7216

Autriche

Leica Geosystems Austria GmbH
Vienna
Téléphone : +43 1 981 22 0
Télécopie : +43 1 981 22 50

Belgique

Leica Geosystems NV/SA
Diegem
Téléphone : +32 2 2090700
Télécopie : +32 2 2090701

Brésil

Comercial e Importadora WILD Ltda.
São Paulo
Téléphone : +55 11 3142 8866
Télécopie : +55 11 3142 8886

Canada

Leica Geosystems Ltd.
Willowdale
Téléphone : +1 416 497 2460
Télécopie : +1 416 497 8516

Chine

Leica Geosystems AG,
Representative Office Beijing
Téléphone : +86 10 8525 1838
Télécopie : +86 10 8525 1836

Corée

Leica Geosystems Korea
Séoul
Téléphone : +82 2 598 1919
Télécopie : +82 2 598 9686

Danemark

Leica Geosystems A/S
Herlev
Téléphone : +45 44 54 02 02
Télécopie : +45 44 45 02 22

Espagne

Leica Geosystems, S.L.
Barcelone
Téléphone : +34 934 949 440
Télécopie : +34 934 949 442

Etas-Unis

Leica Geosystems Inc.
Norcross
Téléphone : +1 770 326 9500
Télécopie : +1 770 447 0710

Finlande

Leica Nilomark OY
Espoo
Téléphone : +358 9 6153 555
Télécopie : +358 9 5022 398

France

Leica Geosystems Sarl
Le Pecq
Téléphone : +33 1 30 09 17 00
Télécopie : +33 1 30 09 17 01

Hongrie

Leica Geosystems Hungary Kft.
Budapest
Téléphone : +36 1 814 3420
Télécopie : +36 1 814 3423

Inde

Elcome Technologies Private Ltd.
Gurgaon (Haryana)
Téléphone : +91 124 4122222
Télécopie : +91 124 4122200

Italie

Leica Geosystems S.p.A.
Cornegliano Laudense
Téléphone : + 39 0371 69731
Télécopie : + 39 0371 697333

Japon

Leica Geosystems K.K.
Tokyo
Téléphone : +81 3 5940 3011
Télécopie : +81 3 5940 3012

Mexique

Leica Geosystems S.A. de C.V.
Mexico
Téléphone : +525 563 5011
Télécopie : +525 611 3243

Norvège

Leica Geosystems AS
Oslo
Téléphone : +47 22 88 60 80
Télécopie : +47 22 88 60 81

Pays-Bas

Leica Geosystems B.V.
Wateringen
Téléphone : +31 88 001 80 00
Télécopie : +31 88 001 80 88

Pologne

Leica Geosystems Sp. z o.o.
Varsovie
Téléphone : +48 22 33815 00
Télécopie : +48 22 338 15 22

Portugal

Leica Geosystems, Lda.
Sao Domingos de Rana
Téléphone : +351 214 480 930
Télécopie : +351 214 480 931

Royaume-Uni

Leica Geosystems Ltd
Milton Keynes
Téléphone : +44 1908 256 500
Télécopie : +44 1908 246 259

Russie

Leica Geosystems OOO
Moscou
Téléphone : +7 95 234 5560
Télécopie : +7 95 234 2536

Singapour

Leica Geosystems Techn. Pte. Ltd.
Singapour
Téléphone : +65 6511 6511
Télécopie : +65 6511 6500

Suède

Leica Geosystems AB
Sollentuna
Téléphone : +46 8 625 30 00
Télécopie : +46 8 625 30 10

Suisse

Leica Geosystems AG
Glattbrugg
Téléphone : +41 44 809 3311
Télécopie : +41 44 810 7937

Illustrations, descriptions et données techniques non contractuelles. Tous droits réservés. Imprimé en Suisse.
Copyright Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Suisse, 2010. 741804fr - I.10 - RVA

Leica Geosystems AG

Heinrich-Wild-Straße
CH-9435 Heerbrugg
Téléphone : +41 71 727 31 31
Télécopie : +41 71 727 46 74
www.leica-geosystems.com

- when it has to be **right**

Leica
Geosystems