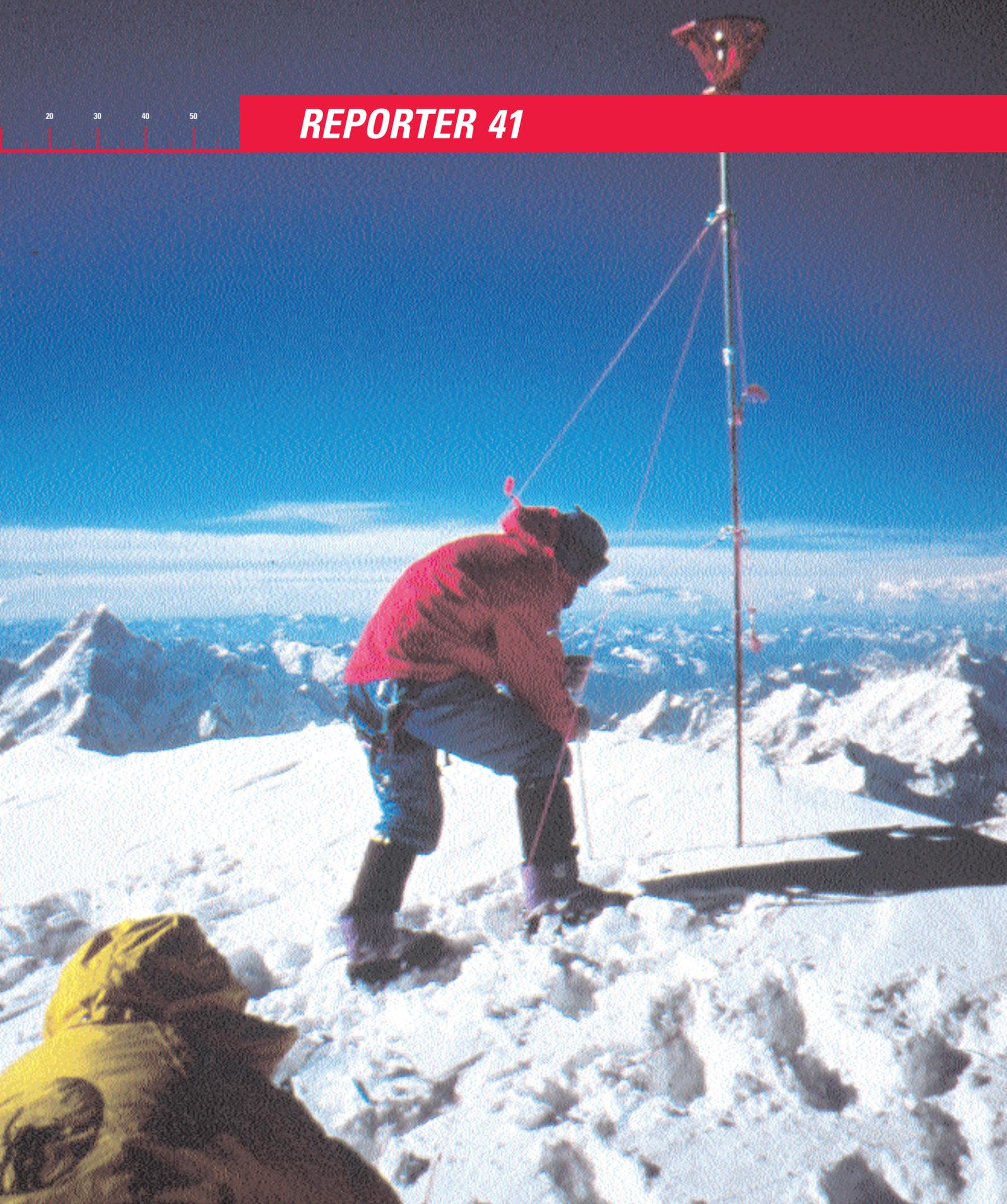


20 30 40 50

# REPORTER 41



*Le magazine de Leica Geosystems*

**Leica**

MADE TO MEASURE

# Un début passionnant!



**L'année 1999 a commencé avec tambour battant. L'introduction de l'EURO a révélé de grandes attentes et de l'euphorie, mais également un sentiment d'insécurité. Le monde entier a observé avec scepticisme l'année 1998 dans le retentissement bruyant de cette fin de siècle, mais reste curieux de voir ce que le prochain siècle lui réserve.**

Pour Leica Geosystems, les années 1998/1999 ressemblent très peu à des années de fin de cycle. Elles marquent au contraire le signe d'un départ. Beaucoup d'entre vous se sont familiarisés au cours des dernières semaines avec le nouveau programme des tachéomètres TPS1100 et TPS300. L'importance imprévue de la demande nous oblige à faire patienter un peu notre clientèle, mais c'est la rançon du succès. Les options séduisantes de ces instruments de mesure impressionnent. Les nouvelles technologies (surtout la mesure sans réflecteur) fascinent, et le bon rapport qualité-prix permet de convaincre les clients dans le monde entier.

La nouvelle série des GPS500 a également connu une mise sur le marché retentissante. Le design compact, la technologie moderne, l'utilisation facile et les performances bien supérieures de ces appareils sont des facteurs

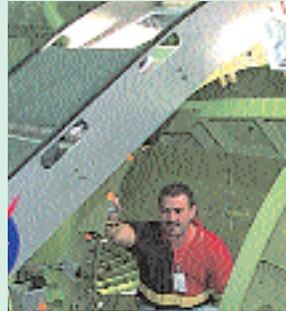
décisifs. On ne cesse de nous demander des démonstrations d'instruments, ce qui est une preuve sans égale du succès de la gamme.

Le mieux est de vous convaincre vous-même. Vous serez dans les prochains temps contacté par nos collaboratrices et collaborateurs, qui se feront un plaisir de vous présenter les avantages économiques constatés en utilisant les nouveaux appareils de mesure de Leica Geosystems dans les travaux quotidiens. N'hésitez pas à comparer nos produits avec ceux de la concurrence! Nous nous en réjouissons par avance.

Dans cet exemplaire du REPORTER, vous trouverez des rapports relatant des actions entreprises par des clients dans divers domaines d'application et pays. Je suis toujours heureux de voir que Leica participe à des projets de grande envergure et je vous en remercie. Nous nous ferons un plaisir de continuer en cette fin de siècle à vous soutenir sur le terrain en répondant à vos exigences. Nous sommes prêts et équipés pour vous aider à changer de millénaire. Et nous ne cesserons d'évoluer avec vous, pour être toujours les meilleurs.

Hans Hess  
President & CEO  
Leica Geosystems

## Vous trouverez dans ce numéro



### Montage de la navette spatiale avec le laser tracker Leica LT500

Au centre spatial Johnson de Houston, Texas/USA, on construit actuellement le prototype de l'engin spatial de rapatriement d'urgence de l'équipage, le X-38 CRV. Il est construit avec une infime précision, jamais encore atteinte à la NASA.

Page 4



### Nouveautés et événements

- Nouvelle ère Leica en Inde
- Le nouveau niveau d'initiation
- Il reste en «Systèmes LH»
- Puces GPS : Leica et IBM
- DISTO™ sur la cathédrale de St Etienne

Page 6



### En France: construction de routes avec le Leica Driving Positioning System (DPS)

Le tachéomètre automatique permet de gagner du temps et de l'argent lors de la construction d'une route. Les fils de ligne peu pratiques ne présentent plus aucune nécessité.

Page 8



### 3000 pages du magazine REPORTER

En 1969 a vu le jour la première édition du journal de clientèle REPORTER. On a publié depuis 3000 pages de reportage sur la pratique et la nouveauté des instruments.

Page 10

## Chère lectrice, cher lecteur,



GPS, DPS et du SIG – ont entraîné de profonds changements des technique de travail. Dans les pages du milieu de ce numéro nous jetterons un regard en arrière sur trois décennies de REPORTER, et sur les pages suivantes nous parlerons d'un autre anniversaire. Il y a exactement 150 ans, la montagne la plus élevée du monde a été arpentée, et nous publions à cette occasion un reportage du spécialiste qui – pendant cette décennie – a conduit deux grandes expéditions scientifiques à l'Himalaya pour arpenter avec ses collègues et à l'aide d'instruments Leica les deux montagnes les plus élevées de notre globe.

Mais nous avons aussi une faveur à vous demander – notamment celle de remplir le petit questionnaire au milieu de ce numéro. Nous aimerions savoir ce que vous pensez du REPORTER, en tant que magazine pour les clients, connaître ce qui vous plaît et vous intéresse, ce qu'il faudrait améliorer et ce qui manque à votre avis. Choisissez la manière de répondre la plus pratique pour vous, soit par fax (+41 71 727 46 89), par Internet ([www.leica-geosystems.com](http://www.leica-geosystems.com)) ou par la courrier. Je me réjouis d'avance de vos commentaires et suggestions.

Cordiales salutations

Waltraud Strobl  
Brand & Image Planning  
Manager

Le REPORTER fête son 30ème anniversaire: voici le moment pour une courte rétrospective. Quand est paru le premier numéro de ce magazine en 1969, les tâches des géomètres étaient bien moins complexes et exigeantes. Pendant ces 30 ans, les technologies et équipements disponibles pour accomplir ces tâches – et je parle uniquement du

### DONNEES DE PUBLICATION

**Directeur de la publication**  
Leica Geosystems AG, CH-9435 Heerbrugg  
President & CEO: Hans Hess

**Directeur de la rédaction**  
Leica Geosystems AG, CH-9435 Heerbrugg,  
Suisse  
Fax: +41 71 727 46 89  
Internet:  
[Waltraud.Strobl@leica-geosystems.com](mailto:Waltraud.Strobl@leica-geosystems.com)

**Rédaction**  
Waltraud Strobl, Fritz Staudacher (Stf)

**Maquette et réalisation**  
Niklaus Frei

**Traduction**  
Dogrel AG, St. Margrethen

**Couverture: Sommet du K2**

**Parution**  
Reporter est publié trois fois par an en anglais, français, allemand, espagnol et japonais.

Toute reproduction ou traduction, même partielle, est soumise à une autorisation préalable par écrit de l'éditeur.

Reporter est imprimé sur du papier fabriqué sans chlore, selon des procédés compatibles avec la protection de l'environnement.

© Leica Geosystems AG, Heerbrugg,  
Avril 1999, Imprimé en Suisse

**Date de remise des manuscrits**  
Mai 17, 1999

### **Nouvelle mesure du K2 (Photo sur la une)**

Au cours de cette décennie on a entrepris une nouvelle mesure des deux plus hautes montagnes du monde. L'Everest fête son 150 anniversaire de mesure.  
**Page 13**



### **Leica Geosystems sur Internet**

Parmi de nombreuses autres informations vous trouverez ce numéro du REPORTER sur le site Web de Leica Geosystems. Visite recommandée  
**Page 12**

### **Vers une nouvelle ère GPS avec le Leica System 500**

Un système de mesure GPS universel vient d'être lancé. Bien qu'il soit léger, petit et économe en énergie, il permet de mesurer très rapidement avec une grande précision, et ceci dans des conditions difficiles.  
**Page 18**



Faites nous savoir ce qui vous intéresse et ce qui vous manque dans le REPORTER et gagnez trois appareils photo Leica.

**ENQUÊTE AUPRÈS  
DES LECTEURS**

# Mesures de montage de la navette spatiale de rapatriement d'urgence de l'équipage, le X-38 CRV de la NASA

**Le Laser Tracker Leica LT500 est un système de mesure industrielle adapté aux applications du futur. Il est utilisé dans de nombreux projets de contrôles et analyses ainsi que pour diriger des composants. La NASA emploie ce laser tracker avant tout pour construire et assembler la navette spatiale X-38 (un projet phare en matière de construction et montage de haute précision, tout en restant à prix avantageux et en se souciant du respect des délais).**

Les ingénieurs de la NASA du centre spatial Johnson de Houston, au Texas, construisent et testent actuellement le prototype X-38 : un engin spatial qui sera le premier nouveau moyen de transport depuis 20 ans à être mis en orbite. Développé à un coût largement moindre que ces prédécesseurs, son utilisation sera vitale : ce prototype servira de modèle à la navette de rapatriement d'urgence de l'équipage spatial (CRV), une sorte de canot de sauvetage pour la station spatiale internationale (ISS). Cet engin de sauvetage est construit pour pouvoir accueillir sept astronautes qu'il rapatrie en moins de 2 heures sur simple pression de touches. Le X-38 peut aussi servir de modèle de transport à un équipage (CTV), sachant que l'engin spatial est conçu uniquement pour le transport d'astronautes, et non pour celui de matériel.

La future navette spatiale inspirée du X-38 devra être économique. Comme il s'agit d'une navette pour le rapatriement d'urgence de l'équipage, sa construction exige de la précision lors du montage des milliers de composants. Par le passé, les ingénieurs de la NASA utilisaient des outils de production traditionnels, comme par ex.

les niveaux, les fils à plomb et les micromètres. Leur emploi demandait de longues heures de travail. Pour se faciliter la tâche, la NASA a décidé d'acquérir en janvier 1997 un Laser Tracker Leica LT500.

## **Une économie de temps de travail de 70%**

«Ce que l'on remarque en premier, c'est le gain de temps», note Frank Jenson, un technicien de fabrication de la NASA. «Les heures de travail pour le contrôle et l'analyse des gros composants ont considérablement diminué, et j'estime que nous avons économisé jusqu'à 70% du temps passé sur le contrôle technique. Un cadre circulaire dont le contrôle aurait auparavant duré 2 semaines est désormais mesuré et ajusté en 3 jours».

## **Examen de pièces et comparaison**

Steve Peterschmidt, ingénieur mécanicien de la Joint Venture Rothe dans le projet X-38, est responsable de l'analyse des valeurs de coordonnées tridimensionnelles, pouvant être saisies avec le LT500, et de leur comparaison avec les données de construction CAO originales. «Nous devons mesurer des composants mixtes courbés de 3 m de long avec une tolérance de profil de deux côtés de 0,25mm. Avec la technique de mesure standard, nous n'atteignons pas une telle résolution, et nous n'avons pas le temps d'utiliser une machine de mesure de coordonnées. Grâce au laser tracker, nous effectuons la vérification dans la précision requise en un minimum d'heures», nous dit Peterschmidt.

Les ingénieurs X-38 utilisent le LT500 pour mesurer les composants, fabriqués au sein de l'usine ou par des fournisseurs extérieurs. Une autre particularité du projet X-38 est d'être le premier projet propre à la NASA, et non un projet commandé. Le laser tracker est également utilisé pour diriger les pièces sur les grands engins spatiaux.

«En plus de cela, il faut penser que la tolérance augmente dès que l'on relie des pièces individuelles», dit Peterschmidt. «Quand on relie trente pièces les unes aux autres, il faut multiplier par trente leur écart. Le laser tracker nous permet de placer chacune des pièces dans le système de coordonnées de l'engin spatial, de façon à ce que les pièces puissent être montées indépendamment les unes des autres. Nous essayons de conserver une tolérance de 1,2 mm, sachant qu'elle est actuellement de 0,5 mm. Je crois que nous pouvons compter pour l'ensemble du projet sur une précision de 0,5mm à 0,8mm. Le laser tracker Leica LT500 offre une précision de mesure de 0,025mm.

## **Une précision jamais atteinte pour la NASA**

Il s'agit des tolérances les plus précises que la NASA ait jamais atteintes pour un engin spatial. Si on considère que le X-38 est le premier projet de développement et de construction au sein même de la NASA, ces performances sont fort impressionnantes. Un autre des avantages du laser tracker est sa mobilité. La tête de capteur du LT500 pèse uniquement 33 kilogrammes et peut facilement être déplacée vers l'objet à mesurer. Ce procédé prend

**Une partie du prototype X-38, un modèle de navette spatiale pour le rapatriement d'urgence de l'équipage : le «canot de sauvetage» de la station spatiale internationale.**



10 à 15 minutes pour le repositionnement et seulement quelques secondes pour la mesure et la saisie de données. «Nous nous promenons avec le LT500 dans toute l'usine», nous explique le directeur de la construction et fabrication du X-38, «et c'est une grande usine. Nous n'avons plus besoin d'amener le composant à mesurer dans la zone de mesure, car nous allons directement mesurer le composant sur son lieu de travail».

Le laser tracker a si bonne réputation au centre spatial Johnson que d'autres ingénieurs ont également voulu les avantages de l'instrument. L'équipe du X-38 se réjouit à l'idée qu'il répond aux attentes d'autres collaborateurs. Ainsi, en première ligne, il est également utile à la fabrication principale mécanique du centre spatial Johnson, dans lequel on trouve pratiquement tous les types d'outils et machines de traitement. Comme il est facile à utiliser et qu'il mesure vite, il a pu être utilisé par d'autres services sans que cela ne retarde la construction du X-38.

Frank Jenson emballe même le LT500 dans son emballage original, le charge sur une jeep et roule sur 8 km jusqu'au champ de vol d'Ellington. Il y mesure le comportement à la propulsion du T-38, machine d'entraînement des astronautes. Frank Jenson se rend là-bas le matin, fait six mesures détaillées de plus de 6000 points de données par mesure et est de retour pour le déjeuner. Il n'est pas étonnant qu'au cours des seuls cinq premiers mois, quatre autres équipes de projet à Ellington aient déjà utilisé le laser tracker pour leurs propres projets.

Les lasers sont connus pour leur problème de calibrage dès lors que'on les déplace souvent. On dit que plus un laser est précis, moins on peut le déplacer. Mais le LT500 est un laser solide et conçu pour le transport. Après une courte phase d'adaptation à température ambiante, Frank Jenson ne met qu'une quinzaine de minute à contrôler le calibrage du laser tracker. En 18 mois de travaux quotidiens lourds, le laser tracker n'a jamais perdu son calibrage et a offert une précision de 0,0015 degré.

**La stabilité du calibrage: une condition d'efficacité maximale**

«C'est le bon concept pour un tel moyen de mesure», dit Frank Jenson, «car il doit être portable et mobile». Nous envoyons le LT500 à Dryde en Californie pour effectuer des tests de pression atmosphérique sur le X-38. On doit pouvoir envoyer l'instrument avec le service de transport usuel, afin de gagner du temps dans tous les ateliers.

Le but avec le projet X-38 est de mettre en poste en 2003 un CRV opérationnel dans la station spatiale internationale. D'ici là, on utilise à Soyouz une unité semblable à celle-ci pour le rapatriement d'urgence de MIR. Mais l'engin de Soyouz est étroit et cher. Le X-38 veut pouvoir accueillir confortablement sept astronautes qui pourraient être blessés ou invalides, avec un pilotage automatique les rapatriant en toute sécurité sans effort de leur part.

L'utilisation du LT500 dans le projet X-38 a permis des économies considérables de temps et d'argent. Le projet X-38 se déroule comme prévu et deviendra un

**Le réflecteur parcourt l'intérieur de la cloison avec le Leica LT500.**



**Utilisation du Laser Tracker Leica LT500 au centre spatial Johnson de Houston.**



élément vital de la station spatiale internationale : un billet retour en express, ou même peut-être une carte d'excursion envisageable financièrement. Ce projet mobilise les meilleurs experts en mécanique, des personnalités trop actives pour accepter de ronger leurs freins avec la technique de mesure traditionnelle. Le laser tracker Leica LT500 leur permet de mesurer avec exactitude, rapidité et précision, à la vitesse de la lumière.

**On a placé ici le laser tracker plus haut pour pouvoir couvrir une plus grande surface de travail.**

*(La politique commerciale de la NASA soutient des produits, des prestations de service ou des entreprises. C'est pourquoi Leica Geosystems prend fortement en compte les remarques des ingénieurs du projet X-38, qui se rapportent exclusivement aux expériences propres de la technologie décrite ici relative au LT500).*

## Une nouvelle ère Leica en Inde

Déjà depuis des décennies des instruments Leica sont employés au sous-continent indien. Aujourd'hui, un nouveau partenaire de vente performant assurera le suivi de ces utilisateurs et clients. Elcome Technologies Private Limited, avec son siège principal à New Dehli, sera assisté par Leica Geosystems India à New Dehli au niveau scientifique et au niveau de l'application technique.



*Regard dans l'atelier moderne d'Elcome Technologies Private Limited à New Dehli.*

Fournir des solutions sur mesure et procurer un excellent service aux clients sont les objectifs principaux de Leica Geosystems auxquels Elcome Technologies répond parfaitement. Les nombreux invités ont pu en faire le constat eux-mêmes dès le début de cette collaboration, lors de la fête officielle qui était combinée à une visite de l'atelier et de l'inauguration d'une salle de présentation d'appareils. Des clients importants, comme NHO, Survey on India, Bharat Electronics, Nuclear Science Center, RITES, DGLL, National Physical Laboratory, University of Delhi, Jaiprakash Industries, etc. y avaient envoyé leurs représentants. Événement extraordinaire: un fabricant a installé la première station de référence de base indienne dont les signaux permettront aux clients, dans et autour de la capitale indienne, de s'orienter ainsi que de calibrer leurs propres systèmes. L'atelier service clients est muni d'équipements hautement précis, par exemple d'un collimateur T4 d'une précision astronomique.

*Hans Hess, Président de Leica Geosystems et K.S. Grewal, PDG du groupe Elcome se réjouissent du nouveau partenariat en Inde.*



## BasicLevel – le nouveau niveau d'initiation de Leica

**Leica Geosystems complète la gamme de ses niveaux automatiques avec un modèle dont le prix sera à la portée de tout le monde. Le niveau robuste et fiable est un instrument parfaitement utilisable sur les tous les petits et moyens chantiers.**

Le BasicLevel garantit des mesures précises grâce à sa haute précision d'ajustage



*Le nouveau BasicLevel de Leica - un niveau robuste et fiable.*

de la ligne de visée et au compensateur très résistant. Sur 1 km de nivellement double le BasicLevel a une précision de 3 mm.

La construction vitrifiée et l'exécution précise d'éléments le rendent très résistant à l'eau et à la saleté. La visée est facilitée par le double calage horizontal, sans fin ainsi que le dioptre (Zieldiopter). Le grossissement télescopique par 20 et l'image télescopique verticale permettent même à des utilisateurs inexpérimentés de lire les nivelettes. Les accessoires du BasicLevel correspondent également aux exigences les plus élevées. Le BasicLevel de Leica Geosystems offre un rapport qualité/prix inégalé dans cette catégorie de niveaux et représente l'instrument idéal pour tous ceux qui cherchent – à un prix avantageux – un niveau robuste et fiable pour le bâtiment.

## Pas de changement pour «LH Systems»

**A la page 15 du REPORTER 38 nous avons informé sur l'intention d'intégrer le département photogrammétrie du groupe Carl Zeiss comme troisième partenaire de LH Systems LLC, - coentreprise fondée en 1997 par Leica Geosystems AG (Heerbrugg, Suisse) et GDE Systems Inc. (San Diego, Californie, USA).**

Après l'élaboration des buts commerciaux et des plans de fusion d'entreprises entre février et septembre 1998, les partenaires ont soumis leur demande d'autorisation à l'autorité compétente pour la surveillance des cartels de l'Union Européenne, demande qui a abouti à un examen intensif qui aurait probablement duré jusqu'au premier trimestre de 1999. Les directions de LH Systems et du groupe Carl Zeiss – Photo-

grammétrie étaient conscientes que cette longue attente représentait un énorme inconvénient sur le marché autant que pour les relations avec les clients et collaborateurs. Pour cette raison, les deux parties ont convenu fin novembre 1998 de retirer la demande et d'arrêter les négociations de fusion afin de protéger leurs collaborateurs et de préserver les contacts avec leurs clients.

## Accord entre Leica et IBM sur de développement en commun d'un GPS



En septembre 1998, Leica Geosystems et IBM ont annoncé leur collaboration pour développer des produits GPS dans le domaine d'applications de fréquence simple. Pour deux raisons cet accord est d'une importance historique : IBM est entré dans le monde du GPS avec l'intention d'y occuper une position importante. C'est-à-dire que la technologie GPS de Leica Geosystems sera bientôt à la portée de millions de consommateurs, ce qui représentera également des avantages supplémentaires pour les clients des marchés traditionnels de Leica Geosystems. La deuxième raison est la création en commun d'un premier récepteur GPS avec une puce en silicium – germanium permettant une plus grande vitesse ainsi qu'une production plus efficace et moins chère que les solutions actuelles avec gallium – arséniure.

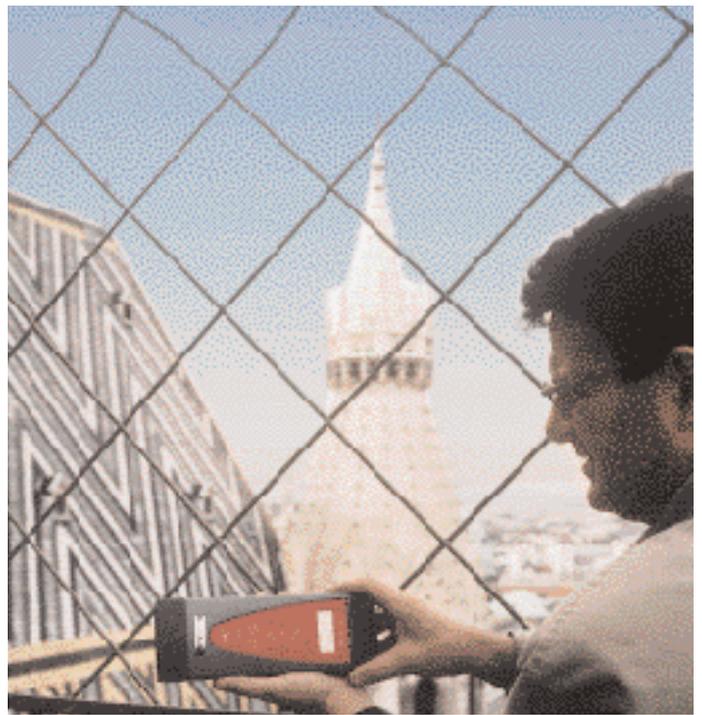
Les produits issus de cette collaboration permettront l'utilisation de fonctions GPS dans des machines, des jeux de puces et d'autres applications, par exemple dans des ordinateurs et des téléphones portables, des systèmes de navigation pour véhicules, le chronométrage et autres. Joe Petrosky, chef de produit pour la micro-électronique chez IBM : «Le but de cette «joint venture» est de créer – pour un grand

*Un grand succès pour la technologie GPS de Leica : Joe Petrosky (IBM) et Neil Vancans (Leica Geosystems) ont pu présenter la première puce pour GPS à base de silicium – germanium et se réjouissent de leur future bonne collaboration.*

nombre de produits et d'applications – des solutions GPS complètement intégrées qui seront les plus petites au monde et se vendront aux prix les plus compétitifs.»

Et Neil Vancans, Président de Leica Geosystems GPS Business Area à Torrance ajoute : «IBM a soigneusement étudié le marché des producteurs de GPS avant de se décider pour Leica Geosystems. Depuis plus d'un an nous collaborons maintenant étroitement avec IBM et nous avons tous les deux trouvé cette collaboration très stimulante car elle représente l'alliance idéale entre la technologie de puces de première classe d'un côté et de la technologie brevetée de récepteurs GPS de Leica de l'autre. Et dans un avenir très proche nos clients et nous mêmes profiterons des avantages de cette collaboration».

*Ci-dessus : A Vienne, lors du 110ème anniversaire de la constitution de Rost et du 50ème anniversaire de Rost comme distributeur pour Leica : Les gérants de Rost Dr. Michaela Schlägl et Dr. Michael Hiermaseder discutent avec le Président de Leica Geosystems, M. Hans Hess (au milieu).*



## Le DISTO™ basic pour le relevé de la cathédrale de St. Etienne

**Une nouvelle mission importante à Vienne pour le laser mètre DISTO™ de Leica dans le domaine de l'histoire de l'art : la corporation des constructeurs a acheté un laser mètre «DISTO™ basic» pour les mesures à l'extérieur et à l'intérieur. L'histoire de la cathédrale de St. Etienne, l'emblème de Vienne qui est visible de loin, remonte jusqu'en 1147.**

L'église, avec ses trésors architectoniques de différentes époques représente pour le maître d'ouvrage responsable et son équipe un éternel défi au niveau de la technique de la construction. St. Etienne est en restauration permanente – et pas uniquement lorsque – comme c'est le cas actuellement – les parties échafaudées sont visibles pour tout le monde! Le laser mètre DISTO™ permet de viser n'importe quelle saillie, pointe de tourelle ou voûte avec le rayon laser rouge. Mais DISTO™ vise également dans des endroits qu'une personne ne peut pas du tout ou difficilement atteindre, par exemple à travers des obstacles comme

des clôtures ou des endroits très hauts. Après avoir visé très exactement avec le point laser rouge, on appuie sur la touche de mesure et quelques secondes plus tard, la distance mesurée apparaît à l'affichage au millimètre près! Après l'Opéra national de Vienne, le Château et le Zoo de Schönbrunn ainsi que l'Ancienne Eglise des Jésuites, la Cathédrale de St. Etienne est une autre curiosité de cette métropole autrichienne au bord du Danube qui sera contrôlée et restaurée avec le savoir-faire de mesure le plus moderne de Leica. Le partenaire de distribution de Leica Geosystems en Autriche, R & A Rost n'est pas aussi ancien que l'emblème architectonique de Vienne. Mais fin 1998 nous avons pu fêter le 110ème anniversaire de constitution de cette entreprise et – en même temps – le 50ème anniversaire de son partenariat avec Leica, ce qui très rare dans la vie des affaires internationales et témoigne d'une bonne substance, d'un dynamisme sain et d'une excellente fidélisation des clients.

# Le théodolite supprime le fil

L'arrivée des tachéomètres automatisés et des GPS révolutionne le travail des géomètres et de leurs clients, même dans le marché de la topographie. On construit ainsi en France des routes beaucoup plus rapidement et précisément, comme le soulignait le journal «Matériels et chantiers» à propos d'un chantier sur la RN 109. Grâce à ces deux technologies et des logiciels spéciaux, Leica Geosystems a développé au cours des dernières années le système DPS (Driving Positioning Systems) pour le guidage automatique de machines, qui fait ses preuves sur tous les chantiers du monde.

«Avec cet équipement, le géomètre est capable d'implanter quotidiennement 3 km de profil sur un chantier routier, contre la moitié auparavant, et ce avec deux personnes», explique Christian Fabreguettes, géomètre chez Jean Lefebvre Méditerranée. «Les données sont enregistrées simultanément, cela supprime les notes manuelles et les risques d'erreur. Enfin, il permet plus de souplesse

puisque'il est possible d'apporter des modifications au projet (par exemple un regard) à tout moment, sans passer par des calculs intermédiaires. Autant d'atouts qui reposent l'esprit du géomètre!»

## **Cercle d'automatisation fermé**

Le prisme de visée est monté directement sur la machine de chantier et reste automatiquement dans le champ de vision du tachéomètre. Celui-ci transmet des informations à l'ordinateur de la machine, qui les enregistre. Il calcule en temps réel la position courante de la machine en calculant par rapport au temps de transmission à partir du tachéomètre, et compare les données à celles du projet. Ainsi, l'ordinateur fournit en continu les paramètres de commande à la machine qui les transmet à l'automatique de commande de la machine.

## **Productivité, sécurité et qualité accrues**

«Nous nous affranchissons des contraintes physiques du câble : pose des potences, risques d'accident, manque de précision, nous explique Christian Fabreguettes, se rappelant que «les opérations d'implantation et la pose du fil sur un chantier routier classique nécessitent une

équipe de deux géomètres plus huit hommes».

Lors de la construction de la route nationale 109, on aboutit à l'asservissement d'un finisseur Vögele de grande largeur (8,10 m). La position courante de la machine est saisie par le tachéomètre de la série TCA de Leica. Cette machine réalisa son premier chantier au printemps 1998 (RN 106 entre Nîmes et Alès) posant une couche d'enrobé à module élevé de 20 km de longueur et 9 cm d'épaisseur. Le finisseur est équipé d'un prisme embarqué sur un mât à 3,5 m de hauteur, d'un ordinateur intégré avec écran de lecture, d'une radio permettant de communiquer avec le tachéomètre, d'un automate de régulation hydraulique ainsi que d'un inclinomètre fixé sur la table.

Le déroulement du chantier se trouve de ce fait considérablement simplifié: après le levé, le géomètre doit enregistrer le projet sur une disquette, qui va être traitée par l'ordinateur de la machine. Le géomètre n'a plus qu'à introduire quotidiennement les points de référence (tous les 350 m environ), sur lesquels est installé le tachéomètre au fur et à mesure de l'avancement du finisseur. La portée de l'appareil étant de 350 m, cela donne au finisseur une autonomie d'environ 750 m. Comme la machine couvre en une heure environ 300 m et il est nécessaire de déplacer le tachéomètre toutes les 2h1/2. Le géomètre mesure au début du travail la position exacte et la hauteur du prisme sur le mât de la machine et ouvre la liaison radio entre l'ordinateur et le tachéomètre pour permettre la transmission de données. Le mécanisme de régulation hydraulique de la machine reçoit de la part de l'auto-

**Le tachéomètre Leica suit automatiquement la machine de chantier sur laquelle on a monté un prisme. Les points de station sont éloignés de 750 m.**

**Ci-dessous : Voici un prisme à réflecteur Leica en haut de son mât à 3,5 m.**



mate de commande des informations correspondant à 4 mesures par seconde : L'opérateur qui n'assure que la conduite du finisseur dispose sur son écran des informations suivantes : vue en plan du projet, positionnement du finisseur en x, y, et z, pente du profil en long, épaisseur selon le dévers, vitesse d'avancement, tonnage mis en œuvre, ainsi que divers enregistrements (temps de marche et d'arrêt, incidents, etc.). Le régleur n'intervient plus que par sondage pour contrôler les épaisseurs et l'inclinaison de la table. Quant au géomètre qui travaille en aval du chantier avec un second tachéomètre, il s'occupe d'effectuer la réception de la couche appliquée.

### **Bien moins de stress**

«Nous effectuons donc la pose et la réception de la couche en continu avec une équipe beaucoup plus réduite, mais cette nouvelle technique de guidage accroît la responsabilité du géomètre car la disparition du fil supprime tout point de repère en cas d'erreur. Le géomètre doit avoir une rigueur absolue pour le relevé et le transfert d'informations. En cas d'incidents, il est toujours possible d'isoler le guidage l'automatisme et de passer en guidage manuel. Le géomètre, situé à proximité car il effectue les opérations de réception, peut aussitôt intervenir. Il est en effet impératif que l'atelier ne soit pas arrêté» commente Christian Fabreguettes, tout en insistant sur la rapidité d'exécution, la fiabilité des résultats obtenus et les meilleures conditions de travail. «J'ai fait des chantiers de grands travaux. C'est le premier où je n'ai pas de stress!» nous a-t-il confié.

**L'ordinateur sur le finisseur reçoit par radio les données du tachéomètre et en déduit la position courante. Il donne alors les valeurs au système de commande hydraulique.**



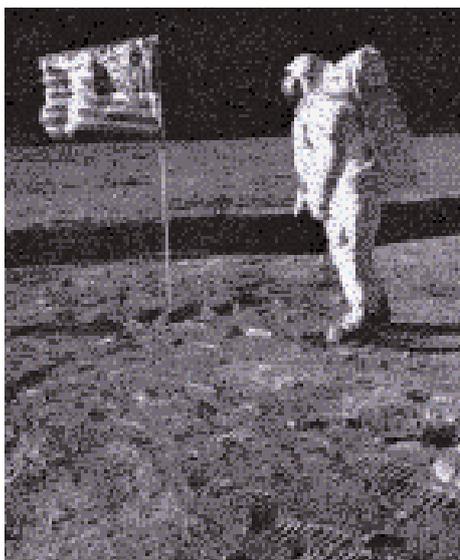
**Le géomètre Christian Fabreguettes contrôle la hauteur de la couche. L'entreprise de construction Jean Lefebvre utilise plusieurs systèmes (matériels et programmes) de l'entreprise française D&P Systems.**



### **Leica MC1000 – un récepteur GPS idéal et compact pour la commande de machines.**

A côté des tachéomètres automatisés Leica Geosystems offre – comme seconde technologie pour la commande de machines automatisée – des solutions à l'intérieur du système de positionnement global (GPS). Le MC1000, le récepteur GPS le plus précis et le plus rapide sur le marché mondial, calcule dix fois par seconde des données de positionnement indépendantes avec un décalage de seulement 0,03 seconde tout en garantissant une précision au millimètre près. Ainsi l'opérateur et le système de commande reçoivent un flux ininterrompu d'informations sur la position actuelle de la pelle ou de la tige de forage, de l'outil et de la machine – et ceci en temps réel directement sur le lieu de travail! Tout comme les solutions pour tachéomètres automatisés de Leica, le MC1000 est déjà utilisé pour de nombreux projets, par exemple pour des grues géantes aux ports, pour des pelles de bulldozer sur des chantiers ou sur des planteuses de précision dans des entreprises agricoles.



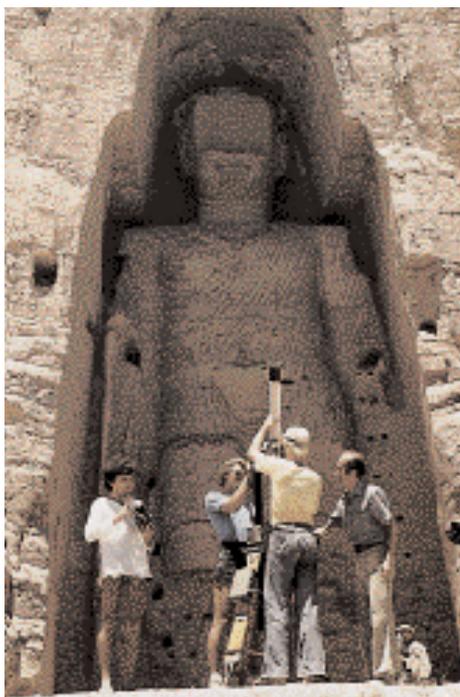


## 3000 pages de *REPORTER*

En 1969, à la NASA aux Etats-Unis les trois premiers hommes se sont préparés à l'alunissage. En même temps, en Suisse, dans la société Wild Heerbrugg, comme elle s'appelait encore à l'époque, une petite équipe de rédacteurs se préparait à un autre projet d'une moins grande dimension : la sortie du premier numéro d'un magazine pour ses clients. Déjà dans le deuxième numéro, le rédacteur d'alors, Dr. Georg Strasser, a pu informer de la promenade sur la lune entreprise par Neil Armstrong et Edwin Aldrin. La propre part à cet exploit n'était pas à négliger : des caméras balistiques astronomiques Wild BC-4 ont en effet servi à établir le canevas de triangulation des satellites et à tracer les lignes de vol. Les aides à l'atterrissage étaient également fabriquées en Suisse, chez Kern Aarau, tout comme l'objectif grand-angulaire pour la prise des photos spectaculaires de la surface lunaire. Lors de la construction de leur objet volant, les ingénieurs de fabrication du module de débarquement avaient effectué l'étalonnage et l'ajustage optique des éléments de montage à l'aide d'un théodolite Wild T2 et d'un oculaire à autocollimation. La pointe de la technique en 1969.



Exactement trois décennies et quarante numéros de *REPORTER* plus tard paraît un nouveau reportage sur la fabrication d'un navire spatial de la NASA, cette fois-ci avec des instruments d'alignement optoélectroniques. La « lumière ordinaire » a été remplacée par le rayon laser du Leica LT500, l'oeil et le bloc-notes par le laser tracker automatique. La pointe de la technique en 1999. Des projets pionniers comme celui-ci, démontrent clairement le développement technologique qui est au centre de l'attention des spécialistes et clients de Leica. Sur 3000 pages en tout, le *REPORTER* a décrit et présenté des exemples dans ce domaine en allemand, anglais, français, espagnol, parfois aussi en japonais et portugais. Si on feuilletait ces trois décennies de l'histoire de l'arpentage, on remarquerait que ce ne sont même pas les exigences qui ont tant changé, elles sont peut-être devenues un peu plus grandes, mais surtout les méthodes, l'équipement et les combinaisons dont se servent les géomètres aujourd'hui.



Il y a trente ans, le géologue allemand Schneider, équipé d'un théodolite Wild T3, d'un distomat infrarouge DI10 (à l'époque le rayon d'action avec 9 prismes était de 900 m!) et d'un gyroscope à réglage automatique sur le Nord Wild GAK, a traversé le Népal pour établir une carte au 1/25 000 de la région du Mt. Everest. Au milieu des années 80, Swissairphoto a survolé la même région avec une caméra pour photographie aérienne Wild RC10 pour dresser la

# ER en 30 ans

carte d'anniversaire de la National Geographic Society à l'aide d'appareils d'exploitation de photographies aériennes de Heerbrugg. Et en 1992, le premier homme avec un équipement GPS (Leica System GPS 200) a atteint le sommet de la montagne.

Depuis le lancement du GPS dans le domaine de l'arpentage en 1986 (avec le WM101 de Wild-Magnavox), le Système de Positionnement Global (GPS) détermine de plus en plus les activités des lectrices et lecteurs du REPORTER et par conséquent aussi les sujets du REPORTER. Les équipements GPS ne sont pas seulement utilisés dans les domaines de la géodésie, du levé géodésique et du cadastre mais aussi pour de nombreux grands projets d'ingénierie. Aujourd'hui, au seuil du nouveau millénaire, ils caractérisent ensemble avec les tachéomètres pour la mesure sans réflecteur et la poursuite automatisée de la cible le travail dans cette branche. Et il est évident qu'aucune autre entreprise que celle qui publie le REPORTER n'a exercé une plus grande influence sur le développement des instruments pour la technique de l'arpentage.

Grâce à votre soutien, la rédaction de ce magazine informera aussi à l'avenir des nouveautés de Leica Geosystems et transmettra le regard des utilisateurs sur ces développements - comme cela a été fait dans les dernières éditions, où nous avons parlé du chantier du nouvel aéroport de Hongkong et de celui du Stade de France, du pont sur l'Oresund et de l'aménagement de la place de Potsdam à Berlin, pour ne citer que quelques exemples.

«Au moyen de ce magazine nous espérons pouvoir nouer des liens encore plus forts entre les milliers d'utilisateurs de nos instruments et nous-mêmes. Bien sûr nous n'avons nullement l'intention d'accorder la parole uniquement à nos collaborateurs. Bien au contraire, nous vous invitons à intervenir dans la conception du REPORTER avec des articles intéressants». Ainsi avons-nous formulé nos intentions dans le premier numéro de ce magazine et nous n'avons rien à y ajouter - si ce n'est vous demander votre avis. Informez-nous à l'aide du questionnaire, soit par fax, Internet ou par la poste, de ce qui retient spécialement votre intérêt et sur quels sujets vous aimeriez lire plus - mais dites nous également ce que vous appréciez moins et ce que nous devrions améliorer. En vous remerciant d'avance de tous ces commentaires et suggestions nous vous saluons cordialement.

**L'équipe de rédaction.**



# Bienvenue chez [www.leica-geosystems.com](http://www.leica-geosystems.com)

Depuis 1996 vous trouvez Leica Geosystems sur Internet. Il y a trois ans déjà, l'entreprise a compris le potentiel de ce moyen de communication pour le contact avec les clients et spécialistes. Dès le début l'avis des spécialistes des sites Internet sur le site de Leica a été plus que favorable. Entre-temps nous avons élargi et optimisé notre présence sur le Web. Jetez un coup d'oeil sur notre site – découvrez-y beaucoup de choses !

*Miren Kauer et Boris Krkljes développent constamment de nouvelles idées pour actualiser et améliorer le site Web de Leica Geosystems.*

*En bas : Mesurer dans Internet: le site de Leica Geosystems offre aussi à ses visiteurs cette possibilité d'accéder à la démonstration de l'application du DISTO.*

Boris Krkljes est le Web Publisher qui s'occupe du site Web de Leica Geosystems : «Sur notre site Web nous avons jusqu'à dix mille visites d'intéressés et quatre cents demandes de renseignements de clients – et le nombre ne cesse de croître». Lui et la responsable de la présence sur Internet, Miren Kauer-Zubiaur, qui a lancé ce projet chez Leica Geosystems, ont étonné les visiteurs du dernier congrès de la FIG : à peine photographiés et interviewés au stand d'expo-

sition ils se sont retrouvés sur les écrans sur le Web. De nombreux lecteurs du REPORTER, surtout ceux travaillant dans des institutions de recherches, des entreprises internationales et des groupes de travail se servent d'Internet.

## **De quoi a-t-on besoin pour visiter le site Web de Leica?**

Tout le monde ne dispose pas déjà d'une connexion au réseau, mais la demande ne cesse de croître. Miren Kauer explique : «Faites appel à un informaticien, électricien ou un spécialiste de télécommunication pour connecter votre ordinateur par un modem au réseau de télécommunication. Le spécialiste installera également le programme d'utilisation, le navigateur (par ex. MS Internet Explorer, Netscape Navigator), au cas où votre logiciel Office n'en disposerait pas. Choisissez un fournisseur d'accès (fournisseur du point de services Internet) qui vous garantit l'accès à Internet et le dialogue sur le Web sur la base de votre tarification locale. Voilà tout ce dont vous avez besoin pour surfer sur le Web. Entrez ensuite [www.leica-geosystems.com](http://www.leica-geosystems.com) dans la barre de recherche et quelques secondes plus tard s'affichera la page d'accueil de Leica Geosystems sur votre écran avec la table de matière : instruments et systèmes, applications et projets, nouveautés et événements, l'organisation à travers le monde et Leica Geosystems près de chez vous. Sur beaucoup de pages vous pouvez choisir en pressant une touche, si vous voulez consulter les informations en français, anglais ou allemand ou vous allez tout de suite à la page d'accueil d'un pays qui vous donne les renseignements directement dans la langue

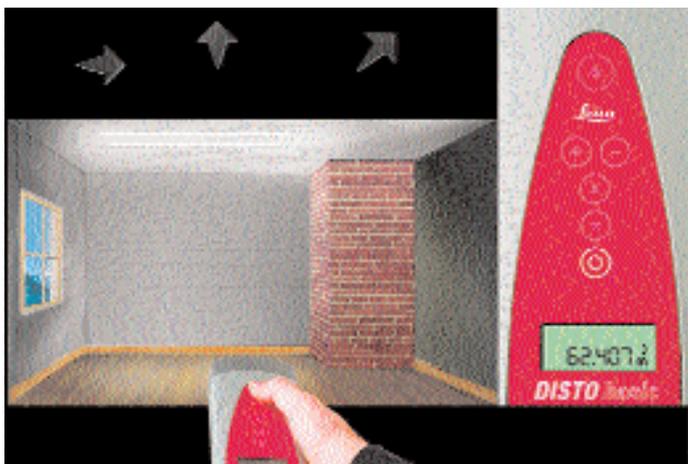
correspondante (par ex en hollandais, finnois, suédois ou espagnol).

## **1200 pages à consulter**

En tout 1200 pages sont disponibles sur le serveur de Leica Geosystems avec des informations, logiciels et exemples pour des applications. Boris Krkljes actualise constamment ces données pour qu'elles comprennent les dernières informations au sujet de nouveaux produits ou les indications concernant, par exemple la capacité millénaire «Y2K».

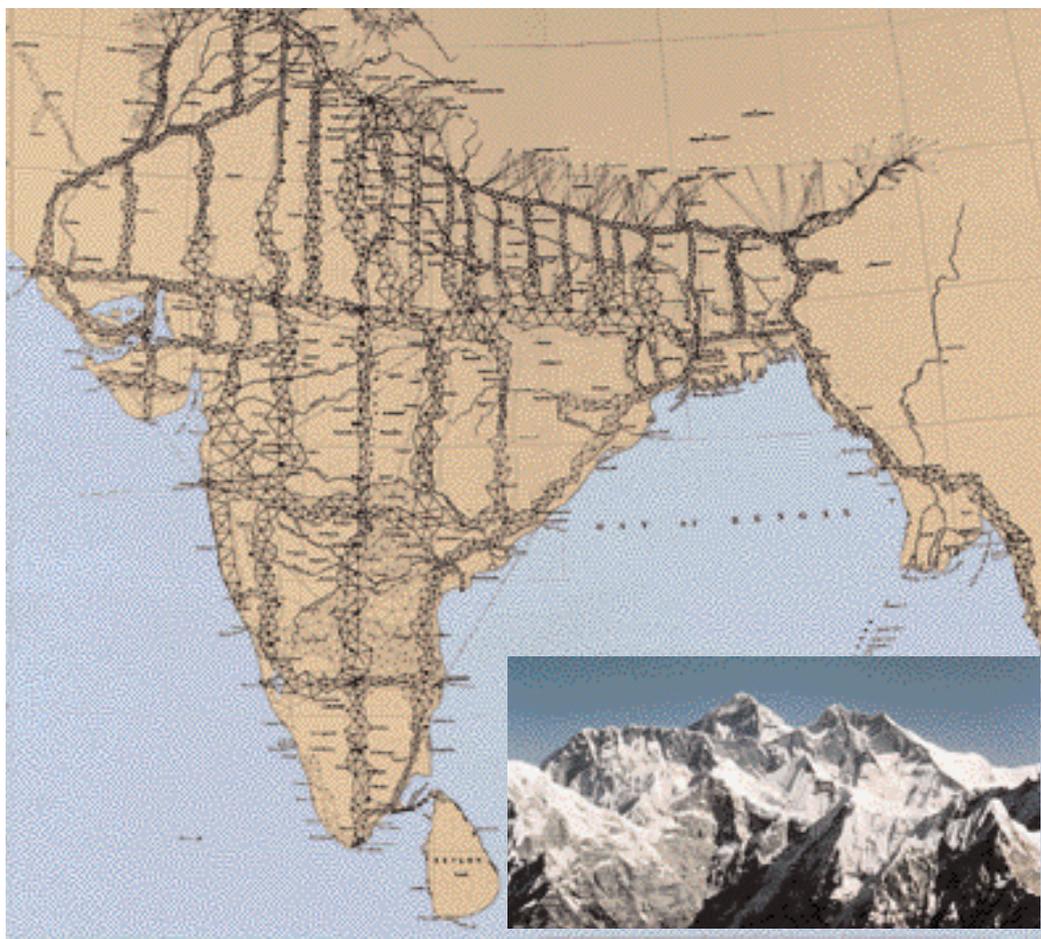
## **Près du client et interactif**

Il suffit de cliquer sur la position en question pour trouver des informations sur un produit ou une application spéciale ou pour obtenir les adresses du prochain point d'information ou de service clients de Leica Geosystems. A l'aide de la messagerie électronique intégrée vous pouvez entrer directement en contact avec Leica Geosystems, poser des questions, commander des documents supplémentaires, des vidéos sur les produits ou d'autres prestations de service. Il est même possible de télécharger des démonstrations de produits interactives et de tester en ligne les applications typiques d'un produit. Pour nos clients des Etats-Unis le pas suivant est déjà devenu réalité : la commande de différents produits directement sur le site Web de Leica Geosystems. D'ailleurs, si un collègue ne vous rend pas votre exemplaire du REPORTER, vous l'y trouverez sous forme électronique. Vous trouverez même les questions de l'enquête organisée auprès de nos lecteurs vous pourrez répondre directement sur le site Web de Leica Geosystems, sans avoir besoin de papier ni de crayon.



# La première mesure date d'il y a 150 ans

Les campagnes de mesure entreprises au cours des dix dernières années avec les équipements Leica ont bel et bien confirmé que le Mont Everest et le K2 étaient les premier et deuxième plus hauts sommets du monde.



*L'étude de l'Inde effectuée au cours du 19ème siècle s'étendait du sud du continent jusqu'aux sommets de l'Himalaya. La photo montre le Mt Everest, appelé Quomolangma par la population indigène, en exposition sud-ouest, entre Nuptse (à gauche) et Lhotse et Lhotse Shar (à droite).*

Il y a tout juste 150 ans, James Nicolson mesura ce qui fût d'abord appelé le mont «b», puis le mont «XV» puis enfin le mont Everest, soit la plus haute montagne du monde. Après le traitement ultérieur des données, l'ancienne British India Survey détermina sa hauteur à 8840 mètres au dessus du niveau de la mer. Ces mesures furent effectuées par triangulation verticale à partir de six points, éloignés à plus de 150 km du sommet. Il n'était pas encore question de différence entre géoïde et ellipsoïde, et on ne prit que peu en considération les déviations de verticale (causées par la masse de la chaîne himalayenne) ou des effets de réfraction de l'atmosphère.

Quelque 10 années plus tard, la troupe des géographes de la British English Survey découvrit un autre groupe de hautes montagnes à l'ouest de l'Himalaya. La plus grande, appelée K2, s'élevait à une hauteur de 8611 m.

Sur la carte exceptionnelle de Bradford Washburn du National Geographic représentant le domaine du Mt Everest en 1988, mise au point par photogrammétrie avec des systèmes d'images aériennes et d'appareils de traitement d'image Leica en Suisse, la hauteur officielle attribuée au sommet est de 8848 m.

En 1987 courut la rumeur que le K2 était en réalité plus haut que le Mont Everest.

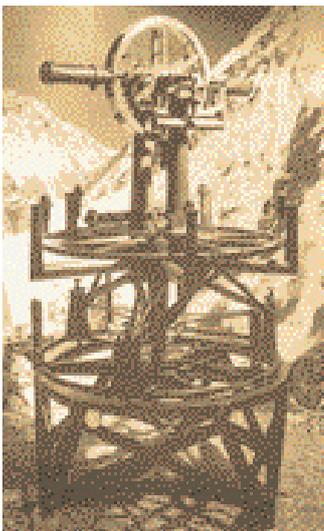
Le comité EV-K2-CNR fut créé par le professeur Ardito Desio, guide de l'expédition italienne qui fut la première à vaincre le K2, pour entreprendre une nouvelle mesure des deux sommets et connaître enfin la vérité.

Le développement des instruments, les distance-mètres plus précis et le système de positionnement mondial par satellite de cette décennie ont considérablement amélioré la précision de mesure de position et hauteur au sein du système de coordonnées WGS84.

## **La nouvelle campagne de mesure de 1992**

L'organisme national de cartographie et de mesure de la Chine (NBSM) s'est déclaré prêt à vérifier la hauteur du sommet du Mt Everest avec les méthodes de la technologie la plus moderne, en se plaçant du côté tibétain. Et le conseil de recherche italien (CNR) s'est proposé pour monter l'équipe des alpinistes, qui devaient amener les instruments sur le sommet, ainsi que les géographes qui allaient exécuter les mesures côté népalais et traiter les données. L'ascension du Mt Everest fut prévue pour septembre 1992. Comme le système GPS alors récent était confronté pour la première fois à des températures extrêmes de  $-40^{\circ}\text{C}$ , on décida de prendre conjointement des mesures avec des théodolites classiques et des distancemètres électroniques à partir de diverses vallées. Un signal avec des prismes dut être installé sur le sommet de la

montagne, pour que les mesures laser de distance et les mesures d'angle par théodolites aient une cible bien nette. Le Mecomètre ME5000 de Leica, l'instrument le plus précis de mesure de distance (0,2 + 0,2 ppm) fut également utilisé ainsi qu'un théodolite de précision Leica T3000 pour mesurer des angles avec précision. On emporta également un distancemètre Leica DI3000, réputé pour son confort d'utilisation et sa facilité de transport.



**Un des grands théodolites de triangulation du 19ème siècle utilisé pour la première mesure du Mt Everest sur une distance de plus 150 km.**

Pour une distance de visée de 10-12 kilomètres entre les stations des vallées et le point au sommet, il aurait suffi de 3 prismes de réflecteur situés au sommet pour la visée afin d'obtenir de bons résultats de mesure. Pourtant deux séries de trois prismes furent nécessaires : une série dirigée vers la vallée népalaise, et l'autre vers le cloître de Rongbuk au Tibet, d'où les géomètres chinois visaient leurs théodolites WildT2 et distancemètres, sous la direction du Professeur Jun-Yong Chen. L'angle horizontal entre les deux séries de prismes fut calculé à partir de la carte comme faisant 76°, et l'angle d'inclinaison en direction de la vallée comme faisant 12°. Leica Geosystems Suisse a construit selon ces indications un trépied dont le poids ne devait pas dépasser 10 kg et qui se composait de deux éléments, construits en aluminium à l'exception d'ancrage à planter dans la glace qui était en acier inoxydable. Une autre barre d'ancrage servait aussi à fixer l'antenne du GPS Leica.

Depuis le travail fondamental de mesure du sommet des sommets de l'Himalaya entrepris par le British India Survey au milieu du 19ème siècle, le Mt Everest a été mesuré à plusieurs reprises au cours de ce siècle (1904, 1954, 1975, 1992), ainsi que le Kanchenjunga et le Dhaulagiri. Puis une nouvelle équipe de mesure se forma en 1998. Ce rapport décrit pour la première fois dans ce magazine la campagne de mesure internationale de 1992 entreprise pour la mesure du Mt Everest et la nouvelle mesure du K2 en 1996. L'exploit accompli par George Everest et Andrew Waugh quant à leur première mesure de ce mont dont on fête aujourd'hui les 150 ans n'en reste pas moins impressionnant. Mais la situation est tout autre pour le K2 : c'est 120 ans après avoir été mesuré une première fois, soit en 1986, que George Wallerstein lança la piquante rumeur que son altitude pourrait dépasser celle du Mt Everest. Les mesures d'Alessandro Caporali et Ardito Desio démentirent cette supposition. Le rapport de l'expédition d'expertise présenté ici et conduite par le professeur Giorgio Poretti, scientifique de l'opération de nouvelle mesure des monts Everest et K2, supprime tout doute. Le K2 est bel et bien l'éternel second, derrière le Mt Everest.

-Stf-

## **Mais combien mesure le K2?**

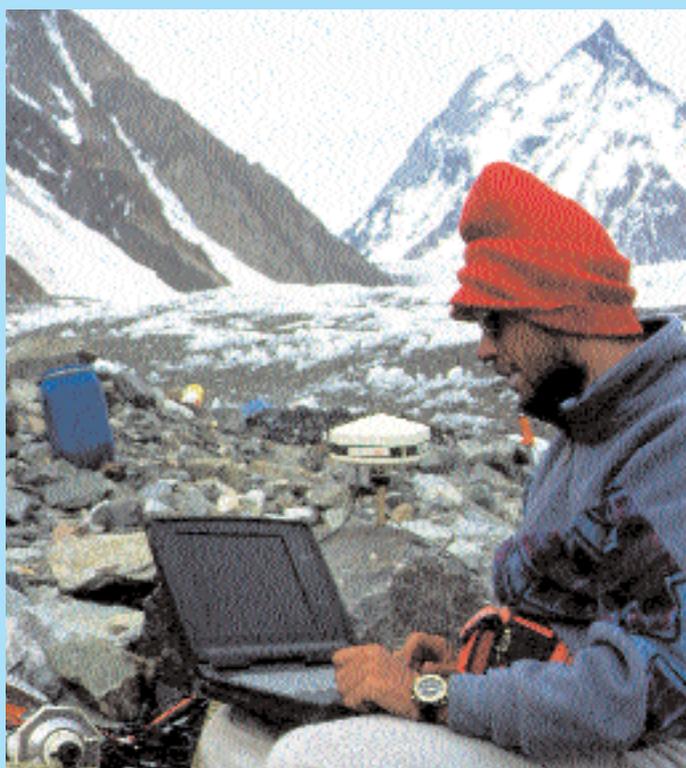
Tandis qu'Alessandro Caporali et Ardito Desio entreprirent de remesurer une nouvelle fois en 1987 l'altitude du K2, ils employèrent pour la première fois des systèmes GPS (WM101) et des distancemètres électroniques. Les tachéomètres Leica TC2000 furent dirigés vers les sommets enneigés. Les mesures de Caporali s'effectuèrent à partir d'un point de concordance à une distance de 15 kilomètres. La hauteur au dessus de l'ellipsoïde s'élevait à 8579 m et la différence géoïde/ellipsoïde était de -37 m, confortant ainsi au K2 une altitude de 8616 m. En 1996, lors de la nouvelle mesure du Mt Everest, l'un des auteurs de ce rapport avec de nouveaux concepts et équipements vérifia la véracité de cette hauteur. Le réseau de base se composait d'un triangle avec deux points (C-E) sur la roche et d'un point (G) sur la moraine de glacier. Pour déterminer exactement la vitesse d'écoulement du glacier Godwin Austen, on a démarré un projet spécial et intégré ses résultats. Le point G a été couplé à un point de connexion situé à 98 kilomètres au «K2 Motel», à Skardu. Ce point fut plus tard connecté via un point de base trigonométrique se trouvant sur la place de Skadu dans la roche, selon le réseau altimétrique national du Pakistan. L'office national de cartographie pakistanais a mis à disposition les coordonnées de ce point de triangulation,



#### Résultats de la campagne de mesure du K2 de 1996

(En mètres)

Skardu «K2-Motel»	2222,583 ±0,3 m
Camp de base jusqu'au point G	2711,755
Point G jusqu'au sommet	3656,920
Hauteur d'ellipsoïde K2	8591,258 (donnée neige)
Différence ellipsoïde/géοïde	25,23
Hauteur de neige	-2,22
Hauteur de géοïde	<b>8614,27 ±0,6 m au dessus du niveau de la mer</b>



et la hauteur de l'ellipsoïde s'élevait à ce point du K2-Motel à 2222,583 m. Une mesure GPS de trente heures établit la connexion entre K2-Motel et le point G dirigé par le camp de base du K2 à une hauteur de 4934,338 m. La différence moyenne de hauteur entre le réseau de triangulation du camp de base et le sommet s'élevait à 3656,920 m, ce qui mena à une hauteur de 8591, 528 m pour l'ellipsoïde du sommet. Si on prend en compte une hauteur de neige de 2,22 m et une différence ellipsoïde/géοïde de 25,23 m selon la NASA/DMA 1996 Global Geoid, on peut dire que la hauteur du sommet du K2 est de 8614,27 ±0,6 m au dessus du niveau de la mer.

**La campagne de mesure de 1996 aboutit à une hauteur de 8614 m au-dessus du niveau de la mer pour le K2.**

**L'alpiniste Mario Panzeri, au sommet du K2, en train de mesurer la hauteur de la neige.**

### **Saisie de données lors de la nouvelle mesure du Mt Everest**

Les deux alpinistes Benoît Chamoux et Oswald Santin atteignirent le sommet le 29 septembre 1992 à 10h30, mesurèrent la température (-15°C) et allumèrent le Leica GPS200 System, qui avait déjà été placé la veille à proximité du sommet et qui avait passé la nuit dehors à -30°C. Au même moment, on démarra 4 autres équipements Leica GPS200 : deux dans la vallée du Khumbu au Népal et à l'extrémité du glacier Rongbuk au Tibet. Puis les alpinistes montèrent le trépied et orientèrent les prismes. Lorsque nous vîmes de la vallée le point laser rouge, nous sûmes avec certitude que notre expédition, après avoir surmonté bien des difficultés, serait victorieuse. Les alpinistes restèrent deux heures au sommet et nous savions déjà aussi bien au Tibet qu'au Népal que nos distancemètres avaient reçu des signaux puissants avec une grande précision. Cette campagne de mesure réunissait les technologies les plus modernes de notre



**L'auteur en train d'effectuer des mesures à l'aide du Leica Mecomètre ME5000.**

#### **a) Mesures d'angle et de distance**

Le sommet fut visé à partir de trois points au Népal et trois points au Tibet. Au sein d'un groupe, toutes les possibilités d'angles et de distances furent calculées, et ces deux réseaux trigonométriques furent couplés en un point visé commun, le sommet du Mont Everest. Le réseau géodésien du côté népalais avait la forme d'un triangle de base (K-N-L) avec aux coins l'équipe de mesure italienne qui visait le sommet du Mont Everest. Du côté tibétain, les chinois

formaient également un triangle (R-III7-W1). Les deux équipes ainsi que les deux réseaux géodésiques avaient comme cible le sommet du Mont Everest.

#### **b) Mesures GPS**

Le Leica System GPS200 installé en haut du sommet a saisi pendant 54 minutes des données toutes les deux secondes. Du côté népalais, les mêmes modèles GPS de la station Kala Pattar (K) et du Point G près de la pyramide de recherche ont enregistré des données GPS avec une fréquence de 2 s aussi. Du côté tibétain, on enregistrerait des données toutes les 15 secondes. L'ensemble des données de mesure de la triangulation/mesure de distance et GPS a été traité indépendamment en Chine et en Italie. Les résultats de ces calculs ont été comparés et regroupés lors d'une réunion en avril 1993, en tenant compte de paramètres bien précis :

#### **c) Données météorologiques**

Pour déterminer exactement l'indice de calcul et le coefficient de réfraction qui influencent les mesures avec théodolites et distancemètres, on construisit un capteur spécial, permettant de saisir la température et la pression atmosphérique en haut du sommet. Ces données furent envoyées dans la vallée puis enregistrées. Lors des mesures au sommet, on saisit également la différence de température verticale entre deux ballons que l'on laissait monter de plusieurs positions. La température, l'hygrométrie et la pression atmosphérique ont été enregistrées toutes les 15 secondes.



#### **d) Ecart de verticale**

Le professeur Alessandro Caporali (Université de Padoue) a déterminé les écarts de verticale de quatre points entre Lukla et le camp de base du Mt Everest. Les coordonnées astronomiques ont été déterminées grâce à un théodolite Leica T1600, couplé à une unité digitalisée Temps construite par l'ETH de Zürich, ainsi qu'à un capteur GPS (Caporali 1992).

#### **e) Station DORIS**

Dans la pyramide de recherche italienne près du camp de base se trouvait une station DORIS (Doppler Orbitography and Radio-positioning Integrated by Satellite) qui a déterminé à partir du point de triangulation G les coordonnées de façon exacte.

#### **f) Hauteur de neige**

Le 30 septembre 1992, deux autres alpinistes de la «Mountain Equipe» atteignirent le sommet : leur rôle était de déterminer la hauteur de neige. Ceci fut fait en plantant dans la couche de neige près des trépieds des échelles



**Le signal au sommet du Mt Everest a été visé par 6 stations au Tibet (à gauche) et au Népal (à droite).**

millimétriques. On détermina ainsi une hauteur de 2,55 m.

**g) Photogrammétrie**

Une grande attention a été portée sur la comparaison des valeurs terrestres et des données GPS, et c'est pourquoi l'antenne GPS et les prismes de réflecteur furent placés au centimètre près. A cet effet, on ne se contenta pas de fournir un ruban de mesure, une nivelle et une boussole aux géomètres, mais on utilisa aussi la méthode photogramétrique. Les photos prises par les alpinistes sur le sommet permirent ainsi la reconstruction tridimensionnelle de la situation du sommet au moment des mesures. Le traitement et l'intégration de toutes ces valeurs de mesure conduit à déterminer une hauteur de sommet de l'Everest (données neige) de 8823,51 m sur l'ellipsoïde WGS84. Etant donné que l'on a estimé que la couche

**A droite : signal du sommet et GPS de Leica sur le Mt Everest**

de neige était de 2,55 m, on retira cette valeur de la valeur totale pour obtenir la hauteur exacte de la montagne, à partir du niveau moyen de la mer.

**La hauteur du Mt Everest**

Du côté chinois, il existe un nivellement de pays qui s'étend de la mer jaune aux points de triangulation R et III7. Même les ondulations de géoïde ont été déterminées par gravimétrie en 1974 à une hauteur de 7900 m (J.Y Chen et D.S Gun, 1980). La différence de hauteur entre l'ellipsoïde et la géoïde a pu à partir de là être définie à 25,14 m. L'indication de hauteur de la donnée de hauteur chinoise a été déterminée par la construction moyenne des valeurs GPS et des résultats terrestres.

Pour la première fois dans l'histoire, un GPS a été placé en haut du sommet de l'Everest et ses coordonnées de position et hauteur ont été saisies en rapport avec l'ellipsoïde WG84. Dans un même temps, des scientifiques chinois, italiens, népalais, et français ont mesuré et calculé dans les vallées tibétaines et népalaises la hauteur du Mt Everest en utilisant des distancemètres laser et des théodolites.

**Giorgio Poretti**  
**Université de Trieste**



**Résultats des mesures du Mt Everest en 1992**

*(en mètre)*

Hauteur d'ellipsoïde Everest	8823,51 (donnée neige)
Différence ellipsoïde/géoïde	25,14
Hauteur de neige	-2,55
Hauteur de géoïde	<b>8846,10 ±0,35 m au dessus du niveau de la mer</b>



**Le théodolite Leica T3000 et le distancemètre DI3000 dans la vallée du glacier Khumbu (Népal).**



**Comparaison des résultats de mesure à Trieste. De gauche à droite : Giorgio Poretti, Prof. Jun-Yong Chen.**

# Le nouveau Leica GPS System 500

Avec le nouveau GPS System 500, Leica Geosystems pose de nouveaux jalons dans la mesure GPS. Jamais un système de mesure GPS n'a autant pris en considération les souhaits et besoins des utilisateurs. Un seul et même système s'adapte à toutes les applications GPS et sur tous les types de station. Léger, compact et peu gourmand, sa conception robuste et de petite taille offrent un confort maximum sur le terrain. Un guidage utilisateur convivial ainsi que le logiciel de bureau (SKI-Pro) garantissent des résultats rapides et fiables. La dernière innovation dans la technologie de réception, Clear Trak™, permet de mesurer plus rapidement avec une grande précision, et ceci même dans des conditions difficiles.



Le récepteur GPS System 500 de Leica.

Une architecture système ouverte et claire et les standards industriels rendent le système compatible avec d'autres instruments de mesure et facilitent l'équipement et son intégration lors d'applications spéciales, comme par ex. en photogrammétrie ou hydrographie. Ces atouts et son prix alléchant vont rendre la mesure GPS encore plus productive et économique!

## Leica GPS System 500 – une conception modulaire pour toutes les applications

L'utilisateur peut choisir entre 3 petits récepteurs légers : le récepteur mono-fréquence SR510, le récepteur bi-fréquence SR520 et le récepteur tri-fréquence SR530. Les récepteurs peuvent être équipés à l'infini. Après s'être initié à la mesure GPS avec le SR510 bon marché, on peut passer à des travaux de mesure plus élaborés avec le SR520 ou le modèle de pointe SR530. Grâce à leur flexibilité, les nouveaux récepteurs modulables peuvent être utilisés pour tout type de tâches : post-traitement et Temps réel, sur des cannes Rover ou Unipole ou fixés à un sac à dos, ou encore pour des mesures statiques de point fixe avec trépied. On peut également utiliser ces systèmes pour des

mesures cinématiques en fixant le système dans une voiture, un bateau ou un avion.

Le coffret de transport est conçu pour accueillir un grand nombre d'accessoires (même en cas d'équipement maximal) en allant du trépied à la canne en deux parties (2 x 1m).

Le nouveau logiciel GPS Ski-Pro a été développé en accord avec les dernières directives Windows. Il est d'un apprentissage et d'une utilisation faciles et propose un grand nombre d'options fort intéressantes. Ski-Pro couvre aussi bien les exigences liées au Temps réel que celles du post-traitement.

## La technologie performante Clear Trak™

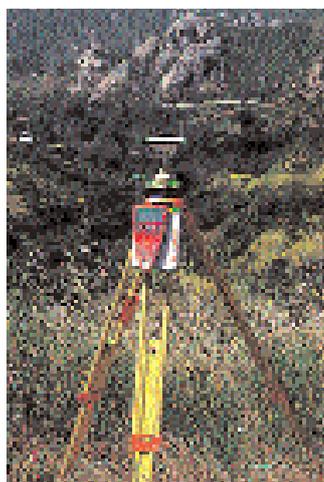
Les récepteurs du System 500 sont dotés de la toute nouvelle puce développée et brevetée par Leica. Cette nouvelle technologie permet de suivre de façon optimale le signal même pour de faibles altitudes et par de mauvaises conditions. On peut atteindre des mesures de code pures dans un domaine de 30 cm par une sous-pression maximale de

l'effet multi path et des signaux brouilleurs. Cette technologie contribue à obtenir une précision de 1-2 cm pour des mesures de code et phase avec un temps d'initialisation des plus courts et une fiabilité record. On résout les problèmes de phase en seulement moins de 30 secondes, avec une fiabilité de 99,9%. L'équipement de base est de 12 canaux sur une ou deux fréquences. Le récepteur permet une vitesse de sortie de 5 Hz (5 mesures complètes par seconde) pour une précision égale de 1 à 2 cm et un âge de donnée de 0,05 seconde. Ceci est particulièrement appréciable lors de l'implantation en Temps réel.

## Avec ou sans terminal

Le capteur peut s'utiliser facilement avec des paramètres prédéfinis via un commutateur, sans terminal. Trois affichages lumineux renseignent sur l'état de la réception satellites, la capacité de charge et sur l'alimentation. Ceci concerne les applications où aucune saisie n'est nécessaire, comme les mesures statiques sur station de référence ou Rover, ou encore pour l'utilisation comme station de référence en Temps réel. Pour configurer, en mode cinématique ou pour la levée de détails (saisie de numéros de points, codes et attributs, etc.), on recommande d'utiliser le terminal TR500. Il dispose d'un grand écran très lisible et d'un clavier alphanumérique complet. Pour minimiser et faciliter l'utilisation, on peut guider le puissant SR530 via le terminal TR500 selon deux modes : le mode standard, adapté aux applications de routine et le mode avancé pour des applications individuelles.

## Rapid-Static avec le System 500



**Rover en Temps réel :**  
**La version UniPole® de la**  
**canne ou la solution sac à dos**

Le travail effectif de la mesure GPS en Temps réel s'exécute sur la station mobile Rover. Pour la configurer, le System 500 offre plusieurs possibilités: la version de canne UniPole et la version sac à dos.

Dans le cas de la version UniPole, on installe tout l'équipement (récepteur, terminal et antenne) sur la canne de 3,8 kg, sans être gêné par un câble. La solution sac à dos se compose d'une canne légère avec antenne GPS et d'un terminal d'un poids minime de 1,6 kg et d'un sac à dos contenant le récepteur GPS et l'alimentation électrique (3,9kg). L'équipement est léger et se transporte longtemps et facilement. Les cannes sont en aluminium ou en fibres de carbone.

**Programmes intégrés et en option**

Grâce au format de sortie ASCII pouvant être librement défini, on peut transférer les données vers d'autres logiciels, sur d'autres ordinateurs. L'équipement standard comprend une série de programmes de mesure topographiques (COGO) permettant par exemple de calculer des surfaces. Avec le SR530 Temps réel, on peut disposer en option d'applications d'implantation spéciales (RoadPlus, Quickslope, DTM). De plus, la puissance et la réserve de capacité du SR530 laissent le champ libre à de futures implantations de programmes.

**Compatible avec les théodolites Leica TPS, le DISTO et les systèmes GPS 200 et 300**

Les accessoires, comme le centrage forcé, les batteries et chargeurs peuvent aussi bien être utilisés lors des mesures GPS et TPS. Pour enregistrer les données, on utilise avec le GPS System 500 les mêmes cartes que les stations totales de la série TPS100/1100, soit les cartes PCMCIA ou les cartes RAM Flash. On utilise également dans les deux cas les mêmes listes de code. Les coordonnées déterminées par GPS peuvent être immédiatement transmises sur le terrain à la station totale (avec ou sans réflecteur). Pour la mesure de points inaccessibles (fonctions COGO), on peut connecter directement le DISTO™ sur une interface du récepteur GPS et transmettre numériquement les distances mesurées. La compatibilité avec les systèmes précédents GPS200/300 est également offerte pour le post-traitement et la mesure en Temps réel. Par exemple, avec une station de référence du system300, on reçoit les caractéristiques de puissance avancées sur le Rover avec un système 500.

**Logiciel de bureau professionnel Ski-Pro**

Le nouveau logiciel SKI-Pro prépare la mesure GPS sur le terrain et traite les données au bureau. Ce nouveau logiciel fonctionne en mode 32 bit sous Windows 95, 98 et NT et offre une assistance complète au bureau : gestion de données et projets ainsi que calcul de données.

Avec sa surface utilisateur aux directives conformes à l'esprit Windows, Ski-Pro est extrêmement facile à apprendre et se montre très



**Mesure cinématique en temps réel avec le SR530.**

convivial. Les composants individuels comprennent la planification, l'importation, la gestion de projet, les systèmes de coordonnées, la comparaison avec la méthode des moindres carrés, la transformation, le traitement, la mise en protocole, la gestion des codes et attributs, l'exportation en fichiers ASCII et les systèmes SIG/CAO. Ski-Pro calcule toutes les données GPS, indépendamment du mode de mesure, et combine les résultats obtenus en Temps réel et en Post-traitement. Ski-Pro est l'extension idéale du nouveau récepteur GPS et complète parfaitement le System 500.

A large photograph of an astronaut in a white spacesuit floating in space, holding a red and white Leica GPS500 receiver. The receiver is labeled 'SYSTEM 500'. The background shows the Earth's horizon and the blackness of space. In the top left corner, there is a small red scale bar with markings at 30, 40, and 50.

## Une nouvelle star dans l'univers du GPS

**GPS System 500 de Leica : la solution totale.** Fruit des dernières avancées technologiques en traitement du signal, le GPS500 de Leica Geosystems repousse les barrières de l'impossible dans l'univers du GPS. Equipé de la toute nouvelle technologie Clear-Trak™, les capteurs de la gamme GPS500 sont encore plus rapides et plus précis, et ce même dans les conditions les plus extrêmes. Au-delà de ses performances inégalées, le GPS500 est aussi le champion toutes catégories des poids plumes. Sa sobriété exemplaire, sa très large autonomie offerte par les cartes PCMCIA associées à sa déroutante simplicité d'utilisation

feront à coup sûr du GPS500 votre meilleur ami. Mais le plus renversant, c'est sa Totale Flexibilité : le GPS500 peut se décliner en différentes versions : Station Itinérante «Tout sur canne» ou avec sac à dos léger, Station pour post-traitement en Statique Rapide. Station de Référence Temps Réel pour la topographie, Station de Référence Géodésique permanente ou capteur de position pour le guidage de machines... tout cela avec un seul et même capteur! Plus qu'une station totale, nous vous proposons aujourd'hui la solution totale!

Europe: Leica Geosystems AG, Heerbrugg (Suisse), Téléphone +41 71 727 31 61, Télécopie +41 71 727 4124  
America: Téléphone +1 770 447 63 61, Télécopie +1 770 447 07 10, US+Canada: 800 367 94 53  
Asie: Téléphone +65 568 98 45, Télécopie +65 561 5646 - [www.leica-geosystems.com](http://www.leica-geosystems.com)

The Leica logo, consisting of the word 'Leica' in a stylized, red, cursive font.

MADE TO MEASURE