

# Reporter 63

Le magazine mondial de Leica Geosystems



© CYATK

- when it has to be **right**

**Leica**  
Geosystems



## Éditorial

Chers lecteurs,

Les nouvelles technologies changent les styles et les méthodes de travail pour presque tous ceux qui collectent, traitent ou transfèrent des données aux autres, ou bien pour ceux qui les traitent où les analysent par eux-mêmes. Notre travail quotidien et l'essence même de notre métier ont changé durant ces dernières décennies. En particulier, les 10 dernières années ont vu apparaître l'extension de nouveaux secteurs d'activité.

L'une des technologies qui a le plus contribué à la croissance de notre activité est la numérisation laser qui permet de capturer des millions de points (depuis le sol ou les airs) dans un temps minimal. La numérisation laser a considérablement élargi l'éventail d'applications possibles avec les mesures traditionnelles et elle en a également créé de nouvelles. Certains projets extraordinaires ont été réalisés entièrement à l'aide de la Leica ScanStation C10, comme la numérisation du mémorial présidentiel du Mont Rushmore, aux États-Unis, qui illustre la couverture de ce numéro du Reporter. Scott Macleod de Loy Surveys, qui a été l'un des premiers à recevoir la ScanStation C10 en Grande Bretagne, a rédigé un article passionnant sur sa première expérience avec cet instrument.

Un autre de nos nouveaux systèmes, la série Leica Viva que nous avons présenté au dernier salon Intergeo, est la vedette du grand projet d'infrastructure de l'opérateur de téléphonie mobile Swisscom, tandis que des instruments éprouvés des séries Leica GPS1200+ et TPS1200+ sont utilisés par les Russes, dans leur « projet du siècle », la construction d'un pont au dessus du Bosphore.

Bonne lecture !

Juergen Dold  
PDG de Leica Geosystems

# SOMMAIRE

- 03 Numérisation depuis l'épaule de Washington
- 06 L'accréditation, facteur de confiance
- 08 Accélération d'un chantier de réparation de canal
- 09 Adoption des nuages de points
- 12 La merveille russe
- 14 Aménagement urbain virtuel en 3D à partir de numérisations laser
- 17 Grand navire, espace réduit
- 20 Cartographie des commodités par GNSS
- 22 CORS-Qatar : Mise à jour des cartes en temps réel
- 24 Réagir au changement climatique
- 26 Modélisation d'Istanbul : Le plus grand projet de numérisation du monde
- 29 Inspection de tours verticales

## Mentions légales

**Reporter** : Le magazine de Leica Geosystems

**Publier par** : Leica Geosystems AG, CH-9435 Heerbrugg

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

**Responsable des contenus** : Alessandra Doëll (Directrice de la communication)

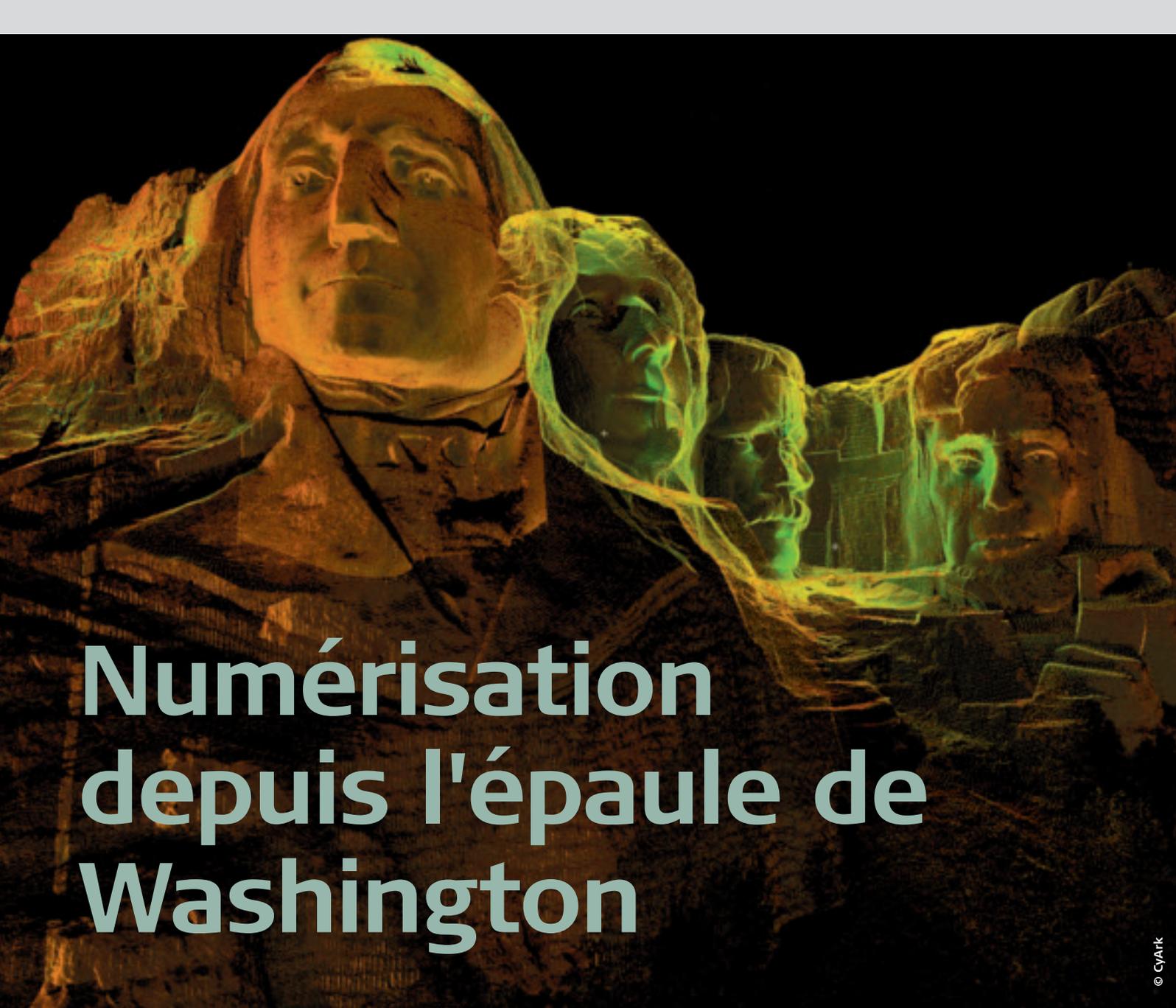
**Éditeurs** : Agnes Zeiner, Konrad Saal

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

Les réimpressions ainsi que les traductions, même partielles, sont autorisées avec l'accord de la rédaction uniquement

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

**Couverture** : CyArk



# Numérisation depuis l'épaule de Washington

par Elizabeth Lee

**La numérisation laser a déjà changé les secteurs de la topographie, de l'ingénierie, de la construction et de la médecine légale. Aujourd'hui, la numérisation laser en 3D transforme l'éducation, le tourisme culturel, ainsi que la conservation et la gestion de l'héritage culturel. Avec l'aide des autorités écossaises et de Leica Geosystems, l'organisation à but non lucratif CyArk a réalisé le premier relevé complet du mémorial présidentiel du Mont Rushmore.**

En mai 2010, des équipes de CyArk et du Centre écossais pour la documentation et la visualisation numé-

riques (Scottish Center for Digital Documentation and Visualisation ou CDDV) ont déployé des scanners laser 3D avec l'aide de Leica Geosystems, en vue de la numérisation du célèbre mémorial présidentiel du Mont Rushmore.

Le mémorial est une sculpture spectaculaire taillée dans la façade en granite du Mont Rushmore, dans le Dakota du Sud, aux États-Unis. Il se compose de quatre sculptures de 18m représentant les têtes des anciens présidents des États-Unis George Washington, Thomas Jefferson, Theodore Roosevelt, et Abraham Lincoln. Beaucoup de géomètres perçoivent aussi le Mont Rushmore comme une représentation de « trois géomètres accompagnés d'une tierce per-





© CyArk

sonne (Roosevelt). » Le parc du mémorial couvre plus de 5 km<sup>2</sup> et se trouve à une altitude de 1 745 m.

La collecte de données est la première phase d'un projet de 5 ans pour CyArk et le NPS (U.S. National Park Service). Elle permettra de fournir des données de qualité technique pour les tâches telles que l'auscultation et l'analyse des blocs de roche, ainsi que la gestion des ressources du site, mais aussi des données de référence pour la création de documents destinés au tourisme virtuel et à l'éducation, en vue du faire-savoir et de la diffusion des données.

Jusqu'à trois équipes ont travaillé sur ce projet, utilisant simultanément cinq scanners dans divers endroits du parc et de la montagne. Il fallait pouvoir couvrir la totalité de la sculpture pour les besoins techniques du parc et pour l'interprétation. C'est pourquoi il était nécessaire que toutes les surfaces soient numérisées avec une grande précision et une résolution élevée.

Quatre modèles de scanners Leica Geosystems ont été utilisés : Leica ScanStation 2, Leica HDS6000, Leica HDS6100 et la nouvelle Leica ScanStation

C10. Chaque modèle de scanner a été déployé de manière stratégique sur le site, de manière à utiliser ses points fort. Par exemple, la ScanStation 2 a été installée au pied de la montagne pour profiter de sa longue portée. La rapidité des scanners HDS6000 et HDS6100 et leur capacité à capturer des données très denses ont été utilisées pour capturer tous les détails du canyon, derrière la sculpture et dans tout le parc. Grâce à sa longue portée, combinée à sa rapidité, la ScanStation C10 a été utilisée comme instrument « à tout faire », en haut de la montagne pour les numérisations larges de la sculpture.

Le nouveau design compact de la ScanStation C10 et ses commandes embarquées étaient indispensables pour pouvoir utiliser l'instrument dans certaines positions précaires, sur la montagne. Pour l'une des mises en station, l'équipe des cordes du NPS et le chef de l'équipe de numérisation, Douglas Pritchard du CDDV sont descendus en rappel depuis le sommet du monument, jusqu'à l'épaule de George Washington avec le scanner. Ils ont installé le scanner sur l'épaule du président et sélectionné les paramètres de numérisation, puis Pritchard et l'équipe des cordes ont poursuivi leur descente en rappel pour éviter de

## Le CyArk 500 et les 10 Écossais

L'organisation à but non lucratif CyArk a été créée pour utiliser les techniques de numérisation laser HDS™ (High-Definition Surveying™) au profit de la conservation numérique du patrimoine. Au lieu de transporter les ingénieurs dans une usine numérique, CyArk transporte les étudiants et les cyber-voyageurs dans les ruines indiennes du parc national de Mesa Verde (aux États-Unis) ou en haut de la tour penchée de Pise, en Italie. Au lieu de capturer une scène de crime pour l'analyser, CyArk travaille à la capture des sites du patrimoine culturel mondial en vue de créer un modèle numérique en 3D des vestiges de l'histoire de l'humanité et de pouvoir le partager.

CyArk a été créée peu après la destruction des Bouddhas de Bâmiyân par les Talibans, en Afghanistan. Souvent considéré comme le père de la numérisation laser, Ben Kacyra connaissait la puissance de la numérisation laser pour capturer les constructions. Puis il a eu l'idée d'une cyber-archive des mer-

veilles du monde et (après avoir également créé Cyra Technologies, qui est désormais une division de Leica Geosystems consacrée à la numérisation laser) il a fondé CyArk en 2003.

Aujourd'hui, CyArk utilise les technologies HDS pour capturer, traiter et diffuser des données numériques sur plus de 30 sites du patrimoine mondial. C'est de cette progression qu'est né le « Défi CyArk 500 » qui consiste à numériser 500 sites majeurs du patrimoine mondial. En apprenant l'existence du CyArk 500, le ministre écossais de la Culture Michael Russel a voulu s'impliquer. En effet, la technologie HDS est déjà utilisée en Écosse et M. Russel souhaitait contribuer à la mission mondiale de CyArk. C'est pourquoi ce ministre écossais visionnaire a fait preuve de générosité en contribuant à hauteur de 10 projets, les « 10 Écossais », dans le CyArk 500. Ces projets comprennent cinq sites écossais classés au patrimoine mondial par l'UNESCO et cinq projets internationaux.

gêner la numérisation. Les numérisations obtenues à ces emplacements ont été essentielles à la réussite de ce projet.

Pour garantir la précision et la couverture complète de la montagne, un centre de commande des données a été installé sur le site et les membres de toutes les équipes étaient équipés de talkies-walkies. Justin Barton, de CyArk, a utilisé le programme Leica Cyclone pour l'enregistrement quotidien des données. Ainsi, les membres de l'équipe de numé-

risation, sur la montagne ou sur le sentier des visiteurs, ont pu communiquer par radio avec le centre de commandes pour obtenir des informations en temps réel sur les numérisations, ainsi qu'un retour immédiat sur les emplacements proposés pour la mise en station des scanners.

Ce projet a été un grand succès et a permis d'obtenir pour la première fois des levés complets du Mont Rushmore. Maintenant que la collecte de données sur ce symbole de l'Amérique est terminée, CyArk travaille à la création de rendus techniques et éducatifs afin de compléter les données de numérisation laser dans les archives de CyArk. Un modèle numérique du Mont Rushmore en 3D sera ensuite rejoint par d'autres trésors du monde entier car l'équipe de CyArk s'est mise au défi d'utiliser les techniques de mesure et de documentation de pointe pour d'autres sites du patrimoine mondial afin d'en faire profiter les générations futures. ■

*À propos de l'auteur :*

*Elizabeth Lee est directrice de projets et du développement chez CyArk. (<http://archive.cyark.org/>)*





# L'accréditation, facteur de confiance

par Sabine Reischmann

**Leica Geosystems fait partie des rares fabricants d'instruments topographiques dans le monde, autorisés à émettre des certificats d'étalonnage en tant qu'organisme accrédité au niveau national. Cette expertise est synonyme de transparence et de meilleures possibilités de comparaison. L'accréditation et la certification font naître la confiance dans l'esprit du client. Et pour aller plus loin : les clients de Leica Geosystems gagnent également la confiance de leurs clients.**

René Scherrer et Wolfgang Hardegen, le directeur actuel et le futur directeur des laboratoires d'étalonnage accrédités de Leica Geosystems à Heerbrugg, comparent les certificats d'étalonnages à la jauge des pompes de carburant des stations services : « Le client doit pouvoir faire confiance à la jauge et penser qu'elle indique la quantité réelle de carburant délivré. De la même manière, le client peut être sûr d'obtenir ce que nous promettons. » Il est possible de remonter du certificat d'étalonnage jusqu'aux normes nationales et les incertitudes relatives aux valeurs mesurées sont entièrement justifiées. Pour le client, cela signifie qu'il peut être certain que les

paramètres réels et les spécifications de son produit Leica Geosystems correspondent à ceux de la documentation sur le produit.

Plusieurs facteurs sont essentiels pour devenir un organisme accrédité. Pour Hardegen, le premier d'entre eux est la gestion de la qualité : « Notre système de gestion de la qualité certifié ISO 9001 est la base de notre accréditation. » L'expertise du personnel est également essentielle : « Tous les employés du laboratoire d'étalonnage de Leica Geosystems sont formés en conséquence. » Une infrastructure technique et organisationnelle adéquate est un autre critère : L'infrastructure technique comprend les locaux, les installations et les procédures. Elle concerne la base de référence autant que les laboratoires, pour les mesures de distances, d'angles, de fréquences et de niveau. Une accréditation supplémentaire est demandée en vue d'ajouter à ces cinq laboratoires un nouveau laboratoire pour la classification laser.

## **Base de référence**

La *base de référence* ne se trouve pas vraiment dans un laboratoire à proprement parler. Il s'agit de la rive ouest du Rhin à Kriessern, un village près de Heerbrugg. « À cet endroit, la rive du Rhin est droite sur trois kilomètres, sans obstruction de la ligne visuelle,

ce qui est rare dans la vallée du Rhin très peuplée et située entre les pics des Alpes, » explique Hardegen. Leica Geosystems peut vérifier l'écart type des mesures de distance à 500m, 1000m, 2000m et 3000m. Pour obtenir des résultats précis, les conditions atmosphériques comme la température, la pression et l'humidité doivent être déterminées avec exactitude.

### Laboratoire d'étalonnage de distance

Le *laboratoire d'étalonnage de distance*, surnommé la « ligne de chemin de fer » par le personnel à cause de sa longueur et de sa forme, est utilisé pour déterminer les écarts de linéarité à 60m et 120m. Les résultats de ce test déterminent l'écart entre la distance mesurée par l'interféromètre de haute précision et par l'instrument.

### Laboratoire d'étalonnage des angles

Le *laboratoire d'étalonnage des angles* permet de déterminer l'écart type pour les mesures d'angles horizontaux et verticaux. Leica Geosystems a mis au point une machine très complexe et très précise pour tester les théodolites, la seule au monde pour cette tâche. La machine vérifie de manière entièrement automatique l'angle du cercle horizontal et l'angle zénithal de l'instrument.

### Laboratoire d'étalonnage de la fréquence

Au *laboratoire d'étalonnage de la fréquence*, la précision des télémètres laser (EDM) est vérifiée dans une cabine climatisée dont la température est réglable de -20°C à +50°C. L'analyse des fréquences détermine la plage d'erreur de l'EDM.

### Laboratoire d'étalonnage des niveaux

Au *laboratoire d'étalonnage des niveaux*, la précision des paramètres des compensateurs ou de la ligne optique horizontale des niveaux est déterminée.

La demande de certificats augmente régulièrement pour diverses raisons. D'après Wolfgang Hardegen, la plus grande capacité des clients à concourir aux marchés publics est un facteur important. Les grandes entreprises privées demandent également souvent des certificats et les clients aiment aussi recevoir la certification ISO 9001. Mais la principale valeur ajoutée pour le client reste la plus grande transparence qui confirme la confiance de Leica Geosystems dans ses instruments, et le fait de pouvoir mieux les comparer aux autres produits. ■

À propos de l'auteur : Sabine Reischmann est responsable de la communication commerciale chez Leica Geosystems à Heerburg, en Suisse.



## Accréditation du laboratoire d'étalonnage

En 1997, le Service d'accréditation suisse (SAS), qui appartient au Secrétariat d'État à l'économie (SECO), a accordé à Leica Geosystems Heerburg le statut d'organisme accrédité équipé d'un laboratoire d'étalonnage pour les distances et les angles. Suite à des accords multilatéraux avec des organismes internationaux comme l'EA (coopération européenne des organismes d'accréditation ou European Cooperation for Accreditation) et l'ILAC (coopération internationale pour l'accréditation des laboratoires), ces certificats sont reconnus au niveau international dans plus de 100 pays. « Les certificats d'étalonnage sont des documents à portée juridique. Toute falsification est considérée comme un faux et les auteurs de tels faits seraient punis en conséquence, » explique Wolfgang Hardegen en soulignant la crédibilité des certificats.

Les laboratoires d'étalonnage doivent être accrédités par le SAS (Service d'accréditation suisse) tous les cinq ans. Des audits annuels sont réalisés conformément à la norme ISO/CEI17025 par les autorités de contrôle entre chaque accréditation. Les informations officielles concernant les laboratoires accrédités de Leica Geosystems (SCS 079) se trouvent sur le site du SECO (voir ci-après ou taper 079 dans la recherche de la section « Organismes accrédités »). Ce document liste les essais que le laboratoire peut réaliser, ainsi que les précisions et les incertitudes.

<http://www.seco.admin.ch/sas/>

# Accélération d'un chantier de réparation de canal

par Daniel C. Brown

**Un système de guidage d'engins en 3D permet au terrassier Ebert Construction de réduire la durée des travaux de 15% sur un chantier de 9 millions de dollars pour la réparation d'un canal pour le Génie militaire américain, à Topeka, au Kansas.**

L'entreprise Ebert Construction Co. de Wamego, au Kansas, utilise des systèmes de guidage d'engins Leica Geosystems sur leurs excavatrices pour remodeler 4 km (2,5 miles) du canal de Soldier Creek, qui coule entre deux levées parallèles espacées de 91,5 m



(300 ft). En 2005, une grande inondation a érodé les rives. Le projet vise à réparer les dégâts afin d'éviter d'autres inondations en amont de la zone reconstruite. Ebert a mobilisé une flotte d'équipements de terrassement pour retirer 270 000 m<sup>3</sup> de terre des pentes du talus et les déposer derrière les levées. Environ 130 000 m<sup>3</sup> ont été déplacés des déblais aux remblais sur les talus.

Deux excavatrices hydrauliques équipées du système de guidage en 3D Leica PowerDigger sont utilisées pour le terrassement des talus. Chaque talus est dessiné avec une rive supérieure et une rive inférieure dont la pente est de 3 : 1, séparées d'une pente plus douce de 10 : 1. Jim Ebert, directeur de projet de l'entreprise a déclaré que les systèmes en 3D Leica PowerDigger amélioraient l'efficacité des excavatrices car il n'était pas nécessaire de vérifier la pente. Il a ajouté que grâce à ces systèmes, Ebert économisait 40 000 dollars en éliminant la vérification de la pente. Les déblais et remblais s'affichent en continu sur l'écran des PowerDiggers. « De plus, continue Ebert, nous pouvons travailler sous l'eau sans que personne ne soit obligé d'aller dans l'eau pour vérifier la pente. »

« Grâce au système GPS de Leica Geosystems, les opérateurs n'ont plus besoin d'improviser » a déclaré Trent Ebert, le chef de chantier. « Et ils ne nous appellent plus pour dire que les piquets ont été arrachés par un engin. Il n'y a plus d'arrêt. Personne ne doit surveiller les opérateurs. Ils peuvent creuser, reculer, trouver l'emplacement du prochain déblai et continuer. » Le chantier devait se terminer en février 2011 mais l'entreprise espère avoir quasiment achevé les travaux avant l'hiver.

*À propos de l'auteur :*

*Daniel C. Brown est propriétaire de TechniComm, une entreprise de communication de Des Plaines, dans l'Illinois/USA*



# Adoption des nuages de points

par Scott Macleod

**Il y a quelques années, les employés de Loy Surveys savaient déjà que la numérisation laser était l'avenir de l'auscultation et qu'elle deviendrait la technique la plus répandue. Ils savaient qu'ils devraient maîtriser cette technique pour rester en tête du marché. Mais ils ne savaient pas quand. Le géomètre en chef Scott Macleod explique comment ils ont relevé le défi.**

Cette technologie change très vite et devient de plus en plus abordable. Par conséquent, il était important de trouver le bon équilibre. Heureusement, nous

avons eu l'opportunité d'acheter la première Leica ScanStation C10 disponible sur le marché. Cet équipement semblait nous convenir parfaitement, ainsi qu'à notre style de travail. Non seulement il était bien plus avancé que les scanners précédents, mais il était parfait pour se lancer dans la numérisation. Plus rapide et plus léger, il dominait ses concurrents et semblait en passe de devenir la référence pour les années à venir. Comme tout est fourni dans un même appareil sans câble, batteries externes, ni ordinateur portable pour le faire fonctionner, il s'adapte parfaitement à nos conditions de travail flexibles. Nous avons pu utiliser la Leica ScanStation C10 dès que nous l'avons eue en notre possession.



### Auscultation de tours de refroidissement

Comme nous avons un travail en cours, nous avons pu recevoir rapidement la ScanStation C10. Il s'agissait de lever les tours de refroidissement de la raffinerie de Grangemouth, sur le Firth of Forth, en Écosse. La ScanStation C10 nous a été livrée par Steven Ramsey de Leica Geosystems, dès le premier matin de l'auscultation. Steven est resté plus longtemps que pour une simple livraison. Il avait participé aux essais et à la phase de développement de la ScanStation C10 et comme nous étions la première entreprise à l'utiliser dans le cadre de notre travail, il s'est joint à nous pour nous montrer les fonctions et pour observer le scanner en fonctionnement.

L'objectif de ce travail était de lever les tours de refroidissement en vue de repérer les mouvements, les transformations ou les déformations de la structure des tours. Pour les levés précédents, il avait fallu choisir des points d'observation à certaines hauteurs le long de plusieurs lignes verticales autour de chaque tour. Ces levés n'ont pas été réalisés par Loy Surveys mais nous pensions que cette méthode d'implantation et d'observation de points fixes autour de la tour prendrait deux jours par tour, voire davantage. Avec la ScanStation, nous avons pu lever les trois tours en deux jours, soit environ 2h30 par tour.



Non seulement nous avons gagné beaucoup de temps, mais nous avons pu enregistrer bien plus de données sur les tours. Chaque tour a été numérisée en plaçant la ScanStation C10 sur des points de contrôle connus. En tout, nous avons utilisé cinq positions qui se chevauchaient pour chaque tour et la numérisation a été réalisée avec une grille de 30 mm. L'importation et l'enregistrement de chaque numérisation ont été immédiats avec le programme Leica Cyclone 7 et en moins d'une heure, au bureau, nous avons un modèle de la tour en 3D.

*« ... les comparaisons ultérieures entre les modèles en 3D seront moins compliquées... »*

### Château de Dounreay

L'un de nos travaux les plus récents a consisté à effectuer la numérisation en 3D du château de Dounreay, sur la côte nord-est de l'Écosse. Le château, qui est un monument protégé, est unique dans cette région d'Écosse car il est en forme de L, ce qui est plus courant dans les Lowlands. Cette particularité lui donne de l'importance pour l'histoire et l'héritage de la région.

Comme le château est mal entretenu, Historic Scotland désire ardemment que quelque chose soit fait pour le maintenir et le conserver. Il appartient actuellement à la centrale nucléaire de Dounreay et il est entouré par la côte, d'un côté et par la centrale nucléaire sur tous les autres. La centrale nucléaire est en plein démantèlement et les contrôles de sécurité et de surveillance qui ont lieu pendant cette période sont incompatibles avec une restauration physique du château.

C'est pour cette raison que Dounreay Site Restoration Ltd nous a contactés pour nous demander de réaliser une numérisation en 3D du château en vue de conserver au moins son image. Nous n'avons pu lever que l'extérieur du château. Du fait de son état de délabrement, nous ne pouvions pas nous approcher à moins de 10m de la structure, pour des raisons de sécurité. La numérisation du château était donc une solution idéale car elle permettait de le capturer rapidement et efficacement, pour un coût



relativement faible (par rapport à une restauration physique), tout en restant à une distance sûre de la structure.

Le levé en lui-même a été réalisé en deux jours, avec onze positions de numérisation qui se chevauchaient. Sur un autre site et sans les protocoles de sécurité, nous aurions probablement pu réaliser le levé en une journée. Pour le levé du château, nous avons utilisé une grille de 8 à 10 mm ou moins, de manière à obtenir suffisamment d'informations et à enregistrer chaque pierre. Le produit fini pour le client est un nuage de points complet qu'il pourra présenter à Historic Scotland comme la représentation du château dans son état actuel pour une utilisation future et pour référence. Nous avons également livré des vues en élévation en 2D.

### **Convaincre les clients**

À long terme, nous pensons que la numérisation laser deviendra la norme en matière d'auscultation et nous espérons atteindre une position idéale où nous pourrions réaliser les numérisations, enregistrer les données et transmettre directement les nuages de points bruts aux clients pour qu'ils puissent les utiliser à leur guise. Cela serait un énorme avantage pour nous comme pour nos clients. En effet, nous pourrions réduire le temps passé au bureau et augmenter d'autant le temps passé à réaliser les levés, ce qui augmenterait notre productivité. Quant à nos clients, ils pourraient obtenir des levés complets en 3D, beaucoup plus rapidement et pour beaucoup moins cher. Aujourd'hui, cependant, rares sont nos

clients qui peuvent accepter et manipuler des nuages de points complets mais nous aimerions pouvoir corriger cela.

**« ... nous avons fait le bon choix, au bon moment... »**

En achetant la Leica ScanStation C10, Loy Surveys a fait un grand pas dans le monde de la numérisation en 3D. Cela nous permet d'étendre nos capacités en tant qu'entreprise de topographie et de rester en tête dans ce secteur en perpétuelle compétition. Lorsque la ScanStation C10 est mise en service, les énormes avantages des levés 3D rapides et très détaillés sont évidents. Même si nous débutons dans le domaine de la numérisation et que nous avons encore beaucoup à apprendre, nous sommes certains que nous avons fait le bon choix, au bon moment. ■

*À propos de l'auteur :*

*Au départ, Scott Macleod était archéologue mais il s'est rapidement intéressé à la topographie et à l'auscultation de bâtiments. Il a donc rejoint Loy Surveys il y a quatre ans.*



# La merveille russe

par Pavel Antonov

**Une fois terminé, le « pont de l'île de Russky » reliera Vladivostok à l'île de Russky et ce n'est pas une exagération que de l'appeler le « projet du siècle ». Ce pont sera le plus grand de Russie et l'un des plus longs du monde, avec un tablier d'une longueur totale de 3 100 m. Le projet de 1,2 milliards de dollars également appelé le « Pont russe » prévoit d'être terminé pour l'ouverture du sommet sur la coopération économique d'Asie-Pacifique qui se tiendra en 2012, à Vladivostok. L'équipement de Leica Geosystems a été sélectionné pour assurer le suivi topographique du chantier.**

En septembre 2008, le maître d'œuvre USK MOST a démarré le chantier de construction du « Pont de l'île de Russky » au dessus du « Bosphore oriental » pour relier l'île de Russky à Vladivostok. Avant même de démarrer, le chantier était déjà considéré comme l'un des projets de construction les plus exigeants de l'histoire. Non seulement du fait des dimensions du pont (l'unique travée de 1 104 m sera la plus longue du monde et les pylônes de 320 m seront les plus hauts) mais également parce que les travaux doivent être réalisés en une période très courte, en dépit des vents violents, du courant et de l'activité sismique qui forment un vrai défi pour les professionnels engagés. En raison des exigences très strictes du projet, tous les travaux topographiques sont réalisés avec la plus

grande précision possible, des plans aux contrôles en fin de travaux. C'est pourquoi le matériel Leica Geosystems a été choisi pour réaliser ce chantier exigeant.

## **Les travaux topographiques durant la construction**

Le premier travail de l'entrepreneur a été de fournir un réseau de contrôle précis et fiable. Un réseau géodésique (conforme aux exigences des réseaux géodésiques nationaux de classe II) a été créé sur la péninsule de Nazimova et sur l'île de Russky. L'entrepreneur devant redéfinir les coordonnées tridimensionnelles des points du réseau tous les six mois et cela étant presque impossible avec un équipement optique, il a opté pour des capteurs GNSS. Une station de référence installée par le distributeur et partenaire de Leica Geosystems en Russie Navgeocom était déjà disponible près de Vladivostok pour fournir des données de correction en vue d'obtenir des mesures temps réel précises. Deux autres stations de référence ont été installées sur la péninsule de Nazimova et sur l'île de Russky, toutes deux équipées de capteurs GNSS Leica GPS 1200+.

Avant de démarrer les levés en temps réel, les géomètres ont dû déterminer les paramètres de transformation du système géodésique WGS84 dans le système de coordonnées local afin que les mesures RTK soient directement compatibles avec les données projet. Anton Shirokov, géomètre en chef chez

# Le pont de l'île de Russky

**Longueur totale du pont :** 1885,5 m

**Largeur du pont :** 29,5 m

**Nombre de voies de circulation :** 4

**Tirant d'air :** 70 m

**Nombre de tours du pont :** 2

**Hauteur des tours du pont :** 320,9 m

**Nombre de haubans :** 168

**Hauban le plus long/court :** 578,08 m / 181,32 m

Les piles du pont s'enfonceront à 77 m dans le sol. Côté île, 120 pieux en forme d'hélices soutiendront chacune des deux tours de 320 m. Les tours du pont seront fabriquées en béton coulé dans des coffrages auto-grimpants par sections de 4,5 m. Du fait de la forme en A des tours, il est impossible d'utiliser des coffrages standards. Des coffrages spéciaux ont été construits pour chaque tour du pont.

(Source : [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

## USK MOST

La société USK MOST a été fondée en 1991. Elle est dirigée par une équipe de professionnels, ayant l'expérience d'un autre « projet de construction du siècle » (le projet à long terme de construction de la Magistrale Baïkal-Amour (BAM 1975-1990). Aujourd'hui,

« USK MOST » est une holding composée de 15 entreprises différentes. Ses activités couvrent les chantiers de réparation et de construction de ponts, d'oléoducs, de tunnels, etc.

USK MOST : « Chaque étape de la construction a entièrement été contrôlée par plusieurs méthodes géodésiques. C'est pourquoi nous avons pu remplir toutes les exigences relatives aux travaux géodésiques. La différence entre les paramètres obtenus par TPS et par GNSS ne dépassait pas 3 à 4 mm, ce qui était dans les tolérances. Les levés GNSS sont très importants quand il est impossible de réaliser les levés TPS. »

Du fait des exigences strictes, les géomètres ont dû puiser dans leur savoir-faire et leur expérience à chaque phase de la construction. Par exemple, pour obtenir une précision maximale sur le positionnement des pylônes du pont, les ingénieurs ont utilisé des « conducteurs » (ou « tours »). Reliés par plusieurs niveaux de béton, ces éléments ont permis de renforcer la construction. Lorsque l'utilisation des stations totales est devenue trop difficile pour ce travail, les capteurs GNSS Leica Geosystems ont donc été utilisés pour positionner ces « tours » en temps réel. La technologie GNSS a permis de réduire le temps de travail d'environ 1h30 par « tour » à 15 minutes. Le gain de temps est évident.

### Leica Geosystems était le meilleur choix

« Nous n'avons commencé à travailler avec l'équipement de Leica Geosystems qu'en février 2010, » a déclaré Anton Shirokov. « Malgré la brièveté de cette période, il a entièrement comblé, et même surpassé nos attentes ! Premièrement, les capteurs de

Leica Geosystems ont une interface utilisateur conviviale et complète (ce qui réduit les pertes de temps). Deuxièmement, l'équipement fonctionne parfaitement dans nos conditions de travail extrêmes avec la neige, le vent et les basses températures qui n'ont jamais interrompu nos travaux. »

Les professionnels de USK MOST ont également commenté certaines des fonctions exceptionnelles de l'équipement de Leica Geosystems, comme les excellentes performances nocturnes du pointeur laser du TPS1200+. Grâce à elles, il a été possible de réaliser des levés jusqu'à 450 m de la station totale. Lorsque les pylônes dépasseront les 100 m de haut, la triangulation sera impossible et les professionnels devront combiner les systèmes TPS et GNSS. « L'équipement de Leica Geosystems est modulaire et adaptable, » a déclaré Anton Shirokov. « On peut travailler avec une station totale ou la combiner à une antenne GNSS pour obtenir une Leica SmartStation ou une Leica SmartPole. Par ce biais, on obtient des lignes de référence permettant de réaliser les travaux, même avec une mauvaise visibilité. » ■

À propos de l'auteur :

Pavel Antonov dirige le service technique de Navgeocom, le distributeur agréé de Leica Geosystems en Russie.

# Aménagement urbain virtuel en 3D à partir de numérisations laser

par Konrad Saal

**L'Inselhalle de Lindau en Allemagne, un centre de conférences situé sur une île du lac de Constance, devait être rénové et agrandi pour répondre aux exigences de la vie moderne. Comme les documents de la construction d'origine étaient incomplets, les organisateurs du projet ont décidé de capturer les caractéristiques actuelles de l'ancien centre de conférences et de ses environs par numérisation laser. Les données acquises sont désormais disponibles pour que les architectes conseils puissent dessiner leurs plans et également pour les « visites virtuelles ».**

Le bureau d'études Zimmermann & Meixner Z&M 3D Welt GmbH, situé près d'Amtzell, a remporté le contrat pour la réalisation de l'inventaire documentaire du bâtiment et de la visualisation en 3D. Son travail consiste à capturer les détails de tout le centre (intérieur et extérieur) et des éléments adjacents, notamment la rive du lac à proximité du centre.

## **Levé des caractéristiques existantes par numérisation laser en 3D**

Viola Leibold, technicienne en numérisation laser

et Benjamin Sattes, ingénieur diplômé, sont arrivés sur l'île avec une Leica ScanStation 2 pour produire des numérisations des bâtiments d'origine « tels que construits » et des éléments environnants. Ce scanner laser 3D polyvalent capture jusqu'à 50 000 points par seconde et sa portée maximale est de 300m. « Grâce à la numérisation laser, les géomètres peuvent capturer les caractéristiques des objets existants avec le niveau de précision nécessaire et de manière rentable, » explique Benjamin Sattes.

« Le scanner laser 3D est relié à un ordinateur portable et commandé avec le logiciel Leica Cyclone, composé de plusieurs modules. Cette configuration permet de définir la fenêtre de numérisation et la densité de points adéquate et d'enregistrer les données des points collectés. Des cibles sont implantées et numérisées en même temps que l'objet pour permettre un géoréférencement ultérieur en reliant tous les nuages de points dans un même système cohérent. Nous avons capturé une surface d'environ 73 000m<sup>2</sup> depuis 38 stations, en cinq jours. L'intérieur, qui a nécessité environ 21 stations sur trois jours, représente une surface de 5 000m<sup>2</sup>, » a déclaré Viola Leibold. Les pompiers de Lindau ont même mis à leur disposition une échelle pivotante pour la numérisation du toit.



Pour éditer les nuages de points, Leica Geosystems propose des modules compatibles avec plusieurs programmes de CAO/DAO afin de pouvoir travailler dans un environnement familier. Les fonctions étendues et partiellement automatisées de Leica CloudWorx pour AutoCAD ont permis à Benjamin Sattes de générer un modèle en 3D de l'objet entier à partir des nuages de points. « Chaque section ou chaque vue peut être générée à partir de ce modèle, une fois terminé. » Deux coupes transversales, des plans d'implantation du sous-sol, du rez-de-chaussée et du premier étage, ainsi que quatre vues de l'Inselhalle ont été produits. Les 25 cabinets d'architectes-conseils sélectionnés pour l'appel d'offre ont utilisé ce modèle comme base pour leurs plans. Avec un écart maximal d'un centimètre par rapport aux dimensions réelles du bâtiment, les données sont considérées comme équivalentes à des levés de la plus grande qualité.

### Visualisation en 3D et visite virtuelle

« Cet exercice avait pour objectif particulier de capturer les caractéristiques de l'Inselhalle de manière si détaillée et précise que les architectes puissent avoir accès à une numérisation fiable et complète du bâtiment existant sans avoir à les réaliser eux-mêmes, » explique Benjamin Sattes. « En même temps, nous avons pu utiliser le logiciel de visualisation en ligne

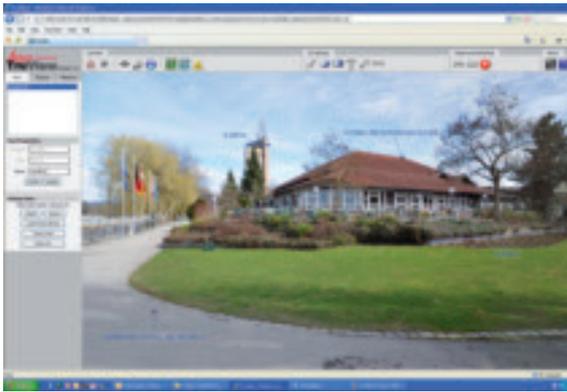
TruView de Leica Geosystems pour permettre les visites virtuelles de l'Inselhalle. »

Leica TruView peut être utilisé pour réaliser des analyses et prendre des mesures au sein de nuages de points volumineux en CAO/DAO ou dans toute autre technologie 3D, même pour les utilisateurs qui n'ont aucune expérience des numérisations laser. Les nuages de points sont présentés sous forme d'images photoréalistes. Les architectes peuvent se déplacer virtuellement dans le nuage de points, mesurer des distances, sélectionner des détails, prendre des notes et enregistrer les résultats. Les participants au projet peuvent également utiliser les données traitées pour communiquer efficacement par Internet. Avec les représentations en 2D et un modèle en 3D du bâtiment, ainsi que le TruView pour remplacer une visite sur place avec en plus la possibilité de prendre des mesures, chaque architecte disposait d'une base optimale pour exprimer ses idées et ses plans.

### Relier les plans au monde réel

Grâce à la technique de visualisation mise au point en interne par Z&M 3D Welt, les architectes, ingénieurs et paysagistes peuvent voir à quoi leurs propositions ressembleraient dans la réalité. Les résultats des plans doivent être livrés à Z&M 3D Welt sous forme





■ **Leica TruView : Déplacement dans un monde virtuel dans le nuage de points pour mesurer les distances.**

de modèles en 3D ou de vues en 2D. L'entreprise mettra ensuite au point des modèles en 3D à partir des vues en 2D ou importera directement les modèles en 3D créés dans le module choisi par le client. Les données sont visualisées en trois dimensions avec une nouvelle route, un espace ouvert, une nouvelle architecture paysagère et les bâtiments et éléments existants.

Ce procédé est particulièrement intéressant du fait de sa rentabilité par rapport aux méthodes précédentes. Z&M 3D Welt peut visualiser l'environnement

réel à partir des résultats bruts de la numérisation. Les nuages de points capturés représentent les objets existants et n'ont besoin d'aucun traitement supplémentaire pour obtenir un modèle en 3D sans perte de détails et de précision.

**Utilisation durable des modèles en 3D**

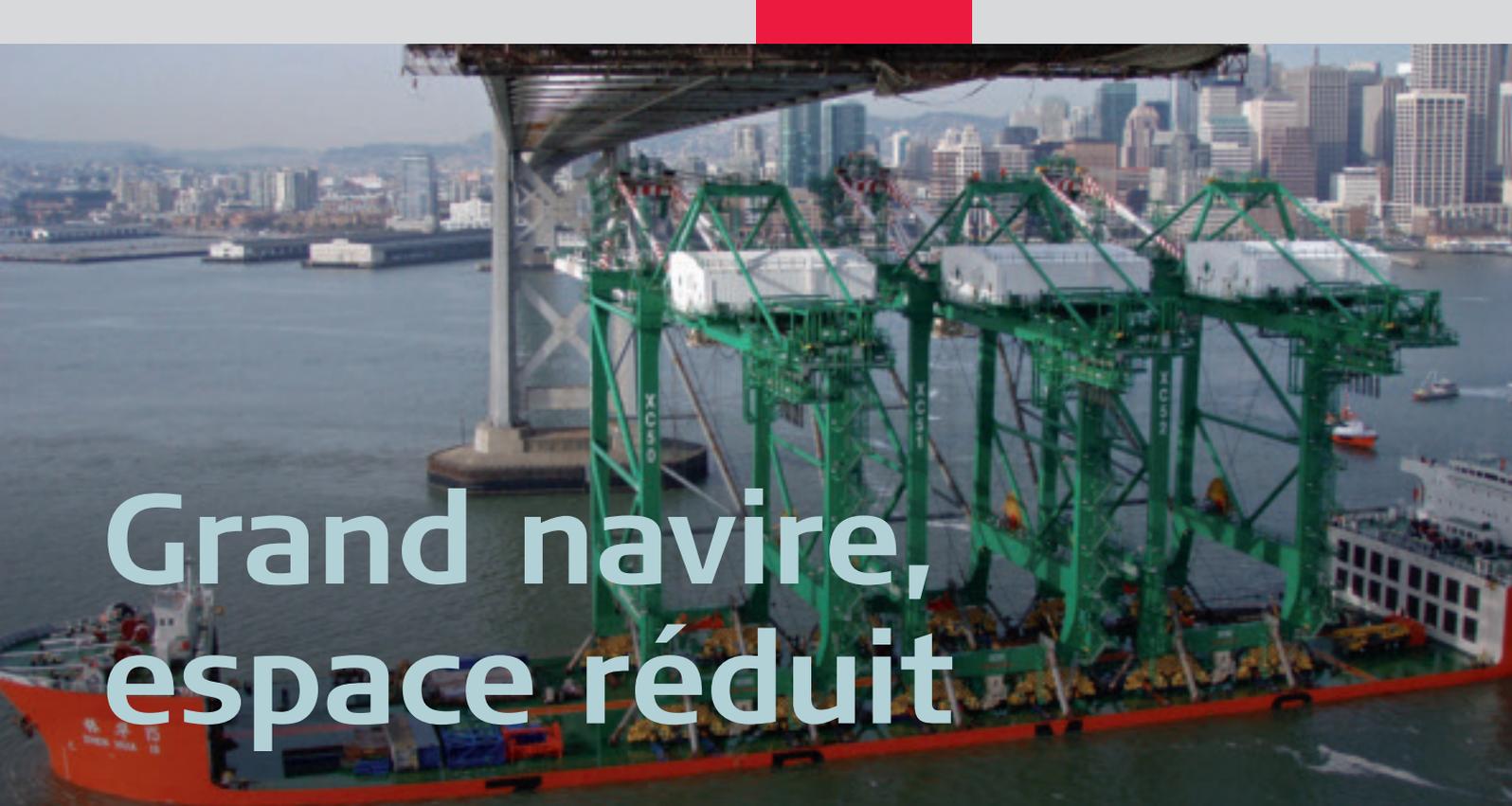
Les utilisateurs sont souvent confrontés à la question de la disponibilité des données en vue d'une utilisation ultérieure, nécessitant le moins de frais et d'efforts possible. Les données des numérisations laser sont accessibles immédiatement pour obtenir des mesures à partir du modèle en 3D et les transmettre à la commission. Les concurrents apprécient particulièrement la simplicité d'utilisation (aucune expérience n'est requise pour se déplacer librement dans le modèle). ■

*Les futurs plans et animations du projet « Inselhalle Lindau » sont disponibles sur le [www.zm-3dwelt.de/inselhalle](http://www.zm-3dwelt.de/inselhalle).*

*À propos de l'auteur :*

*Konrad Saal est ingénieur topographe et responsable de la communication commerciale chez Leica Geosystems à Heerbrugg, en Suisse.*





# Grand navire, espace réduit

par Brad Longstreet et Dave Murtha

**Avec un tirant d'air d'environ 69 m (226 ft) entre la moyenne des plus bas niveaux de marée basse (MLLW) et le dessous de la travée du Bay Bridge de San Francisco, les plus gros navires du monde ont habituellement largement la place de naviguer pour se rendre au port d'Oakland. Mais lorsque ces navires transportent les plus grands portiques à conteneurs du monde, l'espace peut être insuffisant ... ou pas. C'est Dave Murtha, le géomètre en chef du port qui a dû s'en assurer.**

Les portiques en question sont des « Super-Post-Panamax » et ils sont monstrueux (les navires Post-Panamax sont trop gros pour le Canal de Panama et comme il s'en construit de plus en plus, les ports du monde entier s'équipent de portiques compatibles). Dans le cas présent, les portiques livrés sont assez grands pour traverser des navires qui transportent jusqu'à 22 conteneurs Sea-Land côte à côte. C'est leur hauteur qui a le plus inquiété Murtha : 77 m (253 ft). Une fois chargés sur un navire assez gros pour les transporter, cela dépasserait largement le tirant d'air du Bay Bridge.

Les concepteurs du portique le savaient et avaient prévu de démonter et de replier les portiques peu de temps avant d'essayer de passer. Mais de nombreuses incertitudes perduraient. Pour être sûr de ne

pas se tromper, Murtha devait comparer précisément l'élévation des marées au NAVD 88 (Système de référence altimétrique nord-américain de 1988), déterminer ensuite la valeur absolue du tirant d'air du Bay Bridge et enfin vérifier la hauteur totale du navire et des portiques. Et pour compliquer les choses, il a dû faire tout cela en temps réel : les pilotes de San Francisco, qui supervisent les manœuvres des grands navires dans la baie, voulaient vérifier que le tirant d'air était suffisant alors que les portiques approchaient du pont. Il se trouve que le Bay Bridge est connu pour son tirant d'air inférieur de plusieurs mètres à celui du Golden Gate. Ainsi, le travail de Murtha confirmerait automatiquement que les portiques auraient également la place de passer sous ce second pont.

Murtha a eu une idée qui lui a permis d'utiliser sa grande expérience des techniques de levés de pointe : « Comme les méthodes GPS RTK sont désormais utilisées pour mesurer le profil altimétrique des pistes d'aéroports, cela ne semblait pas très difficile d'adapter ces méthodes pour vérifier le gabarit de chargement. J'ai dit à mes supérieurs que je pouvais mesurer la hauteur des portiques lorsqu'ils approcheraient du pont. L'information est parvenue aux pilotes de San Francisco et ils ont voulu que je leur transmette cette information. Les profils des pistes d'aéroports peuvent être post-traités et remesurés si nécessaire ... mais étant donnée l'inertie des cargos géants, il





n'y aurait pas de deuxième chance pour recommencer la mesure à l'approche des portiques. »

### Les bases

La transmission en temps réel des informations pour ce projet a demandé une préparation minutieuse pour plusieurs raisons. Par exemple, Murtha savait qu'il lui fallait un plan de secours. « La redondance était une partie importante du plan de levé » a-t-il déclaré. « Deux mobiles RTK devaient être utilisés en haut des portiques, l'un équipé pour communiquer par GSM, l'autre équipé d'un modem radio à large spectre. »

Le GSM pouvait communiquer avec un GRX1200 Pro installé de manière permanente au quartier général du port. Ce récepteur fait partie de RTKMAX, un réseau RTK sur abonnement, géré par Haselbach Surveying Instruments (le revendeur agréé de Leica Geosystems en Californie du Nord). Mais pour que la liaison radio RTK soit fiable, il fallait une station de référence dont la portée couvre le Bay Bridge et le pont du Golden Gate. « La levée de la côte ouest de Treasure Island était l'endroit idéal » a déclaré Murtha.

Les travaux avaient déjà commencé pour contrôler la station de référence du port et la comparer aux observations des marées. Murtha déclare : « J'ai inclus la station de référence du port à un levé de contrôle par GPS que je soumetts au National Geodetic Survey (NGS). Le levé de contrôle a été réalisé principalement en juin 2009, à l'aide d'antennes Leica ATX1230GG. D'autres vecteurs ont été mesurés en août 2009, contrôlant davantage les dénivelés. Ce

levé de contrôle prend en compte plus de 100 vecteurs et comprend également plusieurs kilomètres de cheminements réalisés en juin 2009 avec un niveau numérique Leica DNA03 et une paire de mires Wild GPCL3 Invar étalonnées. Ce levé de contrôle comprenait quatre repères de nivellement marées. »

Pour compléter le levé de la hauteur des portiques, Murtha a prévu un levé de contrôle statique avec deux objectifs : déterminer les coordonnées de la nécessaire station de référence sur Treasure Island et comparer les données locales sur les marées au NAVD 88. Il a inclus six stations au réseau final. Une fois les contrôles bien déterminés, les marées comparées aux repères disponibles et au NAVD 88 et la station de Treasure Island installée, Murtha a pu passer à la suite de ce projet excitant : vérifier le tirant d'air de Bay Bridge et la hauteur des portiques au dessus du pont du navire.

### Des mesures difficiles en haute mer

En 2000, lors de la livraison de portiques à conteneurs Post-Panamax au port d'Oakland, pour l'ancien centre d'approvisionnement industriel de la flotte militaire d'Oakland (FISCO), le personnel du port avait mesuré le tirant d'air de Bay Bridge à mi-travée à l'aide de méthodes de levés trigonométriques. Cette fois-ci, Murtha a utilisé la technologie GPS temps réel pour définir l'altitude d'un point du tablier supérieur du pont, puis il a utilisé une station totale Leica TCRP 1201 pour transmettre l'altitude de ce point à un prisme fixé magnétiquement, visible depuis le tablier supérieur et la base de la pile du pylône de suspension suivant.

Ensuite, Murtha (pour qui la journée sur le terrain a dû être passionnante) a pris un bateau pour mettre en station sa station totale sur le débarcadère. Deux employés de la CalTrans (l'agence californienne du ministère des Transports), formés pour travaux en altitude, ont utilisé des harnais de sécurité pour installer un autre prisme directement sur la partie inférieure du pont. Murtha a pu confirmer que le tirant d'air mesurait 69 m (226 ft) au dessus de la MLLW.

Les trois portiques debout, avec leur hauteur de 77 m (253 ft), sont arrivés à la Baie de Drake, au nord de San Francisco, le 12 mars 2010, sur le Zhen Hua 15, un pétrolier dont le pont inférieur a été modifié à cet effet. Alors qu'il mouillait dans la Baie de Drake, l'équipage du Zhen Hua 15 a passé trois jours à replier le sommet des portiques. Deux jours plus tard, Murtha rejoignait le navire pour vérifier la hauteur finale des portiques et installer les antennes GPS au sommet du portique central. Encore une journée passionnante sur le terrain : « L'équipage du Zhen Hua a hissé notre équipement au niveau de la flèche du portique, à environ 55 m (180 ft) au dessus du pont du navire. Comme le sommet avait été replié de plus de 70 degrés, les escaliers qui menaient à la flèche étaient bien plus difficiles à gravir (imaginez une cage à poules qui se balance doucement au rythme des vagues à une hauteur de 60 m). Une fois arrivés au sommet, nous avons commencé à installer les supports pour antennes GPS. J'avais modifié deux vieux trépieds en retirant les pointes métalliques et en les remplaçant par des aimants circulaires de 7,6 cm de diamètre, fixés au pied des trépieds par des charnières métalliques. Les trépieds étant parfaits pour les mises en stations sur des surfaces irrégulières, je me suis donc dit que ces trépieds seraient la meilleure solution pour installer les supports d'antennes. »

Une fois les supports d'antennes en place, Murtha et son équipe sont retournés sur le pont du navire pour réaliser les levés depuis la station totale. Du fait du roulis, l'utilisation du compensateur vertical était exclue (« Je voyais la bulle du niveau bouger d'avant en arrière »). Murtha l'a donc désactivé et a réalisé une série de levés, en vue de définir le plan du pont du navire et celle du portique par rapport au pont du navire. De retour au bureau, il a « réalisé une transformation de coordonnées tridimensionnelle à sept paramètres » qui a confirmé ce que les ingénieurs de l'équipage lui avaient dit : les portiques ont été



repliés plus que prévu et devraient passer sous le pont, avec une marge restante de 3 m (10 ft).

### Le grand jour

Le passage du pont était programmé pour le 16 mars. Les employés du port d'Oakland sont à nouveau montés au niveau de la flèche, équipés de leurs harnais de sécurité et sont grimpés au sommet du portique central. Même après plusieurs contrôles, la tension était bien présente : « Nous y sommes arrivés juste avant que le Zhen Hua n'atteigne le pont du Golden Gate, » a déclaré Murtha. « Et nous étions heureux de le voir passer avec environ 4,5 m (15 ft) de marge. »

Murtha a mis son équipement en mode d'implantation et a commencé à rassembler des données : « Nous n'avions pas encore atteint Alcatraz, soit encore à plus de trois miles de Bay Bridge mais je pouvais déjà dire au pilote que nous avons une marge de 2,7 m (9 ft). Je l'ai rappelé lorsque nous étions entre Alcatraz et Treasure Island et il m'a rappelé encore une fois quand nous étions tout près de Bay Bridge pour confirmer la marge. Peu après, je me suis rendu compte que je voyais le bas du pont. Je l'ai donc appelé et j'ai dit « Je vois le bas du pont. Nous allons pouvoir passer, c'est sûr ! » ■

À propos de l'auteur :

Brad Longstreet est rédacteur indépendant, spécialisé dans la construction et la topographie. Dave Murtha est le géomètre en chef du port d'Oakland.



# Cartographie des commodités par GNSS

par Thorsten Schnichels

**Fiabilité de l'acquisition de données, résistance et facilité d'utilisation : voilà les exigences de Swisscom AG pour l'acquisition d'un nouvel instrument GNSS en vue de déterminer la position des infrastructures de communication du réseau de téléphonie fixe de l'entreprise dans tout le pays. Après une évaluation détaillée, l'entreprise de télécommunications suisse a opté pour le Leica Viva GNSS.**

« La localisation et l'enregistrement de la position des éléments de notre réseau de télécommunication a longtemps été une corvée quotidienne pour nous, surtout depuis que les câbles sont enterrés, » explique Andreas Häsler, responsable technique projet chez Swisscom. Les méthodes classiques étaient

fastidieuses et propices aux erreurs. C'est pourquoi Swisscom recherchait une méthode d'acquisition de données plus efficace et plus fiable pour réduire ces frais quotidiens au minimum.

## **Exigences concernant le système de mesure**

La première exigence concernait le système de mesure, qui devait acquérir les données numériques de manière fiable et permettre un transfert entièrement automatisé. En outre, le système devait être résistant, facile à transporter et utilisable par du personnel dont les connaissances en matière de levés ne sont pas très poussées. Le nouveau système de positionnement par satellite Leica Viva GNSS remplissait toutes ces exigences. Outre le GNSS et la technique de communication, le client a été impressionné par le nouveau programme Leica SmartWorx Viva, simple d'utilisation.

Le système GNSS (Global Navigation Satellite System) reçoit des données des satellites GPS, ainsi que les signaux des autres systèmes (par exemple, des satellites russes GLONASS). Plus le signal est dense, plus la réception est fiable et c'est ce dont Swisscom a besoin car l'entreprise doit effectuer la plupart de ses levés en zones urbaines. Les corrections sont transmises par téléphone portable au service de référence swipos pour obtenir une précision de 1 à 2 cm.



- Exemple de carte des infrastructures au format DXF, importé dans le dispositif de commande Viva. Les points et les éléments levés apparaissent immédiatement.

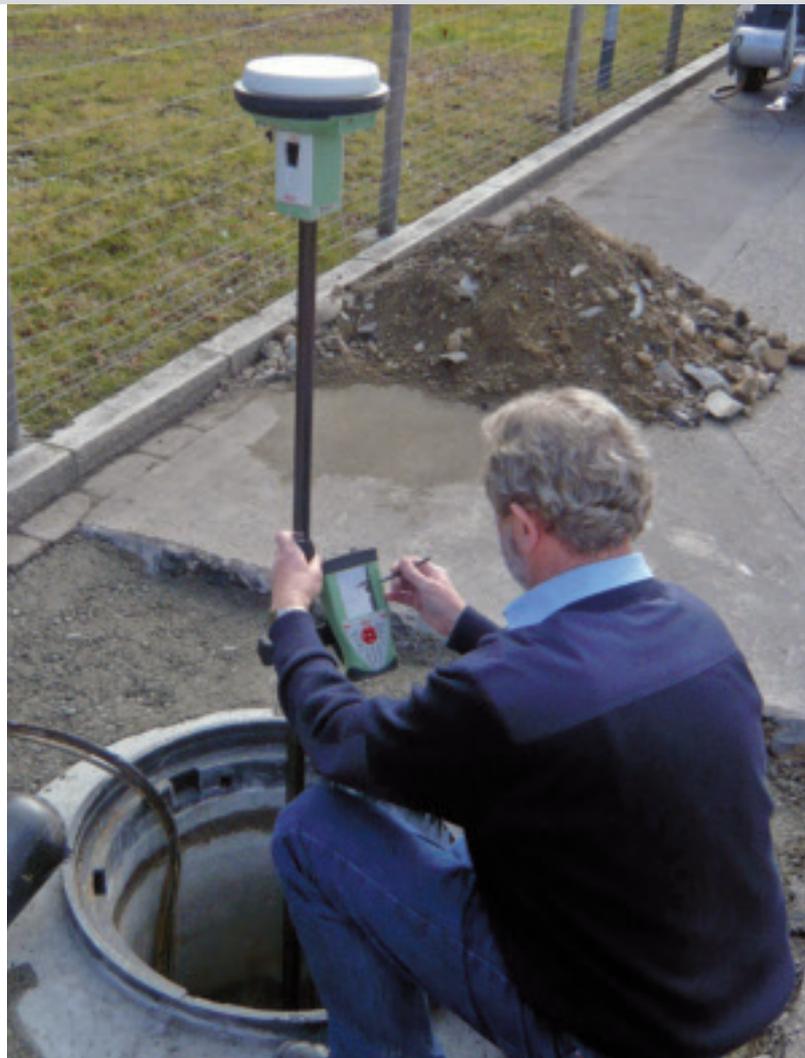
### Formation et assistance complètes

En même temps, Swisscom et Leica Geosystems ont collaboré à la création d'un concept de formation et d'assistance complet : après une formation intensive, dix personnes nommées Super-Utilisateurs doivent transmettre leurs connaissances aux plus de 150 ingénieurs de terrain de Swisscom qui ont accès à la grande variété d'instruments GNSS Leica Viva. Les instruments sont entretenus et le logiciel est maintenu à jour via le portail Internet myWorld. Ce système permet aux Super-Utilisateurs de suivre en continu toutes les demandes d'assistance et de service.

En plus de la capture des positions des câbles existants, les cannes GNSS de Leica Geosystems permettent également de positionner les nouveaux câbles de télécommunication. ■

À propos de l'auteur :

Thorsten Schnichels ingénieur de vente chez Leica Geosystems AG à Glattbrugg, en Suisse.



## Instruments et programme

- Leica Viva GNSS (GS15, CS10) utilisés par environ 150 ingénieurs
- Programme Leica SmartWorx Viva

## Objectif

Productivité accrue et meilleure qualité à moindre coût

## Avantages

- Simple d'utilisation
- Mesure rapide des objets, précise et sûre
- Système fiable et résistant



# CORS-Qatar : Mise à jour des cartes en temps réel

par Konrad Saal

**Ces dernières années, l'État du Qatar, une péninsule du golfe Persique, a vécu un développement important de ses infrastructures. Il y a plus de vingt ans, une grande enquête sur les besoins des utilisateurs avait révélé la grande nécessité d'un système d'information géographique (SIG) entièrement intégré. C'est pourquoi le gouvernement a mis en place le centre pour le SIG (CSIG), un service du Ministère de la Municipalité et de l'Urbanisme. Il se trouve à la capitale, Doha, et est devenu l'agence officielle de cartographie de l'État du Qatar. Depuis fin octobre 2009, plusieurs communautés privées et publiques des mondes de la topographie et de la cartographie profitent d'un réseau de stations de référence en fonctionnement continu (CORS pour Continuously Operating Reference Station).**

Le réseau CORS se compose de récepteurs, d'antennes, d'inclinomètres de haute précision et du logiciel GNSS Spider de Leica Geosystems. Le réseau CORS fournit des données de haute précision et des services clients étendus et il joue à présent un rôle prépondérant dans tous les levés géodésiques et topographiques visant à mettre à jour les cartes du Qatar. Il intervient également en intégrant les don-

nées collectées dans la base de données SIG nationale commune.

Le CSIG a mis en place le réseau CORS en vue d'obtenir une précision homogène des mesures dans tout le pays, mais également pour garantir la disponibilité des corrections RTK pour tous les géomètres et géomaticiens du Qatar. De nombreuses agences peuvent désormais se connecter au réseau CORS pour travailler sans avoir à configurer de pivot à chaque fois. Le nouveau réseau CORS-Qatar se compose de neuf stations de référence et aide de nombreux organismes qui utilisent des cannes RTK et SIG à recevoir des corrections différentielles pour leurs activités quotidiennes.

Les stations de référence sont réparties de manière homogène dans tout le pays. Elles sont installées à Al Shamal, Al Thakhira, Al Jumailiya, Dukhan, Al Kharanah, Abou Samra, Mesaieed et Sawda Natheel, et également à l'Université du Qatar, à Doha. Chacune des neuf stations de référence est équipée de récepteurs GNSS Leica GRX1200+ et d'antennes « choke ring » ultra précises Leica AR25. En raison des températures élevées relevées au Qatar, les récepteurs sont installés dans des cabines climatisées en intérieur et en extérieur. Le centre de contrôle du réseau CORS-Qatar se trouve dans les locaux des services d'urbanisme à Doha. Le CSIG a choisi l'équipement

Leica Geosystems en raison de sa grande qualité, de l'excellent service clients, de la simplicité d'utilisation et de la durabilité des produits. Le système avait également déjà prouvé sa résistance aux températures estivales du Moyen-Orient lors d'essais.

### **Des données GNSS fiables et un service complet**

La stabilité physique des antennes fixées sur des mats rigides est surveillée pour garantir que le réseau CORS fournisse des données fiables et précises. Elles sont surveillées par des inclinomètres de précision biaxiaux Leica Nivel220 dont la précision est de 3 mm à 1000m. Les données sont transmises en continu pour vérifier la stabilité. Des mesures d'inclinaison ont été réalisées sur le site d'Al Thakhira pour test. Elles ont montré que la position de l'antenne AR25 était très stable, avec des variations inférieures à 0,45 mm. En outre, la stabilité de la climatisation dans les armoires est contrôlée par des capteurs météorologiques qui mesurent la température et l'humidité.

Le réseau CORS-Qatar est géré par le CSIG. Avec Leica GNSS Spider, le CSIG fournit à ses clients, 24h/24 et 7j/7, des données de correction depuis internet pour des levés RTK de précision. Leica Spider Web permet de distribuer facilement les données GNSS pour un accès public en interne, par le biais des navigateurs Internet usuels. Le logiciel permet de garder une trace des données, des téléchargements, des utilisateurs et des coûts, tout en proposant des services supplémentaires comme le calcul automatique des coordonnées et une vue générale constante de la disponibilité des fichiers et de la qualité des données. Les clients enregistrés peuvent simplement envoyer leurs données GNSS brutes. SpiderWeb utilise alors une ou plusieurs des stations de référence les plus proches pour calculer les coordonnées de ces données. Leica GNSS Spider et SpiderNet traitent ensuite les données brutes pour émettre les corrections aux utilisateurs sur le terrain. Le réseau et les services du CSIG présentent de nombreux avantages pour les utilisateurs de RTK. Le système fonctionne sans temps mort et, depuis son installation, il est utilisé au quotidien par les géomètres-topographes et les professionnels du SIG pour se positionner de manière ultra-précise, partout au Qatar. Le Spider Business Center de Leica Geosystems facilite la gestion et le suivi de l'accès aux services du réseau RTK pour les clients.

### **Mise à jour rapide et précise des cartes**

Après l'installation du réseau CORS, les agences ont



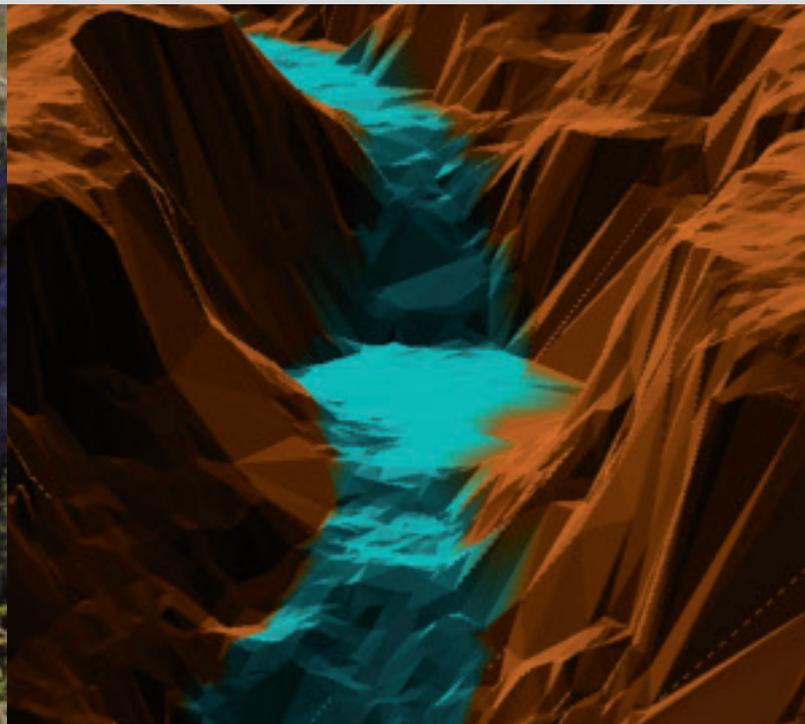
■ **Désormais de nombreux organismes publics et privés de topographie et de cartographie ont accès au réseau CORS-Qatar**

commencé à cartographier les routes principales du Qatar en temps réel. Les points étaient automatiquement enregistrés tous les 5m. Aucun traitement des données au bureau n'était nécessaire et les données ont pu être rapidement intégrées dans la base de données commune du CSIG via le réseau grande vitesse GISnet. Le Qatar est le premier pays à utiliser un SIG national complet et il est internationalement connu comme le pays qui a la meilleure mise en œuvre SIG du monde.

Le réseau CORS est désormais constamment utilisé pour les levés SIG et GNSS pour maintenir à jour les cartes du Qatar. Le réseau est également utilisé pour les levés hydrographiques et pétroliers ainsi que pour la navigation hauturière.

Dans les années à venir, à la mesure du développement des infrastructures du Qatar, de nombreux organismes qui travaillent avec le GNSS profiteront de ce réseau CORS homogène et de sa haute précision constante 24h/24 et 7j/7. Tous les récepteurs et antennes Leica Geosystems installés sont prêts pour les futures constellations. ■

*Pour en savoir plus sur le Centre pour le SIG de l'État du Qatar, rendez-vous sur le [www.gisqatar.org.qa](http://www.gisqatar.org.qa)*



# Réagir au changement climatique

par Konrad Saal

**Le rapport final de la Commission suédoise sur le climat et la vulnérabilité SOU2007:60 s'intitule « La Suède face au changement climatique : menaces et opportunités ». Nommée par le gouvernement suédois en 2005, cette commission avait pour mission d'évaluer l'impact du changement climatique mondial sur son pays. Depuis plusieurs décennies, la Suède souffre d'un accroissement significatif de la fréquence des inondations, des glissements de terrain et de l'érosion. Ce risque persistant et croissant affecte les bâtiments, les routes et bien d'autres infrastructures. Le gouvernement suédois a dépensé des sommes considérables pour protéger la société, les infrastructures, l'industrie et l'agriculture de son pays. L'une des mesures préventives consiste en un modèle altimétrique numérique qui fournit des données altimétriques ultraprécises sur la Suède.**

En tant qu'autorité de cartographie, du cadastre et de l'enregistrement immobilier, le Lantmäteriet est responsable de la coordination nationale de la production, de la coopération et du développement

concernant les données géographiques. En 2009, le Lantmäteriet a reçu une subvention spéciale du gouvernement pour démarrer une nouvelle base de données sur l'altitude des reliefs grâce à une technique de numérisation laser aéroportée. « La base de données nationale existante du modèle altimétrique numérique (MAN) de la Suède est inutilisable pour la plupart des travaux modernes. À l'origine, elle a été créée uniquement pour la production d'orthophotos en interne. Au fil du temps, il est devenu évident qu'une meilleure base de données MAN était indispensable pour un grand nombre des activités nécessaires dans les années à venir, » a déclaré Gunnar Lysell, responsable du développement au Lantmäteriet. En outre, la précision du modèle existant est de  $\pm 2$  m pour la hauteur et le pas de grille est de 50 m.

## **Acquisition de données ultra-précises avec la télédétection par laser (LiDAR)**

En été 2009, Blom Sweden AB, une filiale de la société norvégienne Blom ASA, a démarré ce projet de cinq ans. Elle a été choisie pour fournir des données LiDAR au Lantmäteriet, mais avant que le projet puisse démarrer, l'autorité suédoise de cartographie devait vérifier les données LiDAR des vols d'essais. Un scanner laser Leica ALS60 faisait partie de l'équi-

## Visualisation des anciens rivages

Un premier traitement des données a dévoilé le tracé des anciens rivages après avoir masqué la végétation. « Ces rivages sont le témoignage du niveau élevé de la mer après la dernière période glaciaire, il y a environ 10 000 ans. La fonte des glaces a provoqué un soulèvement du terrain d'environ 300 m maximum dans certaines régions de Suède, » explique Lysell. « Avant l'obtention de nouvelles données précises, ces tracés pouvaient être découverts uniquement par le biais de recherches sur le terrain mais maintenant, nous pouvons les voir facilement en affichant le modèle altimétrique sur notre écran d'ordinateur. » L'ancien modèle altimétrique avec une grille de 50 m et une précision d'environ  $\pm 2$  m en hauteur ne permettait pas une résolution suffisante pour voir les tracés.



pement choisi pour la capture des données. Il a fourni dès résultats impressionnants, entièrement conformes aux attentes du Lantmäteriet.

Le groupe BLOM est une entreprise internationale spécialisée dans la collecte à l'aide de capteurs aéroportés et le traitement d'informations géographiques de grande qualité, ainsi que dans le développement d'applications et de services informatiques. Andreas Holter, directeur des ressources chez BLOM, a déclaré : « La télédétection par laser est devenue une technique efficace pour créer des modèles numériques du relief de surfaces importantes. Le Leica ALS60 est conforme aux spécifications du Lantmäteriet car il offre une précision en hauteur d'au moins 20 cm pour les surfaces dures et bien définies. » BLOM utilise Leica AeroPlan60 pour configurer le ALS60, et le programme Leica FPES pour planifier et évaluer le vol efficacement et en détails. Le programme a calculé une distance de vol totale de 550 000 km sur environ 12 500 lignes pour le projet entier.

D'après les plans de vol créés dans FPES, le capteur est activé automatiquement par le Leica FCMS (Flight & Sensor Control Management System) pour l'acquisition de données. Le dispositif prend jusqu'à 70 000 « clichés » par seconde. Les données collectées sont géoréférencées par le biais des stations de référence GNSS qui fournissent les points de contrôle. Les données sont post-traitées par différents logiciels comme Leica IPAS Pro, NovAtel's Graf-Nav/GrafNet, Leica ALS Post Processor, Terrasolid's TerraScan/TerraMatch, et TEPP, le logiciel de BLOM. Puis, elles sont

converties en coordonnées-terrain avec latitude, longitude, altitude et intensité. Andreas Holter confirme : « Nous sommes très satisfaits du soutien de Leica Geosystems pour l'intégration du logiciel de post-traitement Leica ALS dans notre propre logiciel TEPP. Cela nous a permis d'accélérer la cadence de travail. La précision des données finales traitées est très bonne, principalement du fait du mesureur inertiel (IMU). Combiné à de bonnes procédures de vol et de traitement, notamment la compensation de bande et la vérification de la réalité de terrain, ce dernier a donné de très bons résultats. »

### De grands avantages pour un grand nombre d'organismes

Le Lantmäteriet utilise les données du nuage de points géoréférencé pour calculer le modèle altimétrique numérique. « Les avantages de ce projet semblent nombreux. Nous pensons que les municipalités suédoises les utiliseront pour la création de leurs nouvelles infrastructures et pour les plans de protection contre les inondations. » Les données peuvent également être importées dans des suites logicielles de SIG ou dans des progiciels plus avancés, afin de simuler des inondations aux fins de la création de nouvelles infrastructures. « L'industrie forestière va également utiliser les données laser pour ses recherches sur le rendement des forêts suédoises, » a poursuivi Lysell. « Lorsque de nouvelles données seront disponibles pour les utilisateurs finals, nous publierons sur notre site Internet les références de diverses applications où ces données sont utilisées, » a conclu Gunnar Lysell. ■

# Modélisation d'Istanbul : Le plus grand projet de numérisation du monde

par Geoff Jacobs

**Avec plus de 12 millions d'habitants, Istanbul est la 5ème plus grande ville du monde. Son profil vallonné, son architecture riche et les panoramas du détroit du Bosphore en font également l'une des plus magnifiques. En 2003, l'UNESCO a décidé de protéger de grandes sections de la péninsule historique d'Istanbul. Tous les développements ont été arrêtés dans ces zones, jusqu'à la création d'un modèle ultraprécis de la ville en 3D par la commission d'urbanisme. Il était urgent de terminer le modèle en 3D de la ville pour pouvoir lever le moratoire sur le développement.**

La nécessité de créer ce modèle rapidement et avec une grande précision a donné lieu au plus grand projet de numérisation terrestre jamais entrepris : 48000 bâtiments (dont 11000 ont une importance historique), 1500 hectares, 5,5 millions de m<sup>2</sup> de façades et 400km de rues dans la ville. Ce projet comprenait aussi la création de modèles en 3D ultraprécis de plusieurs monuments culturels, notamment du célèbre palais de Topkapi et de la basilique Sainte Sophie.

Le projet était dirigé par IMP – BIMTAŞ, le service du centre municipal d'urbanisme chargé de la protection

des sites historiques. Pendant 18 mois, environ 120 employés de bureau et de terrain ont été mobilisés, ainsi que cinq scanners HDS Leica Geosystems, dont un en mode dynamique.

## Exigences

Des échelles de 1/500 et 1/200 étaient indispensables, pour la protection des zones de premier et second degrés. Cela s'est traduit par une densité de points requise de 2cm pour la numérisation des façades. La numérisation des symboles, comme la mosquée de Süleymaniye, nécessitait une densité encore plus élevée, de 5 à 10mm. Toutes les données de numérisation devaient être géoréférencées en vue de leur utilisation dans un SIG utilisé par la ville. Un paramètre crucial concernait également le respect du planning fixé à 18 mois pour ces opérations.

Après la collecte des données, trois types de produits livrables étaient requis. L'un d'entre eux était un modèle architectural en 3D des façades extérieures et des murs des bâtiments. Pour les symboles culturels, des modèles en 3D comprenant tous les reliefs étaient requis. Pour les symboles de la ville, un troisième type de produits livrables était nécessaire : un modèle physique, solide et en 3D, réalisé par un système d'impression en 3D à partir des modèles informatiques. Ces « répliques exactes » sont utilisées par le personnel de la ville lors des événements officiels.



### Méthodologie de terrain

Pour collecter les données relatives aux façades des bâtiments depuis les rues étroites et très fréquentées de la ville, BİMTAŞ a utilisé quatre scanners HDS Leica à courte portée basés sur la mesure de phase (HDS4500) sur des trépieds. Chacun d'entre eux avait un taux de numérisation > 125 000 points/s. Les numérisations ont été enregistrées et contrôlées à l'aide de cibles placées sur des trépieds, sur des façades ou sur tout autre emplacement pratique. Les points de contrôle ont été levés à l'aide de stations totales.



■ La numérisation de la mosquée de Süleymaniye a nécessité un scanner laser longue portée de haute précision Leica Geosystems.

Pour les symboles culturels, BİMTAŞ a utilisé le scanner polyvalent de haute précision de Leica Geosystems, basé sur le temps de vol (HDS3000). Bien qu'il ne soit pas aussi rapide que les scanners à mesure de phase, ce scanner était nécessaire pour obtenir des données de haute précision (6mm) et de haute densité (pas de 5 à 10mm) sur de longues distances. Par exemple, la mosquée de Süleymaniye présente un minaret de 76m et un dôme de 55m.

À mesure de la progression du projet, nous avons découvert que même avec nos quatre scanners à mesure de phase, le calendrier de ce projet colossal risquait de ne pas être respecté. Pour y remédier, BİMTAŞ a fait appel aux services d'intégration de systèmes du Suédois VisiMind pour mettre au point un système de numérisation mobile pour l'un des scanners à mesure de phase. BİMTAŞ a pu réaliser des numérisations en roulant à une vitesse maximale de 5km/h dans les rues très fréquentées de la ville, tout en obtenant la précision requise et une densité de points de 2cm.

### Produits livrables

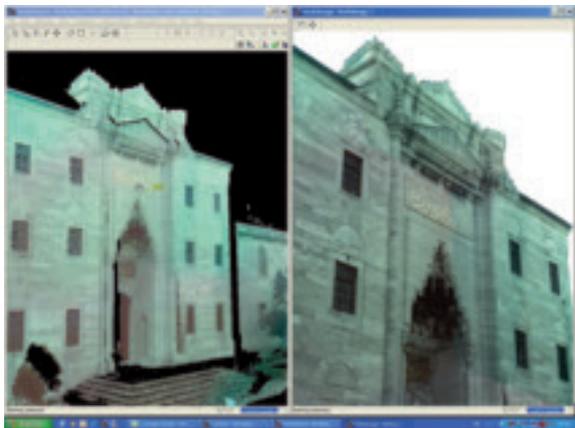
Après le nettoyage, l'enregistrement et le géoréférencement (dans le programme Leica Cyclone Register) des données de numérisation, le personnel de bureau a travaillé sur un logiciel personnalisé de DAO en 3D pour créer les produits livrables définitifs en



mode filaire 3D, incluant les détails de maçonnerie. Ces modèles numériques ont ensuite été combinés à des photos en haute résolution dans 3D Studio Max, pour créer des modèles définitifs en relief d'une qualité visuelle extraordinaire, avec une précision générale de 2 à 3 cm.

### Des clients satisfaits et de nouveaux clients

Le personnel du service d'urbanisme d'Istanbul a



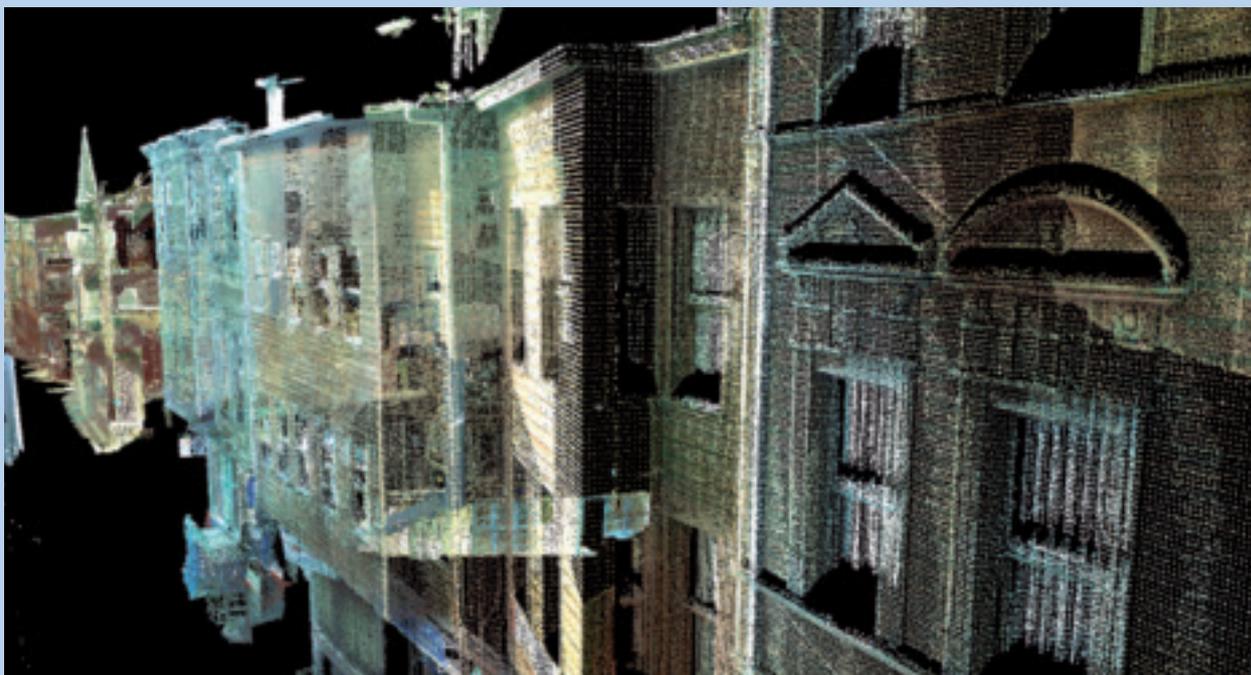
■ Toutes les données de numérisation laser ont été précisément géoréférencées.

été très satisfait de travailler avec le modèle en 3D ultraprécis de la ville. Avant ce modèle 3D, le service prenait les décisions importantes concernant l'urbanisme et le zonage à partir de dessins et de photos en 2D. Avec un modèle précis en 3D, il visualise mieux les projets proposés en les superposant en 3D au modèle de la ville en sa possession. Il peut en particulier évaluer comment les propositions peuvent affecter le panorama sur les nombreux et magnifiques sites de la ville. Autre avantage majeur, il est possible de se rendre compte précisément du profil vallonné et de son impact sur les vues concernées par les nouvelles propositions.

Le projet de modélisation en 3D de la ville d'Istanbul a été un tel succès que BİMTAŞ a reçu des demandes similaires d'autres villes, pour leurs services de numérisation et de modélisation. L'entreprise a réalisé d'autres projets dont les résultats sont impressionnants. ■

À propos de l'auteur :

Geoff Jacobs est vice-président du service Strategic Marketing de la section HDS de Leica Geosystems.



■ Nuages de points en 3D des façades longeant la rue Suleymaniye Kirazli Mescit.



# Inspection de tours verticales

par Joël van Cranenbroeck

**La construction de gratte-ciel immenses et symboliques a récemment suscité un grand intérêt. D'un point de vue topographique, ces tours représentent plusieurs défis. La Burj Khalifa de Dubaï et l'Al Hamra Tower au Koweït, par exemple, se sont élevées sur des territoires jusque là inexplorés : les méthodes et les procédés utilisés habituellement pour inspecter les grands bâtiments ont dû être repensés. Le système CWCS (Core Wall Control Survey) de Leica Geosystems fournit à la demande des coordonnées précises et fiables et qui ne sont pas influencées par les mouvements du bâtiment.**

En plus d'être très grands, les gratte-ciel sont souvent assez minces et pendant leur construction, les niveaux supérieurs du bâtiment ont tendance à bouger du fait du vent, du chargement des grues, de la séquence de construction et d'autres facteurs. Il est essentiel de construire un « élément » droit qui puisse bouger autour de l'axe central nominal du fait des variations de charges et, si les conditions sont neutres, rester parfaitement vertical. Cette situation idéale est rare du fait du tassement différentiel des dalles, de la contraction différentielle du béton et des tolérances de construction.

Les mouvements de la structure créent plusieurs problèmes pour débiter une inspection : à un instant

donné, le géomètre doit savoir exactement de combien le bâtiment est décalé par rapport à sa position nominale et en même temps, il doit savoir précisément la position de l'instrument. Les vibrations de la construction qui se propagent dans le bâtiment, ainsi que les mouvements de celui-ci compliquent encore la situation, ce qui fait qu'il est très difficile, voire impossible de garder un instrument à niveau.

Leica Geosystems a mis au point et a testé un système d'inspection, le système CWCS (Core Wall Control Survey System), à partir d'un réseau de capteurs GNSS (GPS et GLONASS) combiné à des inclinomètres de haute précision et à des stations totales, pour fournir à la demande des coordonnées précises et fiables, référencées par rapport à l'ossature nominale où la construction a été conçue et projetée, et sans influence des mouvements du bâtiment. Ces coordonnées sont utilisées pour contrôler la position des systèmes de coffrages grimpants situés au sommet de toutes les structures verticales, comme les grands bâtiments en construction, et pour surveiller la dynamique et le comportement de la structure.

## Points de contrôle actifs et inclinomètres

Comme sur la plupart des chantiers de construction, les géomètres travaillent habituellement autour de structures en acier et d'obstructions, et sous ou à proximité de matériaux déposés par des grues. Les zones de travail sont encombrées de matériaux, d'équipements et de personnes et, bien sûr, le travail



en hauteur requiert de porter une attention particulière à la sécurité. Dans ces conditions, les levés deviennent très difficiles.

Au fil du temps, les levés deviennent davantage un pilotage de l'alignement vertical des murs du fait des différentes corrections de la position de chacun, qui sont cependant limitées à une certaine valeur par hauteur. Comme toujours, ces corrections doivent être réalisées tandis que le bâtiment continue de bouger. Un grand soin doit être porté au choix de la méthode d'établissement de levés optimale pour les grands bâtiments. Le recours aux méthodes classiques comme l'utilisation du plomb optique au niveau des pénétrations de la dalle est très limité pour ces structures.

Les murs du noyau sont construits par une séquence de plusieurs coulées de béton. Après chaque coulée, trois ou quatre antennes GNSS, combinées à une station de référence permanente et une station totale, sont mises en station. La station totale observe la géométrie des antennes GNSS en mesurant les angles et les distances par rapport aux réflecteurs co-implantés à 360° (les points de contrôle actifs). Ces informations et les données GNSS sont post-traitées au bureau des géomètres, ou calculées en temps réel sur le site. Les coordonnées obtenues sont transférées à la station totale pour mettre à jour ses coordonnées et son orientation.



■ Burj Khalifa à Dubaï (828 m)

Des inclinomètres de précision à deux axes sont installés au niveau du sol et à un intervalle à peu près régulier, d'un nombre de niveaux supérieurs donné. Les informations des inclinomètres sont enregistrées au bureau des géomètres et les valeurs exactes de décalage  $\Delta x$  et  $\Delta y$  du bâtiment par rapport à sa position verticale sont appliquées comme corrections aux coordonnées des points de contrôle actifs. La station totale observe ensuite les points de contrôle (des clous plantés en haut du béton) pour déduire les corrections à appliquer à la structure du coffrage. Ces coordonnées se rapportent à une ligne continue du bâtiment, définie par les lignes de contrôle. Par conséquent, lorsque ces points sont utilisés pour positionner le coffrage en vue de la prochaine coulée, la construction continue comme un élément droit malgré les mouvements du bâtiment.

### WGS et verticale de pesanteur

Dans tous les résultats de levés GNSS l'axe Z est la normale à l'ellipsoïde de référence (WGS84). C'est pourquoi les résultats obtenus par GNSS sont transformés de manière à correspondre au même cadre de référence des coordonnées locales que le réseau principal des levés de contrôle. Si cette transformation se limite à un seul point, la différence entre la verticale déterminée par la pesanteur (visualisée par un fil à plomb) et la normale à l'ellipsoïde (déviation de la verticale) introduit un biais qui affecte l'alignement vertical de la construction. La transformation nécessaire pour que les levés GNSS fournissent des coordonnées et une orientation à la station de référence est dérivée à partir des coordonnées du cadre de référence et des coordonnées obtenues par GNSS pour les mêmes marques.

En bref, les récepteurs GNSS, les stations totales automatiques et les inclinomètres de précision doivent tous s'appuyer sur le même cadre de référence, où la verticale déterminée par la pesanteur est le composant le plus sensible, puisqu'elle est la référence de l'axe principal du bâtiment.

### Avantage

Le véritable avantage est que le géomètre peut continuer à réaliser ses inspections (même si le bâtiment est « excentré ») en étant sûr que la structure qu'il construit sera droite. Grâce au réseau d'inclinomètres de précision, il obtient également des informations précises sur les mouvements du bâtiment. L'analyse isole les facteurs comme le vent, les grues



et la déformation des dalles flottantes et fait également le lien entre les mouvements et la séquence de construction. Ces informations sont très utiles pour expliquer au client ce qu'il arrive réellement à la structure. Toute tendance dans un sens ou dans l'autre peut être identifiée et une demande d'informations peut être déposée en vue d'obtenir des corrections à partir de données fiables, obtenues sur une longue période.

Autre avantage, le géomètre peut obtenir des positions précises en haut du coffrage sans avoir à viser des repères externes, ce qui devient de plus en plus difficile à mesure que le bâtiment s'élève. Les levés de contrôle sont réalisés plus rapidement, ce qui augmente la productivité, et les instruments n'ont pas besoin d'être mis à niveau pendant le levé, ce qui est important lorsque le bâtiment bouge ou vibre.

### **Hommage aux géomètres en chef et aux ingénieurs en bâtiment**

Doug Hayes, un géomètre australien qui a travaillé sur plusieurs projets de construction dans le monde entier et qui était géomètre en chef chez Samsung Engineering & Construction, aux Émirats arabes unis, a immédiatement compris l'intérêt de proposer le système CWCS (Core Wall Survey Control System) de Leica Geosystems et a largement contribué au succès de son application pendant la construction de la Burj Khalifa à Dubaï.

Peu après l'installation du CWCS à Dubaï, nous avons été contactés pour le projet de l'Al Hamra Tower au Koweït. L'entrepreneur demandait un système simi-

laire et un géomètre professionnel capable de le faire fonctionner. Le Sud-Coréen Soang Hoon a accepté de relever le défi et il est devenu géomètre en chef pour cet entrepreneur. Bien que le système soit similaire à celui que nous avons fourni pour la Burj Khalifa, il a réalisé les adaptations nécessaires et nous avons appris combien les grands immeubles pouvaient être différents, même si, d'un point de vue topographique, ils ont les mêmes caractéristiques.

Un an après l'installation au Koweït, nous avons reçu une nouvelle demande d'installation du système CWCS, pour la tour Landmark, à Abu Dhabi. À nouveau, cette tour était légèrement différente et l'entrepreneur souhaitait que le système fonctionne en temps réel. Mohammed Haider, ingénieur en bâtiment pour l'entrepreneur, supervise le système et a été d'un soutien sans faille.

Dans cet article, j'ai essayé de faire la critique de cette méthode innovante pour des levés de pointe en vue d'assister la construction de structures verticales hors du commun. L'implication des géomètres et des ingénieurs dans ce procédé a largement contribué au niveau de sophistication de notre système. Dans un avenir proche, nous ne serions pas surpris de recevoir des demandes de systèmes semi-automatiques ou entièrement automatiques. Après tout, il s'agit seulement du premier pas d'un long voyage. ■

*À propos de l'auteur :*

*Joël van Cranenbroeck est responsable du développement chez Leica Geosystems à Heerbrugg, en Suisse.*

## Contact Siège social

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

## Afrique du Sud

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

## Allemagne

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

## Australie

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

## Autriche

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

## Belgique

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

## Brésil

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

## Canada

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

## Chine

Leica Geosystems Trade Co. Ltd.  
Beijing  
Téléphone : +86 10 8569 1818  
Télécopie : +86 10 8525 1836

## Corée

Leica Geosystems KK  
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

## E.A.U.

Leica Geosystems c/o Hexagon  
Dubai  
Téléphone : +971 4 299 5513  
Télécopie : +971 4 299 1966

## Espagne

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

## Etas-Unis

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

## Finlande

Leica Geosystems Oy  
Espoo  
Téléphone : +358 9 75120200  
Télécopie : +358 9 75120299

## France

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

## Hongrie

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

## Inde

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

## Italie

Leica Geosystems S.p.A.  
Cornigliano 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 D.F.  
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 22 260 50 00  
Télécopie : +48 22 260 50 10

## Portugal

Leica Geosystems, Lda.  
Moscavide  
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 256 509

## Singapour

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

## Suède

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

## Suisse

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

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