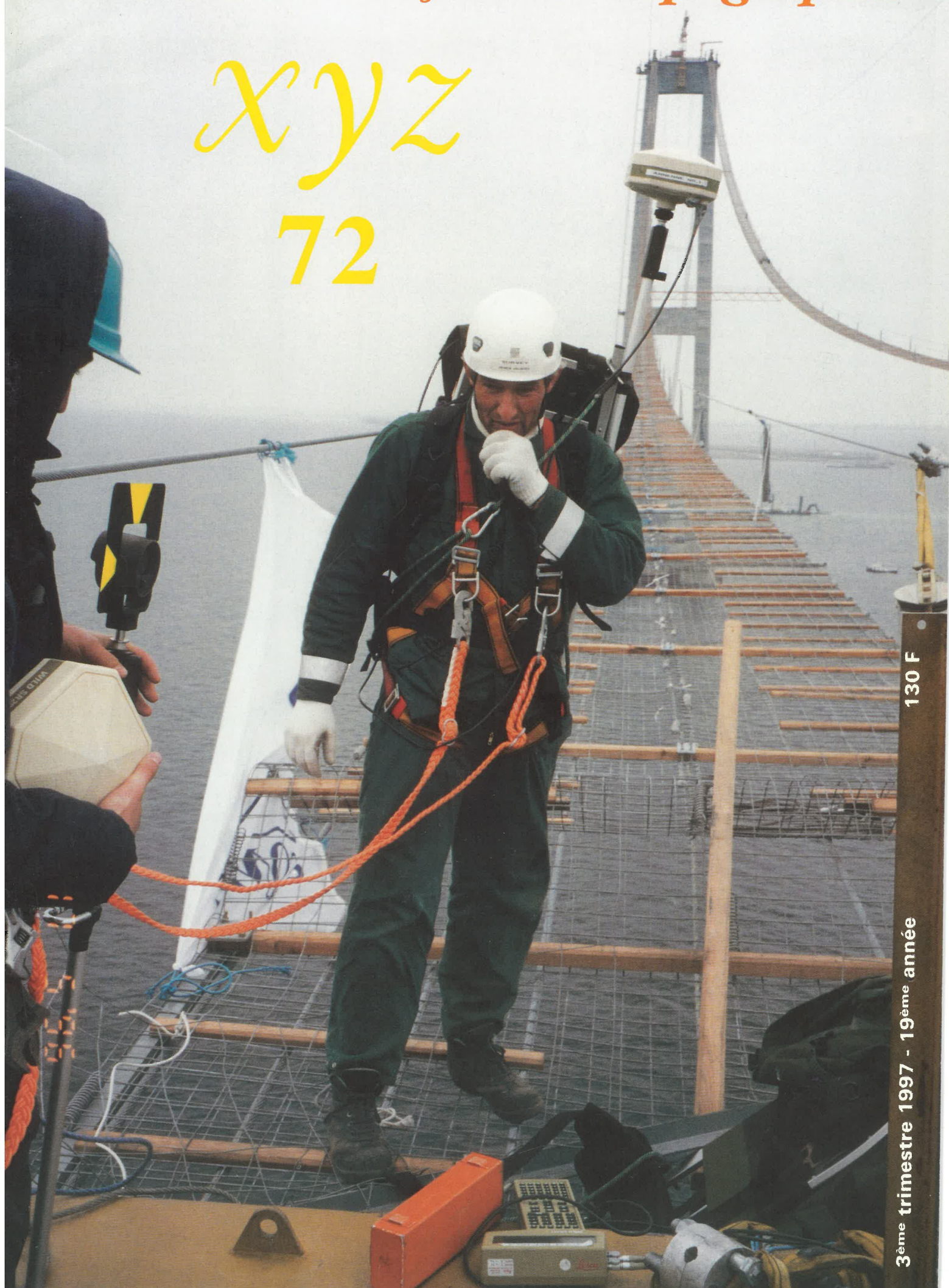


XYZ 72





Topographie suspendue. GPS sur le pont du Storebaelt au Danemark. Voir article page 26.

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION

• André BAILLY

DIRECTEUR DE LA REDACTION ET DE LA PUBLICITE

• Robert CHEVALIER

COMITE DE REDACTION

- André BAILLY - Ingénieur ETP
- Jean BOURGOIN - Ingénieur Général Hydrographe ER
- Robert CHEVALIER - G-Exp. DPLG
- Raymond d'HOLLANDER - Ingénieur Général Géographe-IGN
- Michel SAUTREAU - Directeur Div. honoraire - Cadastre
- Robert VINCENT - Ingénieur ECP

COMITE DE LECTURE

MM. BAILLY, BIENVENU,
COMBES, DUCHER,
FONTAINE, LEVALLOIS,
PUYCOUYOL,
SCHAFFNER, SCHRUMPF,
VINCENT.

MAQUETTE ET MONTAGE

• Jack BIQUAND

CORRECTEUR

• Jean-Marie THIRIET

ABONNEMENTS

• Mme CABANETTES

COMPOSITION

A.C.S.
Rue de la Maladrie
44120 VERTOU (NANTES)

IMPRIMERIE MODERNE USHA

AURILLAC 15001
Tél. 04 71 63 44 60
Fax 04 71 64 09 09

Revue de l'Association Française de Topographie

136 bis, rue de Grenelle
75700 PARIS 07 SP

Tél. : 01 43 98 84 80

Fax : 01 47 53 07 10

PERMANENCE :

10 h - 12 h : **MARDI**
VENREDI

ISSN 0290 - 9057

Trimestriel - le numéro : 130 F.
Abonnement d'un an : France Europe
(voie terrestre) : 480 F.

Etranger (avion, frais compris) : 500 F.
Les règlements payés par chèques
payables sur une banque située hors
de France doivent être majorés de 40 F.
L'AFT n'est pas responsable des opi-
nions émises dans les conférences
qu'elle organise ou les articles qu'elle
publie.

Tous droits de reproduction ou d'adap-
tation strictement réservés.

1997 3^e trimestre

N° 72 SOMMAIRE

- EDITORIAL

- Le topographiquement correct
par Robert VINCENT 5

- INFO-TOPO

- L'actualité topographique du trimestre - Informations 7

- DANS LA PROFESSION

- Levers de profils en travers sur le canal à grand gabarit
du Nord-Pas-de-Calais : la solution GPS
par François MOREL 19
- Pont du Storebaelt (DK) : Montage du tablier suspendu
par Nicolas BRISSET et Jean-Philippe RODRIGUES 26
- Grand rocher au zoo de Paris : l'expérience d'une réhabilitation
par Bruno VENANT et Olivier DELCOURT 32
- Activités internationales : FIG - 64^e Comité Permanent
et Symposium international (Singapour - mai 97)
par Michel MAYOUD 36
- FIEF : Fédération Internationale pour les Etudes Foncières 38
- Elections à l'OGE 39
- Le Géodimeter a 50 ans
par J.-R. SMITH 40
- The school of military survey commémore Bomford
par Jean-Jacques LEVALLOIS 42
- La page de Géomètres Sans Frontières : Laos - mission Forescapade 44
- L'espace du passé : Sorèze en 1459 46

- SIG

- SIG et détection archéologique
par B. CHAZALY et M. DABAS 47
- Résultats des Etudes sur l'information géographique en Europe
par Martin LITTLEJOHN 52

- GPS

- Le GPS dans le monde du génie civil et de la construction
par Eric LOGEAS 55
- L'aérottriangulation appuyée sur des mesures GPS faites en vol à bord
de l'avion : le traitement des mesures
par Claude MILLION 58

- SCIENCES - TECHNIQUES

- ORPHEE - Etude de lignes électriques HT et THT et environnement
par Jean-Marc AZEMA 64
- Méthodes de mesures et d'implantation des tunnels dans l'antiquité
par Konrad PETERS 68
- L'intersection 3D
par Claude MILLION 72

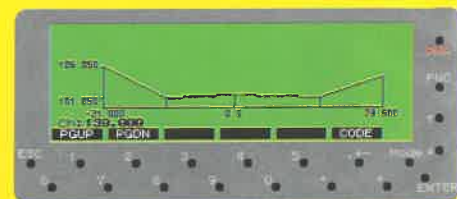
- L'ART - LES LIVRES

- par Jack BIQUAND 74

- Encarté

- Lexique topographique : réédition revue et augmentée du chapitre 5 :
Canevas
- Sciences géographiques, connaissance du monde et conception de l'univers
dans l'antiquité : chapitre 17 (2^e partie), par Raymond d'HOLLANDER

Faisons la route ensemble

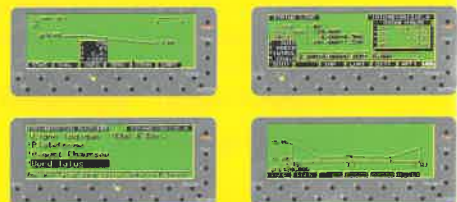


Projet routier FM 700

Avec le projet routier FM 700, logiciel embarqué pour station totale KHEOPS, donnez à vos outils de mesure, leur efficacité maximale.

Fonction logiciel :

Logiciel positionnant en dynamique par rapport au projet routier, toute information relevée à la station. Affichage instantané de chainage, décalage, déport et deltas pour toute opération d'implantation ou de contrôle.



Topographique :

- Lever topographique intégralement codé
- Station libre
- Relèvement multiple
- Calcul et compensation de polygonale
- Sortie directe de lever codé en DXF

Projet Routier :

- Définition d'axe en plan, profil en long, profil en travers
- Implantation et contrôle d'axe, de bords chaussée, de potences, de plate-forme, d'entrée en terre
- Fichier Assurance Qualité

La Topographie
c'est aussi
notre métier

Nikon

NIKON FRANCE S.A.
191, rue du Marché Rollay
94 504 Champigny-sur-Marne
Cedex
Téléphone : 01 45 16 46 60
Télécopie : 01 45 16 00 33

Le topographiquement correct

Dans ce dernier quart du XX^e siècle, l'évolution des instruments topographiques, leur automatisation, l'apparition d'équipements basés sur de nouveaux concepts, la saisie et le traitement informatique des mesures faites sur le terrain, jusqu'à leur traduction en dessin cartographique assisté par ordinateur, tout cela a été mené à un tel rythme, que certains pourraient croire que bientôt, la topographie ne sera guère plus difficile à mettre en œuvre que la photographie, d'amateur bien sûr. Appuyez sur un bouton, et vous obtiendrez un plan !

C'est en tout cas ainsi que notre profession risque d'être perçue par ceux qui n'en sont pas, mais qui croient en savoir assez pour en parler. Bien évidemment, il suffit d'ouvrir notre revue pour se rendre compte que la technique est restée aussi complexe que dans les temps passés, sinon plus, et que simplement l'innovation, si elle a incontestablement allégé la peine des hommes sur le terrain et augmenté leur productivité, n'a fait que déplacer les centres du nécessaire savoir, en les élevant et non en les banalisant. Il suffit de constater la hausse continue du niveau de la topographie dans ceux des établissements scolaires qui l'enseignent et dans les grandes écoles spécialisées, pour s'en convaincre.

Au contraire d'autres sciences, comme la géologie ou la météorologie par exemple, dont certains résultats annoncés ne traduisent que des probabilités plus ou moins fortes, la topographie, en regard, fait figure de science exacte. Elle n'a pas droit à l'erreur ou même à l'approximation. Le paradoxal est que les premières tirent incontestablement de leurs imprécisions, une certaine aura. D'aucuns aimeraient en voir retomber une semblable sur notre profession.

OUI, la topographie est une science exacte, pratiquée par des hommes de compétence. C'est peut-être le rôle de chacun d'entre nous, que d'envoyer à nos interlocuteurs, en toute occasion, un message dans ce sens.

Robert VINCENT
Président honoraire de l'AFT

L'innovation dans la mesure!

DISTO™basic



- Rapide
- Sans contact
- Précision du point
- Avec la précision laser de 0,3 m à 100 m
- Calcul de surfaces et de volumes
- Une seule personne nécessaire pour la mesure
- Gain de temps et d'argent considérable

Avec le nouveau laser-mètre DISTO basic

La nouvelle dimension dans le monde de la mesure.

Demandez de la documentation auprès de nos représentants.

Leica SARL - Division LSG - 86, avenue du 18-Juin-1940 - 92563 Rueil-Malmaison Cedex
Tél. : 01 47 32 85 85 - Fax : 01 47 32 85 95

Leica

*Choisissez les atouts de votre
ouverture technologique
pour le second semestre
1997 !*

**SYSTÈMES DE RÉFÉRENCE
ET DE COORDONNÉES**
DU 17 AU 19 NOVEMBRE
5 500 F
Maîtriser les concepts servant à la
définition des coordonnées
Utiliser un logiciel de
transformation de coordonnées

**PRATIQUE DE
L'ESTIMATION STATISTIQUE
EN GÉODÉSIE ET
TOPOMÉTRIE**
DU 20 AU 21 NOVEMBRE
3 400 F
Maîtriser les concepts fondamentaux
des estimations statistiques et
particulièrement des estimations par
moindres carrés
Utiliser un logiciel d'estimation par
moindres carrés appliqué au
domaine de la géodésie et de la
topométrie

**SIG
MISE EN PLACE
D'UN PROJET**
DU 6 AU 10 OCTOBRE
9 800 F
Maîtriser l'ensemble des
concepts associés aux SIG
Définir les besoins d'après
un cahier des charges

**PRATIQUE DU GPS
EN GÉODÉSIE ET
TOPOMÉTRIE**
DU 22 AU 26 SEPTEMBRE
9 200 F
Connaître les notions fondamentales du GPS
Mener à bien l'ensemble des opérations : de la
planification des observations à la
compensation de réseaux



**ÉCOLE NATIONALE DES
SCIENCES GÉOGRAPHIQUES**
Centre de Formation Permanente

Cité Descartes - Champs-sur-Marne
77455 Marne-la-Vallée Cedex 2
Tél : (33) 1 64 15 31 20 - Fax : (33) 1 64 15 31 27
E Mail : Cfp@ensg.ign.fr

*Demandez
notre catalogue
de formation permanente*

INFO TOPO

actualités
bloc-notes
flashes

Info-Topo est un choix d'informations émanant du comité de rédaction. Il fait l'objet d'un examen critique et la publication des textes sur les produits, les services et les événements de la profession ne présente aucun caractère publicitaire.

Géotronics : le Géodimeter 608 M

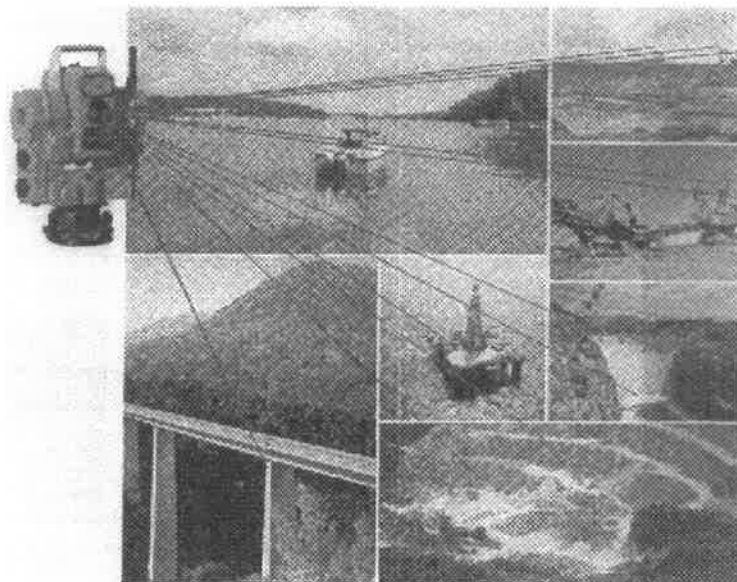


Une nouvelle station totale mécanique. Comme pour toutes les autres stations totales de GEOTRONICS, il est possible de choisir un clavier programmable numérique ou alphanumérique. Les deux modèles de claviers sont détachables et ont une capacité suffisante pour stocker tous les progiciels. Ils peuvent aussi fonctionner comme unités séparées pour la transmission de données entre la station totale et l'ordinateur et pour la programmation, l'édition et la vérification des données de terrain. Équiper chaque brigade de topographes avec leurs propres claviers permet d'accélérer la rotation des brigades et le transfert de données. Le Geodimeter 608M est basé sur le même concept d'évolution et partage les mêmes fonctions que les autres instruments de la série 600. Tous les programmes sont disponibles en options, ce qui inclut toutes les applications de topographie avancée à l'implantation sophistiquée par exemple Roadline 3D pour les projets routiers. L'instrument a une précision angulaire

de 1,5 mgr, une précision en distance de $\pm (3 \text{ mm} + 3 \text{ ppm})$, une portée avec un prisme de 1 200 m en standard.

La plupart des options disponibles pour les Geodimeter 610M-640M sont aussi disponibles pour ces nouvelles stations totales mécaniques. L'instrument est préparé pour la Topographie Intégrée, c'est-à-dire qu'en ajoutant un lecteur de carte, les données peuvent être transférées via une carte PCMCIA vers les systèmes de topographie GPS de GEOTRONICS.

Géotronics : Geodimeter® ATS-PT



Le Geodimeter® ATS-PT (Automatic Tracking System for Positioning Tracking) est une nouvelle station totale automatisée dotée des fonctions Autolock™ et Robotique pour le positionnement en temps réel de véhicules et de bateaux. Sa grande vitesse de transmission de



**Niveaux digitaux DiNi®, stations totales Elta® et Rec Elta®, GPS GePoS® de Carl Zeiss
pour vous fournir en instruments de topographie, accessoires et service après-vente,
contacter les distributeurs de votre région**

PARIS IDF

ACTION TOPO - 15, rue du Camp - 95170 Deuil-la-Barre
M. TRAN - Tél. : 01 39 84 17 08 - Fax : 01 34 17 98 03
ETS P. CHAUSSET - 10, rue Louis-Marchandise - 94400 Vitry-sur-Seine
M. Pierre CHAUSSET - Tél. : 01 46 81 17 04 - Fax : 01 46 82 53 22
EUROTOPO - 40 bis, rue P. Brossolette - 78500 Sartrouville
M. I. GLOCKNER - Tél. : 01 39 14 39 11 - Fax : 01 39 14 39 86

NORD

COUDERE - Manitobalaan 7 - 8200 Saint-Andries-Brugge
M. Michel COUDERE - Tél. : 00 32 50 38 98 14 - Fax : 00 32 50 38 31 05
NORD TOPO INSTRUMENTS - 66, rue du Château-d'Eau - 62138 Douvrin
M. Christian FORMANT - Tél. : 03 21 79 94 63 - Fax : 03 21 37 37 80

NORD-EST

ALPHA MICRO - 37, rue Principale L 8838 Wahl (Grand Duché de Luxembourg)
M. Bernard HUON - Tél. : 00 352 88 90 70 - Fax : 00 352 88 93 88

EST

GESSWEIN - Leopoldstrasse 37 76133 Karlsruhe Germany
Tél. : 00 49 72 12 73 27 - Fax : 00 49 72 12 89 86 contact à Strasbourg : M. SPECHT - Tél. : 03 88 64 08 26 (+ SAV)
SDMO QUINIOU - 53, Grand'Rue - 67502 Haguenau
M. Alain QUINIOU - Tél. : 03 88 93 82 96 - Fax : 03 88 93 15 18

OUEST CENTRE

SARL B. COLLINET - 224, avenue du Saint-Laurent-Parc "Haute Technologie" Atlantis - 44811 Saint-Herblain Cedex
M. Bertrand COLLINET - Tél. : 02 40 92 04 51 - Fax : 02 40 92 05 38

RHONE-ALPES

ARTOPO - 36, rue Chevreul - 69007 Lyon
M. Carlos DOS REIS - Tél. : 04 72 71 72 32 - Fax : 04 72 76 90 84
INBC SYSTEMES - 36, rue Chevreul - 69007 Lyon
MM. Pascal BUTZBACH et Jean-François COUPET - Tél. : 04 72 73 14 28 - Fax : 04 72 73 22 08
STTL (SAV) - 1, place Pasteur - 69700 Givors
MM. César BUSSACHINI et Guy VERICEL - Tél. : 04 72 49 05 01 - Fax : 04 72 49 05 04

SUD

FABRE MESURELEC - 48, rue de la République - BP 2489 - 13217 Marseille Cedex
Mlle FERRANDIS - Tél. : 04 91 14 31 45 - Fax : 04 91 90 02 34

SUD-OUEST

GIMAT (SAV) - 286, avenue de Grande-Bretagne - 31300 Toulouse
M. Roland GIMOND - Tél. : 05 61 49 16 16 - Fax : 05 61 49 24 84
METODICA DIFFUSION EQUIPEMENT - Route de Toulouse - 32500 Brugnens
M. André MASTROIANNAKIS - Tél. : 05 62 64 05 24 - Fax : 05 62 64 05 24

Vous souhaitez d'autres renseignements ?

Contacter Carl Zeiss - Division Géodésie - M. CABANEL - Tél. : 01 34 80 20 00 - Fax : 01 34 80 20 01

...pour aller de l'avant

données (5Hz) permet une grande précision dans le suivi d'objets en mouvement à une vitesse allant jusqu'à 4 m/s. Les applications sont variées : cartographie des fonds marins, dragage, construction, industrie pétrolière mines, etc.

C'est un système topographique multi-applications développé pour la surveillance de sites, le positionnement des machines et la topographie terrestre. Pour l'auscultation lors de surveillances de sites, l'instrument est connecté à un ordinateur. Il peut être facilement programmé pour suivre automatiquement la position de prismes montés sur une paroi d'une mine à ciel ouvert à une distance qui peut aller jusqu'à 3 200 m. Les angles et les distances peuvent être mesurés et stockés sans l'intervention d'un opérateur. Le système peut être programmé pour donner un signal d'avertissement si l'un des résultats des mesures dépassait la limite prédéfinie. L'instrument peut aussi être contrôlé grâce à une liaison radio. Il est possible d'avoir l'ordinateur de contrôle dans un bureau ou sur une machine. Pour le positionnement de la machine, l'instrument peut être contrôlé pour viser vers la machine et suivre tous ses mouvements. Si une direction et/ou un angle sur la machine est nécessaire, l'instrument peut mesurer sur un ou plusieurs prismes pour calculer l'information complémentaire. L'application typique pour l'ATS-PM est l'auscultation de sécurité, par exemple, talus dans les mines à ciel ouvert, zones à risques de glissements de terrain, auscultation de barrages, de ponts et autres structures bâties.

(Geotronics - ZA de Courtabœuf - BP 28 2 av. de Scandinavie - 91941 Les Ulis Cedex - Tél. 01 69 18 63 63 - fax. 01 69 18 63 60. Internet : [http://www/Geotronics.se](http://www.Geotronics.se))

L'enregistrement de la profondeur et de la mesure du courant d'une ligne est devenu une exigence commune, spécialement en tant que partie d'une procédure de contrôle de pose d'une nouvelle ligne ou du contrôle de revêtement des canalisations sous protection cathodique.

Un logiciel a été imaginé pour la saisie et la gestion de données afin de permettre aux informations venant du récepteur d'être stockées, présentées sous forme de tableaux et affichées sous forme de graphiques.

Ces données enregistrées peuvent permettre de positionner des réseaux sur fond de plan inclus dans les S.I.G.

DATA-marqueurs

Le data-marqueur peut être programmé pour contenir des informations telles que :

- > Profondeur du câble
- > Coordination GPS
- > Anomalies locales...

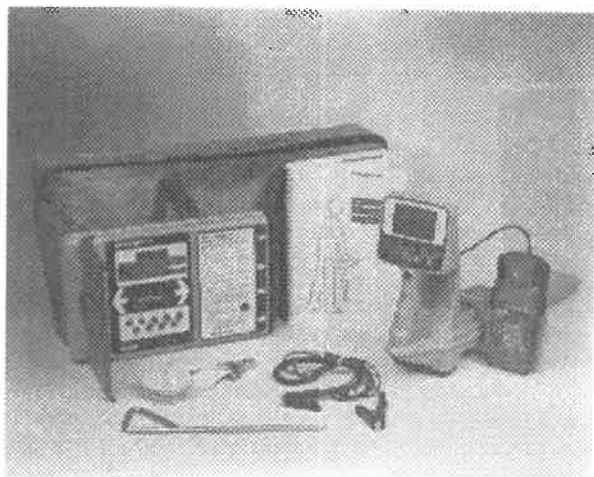
Il ne nécessite aucune pile et peut stocker des données jusqu'à 10 ans.

Sa taille approximative est de 15 cm x 1 cm, il peut être enterré jusqu'à 1 m au-dessus de la ligne sur laquelle il est en rapport.

Ce système donne ainsi l'opportunité de créer un réseau de marqueurs enterrés dans des lieux stratégiques. L'enregistrement de données dans chaque marqueur permet une identification permanente du site créant ainsi une base de données géographique.

(Radiodétection - 13 Grand'Rue - 76220 Neuf Marché - tél. 02 32 89 93 60 - fax. 02 35 90 95 58)

Radiodétection



RD 432 PDL-DATA : Acquisition et transfert de données.

Traditionnellement, les informations de localisation sont enregistrées manuellement immédiatement après chaque pointage, détection ou mesure de profondeur. Il n'est pas seulement laborieux de transférer des données écrites sur une carte ou sur informatique mais cela peut entraîner des erreurs humaines.

Un logiciel informatique adapté aux récepteurs Radiodétection pour enregistrer les informations requises est désormais possible.

MicroStation GeoGraphics au WEB

MicroStation GeoGraphics, produit « Bentley » intègre un navigateur WEB grâce à un ensemble de fonctionnalités Internet. Les utilisateurs peuvent facilement accéder aux données de Géoingénierie d'un site WEB, publier leurs propres données et créer des liens entre des caractéristiques et des pages Internet.

MicroStation GeoGraphics est une application réunissant à la fois les technologies de CAO et de SIG au sein d'un même environnement. Son ouverture au WEB permet désormais aux chefs de projets de centraliser les informations en créant des pages d'accueil destinées à leurs projets de SIG. En utilisant de simples navigateurs, les utilisateurs peuvent accéder à tous types d'informations d'études via le WEB.

Parallèlement la société annonce une série de nouveaux outils SIG : *GeoExchange* qui permettra aux utilisateurs d'échanger d'autres formats de SIG standards à partir de MicroStation GeoGraphics. Cet outil traitera des fichiers de type SDTS, VPF/Digest, SAIF, ainsi que les formats de fichiers natifs utilisés par ArcInfo, MapInfo et Autodesk. (aucune conversion n'est nécessaire entre MicroStation GeoGraphics et MGE d'Integrat), et *GeoCoordinator* issu d'une collaboration technologique entre Bentley et Mizar Systems Ltd.

Ce gestionnaire de fonctions de projection cartographique facilite la définition des coordonnées géographiques sur les cartes électroniques ainsi que la conversion d'un système vers un autre. Il est déjà en bêta test sur plusieurs sites utilisateurs.

Il comporte un large éventail de **systèmes de coordonnées standards**, incluant les **définitions des ellipsoïdes personnalisés** et des **données géodésiques**. Une interface de programmation puissante permet aux utilisateurs de personnaliser les fonctions de projection et aux développeurs de les intégrer dans leurs applicatifs.

(Bentley Systems - <http://www.bentley.com/>.
CNIT - BP 424 - 92053 Paris-La Défense - tél. 01 46 92 40 92 - fax. 01 46 92 40 93)

Système photogrammétrique et traitement d'images

Phodis, de Carl Zeiss, présenté à la Gotechnica de Cologne s'avère performant particulièrement dans le domaine de l'aérottriangulation. La préparation et la mesure d'un ensemble complet d'aérovues sont exécutées en effet intégralement par voie informatique, sans l'intervention de l'opérateur. Le processus se déroule ainsi bien plus rapidement et les sources d'erreurs sont pratiquement exclues. On obtient pour résultats les orientations externes, cest à dire les positions de prise de vue et les inclinaisons de toutes les photos, nécessaires pour la restitution stéréoscopique consécutive.

La restitution à l'aide du stéréorestituteur numérique PHODIS ST peut être exécutée ensuite par différents systèmes d'informations cartographiques. Une nouveauté présentée à ce sujet est la connexion de PHODIS ST au système d'informations cartographiques ALK-GIAP® qui permet de transférer directement les données 3D, c'est à dire la position et l'altitude, dans le système ALK-GIAP® lors de la restitution stéréoscopique. Les atouts de cette liaison consistent à pouvoir superposer des données vectorielles existantes ou nouvelles au stéréomodèle et à pouvoir introduire directement les données du stéréomodèle dans le système ALK-GIAP®. Il est possible ainsi d'actualiser de manière plus rapide et plus simple des stocks de données géographiques de base, des données ALK et ATKINS ou des plans de ville de base.

Signalons par ailleurs que l'IGN a passé commande à la firme Carl Zeiss de 5 nouvelles chambres aérophotométriques RMK TOP pour un volume de 2,5 millions de deutschmarks, pour être livrées d'ici à 1999.

(tél. 01 34 80 20 00 - Fax. 01 34 80 20 01)

ERSI et Microsoft, partenaires

ESRI et Microsoft-corporation annoncent la décision d'une collaboration étroite dont l'objectif est d'apporter des fonctionnalités de gestion, de visualisation et d'analyse des données spatiales aux utilisateurs des Systèmes de Gestion de Bases de Données (SGBD) de Microsoft. Le premier projet consiste à développer une version du moteur de base de données spatiales SDE (Spatial Database Engine) d'ESRI basée sur Microsoft SQL Server.

Ce produit sera disponible dès cet automne et représentera la nouvelle évolution du logiciel SDE d'ESRI pour les utilisateurs souhaitant ajouter une dimension spatiale à leurs bases de données d'entreprise.

SDE utilise Microsoft SQL Server comme SGBD sous-jacent et la technologie OLE DB de Microsoft pour intégrer des informations géographiques à des données relationnelles. Ces différentes technologies coopèrent pour apporter aux utilisateurs des fonctionnalités améliorées et très rapides de gestion des données spatiales.

(ESRI - France - 21 rue des Capucins - Meudon 92190
tél. 01 46 23 60 60 - fax. 01 45 07 05 60)

InRoads Version 7.0 chez Intergraph

Cette nouvelle version de la suite de génie civil InRoads (comprenant InXpress, SiteWorks et CogoWorks) pour Windows NT et Windows 95, intègre de nouveaux outils de conception.

InRoads est disponible pour Windows, MS-DOS et UNIX. Conjuguant la puissance des outils analytiques et de modélisation numérique de terrain avec des graphiques 3D, il constitue de fait la solution de conception de site et d'infrastructure de transport la plus complète et la plus évoluée du marché. L'utilisateur peut placer des composants d'alignement individuels, comme par exemple des tangentes, des courbes circulaires et des spirales, avec différentes possibilités d'agencement (fixe, flottant, libre). Les éléments se mettent en place de façon dynamique, permettant ainsi à l'utilisateur de visualiser l'alignement en cours de traitement. Des outils d'analyse de surface peuvent être utilisés pour examiner les conditions existantes de la chaussée. Les utilisateurs peuvent ainsi obtenir des résultats optimaux, sur le plan de la géométrie de la chaussée et des alignements horizontaux et verticaux, en se fondant sur des données pratiques.

Toute la puissance du logiciel tient à son intégration des alignements interactifs avec la modélisation numérique de terrain en 3D. Les modèles d'**InRoads** peuvent être achetés séparément : **CogoWork** est commercialisé à 7 000 FF, **SiteWorks** à 21 250 FF, **InXpress** à 34 000 FF et **InRoads** à 59 500 FF.

D'autre part la société **Intergraph Software Solutions (ISS)**, annonce que **GeoMedia**, son tout nouveau logiciel de SIG, supporte l'Option de Données Spatiales (Spatial Data Option) d'Oracle, via un serveur de données OLE (Objet Linking and Embedding). **GeoMedia** est disponible depuis le mois de mai 1997.

L'Option de Données Spatiales offre les mêmes fonctionnalités qu'une base de données relationnelles, sans nécessiter de middleware. Elle permet de stocker, de gérer et d'administrer d'importants volumes de données spatiales et de données d'attribut, via Universel Server d'Oracle. **GeoMedia**, quant à lui, fait office d'interface frontale d'analyse et de présentation, permettant ainsi d'accéder directement aux fonctionnalités de l'Option de Données Spatiales. Depuis le début de l'année 1996, Oracle et **Intergraph** travaillent en étroite collaboration au centre Oracle Spatial Solutions, en vue de définir et de développer ces solutions.

Enfin la société annonce la disponibilité de **MGE Geographic Office**. Spécifiquement conçu pour les utilisateurs débutants de Systèmes d'Informations Géographiques (SIG), ce logiciel intègre non seulement des fonctionnalités d'acquisition et de gestion de données élémentaires, mais également des outils d'analyse indispensables.

Par ailleurs, **MGE Geographic Office** permet une intégration optimale des données vectorielles et raster et offre des outils de base pour afficher et manipuler l'information raster. Il comprend également **VistaMap**, un outil de visualisation gratuit et facile d'emploi, permettant aux utilisateurs débutants de visualiser et de consulter des données stockées dans un data warehouse d'entreprise.

MGE Geographic Office est une solution de gestion de données géographiques, efficace, fonctionnelle et immédiatement opérationnelle, à moindre coût. En outre, cette suite fonctionnant en toute transparence avec tous les autres modules **MGE**, toute entreprise peut l'adopter, dans un premier temps, puis y intégrer les fonctionnalités plus sophistiquées de **Mapping Office** ou de **GIS Office**, en fonction de l'évolution de ses besoins en matière de SIG.

Commercialité au prix de 12 710 FF, le logiciel **MGE Geographic Office** est compatible avec Windows NT et Windows 95 de Microsoft.

(Intergraph - France - 95-101 rue des Soleils - SILIC 578 94653 Rungis Cedex)

La topographie à BATIMAT 97 - oct.

Porte de Versailles, BATIMAT 97 verra parmi les exposants les matériels de topographie. Ils se situeront dans l'espace « Matériel » et dans le hall 5 du salon. Notons entre autre : Eurotopo, Leica, Nestlé et Fischer, Nestlé Gottlieb, Pentax-France, Quadriga, Sokkia, Soppec, Spectra-Physics, Topcon, Zeiss, etc.

AFT et EATP : colloque national en octobre

Sur le thème : « lasers, stations totales, satellites et leurs applications de génie civil », l'AFT et l'École d'Application des Travaux Publics d'Egletons organisent dans cette ville un colloque national le 10 octobre 97.

Placée sous le haut patronage de monsieur Jacques Chirac Président de la République, cette journée réunira : Entreprises de Génie civil et de BTP, Géomètres Experts, membres de l'AFT, grandes Administrations (IGN, Cadastre, SNCF, RATP, Équipement, Services Techniques) Enseignants et Étudiants.

Les grandes firmes constructeurs d'instruments et de systèmes informatiques seront présentes sur les stands de l'exposition qui leur sera consacrée et qui se tiendra conjointement à ce colloque.

Des conférences sur le thème animeront cette journée de 9 h 30 à 18 heures.

Les exposants pourront présenter leurs nouveaux matériels lors des *mini-conférences prévues à leur intention*.

Le pont : changement d'adresse

Depuis le 16 juin le Pont-équipements a regroupé ses agences de la région parisienne (Fontenay, 94 et Montesson, 78) dans de nouveaux locaux au Mesnil-le-Roi,

sur 3 000 m². La société a également opté pour Numéris et créé un réseau avec son agence et centre logistique de Chasse-sur-Rhône.

Le Mesnil-le-Roi : 21 bould Littre - 78600 - tél. 01 34 93 35 00 - fax. 01 34 93 35 09

Chasse-sur-Rhône : 04 72 49 26 40 fax. 04 72 49 26 46

W W W.alsoft. fr

Alsoft, société de conception et de développement de SIG sur plates-formes PC et Machintosh, propose gratuitement GeoXplorer, l'ActiveX de GéoConcept sur son site Internet.

Ce composant ActiveX apporte 3 bénéfices : la possibilité de développer des applications de visualisation de données gratuitement ; des liens dynamiques avec n'importe quel applicatif bureautique ; et une comptabilité complète avec les fonctions du kit de développement GEO CONCEPT.

Avec GeoXplorer, destiné aussi bien aux utilisateurs d'applications Windows qu'aux utilisateurs et développeurs de GEO CONCEPT, Alsoft intègre la technologie ActiveX dans son SIG GEO CONCEPT et ses outils de développement associés, et affirme sa technologie comme plate-forme innovante d'intégration de la dimension géographique dans les applications décisionnelles et bureautiques.

(Alsoft - 62 rue Jeanne d'Arc - 75013 Paris - tél. 01 44 06 53 01 - fax. 01 44 06 53 55)

Dynamic Duo : une approche cartographique en 3D

Proposé par A.D.D.E., Dynamic-Duo, l'association de « Mona », fichier européen de relevés d'altitude, et de « Vertical Mapper™ » le logiciel de modélisation 3D pour MapInfo Professional™.

Une nouvelle approche carto en 3 D pour :

- analyser l'impact de la construction d'une route,
- étudier le meilleur emplacement pour une décharge,
- simuler l'implantation d'une antenne radio,
- détecter des bassins de concentration,
- visualiser des pics de consommation, etc.

(A.D.D.E. 17 rue Louise Michel - BP 29 92301 Levallois-Perret Cedex - tél. 01 41 05 37 05 - fax. 01 47 58 76 46)

Repro-Expo 1997 : nouveautés OCE-France

En septembre, parc des expositions de la Porte de Versailles, dans le Hall 1, OCE-France présente ses nouveautés.

Notons entre autre : Océ 5350, une solution couleur grand format destinée à l'industrie de l'imagerie et des arts graphiques - Le copieur multifonctions Océ 3121 qui complète la gamme numérique de la société - Le copieur bas volume Océ 3018, le dernier né - Le copieur numérique connectable haute vitesse Océ 3165 (62 copies-minute, formats A3/A5) sur le marché des copieurs monochromes.

(OCE-France - 32 av. du Pavé-Neuf - 93882 Noisy le Grd
Cedex - tél. 01 45 92 50 00 - fax. 01 43 05 12 15)

Une journée AFT/PACA

Le 2 juin dernier, l'AFT région PACA organisait une visite du CEA de Cadarache à St Paul les Durance.

Étaient présents : Mr, Mme Sicot, MM. Puycouyol, Michot, Monget, Campredon, Degand, Terrier, Fernandez, Dommanget, Poussard, Bourgavel, Rousseau, Brion, Jaubert et le bureau régional avec son trésorier F. Renault et son président P. Cecchinel.

Ils furent accueillis au centre de conférence de Cadarache par MM. Balac et Descamps pour visiter le site qui s'étend sur 1 625 ha, assister à la projection d'un film sur les activités actuelles et visiter TORE SUPRA (fusion thermonucléaire contrôlée).

Centenaire du marégraphe de Marseille

« Le niveau de la mer a 100 ans ».

En 1883, le « Comité général de la France » choisit Marseille plutôt qu'un autre site sur la France pour y installer un marégraphe qui servira de repère international, la Méditerranée présentant de faibles amplitudes de marées.

La pièce qui symbolise ce marégraphe est un rivet de bronze dont la calotte est constituée d'un alliage extrêmement résistant de platine et d'irridium qui a été enchaîné dans une plaque de granit scellé dans les rochers à une cote de 1,68 mètre au-dessus du niveau moyen de la mer.

Ce marégraphe flotteur va servir aux savants pendant douze années (1885-1897) à définir un niveau moyen de la mer et fixer ainsi le point zéro ou repère fondamental du nivellement général de la France (NGF).

Depuis 1897, le marégraphe continue de suivre avec précision les oscillations de la mer.

En 55 ans, l'IGN a implanté sur le territoire 400 000 repères de nivellement (RN), ces médaillons scellés dans la pierre symbolisent des altitudes en France calculés au millimètre près à partir du « point zéro ».

Plus de 20 000 d'entre eux ont ainsi été fixés sur les églises, 12 000 sur les mairies, 3 000 sur des murs de cimetières, 204 sur les temples, 5 sur des maternités et 1 sur la mosquée de Graulhet (Tarn).

Le repère de nivellement le plus haut est celui du col de Jandri (Isère) à 3 287,322 mètres tandis que le plus bas est celui de l'échelle des marées de l'embarcadere de l'Île de Ré à La Rochelle à moins 8,449 mètres.

Cent ans après son entrée en service le « point zéro » est toujours visité chaque semaine par un géomètre de l'IGN qui vient remonter son mécanisme. D'ici la fin de l'année l'IGN remplacera l'auguste instrument par un outil plus perfectionné dont les données seront étudiées en liaison avec celles du satellite TOPEX POSEIDON par le CNES.

Robert Vincent traitera de ce sujet dans un article de notre prochain numéro.

CalComp : innovation dans l'impression grand format

Dans la technologie d'impression à jet d'encre, fruit de la coopération entre CalComp et Topaz Technologies, une nouvelle née « baptisée CrystalJET™ combine les meilleures caractéristiques de l'impression en continu et à la demande. Basée sur une forme évoluée de la technique piezo électrique, plusieurs avancées majeures (en cours de dépôt de brevets) en font aujourd'hui un système unique en son genre, en particulier par les têtes piezo longue durée, la possibilité d'utiliser toutes les encres, et une résolution programmable.

Conçue pour le marché de l'impression couleur grand format, elle se démarque par rapport aux systèmes d'impression à jet d'encre classiques.

(CalComp France - 205 av. G. Clémenceau - 92024 Nanterre - tél. 01 47 29 55 00 - fax. 01 47 29 13 72)

Solution SIG pour Électricité de Strasbourg

Le projet concerne la constitution d'une cartographie très détaillée de toutes les installations aériennes et enterrées pour les réseaux électriques, les réseaux d'éclairage public et les réseaux câblés de télédistribution et de télécommunication. Des applications sont prévues pour une quarantaine d'utilisateurs répartis sur 5 sites interconnectés. Elles vont permettre de gérer le patrimoine réseau, d'assurer un contrôle en temps réel des installations et de produire de multiples plans au départ d'une cartographie continue couvrant l'ensemble des infrastructures.

Un appel d'offres à caractère mondial a mis en concurrence tous les spécialistes des solutions S.I.G. dans le cadre d'un test de performance révélateur des ambitions d'Électricité de Strasbourg de mettre en place un système innovateur.

STAR INFORMATIC a proposé une solution basée sur le S.I.G. professionnel STAR CARTO, destiné à des postes de travail d'un test sous WINDOWS NT et UNIX ainsi sur plusieurs applications client/serveur conçues avec le logiciel de consultation et d'analyse STAR Viewer.

La disponibilité, dans la gamme STAR, d'applicatifs spécialisés pour l'aide à la conception de réseaux de télé-distribution et à la saisie d'installations électriques a certainement contribué à la sélection de STAR INFORMATIC.

(Star Informatic - Le Ponant II - 21 rue Leblanc F. 75513 Paris Cedex 15 - tél. 01 40 60 11 11 - fax. 01 40 60 11 66)

Les « mieux » de Leica

- Trois nouveaux programmes pour le GPS temps réel au sein de la nouvelle version 3,50 du logiciel RT-SKI, répondant à des applications spécifiques (implantation et contrôle de tracé, entrées en terre, implantation et contrôle à partir de MNT.)

Ces trois programmes s'utilisent avec les capteurs temps réel SR 9400, SR 9500 et SR 399 de la gamme GPS System 300. Les données sont stockées sur une

carte PCMCIA et possibilité de transférer directement les fichiers du GPS à la station totale TPS System 1000.

- Les contrôleurs de la gamme System 300 peuvent désormais travailler avec la nouvelle carte PCMCIA FLASH de 20 MB. Cette nouvelle option permet d'accéder, par exemple, à une autonomie de 25 jours d'observation en mode géodésique (24 sur 24 h) ou à 20 h d'enregistrement continu à raison d'une mesure par seconde !

Pour toutes les applications de géodésie et de géophysique, l'utilisation de cette nouvelle carte par les contrôleurs CE 833 (post traitement) et CR 344 (temps réel) complète le choix actuel de cartes PCMCIA de type SRAM de 0,5 MB - 2 MB et 4 MB.

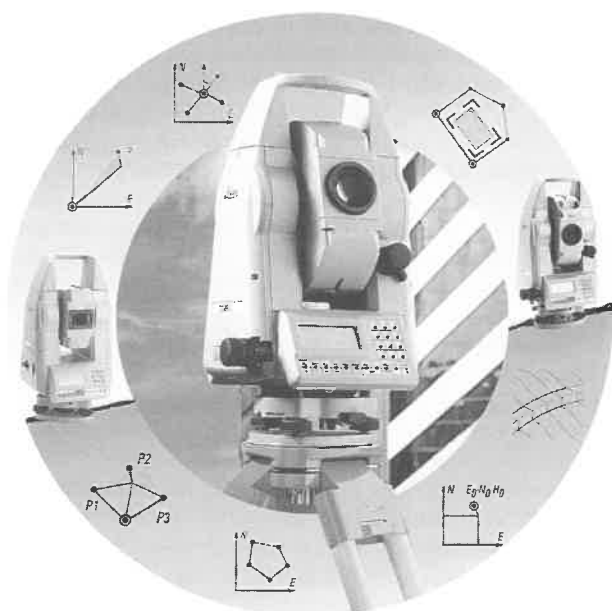
- En option de la nouvelle version française 2.2 du logiciel GPS SKI, Leica présente un nouveau module d'ajustement de réseaux incluant non seulement les observations terrestres (angles et distances), mais permettant également à l'utilisateur d'opérer, avant même que les mesures soient prises, une simulation pour optimiser la géométrie du réseau.

Toutes les informations stockées sont présentées graphiquement. La gestion des données est simple. Le module calcule les paramètres de transformation et donne directement les résultats dans un système local ou national (Lambert).

Le nouveau module d'ajustement de réseaux du logiciel GPS SKI permet de conceptualiser, ajuster et analyser des réseaux tout en identifiant et évaluant les erreurs par rapport au projet théorique.

Désormais, la nouvelle version française 2,2 du logiciel GPS SKI comporte trois modules gratuits : gestion de projet, prévision de passage et éditeur graphique et trois modules optionnels : transformation/projection, ajustement de réseaux et post-traitement. Ainsi, SKI permet également de faire du temps-réel, de la compensation, d'intégrer des données issues de tachéomètres...

Les TPS 100 de Leica



Cette gamme d'appareils regroupe sept stations totales de précision angulaire différente (de 1 mgon/3" à 3 mgon/10").

Simple et rapides elles répondent aux besoins spécifiques de chantier : implantation (axes, 3D...), levés en coordonnées, calculs de relèvement et de stations libres. Le TC 805 L (sur notre photo) bénéficie de l'innovation Leica : le plomb laser vertical indiquant la position de la station sur le sol et évitant ainsi les réglages difficiles avec le plomb optique (on la trouve également sur les modèles 400 NL et 605 L).

Pour les travaux de précision Leica propose la gamme TPS 1000 : 18 modèles de théodolites et tachéomètres manuels ou motorisés (de 1 mgon/3" à 0,3 mgon/1"), dont certains équipés du plomb laser.

TOPO CENTER : 3 nouveaux distributeurs et LE CATALOGUE 97



Le catalogue TOPO CENTER 97 c'est 48 pages et 600 références dont 60 nouveautés cette année et 3 nouveaux distributeurs qui s'ajoutent aux 15 magasins du réseau : à Nice, *Azur Topo Services*, TWINS II, 885 av. du dr Lefebvre, 06270 Villeneuve Loubet, tél. 04 92 13 03 50 - fax. 04 92 02 12 03, *Sté Martinez Roland*, ensemble le Provence, immeuble La Corvette, 320 quai Georges Pompidou, BP 89 - 34280 La Grande Motte, tél. 04 67 56 52 43, fax. 04 67 29 74 79, et les *ETS Rouchon Mazerat*, 12 rue de la Minoterie, 44160 Pontchâteau, tél. 02 40 01 67 50, fax. 02 40 45 05 46.

Catalogue gratuit sur simple demande par fax au 01 47 32 85 95.

Disto basic de Leica



Exceptionnel ce dernier né de mesure d'intérieur précise et rapide, pour déterminer longueurs, largeurs, hauteurs, diagonales, volumes, surfaces...

Facile d'utilisation, comme une calculatrice, rapide : une seconde.

Économique : 2 000 mesures par alimentation de 4 piles classiques.

Maniable : ergonomique (voir photo). Précision : \pm mm.

Mémoire : les 10 dernières mesures. Grâce à son filetage il peut se fixer sur une canne ou un pied d'appareil, et un retardateur est intégré pour mesure différée (1 mn).

Le laser DISTO basic a un faisceau laser rouge très visible. Son prix n'est pas la moindre de ses attractions.

(Leica. 86 av. du 18 juin 1940. F 92563 Rueil-Malmaison. Cédex. tél. 01 47 32 85 85 - fax. 01 47 32 85 95)

L'OGÉ et l'IGN signent l'accord d'utilisation de la BDTopo

Une année de négociations pour ce protocole d'accord signé le 13 mai par le président de l'OGÉ Jean-Louis Marty et le directeur général de l'IGN Jacques Frémot.

L'IGN produit la BDTopo, base de données de référence, nationale, homogène et structurée en 3D. Elle décrit, avec une précision métrique, tous les objets à la surface du territoire et sa richesse thématique en fait un outil opérationnel et très performant. Elle couvre aujourd'hui 10 % du pays et 40 % de la population. Les géomètres Experts pourront désormais acquérir ce produit dans des conditions financières attractives, sous réserve de se soumettre à la procédure préconisée dans le protocole (visant surtout l'enrichissement de la base de données). Afin de permettre aux GE une performance maximum l'OGÉ et l'IGN organisent un séminaire d'information et des modules de formation.

L'IGN reste bien entendu libre de signer d'autres protocoles avec d'autres organismes, et les GE de ne pas faire appel à la BDTopo...

SNBATI-Formation-Stages

- *Technologie du laser appliquée à la topographie des Travaux Publics.* Personnel concerné : conducteur de travaux, chef de chantier, maître ouvrier, traceur. Durée : 2 jours (16 h) le 1^{er} et le 2 octobre. Coût : 2 220 FHT.
- *Topographie de chantier niveau 1.* Personnel concerné : compagnon traceur - Maître Ouvrier, chef d'équipe implantation et traçage. Durée : 1 semaine (39 heures), 8-12 sept. et 8-12 décembre. Coût : 3 770 FHT.
- *Topographie de chantier niveau 2.* Personnel concerné : chef de chantier, conducteur de travaux, et suivi du 1^{er} niveau. Durée : 1 semaine (39 heures), 15-19 sept., 20-24 oct. et 15-19 déc. Coût : 3 370 FHT.
- *Topographie de chantier pour sondeur-foreur.* Personnel concerné : tout collaborateur d'entreprise de sondage, forage, qui doit utiliser rapidement les techniques de la topo. Durée : 2 semaines (78 heures) du 17 au 28 novembre. Coût : 7 540 FHT.
- *Topographie-implantation-traçage.* Sont concernés : chef de chantier, conducteur de travaux, commis d'entreprise. Durée : 3 semaines (117 heures non consécutives), du 6 au 10 oct, du 3 au 7 novembre, du 1^{er} au 5 décembre. Coût : 10 770 FHT. (financé dans le cadre du plan régional de l'AREF Région Parisienne).
- *Topographie travaux de canalisation.* Sont concernés : chef de chantier, chef d'équipe, dessinateur, surveillant de travaux. Durée : 1 semaine (39 heures) - du 13 au 17 octobre. Coût 4 330 FHT.

S'adresser à Josiane Rinaldi - SNBATI Formation - 66 rue Guy Môquet - 94814 Villejuif Cédex. tél. 01 47 26 08 44 - fax. 01 47 26 06 67)

SPOT-Image de nouveaux produits

Pour répondre aux besoins de mise à jour de cartes topographiques et thématiques, SPOT-Image et IGN-Espace proposent un nouveau produit cartographique numérique, SPOT View Réseaux. Il regroupe un fond mosaïque raster et une série de couches d'informations géographiques vecteur correspondant aux grands thèmes les plus évolutifs (routes, voies ferrées, végétation, urbain). SPOT View Réseaux est bien adapté aux régions peu accessibles à des missions terrestres ou aériennes, et au quart du prix des techniques classiques.

L'image est corrigée des déformations-reliefs, livrée en format GIS-GEOSPOT, elle peut servir de support géoréférencé pour la superposition d'autres thèmes à combiner au sein d'un SIG et un produit adopté et personnalisé.

Idéal pour actualiser la cartographie d'un pays à moyenne échelle en réduisant considérablement les délais. Pour un projet concernant Enfidaville en Tunisie, mené en collaboration avec IGN-France International, la réalisation de 50 SPOT View Réseaux au 1/100 000 a demandé 8 mois de l'acquisition des données à la production, un record puisque les méthodes traditionnelles demandaient entre 3 et 4 années !

(SPOT image - tél. 05 62 19 40 10 - fax. 05 62 19 40 54)

MicroStation FORUM à la Défense

Les 1^{er} et 2 octobre, la deuxième édition de MicroStation Forum et Exhibition s'installe en haut du toit de la Grande Arche à Paris-la-Défense. Organisé conjointement par Bentley Systems France et le BIRP, le Forum propose une exposition et des conférences. Une quarantaine de sociétés, constructeurs ou partenaires Bentley, seront réunis pour présenter leurs dernières innovations et solutions en ingénierie, SIG, BTP et mécanique autour de MicroStation®. De très nombreux produits mettent à profit le potentiel de MicroStation et des produits Bentley pour proposer une solution métier riche.

Des conférences et 12 sessions sont proposées aux visiteurs, signalons en particulier pour la première fois en France une conférence animée par Bentley sur le thème « SIG-GEO-Engineering ».

(Bentley - CNIT BP 424 - 92053 Paris-la Défense - tél. 01 46 92 40 92 - fax. 01 46 92 40 93)

Ingénierie géographique et AÉROSPATIALE

FLEXIMAGE, filiale du groupe AÉROSPATIALE, est spécialiste de l'ingénierie géographique. La société développe un savoir-faire reconnu au plan international dans le domaine de la cartographie numérique, des techniques de Bases de Données Géographiques et de la Photointerprétation.

FLEXIMAGE propose une gamme de produits, de services et de solutions informatiques pour la production et la gestion d'informations géographiques. Elle développe et commercialise les produits logiciels suivants :

- OCAPI : logiciel de photo-interprétation assistée par ordinateur
- O2Géo : SBBD Géographique objet,
- FlexiMap : logiciel de Cartographie sous environnement Windows (95 et NT)
- GéoPositat : application temps réel d'aide au positionnement géographique sous Windows.

Les SIG ont investi, de façon croissante depuis quelques années, le cœur des organes décisionnels. Ils sont chargés d'apporter une aide à la conduite des aménagements, des actions et des opérations de terrain, tant civils que militaires. Ces systèmes sont destinés à collecter, stocker, manipuler et restituer une information multimédia géoréférencée.

La technologie objet s'est déjà imposée dans la plupart des domaines de l'informatique (langages de programmation, systèmes d'exploitation, interfaces utilisateurs...). Ces dernières années, elle apparaît comme la voie d'avenir pour la gestion performante des bases de données volumineuses, en particulier dans le domaine de la géographie.

Conçu comme une extension aux applications géographiques du SGBD objet O₂, produit O₂ Technologie, O2Géo révolutionne l'intégration et la modélisation de la dimension spatiale dans les systèmes d'information.

O2Géo est l'outil idéal pour développer des applications client/serveur dédiées à la gestion et l'analyse d'informations géographiques. Il permet un développement plus

rapide, des performances d'exécution accrues et une plus grande facilité de développement et de maintenance de ces applications.

O2Géo est l'outil idéal pour développer des applications client/serveur dédiées à la gestion et l'analyse d'informations géographiques. Il permet un développement plus rapide, des performances d'exécution accrues et une plus grande facilité de développement et de maintenance de ces applications.

O2Géo fonctionne en « stand alone » ou couplé avec le produit OCAPI, outil logiciel de référence en photointerprétation par ordinateur (PIAO), édité et distribué par FLEXIMAGE. Dans cette configuration, ce système offre la meilleure technologie d'acquisition, de stockage et de mise à jour interactive des informations topographiques extraites de l'imagerie.

Au cœur des grands systèmes de gestion de données et d'aide à la décision, O2Géo répond à l'attente des spécialistes du développement d'applications en Bases de Données ainsi qu'aux exigences des utilisateurs de Systèmes d'Information Géographique, civils et militaires.

(Fleximage - rue de la Brèche aux Loups F 75012 Paris - tél. 01 53 02 99 00 - fax. 01 43 44 10 05)

XYZ Annonces

- H 34 ans - Géomètre DPLG + DESS de Cartographie Numérique (SIG Arc/Info, Oracle SQL, C sous Unix, Windows). Bonne connaissance GPS, MNT, numérisation, systèmes géodésiques, anglais. Cherche poste basé région parisienne (déplacements France et étrangers acceptés). Écrire à la revue ou tél : 01 46 38 17 43
- Topographe-Mètreur, 47 ans, 25 ans d'expérience études et constructions routières en Afrique francophone. Pratique des tableurs Excel et Lotus, de Word perfect et Micropiste - Cherche emploi en France ou étranger. Écrire à la revue ou tel : 05 53 79 62 77
- À céder : société ou fonds de commerce en PHOTOGRAMMÉTRIE et INFOGRAPHIE - CA : 2 000 KF - Effectif : 5 - tél : Chantal Perrin, 04 77 55 51 07
- H. 24 ans - postulant pour BTS géomètre topographe, en contrat de qualification par séjour en entreprise - (1 semaine en entreprise, 1 semaine en centre de formation) - Cherche entreprise pour cette formation - Langue anglaise et portugaise. Écrire à la revue ou tél : 01 34 64 25 40.
- J.F. 24 ans - Ingénieur Topographe ENSAIS, bonne expérience en traitement GPS - Cherche 1^{er} emploi en entreprise ou cabinet. Étudie toutes propositions France, Outremer, Étranger. Écrire à la revue ou tél : 01 46 65 88 26.
- H. 24 ans - Ingénieur Topographe ENSAIS, bonne expérience en photogrammétrie numérique. - Cherche 1^{er} emploi en entreprise ou cabinet. Étudie toutes propositions France, Outremer, Étranger. Écrire à la revue ou tél : 01 46 65 88 26
- J.F. possédant BT Topo, cherche patron pour contrat de qualification en BTS Topo. Pour rentrée 97. Écrire à la revue ou tél : 01 48 29 01 38 (répondeur).

Nouvelle adresse :

Trimble Navigation France SA - Espace entreprise du Haut Blossne

34 rue Frédéric le Guyader - 35200 Rennes St Jacques - tél : 02 99 26 31 81 - fax. 02 99 26 39 00

AGENDA

16-19/09/97	ION - GPS 97 Kansas-City (USA) - tél 1 703 683 7101 - Fax 1 703 683 7105	2-5/10/97	Festival International de Géographie ST DIE des Vosges - tél 03 29 52 66 78
18-20/09/97	Salon de la Copropriété Paris - Espace Champenot - tél 01 42 67 09 09	10-10/97	Topographie et travaux publics - Journée AFT - Egletons (Corrèze) Renseignements à l'AFT (voir article)
16-17/09/97	Journée Centographie et Radar Toulouse Spot Image/SFPT. Renseignements : SFPT Tél 01 43 98 80 13	20-23/10	8 ^e congrès international de métrologie - Besançon - tél 04 67 06 20 04 - Fax 04 67 06 20 40
17-19/09/97	Solutions CAO/CFAO Paris tél 01 41 18 85 55	3-8/11/97	Batimat - Paris Porte de Versailles - tél 01 47 56 51 02 - Fax 01 47 56 08 18
17-19/09/97	Intergeo-Geodätentag KARLSAUME (D) - tél 49 721 608 2307 - Fax 49 721 694 552	23-24/01/98	Assemblée Générale de la Fédération des Géomètres-Experts - Paris Hôtel méridien - Montparnasse
22-26/09/97	46 ^e semaine photogrammétrique STUTTGART (D) - tél 49 711 121 3201 - Fax 49 711 121 3297	11-13/06/98	34 ^e Congrès National des Géomètres-Experts Toulouse « L'eau et l'environnement » - tél 05 62 71 82 71
25-26/09/97	Congrès International de Cartographie Stockholm (S) - tél 42 26 153 000 Fax 46 25 653 160	18-25/07/98	XXI ^e Congrès de la FIG - BRIGHTON (G.B.)

France GPS organise une journée portes ouvertes le 3 octobre dans ses locaux. Dédiée à la topographie elle présentera l'ensemble de ses solutions matérielles et logicielles dans ce domaine.

France GPS - 204, boulevard Pereire - 75017 Paris
Tél. : 01 45 74 24 00 - Fax : 01 45 74 24 04

**Traductions techniques (section B.T.P.)
Français - Allemand**

Spécialisation: Topographie / Chemins de fer / Routes / Cadastre

Dipl.-Ing. Reinhart Stölzel
Wartburgstraße 8
D-10823 Berlin

priv.:
bureau:

Tel.: +49 30 788 43 94
Tel. + 49 30 297 12 403
Fax + 49 30 297 13 129

Pour re-découvrir la carte Michelin...

La cartographie Michelin à couverture jaune, c'est le compagnon traditionnel de millions d'automobilistes sur les routes de France. C'est à la demande de ses lecteurs que Michelin propose aujourd'hui en librairie des nouveaux découpages de cette carte, ciblés sur des usages particuliers :

• Les cartes départementales :

La régionalisation a redonné au département une forte personnalité, qui se traduit sur le terrain par des besoins professionnels ou privés bien spécifiques.

Cette nouvelle "série 40", réalisée à l'échelle 1/150 000e et numérotée selon le code minéralogique bien connu, comporte pour commencer trois feuilles :

n° 4031 Haute-Garonne, n° 4038 Isère, n° 4072 Sarthe...(Prix : 30 F)

• Les cartes "Autour de" :

Centrées sur les grandes villes et présentées à l'échelle 1/150 000e, les feuilles de la "série 30" viendront en aide aux dizaines de milliers de personnes qui gravitent quotidiennement dans l'orbite de ces capitales régionales sur 60 à 80 km à la ronde.

Trois cartes sont disponibles :

n° 3033 Bordeaux, n° 3044 Nantes, n° 3054 Nancy(Prix : 30 F)

L'IGN au pays des merveilles...

La 1ère carte de France des parcs de loisirs et visites à thème pour petits et grands

Il était une fois..., la Bergerie Nationale de Rambouillet, le musée du riz, le musée du camembert, mais aussi le musée de la cloche, la Maison des Marais Mouillés, le village des tortues, le Parc Wapiti des Schtroumpfs, la cité des abeilles, le gouffre géant de Cabrespine... toutes ces merveilles font partie des 500 sites touristiques répertoriés sur la nouvelle carte de France thématique IGN (N° 914).

Une carte originale qui propose aux lecteurs 500 idées amusantes et insolites, éducatives, récréatives de sites à visiter en France cet été.

Parcs de loisirs, parcs animaliers et botaniques, aquariums, grottes, musées du patrimoine rural et musées de sociétés sont répertoriés ainsi que leurs adresse, téléphone et horaire d'ouverture au verso.

Pour les grands et les petits, une façon rigolote de découvrir la France.

Prix public : 27,00 F TTC

Parution du Journal of Geodesy

Volume 71 - Number 8 - July 97

Collection bulletin d'information de l'IGN

• Spécial Environnement

N° 66 - Edition 1997

Résumé : Ce bulletin rassemble les contributions de l'IGN dans le domaine de l'environnement et de l'information géographique. Il dresse un bilan pluriannuel et aborde de nombreux thèmes de la géographie numérique : cartographie, images spatiales, système d'information géographique (SIG), géodésie... De façon transversale, les sujets environnementaux sont tout aussi variés : protection des paysages, hydrologie, risques technologiques majeurs, effet de serre.

Mot-clé principal : Environnement

Mots-clés : SIG, cartographie, satellite, géodésie, protection des paysages, risques majeurs, hydrologie, niveau des mers.

• Qualité d'une base de données géographique : concepts et terminologie

N° 67 - Edition 1997/2

Résumé : Ce numéro définit les concepts et la terminologie utilisés pour décrire la qualité d'une base de données géographique vectorielle (BDG). Il a été rédigé pour les BDG produites par l'IGN (principalement la BDTPO®, la BDCARTO® et GEOROUTE®, mais

peut s'appliquer à d'autres BDG similaires.

Il a été rédigé à l'IGN dans le cadre du projet Qualité des Bases de Données entre 1994 et 1996.

Mot-clé principal : Information géographique

Mots-clés : qualité - spécification - terrain nominal - assurance - mesure - contrôle - généalogie - cohérence logique - exhaustivité - actualité - précision de position - précision sémantique - BDTPO - BDCARTO - GEOROUTE.

Jean-François ROBINET :

"GENS ET PRODUITS DU TERROIR"

SEINE ET MARNE : UN DÉPARTEMENT NATURE

Photographies de Jean-François Phalipon - Illustrations de Jacques Mouriaux - Éditions Daniel Briand.

La Seine-et-Marne, si proche de Paris, est bien un "département nature"

Toutes les activités de notre agriculture y sont représentées et, si la Brie est considérée comme le grenier de la capitale, on y trouve aussi tous les fruits, les légumes et les produits de l'élevage. Témoins de l'amour de leurs ancêtres pour tout ce qui vient de la terre, nos agriculteurs ont à cœur de transmettre à leurs enfants et de nous faire partager ce qu'elle produit de meilleur. Il sont de plus en plus nombreux à nous ouvrir les barrières de leurs jardins, à nous montrer leurs basses-cours et leurs troupeaux.

Quel plaisir d'aller soi-même cueillir fruits et légumes et se procurer œufs, lait, yaourts, fromages, volailles et confitures de la ferme !

"Gens et produits du terroir" est une mine d'adresses où vous êtes certains d'être reçus avec chaleur et de rapporter chez vous de quoi régaler votre famille et vos amis.

Promenons-nous en Seine-et-Marne, et dégustons ses bons produits en compagnie des gens du terroir

La Seine-et-Marne est vaste, allongée, faite de plaines et de coteaux, de vallées et de forêts. Pour la parcourir, et bien que des limites géographiques soient généralement peu objectives, nous la diviserons en quatre "pays" ou en "contrées" du nord au sud :
• Le pays de la Seine & du Loing, comprenant une partie du Gâtinais • la Brie centrale • le Provinois, la Bassée et le Montois • la contrée de la Marne et des Morin.

CNIG (Conseil National de l'Information Géographique)

Aide à la "Maîtrise d'ouvrage SIG"

Le Conseil National de l'information géographique et AFIGEO ont entrepris l'élaboration progressive de fiches techniques destinées à apporter un premier niveau d'information et de réponse aux questions succinctes par le développement des SIG. Les collectivités locales petites et moyennes en sont la cible prioritaire. Document disponible à l'AFT.

O.G.E. : L'ORDRE DES GÉOMÈTRES-EXPERTS AFFIRME SA PRÉSENCE AU LIBAN

Les 18, 19 et 20 juillet, Monsieur Jean-Louis Marty, Président de l'Ordre des Géomètres-experts, s'est rendu à Beyrouth pour assister au premier congrès organisé par l'Ordre des géo-topographes du Liban.

Ce déplacement fut l'occasion de renforcer les liens de coopération et d'amitié instaurés depuis plusieurs mois entre les deux organisations professionnelles, de prévoir la signature d'un protocole de partenariat entre les deux ordres et la prochaine implantation à Beyrouth, de l'Ecole Supérieure des Géomètres Topographes permettra d'associer les étudiants à cet effort d'ouverture.

Au cours de son séjour dans la capitale libanaise, le président Marty a pu mesurer l'ampleur de la tâche à accomplir : actualisation du plan cadastral, mise en place de règles d'urbanisme, d'un Plan d'Occupation des Sols, etc.

Institut privé de
formation à distance
fondé en 1891
par L. Eyrolles



Agrément
formation
professionnelle
continue
et contrat de
qualification

Documentation
détaillée sur simple demande

Des experts vous forment !

■ Métiers de la topographie

Opérateur, technicien, technicien supérieur, technicien de l'IGN et du cadastre

■ Métiers de l'immobilier

Métré de surfaces, d'ouvrages et de travaux,
expertise, transaction

■ Métiers du BTP

Dessinateur, calculateur projeteur,
collaborateur d'architecte, chef
de chantier, conducteur de
travaux, technicien V.R.D.

■ Diplômes d'Etat et concours



ECOLE CHEZ SOI

AU SERVICE DU BTP POUR FORMER AUTREMENT

Informations et conseils ☎ 01 46 03 66 83
Minitel 3615 Ecole chez soi (1,29F/mn) • 92774 BOULOGNE CEDEX



ETUDE ET CONSTRUCTION DE LIGNES DE TRANSPORT D'ENERGIE ELECTRIQUE

79, rue Joseph-Bertrand - 78220 Viroflay

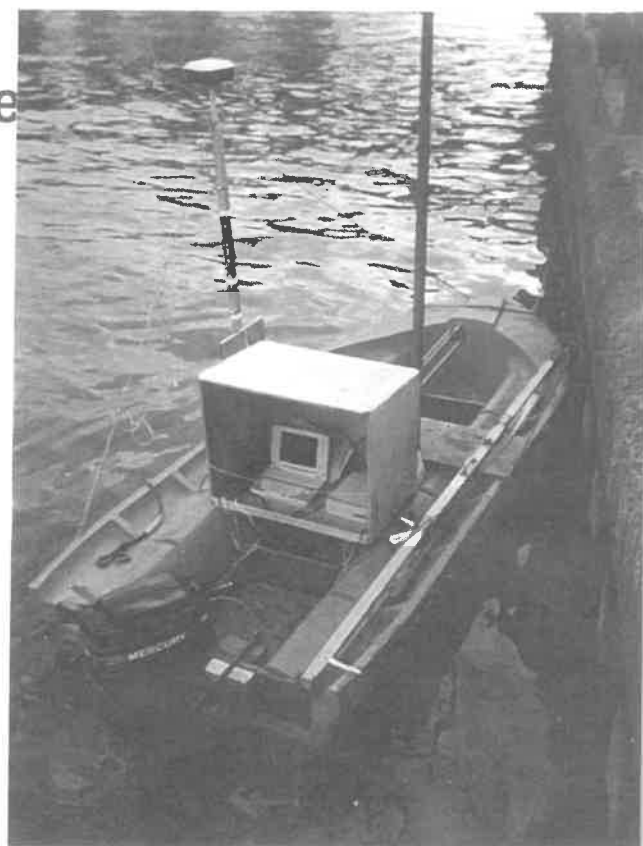
Tél. : (1) 39.24.47.47

Fax : (1) 39.24.47.48

Faisabilité d'ouvrage - Photogrammétrie - Orthophotoplan - Etudes techniques
Insertion et simulation projet par modélisation 3D - Images de synthèse
Canalisations souterraines - Calculs de structures - Editions couleur etc...

**levés de
profils
en
travers
sur le canal à
grand
gabarit
du nord-pas-de-calais**

**la
solution
g.p.s**



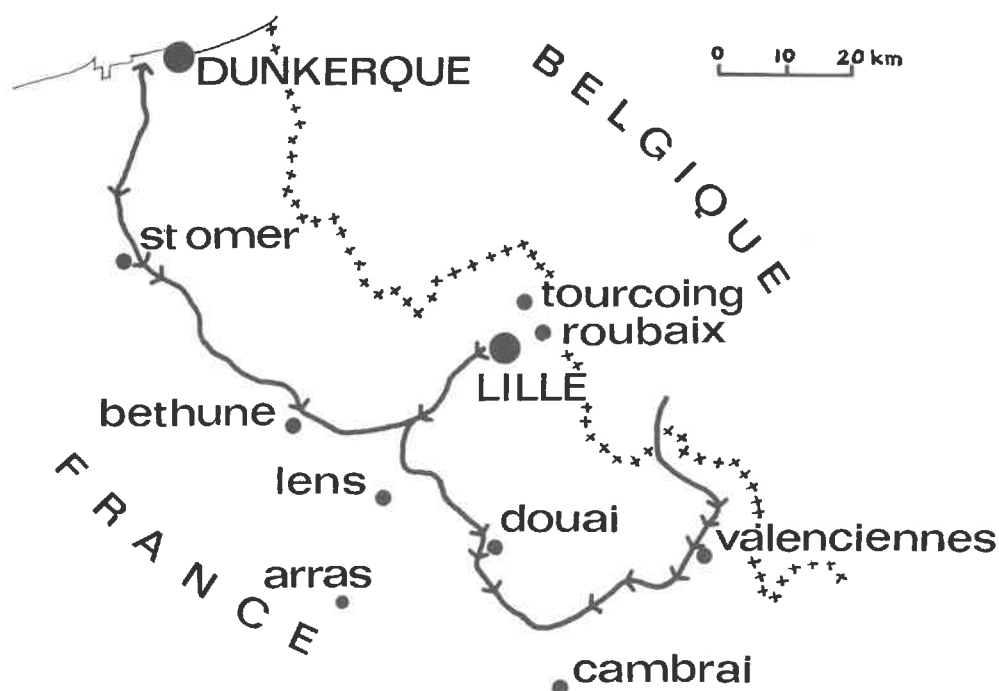
*François Morel. Ing. ESGT (promo 96)
(SCP. J. Misson et F. Morel. G.E. dplg associés)
Partenaires : ACTHYD. SGDS international. GPH.*

deuxième partie

Introduction

Dans le cadre de l'étude de faisabilité de la liaison à grand gabarit entre la Seine et les canaux du Nord-Pas-de-Calais, les Voies Navigables de France (V.N.F.) ont pris la décision d'effectuer le levé de profils en travers de 210 km de canaux, entre Mortagne-du-Nord (frontière Belge) et Dunkerque (Mer du Nord). Cette mission consistait à lever un profil en travers du canal et de ses berges tous les 500 m et à positionner les ponts et autres ouvrages de franchissements. Il s'agissait donc de réaliser pour chaque profil d'une part un levé bathymétrique sur la largeur du canal et d'autre part, le levé topographique des abords.

À cet effet, le Global Positionning System (GPS) en temps réel a été retenu, tant pour la bathymétrie que pour la topométrie. Pour les mesures de profondeur du canal, le GPS a été couplé à un sondeur électroacoustique. Le présent rapport vise à effectuer dans un premier temps une description des particularités de cette mission qui ont dictées notre choix, puis à analyser le travail effectué, les résultats obtenus et les leçons à tirer de l'utilisation du GPS pour ce type de chantier.



Bathymétrie et imagerie, deux spécialités au service de tous ceux qui travaillent les pieds dans l'eau.

Enfin... presque tous.

Fable aquatique

L'aigrette et le bathymètre

Une aigrette que la faim guette,
Du fleuve arpente le cours.

"L'onde est trouble, même le jour,
et sa profondeur m'inquiète.

Dans la vase le ver s'est niché
où mon bec ne peut le trouver."

Un bathymètre passait par là,
Avisé la belle et dit "Hola,
Bec et pattes ne savent montrer
Ce que cartographie peut révéler.

Vieux capteurs dois remplacer
Nouvelles méthodes dois adopter."

L'oiseau, loin d'être sot

Se gratte la tête un court instant,

Puis convient qu'il est grand temps

De revoir ses moyens hydro.



Acthyd vend et loue des systèmes de sondage ou d'imagerie à la communauté hydrographique française. La plus large gamme de récepteurs GPS au monde. Le meilleur rapport performances/prix en sondeurs mono ou multifaisceaux.

Distributeur officiel des marques Trimble, Odom Hydrographic Systems, C-Max, Trittech International, Ore International, Eiva.

téléphone 01 64 49 31 66
mobile 06 07 44 07 31
télécopie 01 64 49 06 28

Nous avons décrit dans une première partie la méthode GPS temps réel (processus, précision) et les modes opératoires utilisés pour la réalisation du canevas de points de référence. Il convient maintenant de donner les résultats d'une telle méthode notamment en ce qui concerne la productivité.

Temps de mesure

Pendant la phase du levé, nous avons travaillé à deux équipes de trois personnes pour profiter au maximum du nombre d'heures d'ensoleillement. Pour des raisons évidentes de sécurité dûes à la circulation sur le canal et à une mauvaise visibilité des berges, il semblait difficile d'effectuer des mesures de nuit. Cela nous a permis de dégager 10 heures de mesures proprement dites par jour (de 7h30 à 17h30), en plus des durées de mobilisation et démobilitation (mise à l'eau du bateau, installation du matériel...).

Nous avons donc économisé chaque jour le temps d'une mise à l'eau du bateau, d'une mise en place du matériel et d'une dépose soit environ 1h30 (1 seule installation et 1 seul rangement pour l'équivalent de 2 jours de travail). Ce type d'économie de temps à la journée n'est bien entendu pas négligeable sur un chantier d'une telle envergure.

L'analyse des statistiques journalières fait apparaître une productivité de **15 profils par jour** de 10h de mesure (y compris 2 changements de station de référence). La durée moyenne de relevé d'un profil complet (Bathymétrie + Topométrie) est donc estimée à **40 minutes** : 5 minutes de déplacement d'un profil à l'autre, 5 minutes de positionnement et 30 minutes de mesure durant lesquelles la topométrie et la bathymétrie sont effectuées simultanément par deux personnes différentes.

En réalité, la partie bathymétrie ne dure que quelques minutes sur un canal dont la largeur ne dépasse généralement pas 50m. En effet, la méthode de mesure consiste à lever deux demi-profils à partir du centre du canal, en allant butter sur une berge puis sur l'autre. À une vitesse de 3 à 4 km/h, la fréquence d'acquisition des mesures (5hz) permet alors d'obtenir une densité d'environ 5 points par mètre, ce qui est largement suffisant compte tenu des spécifications du chantier. Cela nous donne donc un temps de mesure total de **1 à 2 minutes** par profil !

C'est donc la topométrie qui, avec la méthode GPS temps réel, grève la durée du levé de chaque profil. En pratique, cette durée a été très variable tout au long du chantier, en fonction de la configuration du terrain (berges dégagées ou non). Elle a ainsi varié du simple au double avec au mieux, un temps de mesure de **20 minutes** (soit 30 minutes en tout en comptant le déplacement et le positionnement) et au pire un temps de mesure de **50 minutes** (utilisation du niveau et de la chaîne pour mesurer les points inaccessibles par GPS).

Dans notre cas, un profil sur trois a nécessité l'utilisation du niveau (présence de masques du type végétation ou bâtiment, encaissement du canal...) avec bien entendu des conséquences importantes sur la productivité. Ceci prouve, s'il en était besoin, l'importance d'une reconnaissance précise du chantier avant toute offre de prix pour ce type de mission.

Productivité

Globalement, nous avons mesuré **7 500 points** pour la partie topométrie (18 pts/profils soit 30 pts/heure tout compris) et **21 000 points** environ pour la bathymétrie (points réellement conservés après traitement). Il en résulte une moyenne cumulée de 70 points par profil, soit **100 points à l'heure**.

Calculé sur la base d'une productivité de 15 profils par jour, la campagne de mesure terrain dans le cadre de ce chantier représentait donc, **6 semaines** de travail pour deux équipes (6 personnes mobilisées), sans compter le lever et le calcul des 65 points de références (**2 semaines**).

À ces temps de mesure sur le terrain, il convient d'ajouter pour chaque profil un temps de traitement au bureau pour aboutir au dessin des 410 profils commandés (réduction des données bathymétriques, passage des points GPS de GPSurvey à Automap, dessin des profils, préparation des fichiers à livrer...). C'est sur ce point que nous allons maintenant insister.

Topométrie

La partie topométrique ne nécessite aucun calcul particulier au bureau. Les coordonnées des points sont obtenues en temps réel et vérifiables à tout moment à l'aide du carnet électronique de terrain. Cela nous a permis en outre d'effectuer le contrôle des points doubles directement sur le terrain.

Le traitement pour la topométrie consiste donc à décharger les carnets électroniques de terrain dans la base de donnée de GPSurvey (logiciel de traitement de Trimble) puis à extraire le fichier ASCII des coordonnées des points levés. Ceux-ci peuvent alors être intégrés dans le logiciel de dessin voulu (Autocad dans notre cas). Les points mesurés par nivellement classique ont été ajoutés directement sous Automap.

Bathymétrie

Pour la partie bathymétrique, le traitement est plus fastidieux. En effet, les données brutes recueillies sur le terrain comprennent :

- Des données GPS qui fournissent les coordonnées XY du sondeur (l'antenne GPS et le sondeur sont sur un même axe vertical) et le Z du plan d'eau (la hauteur de l'antenne GPS par rapport à l'eau est paramétrée) à raison de 5 points par seconde.
- Les données du sondeur qui fournissent la profondeur du canal à raison de 5 points par seconde également.

Le tracé des profils

Les points bathymétriques et topométriques ont ensuite été traités ensemble sous Automap pour effectuer le tracé et l'habillage définitif des profils. Pour les points d'axe des ponts, l'opération consistait à éditer un fichier texte au format « nom du pont - 1^{er} point d'axe - 2^e point d'axe ».



LE PREMIER CENTRE D'EXPERTISE CONSACRÉ EXCLUSIVEMENT A LA TECHNOLOGIE GPS.

**NOUVEAU : LA TRANSMISSION
DE DONNÉES Δ VIA LE RESEAU GSM**

Pour vos applications de topographie, le système différentiel Δ conjugue les performances exceptionnelles des récepteurs de haute précision du leader mondial NovAtel et l'intégration matériel et logiciel optimisée par France GPS.

Grâce à sa parfaite modularité, le système Δ de France GPS accompagne dans le temps l'évolution de votre cahier des charges. Ainsi le même équipement de base peut-il passer d'une précision standard à la précision millimétrique.

Contactez-nous pour découvrir ce que convivialité, simplicité, efficacité de terrain, exploitation optimale des données et évolutivité signifient véritablement.

France GPS, c'est tout à la fois:

- une veille technologique
- des démonstrations permanentes
- un centre de formation
- un service de maintenance
- ... et des prix qui finiront de vous convaincre.



France GPS - 204, bd Péreire 75017 PARIS - Tél.: 01.45.74.24.00 - Fax : 01.45.74.24.04
e-mail (Compuserve): 100 765.2026 - e-mail (Internet): 100 765.2026 @ compuserve.com.
Site WEB: <http://www.team.eu.org/frgps>



Les temps de traitement

Les temps de traitement observés ont été les suivants :

- 15 minutes par profil pour le dépouillement des données bathymétriques.
- 25 minutes par profil pour le dessin sous Automap (chargement des piles compris).
- 10 minutes par profil pour l'édition des documents finaux.

La productivité pour le traitement global était donc d'environ 10 profils par jour. Soit pour l'ensemble du chantier, un temps de traitement de **9 semaines** (pour une personne).

Bien entendu, tous les temps de mesure et de traitement qui apparaissent dans ce rapport ont été calculés en ignorant les retards dus aux dysfonctionnements éventuels du matériel. Pourtant, l'expérience montre qu'il faut en tenir compte. En effet, compte tenu des conditions et de l'intensité de travail, ce type de chantier soumet le matériel à rude épreuve (humidité constante, froid, terrain en friche...). Il est donc essentiel de prévoir un matériel adapté (tout temps, étanche si possible, antichoc...).

LE COMPORTEMENT DU MATERIEL

Le matériel Trimble s'est très bien comporté. Nous noterons simplement un problème dans le firmware du récepteur GPS 4000 auquel Trimble semble avoir remédié dans les versions suivantes. Il s'agissait de sauts du compteur de datation des mesures sur le terrain et du rejet sans aucune raison apparente de certaines cessions lors du calcul des lignes de base par GPSurvey (message d'erreur : « *Position estimation failed - Occupation disabled.* »).

Nous tenons également à souligner l'importance du bon fonctionnement et de l'entretien des radios modernes tout au long du chantier. En effet, elles sont à la base de cette méthode de mesure. Elles doivent donc faire l'objet d'une attention particulière notamment en ce qui concerne l'humidité et les chocs. Cette expérience nous a ainsi montré la nécessité de travailler avec des radios étanches protégées par des boîtiers antichocs avec des montages d'antenne souple.

Il semble également important d'utiliser un ordinateur portable aussi résistant que possible. Des ordinateurs étanches existent aujourd'hui, mais leurs prix restent peu attractifs (deux fois le prix d'un portable classique de même puissance!!). Le matériel utilisé sur ce chantier, un Toshiba Satellite 110CT (Pentium 100Mhz), a relativement bien résisté mais un problème sur la carte mère, problème relativement courant sur les ordinateurs portables de cette puissance, a impliqué un retour chez le constructeur (une semaine de réparation).

Nous tenons également à souligner l'importance d'entretenir la « connectique ». En effet, nous dénombrons 16 connexions et branchements entre les différents appareils utilisés sur le terrain, ceux-ci étant montés et démontés chaque jour tout au long du chantier.

Il est donc important de prévoir des recharges et du matériel de réparation pour éviter l'immobilisation des équipes pendant plusieurs heures voire plusieurs jours (appareil à souder, fiches bananes, fil électrique...).

Type de la connexion	Nombre de connexions
Carnet de terrain - Récepteur GPS	2
Antenne GPS - Récepteur GPS	3
Récepteur GPS - Batterie	3
Radio - Récepteur GPS	3
Radio - Batterie	1
PC - Batterie	1
PC - Récepteur GPS	1
Sondeur - PC	1
Sondeur - Batterie	1

Enfin, il est important de prévoir un nombre de batteries et autres alimentations suffisant pour palier tout problème de recharge. Nous avons pu constater sur le terrain les temps d'autonomie suivants (pour 9 heures de recharge) :

Appareil	Alimentation	Autonomie
Sondeur	2 batteries 12 V	> 10h.
Radio émettrice	1 batterie 12 V	environ 8h.
PC	1 batterie de voiture 12 V	> 10h.
Récepteur GPS Base et Bathy	1 batterie 12 V 12 Ah	> 10h.
Récepteur GPS Topo	4 batteries « caméscope »	4h.

Par précaution, nous avions 1 batterie de voiture supplémentaire (batterie de sécurité pour le PC ou la radio émettrice) et 16 batteries de caméscope (soit 16 heures d'autonomie pour les mesures terrestres). Nous avons également mis en œuvre des systèmes permettant en cas d'urgence, de monter plusieurs instruments sur une même batterie.

ENSEIGNEMENTS

Nous tirons plusieurs leçons de cette expérience. Tout d'abord, en ce qui concerne la mise en place des points de référence, il est clair que le GPS Bifréquence est l'outil le plus adapté et le plus compétitif. Il nous a permis entre autres d'installer un réseau de station sans intervisibilité. Associé à la méthode GPS temps réel pour le levé des profils, il a permis d'optimiser le nombre de pivots à installer (65 stations pour 200 km de canal).

Ensuite, l'utilisation du GPS en temps réel comme instrument de navigation, de positionnement et de mesure de profil bathymétrique (à 5 centimètres près) est une réelle avancée pour ce type de travaux. Sa mise en œuvre est souple (possibilité de se décaler en sachant toujours exactement où l'on est), rapide (moins de 5 minutes de mesure par profil sur un canal d'environ 50m de large) et permet de limiter le nombre de stations de référence par des méthodes plus classiques.

L'utilisation du GPS en temps réel pour le levé topographique présente lui des avantages mais également des limitations. D'abord il permet là encore de réduire le nombre de points de référence. Ensuite, il permet d'obtenir des coordonnées précises XYZ sur le terrain sans temps de calculs supplémentaires avec toutes les possibilités que

cela ouvre (implantation, contrôle en temps réel des points doubles, installation de stations supplémentaires pour un complément éventuel par des méthodes plus classiques...). Mais en contrepartie, ce type de mesure exige un **terrain très dégagé** (buisson de moins de 2m, pas de rangées d'arbres à proximité...), ce qui, le long d'un canal est relativement rare.

Cela explique sans doute le fait qu'un **profil sur trois** ait nécessité l'utilisation du niveau et que pratiquement, pour tous les profils, les temps d'initialisation du GPS ont été rallongés (perte du signal à chaque passage sous ou à proximité d'un arbre ou d'un buisson trop haut...). Ainsi, alors qu'en théorie le temps de mesure topométrique par profil aurait dû être de **15 minutes** (5 secondes de mesure par point, 15 secondes de déplacement entre les points, 2 initialisations de 3 minutes et 5 minutes de passage d'une berge à l'autre), il a été sur l'ensemble du chantier de **30 minutes** soit un temps de mesure multiplié par deux.

Pourtant, dans notre cas, l'utilisation du GPS pour la topométrie semblait envisageable compte tenu de la possibilité qui nous était offerte de décaler les profils de ± 50 . En effet, nous avons pu ainsi éviter les berges localement très encombrées. Et quand bien même, les berges étaient masquées sur une longueur importante (750 m par exemple), le nombre de profils concernés était minime (1 ou 2). Il n'en serait pas de même pour le levé de profils tous les 50m par exemple. En effet, dans ce cas, une zone masquée de 750m impliquerait une impossibilité de mesure au GPS pour **16 profils**.

Quoi qu'il en soit, **en milieu dégagé**, l'utilisation du GPS en temps réel sera d'autant plus rentable que le levé est « dense ». En effet, chaque station de référence permet d'effectuer autant de mesure que l'on veut **en vue directe ou non**, dans un rayon de 1,5 km environ et ce, quelque soit les conditions météorologiques. Dans notre cas cela correspondait à 5 profils par pivot (1 profil tous les 500m). Nous pouvons facilement imaginer pour d'autres types de chantier, une bien meilleure rentabilité des stations et donc une productivité accrue (levé de profils en travers tous les 50m au lieu de 500m par exemple).

L'opération de traitement consiste donc à réduire l'ensemble de ces données en un semis de points XYZ du fond du canal. Pour cela, nous effectuons un lissage du plan

d'eau à partir des altitudes mesurées par GPS, et un lissage du fond du canal à partir des données du sondeur. Durant cette opération, les points incohérents sont éliminés (algues, objet flottant entre deux eaux, objets reposant sur le fond...), sans altérer le résultat final compte tenu de la densité de points mesurés (5 points par seconde).

Enfin, les points XYZ sont obtenus par interpolation à l'aide de ces deux courbes et des coordonnées XY du sondeur, sur la base du temps GPS. Les points choisis lors de cette interpolation correspondent au point le plus haut pour chaque intervalle d'un mètre. Ils sont sauvegardés sous la forme d'un fichier ASCII de coordonnées et peuvent dès lors être insérés dans un logiciel de dessin (Autocad dans notre cas).

CONCLUSION

Nous insisterons dans cette conclusion sur les possibilités qu'offre cette nouvelle méthode de mesures bathymétriques.

Nous retiendrons ainsi qu'elle se caractérise par l'utilisation du GPS en mode temps réel qui permet de se positionner avec précision et donc de mesurer à quelques centimètres près les parties du fond que l'on désire (dessin en temps réel de la trajectoire suivie par le bateau sur ordinateur avec possibilité d'insérer un fond de plan...).

L'utilisation de la radio permet quant à elle de s'affranchir du lien physique ou visuel entre la terre et le bateau jusque-là indispensable lors de mesures bathymétriques de précision. Bien entendu, plus l'émetteur radio sera puissant, plus la distance entre la base et le bateau pourra être importante (jusqu'à 10km).

Enfin, associé à un sondeur, le GPS permet d'obtenir une densité de points qui permet une véritable modélisation numérique du fond sous forme de MNT. Le résultat est ainsi beaucoup plus proche de la réalité que lors de l'utilisation de méthodes traditionnelles où les points sont mesurés de façon systématique, sans tenir compte des singularités. Les données recueillies peuvent de plus être exploitées directement par informatique ouvrant ainsi la porte à de nombreuses applications (calcul de cubature automatique, optimisation de tracé...).

**Que vous soyez
un professionnel
de la Topographie**



**Que vous soyez
un utilisateur
de la Topographie**

- Bureaux d'Etudes
- Cabinets de Géomètres - Experts
- Services Publics
- Enseignement spécialisé
- Conception et diffusion de produits et matériels topographiques...

- Maître d'œuvre
- Services Techniques des villes
- Entreprises de Travaux Publics
- Architectes
- Urbanistes
- Industriels
- Organismes fonciers et d'aménagement...

VOUS TROUVEREZ RÉUNIS AU SEIN DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE DE TOPOGRAPHIE (L'A.F.T.)

*Tous les professionnels et utilisateurs des techniques de la topographie,
de la géodésie, de la photogrammétrie, de la topométrie, de l'hydrographie,
de la cartographie, de la métrologie,
des Systèmes d'Informations Géographiques (SIG)...*

EN ADHÉRANT

à cette association, vous serez en contact direct avec tous les intervenants de la topographie.

EN PLUS :

vous participerez à l'action et au soutien de la profession.

A TRAVERS :

ses publications (une revue trimestrielle : XYZ,
un annuaire professionnel, des brochures...)

GRACE À :

ses manifestations (colloques, rencontres, congrès nationaux
et internationaux, journées d'études...)

Pour être informé sur la vie de la profession et ses techniques

ADHÉREZ :



**A.F.T. : 136 bis rue de Grenelle - 75700 PARIS 07 SP
Tél. : 01 43 98 84 80 - Fax : 01 47 53 07 10**



pont du storebaelt danemark

montage du tablier suspendu

Nicolas Brisset (GE - responsable service topométrie - GEC - Alsthom)
Jean-Philippe Rodrigues (ing. ESGT - GEC - Alsthom)

Le point de vue du client par M. Francis Rouvillain

MSc Technical Adviser

COWI Consulting Engineers and Planners A/S. (COWI consulting est, avec d'autres partenaires, le concepteur du pont et fournit l'assistance technique au maître d'ouvrage pendant la construction)

Dans ses articles des numéros 66 et 71 de « XYZ », Nicolas Brisset vous a exposé très clairement les problèmes posés au service topométrie en charge de la géométrie des ouvrages en construction pour la traversée du Storebaelt au Danemark. Ces articles commentaient principalement les travaux relatifs aux travées d'approche et au tissage des câbles porteurs. Dans ce qui va suivre, ce sont les aspects topométriques particuliers en relation avec le montage du tablier suspendu qui seront abordés. Avant de lui céder la place, je voudrais revenir sur quelques réflexions importantes mentionnées dans le numéro 71 qui sont les conditions de travail, les contraintes sur la précision des mesures imposées par les spécifications et dépendantes de la nature de l'ouvrage, et, pour finir, les relations client-entrepreneur. En tant que représentant du client dans les services techniques, je voudrais y ajouter le point de vue de celui-ci qui est valable pour les trois articles en question.

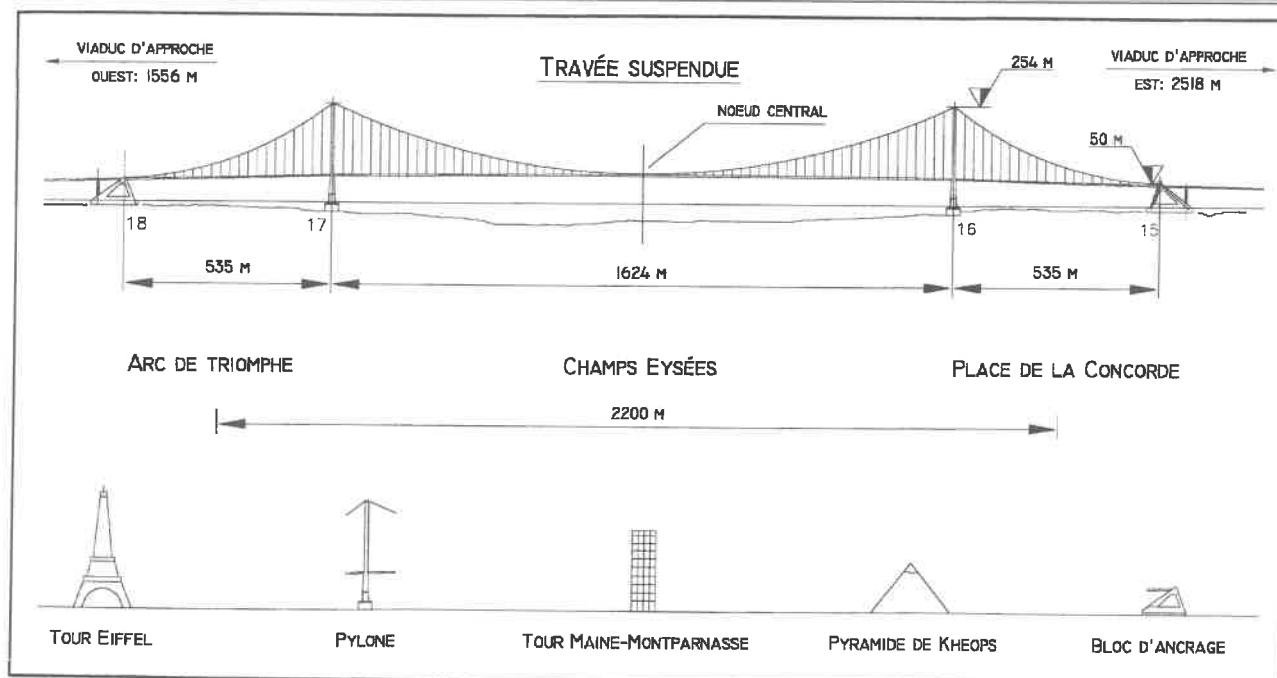


Un pont suspendu est un ouvrage très flexible et toujours « vivant » où toutes les variations des effets (vent, température, charges provisoires ou permanentes) entraînent parfois des changements importants dans la géométrie. Le but est, bien sûr, d'obtenir la configuration géométrique finale imposée par les spécifications. Pour cela, il faut faire en permanence un compte à rebours et prévoir les conséquences du point de vue géométrique de dispositions prises très longtemps à l'avance. Un oubli ou une erreur peut avoir des conséquences extrêmement graves. Il faut donc préparer la mission dans tous ses détails avec l'appui des responsables des autres activités majeures sur l'ouvrage (séquences de montage, distribution des charges, activités parallèles qui peuvent modifier la géométrie, etc.).

Une deuxième condition est d'être en mesure de réaliser les relevés avec la qualité et la précision requises pour obtenir le résultat global escompté sur l'ouvrage final. Cela demande beaucoup de préparation (procédures), des équipements adéquats et surtout un personnel qualifié qui sait ce qu'il doit faire et qui le fait.

Un troisième aspect est la confiance du client vis-à-vis de l'entrepreneur. C'est un point extrêmement important. L'équipe topométrique obtient cette confiance en présentant des méthodes et des résultats qui démontrent les qualités professionnelles de l'équipe. Elle entretient cette confiance en maintenant une attitude positive pour résoudre les problèmes imprévus qui ne manquent pas dans ce genre de travaux. Entre autres, il est essentiel de ne pas « sauter la haie là où elle est la plus basse ». Autrement dit, il ne faut pas contourner les difficultés. Le client fait lui aussi des mesures de contrôle, non pas pour trouver des erreurs systématiquement, mais pour confirmer que la confiance placée chez l'entrepreneur est bien placée. Ce qui a été le cas jusqu'à présent.

Le montage du tablier du pont suspendu entraîne des déformations importantes des câbles (près de 18 mètres), des mouvements des têtes des pylônes (près de 2,30 mètres) et des selles de répartitions. Au départ, le tablier prend une configuration tout à fait à l'opposé de sa configuration finale. Des travaux de montage (montage des suspentes) progressent en même temps que le hissage des sections. Il faut penser à tout et longtemps à l'avance. Cet article va vous expliquer comment ces problèmes ont été résolus.



Nous avons détaillé, dans les précédents numéros, les activités topométriques liées au montage du pont Est sur le Storebælt. Si les articles passés traitaient de l'assemblage des viaducs d'approche et des câbles principaux de l'ouvrage, ces quelques lignes s'efforceront de vous présenter la troisième et dernière grande partie des travaux : le montage du tablier suspendu et les activités associées du service topométrie.

Le pont suspendu du Storebælt s'étend sur 2 700 mètres et permet une hauteur navigable en son point central de 65 mètres afin de garantir le passage du trafic de fort tonnage sur ces eaux empruntées par de nombreux convois internationaux.

La travée suspendue a été divisée en 57 voussoirs métalliques préfabriqués d'une longueur courante de 48 mètres et d'un poids de quelque 600 tonnes chacun.

L'activité de Gec Alsthom consiste au transport des voussoirs sur site depuis le Nord du Danemark, à leur levage, leur positionnement et réglage puis à leur soudage.

En situation finale d'assemblage, chaque élément est supporté par 4 couples de suspentes verticales solidaires des câbles principaux de l'ouvrage. La longueur de ces suspentes peut être ajustée en leur point d'accrochage avec l'extrados (partie supérieure du tablier) afin de permettre un fin réglage et respecter ainsi la géométrie finale, notamment du profil en long. Une fois les 57 éléments soudés, la travée du pont constituera une poutre suspendue continue de 4 mètres de haut et de près de 3 km de long. Les joints d'expansion permettant les dilatations thermiques et les mouvements dynamiques de la structure se situent au niveau des blocs d'ancrage des câbles. Ceci nécessite la mise en place d'appareils d'appui à

chaque extrémité dont les caractéristiques doivent permettre une translation longitudinale effective de l'ensemble de plus ou moins un mètre. Les mouvements transversaux de cette gigantesque poutre sont quant à eux réduits aux pylônes à l'aide d'appuis latéraux restreignant l'action d'un vent intensif. Ainsi, la structure de l'ensemble de l'ouvrage est conçue pour résister à un vent de 72 m/s, c'est-à-dire à deux fois plus qu'un simple ouragan !

Pour procéder au levage des sections, 4 grues portiques ont été installées directement sur les câbles principaux. Chaque grue pèse 210 tonnes (équipement compris) et l'ensemble a été étudié pour être totalement autonome. Leurs déplacements sur les câbles sont assurés par un système hydraulique leur permettant de se mouvoir de la même façon qu'une chenille. La différence est que ce genre d'insecte se déplace à une vitesse de 6 mètres par heure et atteindra tout près du sommet du pylône, son altitude record de 250 mètres sur un câble incliné à 27 degrés.

Le levage de chaque voussoir nécessite la mobilisation de deux grues. L'élément est hissé depuis sa position sur une barge en mer, posé sur ses suspentes permanentes, puis solidarisé temporairement par un jeu de connexions au précédent voussoir déjà en place. Ces connexions atténuent tout comportement dynamique instable de la structure dans une phase de montage provisoire délicate où chaque nouveau levage modifie les caractéristiques géométriques donc mécaniques de l'ensemble.

C'est dans une deuxième phase que se déroule le soudage des éléments entre eux, lorsque 75 % des voussoirs de la travée centrale sont montés. En effet, sur la travée principale, les éléments sont levés depuis le nœud central jusqu'aux pylônes. Cette séquence a pour conséquence de déformer le câble principal. Ainsi, après la seule installation du premier voussoir et des 4 grues, l'altitude du point milieu du câble a littéralement chuté de 12 mètres « cassant » la chaînette du câble (lui procurant une forme de V). Ce n'est qu'après le montage de 21 éléments que la répartition des charges sur les câbles permet à ceux-ci de retrouver une géométrie assez proche de celle finale. Le soudage des voussoirs proches du nœud central peut alors commencer.

Toutes les opérations précédentes nécessitent la collaboration de techniciens issus de différents corps de métiers complémentaires, le géomètre y trouvant évidemment une place de choix. Sur un tel projet, « l'homme de la mesure » ne déroge pas à l'habituelle règle : effectuer le premier relais sur site. Ce qui implique une réelle préparation au travail à effectuer même si, sur l'ouvrage que l'on a surnommé le pont des records, les tâches du service topométrie sont pleines de rebondissements en tout genre. Il faut pouvoir y répondre rapidement et parfois savoir les anticiper en élaborant plusieurs véritables « plans d'action ». Le souci du contrôle est omniprésent

et le recoupement des mesures, un garde-fou supplémentaire. Finalement, la synthèse de l'ensemble des impératifs nécessite l'organisation des mesures suivantes que nous pouvons détailler suivant trois points intimement liés :

- le contrôle géométrique des voussoirs sur site de stockage/préparation des éléments ;
- les opérations topométriques à réaliser pendant le montage ;
- les opérations topométriques après montage.

Contrôles géométriques sur site de stockage/préparation des éléments

Les voussoirs sont préfabriqués sur deux sites différents : Sines (Portugal) et Taranto (Italie). Une fois achevés, les éléments du pont transitent par voie maritime jusqu'à Aalborg (Nord du Danemark) se situant à 300 km du site de construction. Ils sont finalement préparés pour leur montage ultérieur puis stockés provisoirement. C'est à ce stade que commence notre travail.



La première activité consiste à mesurer la longueur de chaque voussoir. Sur l'ensemble des 57 éléments, 4 sur-longueurs ont été prévues permettant l'ajustement futur des portées respectives de la travée centrale (1624 m) et des travées latérales (535 m chacune). Un contrôle sur site des voussoirs déjà soudés comparé au cumul des mesures individuelles permet le respect des exigences contractuelles très strictes. La tolérance n'est que de ± 50 mm sur les 2 700 mètres de longueur totale. Elle est réduite à ± 20 mm sur le positionnement des appareils d'appui aux pylônes et aux blocs d'ancrage. L'analyse d'erreurs, afin d'apprécier la qualité des mesures effectuées, prend ici tout son sens.

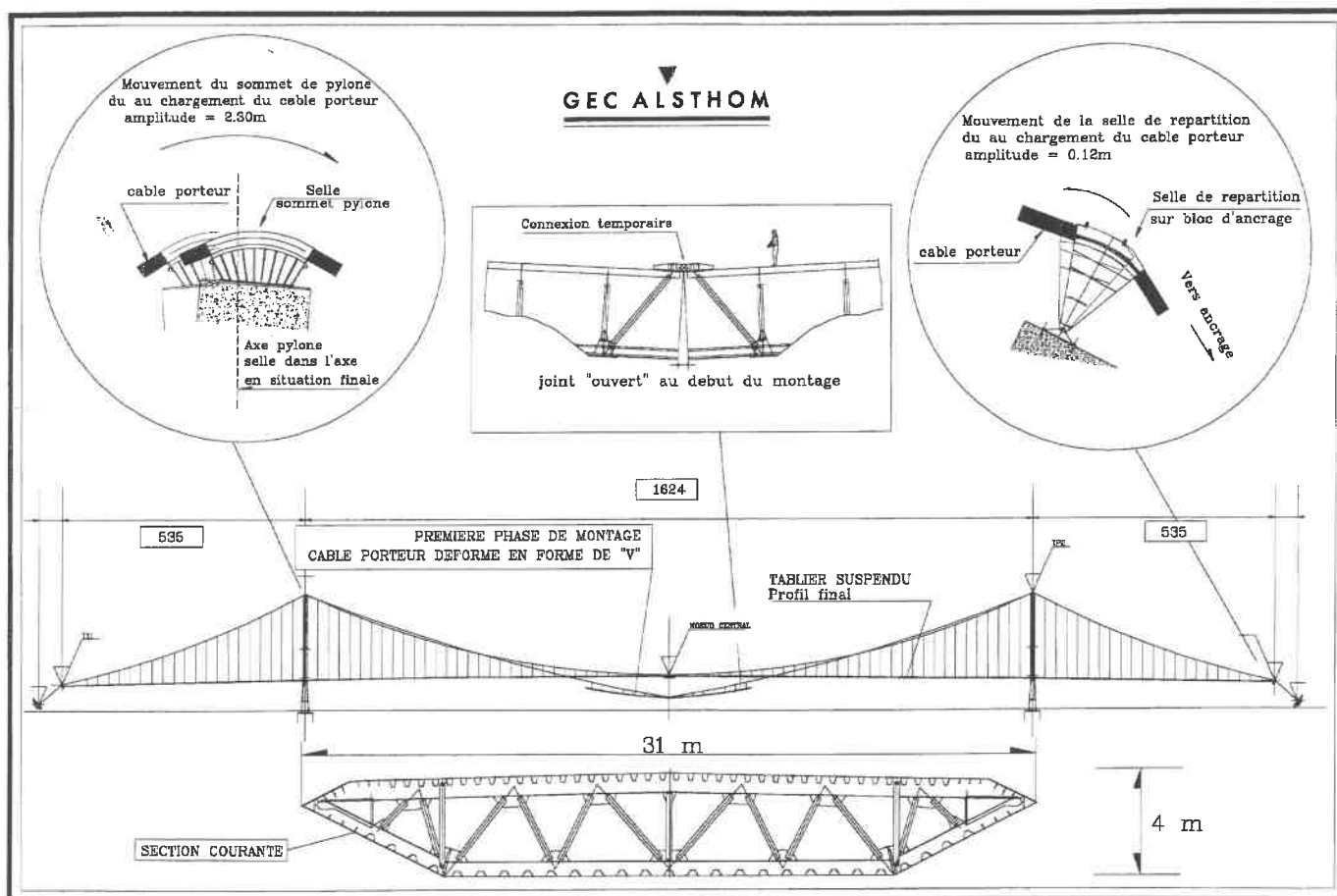
Un contrôle géométrique de la préfabrication des voussoirs est aussi réalisé (alignements, flèche, torsion en position de stockage, etc.). Notamment, une « cartographie » des déformations entre voussoirs au niveau des joints à souder in situ est dressée. Les résultats permettent de s'assurer que les éléments respectent les tolérances fixées par le contrat. Celles-ci, outre la garantie de qualité qu'elles apportent, restreignent, si elles sont respectées, les risques potentiels de problèmes techniques ultérieurs.

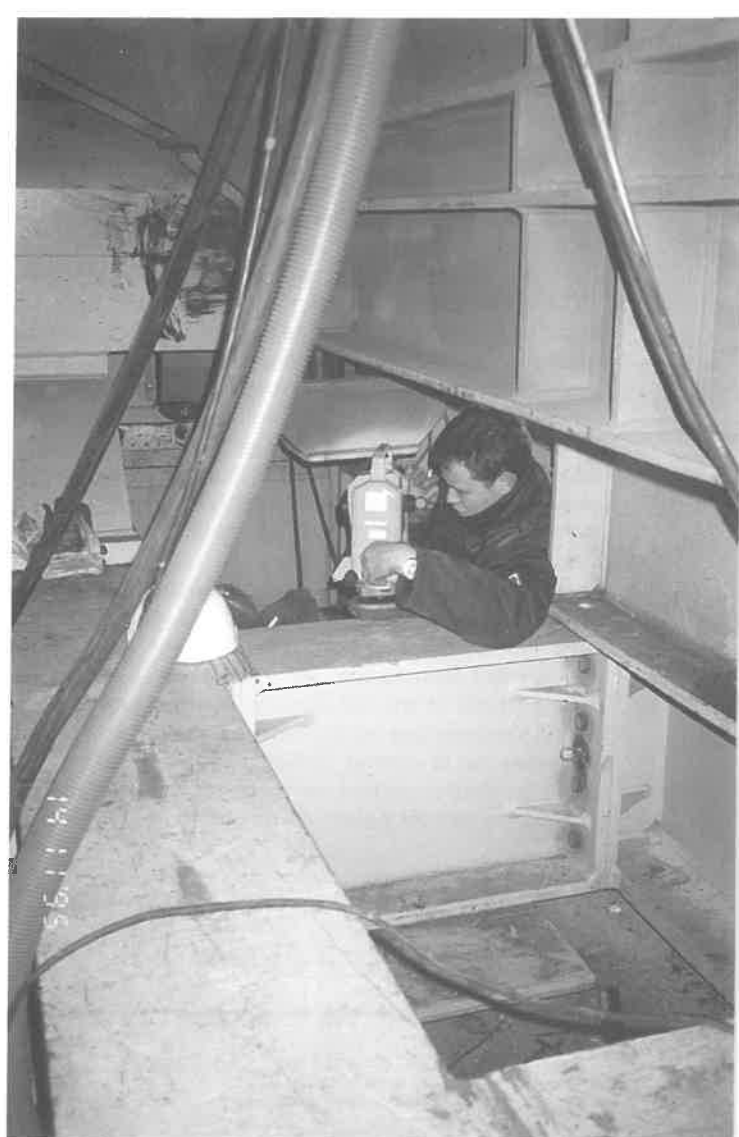
Enfin, c'est sur site de stockage que sont réglés les appareils de levage et qu'est installée une plaque de référence permettant de recevoir un clinomètre. Cet instrument est utilisé, entre autres, pendant le levage de chaque voussoir pour permettre le réglage horizontal des éléments durant l'opération.

La principale difficulté est que toutes ces activités doivent être réalisées en gradient thermique stable, c'est-à-dire que la différence de température entre l'extrados et l'intrados des voussoirs doit être inférieure à 3°C . Cet écart peut atteindre 40°C par une belle journée d'été, agréable saison synonyme de quelques belles nuits de travail pour les géomètres !

Opérations topométriques réalisées pendant le montage

Durant l'assemblage et le soudage progressif des voussoirs, le service topométrie a pour mission de s'assurer que la géométrie de l'ouvrage suit l'évolution prévue. L'avantage d'effectuer des mesures sur le site de stockage est d'obtenir un état 0 de chaque élément. Les informations de cette situation initiale sont complémentaires (malgré une certaine redondance parfois) des mesures effectuées pendant le montage qui mettent en évidence la géométrie d'ensemble de l'ouvrage plutôt qu'une géométrie locale des voussoirs.





Les opérations topométriques à réaliser pendant le montage et le soudage des éléments sont donc les suivantes.

- Contrôle régulier de l'altitude du nœud central sur les câbles principaux dont les variations peuvent atteindre une amplitude de 15 mètres suivant la répartition des charges sur les câbles principaux.
- Contrôle de l'alignement général et local des sections afin de s'assurer que la connexion temporaire puis le soudage des voussoirs entre eux respectent l'alignement théorique de l'ensemble du tablier.
- Contrôle du profil en long du tablier. Ce point clé nécessite la mise en œuvre de deux procédés de mesures. Le premier est le suivi systématique de l'évolution des pentes individuelles de chaque voussoir réalisé à partir d'observations données par un clinomètre dont la précision est de ± 0.01 degré (suivant les deux axes XY). Le second effectué à 4 différentes étapes du montage permet une détermination d'ensemble du profil en long utilisant les méthodes topométriques dites classiques et l'utilisation du GPS en mode cinématique. Une attention particulière est portée localement sur le profil en long au droit des pylônes. En effet, les voussoirs situés aux pylônes ne disposent pas de suspentes d'appui, seul le soudage aux deux éléments adjacents « les sustentent », ce qui nécessite une mise en œuvre spéciale. La géométrie induite des phases de montage est très particulière et demande un contrôle régulier.
- Réglages des appareils d'appui temporaires et définitifs des voussoirs de chaque extrémité. Les appareils d'appui définitifs de ces voussoirs, au nombre de deux

par élément, sont caractérisés par une possibilité de translation de ± 1 mètre. La tolérance en parallélisme de ± 0.5 mm/m (c'est-à-dire ± 1 mm sur toute la longueur du dispositif) s'avère très contraignante vu les conditions de travail (accès, obstacles, etc.), un chantier, même très organisé, ne ressemblant bien évidemment pas à un laboratoire de métrologie.

- Contrôle de la longueur après soudage et détermination des sur-longueurs de coupe sur les dernières sections montées.
- Contrôle hebdomadaire de la position des sommets des pylônes. Celle-ci varie de $\pm 2,3$ mètres suivant l'évolution du montage des voussoirs. Le changement des câbles principaux sur la travée centrale implique un déplacement des sommets des pylônes vers le nœud central (vers l'intérieur) alors qu'un chargement sur les travées latérales implique un déplacement vers les blocs d'ancrage (vers l'extérieur). En phase finale, les pylônes seront bien entendu verticaux.
- Auscultation mensuelle des pylônes (à leur base) et des blocs d'ancrage qui permet, entre autres, de déceler une tendance de déplacement planimétrique et altimétrique pour chaque structure. Pour l'anecdote, le bureau d'étude estime à 50 mm le déplacement planimétrique des blocs d'ancrage vers le nœud central dû au chargement des câbles porteurs par les voussoirs du tablier suspendu (rappelons que les caractéristiques de chaque bloc d'ancrage sont les suivantes : base de 120 mètres de long sur 50 mètres de large, 70 mètres de haut et quelque 150 000 tonnes d'acier et de béton).

• Réglage des joints d'expansion aux deux extrémités du tablier, dispositifs qui peuvent s'allonger et se rétracter de 1 mètre.

Opérations topométriques après montage

Ce n'est qu'une fois le montage terminé qu'une série de mesures qualifiant les activités de Gec Alsthom en définissant la géométrie finale locale et générale de l'ouvrage « tel-que-construit » est effectuée. Cette activité consiste à remesurer points par points, dans le détail, la position de l'ouvrage et sa configuration pour les comparer aux exigences contractuelles. Ces mesures, associées à d'autres informations (soudage, peinture, etc.), permettent, via la rédaction d'un rapport détaillé, d'officialiser la remise de l'ouvrage au client et figureront dans le dossier d'ouvrage. Enfin, elles définissent un état de référence que le gestionnaire d'ouvrage exploitera pour le suivi de celui-ci. Les géomètres qui nous relateront pour l'auscultation sauront apprécier..., espérons-le !

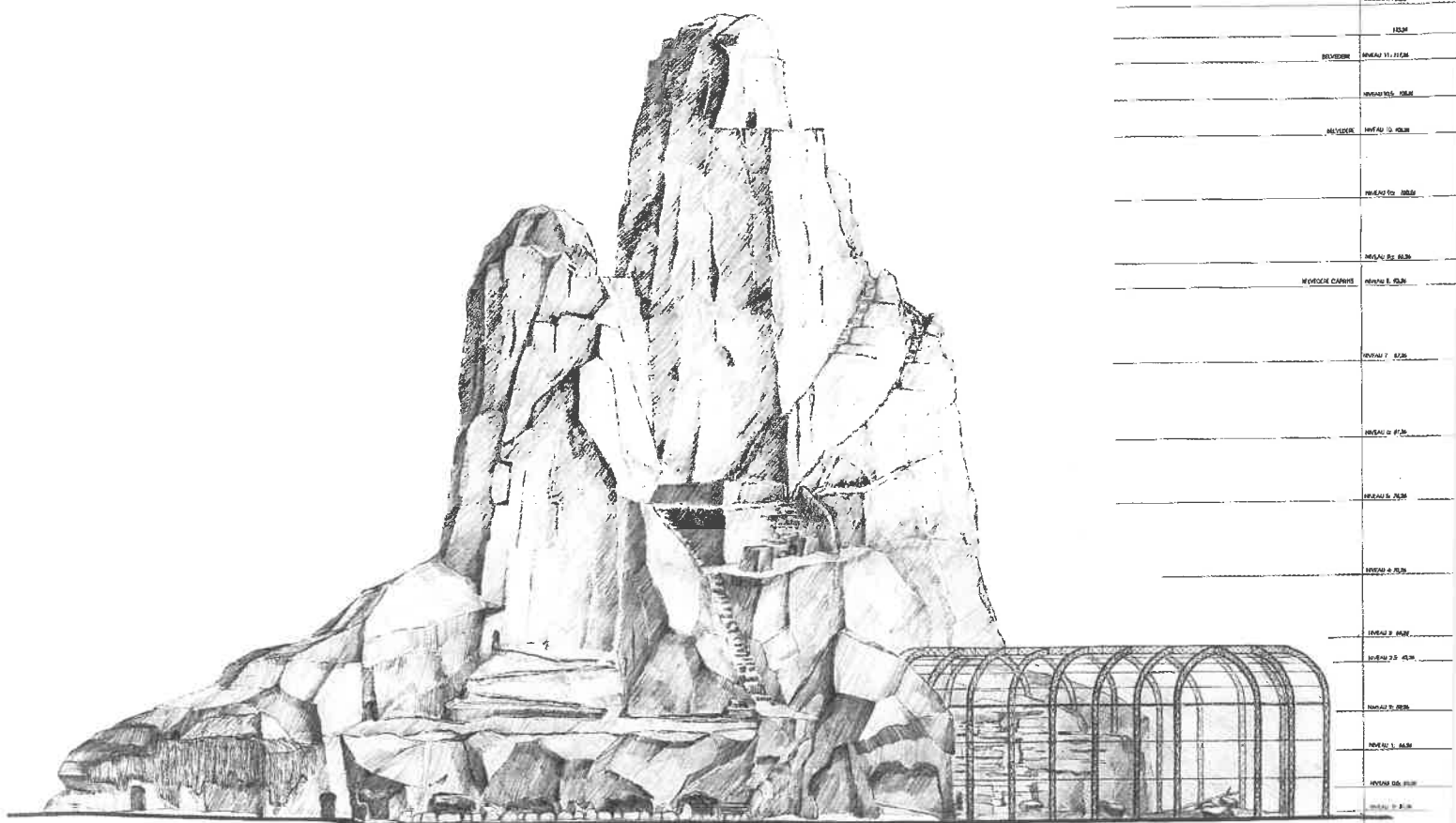
Deux mois et demi auront suffi pour monter le tablier sur la portée principale, reliant les deux pylônes. Après avoir surmonté les difficultés qui surgissent naturellement au début d'une activité totalement nouvelle, le montage s'effectue sur un rythme soutenu afin de profiter de l'été danois... Cette année encore, cette saison sera très laborieuse.

Pour faire face à la demande de mesures pendant les trois années de chantier, l'équipe topométrique a été constituée en moyenne de 5 personnes (7 pendant l'été 1996) de trois nationalités différentes. Que de sueur (malgré le froid) et que de nuits blanches (malgré l'hiver avec ses 18 heures de nuit et 6 heures de jour souvent gâchées par le brouillard) auront été nécessaires à l'accomplissement du bel ouvrage, à la réalisation d'un Ouvrage d'Art exceptionnel et extrêmement valorisant. Quel homme de chantier n'a-t-il pas eu la petite fierté bien humaine de se dire à la fin d'un tel édifice « j'y étais, c'est un peu grâce à moi ».

Sur ce projet, ce sentiment de fierté est décuplé par la taille du pont lui-même. Toutes les équipes composées de gens ordinaires ont réalisé un travail extraordinaire. Les moins jeunes en sortiront avec quelques cheveux en moins, les nouveaux auront goûté au stress mais tous ne sauront oublier cette expérience fabuleuse et le souvenir original d'aller au travail en bateau.

Enfin, les ponts relient et rapprochent les hommes, on n'en construira donc jamais assez de quelque matériau que ce soit.





Projet de rénovation — Façade Est (Dessin Atelier de l'Île, Brard — Le Bras — Quelen — Architectes.)

grand rocher du zoo de Paris

***l'expérience
d'une
réhabilitation***

***Bruno Venant — ing. E.S.G.T.
Olivier Delcourt
(Cabinet Renfer et Venant)***

Le Grand Rocher du Parc Zoologique de Paris est l'une des silhouettes caractéristiques recherchées par l'observateur parisien lorsqu'il se trouve sur l'un des points culminants de la capitale.

Cet ouvrage, réalisé entre 1932 et 1934 par l'architecte Charles Letrosne, sur lequel évoluaient visiteurs et animaux, se détériora au fil des ans sous l'agression des éléments climatiques et fut fermé au public pour raison de sécurité en 1982.

Près de huit années d'études et de travaux furent nécessaires pour qu'émerge à nouveau, fin 1996, de son cocon de bâches protectrices, cet ouvrage prêt à entrer dans le 3^e millénaire, comme précurseur de ce que sera le futur Parc Zoologique rénové.



Photo Christian Le Bouar

Génial architecte, Charles Letrosne conçoit une charpente en béton armé, tel un jeu de cubes évidés, empilés sur douze niveaux. Les entretoises, qui doivent rigidifier la structure, sont éliminées afin de permettre à celle-ci de se dilater en fonction des variations thermiques des parois alternativement ensoleillées ou dans l'ombre fraîche.

Sur cette charpente, une véritable peau de béton de cinq centimètres d'épaisseur, est posée, sculptée et peinte pour créer l'illusion d'un rocher quasi naturel. Deux réservoirs d'eau se cachent dans ses entrailles, l'un perché à vingt cinq mètres, contient 800 m³, l'autre à six mètres retient 1 300 m³. Ils sont alimentés par un forage de quarante cinq mètres qui trouve dans la nappe l'eau nécessaire aux animaux du Zoo. Un escalier à double révolution et un ascenseur « aveugle » emmènent le public jusqu'au sommet.

Le problème n'est pas simple, la peau de béton doit être entièrement reconstruite, la structure réparée, les aménagements permettre des accès aisés au sommet tout en donnant vie au volume intérieur jusqu'à ce jour ignoré du grand public, et tout ceci sous l'œil vigilant de la Commission des Sites qui impose une reconstruction du Rocher à l'identique.

En décembre 1992, l'aventure commence pour le géomètre, avec l'établissement d'un état topographique du site :

- Mise en place d'un canevas planimétrique et altimétrique sur la ceinture extérieure du Rocher, ainsi qu'à l'intérieur, fixant un système unique de coordonnées pour l'ensemble des opérations.

À l'extérieur :

- Levé topographique des abords du Rocher et de l'entrée en terre des parois.

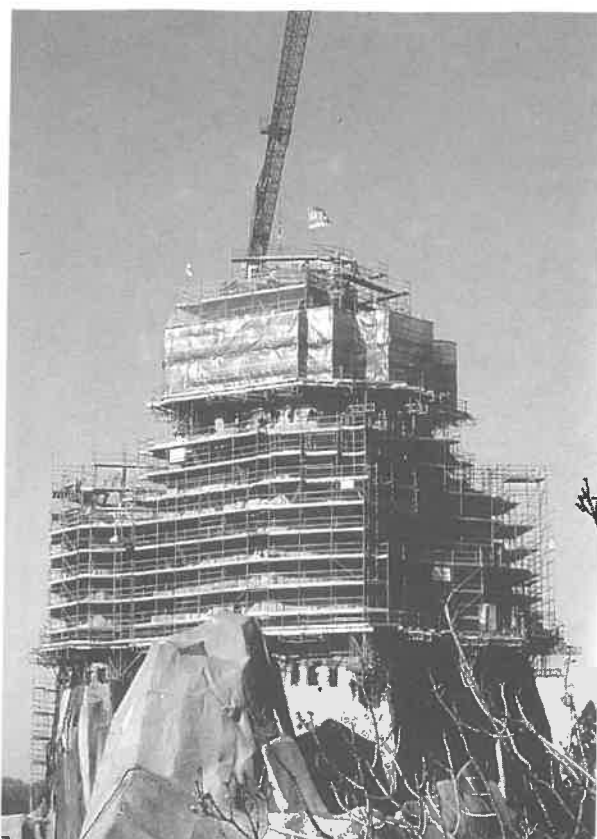


Photo Christian Le Bouar

- Levé photogrammétrique des parois rocheuses et restitution de 64 courbes de niveaux, d'équidistance 1 mètre, lignes maîtresses de la forme de la coque, guide indispensable de la reconstruction.

- Une centaine de cibles posées par alpiniste, servent de calage à la restitution ;

- Les prises de vues sont réalisées avec une caméra ZEISS de focale 98.91 mm à partir d'une nacelle élévatrice. Les masques de la végétation et l'impossibilité de réaliser des prises de vue hélicoptères imposent des levés topographiques complémentaires pour interpréter au mieux les zones non restituées.

À l'intérieur :

- Levé des bassins et des deux niveaux de base de la charpente béton, assise de l'ensemble de la structure. Les autres niveaux sont numérisés à partir des plans d'exécution réalisés par Charles Letrosne.

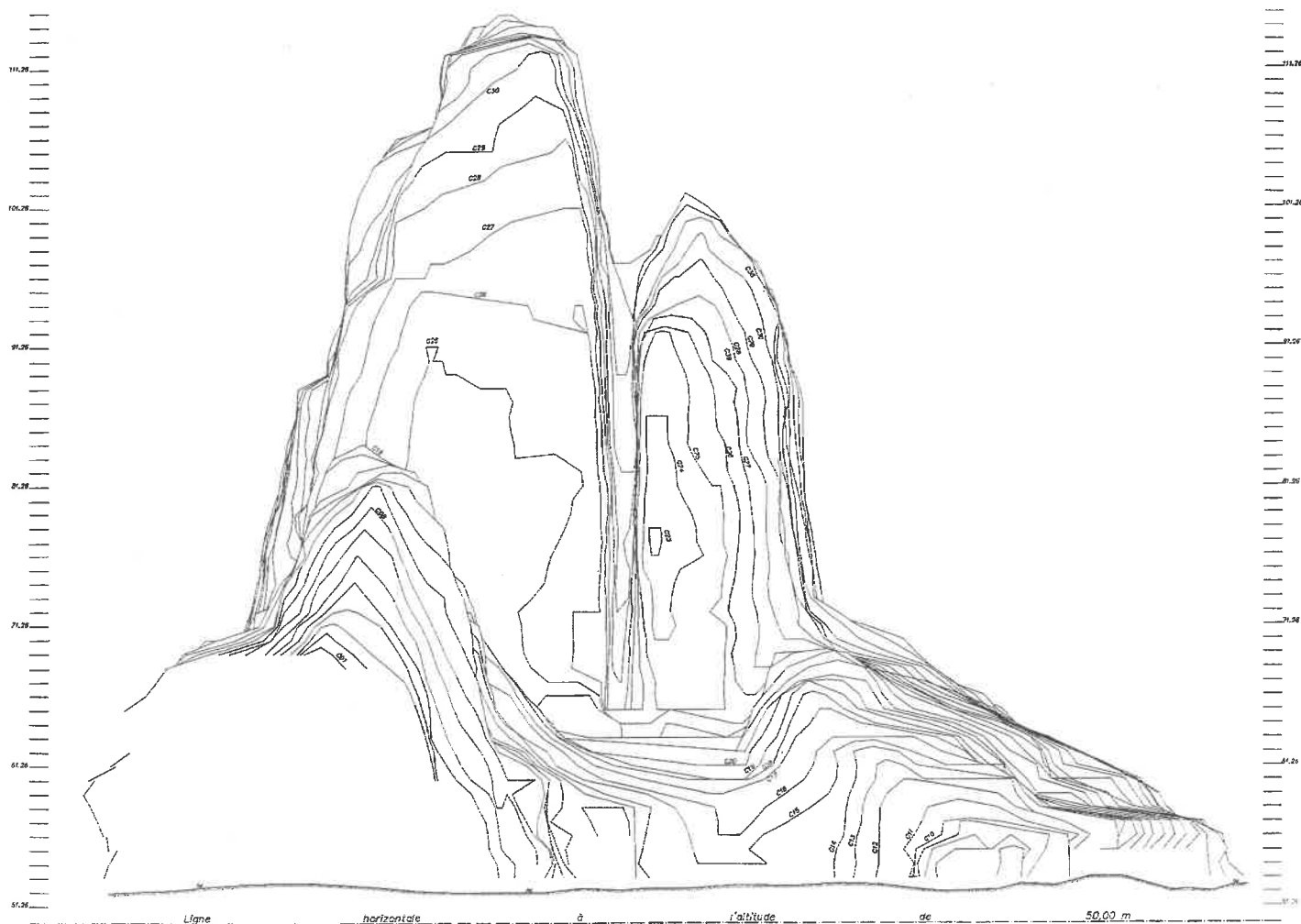
À ce stade, toutes les mensurations de l'ouvrage, informatisées sous Autocad, constituent la base de données graphique du Grand Rocher, outil indispensable aux architectes et bureaux d'études pour finaliser le projet.

Celui-ci définitivement arrêté, les modifications induites des 64 courbes maîtresses sont intégrées dans la base de données en préambule aux opérations de construction.

En janvier 1995, le pilotage topographique du chantier peut démarrer.

À partir des informations de la base de données, un échafaudage épousant au plus près la paroi rocheuse est conçu ; version européenne et métallique des cathédrales de bambous érigées pour les constructions en Asie.

C'est lui qui, subsistant après la démolition de la coque, va servir de référence pour implanter les ferrailles des nouvelles parois :



Facade Sud-Ouest

— Plus de 3 000 points sont repérés et levés pour déterminer à chaque niveau de la structure la position de l'échafaudage.

— 3 colonnes de références altimétriques sont implantées sur les 65 mètres de dénivelée. 6 000 points sont reportés et matérialisent l'altitude des courbes maîtresses sur les montants de l'échafaudage.

En hauteur, les démolisseurs enlèvent morceau par morceau la peau de béton et l'armature métallique.

Au sol, les ferrailleurs courbent des barres d'acier galvanisé, de xis à dix millimètres, à la forme exacte des courbes maîtresses et des courbes intermédiaires, extraites des croquis et des photos.

Les maçons les fixent tous les quinze centimètres sur la charpente à l'emplacement répertorié. Un grillage d'acier vient alors se poser sur cette armature.

À ce stade, le géomètre intervient pour contrôler le positionnement (X, Y, Z) du ferrailage principal. Si celui-ci respecte les tolérances, les maçons projettent trois à quatre centimètres de béton par « voie sèche », pour rigidifier l'ensemble, puis deux centimètres par « voie humide » qui seront travaillés par les sculpteurs, sableurs et peintres pour donner forme, grain et patine souhaités à la surface.

Pendant ce temps, au cœur du Rocher, le géomètre implante au jour le jour, au milieu du dédale de la charpente, les ouvrages secondaires et la colonne de l'ascenseur.

Personne n'avait l'expérience d'un tel chantier. Nous avons élaboré des méthodes ; une fois sur le terrain, au vu de l'encombrement extrême, de l'absence de visibilité liée à la présence de la bâche ceinturant le Rocher, des difficultés du travail en altitude sur échafaudage, nous dûmes improviser.

Si les travaux de précision furent réalisés, dans des conditions souvent acrobatiques, avec du matériel topographique actuel (TC 2002, lunette zénitale,...), des procédés plus rudimentaires firent leurs preuves :

- *Le niveau à eau* pour le traçage des altitudes des courbes maîtresses sur l'échafaudage ;
- *le palpeur*, outil conçu pour se fixer sur les éléments d'échafaudage et permettre l'implantation et le contrôle du positionnement (X, Y, Z) du ferrailage.

Aujourd'hui le Grand Rocher du Parc Zoologique trône à nouveau dans l'espace parisien. La mission est accomplie puisque l'observateur non averti ne peut imaginer la métamorphose qui s'est opérée.

Le géomètre ne peut être que satisfait, une fois de plus son rôle a été reconnu par l'ensemble des intervenants, et il fut pleinement associé, dès le départ des études, au déroulement de cette aventure.

Il ne reste plus à l'Institut Géographique National qu'à déterminer les coordonnées d'un nouveau paratonnerre, en sommet du Grand Rocher, pour les travaux pratiques des nouvelles générations d'étudiants en topographe.

QUELQUES CHIFFRES

Budget : 100 millions de francs de l'étude à la livraison des travaux.

Durée des travaux : 2 ans (septembre 1994-août 1996)

Surface de paroi : 14 000 m² dont 12 000 m² reconstruits.

Hauteur : 65 m, plus 0,50 m pour le mécanisme d'ascenseur.

Échafaudage : 1 000 tonnes, 10 kms de passerelles.

Béton : 600 m³.

Ouvriers : 100 en permanence, 200 les jours de pointe.

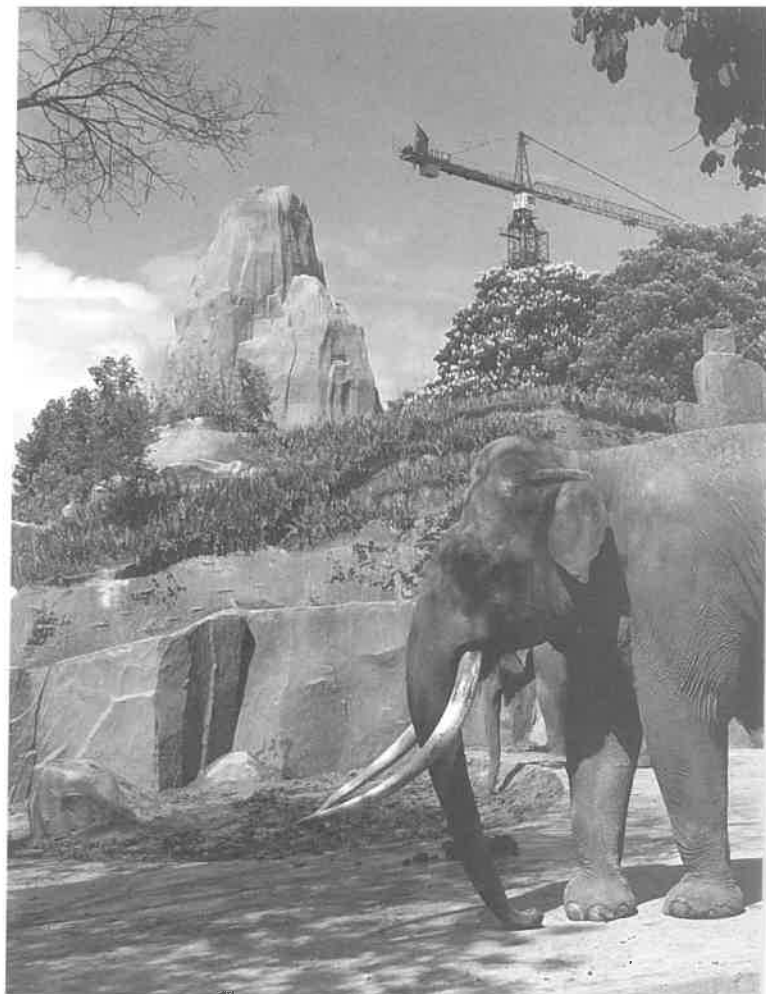


Photo Christian Le Bouar



Et si l'avenir de la topographie passait par TopoCalc...

Avec TopoCalc, enfin l'assurance de :

- ✓ Respecter les cahiers des charges numériques imposés par vos clients,
- ✓ Supprimer les erreurs dues à l'interprétation de la minute,
- ✓ Disposer du plan en 2D ou 3D dès votre retour au bureau ou directement sur le terrain pour la version penpad,
- ✓ Réaliser rapidement et de façon conviviale l'habillage du plan : tableau de coordonnées, cotation de périmètres, teintes de lots...
- ✓ Effectuer tous les travaux courants : calculs topométriques, lever de façades, maillage de terrain, courbes de niveaux, profils en long et en travers, cubatures, lotissements...
- ✓ Rester indépendant de l'outil de DAO utilisé.

TopoCalc + AutoCad LT, la meilleure solution métier pour seulement 20 000 F HT

GéoP▲xel - Les Gipières Vieilles - 83390 CUERS

Tél. : 04 94 48 66 41 - Fax : 04 94 48 66 42

GéoP▲xel c'est aussi du matériel informatique, de la formation, des logiciels de gestion... Nous consulter

TOPOCALC

**activités
internationales**



FÉDÉRATION INTERNATIONALE DES GÉOMÈTRES

64ème comité permanent et symposium international

**Singapour
12 - 15 mai 1997**

**par
Michel
Mayoud**

Ce soixante-quatrième Comité Permanent et Symposium International de la FIG a été accueilli (et remarquablement organisé) par le «Singapore Institute of Surveyors and Valuers». La délégation française —

Comité Français de Représentation à la FIG — était composée de Michel Mayoud (Président et délégué de la commission 6), Bernard Bour (Vice-Président et délégué à la commission 1) et Michel Kasser (délégué à la commission 5). Outre les séances plénières et les groupes de travail du Comité Permanent, il était important d'être présents cette année aux réunions des commissions — dans lesquelles s'opérait la sélection des intervenants pour le Congrès de Brighton, à partir des propositions envoyées fin 1996 et en fonction des sessions prévues pour chacune. Le Symposium couvrait un grand nombre de thèmes dans tous les domaines professionnels traités par les neuf commissions, et cette formule est très appropriée à un maximum d'échanges entre les divers spécialistes. En outre, une exposition commerciale complétait ce programme.

Le Comité Français de Représentation à la FIG (CFR-FIG) s'était préalablement réuni le 30 avril pour discuter divers points sensibles de l'ordre du jour touchant à des modifications des statuts et préparer réactions ou motions. La délégation française s'est donc souvent et parfois fortement exprimée en séance, mais il faut rendre hommage à la sagesse collective du Comité Permanent de la FIG : il y eut convergence sur la préservation des bases de l'équité entre les associations-membres ainsi que sur la seule règle qui peut favoriser la cohérence des expressions nationales — c'est-à-dire le principe «un pays, une voix» auquel l'ensemble des partenaires (OGE, AFT, AFIGEO) s'est toujours montré fort attaché. Certaines propositions qui généraient divergences ou contradictions ont été repoussées pour modification et considération ultérieure.

Les décisions principales de ce Comité Permanent peuvent se résumer comme suit :

- Après nouvelle présentation des propositions (dont celle de la France) et vote, le Bureau Permanent de la FIG sera finalement au Danemark. Cette structure de gestion de la Fédération sera opérationnelle le 1^{er} janvier 1999, son mandat n'enlève aucun pouvoir décisionnel aux organes statutaires (Comité Permanent et Bureau), c'est indéniablement un progrès vers une meilleure efficacité et cela résoudra les problèmes de transfert à chaque changement de Présidence.
- Après l'actuel mandat britannique et le mandat américain (1998-2002), c'est l'Allemagne qui conduira la Fédération et qui organisera le Congrès de 2006 à Munich. Nous nous réjouissons de cette perspective et avons chaleureusement félicité nos collègues et amis germaniques.
- Il est majoritairement souhaité de maintenir un principe général de proportionnalité dans les cotisations (sur le nombre de membres individuels déclarés). D'autres propositions du Groupe de Travail sur d'éventuelles modalités sont attendues.
- L'Assemblée s'est exprimée en faveur d'une ouverture à un plus grand nombre d'associations mais en revenant au principe d'unicité du vote (un pays = une voix), ce qui conduit à une nécessaire coordination en cas d'adhésions nationales multiples. C'est la seule manière d'assurer une cohérence d'expression et une indispensable clarté dans la représentation par pays, et cela rejoint pleinement la situation et la position exprimée de la France — qui fut d'ailleurs citée en exemple lors des débats.
- L'information sur Internet s'enrichira désormais d'une base de données sur la formation, et chaque pays est invité à y contribuer et à y faire paraître ses annonces de cours et de séminaires.
- La «Belarus Land Reform Association» (Biélorussie) est admise comme nouveau membre.

• Suite au protocole signé avec l'ONU et plus particulièrement avec son Centre des Nations Unies pour les Établissements Humains (CNUEH-Habitat), la FIG s'implique dans une collaboration sur divers sujets et projets — dont un colloque francophone en Afrique de l'Ouest sur la Gestion Foncière péri-urbaine et l'Aménagement, axé sur le rôle des géomètres et à organiser via le CFR-FIG.

Le Comité Français de Représentation à la FIG — qui accueille deux nouveaux membres correspondants (la Société Française de Photogrammétrie et Télédétection & la Section Géodésie de l'Union Française de Géodésie et Géophysique) — s'efforce de favoriser la participation et l'expression de tous les professionnels français dans les diverses conférences et colloques de cette organisation. L'usage de la langue anglaise dans la communication internationale ne doit pas intimider ni encore moins décourager ceux qui croient que leur maîtrise de cette langue n'est pas assez bonne pour une présentation : ils se trouveront tout de suite meilleurs après en avoir entendu d'autres... Mais le CFR-FIG a aussi défini des actions en faveur de la francophonie, discutées lors de

cette rencontre avec le Bureau de la FIG et avec nos collègues des pays concernés, et en cours de préparation :

- colloque en Afrique francophone (évoqué ci-dessus), probablement pour fin 1998 et en collaboration avec le CNUEH — Habitat (Mme S. Lacroux), la Fédération Internationale des Études Foncières (M. J. Gastaldi) et le CNRS (M. A. Durand-Lasserve) ;
- colloque futur sur l'éducation professionnelle en français ;
- création d'un groupe francophone au sein de la FIG, pour garder le lien et coordonner ces actions d'intérêt commun ;

Rappelons aussi que la France est candidate pour la tenue à Paris du Comité Permanent et Symposium International de 2003 (toutes les autres dates préalables sont déjà votées).

Pour ce qui concerne le Symposium International, on ne peut résumer ici les cinquante communications présentées à Singapour. Il est utile de savoir que les « Proceedings » — c'est-à-dire les rapports (en anglais) — sont consultables à l'OGE et à l'AFT.

VUES AERIENNES METRIQUES

TOUTES ÉCHELLES - TOUTES ÉMULSIONS :
POUR TOUTES APPLICATIONS

• PHOTOTHÈQUE • TRAVAUX DE PHOTO-CARTOGRAPHIE DE PRÉCISION •



AU SERVICE DES AMENAGEURS

670, rue Jean Perrin • Z.I. • 13851 AIX EN PROVENCE CEDEX 03

Téléphone : 04.42.60.05.45 • Télécopie : 04.42.24.26.04

Fédération Internationale Pour les Études Foncières

Le 24 mai 1997 naissait cette association présidée par le professeur J-R Pitte, vice président de l'Université de Paris-Sarbonne et président de l'Institut Français d'Urbanisme et d'aménagement. Gloria Montenegro, ambassadrice du Guatemala en assure la vice présidence. M.D. Giitard, président du tribunal administratif est le secrétaire alors que M. B. Valle, membre de l'ordre des experts comptables est le trésorier. Signalons au CA la présence de Ben Djedidia, PDG de l'agence foncière de Tunisie.

Qui n'a ressenti l'existence du « village planétaire », avec ses groupes et ses langues mais aussi avec ses communications, l'immédiateté de l'information, le déploiement des vecteurs de l'économie ? Autant de facteurs par lesquels se manifestent les actions, le plus souvent commerciales, des ensembles productifs vers les sites consommateurs. Mais, en ce domaine, quelle stratégie ? Au fond des choses, développer le besoin, prendre place pour l'avenir : donc privilégier le long terme. Ce à quoi, nous Français d'aujourd'hui, sommes bien peu exercés.

Le domaine de nos « lecteurs n'échappe pas à la concurrence », même si la forme de celle-ci prend des aspects inhabituels. Il ne s'agit plus, sauf exception, de présenter un produit très spécialisé, mais de proposer un ensemble de services. En d'autres termes, la topographie n'apparaît plus comme une œuvre finie, mais comme le support d'actions plus diverses s'appuyant sur celle-ci. Ainsi, dans la concurrence internationale voit-on apparaître des appels d'offres globaux, associant l'expertise institutionnelle et juridique à des réalisations techniques, à des projets d'aménagement. Certes le support cartographique y est nécessaire, mais n'en constitue qu'un sous-ensemble.

Dans cette concurrence, souvent exacerbée et très agressive, issue de beaucoup de Pays hautement développés, que nous pouvons-nous offrir pour réagir et être présents ? Notre emploi est en jeu, notre économie a besoin d'air extérieur, le monde nous est ouvert, comme il est, à ce jour, ouvert à tous.

En premier lieu, il nous faut diligenter des experts de haut niveau, capables d'analyser les situations, de proposer des schémas de solution, de porter notre réputation de manière crédible.

En second lieu, il est nécessaire de présenter, devant des requêtes globales, une offre globale pluridisciplinaire, cohérente et structurée.

Il nous faut avoir l'intelligence de comprendre le Pays où agir, toute solution locale étant spécifique à ce Pays : donc proscrire les modèles pré-établis, proposer des voies où les décideurs et les populations se reconnaissent, faire en sorte que ceux-ci s'approprient les propositions que nous aurons formulées. Et, sous cet aspect, il apparaît que notre type d'action est souvent bien plus adéquat

et bien plus subtil que ceux de certains de nos concurrents. Enfin, il est de règle constante que dans les domaines de l'aménagement ou plus spécialement du cadastre ; « qui tient le foncier tient l'aménagement », il faut donc se baser sur l'expertise foncière et la politique foncière qui en découle pour avoir accès à l'ensemble des processus techniques appliqués.

C'est sur de telles considérations que nous avons voulu créer « La fédération internationale pour les études foncières », dite « FIEF », dont les statuts définissent l'objet. En résumé nous nous destinons à :

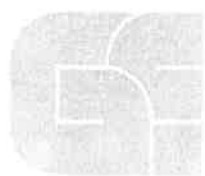
- 1) rassembler une offre française d'experts qualifiés et aussi indépendants que possible dans les matières qui, à partir de l'expertise foncière conduisent aux spécialités de l'aménagement et des travaux s'y rapportant, comprenant naturellement la topographie, le cadastre, l'informatique.
- 2) favoriser les échanges internationaux entre spécialistes français et ceux d'autres cultures dont les domaines juridique, institutionnel, économique et technique en matière foncière.
- 3) faciliter à l'étranger des entreprises, institutions et professionnels français, ceci notamment en réponse aux phases opérationnelles résultant des expertises évoquées en 1.

La tâche est grande car la France donne l'impression d'un singulier retard, quant à la structuration de son offre dans le domaine foncier et de ses dérivés.

En sa qualité de fédération, l'Association pourra, en toutes circonstances opportunes et s'il y a lieu se grouper avec d'autres parties prenantes de nature complémentaire, susceptibles de renforcer notre action sur le plan international et de manifester la cohérence et la dynamique françaises.

(information de M. Jacques Gastaldi)
FIEF, association régie par la loi de 1901.
Téléphone : 01 64 15 32 96 (ou 33 1 64 15 32 96)
Télécopie : 01 64 15 31 07 (ou 33 1 64 15 31 07)
e.mail : billy@club-internet.fr

ENSG
6 et 8 avenue Blaise Pascal
cité Descartes Champs sur Marne
77455 MARNE-LA-VALLÉE cedex 2.



ORDRE DES GÉOMÈTRES-EXPERTS



Jean-Louis Marty réélu président du Conseil Supérieur

Philippe François, élu président de la Fédération Nationale

© J. C. Cesquière
© Revue Géomètre

Le bureau du Conseil Supérieur de l'Ordre :

Président : Jean-Louis Marty, Géomètre-Expert DPLG à Paris

Vice-président : André Radier, Géomètre-Expert à Lattes, Président du Conseil Régional de Montpellier

Vice-président : Martine Ragey, Géomètre-Expert DPLG à Gien, membre élu

Vice-président : Guy François, Géomètre-Expert DPLG à l'Isle-Jourdain, Président du Conseil Régional de Toulouse

Trésorier : Dominique Lenoir, Géomètre-Expert DPLG à Lorient, membre élu

Secrétaire : Alain Gaudet, Géomètre-Expert DPLG à Clermont-Ferrand, membre élu

Le bureau du Comité Directeur de la Fédération Nationale :

Président : Philippe François, Géomètre-Expert DPLG à Montauban, Président de la Fédération Régionale de Toulouse

Vice-président : Gilles Sevaux, Géomètre-Expert DPLG à Saint-Jacques-de-la-Lande, Président de la Fédération Régionale de Rennes

Vice-président : Serge Garrigou, Géomètre-Expert DPLG au Havre, Président de la Fédération Régionale de Rouen

Trésorier : Gérard Bourgogne, Géomètre-Expert à Douai, Président de la Fédération Régionale d'Amiens

Secrétaire : Pierre Bloy, Géomètre-Expert DPLG à Paris, Président de la Fédération Régionale de Paris.

L'Ordre des Géomètres-Experts, institué par la loi du 7 mai 1946, modifié le 15 décembre 1987, regroupe les 2 000 géomètres inscrits au tableau de l'Ordre. Le Conseil Supérieur a pour vocation première de représenter l'Ordre auprès des pouvoirs publics, de veiller à la discipline, au respect de la déontologie et au perfectionnement professionnel.

Jeudi 26 juin 1997, le Conseil Supérieur de l'Ordre a réélu à sa présidence **Monsieur Jean-Louis Marty** qui effectuera un deuxième mandat à ce poste.

Âgé de 54 ans, ingénieur de l'École Spéciale des Travaux Publics, Jean-Louis Marty exerce depuis 1973 à Paris, en qualité de Géomètre-Expert D.P.L.G.

Il a assumé de nombreuses fonctions au sein de l'Ordre : président du Conseil Régional de Paris de 1983 à 1993 puis Vice-Président du Conseil Supérieur de 1985 à 1987, il devient Premier Vice-Président de 1987 à 1993. En 1995, il accède à la **Présidence Nationale**.

Ses missions, centrées sur les affaires sociales et la formation, l'ont amené à participer à des négociations capitales pour la profession : adaptation de la formation

professionnelle en 1987, réforme du diplôme de Géomètre-Expert en 1994, refonte du Règlement de la Profession et du Code des Devoirs Professionnels.

Sur le plan international, Jean-Louis Marty a contribué à la création de l'association « Géomètres-Experts Fonciers Européens » en 1995.

La Fédération Nationale assure la défense et la promotion des intérêts de la profession. Son rôle consiste à établir la liaison avec les organisations et personnes privées qui évoluent dans le même champs qu'elle (élus, fonctionnaires, experts...), à garantir l'entraide et la protection sociale des Géomètres-Experts, à favoriser l'expansion des activités de la profession.

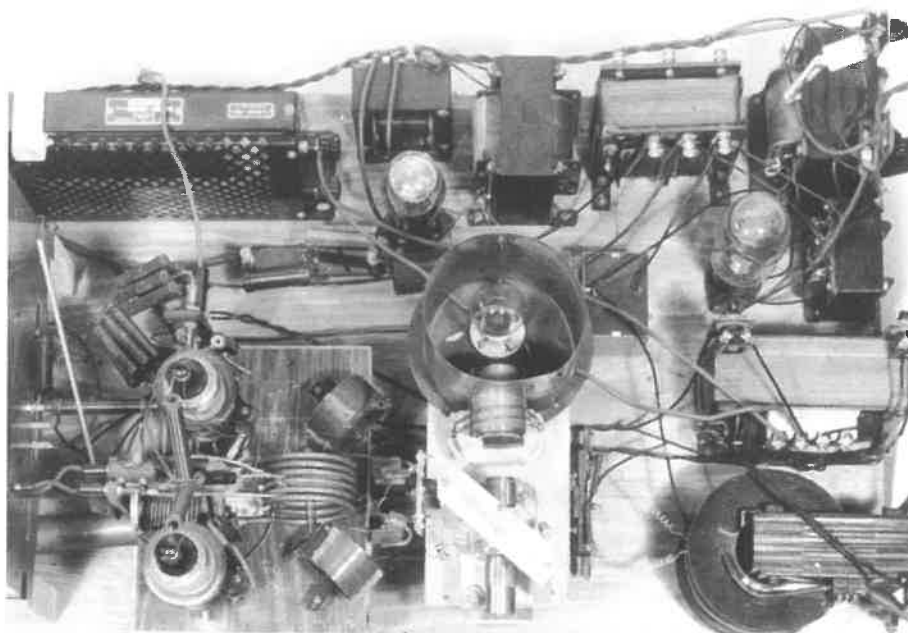
Mercredi 25 juin 1997, **Monsieur Philippe François a été élu Président de la Fédération Nationale**. Il succède à ce poste à Monsieur Robert Bergès qui après quatre ans de présidence a souhaité être déchargé de ses fonctions.

Philippe François est âgé de 56 ans et diplômé de l'Institut de Topométrie. Entré dans la carrière en 1970, il est installé à Montauban depuis cette date. Trésorier de la Fédération Nationale, il est également Président de la Fédération Régionale de Toulouse depuis 1985.

GEOdetic Distance METER

50 ans

J.R. Smith
Géotronics AB



1947 - le premier
prototype du Géodimeter

L'année 1997 est marquée par le cinquantenaire de l'instrument dont la mise au point reste sans conteste l'événement majeur de l'histoire de la topographie. Depuis au moins 3 000 ans, toutes les mesures linéaires étaient effectuées au moyen d'équipements de natures diverses mais nécessitant tous de parcourir en totalité le terrain entre les deux extrémités de la longueur à déterminer. Il y eut la mesure ou pas, à l'aide de cordes, de lattes, de règles, de rubans, de fils, il y eut même des journées de chameau avant que les développements accélérés par la Deuxième Guerre mondiale ne viennent bouleverser l'ordre des choses.

Le fait que les ondes lumineuses se propagent à une vitesse finie était connu depuis plus de 300 ans, mais son utilisation se heurtait en pratique au problème de la détermination de cette vitesse.

Les expériences menées

En 1676, Olaf Roemer, astronome royal danois, s'est servi d'observations des satellites de Jupiter pour obtenir une valeur de la vitesse égale à environ 70 % de celle actuellement admise. Nombre de grands noms suivirent ses traces, de sorte qu'à la fin des années trente de notre siècle, la valeur à présent établie d'environ 300 000 km/s était connue à quelques kilomètres près. L'obtention de telles valeurs a nécessité de mener des expériences sur des bases dont la longueur avait été déterminée en ayant recours aux meilleurs équipements et aux méthodes les plus développées de l'époque. Citons par exemple le mesurage de base au fil d'invar permettant d'atteindre des précisions centimétriques après application de très nombreuses corrections.

La société AGA

Le Dr Erik Bergstrand, de nationalité suédoise, a activement pris part à ces recherches, à partir de la fin des années trente. Dès le milieu des années quarante, il a acquis la conviction que sa valeur de la vitesse de la lumière était exacte à un ou deux kilomètres par seconde près. Lorsqu'il fut parvenu à ce résultat, il jugea qu'il devait être possible de renverser l'expérience pour mesurer des distances en tirant profit de la connaissance de la vitesse de la lumière, au lieu d'utiliser les distances pour déterminer cette vitesse. Son idée était si séduisante qu'il put bénéficier de fonds alloués par la société AGA (Svenska Aktiebolaget Gasaccumulator) et par l'Institut géographique suédois pour la mise au point de son instrument.

Un système totalement intégré

Le premier système totalement intégré, c'est à dire le regroupement des instruments de mesure des angles et des distances en une seule unité, fut présenté en 1975 et devint servocommandé en 1990. Ainsi, depuis le lancement de la série de stations totales Geodimeter System 4000 en 1990, il est possible d'accéder à distance aux fonctions de l'appareil depuis le prisme, l'instrument restant avant tout une station totale. Les progrès techniques ont donc transformé le Geodimeter, au départ instrument indépendant destiné à la seule mesure électromagnétique de la distance, en un système combiné de mesure des angles et des distances, ou station totale. Au cours des dernières années, un nouveau palier a été franchi avec la mise en service d'un instrument permettant le positionnement, par l'intermédiaire du Système Geotracer®, à partir de signaux GPS émis par les satellites en orbite. Alors que des récepteurs GPS sont commercialisés depuis de nombreuses années, Geotronics a choisi le moment opportun pour se lancer sur ce marché, celui où les précisions atteignables devenaient comparables à celles pouvant être obtenues par des distancemètres et des stations totales.

Le Geodimeter® Modèle 3 a été mis en service en 1956. Comparé aux modèles 1 et 2, il s'agit d'un instrument « poids léger », ne pesant que 30 kg. Il permettait de mesurer, de nuit, des distances de 30 km.

Le Geodimeter (GEOdetic Distance METER)

Le prototype du Geodimeter® (GEOdetic Distance METER) a été utilisé avec succès en 1947 pour la mesure d'une série de distances dont la plus longue atteignait 11 km. Ainsi était née la méthode de mesure électromagnétique des distances. Il n'est depuis lors plus nécessaire de parcourir toute la distance, il suffit d'installer un boîtier bourré d'électronique à une de ses extrémités, un réflecteur à l'autre et d'appuyer sur les boutons appropriés. Après un temps de calcul impressionnant, qui pouvait atteindre 30 minutes par observation avec les premiers instruments, la distance était connue aussi précisément qu'avec toute autre méthode. Les premières versions du Geodimeter n'étaient dévolues qu'à la mesure des distances, restriction qui s'appliquait également à ses concurrents, lesquels ne se mirent à apparaître qu'environ dix ans plus tard. Le topographe ne s'intéressait cependant pas aux seules distances, mais un premier pas dans la résolution de ce problème fut accompli à la fin des années soixante-dix, avec l'introduction de modèles de Geodimeter pouvant être adaptés sur un théodolite. Le Geodimeter Modèle 10 était limité, dans cette configuration, à des distances ne dépassant pas 1 400 m, alors que d'autres instruments de la gamme Geodimeter permettaient la mesure de distances atteignant 60 km. Cette limitation ne constituait toutefois pas une difficulté majeure puisque la plupart des distances à mesurer étaient inférieures à cette valeur. Des distances bien plus longues n'étaient nécessaires que pour des opérations spécifiques, telles que des jonctions géodésiques. Il s'agissait toutefois d'une étape importante, car de tous les développements.

Le futur

Quels seront les instruments du futur ? La nouvelle génération attend dans les usines, prête, à n'en pas douter, à être dévoilée. Qui oserait encore parler d'instruments de topographie pour qualifier un matériel destiné à être encore plus universel que le GPS et s'éloignant toujours plus de ce qui constituait l'équipement traditionnel du cartographe il y a trente ans à peine, à savoir le distancemètre, le théodolite, voire le ruban d'acier. Toutes les positions étaient alors déterminées par rapport aux précédentes, que ce soit par exemple le long d'un cheminement ou sous forme d'écart latéral. Chaque station devait être visible depuis la précédente et des conditions météorologiques défavorables pouvaient perturber gravement le travail. À présent, chaque point peut être individuellement positionné par GPS à une précision que l'on pensait hors d'atteinte. Une faible visibilité reste sans effet sur les observations et les travaux peuvent, si nécessaire, se prolonger toute la nuit, quoique les opérateurs puissent alors se plaindre et exiger le versement d'une allocation compensant le manque social résultant de tels horaires de travail !

Au cours des cinquante dernières années, les instruments et les méthodes topographiques ont énormément progressé à partir des développements initiés par le D^r Erik Bergstrand et le D^r Ragnar Schöldström, son principal collaborateur pendant de longues années. Geotronics, qui a lancé le Geodimeter sur le marché, a conservé sa position de pointe en matière de développements technologiques, lesquels continuent à étonner les utilisateurs.

(traduit de l'anglais par Olivier Reis)

grande-bretagne the school of military survey

commémore Guy Bomford

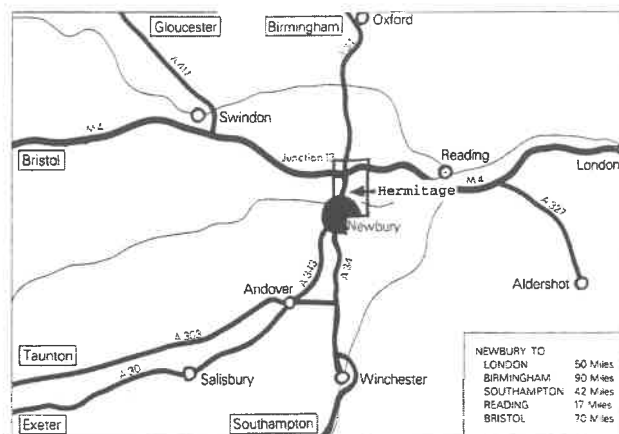
Mr Michel Louis, Ingénieur général géographe ancien directeur adjoint de l'I.G.N., et moi-même, étions invités au début de décembre 1996 à assister en Angleterre à un symposium en mémoire de Guy Bomford, géodésien célèbre, qui fut entre-autre. Président de l'Association Internationale de géodésie, où nous l'avions bien connu alors que nous en étions secrétaire et secrétaire adjoint. Mr Peter DALE Président de la F.I.G. participait également à cette commémoration. Ce symposium était organisé par la School of Military Survey.

Cette école est située à NEWBURY, à environ 80 kilomètres à l'Ouest de Londres et à une trentaine de kilomètres au Sud d'Oxford.



Elle est destinée à former et fournir à l'Armée Britannique le personnel militaire spécialisé dans les travaux géographiques auxquels elle a recours, soit pour les besoins d'état major, soit pour les travaux géographiques de terrain proprement dits.

L'enseignement est assuré par un corps professoral civil et militaire, alliant l'aspect académique et l'aspect



par Jean-Jacques LEVALLOIS

de la pratique, elle-même appuyée sur une unité opérationnelle chargée des démonstrations et de la mise en œuvre des techniques.

À l'issue de la scolarité, les élèves peuvent passer un examen sanctionné par un diplôme universitaire de « Master of Science in Defence Geographic Systems ». Ce diplôme est reconnu par R.I.C.S. (Royal Institution of Chartered Surveyors, équivalent de l'ordre des géomètres français), il exempte son détenteur de certains examens.

L'école assure en outre l'entraînement technique de soldats, spécialistes des travaux géographiques.

L'enseignement

L'essentiel de l'enseignement se partage sur trois cours principaux :

1. Travaux topographiques (topographic surveying).

On y enseigne les travaux de terrain, la « navigation » terrestre, la géodésie spatiale. Le matériel fait appel aux techniques électroniques les plus récentes, le GPS sous son aspect géodésique ou de reconnaissance, la gravimétrie.

Le polygone d'expérience comporte une base à plusieurs piliers et un réseau géodésique de contrôle, étendu, établi sur les dunes (downs) du Berkshire et de l'Oxfordshire.

2. Analyse du terrain (terrain analysis) : ce cours traite des travaux graphiques ou de visualisation, cartographie, études du terrain, systèmes d'information géographique, photogrammétrie.

Des logiciels tels que Microstation, Arc Info, sont utilisés pour les études de visualisation et de télédétection.

L'entraînement à la photogrammétrie utilise des appareils analogiques munis des plus récents perfectionnements.

3. Reproduction cartographique (Map reproduction) : on y enseigne les techniques de reproduction graphique, contrôle des stocks, matériel militaire approprié et ses périphériques, y compris les imprimeries de campagne et les véhicules distributeurs.

L'école met à la disposition des étudiants un ensemble de services communs :

- une bibliothèque technique
- des terminaux (Internet, logiciels divers)
- trois laboratoires de calculs électroniques (PC)
- des compléments aux cours et informations supplémentaires disponibles dans d'autres organisations.

Située au lieu-dit Hermitage à une dizaine de kilomètres au Nord de Newbury, l'École se présente comme un campus à l'anglaise, en pleine campagne ; les bâtiments sont récents, des chambres sont attribuées aux étudiants, un mess confortable accueille les officiers et les invités de passage.

Un amphithéâtre pouvant contenir une centaine d'auditeurs offre toutes facilités requises pour les conférences.

À l'entrée de l'enceinte de l'école, un poste de garde, auquel il faut montrer patte blanche, rappelle que l'établissement est militaire et filtre soigneusement les entrées.

Le symposium Bomford (5 décembre 1996)

C'est dans ce cadre, où il était chez lui, que s'est déroulé un symposium dédié à la mémoire de Guy Bomford (1899-1996), bien connu des géodésiens du monde entier. C'était un militaire de carrière du corps des « Royal Engineers » (Génie). Il terminera au grade de général (Brigadier). Sa spécialisation dans les travaux géographiques remonte à 1921, époque de son affectation au Survey of India, le très important service géographique militaire des Indes, où, affecté à la Géodésie, il opéra de 1921 à 1939 sur le réseau géodésique de la péninsule, participant aux observations et aux calculs. Il s'y lia avec des savants de premier ordre, tel J. de Graaff-Hunter — membre de la Royal Society — précurseur de la théorie du géoïde. Il connaissait également parfaitement la cartographie de l'Inde et des contrées avoisinantes, ainsi que les mœurs des autochtones.

Lorsque la seconde guerre mondiale s'étendit à ces régions, il était un spécialiste précieux dans les États Majors où il occupa de hautes charges de sa spécialité.

En 1948 il fut mis à la retraite. Peu après il fut appelé à Oxford comme « Reader in Surveying and Geodesy », où il professa jusqu'en 1966.

Dès 1952 il publia la 1^{re} édition de sa « Geodesy » qui en comportera quatre (1952, 1962, 1971, 1980). C'est un classique de la littérature géodésique de langue anglaise, la Bible des Surveyors Britanniques.

Il participait comme délégué Britannique aux Assemblées Générales de l'Association Internationale de Géodésie dont il présida la section « géoïde » et dirigea (1952-1971) un groupe spécial d'études intitulé « The Geoïd in Europe and geodetically corrected countries ».

Dépouillant lui-même avec ses collègues les archives des travaux astronomico-géodésiques Européens pour en extraire les déviations de la verticale et les rapporter aux sommets du réseau Europe 50 c'est de cet énorme travail que sont issus les premiers tracés du géoïde européen, qu'il réussit à prolonger par le Moyen-Orient et l'Iran jusqu'à la jonction avec l'Inde et la triangulation Africaine du Cap au Caire.

Il présida avec distinction l'Association Internationale de Géodésie de 1963 à 1967. Cette même association a donné son nom à un prix, le « Bomford Prize » qu'elle attribue à un jeune géodésien lors de ses assemblées générales. C'est la plus haute récompense dans le domaine de la géodésie internationale.

Professeur écouté, aimé de ses élèves auxquels il était parfaitement accessible, apprécié de ses collègues de l'AIG qu'il pilota judicieusement pendant quatre ans, sachant ce qu'il voulait et ce qu'il ne voulait pas, le faisant connaître avec une fermeté courtoise. C'était une personnalité de premier plan.

Il était — Fellow de la « Royal Institution of Chartered Surveyors » — Membre, puis président du « Royal Society Geodesy and Geophysics Subcommittee ».

Un de ses disciples et collègues britanniques a parfaitement résumé l'opinion générale « ...In short he was a gentleman of the old order ».

Honneur suprême, son nom a été attribué à un bâtiment du « Directorate of Military Survey » à Feltham.

Ses amis internationaux ne l'ont pas oublié et beaucoup ont ressenti son décès comme un deuil personnel.

AFT ADHEREZ

L'Association Française de Topographie est le lieu géométrique où se rencontrent les grandes écoles de la nation et de la topographie, les organismes de la profession, et surtout ceux qui ont à connaître de la topographie, opérateurs et utilisateurs.

Vous y partagerez l'expérience et le savoir avec vos collègues de tous les secteurs, vous y trouverez un lieu d'échange et une connection avec vos besoins professionnels, vous y rencontrerez la solidarité du métier.



LAOS mission forescapade

GSF a été sollicité par l'Association FORESPACE pour participer à des études topographiques au Laos, dans la région de BOKEO.

Cette mission a pour but l'étude d'une route forestière en vue de désenclaver une zone située dans la forêt tropicale où travaille une équipe de scientifiques. Cette équipe, constituée de deux Français et d'une dizaine de techniciens locaux, étudie la faune et la flore de la canopée à partir d'un réseau de passerelles installées à une vingtaine de mètres de hauteur.

Cette étude est destinée à aider les exploitants forestiers à respecter cette forêt actuellement menacée par une surexploitation.

Le site appelé « FORESCAPADE » est situé au cœur de la réserve NAM KAN - NAM NGAO, à 50 km au nord de la ville Houayxay, dans la province de Bokéo, au nord du Laos. Cette zone de 79 000 ha a été déclarée Réserve Protégée par le gouvernement en 1993.

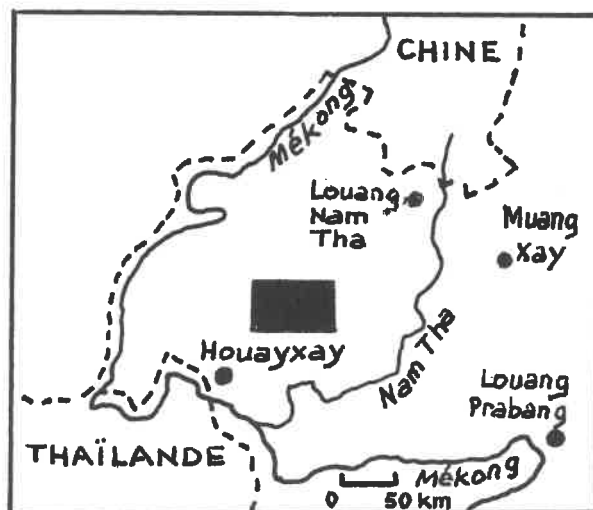
Cette forêt est située dans une zone montagneuse. Ces barrières naturelles l'ont toujours protégée de l'exploitation du bois. La forêt est également restée primaire grâce à la faible pression démographique (35 familles vivent à Ban Toup, l'unique village de la réserve).

La mission FORESCAPADE réalisée en Octobre 1996 a confirmé la richesse de la biodiversité et les attraits touristiques du site :

- Gibbons, macaques, ours bruns, sangliers, chevreuils, tigres, léopards tachetés, varans, tortues, pythons, loutres, de nombreuses espèces de reptiles et d'oiseaux...
- De nombreuses rivières et cascades sont autant de destinations enchantées pour des balades en forêt.
- Parmi les curiosités, un arbre de 7 m de diamètre, un arbre abritant 400 ruches, 3 pagodes en ruines datées approximativement de 600 ans, sont disséminées dans la forêt. Les habitants ont inventé des objets en bronze ou en or, ce qui présage de l'intérêt de fouilles archéologiques.

Un réseau de passerelles reliant une dizaine d'arbres à une vingtaine de mètres de hauteur et sur une distance totale d'environ 500 à 800 mètres, est le produit phare de FORESCAPADE.

Il permet d'observer la forêt et sa faune sous un angle nouveau en toute sécurité, en particulier à l'aube ou au crépuscule. La configuration du terrain permet des passages au-dessus de petites gorges, surplombant la canopée.



Le projet appelé FORESCAPADE concilie recherche scientifique, développement rural et protection forestière. La conservation de la biodiversité, un développement rural harmonieux sont des garants de réussite du projet.

La forêt est un patrimoine inestimable. L'écotourisme permet de valoriser ce patrimoine sans le détruire.

Sans l'implication des habitants, la flore et la faune ne peuvent être protégées efficacement.

FORESCAPADE informera et formera les villageois à une gestion durable des ressources forestières.

FORESCAPADE mettra en place une équipe de gardes forestiers.

Les revenus supplémentaires créés par FORESCAPADE inciteront les villageois à protéger la nature.

Pour desservir de manière efficace cette zone, il est nécessaire d'aménager une route de 20 Km à partir de Ban Donchai (route Houayxay/Namtha) jusqu'au village

de Ban Toup. Il n'existe actuellement qu'un chemin pédestre qui exige 5 heures de marche pour atteindre la route. Les villageois ne peuvent donc pas vendre leurs excédents agricoles au marché du district. L'aménagement d'une piste carrossable facilitera l'accès des villageois au marché du district, aux services administratifs, sanitaires, scolaires. Le véhicule du village sera autorisé à l'emprunter, un garde barrière contrôlera l'accès de la réserve.

Le coût de l'aménagement de cette piste d'une vingtaine de kilomètres de long s'élève à 200 000 US dollars. Nous recherchons une subvention auprès des organisations internationales, ambassades impliquées

dans des programmes de développement rural et/ou de protection de l'environnement pour financer cette route.

La création de revenus nouveaux doit inciter les villageois à limiter la chasse. La communauté villageoise est directement impliquée à la fois dans la durabilité de FORESCAPADE et la conservation de la biodiversité dans la réserve. Les villageois se montrent enthousiastes et prêts à participer au projet FORESCAPADE.

GSF contribuera, dans la mesure de ses moyens, à ce projet ambitieux.

NOTA : GSF recherche du matériel topo pour cette opération. Merci de les contacter.

Géomètres Sans Frontières - Maison des Professions Libérales - 285 rue Alfred Nobel
34000 Montpellier

FORMATIONS DANS LE DOMAINE TOPOGRAPHIE

CYCLES DE FORMATION CONTINUE EN ALTERNANCE DE NIVEAU III
pour jeunes en contrat de qualification ou salariés en congé de formation

CYCLES « TECHNICIEN SUPÉRIEUR » DE 18 À 24 MOIS :

- a) Cycle qualifiant : Technicien Etudes et Projets
- b) Cycle diplômant : BTS Géomètre Topographe

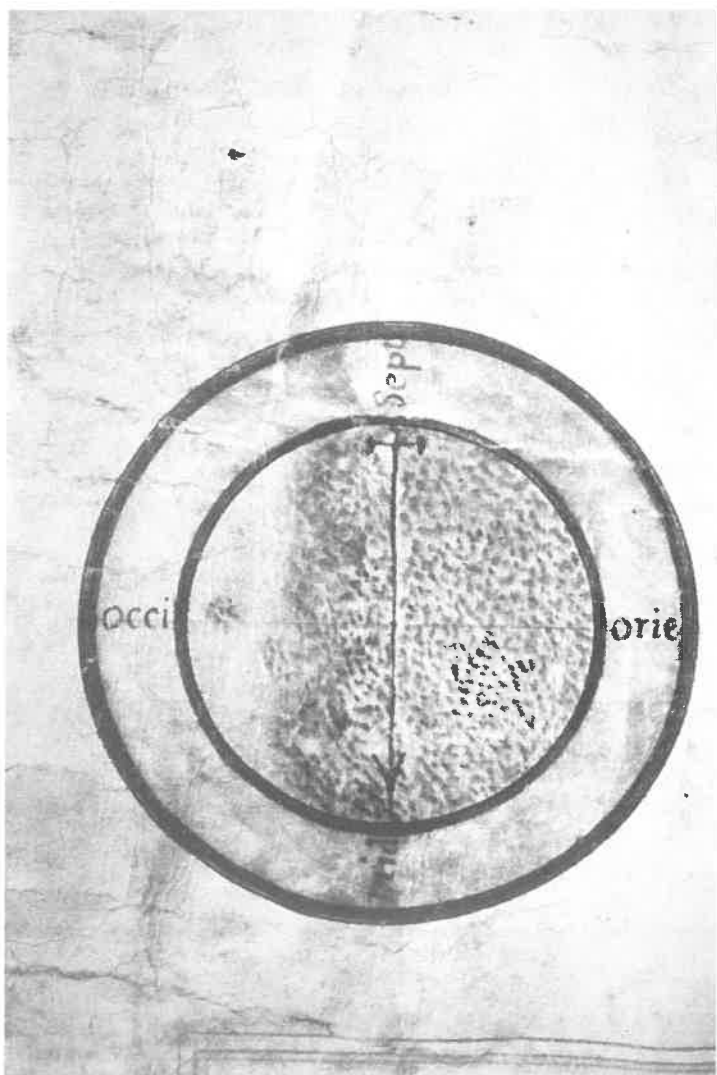
CYCLES « DESSINATEUR TOPOGRAPHE » DE 9 À 12 MOIS :

- a) option Dessinateur CAO/DAO
- b) option Dessinateur Projeteur CAO/DAO

*Inscriptions et renseignements
du 25 août 1997 au 15 novembre 1997*

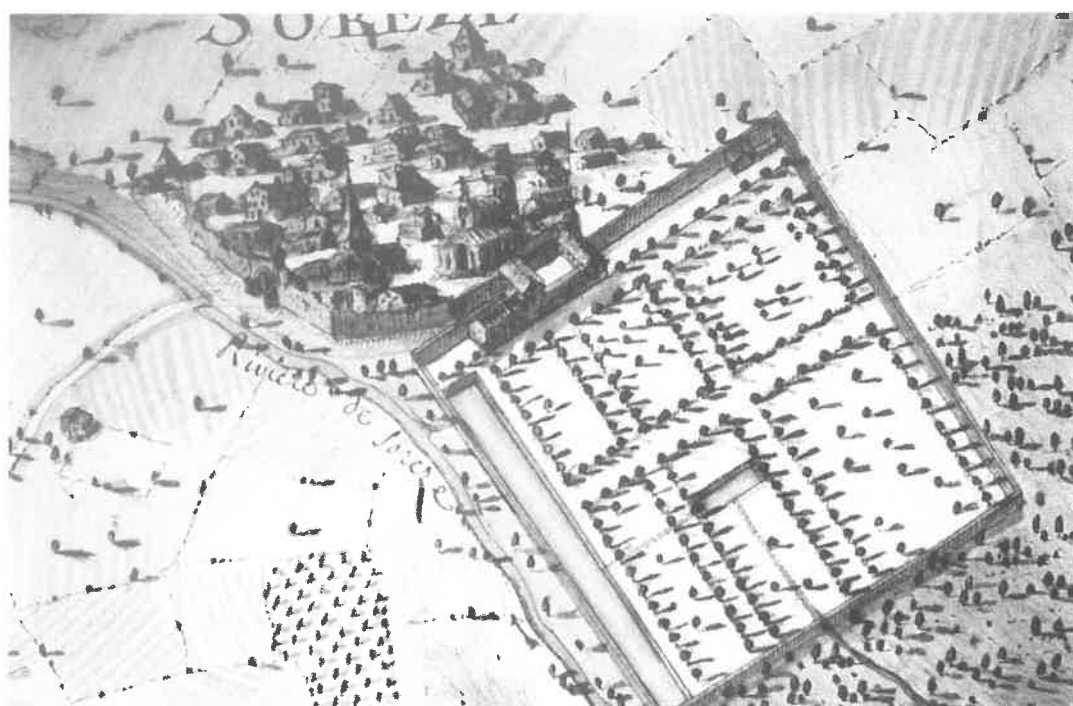


GRETA Nîmes Camargue
48 bis, rue de Générac
30900 NÎMES
Tél. : 04 66 84 76 64



l'espace du passé

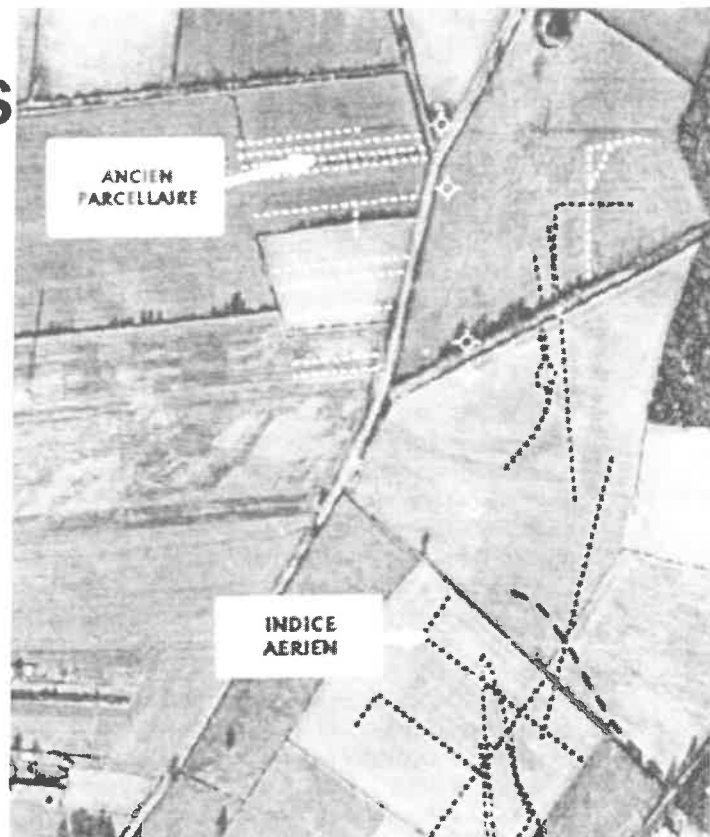
sur le chemin
d'albi
à
toulouse
le village
de sorèze
en 1459



richesse
des
archives
cadastrales

SIG et détection archéologique

B. Chazaly, ing. ENSAIS (Terra novA)
M. Dabas, doct. ing. EOPGS, CNRS
(URA 1367, Département de Géophysique appliquée, Université Paris VI)



Depuis 1993, la société Terra novA s'est donnée pour but de développer et promouvoir l'utilisation des méthodes non-destructives (photographies aériennes, géologie, géomorphologie, pédagogie, géophysique, topographie) pour la direction et l'étude des sites archéologiques enfouis ou en élévation.

Si Terra novA est la première structure de ce type en France, un nombre important de structures existent déjà dans d'autres pays européens, en particulier en Angleterre.

Les disciplines scientifiques appliquées à l'Archéologie regroupées sous le terme général d'«Archéométrie» sont bien représentées tant dans les Universités que dans les organismes de recherche en France (groupement du GMPCA par exemple). Le niveau de notre recherche en Archéométrie est reconnu mondialement. Mais il semble que leur application au « terrain archéologique » soit plus difficile dans notre pays, en particulier pour les méthodes de télédétection ou de géophysique.

Terra novA créée par l'un des auteurs (MD, Chercheur au CNRS mais aussi directeur scientifique consultant de Terra novA) se veut une structure de transfert des connaissances et du savoir-faire de la recherche. Structure atypique où la recherche garde une place prépondérante, elle s'est développée à partir du constat suivant :

1. On ne peut résoudre un problème de détection et/ou de cartographie archéologique en n'utilisant qu'une seule méthode, en particulier géophysique ou topographique. Une véritable synergie doit exister entre un ensemble de spécialistes (Archéologues, pédologues, géologues, géophysiciens, photo-interpréteurs, topographes). Cette intégration va se traduire au niveau humain mais aussi au niveau matériel (nous reviendrons sur le rôle des SIG par la suite),
2. L'instrumentation géophysique existante, mal ou peu adaptée aux détections archéologiques, limite le champ des applications possibles. Elle aboutit à un protocole expérimental donné qu'il est difficile de transgresser et donc limite le champ des applications possibles. L'auteur (MD) a développé par exemple des centrales d'acquisition autour de capteurs dits « intelligents ». Ces centrales s'adaptent à différents instruments et permettent par exemple d'enregistrer des données tout en garantissant un niveau d'erreur fixé à l'avance quelles que soient les conditions de terrain,
3. Acheter ou louer un appareil (de géophysique ou de topographie), aussi simple soit-il, ne permet pas de « faire » de la détection géophysique ou de la topographie. La phase de pré-étude : « La prospection est-elle possible ? », les traitements et l'interprétation des données « Quelle est l'origine de ce que nous mesurons ? », nécessitent là aussi un travail d'un ensemble de spécialistes.

Atteindre l'objectif d'une détection archéologique multi-critères nécessite des collaborations avec des groupes de recherche, des Universités ou encore des Écoles. Une collaboration a été créée par exemple avec l'ENSAIS de Strasbourg (B. Chazaly-encadrement DEA puis du mémoire d'ingénieur) pour les problèmes liés à l'utilisation des SIG en géophysique. Le Centre de Recherches Géophysiques de Garchy (M. Dabas) intervient comme conseil sur les problèmes géophysiques. Enfin, l'INRA (Services d'Étude des Sols et de la Carte Pédagogique de France) intervient comme pilote scientifique dans des études de cartographie pédologique, pour citer les collaborations principales.

Faire travailler un ensemble de spécialistes utilisant des méthodes très différentes passe nécessairement par l'utilisation d'un commun dénominateur, capable de rassembler les informations pour les traiter dans leur ensemble : le Système d'Information Géographique. On ne saurait trop insister sur le rôle du spécialiste du SIG (B. Chazaly) dans le projet A77 qui sera détaillé par la suite, ou bien encore dans le cadre de la réhabilitation des thermes du Vieil-Evreux.

Le projet A77 concerne la détection, avant les travaux sur la future autoroute A77 (Dordives- Cosne-sur-Loire) de toutes les structures archéologiques, ceci afin de prendre le plus tôt possible le « risque » archéologique en compte. Cette opération a été commandée par la SAPRR (Société des Autoroutes Paris-Rhin-Rhône) et contrôlée par les Services de Scetauroute ainsi que ceux de la Direction des Affaires Culturelles du Ministère de la Culture, Sous-Direction de l'Archéologie de Bourgogne, comme la loi sur la recherche archéologique l'impose. Outil capable de fournir aux différentes équipes des cartes au jour le jour, outil capable d'intégrer les données directement sur les portables de terrain issues de capteurs géophysiques, il s'est révélé un outil indispensable. Enfin, au niveau du rapport, il a permis l'intégration de données très disparates qu'il aurait été très difficile si ce n'est impossible de rassembler pour élaborer les documents finaux (plus de 72 planches couleurs A3).

1. Introduction

Le contrôle par l'État du patrimoine archéologique est effectué par un ensemble de textes dont les trois plus importants sont les lois du 27 Septembre 1941 et 1980, l'article R111-3-2 du code de l'urbanisme et la convention européenne de Malte. Ce contexte s'il définit bien un cadre réglementaire n'est plus adapté aux nécessités modernes de protection du patrimoine, en particulier concernant le délicat problème de la prise en charge du coût associé aux fouilles archéologiques. En France, suivant le principe que « le casseur est le payeur », c'est à l'aménageur à supporter le coût des investigations archéologiques. Dans le cas de petits chantiers, le coût lié aux fouilles (pouvant dépasser plusieurs millions) devient prohibitif mais la loi oblige à fouiller... (cf. l'affaire de la destruction du site à Rodez fin 96 par exemple [Nouvelles de l'Archéologie, N° 66]). Des assises sont en cours pour essayer de proposer des solutions en particulier par rapport aux financements (taxe parafiscale, contribution de l'État, etc.). La prise en considération de ce que certains appellent le « risque archéologique » doit donc se faire le plus tôt possible sur un chantier. Terra NovA s'inscrit donc par l'utilisation de moyens non-destructifs dans cette optique. Mais il reste que chaque opération archéologique doit se faire dans un cadre strict après autorisation des membres de la commission des CIRA (Comités Inter-régionaux de la Recherche Archéologique) et contrôlé de la part d'un agent des Services Régionaux de l'Archéologie (Ministère de la Culture, DRAC, SRA).

On a l'habitude de distinguer deux archéologies en France. L'archéologie préventive (dite aussi de sauvetage) intervient comme on l'a dit précédemment dans le cadre des études d'impact dans les projets d'aménagement. Elle est devenue prépondérante en France. Le projet A77 présenté ci-après s'inscrit dans ce cadre.

L'archéologie programmée, pour laquelle travaille généralement les universités et le CNRS, s'inscrit plus dans le long terme et opère sur des sites connus avec des problématiques spécifiques. Les financements ici sont ceux de l'État et des collectivités territoriales. Le projet Vieil-Evreux présenté plus loin s'inscrit dans ce cadre.

L'Archéologie est le domaine d'application de disciplines différentes comme la Géophysique, la Pédologie, la Télédétection, la Photogrammétrie, l'Architecture, etc. Dans ce contexte scientifique, ces disciplines ont toutes plus ou moins cohabité sans qu'il y ait eu de réelles interactions. Cette interaction est rendue possible par l'intégration et la confrontation des données issues des travaux de chaque spécialiste, via l'utilisation de SIG.

2. Prospection archéologique non destructive sur le tracé de l'A77

Pendant l'automne 95, une équipe de 12 ingénieurs et scientifiques a mené une campagne de prospection intensive sur 15 Km du tracé de la future autoroute A77 (Dordives - Cosne-sur-Loire). La gestion quotidienne du chantier a directement été assistée par le SIG : intégration des mesures au retour du terrain (un retard d'au plus 24 h sur les équipes), décision de la tactique à suivre au vu des informations acquises et traitées.

La construction du modèle s'est appuyée sur l'intégration et le traitement des données suivantes : un ensemble de données cartographiques, une mission de prise de vues aériennes couvrant le tracé, la totalité des données géophysiques issues des différentes prospections, les éléments nécessaires à l'étude de la géomorphologie du terrain, l'ensemble des données issues de la prospection pédestre (matériel archéologique).

Le croisement des différentes couches d'informations (vecteur et raster) a abouti à l'élaboration d'un véritable diagnostic archéologique sur lequel les archéologues ont pu appuyer leur réflexion.

2.1. En préambule à la phase de terrain

Une partie des données a pu être acquise et intégrée au SIG avant le début du chantier :

2.1.1. Les données cartographiques

Constituant le fond cartographique nécessaire au recalage des données dans leur contexte géographique, ces données sont souvent difficiles à traiter. Le traitement numérique de l'information étant encore assez rare en archéologie, le plan général d'un site est souvent fourni sur papier. L'intégration au SIG passe donc obligatoirement par la digitalisation des plans.

Sur le chantier de l'A77, l'aménageur a fait faire un levé photogrammétrique complet le long du tracé. Les données ont donc été extraites de son SIG (Macao), à un format qu'il a fallu traduire via l'écriture d'un programme informatique spécifique. Les données intégrées sont associées à une bibliothèque de symbole, ce qui aboutit au fond cartographique.

Nous avons disposé d'un semis de points altimétriques que nous avons interpolé. Le MNT obtenu est lui aussi intégré.

2.1.2. La toponymie

Issue des plans cadastraux ou des données de l'aménageur, elle est intégrée au SIG car elle peut indiquer la présence d'un site archéologique (le lieu-dit *La Pièce de la Motte* peut faire référence à une motte médiévale).

2.1.3. Les plans anciens

L'ancien cadastre et les plans anciens conservés dans les archives des mairies ont été digitalisés et intégrés au SIG. Cette couche d'information est nécessaire à l'interprétation de certaines traces observées sur les photographies aériennes.

2.1.4. Les prises de vues aériennes

Le but de l'intégration des clichés aériens est l'analyse d'indices visibles. La présence de vestiges enfouis peut en effet entraîner l'apparition de traces visibles à la surface du sol. Nous détaillons ce phénomène dans le 3^e paragraphe.

Nous avons numérisé les prises de vues effectuées pour le levé photogrammétrique. À l'aide des outils de redressement d'image que nous avons développé (depuis le simple redressement polynomial jusqu'à l'orthophotographie numérique utilisant le MNT), nous avons réalisé la couverture orthophotographique des 15 Km de chantier. Les anomalies observées sur les clichés ont pu être digitalisées à l'écran et des traitements d'images ont pu être appliqués localement.

Cette analyse a été affinée par l'étude des photographies de prospecteurs aériens locaux et par l'intégration au SIG des données du Service Régional de l'Archéologie.

Les traces ont pu alors être filtrées grâce à leur confrontation aux données digitalisées sur les plans anciens. Toutes les traces n'ayant pu faire l'objet d'une explication formelle (ancien parcellaire, traces dues aux activités agricoles, structures périglaciaires, ...) constituent alors une couche d'information essentielle pour la détection archéologique.

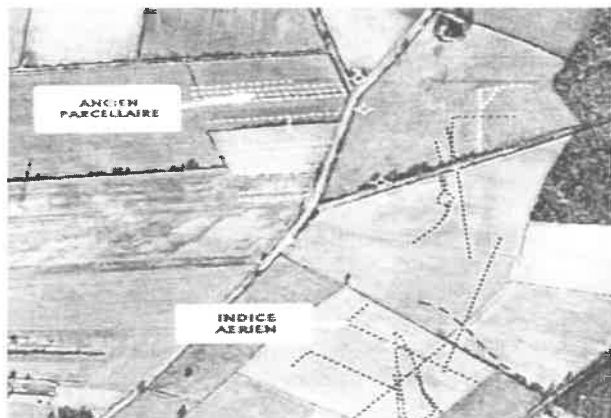


Fig. 1 Compilation d'informations pour la constitution d'indices aériens

2.2. La phase terrain

Elle s'est déroulée en deux étapes. La première a consisté à localiser des sites pour lesquels les indices d'une occupation humaine passée sont importants. Pour ce faire, trois prospections extensives ont été réalisées sur les 15 Km du tracé.

2.2.1. Prospections extensives

— Prospection pédestre.

C'est une exploration des surfaces culturelles possédant des caractères de visibilité du sol suffisants pour repérer des témoins de l'occupation humaine ancienne. Sur le terrain, ces témoins (restes de poterie, pierres taillées, matériaux de construction, ...) sont repérés par les prospecteurs. La localisation de ces artefacts sur des cartes précises puis leur digitalisation aboutit à l'intégration d'un semis de données ponctuelles. Ce semis, premier indice d'une occupation du sol, peut être superposé aux autres couches d'informations, ou être interpolé pour aboutir à la cartographie de la densité de matériaux archéologiques. Cette prospection est en principe extensive. Mais les conditions de visibilité des artefacts (le sol doit être labouré et lavé par la pluie) limitent les surfaces explorables. Sur les 15 Km de chantier, 30 % ont pu être prospectés de cette manière.

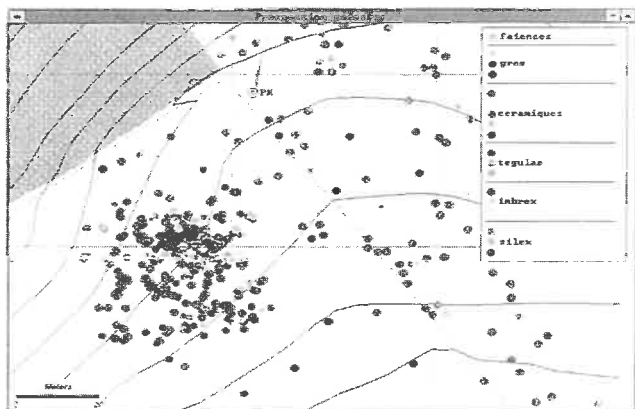


Fig. 2 Cartographie du matériel archéologique sur le tracé de l'A77

— Prospection géophysique : la susceptibilité magnétique.

L'occupation du sol par l'Homme, son anthropisation, entraîne une augmentation d'un paramètre physique mesurable appelé susceptibilité magnétique.

Les variations de ce paramètre permettent d'indiquer les zones potentielles d'occupation par l'Homme. Le susceptibilimètre utilisé est très rapide et permet un fonctionnement « tout terrain ». Un semis de points réguliers a alors pu être mesuré sur l'ensemble du tracé, zones boisées ou d'accès difficile comprises. L'interpolation du semis a conduit à la cartographie systématique de la susceptibilité magnétique sur la totalité de l'emprise. Elle fournit un deuxième indice de l'occupation anthropique du sol.

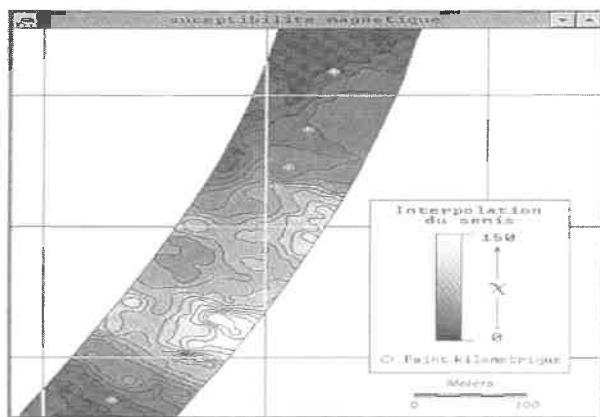


Fig. 3 La susceptibilité magnétique : mesure de l'anthropisation des sols

— Prospection pédagogique.

Le but de cette étude est l'évaluation de l'érosion de sites archéologiques possibles.

Issue des observations du pédagogue sur le terrain, une carte des unités cartographiques du sol est dessinée sur le fond cartographique, avec les outils du SIG.

Cette carte, croisée par le SIG avec le MNT aboutit à la couverture cartographique des risques d'érosion des sols. Cette couche d'information permet d'évaluer la stabilité dans le temps d'un site archéologique probable.

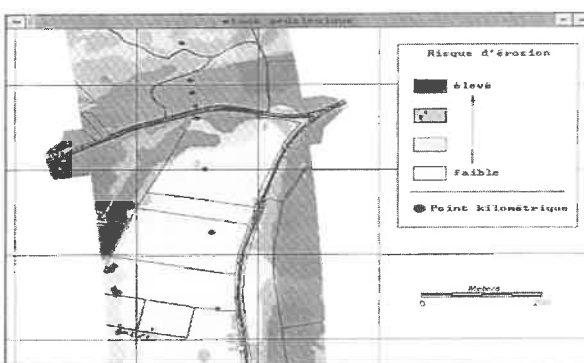


Fig. 4 Risques d'érosion des sols sur l'emprise de l'A77

2.2.2. Prospections locales et détaillées

La deuxième étape est constituée de prospections beaucoup plus ciblées. En fonction d'une première analyse des données intégrées au SIG, nous avons pu guider les recherches de deux équipes de prospecteurs sur des sites susceptibles de contenir des structures archéologiques enfouies, sites détectés par les prospections extensives. Pour détecter et cartographier précisément les structures éventuelles qui confirmeraient ou infirmeraient la présence d'un site, deux méthodes ont été utilisées.

Les indices phytologiques visibles sur les prises de vues obliques ont été retrouvés par la prospection géophysique. Recalée géographiquement par un géomètre, cette prospection a fourni une image qui, intégrée au SIG comme couche d'information, a fourni les coordonnées de points d'appui indispensables au redressement précis des clichés.

L'image redressée a permis d'étendre la détection des structures du site, le coût d'une prospection géophysique limitant la zone d'investigation. Elle a fourni de précieux renseignements sur la géométrie des éléments composant le site gallo-romain.

4. Conclusions

L'utilisation de l'outil SIG pour une détection archéologique précise, en matière d'archéologie préventive comme d'archéologie programmée, est une expérience unique en France. Même si la communauté archéologique

n'est pas encore prête à utiliser en routine l'ensemble des outils créés dans le cadre de Terra novA, la qualité des résultats obtenus justifie la démarche adoptée.

De plus, l'intérêt du modèle numérique créé dépasse largement le cadre archéologique car il peut être intégré dans une étude environnementale. Sa valeur est dynamique car le modèle peut être modifié, complété ou intégré dans un projet plus vaste.

Le pilote du SIG doit être capable d'accompagner et d'assister le travail des différents spécialistes en mettant à leur service l'ensemble des outils de traitement qu'il est seul à maîtriser. Il doit pour cela être à l'écoute des différents acteurs. Au-delà du rôle technique incontournable, la modélisation et la restitution qu'il fait alors de leurs données implique aussi un rôle de communication indispensable car il est le lien entre des disciplines qui se connaissent mal.

« Toutes les indications concernant les coordonnées géographiques et les noms de lieux ont été enlevées des figures présentées dans ce texte ».

L'AFT ET L'HISTOIRE DE LA TOPOGRAPHIE

L'Association Française de Topographie, qui groupe en son sein jeunes et anciens, si elle veut être l'écho des techniques de pointe qui sans cesse perfectionnent instruments et méthodes, ambitionne également d'être la gardienne de la riche histoire de la topographie, notamment par l'intermédiaire de cette revue qui assure une chronique d'histoire.

Un groupe de travail sur l'historique de la topographie a été créé dans ce but le 26 octobre 1990. Il a été constitué par M. Bailly, président de l'AFT et par MM. Bourgoin, Chappé, représentant le Comité Français de Cartographie, d'Hollander, Levallois, Schaffner, Tailliez, Vincent. Il a souhaité que ce groupe s'élargisse à d'autres membres et a précisé l'orientation de ses travaux.

Il a été envisagé de limiter les études et recherches au domaine de la topographie, de l'hydrographie, de la navigation et de l'arpentage, c'est-à-dire à un ensemble de discipline ayant en commun les mesures sur le terrain ou en mer.

Dans un premier temps il a été envisagé d'aborder l'étude des instruments, des méthodes et de l'utilisation des levés, et de recenser toute la documentation possible, en particulier les anciens traités de topographie, d'arpentage, d'hydrographie, de navigation, les tables de calculs, etc...

Le groupe de travail a envisagé plusieurs possibilités pour la diffusion des travaux :

- une réunion annuelle avec plusieurs exposés,
- profiter des colloques de l'AFT pour y mettre au programme un ou deux exposés consacrés à l'historique de la topographie.
- diffuser les résultats des travaux de recherches, sans exposés oraux.

Notre revue s'en fait régulièrement l'écho. Et dans la tête de certains membres commence à germer une idée : "pourquoi pas un musée de la topographie ?".



Commission européenne

Résultats des études lancées sur l'information géographique en Europe

par Martin Littlejohn

*Politique de données, service des métadonnées et marché des données de base.
Conférence prononcée dans le cadre du salon MARI 97*

Résumé

Dans le cadre du programme INFO2000 visant à stimuler le développement d'une industrie européenne de contenu multimédia et à encourager l'utilisation de ce contenu multimédia dans la nouvelle société de l'information, la Commission Européenne est en train de développer un cadre politique pour l'information géographique en Europe (GI2000). L'objectif est de créer un environnement commercial propice à la fourniture abondante diversifiée et compétitive de données géographiques. En préparation, la Commission a lancé 3 études sur différents aspects du marché de l'information géographique. La première GI-BASE a pour but de déterminer et chiffrer le marché européen de l'information géographique et en même temps d'étudier des options pour la définition de données de base. L'objectif de la deuxième, GI-META, est de mieux comprendre les besoins en services de meta-données pour l'industrie européenne de l'information géographique. Enfin la troisième, GI-POLICY, a pour but d'identifier et clarifier les éléments de politique qui sont spécifiques aux informations géographiques. Notamment les domaines suivants font l'objet d'études : respect de la vie privée, droit d'auteur et protection des bases de données, qualité des données, politique d'accès aux données, jeu minimum de données de base pan-européennes, données domaine public. L'exposé donnera un aperçu global et succinct des trois études et leurs conclusions.

GI-Meta — Résumé de l'étude

Contexte de l'étude

Le rapport combine les résultats d'entretiens avec les acteurs clés du marché de l'information géographique réalisé par GeoInformation International et MVA, un inventaire des services de meta-données existants réalisé par le Département d'urbanisme et d'aménagement du territoire de l'Université de Sheffield et enfin les résultats d'une enquête par questionnaires. L'objectif de l'étude est de mieux comprendre les besoins en services de meta-données pour l'industrie européenne de l'information géographique. La meta-donnée se définit comme l'information utilisée pour décrire une autre information.

L'objectif attendu de l'utilisation des meta-données est d'améliorer la connaissance et l'accessibilité des données géographiques et de promouvoir leur utilisation.

Les produits actuels de meta-données

1. La plupart des produits existants sont très simples, sous forme de catalogues, d'index et de papier ; 2. Les services de meta-données numériques, en ligne ou sur CD-ROM ou disquettes sont de plus en plus nombreux ; 3. Les services existant vont du système le plus simple de description de données jusqu'à une description complète, incluant les spécifications des données.

Les types de services

1. Le service optimal est sans conteste le service en ligne sur World Wide Web ;
2. Le niveau de détail dans la description est influencé par son besoin de convivialité et son coût ;
3. Les services peuvent être classés en deux groupes : bases de données contenant des descripteurs simples d'un grand nombre de données ; bases de données contenant des descripteurs très complets d'un petit nombre de données.
4. Il est possible d'envisager un service de meta-données en reliant différentes bases de données à travers un seul point d'entrée, cela demande malgré tout le respect de certains standards.
5. L'interface utilisateur et les critères de recherches sont les caractéristiques principales qui influencent l'utilisation d'un service de meta-données.

Les besoins des utilisateurs

1. Il y a un manque général de sensibilisation et de connaissance du concept de meta-données ;
2. L'utilisation du CD-ROM et des services on-line est actuellement réduite, mais le besoin perçu est croissant ;

3. Les utilisateurs demandent plus un service simple décrivant un grand nombre de données plutôt que des spécifications complètes.

4. Les besoins sont plus nationaux ou locaux plutôt qu'europeens.

Analyse coûts

1. Les utilisateurs sont généralement prêts à payer une somme limitée pour accéder aux services ;

2. Les fournisseurs de données, s'ils voient un intérêt de développer un service, ne sont pas prêts à le financer.

3. Les seules sources de financement envisageables viennent de la publicité.

GI-Base — Résumé des résultats intermédiaires

Le contexte

La Commission des Communautés Européennes a confié cette étude pour analyser la situation actuelle en Europe des données géographiques de base, et particulièrement leur marché actuel et potentiel.

Les principaux résultats

Les premières analyses estiment le marché de l'information géographique entre 460 et 750 millions d'ECU avec une moyenne de 550.

Les résultats semblent confirmer largement les opinions exprimées sur l'offre et la demande en informations géographiques :

- la demande en données numériques dans chaque pays est dictée par l'état de développement de son propre marché ;
- une croissance soutenue est attendue dans tous les segments du marché, proche de la maturité pour les autorités locales et centrales, les gestionnaires de réseaux, mais croissant rapidement dans les télécommunications et les secteurs du commerce et de la finance ;
- la croissance est limitée par la disponibilité et l'accessibilité des données, ainsi que par un manque de sensibilisation sur les bénéfices potentiels de ces données ;
- la politique gouvernementale sur la disponibilité et le prix des données a une influence majeure sur le marché.

Les données de base européennes

Celles-ci devraient être fiables, facilement accessibles et devraient, combinées à d'autres données, étendre les champs d'applications géographiques.

Définition des données de base :

Le jeu minimum de données géographiques numériques pan-européennes nécessaires pour supporter le plus possible d'applications géo-spatiales, tant au niveau local qu'aux niveaux nationaux et régionaux. Ces données de base doivent être facilement accessibles, à un coût justifiable et être précises, mises à jour et indépendantes des systèmes.

La suite de l'étude

- Poursuite des recherches bibliographiques et sur internet ;
- Interviews avec les acteurs clés du marché ;
- Utilisation de la méthode Delphi pour affiner les prévisions de marche initiales ;

- Réalisation de deux ou trois études de cas, pour avoir une analyse coûts/bénéfices approfondie.

Étude sur les éléments de politique relatifs à l'Information Géographique

Résumé intermédiaire

Introduction

L'étude a pour but d'identifier et clarifier les éléments de politique de l'information qui sont spécifiques aux informations géographiques. Les technologies de l'information ont changé la manière de traiter l'information, en ce compris l'information géographique. La Commission des Communautés Européennes a identifié des éléments pour lesquels une politique générale, européenne, est nécessaire :

- respect de la vie privée,
- droit d'auteur et protection des bases de données,
- qualité des données,
- responsabilité,
- sécurité des données,
- politique d'accès aux données,
- jeu minimum de données de base pan-européennes,
- données domaine public.

Pour chacun des éléments, il existe une relative à l'information en général. Ces réglementations sont parfois nationales, parfois européennes. La question posée est de déterminer à quel point l'information géographique requiert des règles spécifiques. Le présent résumé, relatif à la première partie de l'étude se concentre sur les domaines pour lesquels l'information géographique requiert des règles spécifiques.

Le contexte

L'Union Européenne a besoin d'une politique de l'information géographique pour plusieurs raisons :

- l'information géographique est importante pour le développement de l'économie européenne,
- le marché de l'information géographique doit être harmonisé,
- le développement des régions transfrontalières a besoin de données géographiques,
- la planification et le contrôle des programmes européens se base sur des informations géographiques,
- l'administration des programmes européens requiert une harmonisation du niveau de détail des données.

L'information géographique est différente d'une autre information par le fait qu'elle décrit une réalité simple, qui peut être observée par tout le monde. Elle permet de se connecter à une autre information grâce à sa localisation. Il est généralement admis que l'information géographique pourrait être collectée une fois et mise à la disposition du plus grand nombre. Malheureusement, du à la grande variété de résolution et de points de vues, il est possible d'avoir pour une même zone une grande variété de produits géographiques.

Les premiers résultats

La plupart des règles générales de la politique de l'information s'appliquent aussi à l'information géographique.

Seuls quelques points requièrent des règles spécifiques :

Le respect de la vie privée

Le traitement spatial des adresses postales peut générer des informations qui permettent une intrusion directe dans la vie privée. Les lois actuelles gênent plus la recherche scientifique que l'utilisation des données socio-économiques dans des applications business. Certaines informations sur la localisation de certains éléments devraient également être protégées, même s'ils ne sont pas liés à une personne, par exemple les sites de reproduction d'espèces protégées.

Droits d'auteur et protection des bases de données

La protection par droit d'auteur des données géographiques est généralement limitée au niveau national, à l'exception de certains pays (UK, Irl, D, Sw, P). La Directive Européenne sur la protection des bases de données est en voie d'implémentation au niveau des états membres, son application et son interprétation par les tribunaux nous dira si cette protection est suffisante.

Qualité des données

Le besoin principal réside dans la standardisation des méthodes pour décrire et mesurer la qualité des données.

Responsabilité

Auparavant, l'information géographique était offerte comme un service. Si elle est maintenant offerte comme un produit, les règles strictes de responsabilité sont applicables.

Sécurité des données

Plus les données sont détaillées, plus le niveau de sécurité devra être important. Si les données sont utilisées pour des analyses détaillées, les mécanismes de protection ne seront pas applicables.

Politique d'accès aux données

La disponibilité des données est le facteur limitatif du marché le plus important. Les données existent, mais leur accès est plus difficile. La plupart des organismes de collecte des données (principalement les collectivités locales) n'ont pas de mandat pour rendre ces données disponibles (indépendamment du prix).

La collecte des données géographiques est coûteuse et requiert une bonne organisation. Une fois réalisée, elle

procure aux agences nationales de cartographie un « monopole naturel ». Il y a donc un besoin d'une régulation pour assurer des règles de saine concurrence avec le secteur privé.

Les données géographiques de base

Ce sujet étant traité par une autre étude, il ne sera abordé qu'après avoir reçu les résultats de celle-ci.

Les données domaine public

La théorie économique fournit un cadre de discussion dans lequel doit s'insérer ce débat.

Standardisation, système de référence.

Il est généralement admis que deux tiers du coût d'acquisition des données est dépensé pour leur adaptation, en particulier pour les adapter à un système de référence spatiale. Il y a un besoin au niveau européen de disposer de procédures simples pour intégrer les données dans un système de coordonnées de base. Ce besoin s'applique à tous les types de géo-référencement des données (codes postaux, codes statistiques).

Conclusions

Les points spécifiques à l'information géographique qui requièrent une attention particulière sont les suivants :

- Il y a un grand intérêt du public pris au sens large pour avoir accès aux informations géographiques, pour étayer les débats politiques, pour la politique de surveillance et la recherche scientifique. Il faut un compromis entre les intérêts particuliers des entreprises privées, les entreprises et les administrations.
- L'accès aux données est la clé du développement de l'industrie de l'information géographique. Le manque de mandat pour rendre ces données disponibles est très limitant. La variété de structure et de mandat des différentes agences nationales de cartographie est également un frein au niveau européen.
- Il n'y a pas d'organisation ayant un mandat pour intégrer et distribuer les données au niveau européen ;
- La standardisation des systèmes de référence devrait diminuer les coûts d'acquisition des données.

NDLR

* Une version développée de cet article est disponible en anglais à l'AFT.

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

Eric Logeais
Trimble - dept. Topographie Cartographie

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

Topographie

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

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

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

Mise en place de structure et construction de pont

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

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

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



**l'aérottriangulation
appuyée
sur
des
mesures
g.p.s.**

**faites
en
vol
à
bord
de
l'avion**

Le traitement des mesures

Claude Million

PRÉAMBULE

Dès la fin de 1985 on avait entrepris une étude des possibilités d'emploi de mesures aéroportées en aérottriangulation ; le programme initial était très vaste et comprenait l'étude des possibilités de mesure des hauteurs sol-appareil à l'aide d'un distancemètre laser, de mesures altimétriques barométriques ultra-précises faites à bord, enfin de l'utilisation de GPS pour déterminer la position des coordonnées du point de prise de vue.

Des trois méthodes, la dernière s'avérait alors la moins prometteuse, car les fenêtres GPS et les fenêtres photogrammétriques étaient rarement en concordance : un excellent GDOP, avec, au plus, cinq satellites, à trois heures du matin ne permet pas de faire de la bonne photogrammétrie !

La météorologie, l'inclinaison du soleil en fonction des saisons, la croissance de la végétation, qui conditionnent la réalisation de la plupart des prises de vues de qualité, sont des contraintes immuables, et ce n'est que lorsque GPS est devenu disponible presque en permanence qu'on a pu mesurer les potentialités considérables de l'association de ces deux techniques.

INTRODUCTION

L'expérience française en la matière a été bien résumée par l'Ingénieur Géographe Yves EGELS, qui a été le promoteur de l'usage de ce procédé à l'I G N, dans un article publié dans « Géomètre » et on ne saurait dire mieux que ce qui a été dit sur ce sujet ; toutefois la presse technique étrangère a été particulièrement riche en ce domaine en 1993 et, quoiqu'elle n'apporte pas de réelles nouveautés, il est intéressant de l'analyser pour voir ce qui renforce les idées qu'on avait mises en œuvre en ce domaine, ou ce qui les contredit.

On a donc choisi d'analyser les documentations de trois publications spécialisées traitant de ce sujet :

1. Un numéro spécial de Photogrammetric Engineering and Remote Sensing sur ce sujet en Novembre 1993.
2. Un Compte Rendu du Comité Directeur et de la Commission des Présidents de l'O E E P E, c'est-à-dire de l'organisation européenne de la photogrammétrie.
3. Un article du professeur F. ACKERMANN dans Photogrammetric Record en Octobre 1994.

À notre grand regret toutes les expériences présentées sont étrangères car, apparemment, on a oublié de faire appel aux spécialistes Français.

Les références utilisées sont toutes citées en bibliographie.

DESCRIPTION TECHNIQUE

Le principe lui-même est fort simple : Il s'agit de déterminer les positions des points de vue des photographies aériennes, qui sont habituellement « relevées » dans l'espace 3-D sur des point d'appui connus au sol, par le moyen d'un récepteur GPS embarqué dans l'avion qui prend les vues, en enregistrant les signaux GPS reçus

pendant la prise de vue, pour les traiter en différé. Voir une étude de la géométrie du système dans [10] et [11].

L'objectif est de se passer de la plus grande part des points d'appui au sol, qui sont coûteux à déterminer, voire de s'en passer totalement, car le bloc de photographies, lui-même, permet, dans un cas comme dans l'autre d'ailleurs, à l'aide de GPS ou de points d'appuis, de relier les

photographies entre elles par les mesures faites sur des points homologues vus sur plusieurs photographies et, par conséquent, de les lier par une *aérottriangulation*. Il est plus simple de comparer les mesures GPS faites dans l'avion aux mesures que le stéréopréparateur fait habituellement au sol, ce qui a fait dire à Yves EGELS que : « le stéréopréparateur est dans l'avion ».

Pour obtenir une précision compatible avec les opérations photogrammétriques, un second récepteur, à poste fixe, de préférence pas trop loin du chantier photographié, doit être utilisé simultanément sur un point quelconque, ou mieux encore sur un point connu.

Les résultats obtenus seront des vecteurs point fixe-point mobile qui sont introduits, après traitement des mesures brutes par des logiciels de fabricants, dans des logiciels d'aérottriangulation préalablement aménagés pour les recevoir.

Les logiciels des fabricants suivent, soit le principe de la trajectographie, soit celui du traitement cinématique, avec ou sans, lorsque cela reste possible, détermination en temps réel et en vol, ou mieux en différé, des ambigüités entières.

1. Généralités

On rappellera brièvement que GPS est toujours un système militaire qui se protège d'ennemis potentiels qui voudraient l'utiliser ou le rendre inefficace, et par contrecoup de tous les perfectionnements apportés par les utilisateurs non autorisés, et ce, par des dégradations volontaires des informations et des signaux.

Actuellement (1996), 24 satellites sont utilisables et, pratiquement, on dispose, à chaque instant d'au moins cinq satellites bien situés au-dessus de l'horizon, jamais moins de quatre, avec parfois un maximum de douze, que beaucoup de récepteurs ne sont pas en mesure de recevoir tous ensemble.

Tous ces signaux qui sont issus d'une même source, l'oscillateur, sont évidemment corrélés, et il est largement fait usage de cette intéressante particularité.

2. Récepteurs NAVSTAR-GPS

Les récepteurs GPS aéroportés sont identiques aux appareils utilisés au sol, sur des véhicules ou sur des bateaux, sinon qu'ils disposent d'une liaison avec la chambre de prise de vue, laquelle envoie un signal *dans le récepteur GPS* lorsque l'objectif est ouvert, pour dater l'heure de la prise de vue. Ce problème qui avait causé d'énormes soucis lors de la phase expérimentale, semble avoir été bien résolu par les fabricants de chambres de prise de vue, il faut dire que les choses étaient compliquées par le fait qu'on voulait utiliser plusieurs systèmes embarqués, et que les autres systèmes utilisaient la base de temps de la chambre, qui était très imprécise comparée à celle de GPS ; en outre le problème de l'envoi d'un top dans le récepteur GPS existait du fait que le signal était généré par l'électronique de déclenchement de la chambre, alors que, maintenant, c'est un capteur *dans la chambre* qui capte la lumière de l'objectif quand il est ouvert et qui déclenche un signal envoyé au récepteur GPS.

Ces récepteurs sont soit monofréquence (L1 modulée par C/A et P) soit bifréquence (L1 et L2, cette

dernière fréquence est modulée par le seul code P), les seconds étant meilleurs que les premiers pour corriger les erreurs de réfraction ionosphérique.

Le gouvernement américain a introduit un accès sélectif (SA) aux mesures de telle sorte qu'un « bruit » est superposé aux signaux des codes, afin de diminuer la précision des mesures. Il est fait de même sur les positions des satellites diffusées pendant la réception, celles-ci sont faussées délibérément pour dégrader la précision des positions déterminées, en temps réel, à l'aide d'un seul récepteur. Cette dernière mesure impose d'utiliser deux récepteurs, dont un reste fixe, et de n'utiliser que les différences des positions données par ces deux récepteurs, pour éliminer ses effets, les expériences, très prometteuses, qu'on avait menées avec le seul récepteur de l'avion ne sont, hélas, plus du tout d'actualité. Toutefois, on doit signaler, même si une seule initiative a été prise à ce jour sur cette possibilité, qu'un service rend disponibles, en différé, les positions exactes des satellites toutes les quinze minutes, il ne serait pas impossible, dans le principe, de reprendre cette idée, lorsque les corrections ionosphériques exactes homologues des positions seront, elles-mêmes, disponibles.

En mode différentiel la précision sur la position des points en code C/A serait de 3 à 5 mètres, pour de 30 à 100m avec un seul récepteur. En revanche, en mode différentiel, avec le code P *lorsqu'il était accessible* [4], on pouvait compter sur 0,30 à 0,50 mètre. Ceci est, hélas, terminé.

La cadence de réception de GPS, lorsqu'il est associé à la photogrammétrie, est généralement la plus élevée possible ; on note couramment des cadences de réception d'un point par seconde, la cadence la plus élevée semble être de deux points par seconde [9], le récepteur français SERCEL, utilisé à l'IGN, a adopté une cadence de 0,6 seconde, il n'empêche que pendant ce laps de temps un Mystère 20 parcourt 100 mètres, et qu'il faudra interpoler l'instant de prise de vue au milieu de ces 100 mètres ; cette interpolation gagne donc à être soignée.

3. Localisation du point de vue par GPS différentiel

Les données transmises par les satellites sur leurs positions instantanées sont faussées volontairement, il n'est donc pas possible d'obtenir la position en vol d'un point isolé à partir d'un avion à moins de 100 m près, en revanche, les positions fausses de deux points pas trop éloignés sont très corrélées, ce qui est évident puisque les récepteurs reçoivent, au même instant, des informations faussées des mêmes quantités, de telle sorte que leurs différences de coordonnées peuvent être connues avec une précision bien supérieure (3 à 5 m avec le code grossier C/A, et de 0,30 à 0,80 m pour le code précis P). Ceci, et d'autres raisons qu'on va voir, impose l'utilisation simultanée d'un récepteur fixe au sol et d'un récepteur mobile, dans l'avion. Pour annuler les seules dégradations volontaires des informations les deux récepteurs pourraient être assez éloignés, mais on cherche aussi, en utilisant deux récepteurs, à profiter de la corrélation d'autre erreurs, involontaires celles-ci, telles que les erreurs de réfraction sur le long parcours des ondes (20.200km à la verticale 25.900Km à la quasi-horizontale), dans ce cas, plus le récepteur mobile et le

récepteur fixe sont proches, plus forte sera la corrélation entre les erreurs de réfraction des deux réceptions, erreurs que le traitement par différence annulera.

L'utilisation, près du chantier, d'un poste fixe ne semble s'imposer que sur les chantiers de haute précision, et encore, certains expriment de sérieuses réserves sur ce point ; du point de vue économique la photogrammétrie ne tolère aucun « fil à la patte ».

On sait également qu'on annule, par différences, les décalages des horloges des récepteurs et du temps GPS. Ainsi les doubles différences ne présentent plus de biais d'horloge. Pour éliminer les ambiguïtés de cycle de la phase de la porteuse il faut faire à nouveau des différences entre les mesures reçues à deux époques successives ; seulement ces « triples différences » ont ce qu'on appelle une « faible géométrie » c'est-à-dire que les différences successives pour éliminer les erreurs systématiques ont amplifié le jeu inévitable des erreurs accidentelles et de leur corrélation.

3.1. Code lissé par la phase

Les principales erreurs systématiques étant éliminées on peut estimer que les erreurs sur la mesure d'un vecteur GPS sont les suivantes :

Phase 2 à 5mm ambigus (de 0 à 0,20m)

Code C/A 2 à 8 m non ambigus

Code P 0,20 à 0,80 m non ambigus mais crypté donc inutilisable maintenant sauf mise en œuvre de procédés de décryptage par corrélation du code P sur L1 et L2.

La très grande précision de la mesure ambiguë de la phase comparée à celle de la mesure du code a amené à imaginer la procédure suivante :

Comme pendant la réception, et tant que celle-ci reste ininterrompue, il est possible de cumuler la phase, c'est-à-dire de compter les cycles et les fractions de cycles qui séparent deux réceptions, cette mesure a une précision millimétrique, les erreurs commises sur les différences de positions sont donc négligeables par rapport aux différences de positions elles-mêmes, ce qui permet de lier ces dernières entre elles et de les cumuler pour en améliorer la précision. Si la réception continue est assez longue on lie entre elles n positions en code C/A par exemple. La précision globale de l'ensemble ne négligeant que les erreurs de mesure de la phase sont de :

$$\frac{2 \text{ à } 8 \text{ m}}{\sqrt{n}}$$

n peut atteindre 100 par minute de vol, soit 1.000 pour dix minutes de vol, la précision résultante peut atteindre de 7 à 25 cm. C'est ce qui est obtenu couramment en photogrammétrie aidée par GPS.

On comprendra pourquoi le code P est inaccessible aux particuliers, car avec ce code précis on obtiendrait dix fois mieux, ce qui ouvrirait la voie à la recherche des ambiguïtés entières de la phase :

En effet, dès qu'on accède à une précision de l'ordre du $1/6^\circ$ de la phase on peut calculer les ambiguïtés entières de la phase avec de très grandes chances de succès, ce calcul ouvre la voie des précisions mieux que centimétriques sur la position des points, à ce sujet les résultats de [4] sont parfaits.

De nombreux très brillants essais, largement publiés, ont été obtenus par ce moyen aujourd'hui inaccessible au commun des photogrammètres, le code P étant crypté.

3.1.1 Trajectographie. [2], [6], [7]

On décrira plus en détail ce moyen qui est largement associé à la photogrammétrie. La Société SERCEL s'est fait une spécialité de l'utilisation de GPS avec des récepteurs en mouvement, bateaux, automobiles et avions. L'expérience française est basée sur un large emploi de ces récepteurs, et ce qui va avec : des logiciels de cette société.

Comme pour les autres sociétés fournissant des matériels et des logiciels, une grande discrétion est observée sur les méthodes utilisées, en dehors des publications, on est réduit à des supputations, et c'est ce qu'on a dû faire dans notre étude.

La méthode qu'on a indiquée ci-dessus semble avoir été affinée pour donner ce qui suit :

Contrairement aux méthodes cinématiques, qu'on verra plus loin, on ne s'astreint pas à la détermination des entiers de phase, mais on s'impose de rechercher une estimation réelle (non entière) de l'ambiguïté sur chaque satellite, à la différence des ambiguïtés entières le résultat est très **robuste**. Une coupure de la réception n'empêche pas de déterminer des positions 3D + T, mais la phase est interrompue et son cumul ne peut être poursuivi. Dans notre étude on avait confondu « section de mesure GPS » et « bande de vol photogrammétrique » et trouvé des quantités d'avantages à cela, d'abord les interruptions de réception se produisaient en fin de bande, lorsque l'avion faisait son virage, de plus, cela évitait de « décentrer l'antenne », les composantes du décentrement étant confondues avec les constantes de translation variables d'une bande à l'autre, cet intérêt était encore souligné dans [16] par un auteur qui fait autorité.

L'avantage considérable était de ne pas avoir à faire de calcul de décentrement, lequel est rendu imprécis par le fait que la chambre n'est pas liée **rigidement** à l'avion. L'erreur principale est introduite par l'angle de dérive de l'avion appliqué à l'excentrement de l'antenne.

Hélas, cette confusion, ou plutôt cette « consolidation » entre le vecteur de décentrement et le modèle de translation des mesures GPS n'est plus de mise, car on dispose d'un plus grand nombre de satellites, ce qui permet assez souvent à l'avion de prendre son virage sans perdre la réception sur trop de satellites, si bien que la « section » est, fréquemment, bien plus grande que la bande. L'intérêt est évident : avec des durées de réception plus longues le lissage des pseudo-distances par la phase est bien meilleur, et la précision augmente d'autant.

Autre avantage, il n'était absolument pas possible d'appuyer les bandes isolées puisque la mesure GPS est alors comparable à un point d'appui unique au centre de chaque cliché.

On a modélisé les coordonnées GPS en les considérant comme connues à une constante de **translation près** la majorité des auteurs ajoute ses dérivées par rapport au temps (à notre avis c'est une erreur) ; ceci donne plus d'importance aux mesures de différences de coordonnées entre les sommets qui, par la mesure continue de la phase entre deux sommets, est de précision meilleure que centimétrique. À cet égard, les résidus de compensation de l'aérotriangulation sur les valeurs absolues des coordonnées GPS ne sont pas représentatifs de la précision de GPS, mais de son exactitude (Ecart GPS-bloc photo-

grammétrique), ce qui n'est pas du tout la même chose, rappelons que la liaison sol-GPS n'est assurée que par le ou les points d'appui, et que les différences de coordonnées sommet à sommet sont données, à un facteur d'échelle près, par le bloc d'aérottriangulation.

Le traitement de trajectographie ne cherche pas à résoudre les ambiguïtés de phase, mais à les estimer à une valeur non entière, la meilleure possible, pour l'ajouter aux mesures de phase qui deviennent alors non ambiguës, et sont utilisées comme des pseudo-distances peu bruitées, pour poursuivre par une solution différentielle classique.

Le réel problème est celui que pose la réfraction ionosphérique, qui peut atteindre 50 mètres dans les conditions très défavorables et pour des « visées » très inclinées. Si la réfraction troposphérique est, de son côté, assez bien modélisée pour qu'on puisse considérer que son calcul n'entache pas le résultat d'erreurs importantes, la réfraction ionosphérique reste un problème habituellement résolu par des mesures sur deux longueurs d'onde L1 et L2. Dans le cas qui nous occupe, où les mesures GPS servent d'abord à guider l'avion dans son vol, et plus accessoirement à économiser le nombre des points d'appui qu'il est nécessaire d'utiliser pour caler le bloc, l'emploi d'un récepteur bifréquence plus coûteux n'a pas été jugé indispensable.

La détermination de la valeur absolue de la correction ionosphérique avec un récepteur monofréquence est inaccessible, seule sa variation pendant une section, peut être estimée avec une précision moyenne. Par conséquent l'estimation qu'on fait de l'ambiguïté reste entachée d'une erreur de réfraction ionosphérique qui ne peut être connue qu'à posteriori, à partir des réseaux mondiaux d'observation.

Si, comme cela arrive parfois, la position de la constellation a été « rafraîchie » en cours d'observation, cela est pris en compte par un saut égal au récepteur fixe et au récepteur mobile.

Il ne s'agit que de la mise en œuvre d'une idée émise par GOAD [17] il y a de cela longtemps (1990-1991). On remarquera que le calcul *n'utilise que les mesures*, et n'a aucun besoin des positions des satellites, qui sont d'ailleurs fréquemment diffusées fausses. Les méthodes de calcul utilisées existaient déjà dans [18] et [19], on a donc été les puiser à la source.

On a ainsi pu écrire un logiciel ouvert, c'est-à-dire dont le code source est accessible et améliorable au gré de l'utilisateur, et non plus à celui du fabricant.

Certains considèrent que par les différences entre la station fixe et la station mobile on peut obtenir une précision de l'ordre de 0,10 m, et assez souvent de la moitié de cette valeur, d'autres disent obtenir le millionième de la longueur du vecteur, mais pour 500 Km cela fait déjà 0,50 m, mais d'expérience on obtient mieux que cette dernière estimation : Dans de bonnes conditions, avec un GDOP de 3, on aura un vecteur d'erreur moyen quadratique de 0,15 m.

3.2. Solution cinématique. [3], [13]

De nombreux auteurs étrangers font état de résultats exceptionnels obtenus à l'aide de logiciels de cinématique.

On cherche également, par ce moyen, à calculer les ambiguïtés, mais on cherche surtout à obtenir leur valeurs entières, afin d'améliorer le résultat.

Pour cela les signaux sur les deux longueurs d'onde L1 et L2 doivent être enregistrés, le plus souvent les phases seules sont observées et mises en œuvre.

Il faut bien dire que, sauf dans les livres et les revues où il est fait état de succès probants, dans la production courante on ne connaît que des **tentatives** de déterminer les ambiguïtés entières, avec un retour au calcul des ambiguïtés réelles (non entières) pour des résultats de l'ordre de ceux qu'on vient de voir. Voir les résultats de [5] sur ce sujet.

Traditionnellement, l'avion faisait un point fixe au départ et à l'arrivée sur un point connu afin de déterminer les ambiguïtés entières, d'abord pendant une heure puis, plus récemment lorsque des algorithmes d'initialisation rapide ont été mis au point, pendant dix minutes. Nulle doute que l'initialisation en vol « On the Fly » (OTF) n'ait été tentée depuis, car la contrainte du point fixe au sol n'était pas commercialement réaliste d'autant que cette contrainte était doublée de celle de ne pas perdre la réception en vol, ce qui était une véritable gageure, sauf si, évidemment, la réinitialisation en vol était possible. Voir [11] et [14].

D'après les publications, il semble que le temps de réinitialisation en vol (OTF) soit proportionnel à la distance entre le récepteur fixe et le récepteur mobile. Pour des vecteurs de 10 Km il faudrait, selon les essais de LEICA [19] en bateau et en automobile, au moins 200 secondes, que penser de distances se comptant en centaines de kilomètres (500 dans [17]). Pour réinitialiser en vol, il faudra prendre en compte les contraintes proprement photogrammétriques, par exemple la durée moyenne de prise de vue d'une bande qui est de cinq à dix minutes, il faudrait pouvoir réinitialiser en un temps plus bref, le virage lui-même prend, en moyenne également, six minutes, il ne paraît pas réaliste de faire, comme cela a été suggéré, des virages à plat pour éviter de « perdre » des satellites, cela augmenterait la durée de vol qui est un élément essentiel du coût global. Voir [11] et [16]. Il est infiniment plus astucieux de placer l'antenne en un point de l'avion où la coupure de réception est rare, c'est-à-dire au sommet de l'empennage vertical.

3.3. Détermination des ambiguïtés de phase, les dérivés, les pertes de réception

On croit qu'il faut être clair, pour l'instant, la détermination d'ambiguïtés entières exactes est une possibilité qui doit plus à la chance, qu'à l'habileté de ses promoteurs. D'ailleurs, les modèles introduits dans les équations d'observation GPS, incorporées aux logiciels de calcul des blocs d'aérottriangulation tiennent **explicitement** compte des défauts dus à la fixation des ambiguïtés à des valeurs entières incorrectes !

Il a été constaté, qu'en pratique, il n'est pas possible d'empêcher les pertes de réception en vol, surtout au cours des virages, et lorsque la constellation change, un satellite se couche, d'autres se lèvent, et que, dans tous les cas, la solution par les pseudo-distances a été utilisée pour réinitialiser la bande ou une section coupée. Voir [11].

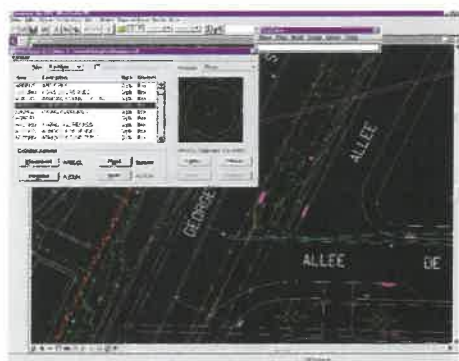
TopStation

Par JSInfo

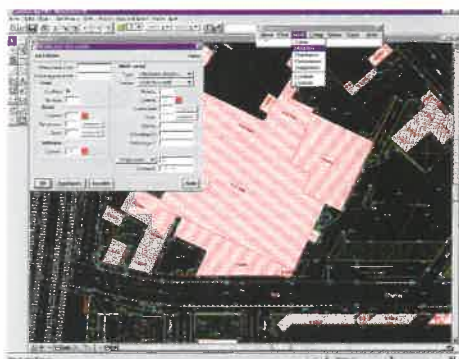


TopStation, l'appliquatif MicroStation 95 en Topométrie, Géométrie et Cartographie

par JSInfo



*D*ans la lignée de Topojis et d'Ascodes, TopStation couvre les besoins en saisie, mise en forme, structuration de données géographiques, cartographie numérique et calculs spécialisés du Géomètre et du Bureau d'Etudes. TopStation bénéficie d'une ergonomie soignée; il propose un mode d'emploi à l'écran, une aide en ligne pour chaque fonction et la gestion interactive de l'historique.



TopStation traite, à ce jour, les aspects suivants :

Base de données tridimensionnelles
alphanumérique, géographique, topologique

Topométrie

TopStation permet le traitement complet de la chaîne des calculs topométriques

Gestion de plans

cadrage, orientation, habillage, carroyage

Géométrie

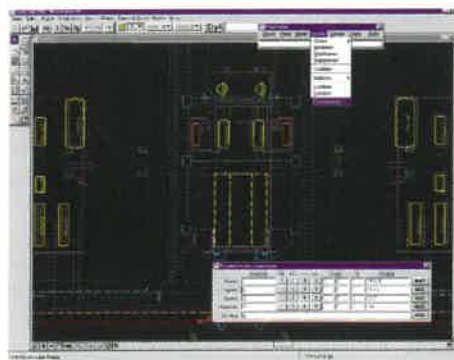
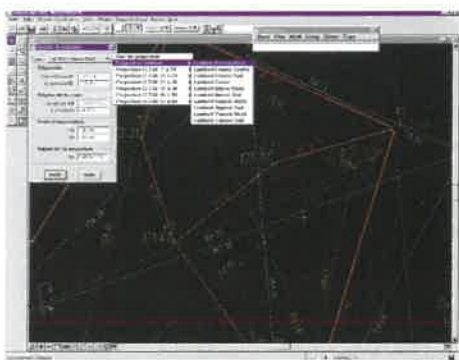
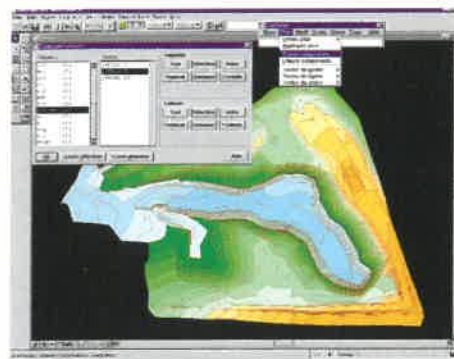
COGO, constructions de points, droites, cercles, lignes, clothoïdes, constructions sur les lignes ...

Modélisation de surfaces

interactivité sur le MNT et les courbes

Cartographie

symboles ponctuels, motifs linéaires, zonages, non chevauchement, courbes de niveau ...



TopStation-Topo

Réalisé pour répondre à la demande de grandes administrations et de divers autres clients, TopStation-Topo est un applicatif spécifique, réduit aux seuls calculs topométriques, la gestion de base, présentation de plans (cadrage, carroyage, non chevauchement).



8, rue de la Maison Rouge 77185 LOGNES
Tél.: 01 60 17 34 21 Fax.: 01 60 17 27 58



Demande de documentation TopStation à découper et retourner à JSInfo

Nom : _____ Prénom : _____

Société : _____

Adresse : _____

Code Postal : _____ Ville : _____

Tél.: _____ Fax.: _____

Les modèles des mesures GPS mettent en œuvre la possibilité d'introduire des dérives proportionnelles au temps de translation des bandes, ou des « sections », selon les auteurs. En effet, il a été reconnu que ces mystérieuses dérives des différences de coordonnées de la fin des années 1980 étaient dues à la fixation des ambiguïtés entières ou réelles à des valeurs erronées. Cette constatation est, d'ailleurs, utilisée pour vérifier, dans certains logiciels très précis, pour des mesures terrestres, « KART » par exemple, que la valeur entière de l'ambiguïté est fixée à une valeur exacte, si la dérive est nulle, l'ambiguïté est exacte.

Donc, les dérives dans le temps des translations des « sections » sont des artefacts, et il n'y a pas lieu d'en tenir compte car on « affaiblit » la mesure en la modélisant sans raison.

BIBLIOGRAPHIE

[1] 1993 H. BURMAN GPS Block Supported Triangulation OEEPE-Project Royal Institute of Technology Departement of Geodesy and Photogrammetry Stockholm.Suède.

Annexes au document précédent

- [2] J. TALTS Block Botkyrka. Suède.
- [3] A. HOEGHOLEN Block Eura. Finlande.
- [4] L.E. BLANKENBERG Block Friedrikstad. Norvège.
- [5] H. BURMAN Block Rörberg. Suède.
- [6] A. FLOTRON H SCHADE Block Sonviller. Suisse.
- [7] O. ANDERSEN Block Sperillen. Norvège.
- [8] T. HEUCHEL 6 Blocs de A à F. Allemagne.

Dans Photogrammetric Engineering and Remote Sensing (PERS) Numéro spécial de Novembre 1993 :

[9] S. CURRY K. SCHUCKMAN Practical Considerations for the Use of Airborne GPS for Photogrammetry. PERS.

[10] I. COLOMINA A note on the Analytics of Aerial Triangulation with GPS Aerial Control. PERS.

[11] F. ACKERMANN and H. SCHADE Application of GPS for Aerial Triangulation. PERS.

[12] D. MERCHANT Controlled Aerial Photogrammetry. PERS.

[13] A. GRUEN M. COQUARD H.G. KAHLE Photogrammetry and Kinematics GPS : Results of a High Accuracy Test. PERS.

[14] K. JACOBSEN Experience in GPS Photogrammetry. PERS.

[15] R.D. BECKER J.P. BARRIERE Airborne GPS for Photo Navigation and Phogrammetry : An Integrated Approach. PERS.

Photogrammetric Record, 14(84) : 861-874 (October 1994) :

[16] F. ACKERMANN Practical Experience with GPS Supported Aerial Triangulation.

Navigation, Journal of the Institute of Navigation. Volume 37 N° 3, Automne 1990 :

[17] GOAD Optimal Filtering of Pseudo-Ranges and Phases from Single-Frequency GPS Receivers.

Document interne de SERCEL 1995

[18] J.P. BARBOUX Trajectographie. (02. 1995) Manuscripta Geodetica (1995) 20 :96-109.

[19] W. OIU, G. LACHAPPELLE, M.E. CANNON Ionospheric effect modelling for single frequency GPS users.

Ortho Photoplan Études et Environnement

étude
de
lignes
électriques
HT
et
THT
et
environnement

Jean-Marc Azéma
ingénieur ESGT
(Transel)

L'OBJECTIF est de relier un point « A » à un point « B » du territoire par un réseau électrique aérien HT (Haute Tension : 63 kV ou 90 kV) ou THT (Très Haute Tension 225 kV ou 400 kV).

La première étape, recherche du projet de tracé, repose sur l'étude d'impact pour aboutir à la définition d'un ou plusieurs projets de tracé, c'est la phase concertation avec les représentants des pouvoirs et organismes publics, collectivités, associations...

La deuxième étape, la procédure de Déclaration d'Utilité Publique (DUP), rend public le projet, le fait approuver et aboutir à l'arrêté de DUP, c'est la phase consultation.

Suivront ensuite les études de détails, le permis de construire, les autorisations d'exécution... et enfin les travaux.

De la prise de décision à la réalisation, 5 à 8 ans sont aujourd'hui nécessaires.

Quelles sont les techniques adaptées ? Quels avantages en terme de communication ?

Et d'abord quels sont les motifs qui ont prévalu à cette évolution ?

Pour favoriser la concertation autour de la recherche des meilleurs tracés de moindre impact des ouvrages, le protocole signé entre l'État et EDF en août 1992 prévoit que « de façon à mieux représenter l'impact visuel des ouvrages électriques, des efforts conséquents de communication ayant recours à des techniques nouvelles de simulation visuelle seront mis en œuvre ».

Les champs d'intervention de ce plan d'action portent entre autres, sur le renforcement de la concertation, la recherche du moindre impact, l'amélioration de l'insertion paysagère et la prise en compte du patrimoine naturel.

Pour répondre à cette nouvelle donne, la société TRANSEL, spécialisée dans l'étude et la construction de lignes électriques HT et THT, forte de son expérience dans la photogrammétrie, a développé, en collaboration avec EUROSENSE, le produit ORPHÉE, ORthoPHotoplan Études et Environnement, services dérivés de l'orthophoto.

Multiplés sont les possibilités pour relier « A » à « B ». Une étude préalable déterminera des fuseaux de moindre impact à l'intérieur desquels plusieurs partis seront réalisables. Ces zones intégrant des contraintes environnementales, techniques et économiques définiront ainsi l'aire d'étude.

Plusieurs propositions seront étudiées et discutées.

Chaque spécialiste apporte sa contribution dans son domaine de prédilection : occupation du sol, zone protégée, patrimoine architectural, faune, flore, servitude aérienne...

L'exposé suivant traite de l'étude topographique et de l'analyse de l'impact visuel de l'ouvrage.

Les études de détail qui suivent la DUP seront réalisées à partir des mêmes sources d'information et des composés générés au cours des traitements.

ÉLABORATION DE LA BASE D'INFORMATION

Cet ensemble de données, généré par procédé photogramétrique, servira à la fois pour les études techniques et pour les études d'impact paysager.

GÉOMÉTRIE DU MODÈLE :

1. Prise de vue aérienne :

Le résultat final étant destiné à communiquer sur le projet, elle sera réalisée en couleur. Cette phase est essentielle à la qualité du produit.

L'échelle du plan détermine celle des photos dans un rapport 4 à 5 fois inférieur. Ainsi pour un plan au 1/2 500, l'échelle photo sera comprise entre 1/10 000 et 1/12 500.

2. Stéréopréparation et aérotriangulation :

Le relevé des points de calage est la seule opération réalisée sur le terrain. Un système GPS différentiel embarqué dans l'avion permet de réduire le levé de points au sol.

3. Génération du modèle numérique de terrain (MNT) :

Il est défini à partir des couples stéréo soit par la méthode de restitution analytique soit par procédé numérique de corrélation automatique.

Plusieurs couches d'informations seront extraites selon les besoins :

- la couche terrain naturel
- la couverture végétale
- l'enveloppe du bâti...

La précision du MNT influera sur les qualités de l'ortho et des études géométriques de l'ouvrage.

À ce stade, le modèle de terrain est géométriquement connu, les études techniques peuvent commencer.

EXPLOITATION TECHNIQUE :

1. Recherche de tracés :

À l'intérieur des zones délimitées plusieurs tracés sont étudiés. Des points sensibles tels que panoramas, villages... font l'objet de plus d'attention.

La carte de vision permet une première approche sélective des possibilités. Générée à partir du MNT, elle présente sous forme d'aplats de couleurs ce que verrait un observateur situé en un point précis du site, d'une surcouche hauteur de pylône déposée sur le terrain naturel.

À un point de vue corespond une carte qui intègre le masque dû au relief, le masque végétal peut également être pris en compte.

Plusieurs sites sont ainsi analysés, et la combinaison de toutes ces cartes permet de restreindre les alternatives en respectant du mieux possible ces points particuliers.

2. Validation technique :

Les tracés choisis, les profils terrain naturel sont extraits du MNT. La répartition des supports est réalisée en fonction du type de pylônes et des paramètres de tension des câbles.

Les projets 3D sont définis.

3. Comparaison des variantes :

L'impact visuel de chaque variante peut être déterminé à partir de **cartes de visibilité**.

Générée à partir du MNT et du projet 3D, elles permettent d'avoir une vision générale objective de l'impact des ouvrages et de comparer rapidement la perception des variantes entre elles.

Elles se présentent sous forme de carte sur laquelle figurent les réseaux linéaires (voies de circulation, rivières...), l'habitat dense et dispersé, les courbes de niveau, la topologie, les zones boisées... et la représentation sous forme d'aplats de couleurs différentes selon la perception visuelle de la variante.

La carte de visibilité visualise l'impact de la variante sur le modèle selon des paramètres de calcul tels que la prise en compte du masque végétal, le degré de perception des pylônes en fonction de leur éloignement, du pourcentage de la partie vue...

AIDE À LA COMMUNICATION

PRODUCTION DE L'ORTHOPHOTOPLAN ET TRAITEMENT DES IMAGES

1. Numérisation des photos couleur :

Il convient de trouver le bon compromis entre la précision du pixel nécessaire et la quantité de Megaoctets générée.

2. Corrections géométriques du fichier image :

Elles pallient les défauts d'inclinaison de l'axe de la caméra et les déformations dues au relief. Elles sont réalisées à partir du MNT et des points de calage sol.

3. Corrections radiométriques :

Elles améliorent le contraste et éliminent les différences d'éclairement photo par photo puis globalement sur l'ensemble.

4. Mosaïquage :

L'assemblage des photos permet de réaliser un ensemble homogène du modèle.

Le résultat de ces divers traitements informatiques d'images donne un fichier de type raster. Il peut être exploité soit sous forme d'orthophotocarte soit combiné au MNT il servira de base aux simulations 3D.

EXPLOITATION DES ORTHOPHOTOS

1. L'orthophotocarte :

Ce produit numérique présente les qualités suivantes :

- image géoréférencée, chaque pixel est parfaitement déterminé dans le système de référence choisi.
- précision, de même qualité qu'une carte topographique, déterminée par l'échelle de prise de vue.
- source multi échelle, possibilité de passer à des échelles inférieures par rééchantillonnage de l'image.
- richesse d'information et connaissance végétale, la photo n'est pas interprétée.
- compréhension plus facile qu'une carte pour un non initié.
- document à jour, correspondant à la date de la prise de vue.

Ce document est manipulable informatiquement, il peut être :

- zoomé ou réduit.
- surchargé par du texte et du vecteur pour figurer les courbes de niveau, les projets, les références topographiques...

Toutes ses qualités en font un excellent outil de présentation pour les plans de situation.

2. Les vues paysagères :

À chaque point du MNT est appliquée la couleur associée de l'ortho, ce qui donne un bloc modèle 3D virtuel qui peut être photographié.

Le projet 3D, issu de l'étude, peut être inséré.

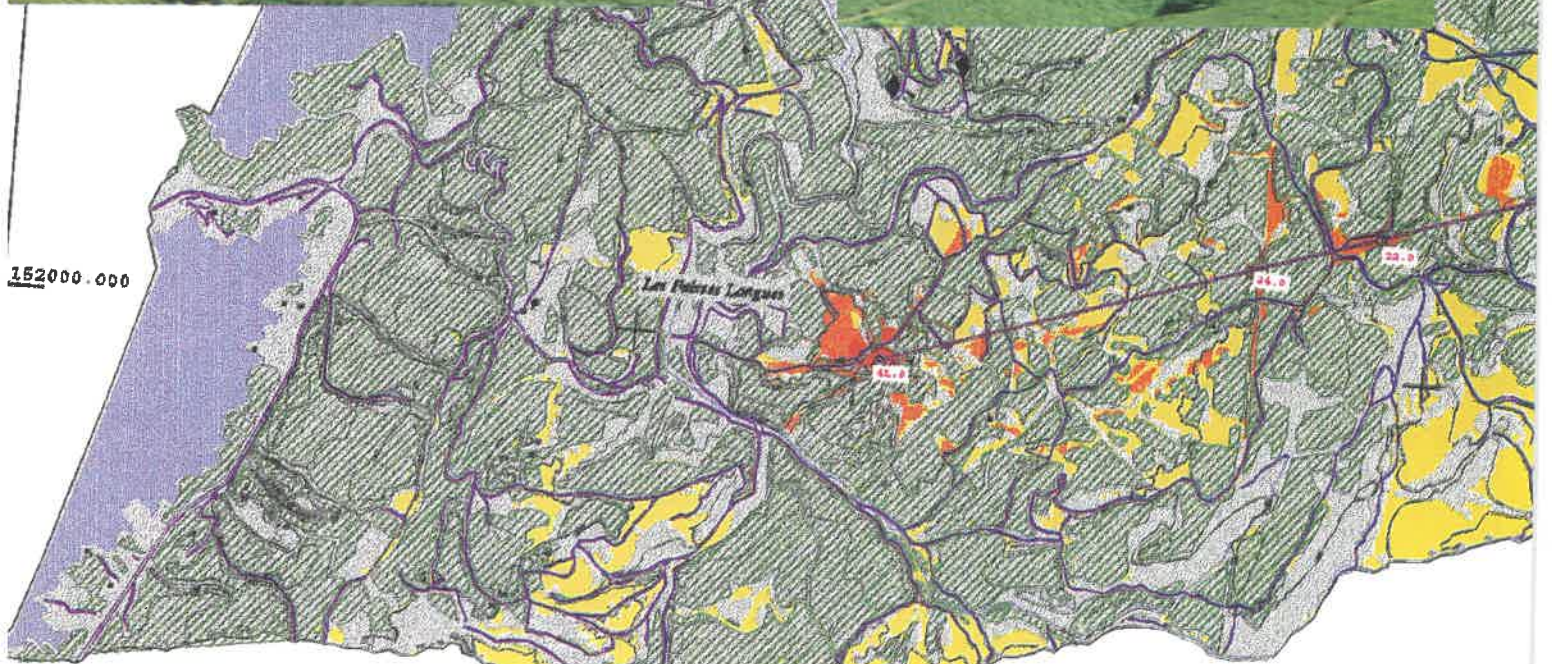
Il est alors possible de générer des vues paysagères en relief à partir de points de vue choisis.

3. Les coupes paysagères :

C'est une vue paysagère prise au niveau du sol plus la hauteur des yeux de l'observateur et qui fait ressortir les parties vues des supports.



Vue paysagère du modèle



L'image obtenue est géométriquement précise, la qualité en avant plan des points proches est « pixélisée » ce qui en fait une image technique.

4. Les animations :

Le film est une succession d'images, il permet de « visiter » le modèle, à la manière d'un hélicoptère.

La trajectoire 3D, l'orientation et la focale définissent les paramètres de la caméra.

AUTRES OUTILS DE REPRÉSENTATION

Les photomontages :

Ce procédé permet de présenter l'ouvrage projeté dans la réalité de son environnement.

Des points de vue particulièrement sensibles sont photographiés. Un repérage précis de l'axe de prise de vue et des points de calage sont relevés sur le terrain. Ceci permettra de situer les ouvrages projetés et d'en calculer leur intégration en perspective.

Cette image sera très proche de la réalité par sa qualité et sa précision à la fois de la géométrie et du détail.

Comment sont perçues ces images en concertation ?

La perception d'un paysage a un caractère très subjectif, propre à la sensibilité de chacun.

Bien souvent l'observateur a une idée d'ensemble, une ambiance générale, une impression, mais sans grande précision comme peut l'avoir un observateur averti tel que le photographe ou le peintre.

La projection d'une ligne électrique dans le paysage peut être ressentie comme une atteinte amplifiant l'échelle de perception.

D'où la nécessité de recadrer cette emphase à une plus juste valeur en se rapprochant virtuellement de la réalité.

Ces outils favorisent ainsi une meilleure compréhension du sujet et donc l'aide à la négociation.

Ils démontrent par la diversité des images et documents, par les moyens technologiques mis en place, le respect et le sérieux de la prise en compte de l'environnement.

La ligne électrique n'est plus une notion abstraite, un trait sur une carte.

L'aspect visuel de la représentation du projet n'est pas une gêne en soi. Au contraire, il fait travailler l'imaginaire

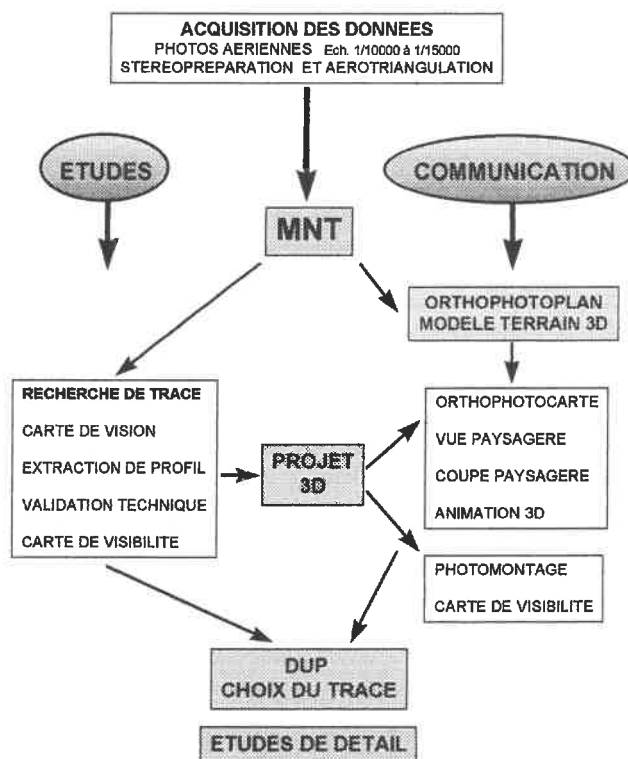
de l'observateur et l'obliger à participer et à analyser plus en profondeur le caractère spécifique du paysage.

De témoin, il s'enrichit lui-même, s'affranchit de préjugés, et peut ainsi mieux communiquer ; il devient positivement un acteur averti dans la concertation.

L'approche virtuelle reste une traduction partielle de la réalité. La perception visuelle d'une unité paysagère comporte toujours des éléments subjectifs d'appréciation.

L'ensemble de cette panoplie de moyens complémentaires, à la fois d'étude et de communication, est aujourd'hui indispensable pour entretenir un dialogue constructif entre le maître d'œuvre et le citoyen, garant du patrimoine naturel et culturel.

SYSTEME ORPHEE ETUDE TECHNIQUE ET AIDE A LA CONCERTATION



méthodes de mesures et d'implantation

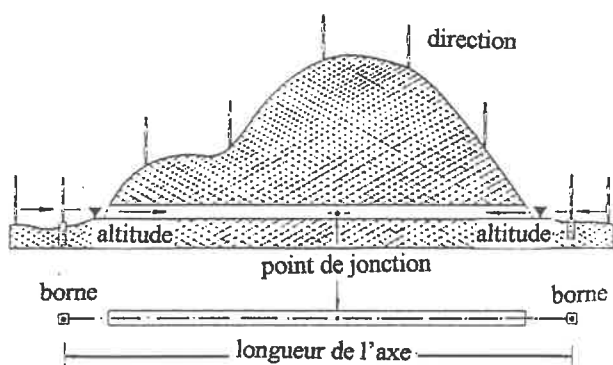
des tunnels dans l'antiquité*

par Konrad Peters

1. Historique du percement de tunnels

30 tunnels antiques nous sont connus, percés entre 700 avant J.-C. et 300 après J.-C. par les peuples des civilisations de l'aire méditerranéenne [1]. Ils étaient principalement destinés à l'adduction d'eau et à l'écoulement de lacs de cratères, leur longueur variant entre 50 et 6 000 m.

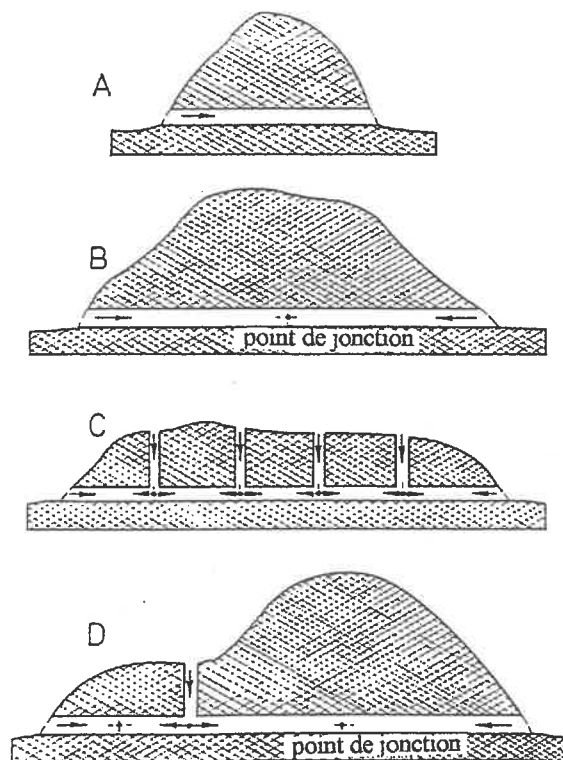
La galerie d'écoulement d'un lac de cratère situé dans le massif de l'Eifel est l'exemple classique de tunnel du Moyen âge. Percé par l'abbé Fulbert du monastère Maria Laach entre 1152 et 1170 sur une longueur de 880 m, ce tunnel présente, dans son exécution, des similitudes avec ceux de l'Antiquité [2]. L'essor de l'exploitation minière a ensuite fixé d'autres priorités à la topographie souterraine. Ainsi est né l'arpentage minier, *Markscheidkunst* en allemand, « Markscheide » étant composé à partir des mots du haut allemand « Mark » (limite) et « scheiden » (séparer). Le mesureur, appelé géomètre minier, a pour mission de lever les positions planimétriques et altimétriques des excavations souterraines et de les représenter sur des plans. Le transfert des mesures à la surface emprunte et fournit le tracé des galeries. La possibilité est ainsi donnée de fixer les limites entre les différents secteurs d'abattage.



1. Informations principales nécessaires au percement de tunnel

Le percement de tunnel est redevenu d'actualité avec l'essor du chemin de fer. En Allemagne, le premier du genre fut foré de 1837 à 1839 près de Dresde [3]. Le percement de la galerie, d'une longueur de 512 m, fut entrepris depuis quatre puits verticaux, méthode dont

l'utilisation est prouvée pour de nombreux tunnels de l'Antiquité. Deux tunnels pour bateaux sont particulièrement intéressants, mais très peu connus. Le plus ancien, long de 157 m et large de 6 m, est le tunnel Malpas, près de Narbonne, partie intégrante du canal du Midi aménagé de 1661 à 1681 [4]. Le second projet de construction similaire, fut mené à bien en 1847 à Weilheim an der Lahn. Un épaulement rocheux fut percé par un tunnel de 210 m de longueur, de façon à simplifier le chemin difficilement navigable aux abords de la ville.



2. Méthodes de percement de tunnel

- A : depuis un côté
- B : depuis les deux côtés
- C : au moyen de puits verticaux
- D : méthode combinée

(*) Conférence présentée à l'occasion du séminaire de travail du groupe « Histoire de la topographie » de la VDV (association allemande de topographie) qui s'est tenu les 6 et 7 septembre 1991 à Goslar.

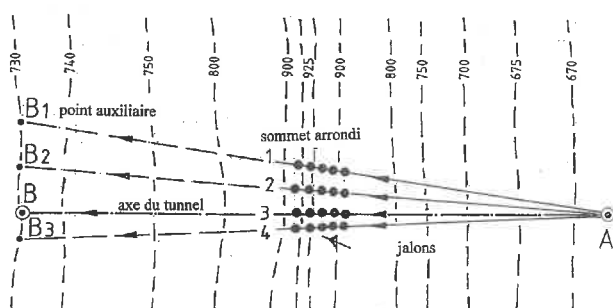
2. Informations nécessaires au percement de tunnels

Au contraire de l'exploitation minière pour laquelle le lever topographique suit l'abattage, le tracé implanté sur le terrain est transféré dans la galerie pour le percement de tunnel. Il est nécessaire pour cela, de nos jours comme dans l'Antiquité, de disposer de plans du projet de construction, relatifs aussi bien à la planimétrie qu'à l'altimétrie et comportant les données propres aux directions, aux longueurs et aux altitudes. Dans l'Antiquité, les méthodes de mesure adaptées à l'établissement des plans et à l'implantation de l'ouvrage étaient définies par le maître d'œuvre, compte tenu de la longueur du tunnel, de la méthode de percement et de la topographie (figures 1 et 2).

Il n'existe pas de rapport datant de l'Antiquité décrivant en détail l'implantation et la mesure d'un ouvrage d'art ou d'un tunnel. Outre Héron [5], qui se livre à des considérations d'ordre général sur l'implantation de tunnels à l'aide d'un cheminement polygonal à côtés orthogonaux, seul le maître d'œuvre romain Nonius Datus nous a transmis quelques informations relatives à l'implantation du tunnel de Bougie (aujourd'hui Bejaia) en Algérie [6], effectuée par ses soins. L'exploitation de ces sources, les données issues de nouvelles mesures effectuées pour certains tunnels et la connaissance de la géométrie ancienne nous autorisent cependant à formuler quelques observations sur les méthodes de mesure et d'implantation de cette époque.

3. Direction et longueur de l'axe du tunnel

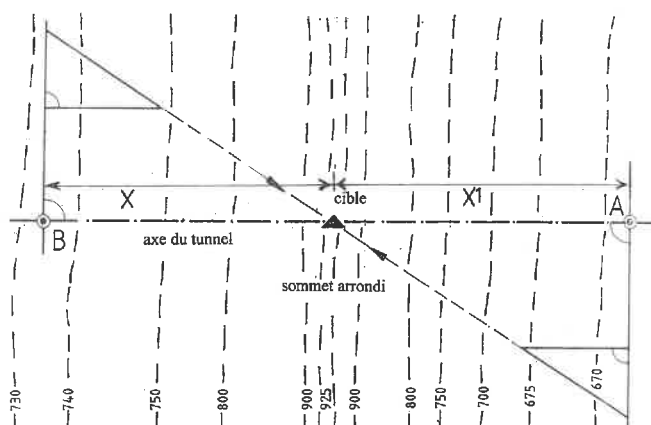
Lorsqu'un obstacle, tel qu'une montagne, se présente sur le tracé et l'interrompt, l'alignement direct n'est plus possible. Dans le cas de versants très pentus, la méthode classique est difficile à mettre en œuvre, car elle consiste à réaliser un alignement depuis le milieu, situé sur un sommet arrondi. L'axe peut cependant être déterminé par prolongement de la direction depuis l'entrée A du tunnel jusqu'au sommet de la montagne puis au-delà de ce dernier, opération réitérée jusqu'à ce que le prolongement passe par le point B de l'axe, situé sur le versant opposé (Fig. 3). La fumée ascendante d'un feu allumé au point B permet une orientation grossière de l'alignement sur le sommet arrondi et réduit ainsi le nombre des tentatives.



3. Prolongement de la direction au-delà du sommet d'une montagne.

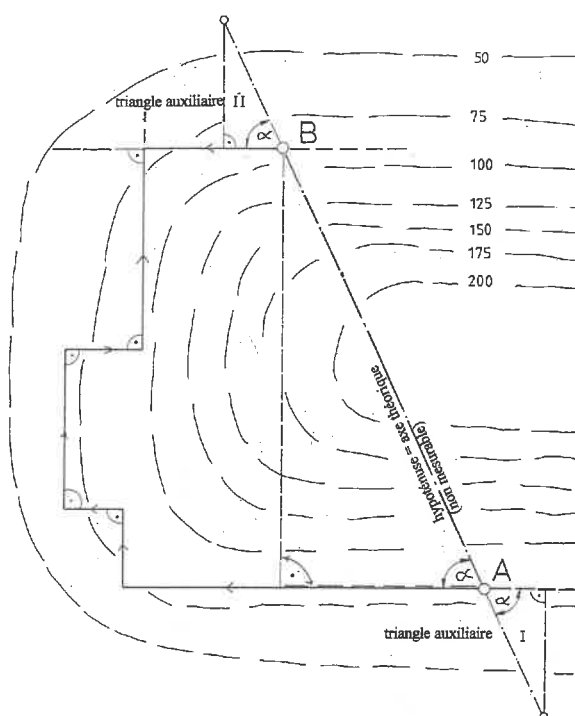
Trois méthodes servant à la détermination de la longueur de l'axe sont connues :

- la mesure par cultellation en franchissant la montagne sur le tracé implanté, employée jusqu'à aujourd'hui pour des levers simples ;
- la triangulation au-dessus de la montagne au moyen de triangles rectangles, pour laquelle, aux points A et B, donc à l'entrée et à la sortie du tunnel, une base perpendiculaire à l'axe du tunnel est établie ; un triangle rectangle auxiliaire facilement mesurable, orienté vers un point matérialisé sur le sommet arrondi est implanté puis mesuré aux extrémités de chaque base (Fig. 4). Les deux distances partielles x et x_1 de l'axe du tunnel se calculent alors à partir des côtés mesurés des triangles auxiliaires et des longueurs de bases, par application d'une règle de proportion [7].



4. Triangulation au-delà du sommet d'une montagne pour l'obtention de la longueur de l'axe.

- Au contraire des deux méthodes de mesure précitées, le problème d'Héron, en vue de la détermination de la



5. Cheminement à côtés orthogonaux selon Héron pour la détermination de la longueur et de la direction de l'axe d'un tunnel.

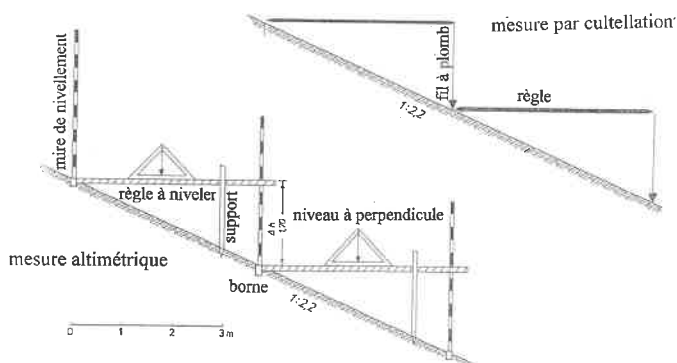
longueur et de la direction de l'axe d'un tunnel, ne peut être résolu qu'au terme d'un cheminement de montagne ou dans le cas d'un sommet tabulaire [8]. Héron résout le problème par le biais d'un cheminement polygonal à côtés orthogonaux contournant la montagne. Par addition et soustraction des longueurs des côtés, il obtient les côtés de l'angle droit d'un triangle rectangle, dont l'axe du tunnel constitue l'hypoténuse (Fig.-5). A l'aide de deux triangles rectangles auxiliaires homothétiques du grand triangle, il calcule puis implante la direction de l'axe du tunnel pour le percement depuis les deux côtés [9].

4. Altimétrie

Dans l'Antiquité déjà, le nivellement servait à déterminer les altitudes nécessaires à la conception puis au percement d'un tunnel. Héron d'Alexandrie nous en a transmis les modalités d'exécution [10], lesquelles diffèrent peu des méthodes de mesure actuelles.

Un instrument de nivellement (chorobate, dioptré, niveau d'eau) servait à la détermination des altitudes, en terrain plat ou lors du contournement de la montagne. Un voyant fixé à une mire était visé depuis l'instrument mis à niveau. La lecture de la hauteur était réalisée sur l'échelle de la mire. Des expériences menées avec des instruments de nivellement de l'Antiquité ont montré que la mesure était encore possible par une inclinaison de 1:20 [11].

En terrain très pentu, seule la méthode de mesure par cultellation permettait la détermination des altitudes. Les maîtres d'œuvre avaient à cet effet recours à un instrument composé d'une règle à niveler, d'un niveau à perpendiculaire, d'un support et d'une échelle de mesure. La mesure des longueurs pouvait s'effectuer simultanément à celle des altitudes (Fig.-6), en dotant la règle à niveler d'une échelle de longueur.

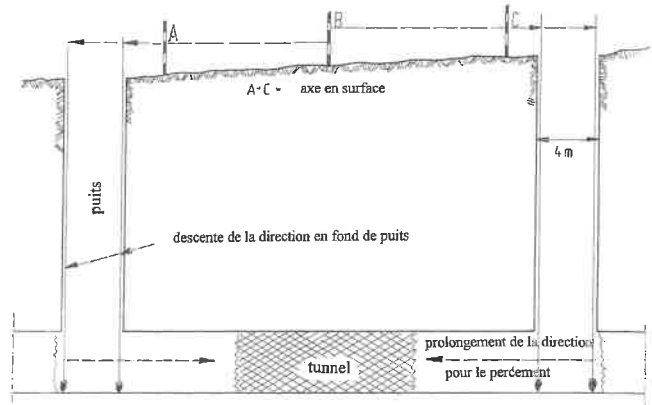


6. Détermination de la longueur et de l'altitude par cultellation sur le tracé implanté sur un versant pentu.

5. Détermination de la direction et de l'altitude de percement de la galerie

La méthode de percement utilisée pour le tunnel conditionne le transfert au radier de la galerie de l'altitude et de la direction données par la conception. Pour un percement depuis l'un des côtés ou depuis les deux, la direction est fournie par simple prolongement de l'alignement, réalisé en franchissant le sommet de la montagne, dans les galeries du tunnel (Fig.-1). Dans le cas

du problème décrit par Héron, la direction est fournie par implantation, à l'entrée et à la sortie du tunnel, de deux triangles rectangles auxiliaires homothétiques du grand triangle. La direction de percement des galeries est alors donnée par leurs hypoténuses (Fig.-5). Dans les deux cas, les hauteurs de radier sont transférées, par nivellement ou par cultellation, à l'intérieur du tunnel depuis des points fixes déterminés par mesures altimétriques. La pose d'une conduite ouverte dans le tunnel constitue également une possibilité, l'eau qu'elle contient constituant un niveau naturel.



7. Détermination de la direction pour le percement depuis un puits vertical.

La détermination de la direction et de l'altitude pour le percement de tunnels à l'aide de puits verticaux ou obliques (descenderies) est bien plus complexe, comme le montre le tunnel Claudius long de près de 6000 m [12]. Le percement depuis l'un des côtés du tunnel s'effectuant à partir de deux fonds de puits, l'axe de la galerie implanté en surface doit y être transféré au moyen de fils à plomb pesants (Fig.-7). Cette opération réclame beaucoup de précision, le prolongement d'une courte distance pouvant provoquer une erreur importante en direction. Si par exemple une direction descendue en fond de puits est entachée, dans le sens transversal, d'une erreur de 2 cm sur une distance de 4 m, elle s'amplifiera pour atteindre la valeur de 2 m au bout de 400 m. Les altitudes de radier prévues à la conception du tunnel sont transférées au fond par l'intermédiaire de cordes ou de chaînes d'arpenteur assujetties au bord supérieur du puits puis transmises pour le percement par le biais des instruments et méthodes précédemment définis.

Les descenderies servent à une meilleure aération et à l'évacuation des déblais générés par le creusement du tunnel. Elles doivent rejoindre la galerie du tunnel à une distance préalablement établie. Le transfert de la direction est effectué dans les descenderies par prolongement de l'axe matérialisé au jour au moyen de la méthode décrite à la figure 8. De la même manière que dans le cas du percement depuis un fond de puits vertical, prolonger la direction dans les descenderies depuis une base courte peut être cause d'une notable erreur transversale. Si les deux erreurs se cumulent, alors la jonction de la galerie et de la descenderie risque véritablement d'être problématique.

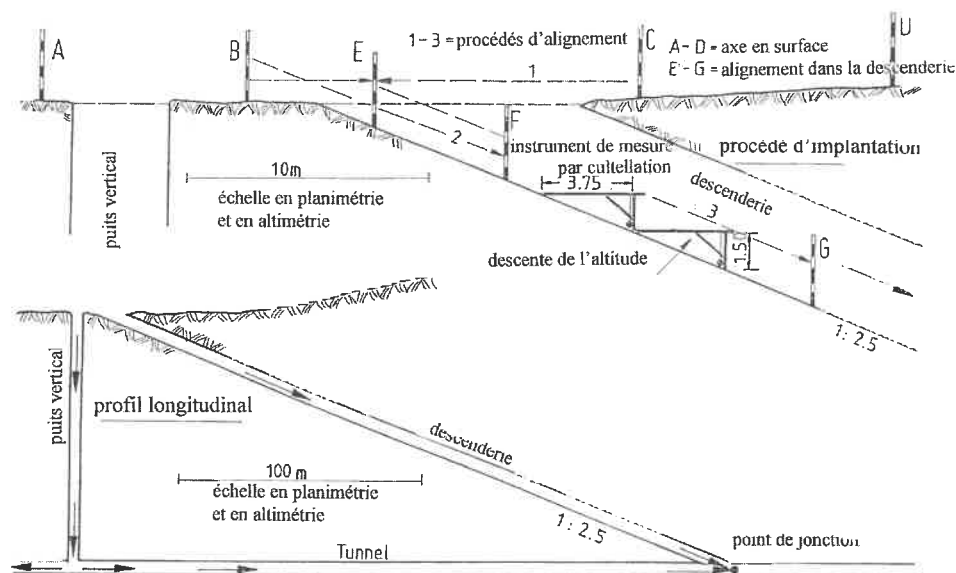
La progression du travail dans la galerie s'effectue en respectant l'inclinaison prévue lors de la conception de la descenderie. Un instrument de mesure par cultellation, contenant par construction un angle droit dont les côtés présentent un rapport de 1:2.5 (Fig.-8) peut être utilisé

à cette fin. L'erreur altimétrique commise à cette occasion est de faible importance, la descendrie et la galerie se rejoignant soit un peu avant, soit un peu après le point de jonction théorique.

6. Résumé

L'analyse des méthodes de mesure et d'implantation possibles pour le percement de tunnel s'est faite par l'exploitation des « sources (encore) pérennes » de l'Antiquité. L'expérience professionnelle acquise au long de mon activité d'ingénieur-géomètre dans le domaine du génie civil m'a été d'un grand secours à cet égard. La topographie avait pour mission de déterminer la longueur du tunnel ainsi que les méthodes nécessaires à sa mesure et à son percement. Les ouvrages souterrains, dont certains sont encore en service, présentent fréquemment des

erreurs considérables, tant en direction qu'en altimétrie. La cause en est le cumul d'erreurs, provenant de méthodes de mesure différentes ainsi que de l'aspiration des maîtres d'œuvre à vouloir assurer une jonction en toute sécurité. Toute mesure est entachée d'une erreur, dont la taille est fonction de la topographie, de la précision, des instruments et de la méthode de mesure mise en œuvre. Une analyse détaillée des causes d'erreurs n'a pas pu être entreprise dans le cadre de ce travail. Les publications « Der Orthogonalzug nach Heron » (« Le cheminement à côtés orthogonaux selon Héron ») [9], « Nivelliergeräte des Altertums » (« Les instruments de nivellement dans l'Antiquité ») [11] et « Der Tunnel des Eupalinos auf der Insel Samos » (« Le tunnel d'Eupalinos sur l'île de Samos ») [13] contiennent cependant des indications relatives tant à la précision des instruments utilisés qu'à celle des méthodes mises en œuvre dans l'Antiquité, aussi applicables au percement de tunnel.



8. Projet de descendrie et méthodes de percement dans le respect des altitudes et de la direction imposées.

Traduit de l'allemand par Olivier Reiss (Sareguemines)

BIBLIOGRAPHIE

[1] Peters K. Tunnelbau und Tunnelabsteckung in der Antike, Fluchtstab 6/ 1964. pp.129-137.

[2] Grewe K. Der Fulbert-Stollen am Laacher See, Cologne 1979.

[3] Hundert Jahre deutsche Eisenbahn, Berlin 1938.

[4] Meyer's Konversationslexikon, Leipzig 1876.

[5] Schöne H. Heron von Alexandria Vermessungslehre und Dioptra, Leipzig 1903.

[6] Grewe K. Planung und Trassierung römischer Wasserleitungen, Wiesbaden 1985.

[7] Héron Dioptra chap. VIII.

[8] Héron Dioptra chap. XV.

[9] Peters K. Der Orthogonalzug nach Heron. Eine Analyse der Heronschen Aufgabe im Zusammenhang mit

der Absteckung des Eupalinostunnels auf Samos. Verm.-Ing. 6/1988, pp. 189-192.

[10] Héron Dioptra chap. VI.

[11] Peters K. Nivelliergeräte des Altertums, Verm.-Ing. 3/1987, pp. 97-109.

[12] Kramer G. Der Fuciner See, Berlin 1839.

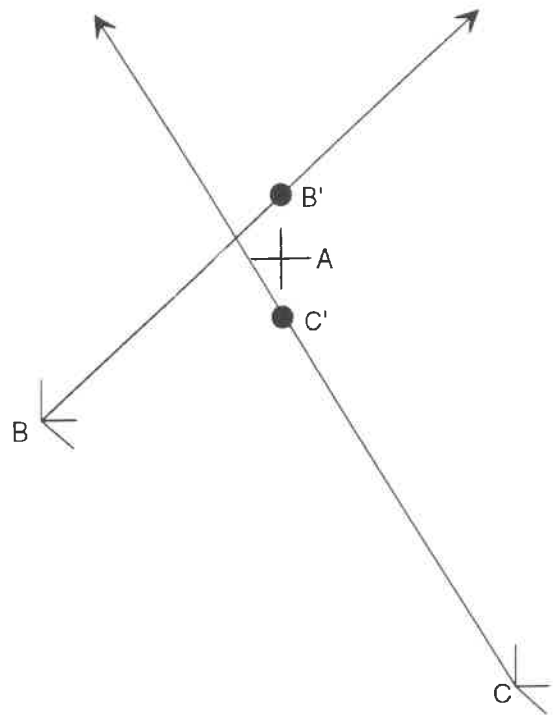
[13] Peters K. Der Tunnel - das Eupalineion auf der Insel Samos, Dortmund 1984.

Voir également dans XYZ n°4 de sept. 1980 l'article de J.N. Plichon : « le tunnel le plus ancien du monde, Eupalinos ».

Adresse de l'auteur
Konrad Peters
Wiegandweg 63
D-48167 Münster

Adresse du traducteur
Olivier Reiss
9, rue des Champs
57200 Sarreguemines

l'intersection 3D



Claude Million

I. INTRODUCTION

En cherchant à établir un programme de calcul automatique des opérations topométriques et géodésiques on a été amené, à défaut d'avoir trouvé un algorithme de portée générale indiquant, à partir de matrices ou de tenseurs de connectivité, si un point pouvait être déterminé ou non, à recenser toutes les opérations topométriques possibles, même les moins utilisées, afin de les traduire en possibilités de déterminer un point. Évidemment, les opérations les plus simples sont les plus utiles, il convient de les rendre d'utilisation la plus générale possible en réexaminant les critères de rejet.

Au cours de cette recherche on a remarqué que les limitations habituelles de l'intersection **dans le plan horizontal**, à savoir que celle-ci n'est possible que si l'angle plan d'intersection des deux visées n'est pas trop aigu, alors que, fréquemment, l'angle d'intersection **dans le plan des deux visées**, aurait permis, lorsque les distances zénithales ont été mesurées « correctement », de déterminer le point en 3D avec toute la précision désirable.

Dans un programme de calcul de point approché, si on ne veut pas entrer dans des durées de recherche des possibilités de calcul trop longues, il faut, comme on dit, « faire flèche de tout bois », et ne rien manquer comme opportunité de calcul.

Il est assez probable qu'on n'est pas le seul à utiliser cette possibilité, on voudrait indiquer une méthode de calcul fortement imprégnée de la démonstration utilisée en photogrammétrie, vers laquelle nous a orienté M.Y. EGELS.

II. GÉOMÉTRIE DU PROBLÈME

On se reportera à la figure en remarquant que si deux droites non parallèles s'intersectent **toujours** dans le plan, elles ne s'intersectent **jamais** dans un référentiel 3D.

Le point d'intersection est alors remplacé par une droite B'C' de plus courte distance entre les deux droites BB' et CC' issues de B et C, les deux stations connues qui ont visé un point A en mesurant les angles horizontaux et verticaux. En chaque point de départ B et C on connaît les vecteurs unitaires \vec{b} et \vec{c} , $\|\vec{c}\| = \|\vec{b}\| = 1$.

On a en effet :

$$\vec{b} = \begin{cases} \sin G_b \cdot \sin dZ_b \\ \cos G_b \cdot \sin dZ_b \\ \cos dZ_b \end{cases}$$

G est le gisement, et dZ est la distance zénithale.

La vérification de la quantité de l'intersection se fait très facilement car, si A est l'angle d'intersection des deux visées en A, on a :

$$\vec{b} \cdot \vec{c} = \cos A$$

Un minuscule module de produit scalaire y suffit. On notera p ce produit scalaire qu'on retrouvera souvent plus loin.

Notons aussi :

$$\vec{BB'} = \vec{b} \cdot p_b ; \vec{CC'} = \vec{c} \cdot p_c$$

p_b et p_c étant les longueurs inconnues BB' et CC'.

On joue sur la propriété qu'a le vecteur minimal B'C' d'être perpendiculaire à la fois à BB' et à CC' lorsque les deux droites sont les plus proches l'une de l'autre.

On a :

$$\begin{aligned}\vec{B'C'} &= \vec{B'B} + \vec{BC} + \vec{CC'} \\ \vec{B'C'} \cdot \vec{b} &= 0 \text{ perpendiculaires} \\ \vec{B'C'} \cdot \vec{c} &= 0 \text{ idem}\end{aligned}$$

On multiplie la première relation par \vec{b} , puis par \vec{c} , on a :

$$\begin{aligned}0 &= \vec{b} \cdot \vec{B'B} + \vec{b} \cdot \vec{BC} + \vec{b} \cdot \vec{CC'} \\ 0 &= \rho_b + \vec{b} \cdot \vec{BC} + p \cdot \rho_c \\ 0 &= \vec{c} \cdot \vec{B'B} + \vec{c} \cdot \vec{BC} + \vec{c} \cdot \vec{CC'} \\ 0 &= -p \cdot \rho_b + \vec{c} \cdot \vec{BC} + \rho_c\end{aligned}$$

On met en évidence les longueurs des côtés BB' et CC' :

$$\begin{aligned}\rho_b - \rho_c \cdot p &= \vec{BC} \cdot \vec{b} \\ \rho_b \cdot p - \rho_c &= \vec{BC} \cdot \vec{c}\end{aligned}$$

On multiplie la seconde ligne par $-p$, et on fait la somme des deux lignes.

$$\begin{aligned}\rho_b - \rho_c \cdot p &= \vec{BC} \cdot \vec{b} \\ -p \cdot \rho_b + p^2 \cdot \rho_c &= -p \cdot \vec{BC} \cdot \vec{c} \\ (1 - p^2) \rho_b &= \vec{BC} \cdot (\vec{b} + p \cdot \vec{c})\end{aligned}$$

Puis on multiplie la première ligne par $-p$ et on fait la somme des deux lignes.

On a en définitive :

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{\vec{BC} \cdot \vec{b} - p \cdot \vec{BC} \cdot \vec{c}}{(1 - p^2)} \\ \rho_c &= \frac{\vec{BC} \cdot \vec{c} - p \cdot \vec{BC} \cdot \vec{b}}{(p^2 - 1)}\end{aligned}$$

On peut tout aussi bien résoudre le système 3×2 suivant qui exprime que le parcours $BB', B'C', C'C, CB$ est fermé.

$$\rho_b \cdot \sin G_b \cdot \sin dZ_b - \rho_c \cdot \sin G_c \cdot \sin dZ_c = X_B - X_c$$

$$\rho_b \cdot \cos G_b \cdot \sin dZ_b - \rho_c \cdot \cos G_c \cdot \sin dZ_c = Y_B - Y_c$$

$$\rho_b \cdot \cos dZ_b - \rho_c \cdot \cos dZ_c = Z_B - Z_c$$

On peut normaliser ce système surabondant et résoudre les inconnues ρ_b et ρ_c .

On peut, ensuite, calculer les coordonnées de B' et de C' . On démontre, en photogrammétrie, que la solution la plus probable, soit A cette solution, se situe au milieu de ce vecteur. Notons, au passage, que tout raffinement en ce domaine n'a pas d'importance pour le calcul d'un point simplement approché.

On ne donnera pas de résumé du programme qui ne présente pas d'intérêt particulier, on utilise plusieurs fois un petit sous-programme de produit vectoriel. On a limité la valeur de p à $p < 0,95$, c'est-à-dire que A doit être supérieur à environ 10° .

III. EXEMPLE D'APPLICATION

En revanche, on donnera un exemple numérique, dont on a volontairement dégradé les mesures, illustrant bien l'intérêt de ce mode de calcul :

$$\begin{aligned}X_b &= 204,55 & X_c &= 210,77 & G_{ba} &= 16^{\text{grades}}, 15 \text{ } 00 \\ Y_b &= 207,25 & Y_c &= 156,25 & dZ_{ba} &= 97^{\text{grades}}, 42 \text{ } 28 \\ Z_b &= 206,91 & Z_c &= 300,12 & G_{ca} &= 10^{\text{grades}}, 31 \text{ } 44 \\ & & & & dZ_{ca} &= 125^{\text{grades}}, 51 \text{ } 55\end{aligned}$$

On a $p = 0,9003438$ donc $A = 28^{\text{grades}}, 66 \text{ } 30$.

On remarquera que l'angle d'intersection des deux droites dans le plan horizontal est inférieur à 6 grades, mais qu'il est réellement de plus de 28 grades dans le plan des visées.

Si on poursuit le calcul on obtiendra :

$$\rho_b = 156,5092 \quad \rho_c = 222,6977$$

Et les résultats :

$$X_a = 243,82$$

$$Y_a = 358,62$$

$$Z_a = 213,24$$

L'ART-LES LIVRES

par Jack Biquand

■ La «collection géomatique» des éditions Hermès.

Signalons d'abord le magazine trimestriel «REVUE DE GÉOMATIQUE» dont le rédacteur en chef est Jean-Paul Cheylan du GIP Reclus entouré de François Cuq du CNRS-Géosystèmes (Brest) et Philippe Rigaux du CNAM de Paris. Cette revue internationale est une revue de recherche et d'application. Chaque numéro contient des articles de synthèse, de recherche appliquée ou théorique (français ou anglais). Citons parmi les articles récemment parus : de François Cuq et Françoise Gourmelon, «conditions d'intégration des données satellitaires au sein de bases d'Information Géographique», de Serge Soudoplatoff, «informatique territoriale et complexité, symbolique du territoire», de Jean-Jacques Chevallier, et Stéphane Daudelin, «la géomatique pour l'aide à la décision en gestion des ressources naturelles : exemple de la protection des paysages forestiers». Abonnement : France 1 250 F/an, étranger 1 400 F/an. Hermès, 14 rue Lantiez 75017 Paris.

Notre numéro 70 du premier trimestre 97 faisait état de la parution de l'ouvrage, sous l'égide du CNIG, de Serge Botton, Françoise Duquenne, Yves Egels, Michel Even et Pascal Willis, «GPS, localisation et navigation». Cet ouvrage paru au début de l'année est le premier en français qui s'adresse à un public curieux du GPS, de son utilisation et de ses conditions d'emploi. (160 pages, 145 F.).

Datant de 1992 et toujours d'actualité, l'ouvrage de Henri Pornon (IETI) : «les SIG, mise en œuvre et applications», tour d'horizon complet sur nombre d'aspects des SIG, et considérations sur le marché et l'avenir de ces systèmes (172 p, 250 F.).

Les technologies des mesures topographiques et des Systèmes d'Information Géographique sont munies de fusées accélératrices qui font que chaque étage est un pas de géant et ouvre souvent de nouveaux univers. Trois ans, quatre ans... et les possibilités sont, et de loin, dépassées. Quelques ouvrages cependant font et feront date : Robert Laurini, de l'Université Lyon-1 et Françoise Milleret-Raffort de l'INSA de Lyon, «les bases de données en géomatique» qui, après avoir détaillé l'acquisition et le traitement des données géographiques, présente la modélisation et la conception, abordent les techniques plus avancées en matière de bases de données dans les SIG (approche orientée objet, bases de données distribuées, hyperdocuments cartographiques), et entament une introduction à l'ingénierie des connaissances spatiales. (344 p. 350 F. 1993).

De Catherine Bouveyron et Michel Didier, du CNIG, le «guide économique et méthodologique des SIG», ou comment mettre en place un SIG en optimisant des investissements souvent importants, et comment prévoir l'organisation et le financement de tels projets avec pour objectif le meilleur rapport coût-efficacité ? Six chapitres sous une forme simple qui seront très appréciés des techniciens et des décideurs. (272 p - 290 F - 1993).

De Christiane Weber, de l'Institut de Géographie de Strasbourg, «images satellitaires et milieu urbain» — La répétitivité des images spatiales et leurs dimensions sont une aubaine pour la connaissance du milieu urbain. L'ouvrage s'intéresse d'abord au rôle de la télédétection en tant que vecteur d'informations sur la ville, puis il passe en revue la large variété des implications possibles de l'image satellitaire pour les problématiques urbaines, dans le cadre de démarches allant de la représentation de l'espace à la modélisation des phénomènes urbains. (192 p - 145 F - 1995).

De Dimos Pantazis et Jean-Paul Donnay de l'Université de Liège, «Conception de SIG méthode et formalisme». Il existe de nombreuses méthodes pour aider à la conception, au développement et à l'implantation des systèmes d'information informatisés. La méthode MECO-SIG est originale et consiste en un ensemble de principes, de démarches et d'outils théoriques, notamment de formalismes de modélisation applicables à l'analyse et à la conception des SIG. La modélisation des données et traitements géographiques est en outre assistée par un nouveau formalisme conceptuel, simple et puissant : le formalisme CONGOO (CONception Géographique Orientée Objet). (352 p. 320 F. 1996).

Quatre auteurs : Olivier Gayte, Jean-Paul Cheylan, Thérèse Libourel et Sylvie Lardon, pour répondre à la question : Comment concevoir et développer un système informatique associant SIG, base de données, modèle mathématique, système expert ?

Une démarche simple et originale de ce livre : «Conception des systèmes d'information sur l'environnement». (160 p. 190 F. 1997).

«Les SIG dans les entreprises». Sous ce titre l'auteur Christophe Tufféry dresse un état des lieux du domaine des SIG dans le secteur des entreprises. Il s'adresse principalement aux responsables qui désirent mieux connaître les SIG dans le cadre de leur stratégie d'entreprise et leurs projets de développement. (128 p - 145 F. 1997).

Enfin signalons la deuxième édition revue et augmentée du memento guide Alain Bensoussan, « le SIG et le droit ». (256 p. 390 F. 1995).

Tous ces ouvrages aux éditions Hermès - 14 rue Lantiez, 75017 Paris - Tél. 01 42 29 44 66 fax. 01 42 29 15 56.

■ L'A.F.T. ÉDITEUR

Parutions récentes : le fascicule II « Sciences géographiques, connaissance du monde et conception de l'univers dans l'antiquité », de Raymond d'Hollander, qui comprend les chapitres 9 à 15 parus séparément et encartés dans XYZ. Le fascicule 1 paru en 1995 comprenait les chapitres 1 à 8, il vient d'être réédité. Le fascicule III (chapitres 16 à 22) a commencé sa parution par chapitre dans chaque numéro de XYZ. Il complètera l'ensemble de l'ouvrage de Raymond d'Hollander à son achèvement et sera alors publié.

Notons la parution en fascicule de la série d'articles historiques de Yves Valette, secrétaire du Club des Explorateurs, parus dans XYZ (Nos 65, 66, 67) : « de l'Antarctique au Spitsberg ».

Également édité en fascicule, un tiré à part des articles de Henri Hugel (Nos 67, 68, 69) sur « le SIG de la Communauté Urbaine de Strasbourg ».

Le numéro 68 de notre revue incluait en fascicule détachable l'importante étude de Robert Vincent sur « Paul-Adrien Bourdalouë ». Il peut être obtenu sur demande à l'AFT.

Enfin dans ce numéro vous trouverez en encarté une réédition revue et augmentée du chapitre 5 du lexique topographique établi par une commission de l'AFT.

LEXIQUE TOPOGRAPHIQUE

Un lexique topographique édité par l'AFT, fruit du travail de la "commission d'enseignement" de l'association, a vu le début de sa parution dans le numéro 47 d'XYZ, sous forme de fascicule et par chapitre.

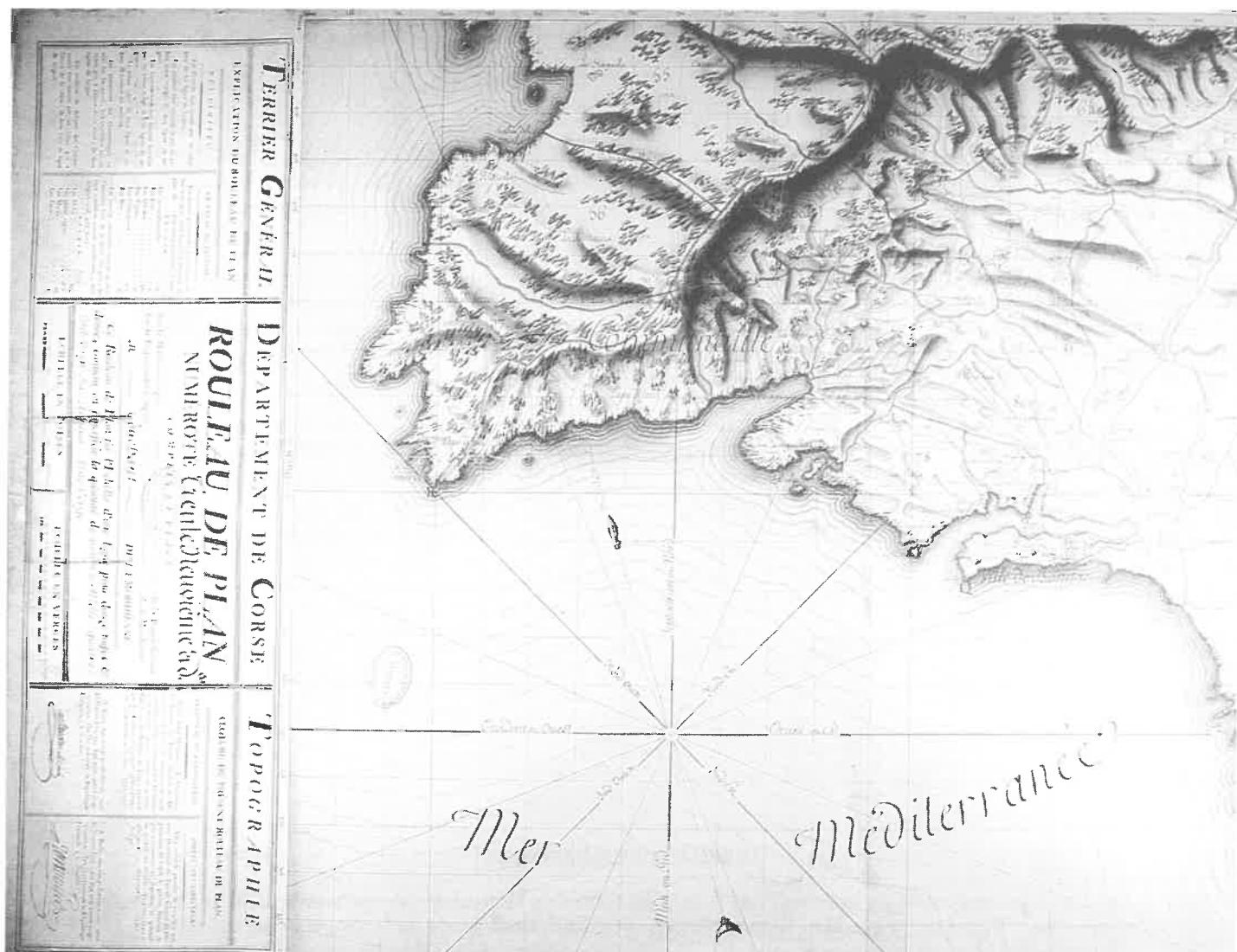
L'ouvrage est aujourd'hui achevé en 12 chapitres totalisant 116 pages. Le nombre total de termes recensés est de 1 200. Un index général va paraître dans un prochain numéro de notre revue, ainsi qu'une mise à jour, jugée utile par la commission, pour le chapitre 5 relatif aux "canevas".

Plan général du lexique : 1. Généralités, 2. Mesures des longueurs, 3. Mesures des angles horizontaux, 4. Mesures des altitudes, 5. Canevas, 6. Cadastre et travaux fonciers, 7. Lever tachéométrique, 8. Lever au goniographe (planchette), 9. Implantations, 10. Calculs, 11. Représentation cartographique, 12. Photogrammétrie.

Le chapitre 5. Canevas, vient d'être revu, corrigé et mis à jour, il paraît en encarté dans ce numéro et remplace donc l'ancien édité en 1992.

Rédigé et vérifié par les professeurs et professionnels les plus "pointus" de la topographie, ce lexique est un instrument que nous avons voulu exhaustif dans la mesure où les procédés anciens ou classiques sont abordés pour mieux introduire et approfondir ce que la technologie moderne tendrait, par le perfectionnement de son automatisme, à oblitérer. Nous pensons que le professionnel ne doit pas perdre ses "marques", même si l'ordinateur s'y substitue avec performance (nous pensons ici en particulier aux élèves des écoles de géomètres et topographes).

Ce lexique est à disposition à l'AFT.



CORTE - Exposition «MESURE DE L'ÎLE» au musée de la Corse - (juin - décembre 1997).

Quand, en 1990, la commune de Corte cède l'ancienne caserne Sérurier au musée des Arts et Traditions Populaires, le projet d'un musée de la Corse, en germe depuis 1974, se concrétise. Ce musée régional d'anthropologie a été inauguré le 16 avril 1997, il illustre la volonté de doter l'île d'une structure muséographique pour répondre à l'attachement des insulaires pour leurs traditions.

Imaginé à l'origine pour présenter la collection Louis Doazan, la plus riche concernant la Corse traditionnelle (3 500 objets), le musée élargit ses ambitions à une approche de la société, de l'économie et de la culture Corse. À côté du musée permanent se tiendront des expositions, des conférences, des ateliers. En traitant du passé, le musée souhaite s'ouvrir aux problèmes de la Corse contemporaine, construire un lieu de questions, d'expérimentation et de propositions pour aujourd'hui. Une bonne connaissance, juste et vraie, du passé, ne peut qu'éclairer

l'avenir. Parmi les outils dont il se dote autour du noyau permanent de sa collection, un espace d'expositions temporaires, une phonothèque, une iconothèque, un centre de documentation, de publications et d'animation.

Dans ce sens, ouverte le 21 juin dernier, l'exposition « mesure de l'île » propose au public un regard sur le plan Terrier, qui fut au XVIII^e siècle un formidable inventaire démographique et économique de l'île. À cette époque la monarchie décide de recenser et de comptabiliser ce qui existe sur l'île. Vaste entreprise qui se concrétise par un Plan Terrier : des cartes sur 39 rouleaux et 17 volumes de textes. L'entreprise se veut scientifique et s'entoure de géomètres de haut niveau, il s'agit de dresser un inventaire mais aussi de programmer un développement. Pour ce faire, artistes, scientifiques et savants sont envoyés sur l'île. On va dénombrer les habitants, les troupeaux, les cultures, recenser les cours d'eau et les fontaines, classer et topographier sentiers, maisons,



COMMENCER LA TOPOGRAPHIE DU FUTUR, DES AUJOURD'HUI



**Faites un pas dans le 21ème siècle avec
TOPCON, une technologie et des programmes
basés sur 65 ans de maîtrise industrielle.**

Depuis sa fondation en 1932, TOPCON n'a cessé de faire évoluer et progresser
l'Industrie de la Topographie en offrant une ligne complète
d'instruments de topographie avec une technologie d'avant-garde.
En adoptant ce que nous appelons la stratégie "BEGIN" (COMMENCER)
TOPCON réaffirme sa volonté de progresser et d'anticiper le futur.
Commencer le 21ème siècle avec un leader.

COMMENCER AVEC TOPCON

LA PRODUCTIVITE DU GPS TEMPS REEL A LA PORTEE DE TOUS LES TOPOGRAPHES



POUR TOUS LES BESOINS DE LEVES CENTIMETRIQUES : LE SYSTEME GPS KART DE DSNP

Quel que soit le domaine d'activité, quand des coordonnées centimétriques sont requises en temps réel sur le terrain, le système KART (Kinematic Applications In Real Time) apporte une réponse qui allie précision et facilité d'utilisation :

L'installation de la station de référence (15 kg) s'effectue en 1/4 d'heure sur un point géodésique, et les travaux avec l'unité mobile (7 kg), placée dans un sac à dos, peuvent commencer sans se soucier de la liaison radio intégrée dans les deux éléments (grâce au savoir-faire de DASSAULT SERCEL Navigation-Positionnement en



matière de transmission de données, cette radio se joue des masques environnants ou du relief). Basée sur des équipements dont la fiabilité n'est plus à démontrer (station de type NDS et récepteur de type NR) cette révolution en matière

de traitement des signaux GPS permet, en évitant les post-calculs généralement effectués au bureau, d'obtenir en quelques secondes sur le terrain des coordonnées qui pourront être commentées et stockées pour restitution ultérieure.

La productivité, déjà accrue par des temps d'occupation très faibles, est renforcée par des prix comparables à ceux des matériels traditionnels.

N'hésitez donc pas à nous demander de vous prouver ce que nous promettons !



Distributeur
exclusif
en
France

S.A.R.L. B. COLLINET

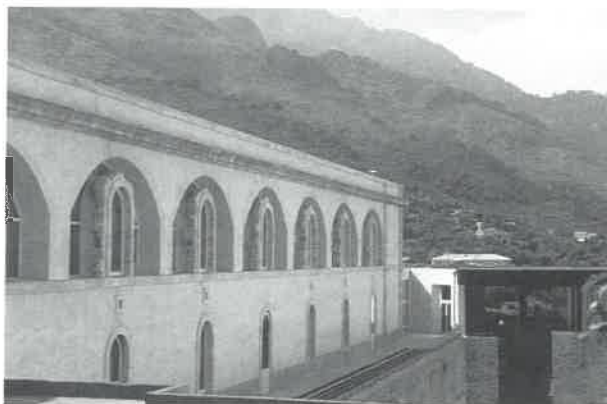
Parc Atlantis
222 et 224, avenue du Saint Laurent
44811 SAINT HERBLAIN Cedex
☎ 02 40 92 04 51. Fax 02 40 92 05 38

DASSAULT SERCEL Navigation-Positionnement

16 rue de Bel-Air
B.P. 433. 44474 CARQUEFOU CEDEX (France)
☎ +33 (0)2 40 30 59 00. Fax +33 (0)2 40 30 58 92. Télex SERCEL 710695 F
S.A. à Directoire et Conseil de surveillance au capital de 75 000 000 F

**DASSAULT
SERCEL NP**
NAVIGATION POSITIONNEMENT

LA PÔLE POSITION



Photos Musée de la Corse

édifices, bref se livrer à un inventaire du social, de l'économique, du géographique et même de l'histoire et de la culture, recenser les richesses de ce territoire. L'aboutissement de ce travail colossal qui durera 25 ans (1770-1795) est le Plan Terrier.

Ce travail est réuni sur une carte gigantesque : 17,00 m x 8,5 mètres, réservée jusqu'à présent aux chercheurs, elle est présentée au public dans cette exposition aux côtés de centaines de dessins, gravures d'artistes méconnus ou inconnus tel Jean-Charles Delafosse, Jean Daubigny ou Félix Zacharie Doumet.

À l'entrée de l'expo, des géomètres aux prises avec le paysage, avec pour fond des instruments anciens. La carte elle-même est emprise dans un plancher de verre, sur lequel marche le visiteur : il lui est alors possible de parcourir une représentation de l'espace, de rechercher son territoire. Cette visite du territoire que l'on arpente à la façon des géomètres passés ne fait pas l'impasse sur la modernité : des postes informatiques permettent des consultations détaillées de la carte ; tout visiteur devient un peu chercheur. Aux murs, textes et dessins complètent le parcours, et les volumes de textes accompagnant le Plan Terrier sont exposés en vitrine. Des jeux de lumière mettent en avant certains aspects scénographiques. Enfin, un diaporama retrace cette unique aventure scientifique, culturelle qui fut celle des géomètres de l'Ancien Régime, qui est aujourd'hui celle du visiteur.

— En parallèle de cette exposition topographique, une autre proposition pour découvrir ce paysage insulaire : « la griffe des légendes ». Ici c'est la tradition et la légende qui fondent un paysage. Les récits légendaires racontent



pourquoi et comment un lieu « a lieu », car la terre est façonnée par l'empreinte d'êtres mythiques, légendaires, dont la symbolique a mis en forme le monde. Dans un territoire fermé les parcours sont labyrinthiques.

« La griffe des légendes » expose neuf panneaux avec des photographies d'Emilian Savescu, des vidéogrammes d'Ange Leccia. Des cartes rythment ce parcours « initiatique », où nous retrouvons la mémoire des lieux ainsi que les pratiques humaines (rites, cultes, jeux...) qui en découlent.

— Enfin, en harmonie avec l'expo et autour du thème de la géographie, une autre exposition : « GÉOGRAPHIQUES », propose une démarche sur la notion de territoire. Cette réflexion axée sur l'art tend à prouver que l'œuvre d'art est un élargissement des identités territoriales, locales, nationales, non pas un modèle mais une liberté de conception, une ouverture grâce aux liens qu'elle établit entre espace et individu, entre réalité paysagère, culture et imaginaire. Trois artistes en sont les témoins : Richard Long, Elie Cristiani et Hugues Reip.

Les adhérents corses de l'AFT ne manqueront pas de faire ce voyage à Corte. Ils pourront voir ce qu'est devenue l'ex-caserne Serurier transformée par l'architecte turinois Andrea Bruno qui en a percé la façade principale pour alléger son aspect massif sans perdre son identité. Géomètres et topographes corses, si le cœur ou la plume vous en disent, notre revue ouvre ses pages à vos reportages et réflexions sur cet événement.

(Les photos sont du Musée et le plan Terrier est extrait du très beau fascicule édité par Beaux Arts Magazine avec la collaboration de la Collectivité Territoriale de Corse).

Stations Totales

Caractéristiques:

- Système MS-DOS
- Carte mémoire PCMCIA
- Haute précision (ATS-101: 1")
- Ecran graphique
- Détecteur atmosphérique automatique
- Compensation triaxiale
- Télécommande alphanumérique

Programme en français:

- Fichier
- Lever
- Relèvement
- Implantation
- Surface
- Distance entre points
- Axe
- Gabarit

Série ATS

ATS-101

ATS-102

ATS-105



CERTIFIE ISO 9001

PENTAX France

12-14 rue Jean Poulmarch - BP 204 - 95106 Argenteuil cédex

Tél: 01 30 25 75 75 - Fax: 01 30 25 75 76

Région Centre

P. Casas

Tél/Fax: 04 73 31 05 10

Région Sud-Est

A. Guirand

Tél/Fax: 04 42 50 68 83

Région Sud-Ouest

F. Bernata

Tél/Fax: 05 59 83 23 72