

Reporter 59

Le magazine mondial de Leica Geosystems



- when it has to be **right**

Leica
Geosystems



Éditorial

Chers lecteurs,

Habituellement, lors de la gestion de projets, les chefs de projets doivent faire face à trois contraintes : le financement, les ressources humaines et le temps. Si vous minimisez l'une de ces trois contraintes, vous augmentez les besoins des deux autres. Par exemple, si un projet doit être achevé plus tôt que prévu, vous aurez besoin de plus d'argent... ou de plus de personnel... ou peut-être des deux.

« Le temps, c'est de l'argent » : un truisme que nous connaissons tous dans notre travail quotidien. Chez Leica Geosystems, nous voulons fournir à nos clients des produits et des solutions qui leur permettent d'effectuer leur travail de manière plus productive, plus efficace, en moins de temps et avec des besoins moindres en terme de main d'œuvre (mais sans faire de concessions sur la qualité). Vous verrez un exemple impressionnant d'économies de temps et d'argent réalisées par nos clients à partir de la page 19 : notre client australien Sinclair Knight Merz (SKM) a standardisé son parc d'équipements topographique au niveau national et fait désormais entièrement confiance aux produits Leica Geosystems, depuis les stations totales jusqu'aux scanners laser. Cela lui a permis de réduire la courbe d'apprentissage pour ses géomètres grâce à des instruments simples d'utilisation, et de diminuer le risque d'erreurs (et les clients de SKM en profitent aussi).

Bonne lecture !

Ola Rollén
PDG d'Hexagon et de Leica Geosystems

SOMMAIRE

- 03 Au royaume de l'or blanc
- 06 Mission Service
- 08 Leica ADS40 :
700 personnes sauvées
- 09 Le grand glissement
de terrain d'Ancône
- 12 Le plus grand trimaran du monde
- 14 Des points et des lignes laser pour
faire vivre l'histoire
- 16 Répertoire l'héritage mondial
- 18 Excavations dans le fleuve Brisbane
- 19 Standardisation : un excellent
retour sur investissement pour SKM
- 22 Le City-Tunnel de Leipzig
- 25 Une ville en mouvement
- 28 La mesure 3D pour
la rénovation d'immeubles
- 32 Documentation pour
un tunnel sous-marin
- 34 Formation et service au Guatemala
- 35 Levé de terrain au Japon
- 35 La précision pour le secteur agricole

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)

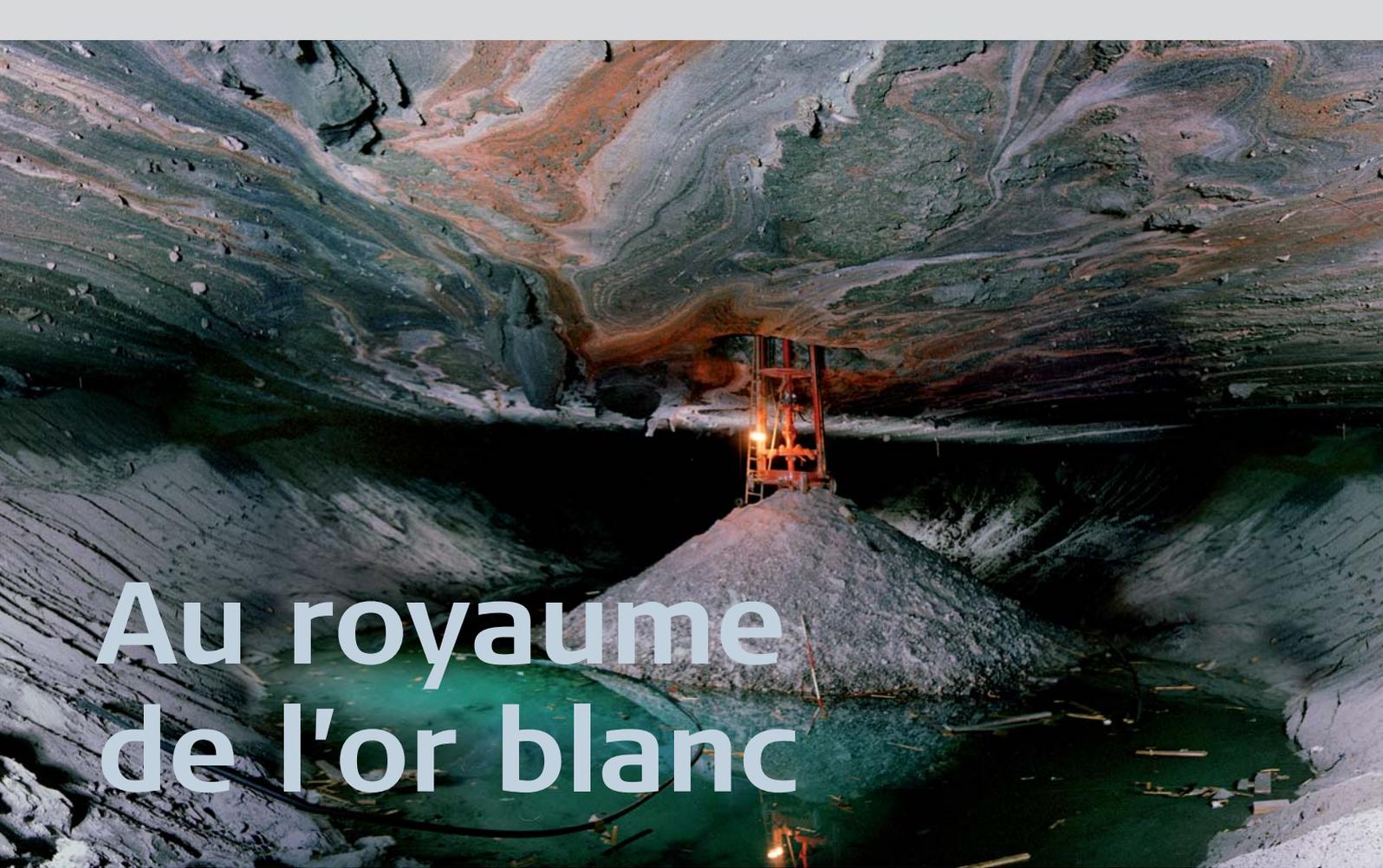
Éditrice : Agnes Zeiner

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),
Décembre 2008. Imprimé en Suisse

Couverture : Le « Spiegelsee » (le lac Miroir) près de la mine
de sel de Berchtesgaden, © Emanuel Raab



Au royaume de l'or blanc

par Agnes Zeiner

Un musée ? Une attraction touristique ? Une mine de haute-technologie ? La mine de sel de Berchtesgaden a un peu de tout cela. La mine de démonstration attire environ 40 000 personnes chaque année. Chaque jour, les 28 trous de forage de l'exploitation par dissolution produisent environ 2 000 mètres-cubes de saumure, ce qui donne une production de 530 tonnes de sel brut de grande qualité. Et pour les spécialistes de la topographie, la mine de sel est également un fantastique voyage dans le temps.

Wolfgang Lochner, géomètre et chef des mines, est à la tête d'une équipe de choc composée de cinq géomètres dans la mine de Berchtesgaden. Il sait que son lieu de travail est non seulement particulièrement passionnant, mais également d'une extrême beauté. Lorsqu'il ne travaille pas sous la surface, il a une vue imprenable sur le mont Watzmann, la troisième plus haute montagne d'Allemagne : « Qui d'autre peut s'en vanter ? » Berchtesgaden est l'une des dernières mines de sel d'Allemagne. Elle a été ouverte en 1517, lors de la création des usines Petersstollen par le Maire Gregor Rainer. « Les celtes savaient déjà pro-

duire du sel et ce dernier est extrait dans la région de Bad Reichenhall depuis l'époque préhistorique. À Berchtesgaden, également, il existe des mines de sel plus anciennes mais il a fallu attendre 1517 et Gregor Rainer pour que leur exploitation devienne une activité majeure, » explique Lochner en fouillant dans les trésors historiques de la région. Depuis lors, 100km de tunnels ont été creusés dans la montagne.

Un centimètre par jour

Les premiers plans auxquels il a eu accès datent du milieu des années 1800. « Mais les premières cartes topographiques avaient été dessinées vers le 16^{ème} siècle ! » Malgré cette longue tradition d'exploitation minière, nul besoin de s'inquiéter d'un éventuel épuisement des réserves de sel dans un avenir proche : des gisements ont été identifiés pour les 30 prochaines années, on sait qu'il y aura encore assez de gisements pour 100 ans de plus et les experts estiment que la capacité d'exploitation est suffisante pour les 300 prochaines années. Chaque année, environ 600 mètres de tunnels sont creusés et 28 trous de forage pour l'extraction par dissolution sont exploités dans environ 30km de cavernes ouvertes (tunnels). Chacune de ces salines a une durée de vie utile d'environ 30 ans.



Dietrich- und einem Theile des Hambl- und Lachermayer- Werkes, wegen der Verfolgung des Wassers von der angewählten Schachttricht zum Lachermayer Fläuschen N°1 und unterm Ankerschurje gegen das abgeworfene Wasserschüßel von 1744 im Ferdinand-berge zu Berchtesgaden, den 16^{ten} Februar 1855.

*a. Wasserschüßel von 1744.
b. Dammschürje
c. Schachttricht von 1751.
d. Wehrdamm von 1758.
e. d. 1797.*



■ Plan de l'usine Dietrich de la mine de sel de Berchtesgaden en 1855.

Berchtesgaden produit de la saumure, une solution liquide qui contient le sel brut transformable. Cette saumure est transportée dans un pipeline vers les salines de Bad Reichenhall. La solution y est chauffée jusqu'à ce qu'il ne reste plus de la saumure de Berchtesgaden que le sel pur de qualité alimentaire. Chaque mètre cube de saumure contient jusqu'à 26,5% de sel. « L'exploitation minière du sel par voie humide, le procédé que nous utilisons ici pour extraire notre sel, est relativement onéreuse, » explique Lochner. Le sel ne se trouve pas sous forme de blocs distincts dans la roche. Il doit être dissous en introduisant de l'eau fraîche. « Voilà ce qui se passe dans les mines exploitées par voie humide : nous pompions de l'eau potable en surface et nous l'injectons dans les gisements pour rincer le sel. Celui-ci, sous forme de solution, se sépare de l'eau fraîche, plus légère à cause de la plus forte densité de la saumure. Ensuite, l'eau salée peut-être acheminée vers la surface et pompée dans le pipeline à l'aide d'une pompe submersible. » Ce procédé semble simple, mais il est en réalité un assez long : le niveau d'eau dans les gisements de la mine monte d'un 1 cm par jour seulement. En outre, un gisement exploité par voie humide mesure environ 125 m de long, 65 m de large et 120 m de hauteur.

Ordinateurs portables et culottes bavaroises

La topographie minière et les levés souterrains sont presque aussi vieux que l'exploitation minière elle-même. « Aujourd'hui, notre tâche principale tourne autour de la surveillance des tunnels et des gisements existants, des levés pour creuser de nouvelles galeries, de la topographie souterraine en général et (en surface) des levés pour la construction de bâtiments et pour la gestion des terrains et des immeubles de l'usine de sel, » explique Wolfgang Lochner. « C'est pourquoi je trouve mon travail passionnant : il regroupe pratiquement tout le spectre de la topo-

graphie d'ingénierie : on ne s'ennuie jamais ! » Son travail inclut les levés et la cartographie des excavations existantes, le levé, la surveillance et l'archivage des gisements exploités, la planification et l'implantation des galeries, les levés pendant la construction des galeries, similaire à celle des tunnels et le levé et le tracé des mouvements de terrain. « Aujourd'hui, nous obtenons des précisions inférieures à la déviation standard de 1 mm pour les levés souterrains et à la déviation standard de 0,5 mm pour les levés en surface. Pour le positionnement nous obtenons une précision de moins de 15 mm pour les points du réseau de contrôle souterrain, » ajoute Lochner.

Nos géomètres miniers travaillent en étroite collaboration avec les géologues internes et externes, ainsi qu'avec les autorités minières nationales. « C'est pourquoi nous avons besoin de deux systèmes de données. D'un côté, nous mettons à jour les plans des autorités minières locales à la main en utilisant de l'encre, des stylos, des couleurs et du papier. Mais bien sûr, nous utilisons des dessins modernes de DAO pour nos propres plans et pour nos archives. C'est pourquoi l'expression « Culottes bavaroises et ordinateurs portables (l'ancien et le moderne) » est très appropriée, » souligne Lochner en souriant.

L'ancien et le moderne, dans leur coexistence paisible, accueillent les visiteurs de la mine de sel de Berchtesgaden. Et pas seulement dans la mine de démonstration où environ 400 000 visiteurs du monde entier peuvent découvrir le monde souterrain de l'extraction de sel grâce au tout nouveau circuit « Voyage dans le temps au pays du sel ». Il y a également des vitrines contenant des instruments modernes, comme le Leica TPS1200, ainsi que des anciens instruments de topographie minière, comme une alidade datant du milieu du 19^{ème} siècle et un théodo-

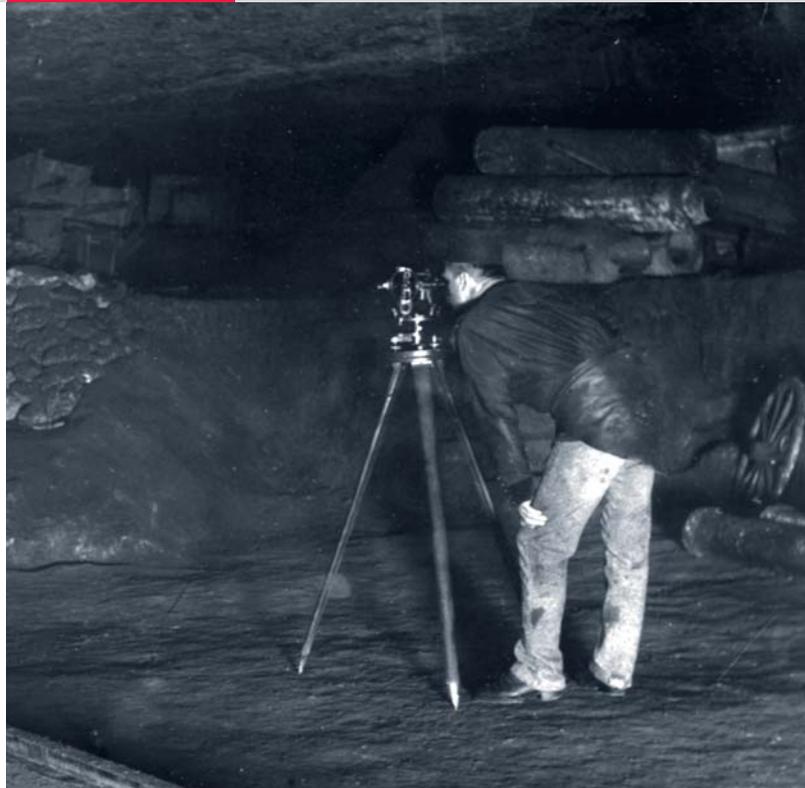
lite Wild T2. Ces instruments Wild étaient fabriqués de 1926 à 1996 par Wild Heerbrugg (aujourd'hui Leica Geosystems).

De Reichenbach à Leica Geosystems

Lochner et son équipe s'appuient également sur un mélange d'ancien et de nouveau. D'un côté, on trouve la technologie de pointe avec le niveau numérique Leica DNA, les stations totales Leica TPS1100 et System 1200 ou le lasermètre Leica DISTO™. Mais à côté de cela, ils estiment que certains anciens instruments sont toujours indispensables, comme la boussole d'arpentage suspendue. Elle est utilisée dans les mines, quasiment inchangée depuis 1897, mais elle a été remplacée récemment par une boussole numérique spécialement conçue et reliée à un ordinateur portable par une interface Bluetooth®. « La plupart des instruments, comme les tâches que nous remplissons, on évolué au fil du temps. Au départ, les géomètres travaillaient avec des alidades et des goniomètres. Aujourd'hui, nous avons des niveaux numériques et des stations totales. Mais certains sont irremplaçables, » soutient Lochner. « Certains des plus anciens instruments ont été fabriqués dans les ateliers de Reichenbach dans les années 1800. » Ces chefs-d'œuvre de technologie ne sont bien entendu plus utilisés mais : « Ils fonctionnent toujours parfaitement : l'avantage des instruments mécaniques ! »

Le procédé d'extraction aussi possède plusieurs instruments anciens qui sont toujours essentiels à l'heure actuelle. Par exemple, le « Röhrkasten », une boîte en bois qui permet de mesurer simplement le débit d'eau lors de l'extraction par voie humide avec une précision de < 1%. « Un modèle de 1756, précis et sans aucun signe d'usure, » explique Lochner en riant. À côté de lui, comme venu d'un autre monde, se dresse un ordinateur ultramoderne dont le contenu est contrôlé depuis la surface par le biais de câbles optiques.

Bien que le passé soit toujours très présent, les pensées de Wolfgang Lochner sont tournées vers l'avenir. Son équipe a récemment effectué des essais avec les scanners Haute-Définition de Leica Geosystems dont les résultats sont en cours d'analyse. Les informations des levés souterrains sont capturées sous forme de données de niveau et de position, pas encore de modèles en 3D. « C'est indubitablement adapté à la création de références pour les levés en surface, mais nos objectifs sont encore plus ambitieux ! » ■



Ce monde souterrain, ouvert à tout le monde

La tradition de l'extraction de sel a façonné la vie et la région pendant plusieurs siècles. Le circuit « voyage dans le temps au pays du sel » de la mine de sel de Berchtesgaden ramène cette histoire à la vie pour tout un chacun, grâce à une technologie de pointe au service d'un divertissement éducatif et informatif.

Informations supplémentaires :

Salzbergwerk Berchtesgaden
Bergwerkstraße 83
D-83471 Berchtesgaden
Téléphone +49 (0)86 52-6002-0
Fax +49 (0)86 52-6002-6,
www.salzzeitreise.de, info@salzzeitreise.de

Heures d'ouverture :

Du 1 mai au 31 octobre 2008 : 09h00 à 17h00*
Du 2 nov. 2008 au 30 avril 2009 : 11h30 à 15h00*
(* dernière admission)

Mission Service

par Agnes Zeiner

Les instruments et les solutions proposés par Leica Geosystems sont utilisés par nos clients dans le monde entier. Parallèlement, nous nous engageons à fournir le meilleur service d'assistance, où que se trouve le client et l'instrument. Un numéro d'équilibriste que notre équipe de support technique central et ses partenaires exécutent tous les jours.

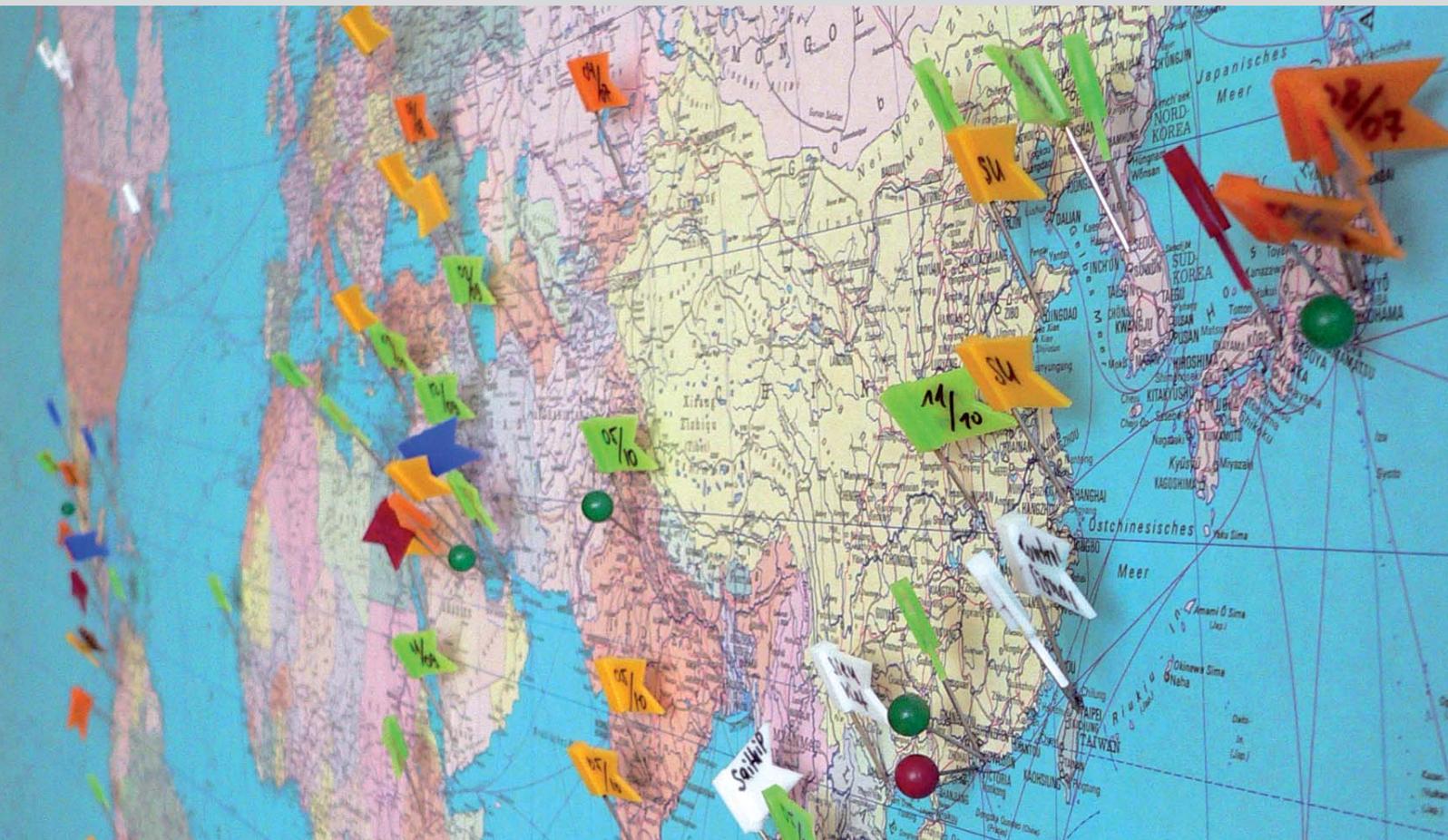
Dans le bureau de Peter Ammann, le directeur du Support technique central (CTS), ce matin, les stores sont mi-clos pour se protéger du rayonnant soleil d'été Suisse. « Les après-midi, ici, cela peut devenir presque insupportable, » explique-t-il en riant. Pas de traitement de faveur pour le directeur de cette équipe CTS de plus de 30 personnes.

Ammann est un missionnaire. Pas au sens religieux du terme, mais vis-à-vis de son travail, parce que trop souvent, les tâches des membres de son équipe concernent des réparations. Mais le support technique, n'est qu'une partie de la gamme de services que Leica Geosystems propose à ses clients. « Nous définissons également un cadre pour la portée de ces services, nous vérifions qu'il est respecté et nous

surveillons continuellement les prestations. Normalement, cela prend très peu de temps à un client de choisir un instrument Leica Geosystems. Mais dans les années qui suivent, il travaille avec cet instrument dont dépendent souvent ses revenus. C'est pourquoi il est important pour nous de concentrer nos efforts sur cette période, » explique Ammann.

Le client obtient une solution complète qui comprend le produit et le service : avec les contrats de services CCP (Customer Care Packages), Leica Geosystems propose à chaque client un contrat de services qui répond exactement à ses besoins (du simple forfait de mise à jour logicielle au « contrat Gold » qui comprend une maintenance matérielle et une maintenance logicielle complètes, ainsi qu'une extension de garantie).

Leica Geosystems et ses partenaires gèrent au total plus de 200 centres de services certifiés dans le monde entier. Tous les trois ans, ces centres sont contrôlés pour vérifier que les normes spécifiées sont respectées. Cette tâche est accomplie par le biais d'un audit des services, dans le cadre de notre système d'assurance qualité. « Ces contrôles sont également considérés comme une opportunité de parler de tous les problèmes avec nos partenaires. Ils



permettent d'améliorer les procédures de travail, par exemple, en opérant de légers changements dans l'infrastructure ou de petits investissements. Et cela a un effet direct sur la cadence de traitement des instruments reçus. »

Comment garantir que tous nos clients (où qu'ils se trouvent dans le monde) reçoivent le même service ? Ce n'est pas si simple, reconnaît le directeur du CTS.



■ Guido Grossmann, membre de l'équipe CTS, règle une station totale Leica TCP1205+.

« Bien sûr, nous sommes souvent sur le terrain pour vérifier que nos exigeantes normes de qualité des services sont respectées. Et nos partenaires investissent également beaucoup. » Il nous conduit à une grande pièce (un atelier, nous supposons). Ammann dit en riant : « Non, c'est une salle d'entraînement. Chaque nouveau technicien engagé par Leica Geosystems vient tout d'abord ici, à Heerbrugg, en Suisse. Sa formation porte sur tous nos instruments, ce qui lui permet d'effectuer la maintenance dans sa région sans aucun problème afin que le client puisse récupérer son instrument le plus rapidement possible. Nos techniciens expérimentés sont également concernés lorsque Leica Geosystems sort un nouveau produit sur le marché. » Car cette connaissance acquise par le biais de la maintenance représente des informations de premier ordre qui sont prises en compte lors de la mise au point de nouveaux produits.

« Les facteurs comme les contrats de services CCP, l'assurance qualité appliquée à nos ateliers de maintenance et la formation continue de nos techniciens de maintenance, actifs dans le monde entier, sont créateurs de confiance. Et si nos clients font confiance à Leica Geosystems aujourd'hui, leurs décisions à venir nous seront également favorables, » assure Peter Ammann, confiant. ■



Leica ADS40 : 700 personnes sauvées

par Rüdiger Wagner

700 personnes ont pu être sauvées à Cao Ping, après la découverte de leur message « SOS700 » sur une image collectée à l'aide d'un capteur numérique aéroporté Leica ADS40.

Après le tremblement de terre qui a dévasté la province chinoise du Sichuan le 12 mai dernier, les autorités locales qui coordonnaient les secours avaient besoin rapidement d'une vue d'ensemble précise et complète des dommages et des zones affectées. Sur la demande de l'Académie chinoise des sciences (CAS), la société Taiyuan Aero Photography Co. a tout de suite accepté de déployer ses capteurs numériques aéroportés Leica ADS40 sur Chongqing, près de Chengdu dans la province du Sichuan. Dès le 13 mai, quinze vols ont été effectués dans la zone du séisme, profitant pleinement de l'efficacité des capteurs Leica ADS40. Avec l'aide de l'équipe de Leica Geosystems, des téraoctets d'images de haute qualité ont été acquis et traités en continu chaque jour, et envoyés la nuit aux autorités locales et au bureau du Président pour être analysés et mis à jour.

Le 16 mai, après le traitement d'un vol effectué un peu plus tôt dans la journée, l'équipe d'assistance de Leica Geosystems a envoyé les images corrigées au Centre gouvernemental chinois de sauvetage des victimes de tremblements de terre, pour qu'elles soient examinées. Lors de l'analyse des bandes d'images, l'attention de l'équipe a été attirée par une pancarte où il était écrit « SOS700 » et qui avait été installée

sur un toit du village de Cao Ping près de la ville de Yingxiu. Personne au Centre de sauvetage n'a compris le message tout de suite mais une équipe de secours a été dépêchée rapidement au village. En arrivant à Cao Ping, les sauveteurs ont trouvé sept cent villageois sans nourriture ni eau, dont de nombreux blessés.

Sam Chen, vice-président de Leica Geosystems Chine, a déclaré : « Dans cet événement, c'est vraiment la technologie supérieure des capteurs Leica ADS40 qui a aidé à sauver des vies. Chez Leica Geosystems, nous sommes honorés d'avoir pu aider notre peuple et notre pays dans un effort commun avec nos clients et les autorités locales, en ces temps de détresse. Grâce à notre technologie, nous allons continuer à aider notre peuple à reconstruire sa vie, au Sichuan. »

La découverte de l'appel au secours coloré de ces villageois a été possible uniquement grâce aux performances exceptionnelles du Leica ADS40. La technologie de pointe des capteurs numériques Leica ADS40 permet de collecter rapidement des données sur des zones étendues, avec la même résolution dans toutes les bandes multispectrales et sans perte de qualité ou d'informations. Combiné à une gestion électronique rapide et simple des processus, le Leica ADS40 fournit une réelle productivité lorsque le temps est un facteur crucial. ■

À propos de l'auteur : Rüdiger Wagner est le chef de produit des capteurs aéroportés de Leica Geosystems à Heerbrugg, en Suisse.



Le grand glissement de terrain, d'Ancône

par Carlo Bonanno et Massimo Magnani

Le 13 décembre 1982, une grande partie de la ville d'Ancône a été détruite par un gigantesque glissement de terrain, affectant 11% de la zone urbaine. Les maisons et les infrastructures ont été gravement endommagées. Environ 3 000 personnes ont dû être évacuées. La voie ferrée et l'autoroute d'État étaient bloquées et l'alimentation en eau et en gaz, interrompue. Après des années d'études, les autorités ont décidé que la consolidation n'était pas une option réalisable à cause du coût et de l'impact sur l'environnement. En effet, le caractère naturel de la région aurait été détruit. C'est pourquoi le conseil municipal a décidé d'assurer la sécurité de la population locale en créant et en installant un système de surveillance complexe, intégré, pour contrôler en permanence la zone du glissement de terrain.

La zone affectée d'Ancône comprend un versant de colline entier de 341,5 hectares au total. Sa hauteur est d'environ 170 mètres au dessus du niveau de la mer, jusqu'à la mer elle-même. Pendant les 15 ans qui

ont précédé le glissement de terrain du 13 décembre 1982, le taux de précipitations dans la région n'était pas exceptionnellement élevé dans l'absolu mais ces dernières étaient persistantes. Cela a provoqué une augmentation importante du niveau des nappes phréatiques. En réaction au glissement de terrain, une série de lois spécifiques a été promulguée aux niveaux régional et national. Ces lois ont permis l'allocation des fonds nécessaires aux opérations d'urgence, ainsi que le nettoyage et la réhabilitation complets de la zone affectée. Elles ont également permis de fournir une aide aux habitants.

Après les premières opérations d'urgence, une étude détaillée a été réalisée sur la zone du glissement de terrain, afin de mettre en place un plan de réparation ou de reconstruction des maisons endommagées. La préparation d'un plan de surveillance continue de la zone du glissement de terrain à l'aide d'instruments de géodésie et de géotechnique a également débuté. Ces projets ont servi de base au plan d'urgence de défense civile. Le plan de surveillance a été subdivisé en deux parties. La première, concernant les instruments de géodésie, a fait l'objet d'un appel d'offre en 2006. Le contrat a été remporté par Leica



Geosystems Italie pour la fourniture et l'installation d'un système de surveillance topographique continue de haute précision.

En association avec les ingénieurs désignés par le conseil municipal d'Ancône, l'installation du système de surveillance a démarré fin 2006 et a été terminé pendant l'été 2007. En octobre 2007, les représentants locaux et nationaux du gouvernement ont officiellement présenté le système au public. La présentation coïncidait avec l'étape de démarrage et d'étalonnage du système. Cette étape, qui est toujours en cours, a permis aux responsables concernés d'analyser les principaux résultats et de les utiliser comme base pour le réglage des seuils d'alarme pour le plan de défense civile.



■ **Vue du « grand glissement de terrain d'Ancône » aujourd'hui.**

Trois étapes pour une sécurité maximale

En raison de la vaste surface à surveiller et de la morphologie complexe de la zone du tremblement de terre, le système a été conçu en s'appuyant sur trois niveaux de surveillance.

- Le premier niveau (alarme) se compose de trois stations principales situées à l'extérieur de la zone du glissement de terrain. Chacune comprend une station totale robotisée, un GPS bi-fréquence et un inclinomètre biaxial.
- Le second niveau se compose de cinq stations de surveillance situées dans la zone du glissement de terrain et comprenant les mêmes instruments.
- Le troisième niveau se compose d'un réseau de 26 récepteurs GPS mono-fréquence et de 200 prismes installés sur les maisons. La position de chaque prisme est levée par les stations totales robotisées.

Chaque station des réseaux du 1^{er} et du 2nd niveau a été installée sur un pilier en béton armé. Les piliers mesurent 1m de diamètre et sont enfoncés dans le sol à des profondeurs de 10 à 25m. Ils dépassent d'environ 3m au dessus du sol. Une station totale Leica TCA2003 robotisée est installée au sommet de chaque pilier. Les antennes Leica AX1202 et les récepteurs GPS Leica GRX1200 ont été installés sur des poteaux en acier inoxydable de 10cm de diamètre, à des hauteurs variables. Chaque station est équipée d'un câble pour les communications et l'alimentation électrique.

Les stations du réseau du troisième niveau ont été créées en installant des antennes GPS mono-fréquence et des panneaux solaires sur les toits des maisons individuelles. Chaque station a été câblée pour protéger l'alimentation électrique et installée à un endroit facile d'accès pour permettre son entretien. Environ 200 prismes ont été installés sur les maisons de la zone. Ils sont levés par les stations totales robotisées Leica TCA2003.

Aucun mouvement important depuis mai 2008

Le système fonctionne automatiquement. Il est géré par le centre de contrôle de la ville d'Ancône, à environ 3 km de la zone sous surveillance. Une ligne de communication principale par réseau local sans fil WLAN – HyperLAN permet un contrôle complet, continu et en temps-réel de tous les récepteurs qui sont sur le terrain. Le centre de contrôle est muni d'un réseau d'ordinateurs équipés des logiciels Leica GeoMoS et Leica GNSS Spider. Ces logiciels contrôlent les récepteurs et analysent les données acquises. Des modules personnalisés ont été spécialement développés pour la gestion des seuils d'alerte, de pré-alarme et d'alarme, ainsi que le seuil suivant qui déclenche les systèmes d'alerte afin de protéger la population. Il est possible d'accéder au système à distance par Internet afin de permettre au personnel adéquat de gérer et de superviser le système à tout moment.

Les stations totales robotisées Leica TCA2003 lèvent la position des prismes toutes les 4 heures. Les sessions d'enregistrement des récepteurs GPS durent 6 heures avec une fréquence d'acquisition de 15s. L'analyse des résultats obtenus d'octobre 2007 à mai 2008 a révélé qu'il ne s'est produit aucun mouvement significatif des structures situées dans la zone.

Un an après le démarrage de ce système de surveillance topographique de surface, les ingénieurs en charge du projet ont pu analyser les premiers résultats. Cette période de réglage du système a été fondamentale pour permettre la définition des seuils d'alerte, de pré-alarme et d'alarme.

Applications à venir

Un appel d'offre a été lancé pour la seconde étape fonctionnelle du projet de surveillance. Il comprend la fourniture et l'installation de capteurs géotechniques souterrains et d'inclinomètres biaxiaux de surface, de haute précision. La combinaison de différents capteurs et de différentes technologies permet la surveillance la plus efficace d'un phénomène gravitationnel complexe tel que le glissement de terrain d'Ancône. Cette surveillance permettra l'étude du phénomène de glissement de terrain et de son évolution dans le temps grâce à l'analyse des données acquises. Par conséquent, elle contribue à permettre

la création d'un plan ciblé et efficace de consolidation future.

À Ancône, les autorités locales et les habitants ont adopté une approche active concernant leur vie avec cet immense glissement de terrain. Cette nouvelle philosophie est une réponse inédite et dynamique à un problème complexe : elle va au-delà des concepts statiques habituels des solutions techniques ordinaires, infaisables ou inabordables dans ce cas. Elle réduit également le niveau de risque pour les habitants des zones affectées. ■

À propos des auteurs : Massimo Magnani fait partie du service Ventes et assistance technique de la section Ingénierie et solutions. Carlos Bonanno est le directeur commercial de la section Ingénierie et solutions. Ils travaillent tous les deux chez Leica Geosystems SpA, en Italie.



Installation pour le « Grand glissement de terrain d'Ancône »

- 7 stations totales robotisées Leica TCA2003
- 7 capteurs GPS Leica GRX1200 L1/L2
- 26 capteurs GPS Leica GX1210 L1
- 230 prismes de surveillance
- 40 systèmes d'alimentation électrique

- 1 système de communication WLAN – HyperLAN
- 1 centre de contrôle et de gestion en temps réel du système de surveillance, équipé des logiciels Leica GeoMoS et Leica GNSS Spider



par Hélène Leplomb

Riche de l'expérience acquise lors de la construction d'une longue lignée de bateaux de course, la Banque Populaire a gagné une notoriété considérable dans le domaine de la navigation. La « banque de la voile » reste sur sa lancée avec un nouveau défi : la construction du plus grand trimaran du monde, le Banque Populaire V. Conçu dans le but de battre les principaux records de navigation, il se compose d'une coque centrale de quarante mètres, de flotteurs de trente-sept mètres de long et d'un mat de quarante-cinq mètres. La « banque de la voile » a choisi la société française Ecartip pour mesurer et tester les pièces fabriquées, à l'aide d'un scanner laser 3D Leica Geosystems.

Les choix technologiques sont primordiaux dans cette course à la performance. Ainsi, pour la structure du Banque Populaire V, l'équipe technique a fait appel à une technologie éprouvée : une couche de Nomex (nid d'abeilles) entre deux couches de carbone. Les éléments de cet immense prototype risquaient de subir des déformations à la cuisson. C'est pour cela qu'Olivier Bordeau, membre de la TEAM Banque Populaire chargé du suivi des composites a choisi la société ECARTIP pour la mesure et le contrôle des

pièces du bateau par scanner laser 3D. L'objectif était de contrôler les écarts entre les pièces réalisées et le modèle numérique théorique pour constater d'éventuelles déformations et pouvoir agir en conséquence pour garder intacte la performance du bateau prévue par le plan initial.

Scan de la coque et des flotteurs

Deux employés de la société ECARTIP ont été mobilisés sur le site pour scanner les différents éléments et réaliser le traitement directement sur place afin de gagner du temps.

Pendant ces opérations, Eric Rabaud, responsable du projet pour ECARTIP a pu apprécier le dôme total du scanner laser Leica HDS3000 : « le dôme total a permis de scanner les carènes rapidement et sans contraintes, en posant le scanner au sol. Sans cette caractéristique, il aurait fallu rehausser les flotteurs, cela aurait été impossible ! ». Les flotteurs de trente sept mètres de long ont nécessité 10 positions de scan chacun. Cette redondance de scans a permis à ECARTIP d'obtenir une précision de ± 4 mm en assemblage de nuages de points et ± 2 mm en modélisation. ECARTIP a ainsi pu fournir des coupes, des vues 3D, des rapports avec les écarts obtenus et des plans de récolement afin de contrôler la conformité des pièces du bateau. La modélisation des coques leur

a permis de redéfinir les axes et plans de symétrie réels du bateau. Les différentes parties du bateau ont donc pu être recalées précisément en tenant compte des déformations observées et des caractéristiques mécaniques du bateau. Cette opération de précision a été déterminante pour l'implantation des puits de dérive, foils, safran et autres pièces du bateau.

Cette prestation a fini de convaincre le responsable du Team Banque Populaire qui a pu constater en plus de la gestion des déformations observées, cinq jours de gagnés sur le planning : « Avant on ne savait pas pourquoi le bateau virait plus à droite ou à gauche, on contrôlait le réalisé avec un fil à plomb et un décimètre. Avec cette technologie, on gagne du temps, de la fiabilité et de la précision dans la mesure mais surtout, on peut corriger l'axe de symétrie avant la mise à l'eau ! » s'enthousiasme Monsieur Bordeau.

L'aide à l'assemblage du plus grand trimaran du monde

Assembler de telles pièces n'est pas chose évidente et la précision de l'implantation est primordiale. Auparavant, le guidage de l'implantation des éléments sur la coque centrale se faisait sur une projection au sol et à l'aide de fil à plomb et d'un niveau. Ce travail minutieux pouvait prendre des jours à être installé. Puis ils découpaient, positionnaient la pièce, puis répétaient ces opérations jusqu'à son intégration parfaite.

Déjà conquis par la prestation de la société ECARTIP, le Team Banque Populaire a décidé de tester l'implantation des bras sur la coque centrale par scanner

laser 3D. Eric RABAUD a défini la zone à couper sur éléments modélisés du bateau, puis a matérialisé sur la coque le tracé à l'aide d'un théodolite. « Nous avons l'habitude de travailler avec une marge de sécurité, précise Monsieur Bordeau, dans un premier temps nous n'avons pas voulu prendre le risque de découper exactement en suivant le tracé... » Mais dès la première découpe, le Team a dû se rendre à l'évidence : le tracé était juste. Le scanner a donc suivi toute la progression de l'assemblage du bateau en aidant à l'assemblage des coques et au positionnement des foils.

Cette première prestation de scan laser 3D a révolutionné les méthodes de mesure dans le milieu des bateaux de course : « Il n'y avait pas de culture de la mesure dans ce domaine, c'est une révolution dans notre système de mesure » affirme Monsieur Bordeau. Les opérations de contrôle et d'assemblage ont pris trois fois moins de temps dans le planning serré de la construction de ce prototype et ont permis d'adapter l'implantation des éléments sur la coque centrale pour garantir la meilleure géométrie du bateau. La disponibilité et l'implication de la société ECARTIP ont été grandement appréciées par le Team Banque Populaire qui n'hésitera pas à contacter ECARTIP lors de modifications sur les bateaux de la « Banque de la voile ». De son côté, Eric Rabaud de la société ECARTIP a pu sentir l'esprit d'équipe qui régnait autour du bateau, l'impression de faire lui aussi partie de cette grande aventure. ■

À propos de l'auteur : Hélène Lepplomb est responsable du Marketing chez Leica Geosystems France.

Banque Populaire V

Type : Maxi trimaran océanique

Skipper : Pascal Bidégorry

Longueur : 40,00m

Largeur : 23,00 m

Déplacement : 23 t

Tirant d'eau : 5,80m

Tirant d'air : 45 m

www.voile.banquepopulaire.fr

www.ecartip.fr



Des points et des lignes laser pour faire vivre l'histoire

par Daniel Stettler

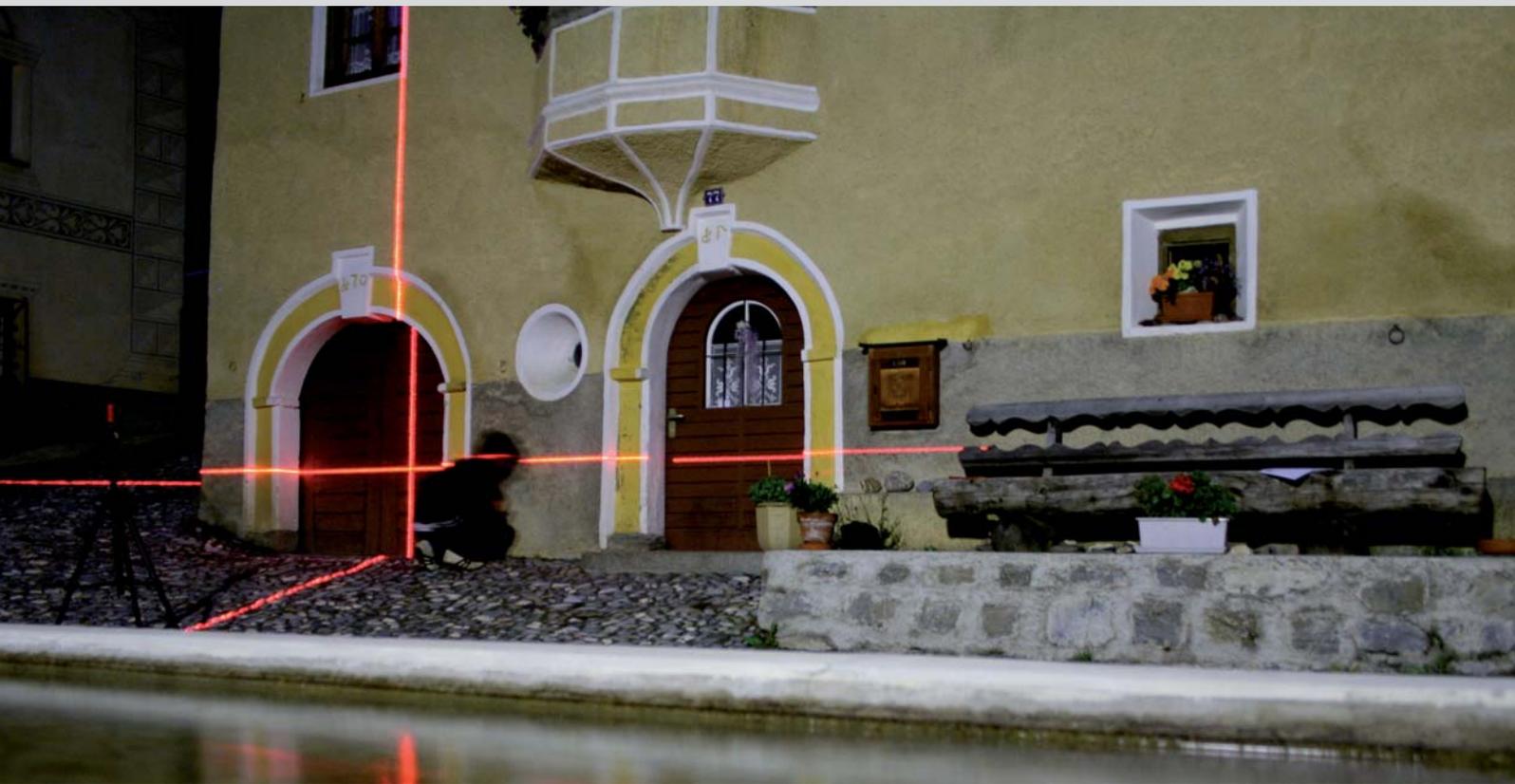
Haut perché, sur une pente ensoleillée de la limite Est de la vallée de l'Engadine, dans le canton suisse des Grisons, il y a un petit village de 175 âmes. Il s'appelle Tschlin. Les perspectives économiques du village seraient maussades sans l'esprit d'entreprise et d'innovation de ses habitants. Mais il n'y a pas de changement sans défi : comment endiguer la chute démographique d'une ville mourante et conserver une population viable en garantissant la subsistance des jeunes familles ? Comment restaurer et conserver les bâtiments typiques sans les transformer en musées ? Comment adapter les anciens corps de fermes en habitations de vacances sans perdre le caractère du village ?

Tschlin est un parfait exemple de village de montagne européen en pleine transition et il a été choisi pour une étude de cas soumise aux étudiants en architecture de l'Université de Washington, à Seattle. En tant qu'initiateur de l'étude, je suis venu passer l'été 2007 ici avec un groupe d'étudiants afin d'aider le village à relever ces défis. Pendant deux mois, nous nous sommes engagés dans un certain nombre de projets concrets, destinés à aider la communauté à faire des plans d'avenir. Certains instruments de Leica Geosystems ont joué un rôle important dans cet effort.

Des conditions de mesure difficiles

L'un de nos projets consistait à dresser un inventaire précis des bâtiments existants à Tschlin. Ce projet a nécessité la réalisation de dessins précis des structures existantes et des espaces publics du village afin de servir de base aux plans futurs. Cela semble aisé mais la topographie escarpée de la commune et la forme irrégulière des bâtiments ont rendu ces mesures très difficiles. Il aurait été malaisé et dangereux d'utiliser des échelles avec des instruments primitifs tels que des perches et des roulettes. Les maisons de l'Engadine, avec leurs formes complexes et leur grande taille, ne sont qu'une partie du problème. Les lasers de Leica Geosystems nous ont permis de mesurer ces bâtiments en toute sécurité, depuis le sol.

Nous avons utilisé des instruments spécifiques : les lasermètres Leica DISTO™ A5 et Leica DISTO™ A8 et le laser d'alignement Leica Lino L2. Les Leica DISTO™ A5 et A8 ont permis de mesurer les hauteurs et les distances totales. Le Leica Lino L2 a permis de définir les lignes de référence horizontales et verticales. Le Leica DISTO™ A5 s'est révélé le plus fiable pour les mesures de point à point. En tant qu'instrument de mesure basique, sa simplicité a été très appréciée. Dans les moments critiques, en cas de faible éclairage et de longue distance, le Leica DISTO™ A8 offrait une fonction supplémentaire : le viseur numérique qui propose trois niveaux de grossissement de



la cible afin de localiser le point avec la plus grande précision.

Des mesures rapides et précises

En raison de la topographie du village, le plan de mesure n'était pas toujours d'aplomb ni à niveau. C'est pourquoi les fonctions trigonométriques du Leica DISTO™ n'étaient pas toujours applicables. C'est dans ces moments là que le Leica Lino L2 a été particulièrement utile. En fait, il s'est révélé un équipement essentiel pour notre projet. Sa fonction d'auto-nivellement a transformé une tâche longue, pénible et fastidieuse en quelque chose de rapide et simple. Cet instrument produisait des lignes d'aplomb et de nivellement exactes qui, une fois photographiées et assemblées, formaient une grille sur les façades des bâtiments. Ces grilles ont été essentielles pour la reconstruction de ces immeubles sous la forme de dessins linéaires.

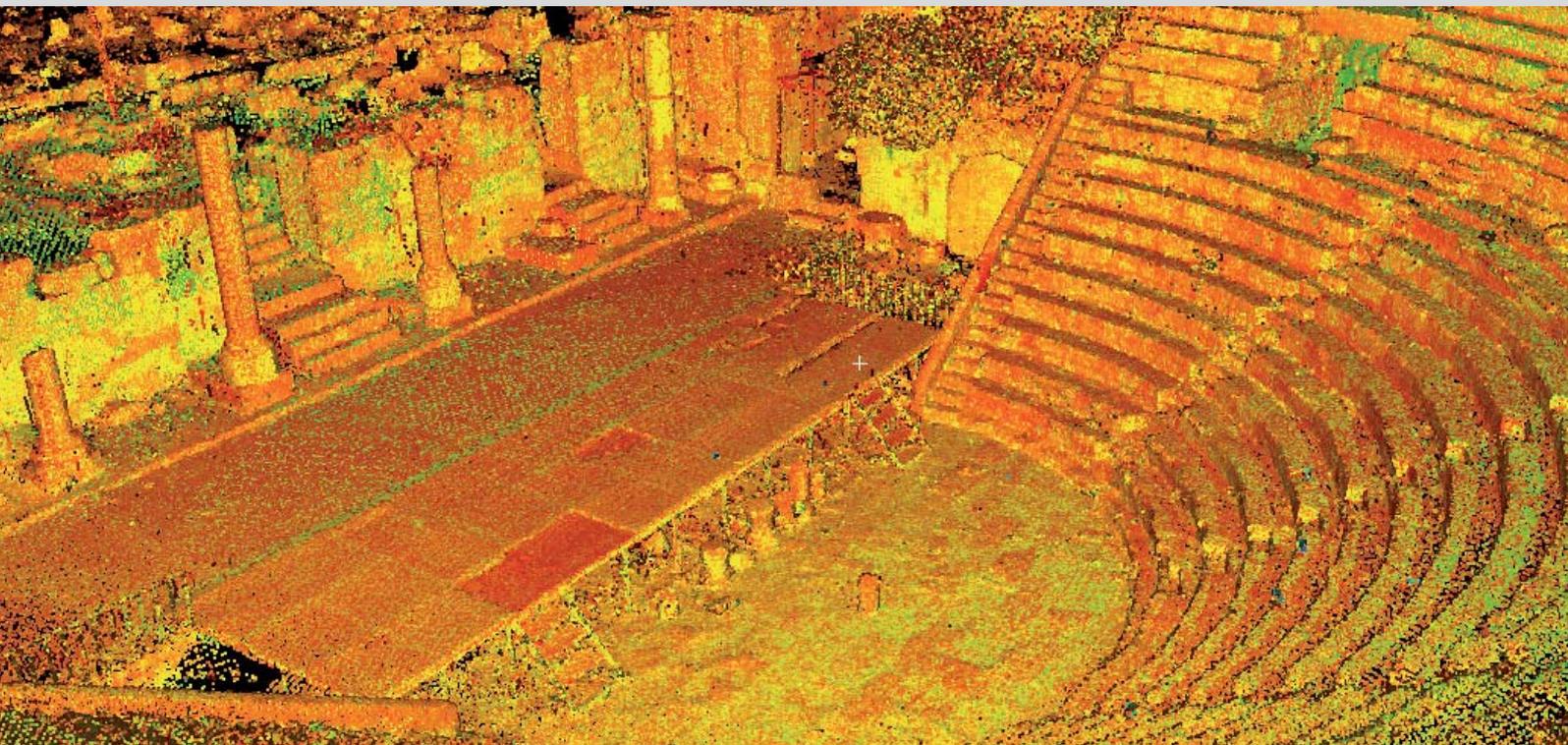
Pour documenter l'avancée de nos travaux à l'aide de photos, notamment des lignes du Leica Lino L2, et pour augmenter notre productivité, nous avons rapidement décidé de travailler également la nuit. Les villageois ont été surpris de nous voir travailler dans la pénombre mais nous avons trouvé que c'était la solution la plus efficace pour prendre les mesures. Cela a parfois engendré quelques explications avec les autochtones, perplexes de voir des grilles rouges sur leurs maisons. Ils ont été

soulagés de découvrir, le lendemain, que les lignes avaient disparu.

Des mesures d'intérieur pendant l'été 2008

Vers la fin de l'été 2007, grâce à l'efficacité et à la précision des instruments Leica Geosystems, notre équipe de six avait mesuré et dessiné trente bâtiments de Tschlin. Cette collecte de données s'est poursuivie pendant l'été 2008. En fait, d'autres étudiants de l'Université de Washington ont entrepris des mesures supplémentaires, à l'intérieur des bâtiments, cette fois. Le Leica Lino L2 a été très utile pour déterminer les lignes horizontales et verticales à l'intérieur des maisons de l'Engadine où peu de choses sont horizontales ou d'aplomb. Le département d'architecture de l'Université de Washington exprime sa sincère gratitude envers l'équipe de Leica Geosystems et espère utiliser leurs instruments sur ses projets pendant encore plusieurs années. ■

À propos de l'auteur : Daniel Stettler est architecte à Seattle. Il enseigne au département d'architecture de l'Université de Washington et dirige le Studio Tschlin.



Répertorier l'héritage mondial

par Paul Burrows

Le PAC, le Projet archéologique de Cyrène, a été mis en place pour répertorier les restes de la cité gréco-romaine de Cyrène, en Lybie. Il associe les universités d'Oberlin (États-Unis) et de Birmingham (Royaume-Uni), ainsi que le département des antiquités (Lybie). Le site fait partie de la zone de protection et de développement de la Montagne verte, récemment instaurée par le gouvernement libyen dans le cadre de la « Déclaration de Cyrène ». Le but du PAC est de répertorier de manière systématique, traçable et complète, les structures sur pied et les éléments enterrés, présents dans ce site inscrit au patrimoine mondial de l'UNESCO. Pour ce faire, une combinaison de techniques de mesures aériennes et souterraines est utilisée sur le terrain, parmi lesquelles une Leica ScanStation et un scanner Leica HDS6000.

Au cœur de l'Université de Birmingham se trouve le Centre des technologies visuelles et spatiales (Visual

and Spatial Technology Centre ou VISTA) qui fait partie de l'institut d'archéologie et d'antiquité (IAA). Ce groupe archéologique a été chargé de capturer, d'analyser et de conserver des données en 3D par la création d'environnements numériques. Les projets de capture de données vont de la modélisation d'objets à celle de paysages.

Le centre VISTA existe depuis 2003. Il s'est créé des relations avec les universités et les institutions professionnelles du monde entier. Ces alliances mondiales ont soutenu de grands projets à durée indéterminée qui nécessitent des équipes d'experts hautement qualifiés pour l'utilisation de la toute dernière technologie de capture des données. Le centre VISTA a utilisé la technologie TPS/GPS pour les Relevés Haute Définition (stations totales et instruments GPS HDS™) de Leica Geosystems, qui lui a permis de collecter des données avec une précision réputée presque impossible quelques années auparavant. « Notre but, en tant que groupe historique, est d'utiliser cette technologie de pointe pour capturer et intégrer tous les types de données dans

« Notre but, en tant que groupe historique, est d'utiliser cette technologie de pointe pour capturer et intégrer tous les types de données dans les plus grands modèles volumétriques et souterrains jamais capturés lors de projets archéologiques. »

Prof. Vince Gaffney, chef du groupe VISTA et titulaire de la chaire d'archéologie du paysage et de géomatique.



les plus grands modèles volumétriques et souterrains jamais capturés lors de projets archéologiques, » a déclaré le Prof. Vince Gaffney, chef du groupe VISTA et titulaire de la chaire d'archéologie du paysage et de géomatique.

Le centre VISTA et le projet PAC

Le centre VISTA est l'un des meilleurs groupes fondés en Europe et il était en bonne place pour participer au projet PAC. La saison 2007 a eu lieu du 17 au 28 juin. Le Leica HDS6000, associé à un appareil photo externe, a été utilisé pour collecter des données dans différents sites clés. En outre, une batterie de magnétomètres Foerster, reliée à un capteur GPS différentiel Leica SR530, a été utilisée pour effectuer ce levé géophysique de grande envergure.

Le Leica HDS6000 a été choisi car il représente la technologie de mesure par phase la plus avancée du marché. « Les performances de l'unité ont été excellentes, même à des températures déraisonnablement élevées, dépassant les 35°C. Sa construction relativement légère et la grande capacité de sa batterie rendent l'instrument très mobile : il peut également être transporté dans sa mallette semblable à un sac à dos, » a déclaré le Dr. Helen Goodchild, Directrice géomatique du projet.

Avec le Leica HDS6000 et la Leica ScanStation, basée sur les impulsions, plus de 120 scans ont été pris en deux semaines, ce qui a permis de collecter plus de 150 Go de données, soit des milliards de points de

levés. L'assemblage a été réalisé avec Leica Cyclone Register et les données ont été goé-référencées à l'aide des points de contrôle GPS obtenus avec la station de référence DGPS Leica SR530 et une mire.

Modèles de surface en Full 3D

Les données acquises par le Leica HDS6000 ont été utilisées pour générer des promenades virtuelles, des sections en 2D et des tranches de données pour les interrogations. Des modèles de surface en Full 3D ont également été générés. Ils ont aidé l'investigation et fournissent des documents irremplaçables sur la zone. En outre, ces données ont été intégrées dans les logiciels SIG du centre VISTA avec les données GPS, les données de magnétométrie, les données GPR et les données de l'étude de l'environnement afin de pouvoir les analyser en contexte.

Le département d'archéologie de l'Université de Birmingham utilise les instruments de topographie de Leica Geosystems depuis longtemps. Son incursion dans le monde des Relevés Haute Définition (HDS) est donc une évolution technologique naturelle. Sans le Leica HDS6000 ou la Leica ScanStation, l'équipe du PAC n'aurait pas pu capturer les données concernant les structures anciennes sur pied avec ce niveau de détails, en si peu de temps. ■

À propos de l'auteur : Paul Burrows est ingénieur de projet pour la section Scan laser 3D de haute définition de Leica Geosystems Royaume-Uni.

Excavations dans le fleuve Brisbane

par Stefana Vella

L'eau propre est une denrée précieuse, en particulier lorsqu'elle manque. C'est malheureusement le cas dans les régions de l'est de l'Australie qui subissent une importante sécheresse depuis deux ans. Dans le cadre d'un plan global d'anticipation des effets d'une éventuelle nouvelle sécheresse, et pour atténuer les effets de la sécheresse actuelle le gouvernement du Queensland a mis en place le projet de construction d'un couloir de distribution d'eau recyclée pour l'ouest (Western Corridor Recycled Water Project). Lorsqu'il sera construit, ce projet sera le plus grand système de recyclage d'eau de ce type dans l'hémisphère sud. Ce n'est pas un petit exploit.

Caldme Excavation Pty Ltd., spécialiste des excavations de grande envergure et des travaux sous l'eau, s'est engagé dans ce projet en tant que sous-traitant. Le défi consistait à creuser une bouche de drainage de 60m avec trois diffuseurs, installée à la station de retraitement des eaux usées de Goodna, sous les 14,5m d'eau au maximum du fleuve Brisbane. L'un

des impératifs était de savoir opérer dans toutes les conditions de marée pour maximiser la disponibilité en vue de terminer ces travaux importants.

Caldme a fait confiance au système GPS 3D de Leica Geosystems pour simplifier l'excavation qui aurait été difficile, sans cela. La pelle mécanique longue portée R290LC-7 LR Hyundai de Caldme dispose d'un système Leica 2D MC300 DigSmart, installé de manière permanente. Caldme a simplement loué le système GPS 3D auprès d'un distributeur Leica Geosystems, CR Kennedy, pour la durée du projet. Les systèmes se sont parfaitement intégrés, ce qui a rendu la faible visibilité beaucoup moins problématique et permis d'accélérer la progression des travaux.

La pelle mécanique opérait depuis une barge fournie par QPort Marine Services, amarrée à une bèche d'ancrage. Le système GPS aidait le remorqueur à positionner la barge pour les travaux, ce qui simplifiait l'implantation de la barge et représentait un gain de temps considérable. Le but premier des travaux était la construction d'une plateforme de mise à niveau sur la rive et l'installation des diffuseurs dans un sarcophage. Le projet incluait également le placement d'un caisson en pierre et le façonnage des rives avec une pente de 1 sur 4.

La pelle mécanique opérait à sa profondeur maximale mais le système GPS 3D de Leica Geosystems a permis à Caldme de terminer le travail en respectant les tolérances et dans la moitié du temps imparti, environ. Lorsque la portée de la pelle atteignait sa limite, la barge était repositionnée, guidée par le système GPS de la pelle mécanique, pour que cette dernière puisse terminer le travail. Ce travail était considéré comme très risqué mais il a été mené à bien sans la moindre égratignure à la conduite, ni aucun accident entraînant un arrêt de travail. ■

À propos de l'auteur : Stefana Vella est consultante en développement commercial et Directrice marketing de la section Automatisation d'engins de la société C.R. Kennedy, partenaire distributeur de Leica Geosystems en Australie.





■ Levé du centre pénitentiaire historique de Port Arthur à Hobart, en Tasmanie, avec des instruments Leica HDS et Leica TPS.

Standardisation : un excellent retour sur investissement pour SKM

par Alison Stieven-Taylor

Connu pour son avant-gardisme et son esprit d'innovation en matière de produits et services concernant les informations spatiales, Sinclair Knight Merz (SKM) trace encore une nouvelle voie : cette fois, dans le domaine de la fourniture de services spatiaux. À une échelle rarement vue en Australie, SKM a standardisé son parc national d'équipements pour les services de topographie après avoir conclu un important

contrat avec le distributeur australien de Leica Geosystems, CR Kennedy.

La société SKM a remplacé tout son parc de matériel de topographie par des équipements et des programmes Leica Geosystems. Cet ambitieux projet lui a permis de découvrir un nouveau niveau d'interopérabilité et d'efficacité, en travaillant sur une plateforme commune. Leigh Finlay, Directeur régional de Nouvelle-Galles du Sud et chef du bureau de topographie de SKM explique : « La décision de standardiser le parc



d'équipements de nos services de topographie a été influencée par deux principaux facteurs : le problème de la familiarité de l'opérateur avec les diverses marques que nous utilisons et le besoin de remplacer un équipement vieillissant. » Le principal raisonnement à l'origine de ce plan visait à obtenir un certain niveau de standardisation à travers tout le pays pour faire tomber les barrières qui entravaient le déplacement des ressources de personnel et d'équipement aux endroits où notre travail était requis.

En outre, cette approche nous a permis de mettre en place un plan national efficace à long terme avec un fournisseur qui propose un approvisionnement clair et rentable des équipements de topographie les plus récents et les plus avancés, mis à jours régulièrement. Les principaux bénéficiaires sont nos clients, » a déclaré M. Finlay. « Lorsque vous utilisez plusieurs marques et que votre équipe est mobile, vous ne pouvez pas toujours garantir que l'employé et l'équipement vont ensemble. Nous ne pouvons pas nous permettre d'apprendre sur le tas car le temps de familiarisation s'ajoute aux coûts d'opération. Nous sommes convaincus que cette efficacité accrue lors de la prestation de nos services profitera à nos pro-

jets et à nos clients. Nous pensons qu'en travaillant avec une seule marque et un seul fournisseur, nous pouvons obtenir des procédures plus fluides, collaborer à travers toutes les régions et faire tomber les barrières que nous avons rencontrées précédemment en travaillant avec plusieurs marques. »

Technologie, service et assistance

M. Finlay avoue que cela n'a pas été facile, en interne, avec la fidélité envers les diverses marques au sein de la société. « C'est un peu comme essayer de vendre une Ford à un fan inconditionnel d'une marque locale. Il y a des gens qui préfèrent garder leur vieille voiture locale plutôt que d'acheter une Ford flambant neuve. » La décision fait suite à une évaluation rigoureuse des divers distributeurs auprès desquels les représentants de SKM de toutes les régions étaient engagés. L'évaluation concernait également l'assistance technique et toute autre assistance proposée par les divers distributeurs. Au bout du compte, nous sommes arrivés à une équation très simple : une technologie de pointe combinée à un pack complet de services et d'assistance nationaux. « Ces dix dernières années, les développements technologiques dans le secteur de la topographie spatiale ont com-



plètement transformé notre manière de travailler. Pour moi, Leica Geosystems a été le grand innovateur en matière de technologie dans le domaine de la topographie. Ils ont été les premiers à sortir les niveaux à codes-barres, un concept totalement inédit, à l'époque.

La présentation récente de la Leica SmartStation qui combine les techniques GPS/GNSS et TPS dans un même instrument a été une autre avancée majeure et les scanners laser 3D de Leica Geosystems ont révolutionné notre manière de capturer les données. Nous avons été extrêmement satisfaits de l'équipement Leica Geosystems, et en particulier du Leica scanner laser 3D qui nous a ouvert des portes qui nous ont permis d'élargir notre clientèle. En travaillant avec la technologie de Leica Geosystems, nous avons pu livrer des prestations supérieures aux attentes de nos clients et respecter nos normes drastiques. »

La confiance de se lancer dans de nouveaux projets

Au sujet des services et de l'assistance, M. Finlay a reconnu que CR Kennedy allait au-delà de ses attentes. « Il est vrai que nous avons eu de bonnes rela-

tions avec tous nos fournisseurs par le passé. Mais à ce niveau-là, CR Kennedy s'est démarqué avec un pack remarquable pour répondre à nos attentes. Leur solution de formation, de fourniture et de services nous donne la confiance nécessaire pour nous lancer dans de nouveaux projets car nous savons que nous sommes entièrement soutenus. » Le pack de CR Kennedy inclut également un contrat de location dont M. Finlay ne pensait pas avoir l'utilité pour SKM. Mais les affaires marchent bien et SKM profite déjà de la possibilité de louer des équipements supplémentaires pour compléter son propre parc, constamment utilisé. « Nous voyons déjà les avantages de la standardisation. Les services que nous propose CR Kennedy, combinés au fait que tout le monde connaît l'équipement, permettent au groupe spatial d'être très réactif lors de la prestation de services dans toutes nos succursales. Ils nous ont redonné confiance car nous savons que quel que soit le projet dans lequel nous nous lançons, nous avons la combinaison adéquate de qualification, d'équipement et de support pour tenir nos promesses. » ■

À propos de l'auteur : Alison Stieven-Taylor est une journaliste basée à Melbourne.

Le marché incluait :

- 28 unités GNSS Leica GPS1200
- 18 stations totales Leica TCRP1200+
- 12 télécommandes Leica RX1250 T
- 7 Leica SmartStations
- 6 niveaux numériques Leica DNA03 et
- 1 scanner laser 3D Leica HDS6000 pour remplacer leur ancien scanner Leica HDS3000

www.skmconsulting.com

www.crkennedy.com.au/survey

- **À gauche : Robinson River dans le Territoire du Nord. Levé dans le cadre d'une location de terrain, pour le gouvernement australien.**
- **À droite : Fonderie de Hobart, Tasmanie. Comme la fonderie ne pouvait pas être fermée, le Leica HDS6000 a été placé dans une cage spécialement construite et plongée dans les locaux de la fonderie.**



Le City-Tunnel de Leipzig

par Michael Amrhein, Guido von Gösseln et Dieter Heinz

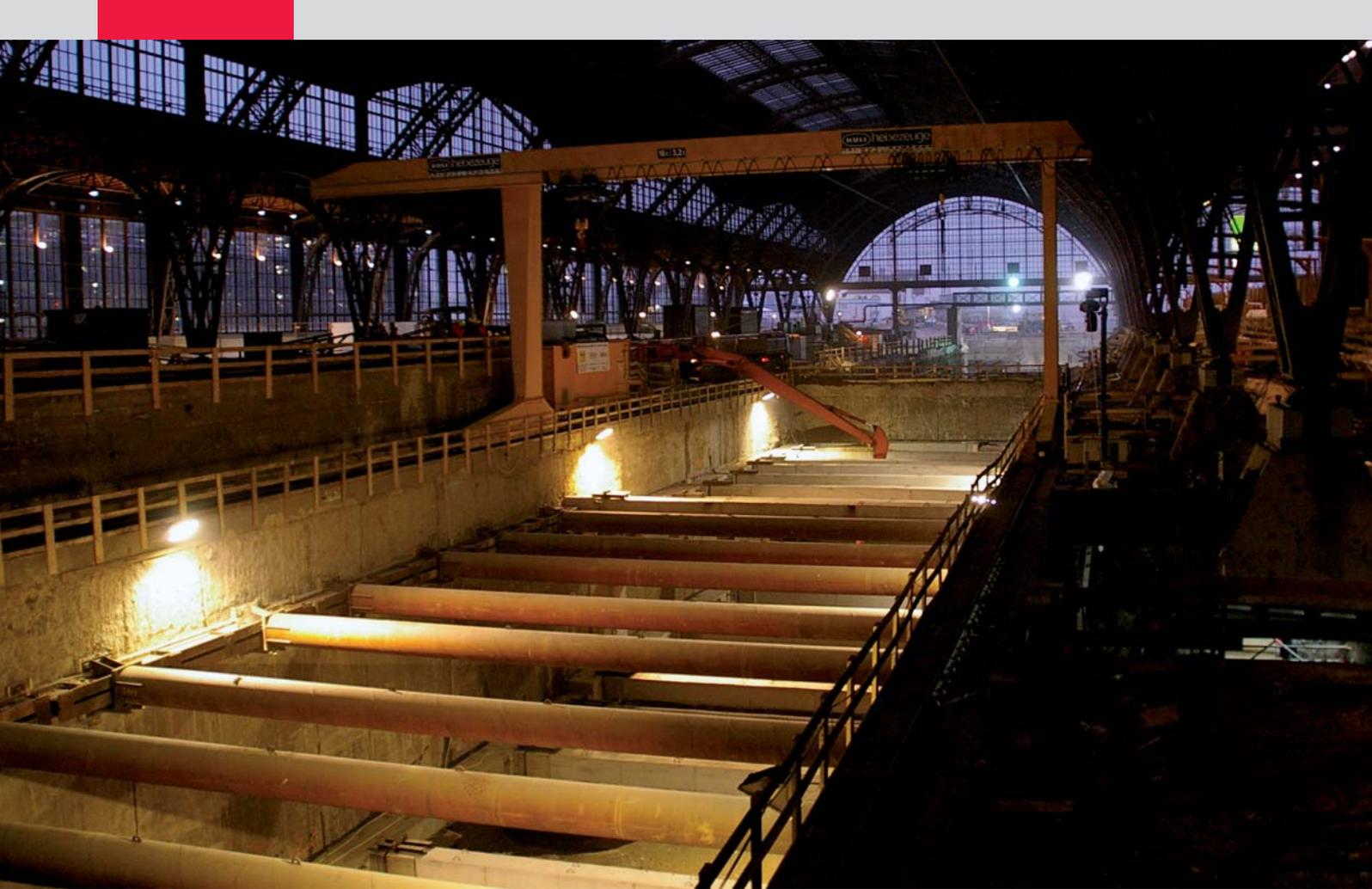
Classée parmi les plus grands terminaux d'Europe, la gare ferroviaire principale de Leipzig est l'un des plus importants centres de transport public régional et grandes lignes du centre de l'Allemagne. Le terminal offre aux voyageurs un accès aisé et des correspondances pratiques mais son architecture rend tout changement de direction extrêmement fastidieux. En outre elle est beaucoup plus imposante qu'une gare directe. Cette situation devrait être réglée par l'un des projets de tunnels les plus complexes d'Allemagne : le City-Tunnel de Leipzig.

Pendant la construction de la gare principale (de 1902 à 1915), la possibilité d'une connexion directe à la Bayerischer Bahnhof (Gare bavaroise) de Leipzig pour relier le nord et le sud de la ville avait déjà été explorée. Mais les deux guerres mondiales ont empêché la réalisation de cette idée. Avec la création de S-Bahn Tunnel GmbH (SBTL) en 1996, le projet du City-Tunnel de Leipzig a ressuscité et les enquêtes préliminaires ont conclu qu'il était faisable et finan-

cièrement viable. En 2003, le feu vert a finalement été donné pour le lancement des travaux.

Le projet du City-Tunnel de Leipzig (CTL) se compose de trois parties : la section d'entrée au sud de la Bayerischer Bahnhof (Contrat A), la section principale du projet (Contrat B) avec deux tunnels (d'environ 1500m chacun) creusés au bouclier et quatre stations, et la troisième section (Contrat C) qui comprend la portion située sous la station principale, après laquelle le tunnel émerge pour se connecter au réseau existant. La réalisation d'un tel projet représente un défi extraordinaire pour tous les ingénieurs impliqués, en particulier parce que les travaux du CTL sont réalisés sous une ville d'un demi-million d'habitants.

Les levés topographiques des trois contrats ont été réalisés par Angermeier Ingenieure GmbH (Contrat B, en association avec Geodata ZT). Cette tâche inclut également le déplacement du portique de la Bayerischer Bahnhof. Le déplacement de cette structure classée était nécessaire pour la construction de l'une des quatre stations et a été suivi par la population de Leipzig et les médias.



Tous les levés se basent sur des programmes topographiques où tous les travaux géodésiques sont précisément décrits et spécifiés. L'accord est donné par un représentant du client, DEGES (Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH). La portée des programmes topographiques (il y en avait plus de 20 en tout) définit clairement l'échelle du projet et illustre de manière impressionnante les exigences strictes concernant le travail des ingénieurs-géomètres.

Le réseau géodésique

Le point de départ de tous les levés était le réseau géodésique extrêmement précis fourni par le client. Deux autres grands réseaux ont permis de détailler encore le réseau de base. Ils couvraient les trois contrats et ont été exécutés sous la forme de trois campagnes séparées et indépendantes. Les informations obtenues ont été utilisées pour le contrôle du tunnelier, la surveillance de toutes les déformations et l'implantation des constructions. Les levés de position ont été réalisés à l'aide de stations totales Leica TCA 2003 associées à des réflecteurs de précision GPH1P et des levés GPS (Leica GPS 500, Leica GPS1200). Les levés de niveau ont été réalisés pour

deux campagnes à l'aide niveaux numériques (Leica DNA03) et de mires invar, avec la méthode BFFB. Les levés réalisés dans le réseau ont donné une précision de 1-2 mm pour la position et 0,5 mm pour le niveau.

Les levés du City-Tunnel de Leipzig entraînent dans l'un des deux types de levés. D'une part, il y avait les levés relatifs à la construction et au récolement. Et d'autre part, il y avait les levés relatifs à la surveillance des mouvements et des déformations. En effet, avec un projet de cette envergure, la déformation au niveau de la surface et les risques d'affaissement des constructions doivent être pris en compte.

Réduction des risques

Les risques ont été réduits à un minimum grâce à l'application d'un concept de sécurité et de surveillance dans lequel plus de 60 immeubles et infrastructures techniques étaient surveillés avec précision, à l'aide de levés au tachéomètre et de niveaux de précision. La longueur totale des levés qui auront été réalisés à la fin de ce projet d'environ 6 km est estimée à 8000 km. Des injections de compensation permettent d'éviter tout affaissement des immeubles. Ce procédé consiste à percer au total 12 puits horizon-



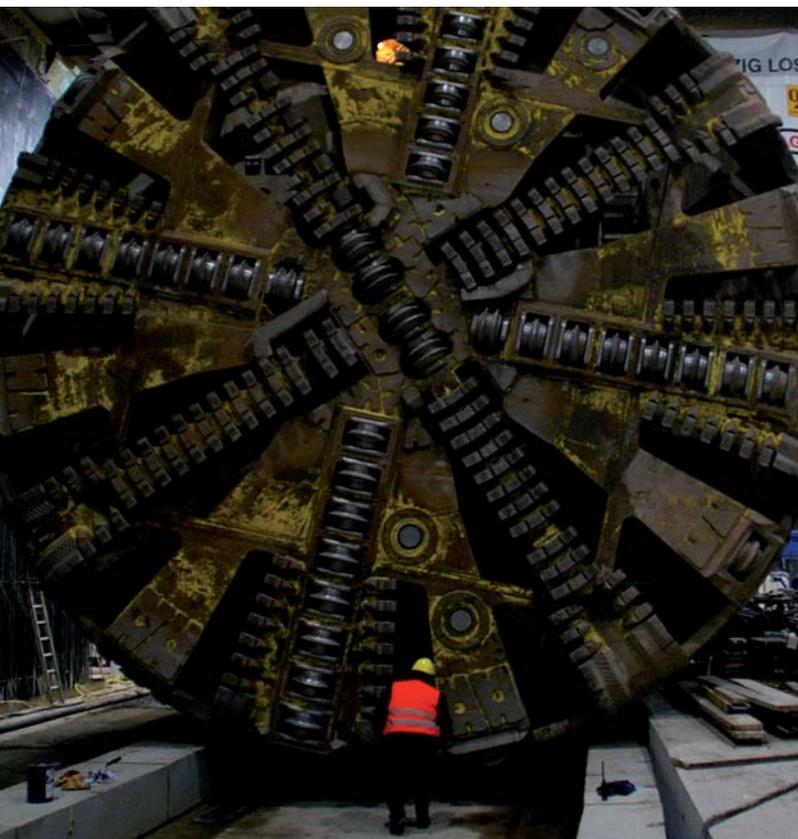
taux sous les fondations de tous les immeubles. Un coulis de ciment est ensuite injecté dans ces puits pour stabiliser le sol. En cas d'affaissement, les immeubles de la zone concernée peuvent retrouver leur position d'origine en rajoutant du ciment dans les perforations. Ce système a été utilisé sur 35 immeubles au total et plus de 1350 indicateurs de niveau hydrostatique ont dû être contrôlés et surveillés. Ces systèmes de nivellement hydrostatique ont été installés et entretenus continuellement par Angermeier Ingénieur GmbH. Dans les situations critiques, ils produisent des mesures toutes les 45 secondes à un programme central d'analyse. À la fin du projet, plus de 400 giga-octets de données auront été collectées.

Surveillance tachéométrique

L'aile ouest de la gare ferroviaire principale de Leipzig est une autre zone très sensible pour la construction de la gare souterraine. Un système de surveillance tachéométrique composé de 12 stations totales (Leica TCA2003) a été mis en place pour surveiller le chantier. Les levés sont pris, traités et évalués automatiquement toutes les heures. Cela permet

d'estimer à tout moment les déformations possibles des chantiers eux-mêmes ou des éléments porteurs, comme ceux qui supportent les toits. Le système comporte environ 200 points de déformation et 60 points fixes. Chacun d'entre eux est muni d'un réflecteur Leica GPH121. L'exploitation très précise et entièrement automatique de ces réflecteurs est obtenue à l'aide de plus de 12 stations totales Leica Geosystems dont la fiabilité a déjà été démontrée. Le fait que ce système n'interfère aucunement dans le fonctionnement de la gare, en ce qui concerne le transport des passagers, démontre l'excellence du concept et de son application. ■

À propos des auteurs : Michael Amrhein (Directeur), Guido von Gösseln et Dieter Heinz travaillent pour Angermeier Ingénieur GmbH. Les activités de la société sont centrées sur les secteurs de la topographie d'ingénierie (tunnels, voies), de la conception et de l'installation de systèmes de surveillance des travaux de construction et du contrôle géométrique de projets d'infrastructure importants.



Un gros effort sur la sécurité

Le projet du City-Tunnel de Leipzig est l'un des projets de tunnels les plus complexes, dans le cadre de la modernisation des infrastructures de la République Fédérale d'Allemagne. Les contraintes imposées aux ingénieurs géomètres sont immenses, tant du point de vue de l'ingénierie que vis-à-vis de la responsabilité permanente de protection contre les risques de blessures, de décès et de préjudices financiers. Cependant, cet effort est le faible prix à payer pour la sécurité des habitants de Leipzig et des visiteurs.

■ Le tunnelier, juste avant son utilisation.



Une ville en mouvement

par Vicki Speed

Surplombant les rues de Manhattan, un nouveau genre de fonctionnaire est chargé de servir et de protéger la population, la propriété et les biens de la ville de New York. Ce fonctionnaire travaille 24h/24, 7j/7, ne demande jamais d'augmentation et ne fait jamais de pause. Son principal objectif est la mesure et la surveillance continue de tout mouvement des immeubles et des structures, susceptible de se produire pendant la construction massive et permanente qui se poursuit jours et nuit dans la ville qui ne dort jamais.

Ces cinq dernières années, la ville de New York est devenue l'une des zones de construction les plus attractives du monde (à la surface et en sous-sol). Outre les 6,5 hectares très visibles de la reconstruction du World Trade Center, la ville étend son réseau souterrain en ajoutant de nouvelles lignes et les lotisseurs publics et privés construisent ou rénovent de nombreux projets de gratte-ciels commerciaux et résidentiels. Des projets de construction titanesques tels que ceux-ci causent une modification inévitable des structures environnantes. Il incombe à la communauté des ingénieurs et des topographes new-yorkais de gérer et de surveiller ce mouvement pour éviter toute catastrophe. La ville de New York compte

actuellement plus de 40 instruments automatiques de surveillance à long terme des mouvements. Ces instruments fournissent aux ingénieurs, aux chefs de projets, aux entrepreneurs et aux propriétaires les réponses à cette question : « Est-ce que cela a bougé ? » et, si oui : « De combien et quand ? »

Station « South Ferry » et reconstruction du World Trade Center : une réponse 24h/24, 7j/7

Le métro New-Yorkais comprend un projet de 490 millions de dollars pour la construction de la station « South Ferry », située sous la Peter Minuit Plaza, au pied de Manhattan, à côté de Battery Park et du terminal du ferry pour Staten Island. Lorsqu'elle sera terminée, début 2009, cette station accueillera des trains de 10 voitures et comportera plusieurs entrées munies d'escalators et d'ascenseurs. La société Geocomp Corporation est numéro un de la surveillance en temps réel des performances pour la construction de locaux. Elle est chargée de surveiller les structures souterraines et en surface, notamment certains immeubles historiques situés dans toute cette portion du sud de Manhattan. La société a installé des stations totales Leica TCA1800 sur plusieurs installations dans tout le chantier de construction de la station « South Ferry ».

D'après Allen Marr, président de Geocomp, « Nous utilisons la fonction ATR (Automatic Target Recogni-





■ Gerard Manley de Leica Geosystems en conversation avec un ingénieur de Geocomp sur le projet du World Trade Center.

tion ou Reconnaissance automatique de cible) pour mesurer les changements de position des cibles situées sur les structures existantes avec une précision de 1 mm. Ces instruments sont de véritables bêtes de somme, construits pour supporter les environnements hostiles en conservant une précision et une fiabilité garanties. Certaines unités ont été placées dans les tunnels existants, où elles devaient fonctionner malgré la poussière, la saleté, la graisse et l'humidité produites par les gros engins de construction. »

Chaque instrument peut être programmé pour rechercher et collecter automatiquement les données de 100 cibles au maximum. Dans le projet South Ferry, dix stations totales et des centaines de cibles ont été utilisées à ces fins. Les données enregistrées ont été collectées et transférées en temps réel, par liaison radio sans fil, au programme GeoMos de Leica Geosystems, depuis le site du projet de Geocomp. Geocomp interface le programme Leica GeoMos avec son programme iSite-Central afin de générer des messages d'alerte par courriel dès qu'une mesure dépasse les limites préétablies.

On trouve un autre exemple directement dans le chantier de reconstruction du World Trade Center. Geocomp surveille une ligne de métro active tandis que la terre située au dessus et en dessous de cette ligne est extraite afin de faire de la place pour les fondations des nouvelles tours. Gerard Manley, vice-président de la section Solutions d'ingénierie de Leica Geosystems a déclaré : « C'est une particularité technique impressionnante, de voir une ligne

du métro de New York, autrefois enterrée et à présent au grand jour et soutenue uniquement par des piliers. Nous surveillons la suspension de cette ligne de métro, ainsi que plusieurs autres endroits du chantier du World Trade Center pour détecter tout fléchissement ou affaissement. »

D'Est en Ouest

L'Upper East Side de Manhattan, mieux connu pour ses gratte-ciels très chers, ses musées de renommée mondiale et les 341 hectares de Central Park, subit également des rénovations complètes, notamment avec la construction d'une nouvelle ligne de métro dans la 2^{ème} avenue. Cette ligne doit permettre de désengorger les autres lignes de métro, ainsi que les lignes de bus très congestionnées. La société Wang Engineering est chargée de surveiller de nombreux immeubles qui entourent le projet de la 2^{ème} Avenue. Les données sont collectées au niveau d'un chantier de construction, puis transférées au siège de Wang à Princeton, dans le New Jersey, pour être analysées et présentées.

De même, les sociétés Tectonic Engineering et Surveying Consultants P.C. ont mis en place un système automatique de surveillance du niveau géodésique dans le Queens. Il mesure les déplacements des rails du réseau souterrain de la MTA (Metropolitan Transportation Authority ou Autorité des transports métropolitains), pouvant être générés par la construction d'un immeuble commercial et d'un parking, dans les environs. La MTA s'inquiétait particulièrement de l'installation de pieux de fondation qui génère des impacts et des vibrations dans les

structures adjacentes. Ces impacts et ces vibrations comportaient des risques de déplacement des voies ferrées avoisinantes, ce qui risquait de provoquer des déraillements.

L'immeuble commercial se situe à environ 7,5 m des voies de métro de la MTA, d'un pont et d'une autoroute. Pendant 15 mois, Tectonic Engineering et Surveying Consultants P.C. ont surveillé les mouvements du pont, les parois du tunnel et les murs porteurs lors de l'installation des pieux de fondation, à proximité. Le réseau de surveillance structurelle se compose de 32 prismes et d'une station totale Leica TCRP1201 automatisée, équipée de la fonction de recherche avancée et du télémètre sans réflecteur Pinpoint R300. Il est relié à un ordinateur portable muni du logiciel de surveillance automatique Leica GeoMoS. La station totale robotisée et l'ordinateur portable ont été installés sur un pilier fabriqué sur mesure et fixé de manière permanente à une culée en béton du pont. Un abri a été construit autour de l'ensemble afin de le protéger des intempéries et d'assurer sa sécurité. Michael Lacey, P.L.S., géomètre en chef de Tectonic, a déclaré : « Le réseau entier fonctionnait automatiquement 24h/24, 7j/7, avec la possibilité de vérifier les mesures requises et de gérer les données « brutes » par l'intermédiaire de notre serveur FTP, partout et à tout moment. Même si le signal Internet était interrompu, le programme Leica GeoMoS continuait de rassembler les données provenant des prismes. Tout l'effort de surveillance était contrôlé par le programme Leica GeoMoS, sur site, à l'aide d'un ordinateur portable. »

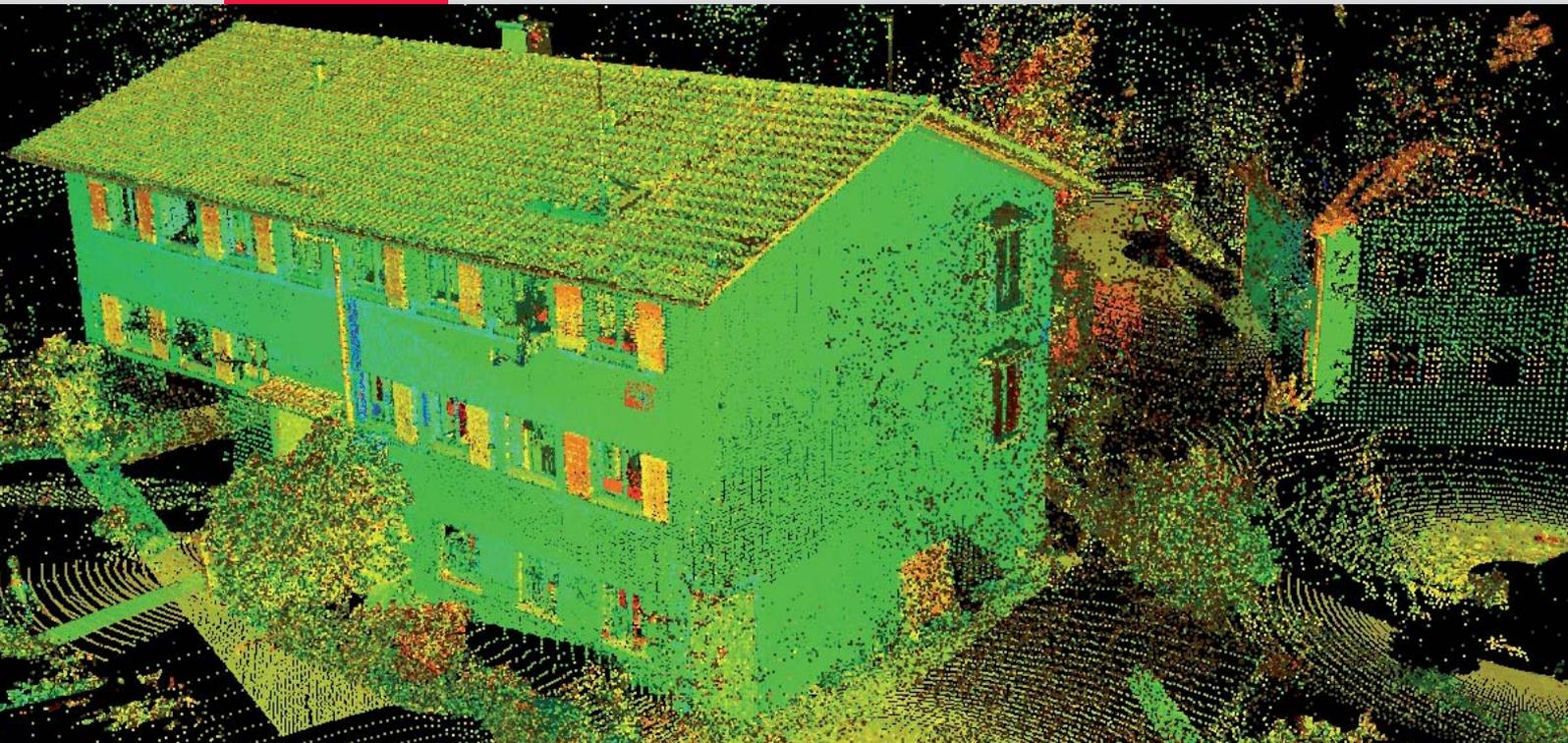
La Grosse pomme et au-delà

« Les données de la surveillance structurelle servent de base aux professionnels du secteur pour établir le mouvement structurel général. Ce dernier fait partie intégrante de la plupart des projets de construction de la ville de New York et du monde entier, » conclut Manley, de Leica Geosystems. « Actuellement, plus de 40 de nos stations totales automatiques opèrent dans la ville de New York. Les géomètres et les ingénieurs les utilisent pour toutes sortes de choses, de l'analyse technique à la résolution des contentieux juridiques. Cette technologie est passée du stade de « bonus appréciable » à celui d'absolument indispensable. Nous avons même dû suspendre la construction à un moment, jusqu'à ce que nos instruments soient mis en place et collectent les données afin de fournir la protection nécessaire. »

La demande de systèmes de surveillance structurelle continue de progresser et les développeurs continuent de faire avancer cette technologie. Ils améliorent les options de transfert de données sans fil, la précision, la vitesse et la taille. Cette technologie est rapidement devenue la méthode la plus fiable pour surveiller une ville en mouvement. ■

À propos de l'auteur : Vicki Speed est un auteur indépendant basé à Dove Canyon, en Californie. Elle est spécialisée dans les domaines de l'architecture, de l'ingénierie et de la construction.





La mesure 3D pour la rénovation d'immeubles

par Reinhard Gottwald et Thomas Knabl

En ces temps de pénurie d'énergie et de hausse des prix, une plus grande attention est portée aux méthodes d'exploitation du potentiel d'économies d'énergie. C'est exactement ce que fait le projet de rénovation du CCEM dans le secteur de la construction, un domaine connu pour offrir un important potentiel d'économies d'énergie. L'une des approches de la maximisation des économies d'énergie consiste à recouvrir les immeubles anciens d'éléments préfabriqués. L'acquisition et la fourniture de données ultra précises et fiables pour la création de plans en 3D est une étape indispensable. C'est là qu'intervient la géomatique, qui contribue de manière importante aux futures économies d'énergie dans les bâtiments, dans le cadre du projet de rénovation du CCEM.

Mi-2006, le « Centre de compétence Énergie et Mobilité » (CCEM) de l'Université de Zurich (ETH) a approuvé un grand projet intitulé « Rénovation des immeubles avec optimisation de l'efficacité énergétique » (ou « CCEM Retrofit ») et mené conjointement par des chercheurs de 10 pays d'Europe. D'ici à 2050, plus de 90 pourcents de la demande d'énergie associée aux immeubles seront générés par les immeubles construits avant l'an 2000. Cela montre clairement que le potentiel d'économies d'énergie est énorme dans le secteur des immeubles anciens. C'est pourquoi l'objectif déclaré de ce projet est de travailler avec les partenaires compétents du secteur pour développer et appliquer ces plans détaillés de rénovation d'immeubles anciens, en particulier des blocs d'appartements et d'autres maisons abritant plusieurs foyers. Pour atteindre les objectifs fixés (notamment une consommation de 30 à 50 kWh/m² pour le chauffage, le refroidissement et l'eau chaude,

l'utilisation de l'énergie solaire, un bon confort thermique et la protection contre le bruit), un plan de rénovation basique a été créé. Ce plan de rénovation comprenait la création de divers modules de rénovation préfabriqués et reliés entre eux (les « blocs de rénovation ») pour les façades, les toits et les études techniques correspondantes.

Un certain nombre de partenaires de recherche, notamment l'Université des sciences appliquées de la Suisse du Nord-Est et l'ETH de Zurich, se sont réunis pour mettre au point ce plan détaillé et l'appliquer aux objets sélectionnés. Vingt partenaires industriels sont également engagés dans ce projet, ce qui permet une approche pluridisciplinaire, pratique et orientée vers l'application pour l'exécution du projet. Avec un coût total d'environ 5 millions de francs suisses (3,1 millions d'euros, 4,3 millions de dollars), la fin du projet est prévue pour 2010.

L'idée du point de vue des techniques de mesure

Si nous analysons les techniques de mesure actuellement associées aux grands projets de construction et de rénovation, nous constatons que toutes les parties engagées dans un projet prennent elles-mêmes les mesures nécessaires à la réalisation de leur propre portion du projet, ou qu'elles s'arrangent pour les faire prendre. Cela est principalement dû à la situation juridique actuelle où les institutions d'établissement des plans déclinent toute responsabilité quant au dimensionnement des plans de base. La responsabilité est donc reportée sur les organismes qui effectuent les travaux. D'un autre côté, on observe une importante méconnaissance des possibilités offertes par les mesures tridimensionnelles précises de ces objets, prises grâce aux techniques de mesure modernes, et par la gestion et l'utilisation centralisées des données. Une utilisation cohérente des techniques de mesure 3D adéquates, du traitement correspondant des données et du système central de gestion des données géométriques permet néanmoins de réaliser des économies de temps considérables et de réduire les risques et les coûts liés à l'installation tout en augmentant considérablement la fiabilité du projet. C'est pourquoi cette approche a été proposée et appliquée pour l'acquisition et l'utilisation des données géométriques en 3D concernant les objets à rénover dans le cadre d'une rénovation énergétiquement efficace d'anciens immeubles pendant le projet de rénovation du CCEM.

Voici quelques uns des objectifs définis pour la partie « technique de mesure en 3D » du projet :

- Mise au point d'un plan qui garantit que les données géométriques tridimensionnelles acquises sont suffisamment précises pour un projet de rénovation et qu'elles peuvent être utilisées comme base fiable, de la création des plans à la production et à l'assemblage.
- Définition de la qualité requise pour les données, du volume de données et des interfaces de transfert des données vers des systèmes de traitement de ces données.
- Développement d'une « boîte à outils » permettant d'optimiser le coût/les avantages de l'acquisition et le traitement des données, ainsi que la gestion des données (flux des données géomatiques).

Description du problème

Lors de la rénovation d'un immeuble avec des blocs préfabriqués (par exemple, des modules pour la façade ou le toit comprenant la ventilation et les installations électriques), il est indispensable, pour la fluidité du déroulement projet, de mesurer de manière fiable la géométrie du bâtiment et/ou de disposer de l'inventaire réel. Les anciens plans de construction ou dessins d'architectes toujours disponibles ne sont généralement pas adaptés. Cela signifie que la façade, les fenêtres, les portes, les balcons, le toit, les cages d'escaliers extérieures, les appartements et les environs doivent être mesurés. La précision requise (1σ) est d'environ ± 4 mm pour les fenêtres et ± 7 mm pour la façade et le toit.

La boîte à outils des techniques de mesure

Divers capteurs doivent être utilisés pour répondre aux exigences relativement complexes et variées, pour que la représentation géométrique en 3D d'un objet à rénover soit la plus rentable possible.

- **Scan laser terrestre (TLS)** : le scan laser terrestre permet de mesurer la géométrie d'un objet plus rapidement grâce à la possibilité de capturer des surfaces complètes et des objets. Le problème du TLS est le traitement des données et l'extraction de l'objet.
- **Photogrammétrie à courte distance** : La photogrammétrie à courte distance est un bon complément au scan laser terrestre. Elle offre une bonne alternative pour la création d'images de façade grâce à la rapidité de la capture de données. Ici, il est également possible de prendre des photos aériennes à l'aide de micro-drones afin d'ajouter des perspectives supplémentaires aux enregistrements terrestres.





■ **Tachéométrie, distances individuelles** : Pour une acquisition de données basée sur chaque point, la tachéométrie électronique classique est toujours un outil utile. Ici, les données peuvent être complétées, simplifiées et accélérées à l'aide nombreux outils logiciels. Les télémètres de poche peuvent également être utilisés pour compléter les données acquises avec les techniques ci-dessus, pour générer des dimensions de vérification, pour des mesures supplémentaires ou les mesures d'objets partiellement obscurcis. La capture complète et optimale d'un objet ne peut être obtenue qu'avec une combinaison sensée et complémentaire de ces techniques (boîte à outils des techniques de mesure).

Expérience initiale

Un exemple typique de bâtiment abritant plusieurs foyers et nécessitant une rénovation a été choisi comme premier objet pour les études et les essais de base. Il a subi les tests généraux relatifs aux divers méthodes, procédés et instruments et à leur combinaison dans les conditions d'application adéquates. Les premiers résultats et produits ont ensuite été utilisés pour les discussions et les spécifications détaillées, ainsi que pour les essais des procédés avec les partenaires impliqués dans le projet. Le TLS a été utilisé pour scanner la façade, la cage d'escalier extérieure, le grenier et les pièces intérieures sélectionnées (à l'aide d'un Leica HDS3000). Ces scans ont été complétés par des enregistrements photogrammétriques (terrestres et micro-drones) et des

mesures de points (stations totales). Ci-après, nous analysons de plus près certaines options et applications disponibles avec la boîte à outils décrite.

■ **Création d'une vue photographique générale** : L'élimination des déformations des images par la définition d'une surface plane dans l'image est une méthode simple et rapide qui permet de générer des plans pour le sous-œuvre. La précision obtenue dépend principalement de l'appareil photo, de son étalonnage et de la déformation de la surface de la façade par rapport à la surface définie.

■ **Évaluation photogrammétrique** : La photogrammétrie à courte distance obtenue à l'aide d'un drone est une autre manière de combler les manques (par exemple, les surfaces du toit, les rebords de fenêtres et les portes des balcons) parfois générés par les ombres, ou les zones inaccessibles lors du scan laser. Les premiers résultats ont démontré que ce type de combinaison est parfaitement faisable. La faible capacité de chargement des micro-drones imposait l'utilisation d'un appareil photo numérique compact standard du marché. Par conséquent, la résolution est actuellement insuffisante pour une analyse détaillée (par exemple, pour les fenêtres). En termes de précision de la mesure de l'image, des valeurs inférieures à un pixel peuvent être obtenues avec l'étalonnage automatique. L'option d'une combinaison avec les données du scan laser ne devrait pas être exclue pour autant.

■ **Évaluation du scan laser** : Les évaluations ont démontré que le scan laser terrestre était parfaite-

« La force de la géomatique se trouve dans les mesures absolues non invasives. Lorsqu'on travaille avec des équipes pluridisciplinaires de créateurs de plans et d'architectes, elle permet également de compenser un manque de connaissance des techniques de mesure. »

Professeur Dr. Reinhard Gottwald, directeur de l'Institut de topographie et de géoinformation de l'Université des sciences appliquées de la Suisse du Nord-Est.



ment adapté pour analyser la planéité des façades (et éventuellement des toits). La fonction de génération d'une « orthophoto » permet de produire la base de départ pour la création rapide et aisée d'un plan. En revanche, le temps et l'effort requis pour extraire entièrement tous les éléments géométriques nécessaires à la création d'un modèle sont très importants et suivant le produit, cela peut représenter plusieurs fois le temps nécessaire pour des levés de terrain.

■ **Scan laser, étude inversée** : L'étude inversée a été longtemps utilisée dans les domaines du génie mécanique, de la médecine et de l'art. Dans ce procédé, les objets existants ou modélisés (par exemple, des surfaces irrégulières) sont numérisés de manière à pouvoir les modifier, adapter ou fabriquer par informatique. L'effort nécessaire est bien moindre que pour la génération de modèles géométriques interactifs en 3D et la densité des informations des nuages de points peut également être considérablement restreinte. La précision obtenue avec cette méthode est du même ordre de grandeur que la détermination de points 3D, ce qui la rend suffisante pour une utilisation immédiate.

Conclusions et ouverture

Les exigences imposées à toutes les parties impliquées dans ce projet doivent être définies de manière aussi précise et détaillée que possible pendant la phase de planification. Ainsi, les coûts et les avantages relatifs aux méthodes d'acquisition et de traitement des données choisies sont optimisés pour

l'acquisition d'un modèle géométrique en 3D de l'objet à rénover. L'expérience initiale a démontré que la méthode d'enregistrement basée sur l'objet, en utilisant le TLS, convient pour la modélisation géométrique des objets à rénover. La densité des informations est particulièrement intéressante car elle permet de détailler les objets irréguliers (c'est-à-dire la plupart des immeubles) et de les décrire de manière suffisamment détaillée. Cependant, il est toujours nécessaire de combiner plusieurs instruments de la boîte à outils.

L'autorisation d'accéder aux données centralisées pour toutes les parties engagées dans ce projet et la possibilité d'extraire les données requises à l'aide d'outils conviviaux adaptés doivent être garanties. Ce sont les facteurs clés du succès ou de l'échec du projet que nous avons présenté dans cet article. ■

À propos des auteurs : Le Prof. Reinhard Gottwald est le directeur de l'Institut de topographie et de géoinformation de l'Université des sciences appliquées de la Suisse du Nord-Est, faculté d'architecture, de construction et de géomatique de Muttenz. Thomas Knabl est diplômé en génie civil et assistant universitaire à l'institut.

Cet article est le résumé d'un rapport paru dans le magazine « Flächenmanagement und Bodenordnung ».



Documentation pour un tunnel sous-marin

par Frode Edvardsen, Plan 3D par Arild W. Solerød

Le projet E18 Bjørvika, dont la fin est prévue pour février 2010, va améliorer l'environnement dans le centre de la ville d'Oslo et renforcer la zone située autour du nouvel opéra, près du port de Bjørvika en déplaçant la circulation sous le sol... et sous l'eau. Une partie de cet ambitieux projet consiste en un tunnel sous-marin (le premier jamais construit en Norvège), composé de six éléments de 100m de long. La forme du tunnel est un défi supplémentaire pour les ingénieurs : chaque élément est courbé et certains ont été construits sur un sol plat, en cale sèche mais vont devoir s'échouer sur les fonds marins pour atteindre leur destination finale. Un cas pour les Relevés Haute Définition (HDS™), comme l'explique Frode Edvardsen qui travaille pour l'entrepreneur norvégien Skanska.

Lorsqu'il sera terminé, le tunnel de Bjørvika fera 1100km de long, avec trois voies de circulation dans chaque sens. Une portion de 675m de ce projet consiste en un tunnel sous-marin, le premier jamais construit en Norvège, et l'un des plus grands pro-

jets de construction norvégiens. Il se compose de 6 éléments de 100m chacun avec des parois de 1m d'épaisseur et un toit et un sol de 1,20m d'épaisseur. Les éléments ont été préfabriqués en cale sèche sur la côte ouest de la Norvège et acheminés vers Oslo par voie maritime.

Documents de récolement des éléments

Pour répondre à la demande de nos clients qui souhaitent obtenir des documents de récolement, nous avons scanné les deux premiers éléments avec une station totale classique. Cela nous a pris un certain temps et la résolution n'était pas comparable à celle d'un scanner moderne. Les surfaces horizontales ont été scannées avec la station totale et les surfaces verticales ont été mesurées point par point.

Pour les deux éléments suivants, nous avons fait confiance à la technologie HDS (High Definition Surveying™) de Leica Geosystems car les levés de récolement sont plus simples à réaliser avec un scanner laser qu'avec une station totale. À cette époque (en 2006), nous venions juste de commencer à utiliser la technologie HDS et nous avons réalisé un scan complet de l'intérieur et de l'extérieur des deux éléments.

En quelques jours, le scanner Leica HDS3000 a réalisé des scans haute résolution dans 35 positions. La grande quantité d'équipements lourds pour le scan a rendu la tâche difficile car les fondations des parois du réservoir étaient en construction à ce moment là. Ces dernières mesuraient 0,5m de haut et tous les équipements ont dû être hissés sur chacune d'entre elles. Cela signifiait qu'il fallait déplacer 60 à 70kg d'une position de scan à une autre.

La procédure utilisée pour les deux derniers éléments était presque la même, mais nous avons commencé avec le scanner Leica HDS3000 et terminé avec la Leica ScanStation 2. Lars Gulbrandsen, ingénieur technico-commercial HDS chez Leica Geosystems Norvège s'est rendu personnellement en voiture d'Oslo à Bergen (540km) juste pour livrer la première ScanStation 2 norvège. Travailler avec la Leica ScanStation 2, c'était presque comme travailler avec un Leica HDS3000 « fraîchement huilé » : beaucoup plus rapide ! Au lieu de 7 ou 8 positions de scan plein champ par jour, la Leica ScanStation 2 pouvait en réaliser 11 ou 12.

Même si la Leica ScanStation 2 a été le principal scanner utilisé pour ce travail, nous avons procédé à des levés classiques pour les cibles à cause de l'étroitesse de la vue pour les points fixes situés à l'intérieur des éléments. Il est impossible de mesurer précisément des points seuls avec le scanner. Une station totale a donc été utilisée pour mesurer les lignes de cassure à l'intérieur des éléments. La manipulation du maillage dans la phase de post-traitement était plus simple avec des lignes de cassures prédéfinies.

Post traitement

La différence entre les levés classiques et la technique moderne du scan laser est que les sites de levés doivent être physiquement rattachés avant le scan pour limiter le nombre de « points parasites, » qui devront être supprimés des nuages de points par la suite. Lorsqu'une scène est scannée, « tout » est mesuré. La scène devrait donc être propre et rangée. D'un autre côté la scène comprend souvent les chutes, les échafaudages, les instruments de levage et les machines présents au moment de la construction. Bien sûr, il est possible de les ranger mais normalement, on n'en a pas le temps. La surface du béton est un autre aspect à prendre en compte lors de l'édition. Si elle est irrégulière, il est difficile de décider quels points supprimer et lesquels laisser. Tout cela fait partie de l'édition du nuage de points.

Après les levés, le travail continue avec les outils d'édition semi-automatique de Leica Cyclone, tels que la « segmentation en régions » et le « lissage de surface », le clôturage autour des points indésirables et bien sûr, l'excellente « Boîte de limite ». Tous les points redondants sont placés dans leur propre couche au lieu d'être supprimés. Cela permet à l'opérateur de les restaurer plus facilement en cas de suppression excessive de points dans le nuage de points. ■

À propos de l'auteur : Frode Edvardsen est titulaire d'un master de sciences, spécialité géomatique et travaille au département de géodésie de la société Skanska Norge AS.

Le tunnel de Bjørvika

Longueur : 675 m

Largeur : 30-40 m

Profondeur moyenne : 15 m

Poids : 37 000 tonnes par élément

Béton : 90 000 m³ au total

Équipement utilisé

Scanners : Leica HDS3000, Leica ScanStation 2

Ordinateur portable : Panasonic Toughbook CF-19

Logiciels : Leica Cyclone Scan/Register/Model

Station totale : Leica TCRP1203





Formation et service au Guatemala

par Agnes Zeiner

Un accord de paix complet, signé le 29 décembre 1996 a mis fin à 36 années de conflit civil dans l'état centre-américain du Guatemala. Les engagements territoriaux de l'accord incluaient la mise en place d'un cadastre central. Le « Projet de cadastre guatémaltèque » s'appuie entièrement sur les produits de Leica Geosystems (et l'assistance permanente de notre partenaire de distribution guatémaltèque, Precision S.A.).

La promesse de paix a offert à la société guatémaltèque un point de convergence, ce qui a ouvert la porte au gouvernement pour mener des réformes fiscales, institutionnelles et législatives. Le « Projet de cadastre guatémaltèque » est un programme mixte de crédit entre les gouvernements suisse et guatémaltèque. Il a été l'instrument de l'application des projets de réforme agraire, dont plusieurs sous-projets sont actuellement en cours d'exécution.

Après l'achat de stations totales et d'instruments GPS auprès de Leica Geosystems en 2002 (voir le Reporter n° 48), l'Institut géographique national (IGN) et le Registro de Informacion Catastral (RIC) s'appuient à nouveau sur les instruments de Leica Geosystems.

Alfredo Bran, PDG de Precision, S.A., le distributeur de Leica Geosystems au Guatemala, a déclaré : « Le projet comporte différents groupes d'instruments de Leica Geosystems comme des stations totales, des instruments GPS/GNSS, des niveaux et des solutions de photogrammétrie. Aujourd'hui, le gouvernement guatémaltèque a décidé d'installer 14 stations de Leica référence GNSS pour couvrir le territoire du Guatemala en entier et conduire le pays vers l'avenir de la géoinformation. »

Le projet comprend un centre de formation pour les deux prochaines années. Les techniciens du Registro de Informacion Catastral et de l'Institut géographique national ont déjà été formés par Leica Geosystems et BSF Swissphoto AG, et ils le seront encore à l'avenir. Il s'agit d'une partie essentielle du projet. Le succès du projet est également expliqué par la garantie de Precision S.A. de fournir une assistance continue, notamment avec un atelier complet et certifié qui dispose de tous les outils spécifiques et de toutes les pièces détachées. Alfredo Bran : « Nos clients n'ont pas longtemps à attendre pour l'entretien et la réparation de leurs instruments. C'est ce qui nous a valu notre place dominante sur le marché depuis 40 ans. » ■

Levé de terrain au Japon

Un grand projet de levé laser aéroporté s'est déroulé au Japon entre 2005 et 2007. Il a permis de lever environ un quart du pays (100 000 km²). La société Asia Air Survey a pris part à ce projet. Elle était en charge d'un cinquième de la zone spécifiée. Pour exécuter et gérer efficacement cette grande quantité de levés, la société a décidé de faire confiance à la technologie Leica Geosystems pour la première fois et d'être la première à utiliser le Leica ALS50-II au Japon.

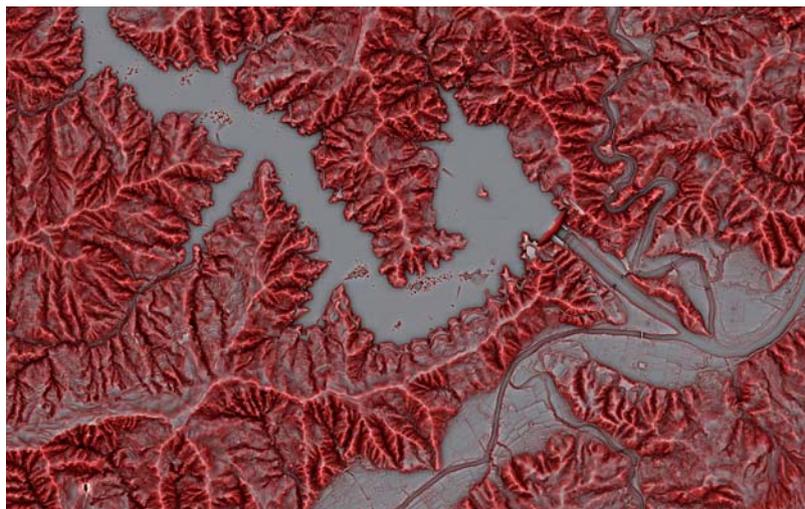
Le barrage de Sameura, dans la préfecture de Kochi, faisait partie des zones levées. Il est l'un des plus importants du Japon qui souffre fréquemment de problèmes de sécheresse. Cette impressionnante image RRIM (carte des reliefs en rouge) a été générée à l'aide d'une technique de visualisation mise au point et brevetée par Asia Air Survey. Les terrains comme la crête des montagnes et les vallées sont clairement visibles malgré la forêt qui entoure le lac.

L'image montre clairement les avantages de cette nouvelle technologie :

- Le terrain est représenté en 3D.
- L'image ne dépend pas de la source de lumière et il n'en résulte aucune zone d'ombre. Par conséquent, l'image peut être vue dans tous les sens sans risque d'inversion du relief.

- Les crêtes des montagnes apparaissent en blanc et les vallées en noir. La densité du rouge dépend de la pente : les pentes douces sont représentées en rouge clair et les pentes escarpées en rouge foncé.
- Le rouge est utilisé car c'est la couleur la plus claire d'un point de vue ergonomique.

Au Japon, les données capturées par les systèmes de levé laser aéroporté contribuent principalement à la prévention des catastrophes. ■



La précision pour le secteur agricole

Le nouveau système de pilotage automatique Leica mojoRTK révolutionne le secteur agricole avec une précision RTK reproductible de 5 cm et une fiabilité de 99%. Il se présente sous la forme d'une console simple d'utilisation qui s'installe en une heure environ dans la fente de l'autoradio d'un tracteur. Le système Leica mojoRTK fournit une solution économique aux agriculteurs qui ont besoin d'une reproductibilité passage après passage, année après année. « Nous avons pratiquement éliminé les parasites en cabine et nous avons mis au point une véritable solution prête à l'emploi qui permet aux agriculteurs d'installer la console rapidement et facilement dans leur tracteur, a déclaré Mario Hutter, responsable commercial de la division Agriculture de Leica Geosystems. Le système Leica mojoRTK complet est également muni d'une station de base sans fil qui peut être mobile ou fixe. »

En outre, avec Virtual Wrench™, le premier outil de service et de diagnostic à distance du secteur agricole, les techniciens du service d'assistance peuvent visualiser les mêmes écrans et les mêmes paramètres que sur la console de l'agriculteur, dans la cabine. Les techniciens peuvent même régler les paramètres à distance pour résoudre les problèmes de paramétrage ou former les utilisateurs. ■



Contact Siège social

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

Afrique du Sud

Geosystems Africa Pty Ltd.
Midrand
Téléphone : +27 11 206 8600
Télécopie : +27 11 206 8605

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
Vienne
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

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

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

Leica Geosystems Geospatial
Imaging India Pvt. Ltd.
Gurgaon
Téléphone : +91 124 4633000
Télécopie : +91 124 4287475

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

DKSH Technology Pte Ltd.
Singapour
Téléphone : +65 6479 1848
Télécopie : +65 6273 1503

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, 2008. 741804fr - XII.08 - RVA