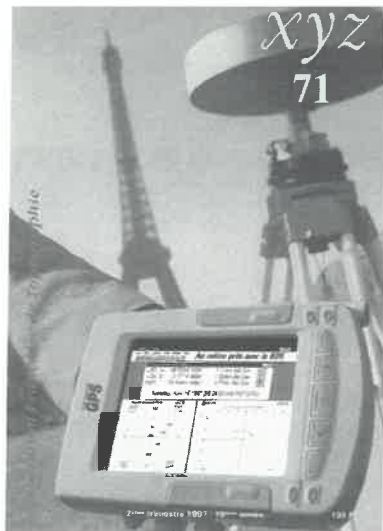


xyz 71





Le RDS au service du différentiel. Ce service ouvre les portes du GPS différentiel faible coût. Voir article page 63.

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 2^e trimestre

N° 71 SOMMAIRE

- EDITORIAL	
• Esprit es-tu là ? par Robert CHEVALIER.....	5
- INFO-TOPO	
• L'actualité du trimestre en topographie - Informations.....	7
- DANS LA PROFESSION	
• Quelques câbles pour un pont par Nicolas BRISSET.....	21
• Levers de profils en travers sur le canal à grand gabarit du Nord-Pas-de-Calais : la solution GPS, par François MOREL.....	25
• Mesure des autoroutes par le système "Clear Cone" par Raoul QUADVLIEG.....	31
• Parlement européen de Strasbourg : travaux topographiques sur le chantier, par Bertrand MERCKEL, Vincent ROTH.....	34
• L'ENSG nouvelle est arrivée.....	42
• L'ENSG anciens élèves, par Jean-Pierre ARNAUDIN.....	45
• ESGT : transfert au Mans, par Jean FLEURY.....	46
• AFT : relations internationales, troisièmes journées nationales de la topographie au Maroc, par Pierre GRUSSENMEYER.....	47
• Tribune des lecteurs.....	48
• La page de Géomètres Sans Frontières.....	50
• Un nouveau modèle de géoïde français.....	51
• L'espace du passé : le 45 ^e réjouissant par Dominique VINOT.....	53
• La page voiture : "Auverland A3" par Robert CHEVALIER.....	54
- SIG	
• Un système d'information et de gestion urbaine : le Havre par Pascal LAURENT.....	55
• Internet et la géomatique, par Michel BERNARD.....	60
- GPS	
• La FM au service du différentiel, par Ariane ANDREANI.....	63
• Landstar réseau différentiel GPS européen, par Claude MICHEL.....	67
• Un traitement des mesures GPS monofréquence pour la trajectographie par Claude MILLION.....	69
• L'affaire de la cinquième fréquence, par Claude MILLION.....	73
• Informations récentes et réflexions personnelles sur le système GPS, par Pascal WILLIS.....	75
- L'ART - LES LIVRES	
par Jack BIQUAND.....	77
- SCIENCES - TECHNIQUES	
• Recherche en topographie : deux thèses de doctorat.....	80
• Réflexions sur l'orthophotographie numérique par Jacques-Alain QUESSETTE, Salim BENMLIH, Michel MAUMONT.....	82
- ANNONCEURS.....	88
- L'HISTOIRE (en encarté)	
• Sciences géographiques, connaissance du monde et conception de l'univers dans l'antiquité. Chapitre 16 (2 ^e partie) : la théorie du soleil et la théorie simple de la lune dans l'Almageste. Chapitre 17 (1 ^{re} partie) : la seconde inégalité de la lune, parallaxe, dimension du système solaire, éclipses, dans l'Almageste de Ptolémée, par Raymond d'HOLLANDER	

Leica SR9400: nouveau récepteur L1, 12 canaux

Une solution économique pour tous les types de mesure GPS

NOUVEAU :
le temps réel
à moins de 200 000 F !

GEO70-96

Avec une phase de porteuse et des mesures de code très précis, le nouveau SR9400 ouvre de nouvelles possibilités pour les mesures GPS en mono-fréquence.

- études de contrôle, de détails, de topographie ou de génie civil avec des précisions de l'ordre du centimètre en phase différentielle.
- études SIG, sismique, hydrographique, de cartographie ou d'exploration avec un positionnement inférieur au demi-mètre en code différentiel.
- implantation, localisation de points, positionnement ou navigation en temps réel ou en DGPS.
- caméra aérienne/travaux photogrammétriques avec entrée event et sortie pps.

- Le SR9400 s'intègre parfaitement au GPS System 300 pour :
- le post-traitement avec logiciel SKI-L1 à 5-10 mm + 2 ppm avec ligne de base (cmq).
 - mesure GPS en temps réel à 10-20 mm + 2 ppm avec phase différentielle.
 - mesure GPS en temps réel à 30-50 cm de précision avec code différentiel.
 - les applications de station de référence avec logiciel Multistation.

SR9400, la solution économique des applications GPS Temps Réel !

ESPRIT ES-TU LÀ ?

Notre propos n'est pas de faire référence au saint esprit ou à l'esprit qui fait tourner les tables, mais à l'esprit d'association.

Il semble qu'un phénomène de stagnation touche les associations dans les domaines les plus divers.

Sans doute les scandales qui ont atteint les associations, en particulier certaines dont la vocation était la recherche médicale, ont terni une image où ne peuvent se reconnaître une grande majorité d'entre elles.

En tout cas les associations sans but lucratif qui ne font pas appel à la charité publique et encore moins celles qui ne perçoivent pas de subsides de l'état.

Et l'AFT est de celles-là.

Totalement indépendante l'AFT n'a d'autre but que d'œuvrer à la meilleure connaissance et à la promotion des techniques au service de la topographie en tant qu'aboutissement et qu'outil. Tous les courants d'opinions peuvent la traverser pour enrichir son action mais aucun ne peut prétendre à la prédominance.

Autre interrogation sans réponse véritable, mais émettons une hypothèse : beaucoup de citoyens, troublés par les difficultés de la conjoncture actuelle ne trouveraient pas de motivation pour adhérer à de grandes causes ou à des objectifs d'intérêt général.

Peut-être devrait-on y voir une forme d'égoïsme ou un refus de s'engager par crainte d'être trop sollicité.

Notre association est une preuve du contraire puisque chacun y apporte sa pierre selon ses possibilités et ses disponibilités. Et l'on peut fort bien être adhérent en se bornant à lire XYZ et en ne participant que sporadiquement aux colloques et autres manifestations. C'est mieux pour l'association si l'on s'investit en participant à la vie du bureau ou aux travaux des délégations régionales. Quelques retraités très actifs malgré leur « grand âge » mettent leur disponibilité à notre service, mais ne nous y trompons pas ce sont les actifs, les professionnels en pleine activité qui sont la force vive et agissante de l'AFT. Alors ne comptez pas trop sur les seniors.

Nous allons cependant bientôt connaître notre 2000^e adhérent ce qui n'empêche pas que, comme les autres associations nos adhésions sont sur une courbe plane.

Nous nous félicitons de compter parmi nous des hommes prestigieux de la profession, des membres de notoriété internationale qui font autorité. Mais, comme on l'a dit jadis le pape Pie XII à une importante délégation de géomètres qu'il recevait au Vatican : « vous n'êtes pas seulement le nombre, vous êtes la mesure... » Comprenons que pour être fort il faut la quantité mais aussi la qualité.

Pour répondre à ce souci et œuvrer dans ce sens, une seule solution : le bouche à oreille. Sans pour autant se transformer en sergent recruteur, que chaque adhérent convainque un collègue. Ce projet est à la portée de tous.

Au fait, à travers les techniques nouvelles, robotisées, informatisées, aseptisées, la passion des anciens ne serait-elle pas en souffrance ? Ce qui voudrait dire qu'à terme la profession perdrait son âme.

Robert Chevalier

NDLR

Les pages de cette revue sont faites pour recueillir votre avis sur la question... et sur bien d'autres. À vos plumes.

Heureux



EMC - Photo : PIX / Denis BOISSAVY

CARACTERISTIQUES DE LA BORNE FENO

- Une tête de borne en béton polyroc aussi indestructible que le granit.
- Une amarre galvanisée à chaud ayant une très forte résistance à la corrosion et pouvant ainsi satisfaire à la responsabilité trentenaire du bornage.
- Un ancrage unique et universel. Le système à 3 tiges déployables dans le sol offre une excellente résistance à l'arrachage.



- 10 TÊTES DE BORNE DIFFÉRENTES (ALU, PLASTIQUE, ACIER, GRANIT, POLYROC)
- 3 LONGUEURS D'AMARRE
- PLUS DE 20 ACCESSOIRES

Ce géomètre est un grand-père heureux : après lui, la vie continue. Heureux aussi de penser que cet enfant devenu grand trouvera toute sa vie trace de son métier de géomètre.



FENO est en effet la seule borne qui permet de graver les coordonnées du géomètre sur un support inaltérable : une rondelle laquée en aluminium.

Cette rondelle est maintenue par un bouchon Topo noir en polyamide 6/6 enfoncé à force dans l'amarre.

L'intégration de la rondelle sur la tête est parfaite.

FENO, la borne qui défie le temps.



FAYNOT

FAYNOT - BP 13 - 08800 THILAY - Tél. : 03 24 33 70 70 - Fax : 03 24 32 84 93

INFO

*actualités
bloc-notes
flashes*

TOP

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.

XEROX: impression numérique, le 8830

En Europe la société Xerox emploie 800 personnes et couvre 20 pays. Elle présente depuis mars le Xerox 8830 un équipement d'impression numérique AO universel, rapide et économique.



Cet équipement de tracé est proposé avec toute une panoplie d'outils logiciels sous Windows 3.1, Windows 95 et Windows NT (pilotes de tracés, gestion de tracé, gestion des ordres de tracés) qui en facilitent l'exploitation.

Le Xerox 8830 gère jusqu'à trois formats de papier à partir de trois bobines de 175 m linéaires automatiquement commutables, ce qui assure l'impression des travaux en continu. Il assure la découpe automatique et à la longueur désirée des documents permettant ainsi de réduire considérablement la gâche papier et, partant, d'accroître la durée de vie du traceur.

Le Xerox 8830 a été conçu pour permettre de traiter des surfaces moyennes de tracés de 3 000 m² par mois. Son encombrement au sol de 578 mm de large et 1 448 mm de long lui permet de s'intégrer à des espaces réduits, notamment au point de besoin. Le Xerox 8830 est disponible à partir de 165 000 F (ht).

(Xerox - 1 av. de l'Atlantique - Immeuble Les Conquérants - Bât. Everest - 91955 Courtabœuf Cedex - tél : 01 69 18 40 30)

Traceur jet d'encre OCE 5200

Constructeur européen de copieurs, systèmes d'impression électronique, systèmes de reproduction de plans et périphériques graphiques, le groupe hollandais Océ - Van der Grinten compte 17 000 personnes dans le monde et a réalisé en 1996 12,6 milliards de francs de chiffre d'affaire.

La filière française, Océ France SA, figure parmi les 200 premières entreprises françaises (920 collaborateurs).

Positionné parmi les traceurs couleur haut de gamme les plus rapides du marché, l'Océ 5200 produit des tracés aussi bien couleurs que monochromes. Avec une résolution de 720 dpi pour l'impression couleur et de 360 dpi en noir et blanc, ce traceur jet d'encre fournit une qualité optimale. Dotée d'une tête d'impression



**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. An 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 31 11 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

SDMO QUINIOU - 53, Grand'Rue - 67502 Haguenau

M. Alain QUINIOU - Tél. : 03 88 93 82 96 - Fax : 03 88 93 15 18

QUEST 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 - 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 40 - Fax : 04 91 90 02 34

SUD-OUEST

GIMAT - 286, avenue de Grande-Bretagne - 31300 Toulouse

M. Roland GIMOND - Tél. : 05 61 49 16 16 - Fax : 05 61 49 24 84

METHODICA DIFFUSION EQUIPEMENT - Route de Toulouse - 32500 Brugnens

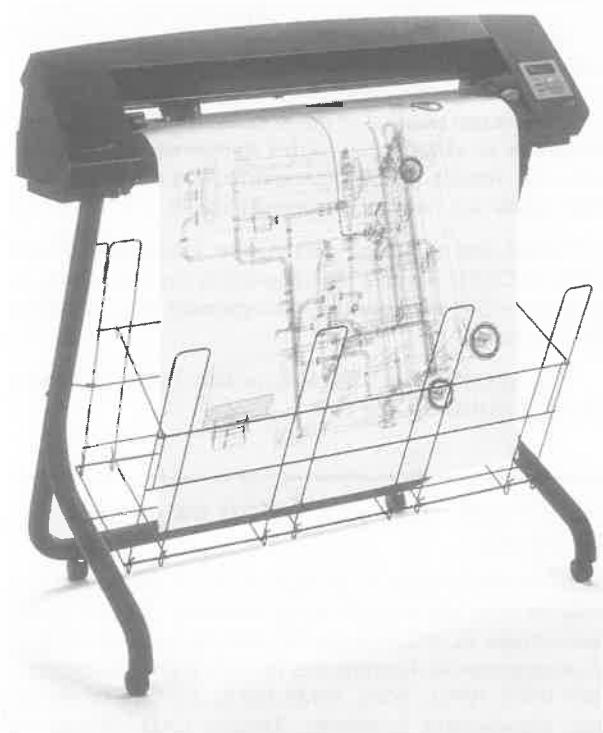
M. André MASTROIANNAKIS - Tél. : 05 62 64 05 24 - Fax : 05 62 64 05 24

Vous souhaitez d'autres renseignements ?

Contacter Carl Zeiss S.A. - M. CABANEL - Tél. : 01 34 80 20 00 - Fax : 01 34 80 20 01

...pour aller de l'avant

comportant 4 cartouches de 44 ml et 128 buses, pouvant produire jusqu'à 16 millions de couleurs, l'Océ 5200 trace des bandes très larges à chaque passage et est ainsi très rapide. Cette performance élimine presque totalement les temps d'attente et optimise ainsi la productivité.



Le traceur Océ 5200, excellent en impression filaire est aussi conçu pour tracer des images présentant un niveau de saturation des couleurs élevé.

En plus des connexions standard, les connexions série et centronics, l'Océ 5200 fonctionne aussi en réseau avec sa carte Ethernet multiprotocole intégrée (option). En effet, peu importe le système CAO ou le réseau utilisé, l'Océ 5200 s'adapte parfaitement et supporte le plus grand nombre de formats de données standard, de protocoles réseaux et de drivers du marché. En outre, les utilisateurs peuvent sans aucun problème exploiter pleinement les fonctionnalités d'AutoCAD 13 et d'autres versions, y compris la production d'images raster.

(OCÉ France - 32 av. du Pavé Neuf - 93882 Noisy le Grd Cédex - Tél : 01 45 92 50 00 - Fax : 01 43 05 12 15)

Un nouveau logo, un nouveau défi



Nouveau logo pour la société CalComp qui visualise ainsi ses nouvelles ambitions après sa fusion avec Summa Graphics et l'acqui-

sition de Topaz Technologies en 96. Trois grandes divisions couvrent maintenant l'étendue des possibles : une division pour la gamme de traceurs à jet d'encre et à transfert direct, une division avec une large gamme de Cutters SummaGraphics, y compris un nouveau produit combinant un traceur jet d'encre et un cutter, utilisés pour la fabrication de signalétique assistés par ordinateur.

Signalons : TechJet et 5500 GA pour l'utilisation avec un RIP externe, TechJet 5500 aux deux modèles (voir XYZ n° 70, info-topo), TechJet Designer 720 C avec également deux modèles, et Summa CAD un traceur rapide et polyvalent.



TechJet Designer 720c

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

Équipement 4 x 4 DANGEL sur PEUGEOT PARTNER RALLYE-RAID



Après avoir développé depuis les années 70 des véhicules 4 x 4 utilitaires et loisirs sur base PEUGEOT 504 puis 505 break ou pick-up, DANGEL opta à partir de 1987 pour une stratégie orientée sur les véhicules utilitaires tous chemins.

Cette démarche était moins spectaculaire, mais plus pragmatique du fait de l'inconsistance du marché des véhicules 4 x 4 de performance.

Apparurent ainsi :

- en 87 le PEUGEOT J5 DANGEL
- en 91 le CITROEN C15 DANGEL déjà présenté dans XYZ.

Toujours fidèle à sa collaboration efficace avec Peugeot, son partenaire historique, DANGEL a été récompensé de ses efforts puisque PSA et FIAT lui confient maintenant le développement, la production et l'équipement en 4 x 4 sur les BOXER-JUMPER-DUCATO apparus au catalogue des 3 constructeurs depuis septembre 96.

Dans l'esprit loisirs et travail, lié au besoin d'évasion ressenti par de nombreux automobilistes, la dernière proposition de DANGEL et PEUGEOT est le PARTNER GRAND RAID présenté au dernier salon de Genève.

Pour ce vrai 4 x 4, utilitaire et loisirs français, DANGEL a développé une chaîne cinématique sophistiquée et des liaisons au sol adaptées, qui en font un véhicule dont l'allure n'a rien à envier aux productions exotiques.

(DANGEL - 5 rue du Canal - BP 01 - 68780 SENTHEIM
- Tél : 03 89 38 57 00)

Geomedia® chez Intergraph

Dans le cadre du Salon MARI Intergraph présentait le 3.04.97 son dernier né GEOMEDIA®.

Géomedia® est le premier produit proposant un système d'intégration des données géographiques à la fois facile à utiliser, intuitif et personnalisable. C'est le premier produit SIG développé à l'aide de la technologie JUPITER.



Il s'agit d'un important outil de liaison avec le système microstation, MGE et FRAMME ainsi que d'autres formats courants.

Géomédia qui est conçu pour intégrer et partager les informations provenant de diverses

applications SIG et bureautiques présente de véritables avantages dans trois domaines distincts : les données (accès et intégration) la productivité et la personnalisation.

Géomédia permet par exemple, à un responsable du projet de réaliser une étude des conséquences pour l'environnement de la construction d'un gazoduc dans une région peuplée. Pour cela on peut faire appel à des

données de population, à des cartes de plan directeur dans un format GAO obtenues auprès des services d'aménagement à des données de gazoduc provenant d'un gestionnaire de réseaux et à des images satellites dans un format raster. Ce qui permet d'appréhender globalement la zone d'étude du projet.

L'outil Géomap Web Map fournit en outre la puissance nécessaire pour créer des données et des cartes dynamiques répondant aux besoins des utilisateurs d'Internet et des réseaux Intranet.

Géomédia Web Map est la solution pour ceux qui publient sur le Web et qui peuvent réaliser des applications de Cartographie personnalisée utilisables sur Internet, mais aussi pour ceux qui le consultent, qui peuvent demander et afficher les toutes dernières informations avec une vitesse 3 à 4 fois supérieure à celle des logiciels basés sur de simples images raster.

Parmi les premiers partenaires Géomédia citons l'IGN, le CEGN Service de géographie numérique de la délégation Générale pour l'Aménagement et la Générale d'Infographie.

(Intergraph France - 95, 101, rue des Soleils SILIC 578
- 94653 RUNGIS Cédex)

COGISTEM : Design CAD 2D V8 et CAD 2D/3D V8

La société présente ces logiciels de dessin et CAO en deux et trois dimensions sous Windows 3.1, 95 et NT Technologie 32 bits. Grande compatibilité pouvant importer et exporter les formats des fichiers DWG (AutoCad), DXF, IGES, HPGL, WPG, WMF, BMP... L'interface utilisateur grandement améliorée. Design CAD permet de regrouper plusieurs entités en un groupe qui sera manipulé comme un seul objet. Nombreuses options possibles pour aider le dessin (géométrie complexe, couleurs, annulation, repères, langage...). Pas de configuration matérielle importante (minimum Pentium 16 Mo Mémoire Vive, Windows 95 et 20 Mo Disque Dur) ou de matériel dédié. Il est compatible avec un grand nombre d'imprimantes, traceurs, digitaliseurs et souris.

Le Design CAD 2D/3D permet de créer des solides (sphères, boîtes, cônes...) et de les modifier (déformations et opérations booléennes). Il est possible de créer des surfaces complexes (maillage) et de les déformer.

(COGISTEM - 102 rue de la Fontaine 75016 Paris -
tél : 01 45 20 27 91 - fax : 01 45 20 65 39)

Transmission de données GPS par satellites

La société ME2i, spécialisée en mesures physiques dans le domaine des transports et du Génie Civil, a mis au point une technique de suivi de trains à partir d'observations satellitaires, en collaboration avec la SNCF et Arnatronic.

La précision atteint la dizaine de mètres et les améliorations prévues laissent espérer une application aux chantiers de Travaux Publics ou de Génie Civil (suivi d'engins, évaluation de charges etc.). Le contrôle est effectué à partir de satellites NAVSTAR GSM pour la localisation dans l'espace retransmis ensuite par le satellite

INMARSAT à un poste qui analyse les données. Effectués sous standard C le transfert des données a un coût raisonnable (- de 2 francs par message !) et transmet de surcroît des messages et des résultats de mesures telles que la vitesse, la température, le poids des voitures, le nombre de voyageurs, les vibrations, etc. ME2i peut fournir des solutions clés en main dans le domaine d'acquisition de données sur capteurs, y compris GPS, et leur transmission à distance.

(ME2i : Mesures Expertises Instrumentation Informatique - 4 allée des Jachères - SILIC 421 - 94263 Fresnes - tél : 33. 1 49 84 23 23 - fax : 49 84 23 00 - Email : me2i@calva.net.)

Nouveauté GPS

Récepteurs de positionnement par satellites MIRA, nouvelle famille présentée par la société Martec. La gamme se compose de trois produits :

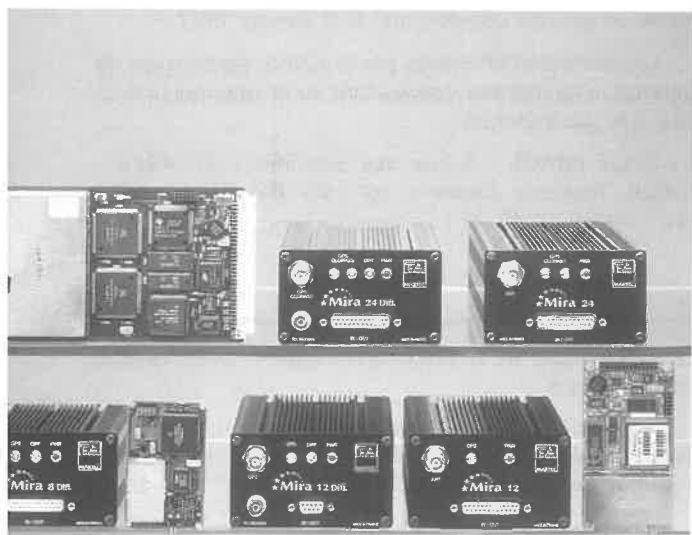
MIRA 8 : récepteur différentiel 8 canaux pour les localisations de précision (1/5 mètres).

MIRA 12 : récepteur 12 canaux de précision (40 cm) à haute cadence de mesure (20 Hz), disponible en mode différentiel avec le récepteur de corrections intégré.

MIRA 24 : récepteur mixte GPS/GLONASS capable de poursuivre les 24 satellites visibles des deux systèmes américain et russe. C'est le premier récepteur combinant les 12 canaux GPS et les 12 canaux GLONASS, donc avec un très faible risque de masquage (4 satellites toujours en position).

La société propose également des récepteurs GPS de précision géodésique en mono et bi-fréquence.

(MARTEC - 5 rue Carle Vernet - 92318 Sèvres Cédex - tél : 01 46 23 79 09 - Fax : 01 46 26 55 55)



TTI production : télédétection et traitement d'images

Revendeur des principaux distributeurs : Eurimage, Spotimage, Eosat/Space, Imagine, etc., la société TTI pro-

duction propose en toute indépendance une offre complète en matière de données satellitaires et géographiques (LandSat, Spot, Ers, Jers, Resurs 01, NOAA/AVHRR, RADARSAT, IRS, MNT, photographies satellitaires et cartes topographiques russes etc...)

Elle utilise et distribue les logiciels TNTMips, TNTWiew, TNT Attas, ACE, DECODE et Station PIAO. Elle dispose d'une chaîne de fabrication de produits dérivés des images et des vecteurs : ortho-images, MNT, spatio-cartes, Cartes thématiques ... et un service de photo-interprétation.

(TTI production - 4 place Questel, 30900 Nîmes).

ERRATA

Deux erreurs d'adresses de sociétés dans notre dernier numéro (70). Nous leur demandons, ainsi qu'à nos lecteurs, de nous en excuser.

PENTAX (info-topo - un système GPS de haute performance), page 12 : 114 rue Jean Poulmarch - BP 204 - 95106 Argenteuil - tél : 01 30 26 75 75

GEOTRONICS (info-topo - Géodimeter 600 M), page 14 : ZA de Courtabœuf - BP 28 - 2 av. de Scandina- vie - 91941 Les Ulis Cedex - tél : 01 69 18 63 63 - fax : 01 69 18 63 60.

MICAD 97 : près de 27 000 visiteurs

Du 11 au 14 mars les quatre jours du MICAD ont vu défiler 26 877 visiteurs devant les quelques 500 sociétés présentes, leurs stands, leurs démonstrations, leurs séminaires et leurs conférences, 20 000 m² de CFAO pure.

Conférences de presse, présentations en premières mondiales, événements spécifiques et inauguration par Franck Borotra ministre de l'industrie, de la Poste et des Télécommunications, en compagnie de Philippe Gras, directeur général adjoint de Renault.

Une excellente édition qui laisse bien augurer du prochain MICAD qui se déroulera du 17 au 20 mars 1998, à la Porte de Versailles.

(BIRP - 17 av, Ledru Rollin 75012 Paris - tél : 01 53 17 11 40)

Carl Zeiss vent en poupe

Dans notre dernier numéro d'XYZ nous célébrons les 150 années d'optique de la firme Carl Zeiss sous la plume de Jean François Cabanel.

Nous pouvons révéler aujourd'hui que le CA du groupe a atteint 2,56 milliards de Deutchmarks à l'issu de l'exercice 95/96 (3 % d'augmentation sur 94/95). Tout ceci grâce aux efforts de croissance et de rentabilisation entamés depuis un an dans le cadre de la campagne de « sur-saut » qui ont conduit notamment à une réduction du personnel à 12 012 personnes sur le monde entier.

L'offensive concomitante en matière de commercialisation, d'innovation et de productivité a permis d'enregistrer un net progrès qui a permis de renouer avec un

solde bénéficiaire (carnet de commande : +9 %). En particulier le département de métrologie industrielle n'a jamais autant prospéré depuis des années à la faveur de gros contrats conclus avec divers constructeurs automobiles mondiaux.

(Carl Zeiss - tél en France - 01 34 80 20 00 - fax : 01 34 80 20 01)

5^{ème} Tour de France A.D.D.E.

Comme chaque année, depuis 5 ans la société A.D.D.E. organisait son Tour de France qui se déroulait dans 9 villes de France pour se terminer le 19 mai à Paris.

Ces manifestations étaient surtout orientées sur le dialogue avec les utilisateurs et les partenaires publics ou privés.

Les diverses conférences ont permis de rappeler qu'ADDE est le premier éditeur de logiciels cartographiques français. Elle a développé une gamme de logiciels sous la marque de collection « les décisionnels ». Décisionnel « Cartes et Bases » est le logiciel de cartographie le plus vendu en France (plus de 20 000 exemplaires).

ADDE est l'éditeur et le distributeur français de APIN-FO® depuis 1992. Le SIG sur PC est destiné aux utilisateurs désireux de pouvoir paramétrer le produit à leurs besoins avec notamment le programme MAPBASIC®).

En résumé la vocation d'ADDE est de valoriser le capital information des entreprises et des administrations par l'approche cartographique afin de mieux voir, comprendre, décider et communiquer.

(A.D.D.E., 17 rue Louise Michel BP 29 - 92301 Levallois Perret Cédex - tél : 01 41 05 37 05)

CAL-TOP ; un logiciel de topographie à la portée de tous (version 7-0-96)

CAL-TOP est un logiciel de calculs topométriques élémentaires qui permet le calcul manuel ou automatique des coordonnées XYZ de 1 000 points à partir de données de terrain et des diverses méthodes utilisées en topographie.

Les points calculés sont stockés dans un fichier ASCII de type (NXYZ).

Ces fichiers sont visibles sous DOS et modifiables avec tout éditeur de fichier ASCII.

Cette version permet la sortie du Semis de points sur traceur HPGL, la sauvegarde au format DXF pour AUTOCAD.

CAL-TOP est un logiciel destiné aux enseignants et étudiants, utilisable et copiable sans aucune restriction par tout utilisateur, l'auteur déclinant toute responsabilité.

Déjà présent dans plusieurs établissements scolaires et universitaires, il est disponible en écrivant à l'auteur à l'adresse ci-dessous (joindre un chèque de 50 FF à l'ordre de ADEGC pour frais de copie et d'envoi).

M LANEAU Philippe - Professeur de topographie - I.U.T de REIMS (Département Génie Civil) - Rue de Crayères - BP 1035 - 51687 REIMS Cédex 2.

Le réseau des stations de réception SPOT s'agrandit

Lors de la 11^{ème} réunion du groupe des opérateurs de stations SPOT (GOSS) qui s'est tenu du 3 au 5 février sur l'île de Grande Canarie, Spot Image a signé plusieurs contrats renforçant ainsi son réseau de réception.

Celui-ci s'agrandit avec deux nouvelles stations en Asie :

- en Chine où le contrat a été signé avec le RSGS. Les applications seront orientées sur la cartographie, l'agriculture, l'aménagement du territoire, l'urbanisme (station de réception à MIYUN, près de PEKIN)
- en Corée du Sud où l'opérateur est la KAIST, (station de réception à TAEJON, près de SEOUL).

La mise en service de ces 2 stations porte à 7 le nombre de stations de récepteur SPOT pour l'Asie sur un total de 22 stations dans le monde.

La répartition géographique du chiffre d'affaire montre que la zone Asie-Pacifique avec 32 % vient en tête, devenant la région la plus grande consommatrice de données SPOT.

Amélioration de la résolution pour SPOT 5 et remise en service de SPOT 1

Après les évolutions qu'a connu le programme SPOT 5, des décisions importantes pour l'amélioration de ses performances viennent d'être prises : sa résolution au sol passera dans un mode de prise de vue spécifique de 5 m à 3 m tout en gardant le même champ de 60 km.

Rappelons par ailleurs que le satellite SPOT 1 a été remis en service opérationnel le 9 janvier 1997.

Les contrôles effectués par le CNES, permettent de garantir la qualité des images tant au niveau radiométrique que géométrique.

SPOT IMAGE - 5 rue des satellites - BP 4359 - 31030 Toulouse Cedex - tél : 05 62 19 40 40 - fax : 05 62 19 40 11

SPOT-Image et Intergraph-France deviennent partenaires

Spot Image et Intergraph France signent le 1^{er} avril, pendant le Salon MARI'97, un accord non exclusif de distribution des produits SPOTView® BD Carto® en France.

Ces produits, conçus en collaboration avec l'Institut Géographique National font partie de la gamme SPOT-View® et concernent spécifiquement le territoire de la France métropolitaine. Ils sont disponibles sur catalogue et disposent de caractéristiques techniques standardisées destinées à en faciliter l'accès et l'exploitation dans un SIG.

Ce partenariat permet à Intergraph d'apporter une offre complète à ses clients, images numériques plus logiciels SIG, et à Spot Image de se rapprocher des utilisateurs et d'adapter ses produits à leurs besoins.

Spot Image - Service Communication
Anne-Marie Bernard - tél : +33 (0)5 62 19 40 10 -
fax : +33 (0)5 62 19 40 54
E-mail : Anne-Marie Bernard@spotimage.fr

Intergraph France - Division Infrastructures
François Badet - Responsable Marketing
tél : +33 (0)1 45 60 30 97
fax : +33 (0)1 45 60 48 85
E-mail : fbadet@ingr.com

CITIES REVEALED : Photographies aériennes des grandes villes européennes

Avec le développement extraordinaire de la technologie et de l'utilisation de la photographie aérienne orthorectifiée, il devient de plus en plus important de satisfaire la demande en données destinées à la cartographie numérique haute résolution, à un prix vraiment compétitif. **Cities Revealed** est une suite inédite de données orthogonales sur CD-ROM qui comprend les principales villes européennes.

Ces données comprennent notamment des photographies aériennes en couleurs à très haute résolution : 25 cm. Elles vous permettent d'identifier clairement jusqu'aux plus petits détails de signalisation routière, de limites de construction, d'infrastructures urbaines et de végétation. **Cities Revealed** vous permet d'effectuer des gros plans sur des zones d'intérêt particulier, à des échelles pouvant aller jusqu'à 1:1000, sans aucune perte de définition et vous fournit des informations visuelles d'une clarté exceptionnelle.

Parmi les grandes villes disponibles en Europe sont Paris, Berlin, Londres Centre et Cité, Londres tous quartiers (jusqu'à l'autoroute périphérique M25), Birmingham et Manchester. Cette magnifique collection sera bientôt complétée par des nombreuses autres grandes villes d'Europe et du monde entier.

Toutes les données disponibles sont vendues avec un logiciel gratuit qui inclut les fonctions d'exportations, de zoom et de panoramiques. Le logiciel gratuit permet aussi d'exporter des données du CD-ROM au format standard des SIG ainsi qu'avec la plupart des systèmes existants.

Cities Revealed contient nombre d'options personnalisées et prêtes à l'emploi, adaptables à vos besoins professionnels :

- Solutions numériques centralisées répondant à toutes vos exigences SIG et cartographiques.
- Tirages et agrandissements personnalisés de photos d'archives aériennes en couleurs.
- Cartes photographiques des zones urbaines référencées et en couleurs, contenant le plan des rues et un index alphabétique.
- Cartes et posters de haute qualité intégrant, le cas échéant, le logo et les coordonnées de votre organisme.

Géoinformation - International (GB) - Agent en France, David McCartney d'Acte III, 212 rue Saint Maur, Paris, 75010 France, tél : 01 53 38 81 10 ou fax : 01 53 38 81 19.

Syndicat Professionnel de la Géomatique

Rassembler tous les acteurs de la profession, producteurs, éditeurs, utilisateurs, prestataires de services, c'est l'ambition du SPDG qui entend ainsi venir en complément de AFIGEO et être un porte parole auprès des instances publiques nationales et européennes.

Des événements importants se profilent :

- Signature d'un nouveau contrat de plan quinquennal IGN/ETAT en juin 1997
- Élaboration d'un livre vert européen sur la diffusion des données publiques aboutissant à une directive européenne.
- Publication des normes issues des travaux du TC 287 du CEN, faisant suite à EDIGEO, et développement des travaux engagés par l'ISO sur le même objet.
- Efforts de l'Open GIS Consortium pour faire reconnaître ses normes d'interopérabilité comme standard de fait.
- Modifications annoncées de la Loi Informatique et Libertés pour tenir compte de la directive européenne sur la protection des données.
- Engagement par le CNIG d'une étude sur le coût des données et son incidence sur le développement du marché de la Géomatique.

Le syndicat informera ses adhérents, recueillera leurs réactions, concentrera son action en faveur de la baisse des coûts des données générées par les acteurs publics — (c'est en France le principal frein au développement de la géomatique) —.

Le SPDG est reconnu comme interlocuteur au plan français et européen. Son président, R. Carnohan (TSI) et le bureau viennent de publier un manifeste en 13 points que l'on peut se procurer au siège social et à l'AFT.

(SPDG - 36 rue de l'Arcade - 75008 Paris - tél, fax : 05 56 69 05 42 - Serveur minitel - 05 56 43 28 38 - Serveur internet : <http://SPDG.org>)

GEO CONCEPT

Géo Concept 3.5 pour Windows 95/NT.

Alsoft annonce la disponibilité d'une nouvelle version du Système d'Information Géographique GEO CONCEPT. Cette version 3.5 fonctionne dans les environnements Windows 95 et Windows NT et offre notamment des liens dynamiques en architecture client/serveur avec les principaux SGBD/R du marché. Ainsi, tout objet GEO CONCEPT peut être lié dynamiquement avec des données stockées et gérées par l'un ou l'autre de ces logiciels. Cette fonction ouvre la voie à la constitution et à la mise en œuvre d'un grand nombre d'applications qui pourront désormais intégrer la dimension géographique dans l'ensemble du système d'information.

La nouveauté majeure de GEO CONCEPT 3.5 est la possibilité de lier dynamiquement des objets créés avec GEO CONCEPT à des données stockées et gérées par les Systèmes de Gestion de Bases de Données Relationnelles (SGBD/R) commercialisés notamment par Oracle, Informix, Sybase et Microsoft. De manière générale, GEO CONCEPT peut être lié dynamiquement en architecture client/serveur à toutes les applications qui supportent ODBC et IDAPI.

Géo Concept Internet Serveur

Sachant que 80 % des données gérées par les entreprises ont une dimension géographique, la navigation dans un site Internet se trouve facilitée lorsqu'elle fait appel à l'image ; c'est dans cet esprit qu'ALSOFT met la technologie de son Système d'Information Géographique GEO CONCEPT à la portée des développeurs de serveurs Web en produisant GEO CONCEPT Internet Serveur.

Ce nouveau produit ajoute une composante dynamique aux images affichées sur le browser de son choix, ce qui permet d'éviter la navigation entre documents statiques et la gestion fastidieuse de liens entre cartes scannées.

En effet, avec GEO CONCEPT Internet Serveur, un simple clic de souris permet d'explorer dans les moindres détails une région de France, un lieu touristique, un site aérospatial..., ainsi que les données qui s'y rapportent. La gestion des cartes et des plans est alors entièrement confiée au moteur GEO CONCEPT implanté sur le site serveur qui, interfacé avec un SGBD (Oracle, Informix...), analysera et retrouvera les documents et les résultats d'analyses à afficher.

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

Géomètres Experts et loi Carrez

Toute la mesure des conséquences de cette loi importante n'a pas encore été saisie, mais à bien y regarder le rôle des géomètres experts dans les transactions immobilières pourrait s'en trouver renforcé.

Depuis plusieurs années, le législateur montre un souci constant de développement de la clarté et de la transparence dans les transactions. Inévitablement cette tendance générale devait à son tour toucher les transactions immobilières. Plus particulièrement le calcul des surfaces constituait un point sensible. Désormais il deviendra indispensable que les actes définissent les superficies des immeubles à 5 % près. Il s'agit d'une tolérance maximum au delà de laquelle il sera possible de remettre en cause l'acte concerné.

En fait l'exigence de précision du législateur en matière de précision découle de la demande des acteurs. Il faut aussi considérer la tendance générale et comprendre que cette exigence nouvelle ne va que renforcer la tendance actuelle. D'une demande en matière de précision de surface on en viendra inévitablement à une demande en matière d'**appréciation globale**. Cette démarche se situe dans le prolongement des démarches qualifiées qui font désormais partie de la vie économique de nos pays occidentaux.

Ainsi l'expert recherché sera celui qui pourra fournir un **service global** irréprochable. Service qui s'appuiera non seulement sur le mètre des surfaces mais aussi sur celui des structures, sur le diagnostic des pathologies éventuelles, sur l'expertise ne acoustique etc.

Dès lors il est certain que les géomètres, dont les qualités sont unanimement reconnues de toutes les parties prenantes dans les transactions immobilières, auront à saisir une opportunité : fournir ce fameux service global.

Pour bon nombre d'entre eux il sera nécessaire de compléter une formation solide à la base, mais incomplète par rapport aux nouvelles demandes du marché.

L'École Chez Soi, qui se consacre depuis de nombreuses années aux formations de mètre, d'expertise et de topographie, vient de développer tout un ensemble de formations qui répondent à ces exigences qui vont apparaître. Elle remet à tous ceux qui lui en font la demande un devis gratuit et personnalisé en fonction des besoins particuliers.

(École Chez Soi : 01 46 03 66 83 - 71 rue de Billancourt - 92774 Boulogne Cédex).

MicroStation Link

C'est le premier logiciel de CAO à intégrer un navigateur Internet. Baptisé MicroStation Link il offre de nombreuses capacités d'accès directs aux données de traitement et de visualisation d'informations et de transferts de fichiers de différents formats tels que CGM 2D (actuellement le plus employé sous Internet) et SVF, VRML format en 3D et JPEG pour la conversion d'images.

Cette intégration du navigateur simplifie considérablement les accès directs aux bibliothèques d'objets graphiques (ou cellules) et propose de nombreuses possibilités de placement d'objets et d'ouverture complète de plans.

Autre particularité : « l'aide en ligne » interactive sous WEB. Elle permet de guider pas à pas l'utilisateur et de créer un enchaînement d'opérations en y intégrant les paramètres souhaités.

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

SALON MARI 97

Le salon MARI, rendez-vous incontournable des spécialistes des SIG s'est déroulé à Paris du 1er au 3 avril 1997. Ce n'est pas un secret pour les lecteurs de XYZ que la société de l'information s'élargit dans les domaines les plus divers et touche des activités aussi variées que l'aménagement du territoire, le développement local, les transports, la gestion des risques naturels ou le géomarketing.

La création d'un SIG implique une collecte de données et des traitements d'informations souvent complexes. L'évolution marquante de ces dernières années est le développement rapide de logiciels d'aide à la collecte, à l'organisation et à l'interrogation de tous types de données. Il en résulte que les modes anciens de représentation des données, dont celles de la cartographie, se sont modernisés en profitant pleinement de ces avancées.

Longtemps ramassés dans un monde informatique complexe, les SIG connaissent maintenant une évolution rapide vers une gamme de produits élargis permettant à chacun d'adapter ses choix à ses besoins.

La notion de SIG en tant qu'élément important d'aide à la décision voit ses capacités se développer à travers le développement du réseau Internet et des organisations intranet.

Afin d'élargir et d'accroître le champ d'action de ce domaine des SIG, MARI a élargi sa cible à travers des campagnes d'information tous publics et une prospection plus vaste.

Afin de mieux informer les visiteurs néophytes une opération de vulgarisation a été menée à travers des posters explicatifs présentant des applications concrètes, et qu'on retrouve dans le catalogue de l'exposition.

Des parcours-experts étaient proposés grâce aux étudiants du MST de cartographie de l'université d'Orléans qui servaient de guides aux visiteurs en les orientant selon leurs besoins spécifiques. Par ailleurs un module de découverte permettait aux participants de bénéficier de démonstrations interactives grâce à une dizaine d'ordinateurs mis à la disposition des exposants. Enfin, les « tribunes exposants » donnaient gratuitement à ceux-ci la possibilité de présenter leurs produits à travers des séances d'une demi-heure. Nos lecteurs trouveront dans « info-topo » la présentation de quelques nouveautés vues à MARI. Rendez-vous en 1998.

RÉOUVERTURE DU GRAND ROCHER DE VINCENNES

Tous les médias ont fait écho de la réouverture au public de ce monument de l'est parisien, fermé depuis 1982 car dangereux et vétuste. Pratiquement il a fait l'objet d'une reconstruction complète.

Deux années de travaux et cent millions de francs de budget et le rocher nous présente de nouveau ses entrailles. Grâce à un ascenseur ultra rapide le panorama du haut de ses 65 mètres est superbe sur toute la région et sur le ZOO qui s'étend au pied du visiteur.

Au passage on peut observer par des fenêtres et des balcons les mouflons, les vautours et divers caprins de l'Himalaya qui ont retrouvé (presque) leur milieu naturel, tel qu'il avait été conçu lors de l'ouverture du zoo en 1931 pour l'exposition coloniale.

Des travaux topographiques importants, faisant appel à des techniques photogrammétriques et métrologiques originales ont été réalisés dans le cadre de ce chantier par un de nos confrères membre de l'AFT. Celui-ci en rendra compte dans un prochain article de notre revue.

Bouygues-Télécom : la 100^{ème} licence d'Arc View d'ESRI-France

Dès sa création en juin 96 Bouygues-Télécom a indentifié les SIG comme un élément clé pour son activité : Où sont les futurs clients ? Où implanter des stations de réception de façon à pouvoir leur proposer une qualité de service optimal dans leur zone de vie ?

C'est par une analyse fine de géomarketing que la société est entrée dans le monde des SIG. Son département Marketing s'est équipé de logiciels Arc View, servant d'accès à une base de données géographiques centralisées comprenant de multiples informations sur la France et sa population. Des analyses détaillées permettent de définir des prévisions de trafic localisé qui servent de base également aux ingénieurs qui élaborent le réseau des stations de réception, des relais, etc. Les ingé-

niers exploitent ainsi les SIG en parallèle au département marketing. Pour cela ils utilisent Arc Info pour les traitements serveur, complétés par des logiciels spécialisés sur la propagation des ondes radio.

Utilisé sous des formes différentes, par des professionnels de métiers différents et de niveaux de formation différents, le SIG s'est adapté pour devenir un outil stratégique. L'offre produits d'ESRI-France a permis de mettre en place un SIG au cœur d'un système d'informations qui a garanti la cohérence des données. Bouygues-Télécom est équipé de cinq licences Arc Info, cent licences Arc View réparties sur tout le territoire, il dispose d'une base de données de 30 GO comprenant différents fichiers en provenance de l'IGN.

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

Accord Apple/Bentley

Un accord de partenariat européen est intervenu entre Apple Computer et Bentley-Systems pour promouvoir des produits intégrés et des solutions dans les domaines de la CAO et plus précisément de l'ingénierie et de l'architecture.

Cette alliance permet d'associer le savoir-faire multimédia et Internet d'Apple à la performance technologique des solutions Bentley.

À ce propos, Bentley a annoncé la disponibilité prochaine de MicroStation 95 et MicroStation TriForma pour Power Macintosh.

(Bentley-Systems-France - CNIT - BP424 - 92053 Paris-la-Défense - tél : 01 46 92 40 92 - fax : 01 46 92 40 93)

MERCATOR 1997

Ce guide de la cartographie informatisée vient de paraître dans une nouvelle édition en deux volumes, entièrement remis à jour en janvier 97 avec un contenu informatif largement étendu.

SIG, BDU, cartographie thématique et statistique, logiciels de topographie ou de traitement d'images. Éditeurs, importateurs, distributeurs de logiciels et prestataires de service.

Fiches descriptives, analyses comparatives, répertoire d'adresses, méthodologie et applications types, formation, recherche, conférences, bibliographie, données numériques et CD Rom cartographiques sont abordés par chapitre et se concluent par un lexique.

Deux volumes A4 sous reliure à anneaux pour mise à jour - 3 100 FTTC - frais d'envoi compris.

(Euro Vista - Nouvelles Éditions Européennes - 46 boulevard St Michel - 75006 Paris - tél : 01 46 34 81 81 - fax : 01 46 34 13 13)

Solution SIG de Star-Informatic pour l'Algérie

L'Agence Nationale Algérienne pour l'Aménagement du Territoire (ANAT) a choisi de s'équiper de la solution SIG de Star Informatic. Cette solution SIG complète inclut trois licences du logiciel SIG professionnel Star Carto et une licence du logiciel Er Mapper. Outre trois stations de travail et un micro ordinateur, la configuration matérielle acquise inclut un digitaliseur AO, un scanner AO et une table traçante du même format. Ces logiciels SIG seront exploités dans 3 projets : au niveau du territoire national pour l'élaboration du schéma national d'aménagement du territoire (SNAT), au niveau régional pour la prise en charge des grandes options d'aménagement et de développement par région, au niveau départemental (Wilaya) où les études donnent lieu à des Plans d'Aménagement Communaux et Intercommunaux.

Star informatic annonce Star Viewer



Star Viewer est un système de consultation et d'interrogation convivial d'un SIG.

Il est proposé sous Windows 3.11, Windows 95 ou Windows NT. Il permet la consultation de bases de données S.I.G. locales ou centralisées sur un poste serveur (Windows NT ou UNIX) équipé du S.I.G. professionnel STAR CARTO. Dans ce dernier cas, la consultation se fait grâce à un mode client/serveur au travers du réseau.

Il interprète les données cartographiques en formats STAR, DXF, DGN, DWG et Shapefile. Il permet également la consultation de données raster géoréférencées en plus de 60 formats différents. STAR Viewer permet une connexion à toute base de données alphanumériques compatible ODBC, en mode local ou au travers du réseau.

De par sa convivialité, STAR Viewer est l'outil complémentaire du SIG professionnel STAR CARTO puisqu'il offre au plus grand nombre l'accès simplifié à l'information.

(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)

Chez les traceurs nouvelle version de l'OCÉ 9400

Cette nouvelle version de l'Océ 9400 est destinée aux bureaux d'études. Ses nouvelles fonctionnalités et options sont : une carte PostScript niveau 2, une carte Ethernet multiprotocole et une table de réception de plan.

La carte PostScript niveau 2 complète la liste des formats vecteur et des données raster qu'elle supporte. La connexion est étendue aux applications CAO et AEC.

Le support direct d'Ethernet offre une connexion réseau efficace, l'imprimante peut être située n'importe où sur le réseau où l'information est requise et utilisée à la demande. Les fichiers sont envoyés à grande vitesse à partir des stations de travail des utilisateurs.

Avec le nouveau plateau de réception haute capacité, les utilisateurs peuvent gérer jusqu'à 150 copies et impressions sans surveillance. Dotée de 2 bobines, l'Océ 9456 permet de charger des supports d'impression de formats différents, au moment de l'impression le système de sélection automatique détermine le support à utiliser en fonction du format du tracé. Mieux, le « nesting » permet d'économiser les supports en déterminant s'il peut installer plusieurs tracés sur un format papier plus grand, évitant tout gaspillage.

Enfin, avec la fonction Poster l'impression ou la reproduction d'images avec de grands blancs ou des parties ombragées est automatiquement optimisée avec un rehaussement des contrastes.

(OCÉ-France - 32 av. du Pavé-Neuf - 93882 Noisy le Grand Cedex - tel. 01.45.92.50.00 - fax. 01.43.05.12.15)

Trimble : les nouveautés pour la profession

- Station totale 4400 - technologie Everest.



Ce système bifréquence, pour les applications cinématiques temps réel (RTK) augmente considérablement la productivité en réduisant le temps d'initialisation à 30 secondes (fiabilité > 99.9 %) et le temps de latence à 0.4 secondes. L'utilisation de nouvelles techniques et du concept Station Totale GPS ont permis une réduction importante de la consommation, du poids et du prix.

Trimble y ajoute la technologie Everest (réjection des multitrajets), qui étend l'utilisation de la topo par GPS temps réel à de nombreux sites qui ne l'étaient pas jus-temment à cause des multitrajets.

• 4600 LS

Un récepteur topographique qui consomme moins de 1 Watt ! Grâce à cette faible consommation multiplie par 8 le temps entre deux recharges de batterie. Le 4600 LS combine le récepteur monofréquence, l'antenne GPS et l'alimentation dans un outil miniaturisé (1,7 kg avec piles). Exemple : 4 piles standard permettent d'utiliser le 4600 LS pendant 32 heures.



Une option RTK (temps réel centimétrique) est proposée, il permet de visualiser la précision centimétrique du point levé à l'instant même de l'occupation. Précisons qu'un seul câble relie l'opérateur à sa canne, d'où encombrement diminué.

• Pro XR - technologie Everest



Le Pathfinder ProXR est un outil pour les applications de capture de données SIG temps réel.

La technologie Everest disponible sur le Pro XR améliore productivité et précision dans les environnements fortement bruités (multitrait) - (voir plus haut son application sur 4400).

Les tests réalisés avec des récepteurs Pathfinder Pro XR avec la technologie Everest ont montré une nette amélioration tant en précision horizontale que verticale par rapport aux précédents systèmes de la gamme Pathfinder.

• Trimseismic pour Windows

Le logiciel Trimseismic pour Windows est un nouveau système puissant pour la gestion et le traitement des données GPS dans les chantiers d'exploration sismique. Le logiciel utilise l'environnement Windows et inclut une large variété de fonctionnalités afin d'acquies l'efficacité de l'enregistrement des informations GPS. Pour le topographe sismique, le logiciel automatise la gestion des données, leur traitement ainsi que les procédures contrôle qualité augmentant la productivité et améliorant la qualité des données GPS RTK et différentielles.

(Trimble - Navigation - France - 9 rue de l'Arpajonnais - ZAC du Moulin - 91160 SAULX les CH. tél. 01 64 54 83 90 fax - 01 69 34 49 73)

intergraph = l'ImageStation Z...

Des solutions de photogrammétrie sont désormais disponibles pour la plate-forme Windows NT.

Au cours du congrès de l'*International Society for Photogrammetry and Remote Sensing*, qui s'est tenu à Vienne l'an dernier, **Intergraph** avait fait part de sa volonté de développer des applications de photogrammétrie, destinées à la plate-forme Windows NT. Disponible depuis l'automne dernier, le scanner **PhotoScan TD** fut le premier produit lancé par **Intergraph**, suite à cette annonce.

Intergraph propose désormais l'**ImageStation Z**, la toute dernière station de travail de photogrammétrie numérique. Exploitant une solution matérielle standard, l'**ImageStation Z** tourne sous le système d'exploitation Windows NT. Succédant à l'**ImageStation**, la station de travail **CLIX** très répandue, ce système à processeurs Intel utilise l'accélérateur graphique **RealIZm** d'**Intergraph**, afin d'obtenir des vitesses d'affichage stéréo optimales.

L'**ImageStation Z** complète le scanner **PhotoScan TD**, ce dernier conjuguant la fiabilité des technologies optiques haute précision Zeiss aux performances exceptionnelles du logiciel **PhotoScan PS-1** d'**Intergraph**.

L'**ImageStation Z** est entièrement compatible avec les stations de travail **CLIX ImageStation**, toutes deux exploitant les mêmes fichiers de données et formats de fichiers image. En outre, le logiciel **ImageStation Z** permet d'exploiter des modèles stéréo existants et offre des fonctions de rectification. Un système autonome, intégrant des fonctionnalités d'orientation et de génération automatique de MNT, sera disponible mi-mai 1997.

Pour de plus amples informations sur l'**ImageStation Z** et la gamme complète de solutions matériels et logicielles d'**Intergraph**, vous pouvez consulter le site Web d'**Intergraph** à l'adresse : <http://www.intergraph.com/france>.

Journée « Jeunes TP » à Intermap 97

3500 jeunes ont répondu à l'invitation du président de la Fédération Nationale des Travaux Publics, Philippe Levaux, à participer à la journée « Jeunes TP » du 22 avril au Salon Intermap 97. Ces jeunes se préparant à tous les

diplômes, du CAP à l'ingénieur, se sont entretenus avec le président de la République qui a affirmé qu'il y avait du travail « pour ceux qui veulent réellement se former, pour ceux qui veulent se bouger ». Il a également prôné pour la mobilité géographique et professionnelle.

S'adressant aux jeunes, Philippe Levaux leur a fait valoir qu'en France et à l'étranger les métiers du BTP ont une finalité collective qui honore ceux qui les choisissent. Il a rappelé que si le marché intérieur était morose, ce n'était pas la première fois dans l'épopée du Travaux Publics. La situation de crise est un parcours connu des hommes et des femmes de ce métier. Pour autant ils n'ont jamais baissé les bras car l'équipement d'un pays est en constante évolution et répond aux besoins de sa population.

Congrès FIG - 1998

Il aura lieu en Grande-Bretagne à Brighton du 19 au 26 juillet 1998. Avec son programme professionnel international et ses multiples manifestations culturelles et sociales, il revêtira un intérêt particulier, permettant les contacts internationaux utiles à la profession. Renseignements, programme et formulaire d'inscription au siège de l'AFT.

Signalons par ailleurs que s'est tenue du 11 au 16 mai à Singapour une séance de travail du comité permanent de la FIG.

Sur Bourdalouë, à Boulogne

Robert Vincent, président honoraire de l'AFT, auteur d'une monographie du célèbre ingénieur berrichon parue avec le numéro 68 d'XYZ, donnera une conférence sur Paul Adrien Bourdalouë dont c'est le 150^{ème} anniversaire l'année prochaine, organisée par le Cercle Amical du Berry, 65 bis av. Victor Hugo à Boulogne, le 9 juin à 18 heures 30.

FIG : dictionnaire technique multilingue

Le dictionnaire est composé de 14 volumes sous la direction du professeur H. Seeger, président de l'« Institut Für Angewandte geodäsie » (I.F.A.G.). Sur cet ouvrage auquel l'AFT participe avec son président honoraire Roger Schaffner, et Pierre Grussenmeyer se reporter à l'article paru dans le n° 68 de XYZ du troisième trimestre 96. L'état d'avancement actuel des travaux est le suivant : à paraître au 2^{ème} semestre 97 : volume 1 (calcul de compensation), volume 2 (géodésie), volume 7 (photogrammétrie), volume 8 (cartographie). Volumes terminés : 6 (topographie), 10 (topométrie industrielle et de génie civil), volumes en cours : 3 (établissement des réseaux de base), 11 (levés hydrographiques), 12 (topométrie souterraine), 15 (planification urbaine et régionale). Les volumes parus sont les suivants : 4 (cadastre parcellaire et levés cadastraux), 5 (instruments géodésiques et topographiques), 13 (évaluation foncière), 14 (remembrement).

Disponibles sur demande à l'AFT et à l'IFAG, Aussens-telle - Berlin - Stanffbergstrasse - 13 D 10785 Berlin.

ANNONCES

■ J.H. 26 ans - BTS Géomètre - 2 ans d'expérience cherche emploi France ou Étranger. Écrire à la revue ou tel : 04 79 37 78 84

■ J.H. 26 ans - BTS Géomètre-Topographe (1993) - Bac C - Exp. prof : Technicien et opérateur (gare RER Magenta à Paris, cabinet de géomètre, plusieurs CDD...) - Anglais. Recherche formation informatique ≤ 300 h. Écrire à la revue.

■ J.F. Ingénieur Géomètre - 4 ans d'expérience - cherche un poste cabinet ou entreprise. Écrire à la revue ou tél. à 03 83 32 90 49

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

Agenda

2-6/06/97	FIG - Topographie des grands Ponts et Tunnels - Copenhague (DK) - tél : 45 89 93 22 00 - fax : 45 86 52 20 13	18-20/09/97	Salon de la copropriété - Paris - Espace Champeret. tél : 01 42 67 09 09 - fax : 01 42 67 09 39
4-7/06/97	Grodäntag autrichien VILLACH (Autriche) - tél : 43 4242 3746 663 - fax : 43 4242 3746 673	17-19/09/97	Solutions CAO/CFAO - Paris - tél : 01 41 18 85 55
12/06/97	Journée Nationale de la Recherche Géographique. LYON (F) - Renseignements : CNIG - tél : 01 43 98 83 12 - fax : 01 43 98 85 66	22-26/09/97	46 ^{ème} semaine photogrammétrie - STUTTGART (D) - tél : 49 711 121 3201 - fax : 49 711 121 3297
23-27/06/97	ICC 97 - 18 ^{ème} Conférence Cartographique Internationale - Stockholm - tél : 46 87 49 44 09	25-26/09/97	Congrès International de Cartographie Stockholm (S) - tél : 42 26 153 000 - fax : 46 25 653 160
15-19/09/97	Symposium International SIG/GPS - Istanbul (T) - tél : 90 212 285 3782 - fax : 90 212 251 5086	2-5/10/97	Festival International de Géographie - ST DIE des Vosges (F) - tél : 03 29 52 66 78
16-19/09/97	ION-GPS 97 - Kansas-City (USA) - tél : 1 703 683 7101 - fax : 1 703 683 7105	10/10/97	Topographie et Travaux Publics, journée AFT - Egleton (Corrèze) (F). Renseignements à l'AFT
16-17/09/97	Journée Cartographie et radar organisée par SPOT IMAGE et la SFPT à Toulouse. Renseignements : SFPT - tél : 01 43 98 80 13	20-23/10/97	8 ^{ème} Congrès International de Metrologie - Besançon (F) - tél : 04 67 06 20 04 - fax : 04 67 06 20 40
17-19/09/97	Intergéo/Geodäntag - Karlsruhe (D) - tél : 49 721 608 2307 - fax : 49 721 694552	18-25/07/98	XXI ^{ème} Congrès de la FIG - BRIGHTON (GB)

Le Centre d'Études d'information et de Formation pour les Ingénieurs de la Construction et de l'Industrie propose chaque année journées d'études et Conférences. Notons parmi celles-ci :

• **21 mai 97 : Environnement et BTP. Intervenant : Daniel Auger (Daniel SA).**

Les répercussions urbanistiques, techniques, économiques et sociales font de l'environnement l'un des secteurs marquants du changement de société, comme l'ont souligné les conférences mondiales de Rio et d'Istanbul.

L'environnement recouvre les principales préoccupations des collectivités territoriales : nuisance visuelles ou sonores, pollutions, déchets, qualité de l'eau et de l'air, etc.

Cette conférence présentera les programmes — cadres des actions d'amélioration et les activités nouvelles qu'ils impliquent —, ainsi que les opportunités qui en découlent pour l'activité du BTP.

• **8 octobre 97 : Le projet de canal Rhin-Rhône par Michel Broch (Sorelif).**

L'UNESCO a classé le canal du Midi, ouvrage réalisé au XVII^{ème} siècle par Pierre-Paul Riquet, patrimoine de l'humanité.

Est-ce que le XX^{ème} siècle finissant verra enfin la réalisation de la liaison fluviale à grand gabarit Rhin-Rhône, projet dont on parle depuis bien longtemps, qui a fait et qui fait encore l'objet de discussions passionnées, mais dont le Parlement a voté, en 1995, la réalisation pour une mise en service en 2010, EDF en assurant le financement.

On présentera le projet dans ses grandes lignes, on traitera de la rentabilité mais aussi de l'intérêt géostratégique de la liaison fluviale Mer du Nord/Méditerranée que défend Raymond Barre.

• **22 octobre 97 : le bouclage à l'Ouest de la A 86 par Jean-Pierre Bordier (Socatop).**

La réalisation de la section Rueil-Versailles permettra de « boucler » enfin l'autoroute A86. Ce projet, dont on parle depuis plus de 20 ans, doit permettre de soulager le boulevard périphérique de Paris et faciliter les liaisons inter-banlieues.

Il est exceptionnel en deux points :

- il s'agit d'une concession, avec péage urbain,
- le creusement des tunnels sera réalisé avec des tunneliers de très grand diamètre (supérieur à 10 m)

(s'adresser 10 rue Thénard - 75005 Paris - tél : 01 43 54 56 03 - fax : 01 46 34 04 71)

LA VIE DES RÉGIONS = Région PACA, l'AFT organise une visite le 2 juin 97 sur le site du CEA de Cadarache — R.V. à 9h00 devant l'entrée — Identité obligatoire. Monsieur Boulet présentera l'activité du CEA — Visite des installations et du Tore Supra (fusion thermonucléaire contrôlée) — Repas à midi au château (140 F). Pierre Cecchinel.

étonnant !

un système de préparation d'itinéraire et d'aide à la navigation



vu à MAR!

Les raisons d'être du système

Le géologue, le forestier, le secouriste, le militaire en mission sur le terrain ont désormais, avec le récepteur GPS, un instrument de localisation qui surclasse toutes les techniques traditionnelles pour faire le point. Toutefois, la lecture numérique des coordonnées terrestres du lieu où on se trouve ne suffit pas à assurer une progression régulière et sûre le long d'un itinéraire.

Seule la saisie préalable de points de passage et de points de repère, au cours d'une phase de préparation de route, permet d'exécuter une mission conformément à un plan. Cette saisie se fait évidemment à partir d'une carte.

Confronté à cette question, l'utilisateur de récepteur GPS peut relever manuellement les points sur la carte et entrer les coordonnées au clavier du récepteur, la tâche est fastidieuse, sujette à erreurs, et généralement bâclée.

Certains fournisseurs de récepteurs GPS offrent en outre un logiciel de préparation de route sur micro-ordinateur, avec affichage de carte numérique à l'écran. C'est une bonne solution, mais elle demeure coûteuse et modifie radicalement les modes d'acquisition et de consultation des documents cartographiques.

La société CHERLOC SA, commercialise un dispositif de lecture optique de cartes papier, léger et peu coûteux, connectable à un micro-ordinateur et à un récepteur GPS. La préparation d'itinéraire devient rapide et sans erreur, tout en s'accommodant des cartes papier immédiatement disponibles. Le procédé s'applique aussi bien aux photos aériennes ou aux spatio-cartes imprimées.

La préparation d'itinéraire

Étape 1 : la fabrication de la carte

Le crayon de lecture optique ne fonctionne pas sur une carte d'origine. Il faut au préalable la photocopier sur un papier spécialement pré-imprimé, à l'aide d'une photocopieuse couleur du commerce (CANON, XEROX...). CHERLOC fournit les rames de papier à introduire dans le bac d'alimentation de la machine.

Étape 2 : le croquis numérique

Cette phase utilise le crayon de lecture relié à un micro-ordinateur. Un logiciel très simple, s'apparentant à

un tableur graphique permet de « croquer » la carte en pointant avec le crayon optique les bourgades principales, les points hauts, les voies d'accès jugées importantes. La seule opération absolument indispensable est le calage géographique de la carte effectué en pointant quatre points de coordonnées connues.

D'expérience, deux heures de travail suffisent pour dresser un croquis numérique très complet et rigoureusement géoréférencé d'une zone correspondant à une feuille A3. Les hommes de terrain perçoivent immédiatement que cette phase de recopie sélective est un formidable apprentissage de la zone d'opération.

Étape 3 : l'itinéraire proprement dit

Le croquis numérique est conservé dans l'ordinateur. N'importe qui peut alors utiliser le dispositif, sans aucun préavis, pour tracer une route particulière, à partir de l'une quelconque des copies papier. La route se dessine à l'écran sous forme d'une ligne jaune épaisse joignant les « waypoints » successifs. Le fichier des « waypoints », automatiquement géoréférencés, peut alors être communiqué au récepteur GPS par un liaison série.

Le dispositif de terrain

La façon de communiquer un fichier de points à un récepteur GPS varie avec chaque constructeur. Pour rester le plus universel possible, CHERLOC SA propose de connecter au récepteur un calculateur de poche (PSION Workabout) dans lequel les routes et les points sont transférés. Ce calculateur a un petit écran graphique qui apporte une option de visualisation de la position mesurée par rapport aux points d'amer qui n'existe pas sur tous les récepteurs. Son clavier très complet et le logiciel fourni permettent en outre la collecte de données sur le terrain. Les données recueillies pourront venir compléter et enrichir le croquis numérique de départ.

Enfin, le crayon de lecture peut, lui aussi, faire partie du dispositif de terrain. Dans ce cas, la mission peut être reconfigurée en cours même d'opération.

(CHERLOC : 22 rue Raymond LEFEBVRE - BP 30 - 94251 GENTILLY - tél : 01 41 24 80 00 - fax : 01 45 46 46 06)



quelques câbles

storebaelt
east
bridge

pour
un
pont

Nicolas Brisset. Service topométrique du chantier GEC ALSTHOM SDEM

Le numéro 66 d'« XYZ » nous présentait un pont hors du commun en construction en Scandinavie : le pont du Storebælt qui reliera dans un proche avenir l'île de « sea-land » où se trouve Copenhague, à la partie continentale du Danemark. Nous allons ici continuer la présentation des travaux d'une manière générale, et des mesures topométriques, en particulier.

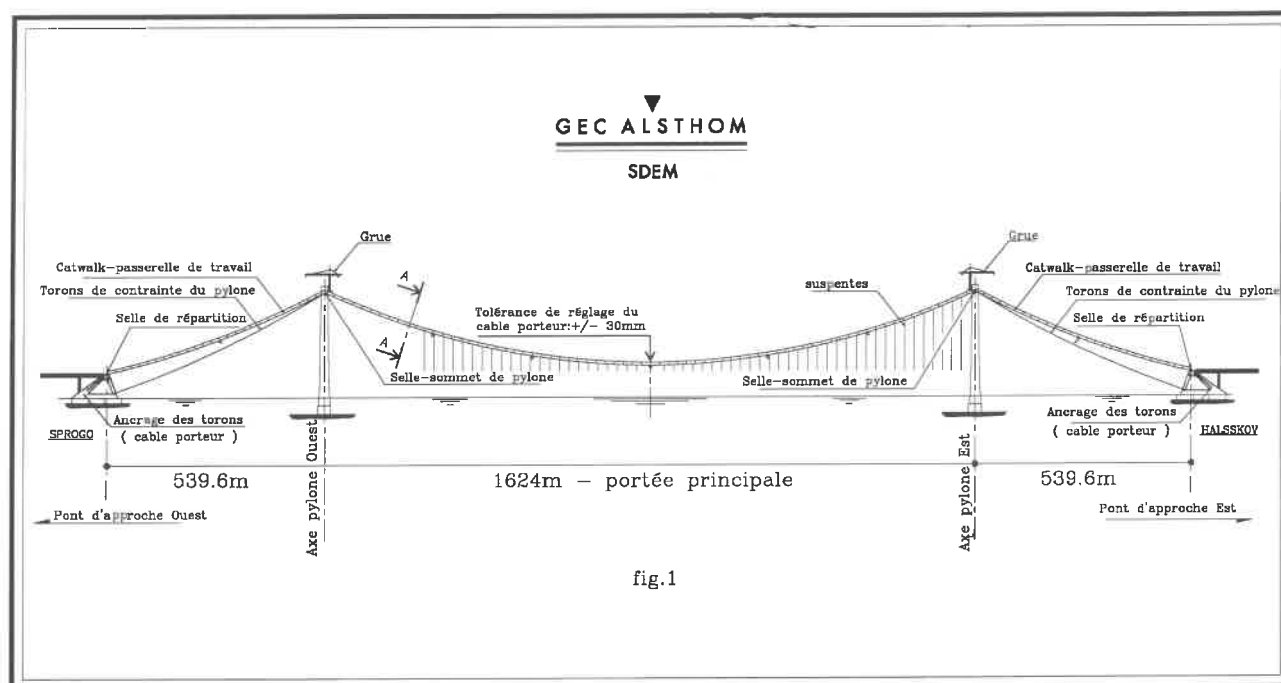
Les ponts d'approche Est et Ouest de respectivement 2700 et 1600 m de long sont terminés, et nos efforts se concentrent donc sur le pont suspendu central, d'une longueur totale de 2700 m, qui permet de franchir à plus de 65 mètres au dessus du niveau de la mer un canal maritime international qu'utilisent quotidiennement des navires de fort tonnage. La portée principale entre les deux pylônes qui culminent à 254 m, est de 1624 m, ce qui constitue le record de longueur du monde occidental. Une portée principale de 1900m a été réalisée récemment sur le pont d'Akashi Kayko, au Japon.

Nous nous intéressons plus particulièrement dans les lignes suivantes à la réalisation de la partie « câble » du pont suspendu, c'est à dire à la confection des câbles

porteurs et au montage des suspentes (voir fig.1). Les câbles porteurs principaux, au nombre de deux (un de part et d'autre du pont) sont en réalité fabriqués d'un seul tenant : leurs extrémités sont fixées aux 2 massifs d'ancrage construits en pleine mer, et sont supportés au sommet de chaque pylône par l'intermédiaire d'une selle d'environ 100 tonnes. Ils forment la pièce maîtresse de l'ouvrage : leur géométrie définit la régularité du profil en long et donc la répartition de la charge du pont sur l'ensemble des suspentes préfabriquées. Ils supportent l'ensemble du poids de la partie suspendue : leur solidité et leur qualité de fabrication doit être sans faille.

L'activité de montage de la partie câble se divise en trois grandes étapes : le pré-spinning, le spinning et le post spinning. Que de noms barbares (et anglais de surcroît !), mais j'espère vous éclairer en vous traduisant « spinning » par « tissage » et vous informant que le câble principal est en réalité tissé (ou filé !) sur place.

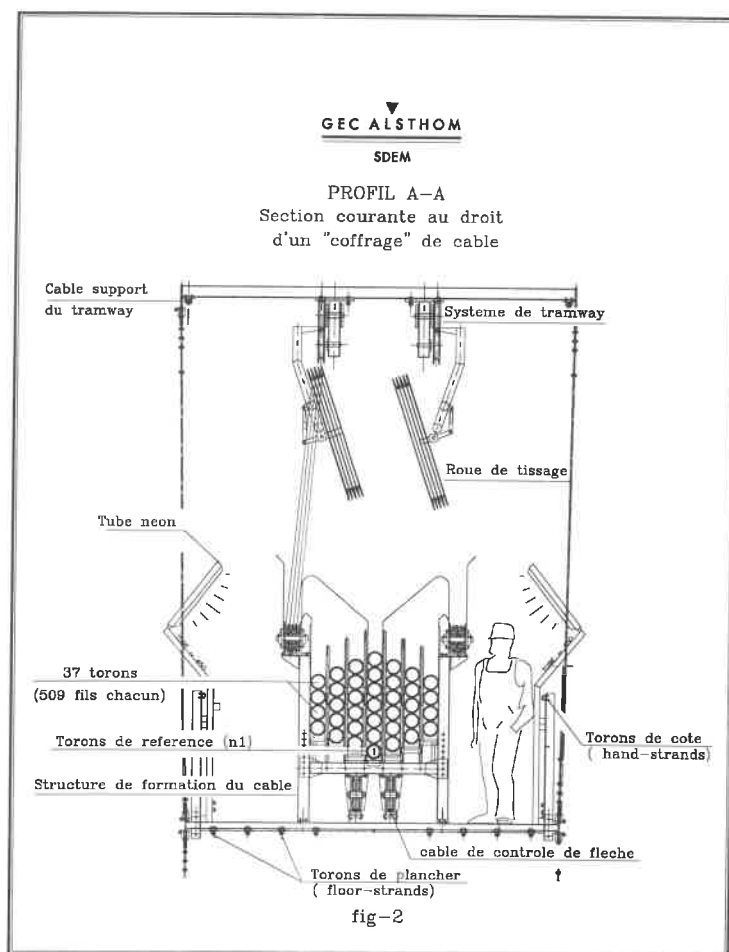
Les activités de « pré-tissage » rassemblent tous les travaux réalisés avant la confection du câble porteur lui-même. Dans le détail il s'agit des activités suivantes :



- Établissement des accès maritimes et des grues au sommet du pylône.
- Montage et réglage des structures métalliques provisoires en tête de pylône et massif d'ancrage.
- Montage et réglage des selles
- Mise en place des câbles de précontrainte arrière du pylône et mise en tension : en effet, afin d'obtenir un pylône vertical lorsque l'ensemble du pont est achevé (les tensions horizontales au sommet sont alors équilibrées), il a été nécessaire de contraindre cet appui de 1,240 m vers le massif d'ancrage, pendant la réalisation du câble porteur.
- Réalisation et réglage de la passerelle temporaire de travail, parallèle au profil du câble porteur. Le terme anglais pour cette passerelle se traduit par « chemin du chat », ce nom vous donne un ordre d'idée...
- Montage et ajustement de la machine de tissage (ou filage !) du câble principal.

L'ensemble de ces activités a débuté en novembre 1995 pour s'achever le 1^{er} juillet 1996, date de commencement du « tissage », ou spinning. Elle a mobilisé une moyenne de 40 personnes spécialisées dans les travaux de câbles, à mettre en œuvre en conditions difficiles et dangereuses. Les hautes exigences de sécurité inhérentes à ce genre d'ouvrage ont cependant été respectées, et ont permis de ne déplorer aucun accident grave pendant ces travaux.

L'activité tissage ou « spinning » consiste à fabriquer les deux câbles porteurs. Le câble est constitué de 37 torons eux-mêmes constitués de 509 fils métalliques galvanisés de 5mm de diamètre. Ceux-ci sont déposés à l'aide d'une roue mobile, qui voyage le long de la passerelle de travail (d'ancrage à ancrage et retour...) en utilisant un système de tramway. Ce procédé de tissage est la méthode traditionnelle de construction d'un câble de cette taille, contrairement au procédé mettant en œuvre des torons préfabriqués, particulièrement maîtrisée par les entreprises Japonaises. Il y a donc un total de 18833 fils dans chaque câble soit un total d'environ 110 000 kms de fils (plus de deux fois et demi le tour de notre terre...).



Une fois terminé, le câble porteur se présente sous forme hexagonale de hauteur et largeur 910 mm, pour un poids total, par câble, de 10 000 tonnes. Ce travail a été achevé dans un temps record de quatre mois et demi, et a mobilisé environ 200 personnes.

Après quelques célébrations réglementaires, l'activité du « post-spinning » (après tissage) a commencé fin novembre 96 et consiste, en détail, à la réalisation des travaux suivants :

- Compactage du câble porteur afin de réduire les espaces vides et donner au câble une forme circulaire de diamètre final 830mm.
- Montage des colliers et des suspentes associées.
- Protection du câble : mise en place d'un cerclage continu, étanchéité puis peinture.
- Travaux de démontage : machineries, structures métalliques, passerelle de travail etc.

L'achèvement de ces travaux coïncidera avec la fin de ceux engagés sur le tablier suspendu et nécessitera le travail d'une trentaine de personnes.

Les activités de mesure sont évidemment nécessaires, et d'une grande importance, durant tout le montage et spécialement à chaque phase d'ajustement. La position des câbles porteurs ainsi que l'emplacement des ancrages de suspentes définissent le profil final du tablier suspendu. L'erreur n'est pas possible. La faute encore moins.

Comme vous avez pu le constater, le travail des câbles est une succession d'activités différentes, rarement répétitives, qui demandent une adaptation quotidienne et la

mise en œuvre de procédés de mesures nouveaux. Cette difficulté donne une nouvelle dimension au travail du géomètre et rend la pratique topométrique appliquée à ce genre d'ouvrage particulièrement intéressante.

Je propose de décrire un peu plus en détail deux mesures innovantes, réalisées à deux moments critiques des travaux :

La première consistait à ajuster très précisément les huit câbles formant le plancher de la passerelle temporaire, dès le début de son montage, sans accès humain possible. Cette passerelle doit être rigoureusement parallèle au profil du câble porteur, puisqu'elle forme le « coffrage » des fils et des torons, pendant le tissage. Or, il est beaucoup plus facile et donc plus rapide d'ajuster ces câbles libres et non chargés (donc au tout début des activités) que de le faire une fois la passerelle complètement équipée. Afin de réaliser cette mesure, le service topométrique, associé au bureau d'étude, a conçu un chariot permettant de recevoir une antenne GPS enregistrant en mode cinématique (ou un prisme), maintenue verticale grâce à un système de balancier. Ce chariot fut placé et lancé sur les huit câbles se balançant encore libres. Le profil fut donc enregistré et ajusté dès le lendemain dans la chaînette théorique, calculée par le bureau d'étude. Cette mesure qui s'est avérée être un

succès, nous a permis de sauver quelques précieuses journées de réglage, juste avant le début du « tissage ».

La seconde est certainement la mesure la plus importante réalisée sur l'ensemble du pont. Elle consistait à ajuster le premier toron du câble porteur. Le toron terminé est formé de 509 fils maintenus ensemble à l'aide de cerclages réguliers, pour constituer un câble d'environ 130 mm de diamètre. Le but est alors de l'amener suivant une chaînette connue et libre (aucun point d'appui toléré entre les selles, d'où l'importance d'un réglage précis de la passerelle de travail). Le toron est manœuvré à l'aide de systèmes hydrauliques suivant les indications du géomètre. Le résultat de la mesure doit donc être connu en « temps réel ». Cependant, le profil théorique du câble dépend de 3 autres facteurs qu'il est nécessaire de mesurer précisément en même temps que l'altitude du centre de la portée. Il s'agit dans le détail de :

- L'altitude des selles au sommet du pylône (cette altitude varie en fonction de la température des armatures internes de cet appui)
- La distance exacte entre pylône et en particulier entre selles (distance variable de quelques centimètres au cours de la journée)
- La température du toron (mesurée en plusieurs points), qui doit être, au moment du réglage final, uniforme et constante (mesure effectuée de nuit)
- L'altitude au milieu de la portée principale a été déterminée à l'aide de la technique GPS temps réel, contrôlée par la méthode traditionnelle en visée depuis le sommet du pylône (utilisation de tachéomètres de précision type TC2002).

La tolérance contractuelle de réglage est de ± 30 mm. Les techniques et instrumentations de pointe sont alors obligatoires pour pouvoir espérer atteindre une telle précision. Les conditions extérieures doivent être idéales, et le vent, en particulier, doit être faible, voire nul.

Vous comprendrez aisément la difficulté et l'importance d'un tel réglage qui demande une énorme préparation sur le plan de la mesure elle-même. Tous les autres torons du câble porteur sont ajustés localement, en fonction du premier. Une fois encore, les conséquences d'une erreur sont inestimables. La faute : inconcevable.

Finalement, seul le souvenir inoubliable de quelques nuits blanches perdure. La satisfaction professionnelle d'un travail difficile, fini, et bien fait est tenace. Le géomètre est un maillon parfois oublié de la chaîne de travaux ; cependant, sur cet ouvrage, le travail de l'équipe topométrique est apprécié et reconnu. La confiance du client est un atout certain qu'il est nécessaire d'entretenir chaque jour, dans la volonté d'effectuer un travail de qualité. Le géomètre doit ici être le guide et le garant d'un réglage.

La réalisation de ces mesures m'a renforcé dans ma conviction que le géomètre doit rester humble, tant il doit apprendre chaque jour, comme chacun des ingénieurs travaillant sur le projet. La pratique de la mesure doit être associée à une connaissance de la structure. Seul, le géo-

mètre ne peut rien : l'équipe qu'il forme avec l'ingénieur d'étude et le calculateur est indissociable ; tous doivent se comprendre et parler le même langage.

Mesurer pour mesurer est inutile et surtout dangereux. Il est devenu complètement nécessaire de connaître et comprendre en détail ce que l'on va mesurer et pourquoi on le fait pour définir le moment, la technique et l'instrumentation à mettre en œuvre. Cette connaissance est indispensable pour définir de même l'ensemble des paramètres à appréhender, les conditions à réunir et l'emplacement de la mesure afin d'obtenir un résultat fiable, exploitable et de qualité. Ceci est particulièrement applicable au réglage des câbles qui sont, par définition, des structures instables et soumises à l'influence des nombreux éléments extérieurs.

Les quatre grues spécialement conçues pour le levage des sections suspendues sont désormais en place. Le premier élément préfabriqué sera monté dans un avenir proche. Les travaux se continueront tout l'été pour s'achever à l'automne prochain. Plus que 2700 m à gagner sur la (haute) mer, une paille...

NDLR. Rappelons que la Fédération Internationale des Géomètres (FIG) organise, à Copenhague un symposium du 2 au 6 juin 97 sur le thème « Topographie des projets de tunnels et grands ponts ». À cette occasion est organisée une visite du chantier décrit et d'autres ouvrages du lien fixe Danemark/Suède.



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

la
solution
g.p.s



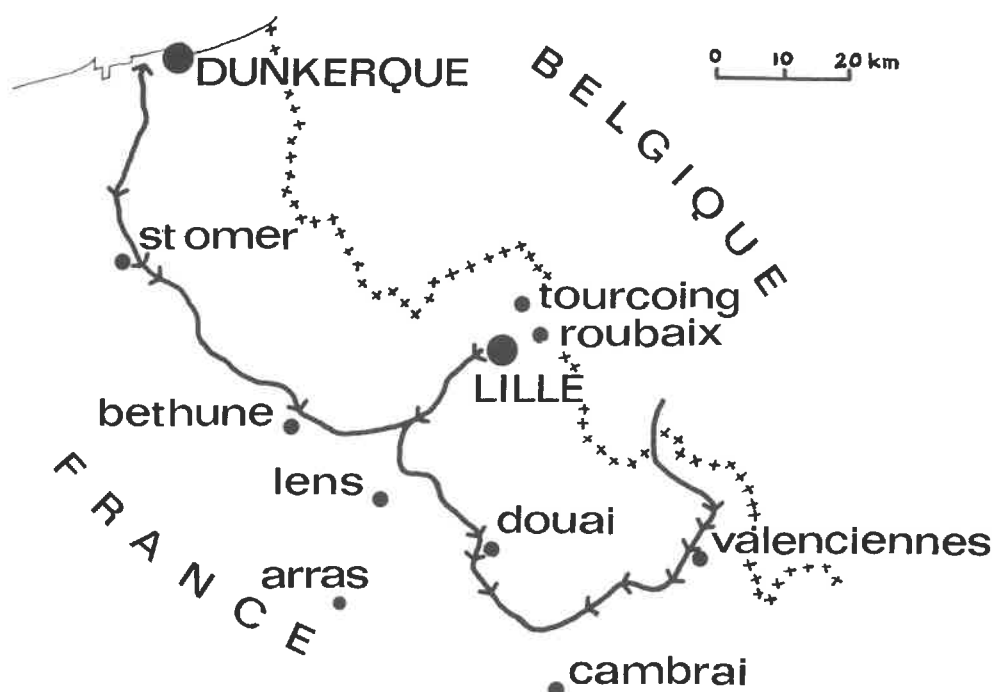
*François Morel. Ing. ESGT (promo 96)
(SCP. J. Misson et F. Morel. G.E. dplg associés)
Partenaires : ACTHYD. SGDS international. GPH.*

première 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 lever 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.





Berge dégagée — adaptée au lever GPS

LES PARTICULARITÉS DE LA MISSION

Le terrain

Le canal à grand gabarit du Nord-Pas-de-Calais a une longueur de 210 km. Sa largeur moyenne est d'environ 50 m et sa profondeur varie de 50 cm en bord de berge (hors configuration particulière du type quai) à 4 m 50 environ à l'axe. Géographiquement, le chantier s'étend de Mortagne-du-Nord (frontière belge du côté de Valenciennes) à Dunkerque (mer du Nord) en passant entre autres, par les villes de Valenciennes, Denain, Douai, Lille, Béthune et Saint Omer. Le canal compte le long de ce tracé, 16 biefs avec une dénivellée totale de 33 m entre le bief le plus haut et celui le plus bas.

Les berges du canal sont de nature variable. On notera d'abord la présence de berges instables à végétation denses de Mortagne à Denain soit sur le quart du tracé. Ensuite, la qualité des berges devient meilleure (berges bétonnées ou empierrées) mais jusqu'à Béthune elles restent relativement peu dégagées (présence d'une bande de végétation d'environ 5 m au-delà des chemins de halage le long du canal). Enfin, sur la dernière partie du tracé (de Béthune à Dunkerque) soit le tiers du parcours, le canal est bien dégagé (en dehors des zones urbanisées) et très accessible.

Deux éléments semblent importants à noter dans cette description. D'abord la possibilité d'utiliser le GPS sur les berges du canal, sur la majeure partie du tracé même si localement, la végétation posera des problèmes de réception du signal satellite (obligation d'utiliser le



Rangée d'arbres pouvant poser des problèmes locaux

niveau et la chaîne en se basant sur un point levé par GPS). Ensuite, la possibilité d'accéder facilement aux berges à partir d'un bateau à faible tirant d'eau sur les trois quarts du tracé (berges bétonnées).

Les spécifications

La mission qui nous a été confiée consistait à lever :

- 414 profils à sec et en eau du TN rive gauche au TN rive droite.
- 152 ponts par deux points XY à l'axe.

La description du travail telle que définie dans le marché était la suivante :

« Les profils comportent environ 10 à 12 points sur chaque rive (fossés, bords des chemins de services, talus du canal...) et tous les points en eau nécessaires à la représentation du profil complet, (...). Les points en eau seront espacés de 1 m sur les zones en talus et de 5 m sur les zones horizontales délimitées par le plafond du canal. Sur les zones en talus, une dénivellée supérieure au mètre sur un intervalle de 1 m devra faire l'objet d'une recherche ponctuelle pour déterminer une rupture de pente éventuelle. »

Aucune technique de levé particulière ne nous a donc été imposée par les VNF. On notera en outre que seul 15 km de berges sur les 210 à lever étaient munis de points de référence connus en XYZ (un point tous les 500 m environ). Il s'agit du tronçon entre le port de Lille et la jonction des canaux (après l'écluse de Don).

La position des profils à lever tous les 500 m a été imposée par les Voies Navigables de France sous la forme de points d'axe théoriques connus en XY dans le système Lambert I. Toutefois, il nous était possible de nous déporter de ± 50 m par rapport à ces profils théoriques, en cas de difficulté de mesure (mauvaise réception du signal satellite, présence de péniches le long des berges du canal...).

Les tolérances

Compte tenu de l'utilisation qui sera faite de ces profils, calcul de cubature pour l'avant-projet sommaire de la liaison à grand gabarit Nord-Seine, et de la nature des berges et du fond de canal (vase), les valeurs suivantes ont été retenues :

- **Points caractéristiques** : (bord de berge en béton, chemin de halage, autre point « dur ») : précision relative d'environ **3 cm** en XY et Z.
- **Autres points en topométrie** : Précision relative inférieure à **5 cm** en XY et Z avec possibilité de se décaler de quelques mètres, en conservant un Z et un abscisse constant si le lever d'un point particulier du profil s'avère impossible.
- **Bathymétrie** : Précision relative d'environ **5 cm** en XY et Z. L'objectif pour la bathymétrie était entre autre d'assurer une cohérence entre le dernier point de bathymétrie et le premier point de levé topométrique (continuité du profil).

À cette précision, il convient d'ajouter la notion « d'écart maximal par rapport à l'axe théorique du profil en travers ». Il a été fixé à ± 1 m compte tenu de la manœuvrabilité du bateau et des conditions de navigation (temps de réponse du moteur, vent, courant, passage de péniches...). On comprend aisément qu'au regard de la distance interprofil (500 m) et de la régularité du fond du

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 bathymaître

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 bathymaître 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

canal (faible variation du Z, perpendiculairement au profil en travers), un tel écart n'a qu'une incidence marginale sur la modélisation du fond du canal.

Conclusion

Les caractéristiques de ce chantier étaient donc les suivantes :

- Une configuration en linéaire sur 210 km et 100 m de large environ (dont 50 m immergés).
- Des berges relativement dégagées sur les deux tiers du tracé et généralement accessibles à partir d'un bateau à faible tirant d'eau.
- Une position des profils imposée par les voies navigables avec un décalage de ± 50 m en cas de difficulté de mesure.
- La possibilité de se décaler de quelques mètres par rapport au profil théorique tout en conservant un abscisse précis et un Z cohérent.
- La nécessité d'assurer une continuité entre la bathymétrie et la topométrie.
- L'absence de points de référence (polygonation) sur la plupart des berges du canal.

Dès lors, la solution GPS temps réel nous a semblé être la plus compétitive, d'autant plus qu'elle répondait à plusieurs exigences :

- Réduire le temps d'installation et le nombre des stations de référence sur le canal malgré la configuration du chantier (210 km en linéaire). Il convient de noter que l'établissement d'un canevas n'était pas explicitement présent au marché.
- Utiliser une méthode permettant d'effectuer à la fois le lever topométrique et bathymétrique.
- Obtenir une précision de quelques centimètres en X, Y et Z.
- Pouvoir se positionner en temps réel sur un profil théorique imposé tout en gardant une souplesse de mesure (léger décalage possible).
- Fournir des coordonnées XYZ Lambert de tous les points mesurés sur le terrain.

Compte tenu de l'envergure et de la configuration du chantier, l'utilisation de la topométrie classique était difficilement envisageable. La description précise de la méthode GPS Temps réel et des résultats obtenus, va par la suite en faire l'illustration.

Pour la topométrie

La méthode GPS semi-cinématique en temps réel permet d'obtenir in situ, les coordonnées tridimensionnelles des points levés. Pour cela, un récepteur GPS dit « pivot » est placé de façon statique sur un point connu dans le système WGS84. Un autre récepteur (« mobile ») occupe les uns après les autres les points à localiser, avec une phase de mesure statique de quelques secondes sur chaque point.

Un lien radio transmet en continu vers le récepteur mobile les mesures effectuées par le pivot. Le calculateur du mobile peut alors déterminer en temps réel la position précise des points levés après résolution des ambiguïtés entières. Cette résolution peut se faire lors d'une phase d'initialisation statique ou plus commodément pendant le déplacement. On parle alors de résolution en vol (On The Fly).

Les coordonnées de chacun des points mesurés sont ainsi déterminées et contrôlables presque instantanément. La précision relative est de l'ordre de 1 cm + 2 mm/km en planimétrie et 2 cm + 2 mm/km en altimétrie dans un rayon pouvant aller jusqu'à 10 km autour de la station de référence (pivot).

Toutefois, il convient de noter que le GPS ne permet d'obtenir qu'une hauteur ellipsoïdale et non une altitude. Suivant les ondulations du géoïde par rapport à l'ellipsoïde de référence choisi et en l'absence d'un modèle local précis, la qualité de l'altimétrie peut donc être dégradée de plusieurs centimètres par kilomètre.

Pour la bathymétrie

Là encore, la méthode GPS temps réel permet d'obtenir instantanément les coordonnées du centre de phase de l'antenne à l'aide du lien radio. Le bateau ne pouvant avoir de phase rigoureusement statique, les mesures s'effectuent en continu (cinématique pure) fournissant ainsi une surdensité de points. Le levé s'apparente alors à de la trajectographie. De même, la résolution des ambiguïtés entières se fait forcément en mouvement (On The Fly).

La précision relative sur les points mesurés est la même que pour le levé terrestre (1 cm + 2 mm/km en planimétrie et 2 cm + 2 mm/km en altimétrie).

Matériel utilisé

- 3 récepteurs GPS Bifréquence Trimble (modèle 4000 et 4400).
- 3 radios modems SATEL (1 émetteur et 2 récepteurs).
- 1 sondeur électroacoustique Tritech.
- IPC portable comprenant le logiciel de navigation et d'acquisition de données bathymétrique SATS développé par GPH.



Rangée d'arbres rendant aléatoire le levé des points (fonction de la configuration spatiale des satellites)

Processus de mesure

Un récepteur GPS ainsi que la radio émettrice sont placés sur la station de référence connue en coordonnées Lambert et après transformation, dans le système WGS84. Celle-ci sert de station de référence commune pour le levé bathymétrique et topométrique.

Un deuxième récepteur GPS placé dans un sac à dos, relié à un carnet de terrain électronique et à une radio réceptrice portable permet l'acquisition des données topométriques. Enfin, un troisième récepteur GPS avec radio réceptrice situé sur le bateau et couplé à un sondeur permet d'effectuer les mesures bathymétriques. L'enregistrement des données du GPS et du sondeur se fait alors sur un PC à l'aide d'un logiciel spécial d'acquisition de données bathymétriques.

Cette méthode nécessite donc une équipe de trois personnes, une personne responsable de la station de référence et des changements de pivot qui évolue indépendamment des deux autres (déplacements en voiture), une personne responsable des mesures bathymétriques et pilote du bateau et une troisième effectuant les mesures topométriques. Le mode de déplacement d'un profil à l'autre pour les mesures terrestres est le bateau, les berges étant accessibles à partir du canal.

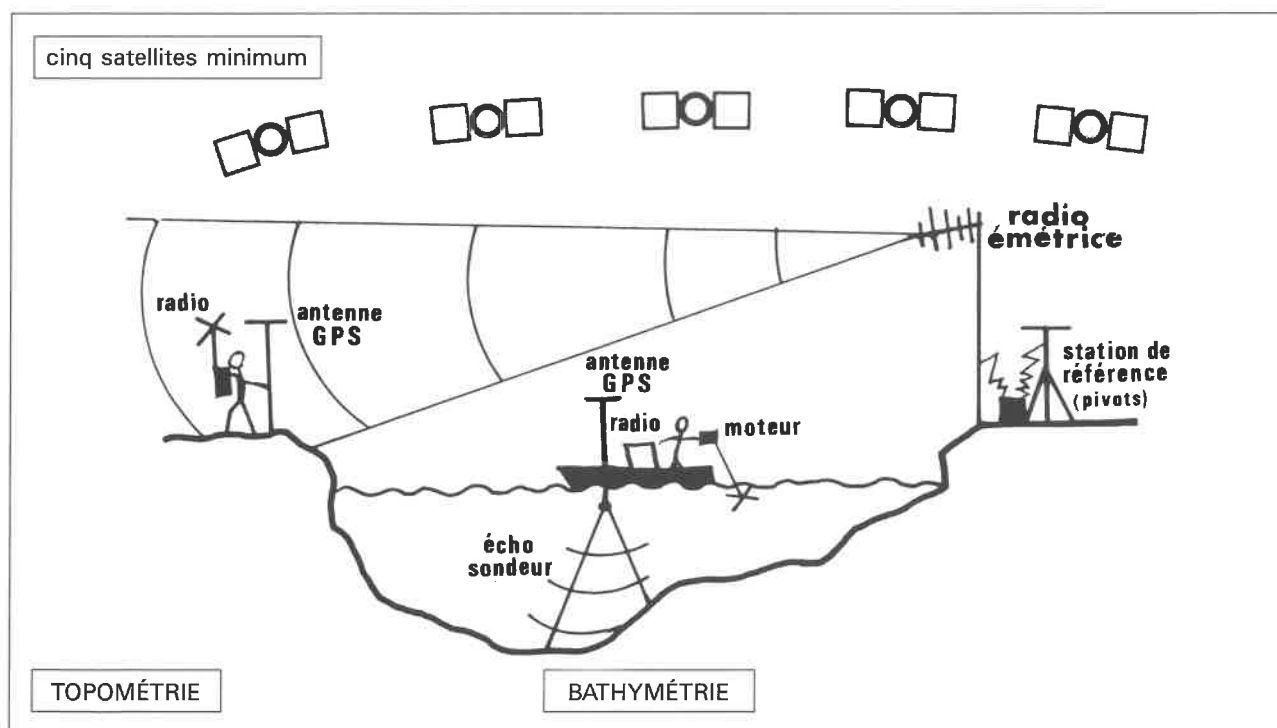
il s'agit du logiciel **SATS** développé par **GPII** (Philippe Gaudillère). Il permet en outre d'acquérir simultanément les données GPS et les données d'un sondeur électroacoustique à une cadence paramétrable (dans notre cas 5 Hz soit 5 mesures par seconde).

Ce type de mesure nécessite bien sûr un traitement particulier pour épurer les données enregistrées (suppression des points litigieux) et ne conserver que ce qui est nécessaire (un point par mètre ici). Ce traitement sera également effectué à partir du logiciel SATS. Nous en décrirons les grandes lignes plus tard (lissage du fond du canal, lissage du « plan d'eau », interpolation pour obtenir les coordonnées XYZ des points du fond du canal tous les mètres...).

ÉTABLISSEMENT DU CANEVAS DE POINTS DE RÉFÉRENCE

La phase de préparation du chantier consistait essentiellement à mettre en place **les points de références** le long du canal en fonction des résultats de la reconnaissance terrain et à préparer le fichier de **points d'axe** des profils en travers (2 points par profil) à insérer dans la base de données du logiciel SATS (droites de référence utilisées pour la navigation).

SCHEMA DE PRINCIPE



Pour se positionner sur l'axe des profils à mesurer, les données du GPS utilisées pour la bathymétrie sont exploitées en temps réel (grâce à la liaison radio) par un logiciel de **navigation**. Le pilote connaît ainsi à tout moment sa position par rapport à l'axe du profil à mesurer (distance et cap à suivre). La méthode GPS temps réel permet ainsi d'éviter la phase d'implantation sur le terrain de l'axe des profils à lever.

Le logiciel utilisé dans le cadre de ce chantier regroupe les fonctions de navigation et d'acquisition de données,

Le nombre de stations installées

La mission de préparation était donc principalement une mission de mise en place d'un canevas de points le long du canal. Les avantages de la méthode GPS Temps réel sont dans cette optique certains. En effet, les profils étant espacés de 500 m, une méthode de levé classique aurait impliqué la mise en place d'au moins une station par profil, soit 420 stations minimum pour l'ensemble du chantier. Compte tenu de la précision de la méthode et de la portée théorique des radios, le recours au GPS

permettait d'envisager l'installation d'une trentaine de stations soit, une tous les 6 km.

En réalité, la nécessité d'un lien radio permanent entre la station de référence et les mobiles nous a obligé à réduire la distance entre les stations. En effet, les constructeurs garantissent pour les radios une portée **en vue directe** allant jusqu'à 3 à 5 km suivant le type d'antenne utilisé. Mais chaque obstacle rencontré entre l'émetteur et le récepteur peut limiter fortement cette portée en fonction de sa nature (béton, acier, bois feuillu ou non...).

Dans le cadre de notre chantier, les obstacles étaient non seulement les ponts et autres ouvrages de franchissement du canal mais également et surtout les méandres de ce dernier et donc la végétation à ces abords. La reconnaissance du terrain a ainsi permis d'identifier les positions propices à l'implantation des stations, à la fois pour optimiser l'utilisation des radios mais également pour capter un nombre suffisant de satellites pour le GPS. De manière générale, nous avons choisi les points les plus hauts rencontrés le long du canal (la portée des radios est d'autant plus grande que l'antenne émettrice est haute).

En définitive, la distance moyenne constatée entre les stations de référence est de **3 km**, portant ainsi le nombre de pivots à **65**.

Précision escomptée

Chaque station couvre donc en moyenne un linéaire de 3 km de canal (1,5 km de part et d'autre). D'où le tableau de précision suivant :

	XY	Z
Précision relative (source documentation Trimble)	1 cm + 2 mm/km	2 cm + 2 mm/km
Précision relative à 1,5 km	1,3 cm	2,3 cm

Il convient pour être tout à fait exact d'ajouter aux valeurs ci-dessus l'erreur due à l'ondulation du géoïde par rapport à l'ellipsoïde supposée être de l'ordre de 1 cm/km dans notre cas (valeur confirmée lors du nivellement des stations). La précision relative obtenue en altimétrie à 1,5 km est de **3,8 cm** tant pour la topométrie que pour la bathymétrie. Bien entendu, la précision absolue sera identique sous réserve d'avoir calculé, sur la station de référence, l'écart entre le géoïde et l'ellipsoïde (nivellement des stations).

Enfin, pour la bathymétrie, il faut également ajouter la précision du sondeur qui est de l'ordre de **5 cm** s'il est correctement calibré (modification de la vitesse de propagation du son dans l'eau à chaque changement de bief ou des conditions météorologiques).

Méthode de mesure et résultats

Le système de mesure utilisé pour la réalisation du canevas de points de référence est le GPS. Pour obtenir une précision suffisante et un réseau de point cohérent d'un bout à l'autre du chantier, l'exploitation des mesures a été effectuée en Post-traitement au bureau (calcul de compensation, calcul de paramètre de transformation, adaptation du réseau IGN...). Deux méthodes de mesures par GPS ont été successivement mises en œuvre sur le terrain.

Dans un premier temps, c'est la méthode du rayonnement à partir d'un point IGN situé à moins de 10 km qui a été choisie. Les points IGN sont alors reliés entre eux par un polygone pour d'une part valider leur position (comparaison des lignes de base) et d'autre part calculer les paramètres d'adaptation des vecteurs GPS au réseau local. Par ailleurs, par mesure de contrôle, un point double a été mesuré entre chaque paire de points IGN.

L'inconvénient de cette méthode est qu'elle ne permet pas de déceler une faute sur l'un des points rayonnés. Elle n'est donc pas fiable à 100 % et n'a été utilisée que pour le quart des stations mesurées (15 stations sur 65). Bien entendu, un contrôle des stations a été effectué sur le terrain lors du levé sous la forme de points doubles mesurés par GPS en temps réel entre chaque station de référence. Cela nous a permis de valider les résultats trouvés par la méthode du rayonnement.

Dans un second temps, c'est la méthode du cheminement qui a été utilisée. Les récepteurs progressent alors à « saute-mouton », chaque station étant reliée à ses voisines par un vecteur GPS. Les points IGN sont levés au passage tous les 15 km environ, et les cheminements sont refermés tous les 45 km. Ce mode opératoire se prêtait particulièrement bien à la configuration de notre chantier (chantier linéaire). Les temps de mesure choisis pour les lignes de base entre deux stations étaient de 10 min (Fast Static) et entre deux points IGN de 25 à 40 min.

Pour le traitement, le chantier a été décomposé en 4 zones tant par souci d'homogénéité que pour permettre la progression des travaux de levé des profils. Pour chaque zone, l'intégration des vecteurs au réseau IGN a été effectuée par la méthode à 7 paramètres (3 translations + 3 rotations + 1 facteur d'échelle) avec un recouvrement entre zones pour obtenir un réseau de stations cohérent d'un bout à l'autre du chantier. N'oublions pas que les coordonnées de deux points IGN de 4^e ordre distants de 10 km sont déterminés à 20 cm près !

Au minimum, quatre points d'appui IGN ont été utilisés pour chaque transformation, avec entre zones voisines, au moins un point IGN commun. Nous avons ainsi trouvé, lors du calcul des paramètres de transformation, un résidu moyen sur les points IGN pour les quatre zones **inférieur à 4 cm** et un écart maximal entre deux zones de **5 cm**.

La cohérence du réseau a de plus été vérifiée en temps réel sous la forme de point double pris à partir de deux stations consécutives. Les écarts trouvés ont été en moyenne de l'ordre de **3 cm en planimétrie et 2 cm en altimétrie** (ce qui correspond à peu près à la précision du levé GPS en temps réel !).

Nota : La réalisation du réseau de points de référence a été mise en œuvre sur le terrain dans un premier temps à l'aide du matériel Trimble. Ensuite, afin de permettre aux travaux de levé des profils de progresser, nous avons utilisé deux autres récepteurs (GPS Leica System 200).

(fin de la première partie)

La deuxième partie de cet article paraîtra dans notre prochain numéro (72) en septembre. Elle traitera de la productivité, du traitement des mesures et du comportement du matériel.

mesure des autoroutes par le système Clear Cone

Raoul Quadvlieg, ancien élève de l'école polytechnique de Delft. Société Kontek (NL)



La circulation sur autoroute augmente chaque année en Pays Bas comme en France. Si la circulation est coupée pour faire des mesures, elle cause souvent des bouchons. Avec le système « Clear Cone », on peut mesurer les autoroutes sans couper la circulation. La meilleure application de ce système est la production d'un modèle topographique digitalisé, nécessaire pour la reconstitution des routes. Des analyses ont montré que si on utilise un modèle topographie digitalisé, le coût de la reconstitution baisse de 15 %. Le bureau national des mesures des Pays Bas a adopté ce système de Clear Cone et depuis deux ans, les autoroutes des Pays Bas sont mesurées avec ce système.

Description du système « Clear Cone »

Le système est composé d'un théodolite électronique, d'un distance-mètre sans réflecteur, d'une voiture de mesure et du logiciel spécifique.

Ainsi la chaussée peut être mesurée dès à présent à partir des côtés de l'autoroute sans couper la circulation. Le système est positionné sur la bande d'arrêt d'urgence. La précision du pointage horizontal est ± 2 cm, vertical 0.3 cm. La fiabilité atteint ± 6 cm en azimuth et de 1 cm

en hauteur. Les termes précision et fiabilité sont définis dans [ref 1].

Le système est placé sur le toit d'une voiture ; un dispositif de stabilisation permet de le rendre indépendant de la voiture pendant la mesure.

Le principe de la mesure, est le positionnement libre. Cela signifie qu'il n'est pas nécessaire de positionner l'automobile sur un point déterminé : la position de l'instrument est déterminée par la mesure de trois points de référence. Par cent mètres, un point de référence est utilisé. (figure 1)

Le raccordement du système géodésique local au système doit être fait tous les 500m par GPS et nivellement.

Applications

En dehors de la production d'un modèle topographique digitalisé, le système Clear Cone est aussi utilisé pour la mesure des barrières de sécurité, pour obtenir une coupe transversale, pour placer les panneaux d'indication routière et pour mesurer la hauteur d'un pont depuis la route que ce pont traverse.

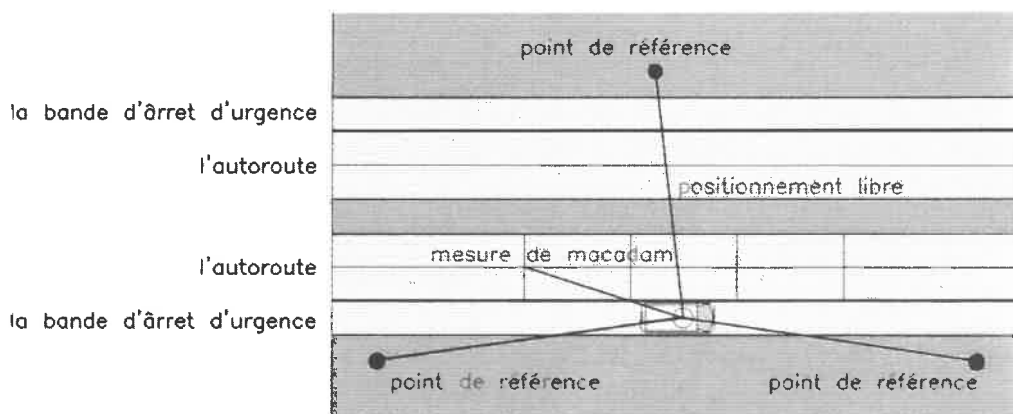


Figure 1 : le principe de mesure

Le traitement des données est réalisé par un logiciel développé spécialement dans ce but. Le logiciel AutoCAD permet d'obtenir une représentation des données sous la forme de coupes transversale et longitudinale. Ci-dessous un exemple d'une coupe transversale :

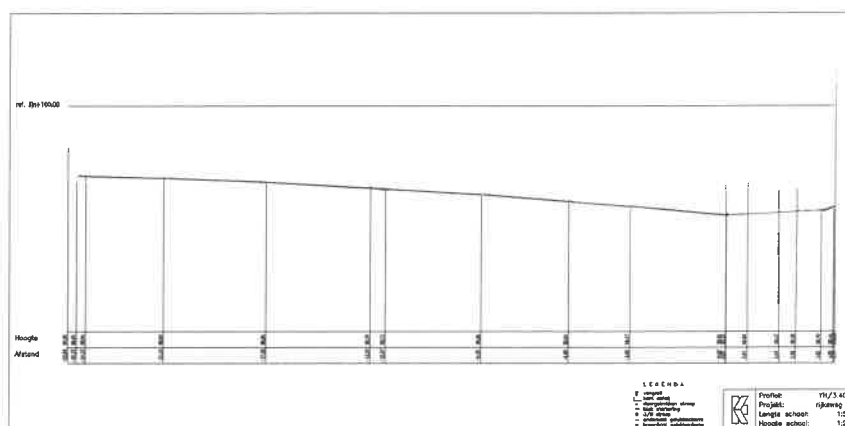


Figure 2 une coupe transversale de l'autoroute près d'Amsterdam avec 5 voies routières et une bande d'arrêt d'urgence.

La précision des mesures

À ce moment, un théodolite et un distance-mètre sans réflecteur sont utilisés qui ont le désavantage de n'être pas coaxiaux. Donc avant chaque positionnement, l'instrument doit être calibré.

Ci-dessous, un test est élaboré. Le test consiste en une mesure de 20 points, qui sont marqués sur le macadam avec des petits points jaunes. Le point le plus proche de l'instrument est à cinq mètres, et le point le plus loin est à 40 mètres. Tous les points sont mesurés avec un tachymètre et par nivellement. Après ça, les points sont aussi mesurés avec « Clear Cone ». Les différences sont visualisées dans les figures suivantes. Sur la figure 3, la différence de hauteur est visualisée, à l'axe Y, le numéro de point est indiqué et à l'axe X la différence en hauteur en mètres. En figure 4, les différences en x, y avec à l'axe X le numéro de point et à l'axe Y la différence en coordonnées en mètres. Notez bien les différences entre les figures.

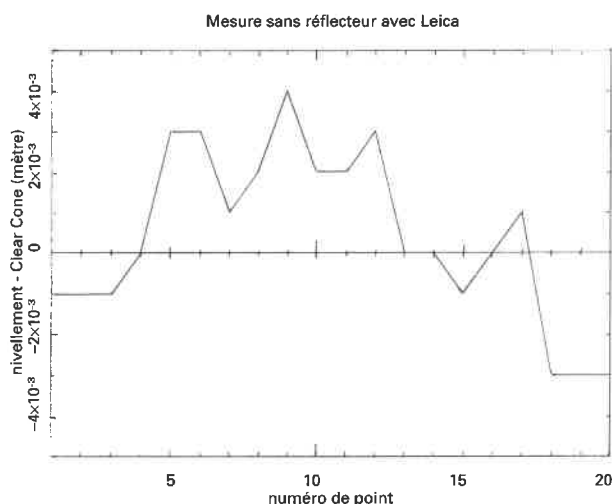


Figure 3 : les différences entre la hauteur mesurée par nivellement et Clear Cone équipée de Leica en mètre.

Mesure sans réflecteur avec Leica

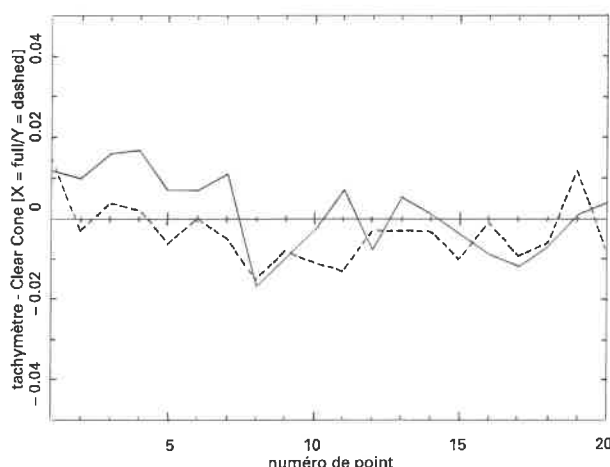


Figure 4 : les différences mesurées par tachymètre et Clear Cone équipée de Leica en mètres.

Pour éviter le problème de la calibration, et donc évidemment accélérer les mesures, il était souhaitable d'intégrer le distance-mètre et le théodolite dans une station totale, mais sans la nécessité d'utiliser des réflecteurs.

Encore une fois, on a fait le test avec 20 points, mesurés par des techniques conventionnelles et par le Zeiss RL fixé dans la voiture. Les résultats sont mis en graphiques : (figure 5 et 6).

La différence entre les matériels de Leica et Zeiss ne semble pas significative.

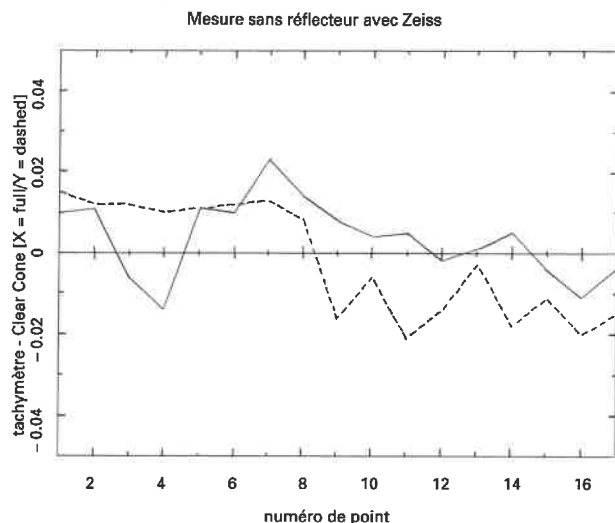


Figure 5 : les différences entre la hauteur mesurées par nivellement et Clear Cone, équipé avec Zeiss en mètre

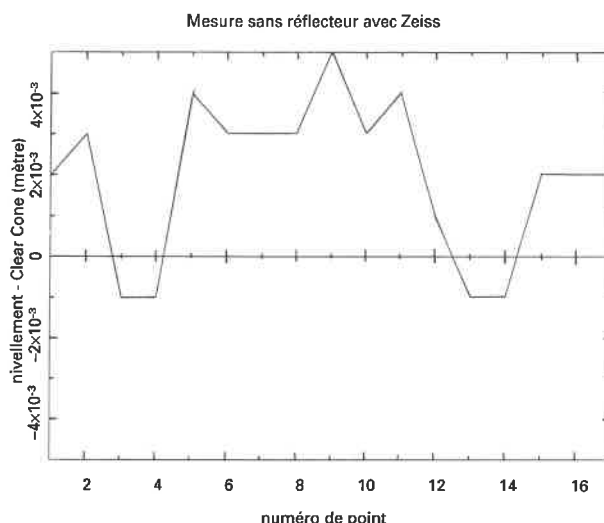


Figure 6 : les différences mesurées par tachymètre et Clear Cone équipé avec Zeiss en mètres

Conclusions

Avec les distance-mètres sans réflecteurs de Zeiss et Leica on peut obtenir une précision qui suffit pour le but de reconstitution des autoroutes. Un avantage de Zeiss, c'est l'intégration du théodolite et le distance-mètre qui évite la calibration qui est nécessaire pour Leica.

Kontek fait des mesures avec « Clear Cone » depuis deux ans et le système a montré un fonctionnement simple et rapide... sans causer de bouchons sur l'autoroute.

Références

1. Baarda, W. ; « A Testing Procedure For Use in Geodetic Networks », NGC, Publ. on Geodesy, vol. 2, no. 5, 1968.

La mémoire de l'existant !



Rollei
Metric Service

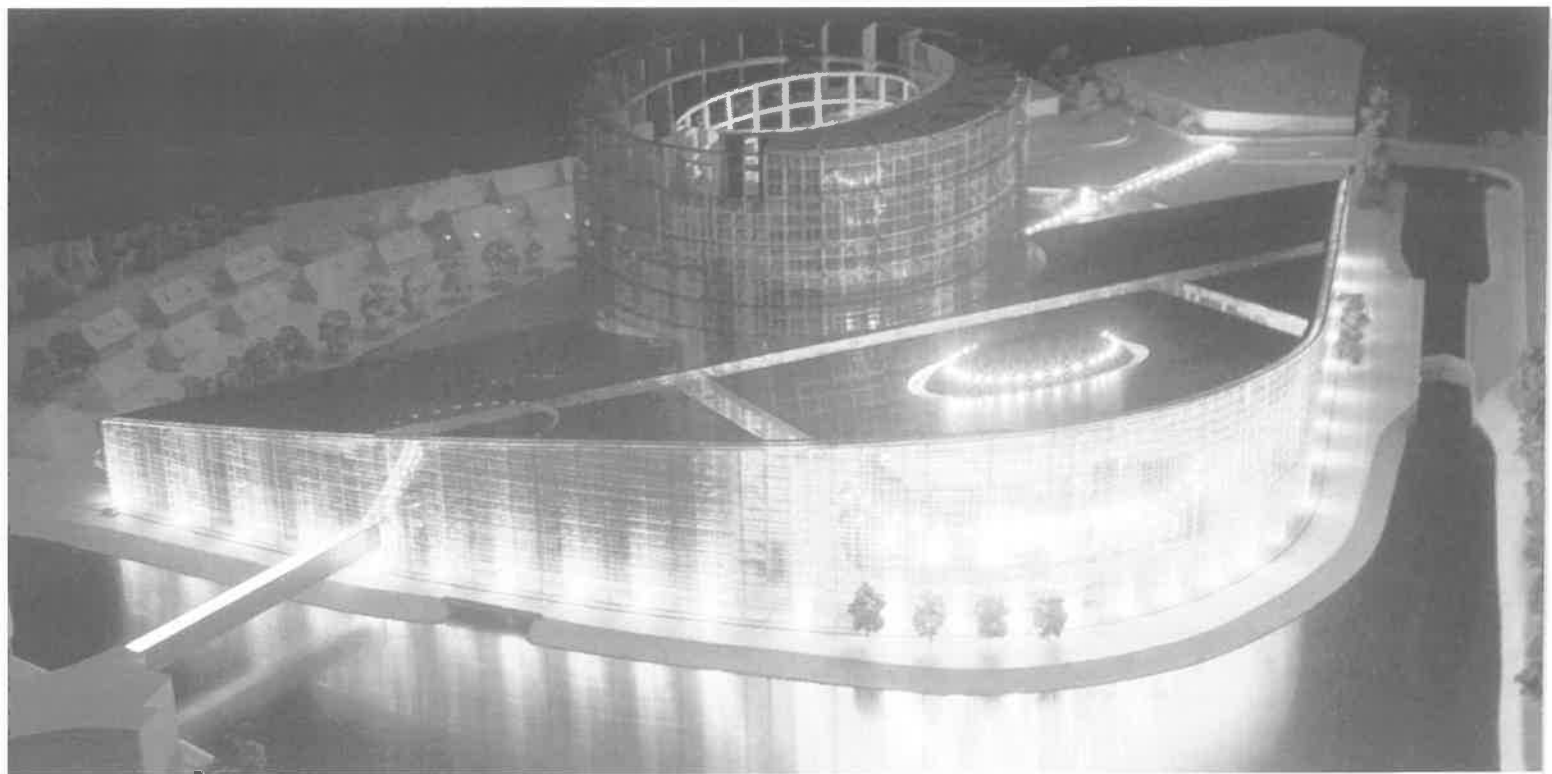
Un système polyvalent de métrologie 3D :

Des mesures photogrammétriques de l'existant, pour une restitution adéquate plane ou tridimensionnelle des données pour la CAO (précision jusqu'au 1/10ème de mm).
Bénéficiant de 75 ans d'expérience en Haute Précision, les appareils spéciaux Rollei associés à une station de travail PC et aux logiciels RolleiMetric, **c'est la solution** en photogrammétrie.

Demandez
notre documentation
technique

Rollei
Metric Service

7, rue Victor Hugo - 92323 Châtillon Cedex - Tél. (1) 47 35 08 93 - Fax (1) 47 35 64 70



parlement européen de strasbourg

travaux topographiques sur le chantier

Bertrand Merckel (ingénieur ENSAIS) ; Vincent Roth (G.E. DPLG)

Résumés

Français :

Le chantier du nouvel Immeuble du Parlement Européen de STRASBOURG, encore appelé IPE IV, fait partie des trois plus grands chantiers de France. Compte tenu de la complexité des ouvrages, qui le constituent, il a nécessité la présence permanente d'équipes de géomètres pendant près de trois ans. Nous souhaitons à travers cet article présenter certaines opérations caractéristiques d'un chantier de cette envergure, que nous avons réalisées.

Mots clef : Topographie dans le Génie Civil, Implantation d'immeubles.

English :

The new building of the European Parlement (aka IPE IV) is one of the three biggest building sites in France. The complexity of the work requires the intervention of surveyors during all the construction. Through this article we're presenting some usual work we made on such a huge building site.

Key words : Surveying and publics works, implantation of building sites.

Deutsch :

Die Baustelle des neuen Gebäudes des Europa Parlamentes, auch IPE IV genannt, ist, zur Zeit, eine der drei grössten in Frankreich. In Anbetracht der Verwicklungen der Bauarbeiten, erforderten diese die Gegenwart von Vermessern während fast drei Jahren. Wir wünschen mit diesem Artikel, verschiedene typische Arbeiten, die wir geleistet haben, vorzustellen.

Stichwörter : Vermessungstechniken und Bauwesen, Gebäudenanlegung

1. Introduction

Comme une image venant s'afficher ligne après ligne sur un écran, le nouvel Immeuble du Parlement Européen, encore appelé IPE IV, prend forme à Strasbourg. Cet immense chantier (un des trois plus grands de France), impressionnant par les moyens mis en œuvre, révèle progressivement l'échelle d'un édifice s'apparentant plus à une cité qu'à un bâtiment. Les travaux engagés en octobre 1994 se termineront en décembre 1997. Situé dans le quartier du Wacken, à l'intersection de la rivière l'Ill et du canal de la Marne au Rhin, l'IPE IV couvrira alors, une surface de 200 000 m² hors œuvre brute.

La participation du géomètre dans la construction d'un bâtiment d'une telle ampleur était indispensable. En effet, il a été présent de la réalisation du relevé topographique initial du terrain, jusqu'à l'implantation de la toiture afin de garantir une homogénéité à l'ensemble de l'ouvrage et d'assurer la *précision absolue inférieure au centimètre* exigée par le maître d'œuvre.

Cet article n'est pas une liste exhaustive des opérations topographiques exécutées dans le cadre de ce chantier ; mais la présentation de quelques travaux, réalisés par un cabinet privé, intervenant en sous-traitant pour des entreprises de génie-civil ainsi que pour la maîtrise d'ouvrage, nous semblant caractériser la réalisation d'un bâtiment de grande envergure, et celle de l'IPE IV en particulier.

3. Appareil en chantier sur un pôle extérieur.



2. vue aérienne du chantier (mai 96)

2. L'IPE IV

Le projet est présenté comme un « quartier de ville » avec ses bâtiments, ses places, ses jardins, ses rues dont une artère couverte de 200 mètres de long enjambée par de multiples passerelles. Il est constitué de trois grandes parties reliées entre elles :

- l'IGH (Immeuble de Grande Hauteur)
- l'ERP (Établissement Recevant du Public)
- l'Hémicycle principal (photo 2)



L'IGH se présente sous la forme d'une tour cylindrique, dominant l'ensemble, et mesurant 72 mètres de haut et 94 mètres de diamètre. Il comprend 21 niveaux, dont trois en sous-sol. Les derniers niveaux se réduisent progressivement pour ne présenter au sommet plus qu'un tiers de la surface d'un étage courant. Cette tour de bureaux (plus de 1 000) a la particularité de contenir une cour intérieure de forme elliptique d'une longueur de 60 mètres.

Élément vertical du projet, l'IGH se trouve enchâssé dans un ensemble de hauteur moindre, dénommé « Établissement Recevant du Public » (ERP). Ce bâtiment est recouvert d'une grande toiture pentue atteignant près de 40 mètres de haut, dont les contours épousent exactement la courbe de la rivière l'Ill, qu'il longe.

Donnant sur l'eau, la façade vitrée de l'ERP laissera voir la coupole ellipsoïdale, où se trouve logé l'hémicycle principal destiné à accueillir un millier de personnes.

La maîtrise d'œuvre de l'ensemble du projet a été confiée à la société ASE (Architecture Studio Europe). La maîtrise d'ouvrage est détenue par la SERS (Société d'Aménagement et d'Équipement de la Région de Strasbourg), qui a signé un bail pour une durée de vingt ans, avec le Parlement Européen assorti d'une option d'achat.

3. Mise en place du canevas

En planimétrie, le canevas de base correspond à des points fournis par la Communauté Urbaine de Strasbourg (CUS). Au nombre de trois, ces pôles définis en Lambert I, ont tous été repérés par des cibles en façade.

Une densification de ce canevas s'est très rapidement avérée nécessaire, afin de rapprocher des points connus en X, Y des zones d'intervention. Trois pôles supplémentaires, déterminés par un cheminement fermé, ont donc

été mis en place au début des travaux de terrassement. Ils ont permis l'implantation des murettes guides, des parois moulées et des pieux d'ancrage.

Sur demande du Maître d'œuvre et, pour les besoins du chantier (début du gros œuvre) une deuxième densification du canevas a été réalisée. Cinq nouveaux pôles ont été mis en place sur les berges de l'Ill opposées au chantier. Un cheminement encadré, avec contrôle d'orientation sur plusieurs cibles, a permis de garantir l'homogénéité du canevas. (Photo 3)

L'implantation altimétrique de l'ouvrage était basée sur deux repères de nivellement mis en place par la CUS. Situés en périphérie du chantier, et suffisamment éloignés l'un de l'autre, ils n'ont subi aucune détérioration et ont pu être utilisés tout au long des travaux.

4. Premières interventions

Avant l'apparition des premiers murs, plusieurs opérations ont dû être réalisées :

- Traitement du foncier : calcul et abornement de la parcelle où se trouve l'immeuble
- Implantation de parois moulées épousant le périmètre du bâtiment et garantissant son étanchéité. Le niveau de la nappe phréatique rhénane ne se situe, en effet, à cet endroit, qu'à quelques mètres sous la surface du terrain naturel.
- Implantation et relevé, après coulage du béton, de plus de 1 000 pieux d'ancrage, sur la surface du chantier, destinés à supporter le radier.

Les conditions de travail de ces opérations s'apparentaient beaucoup à celles que l'on rencontre lors des chantiers routiers : passage incessant d'engins de terrassement, stations et points implantés éphémères.





5. Hémicycle en cours d'implantation

Le matériel, que nous avons mis en œuvre pour ces travaux, ainsi que pour les suivants, était constitué par des stations totales Géotronics AGA 540, AGA 620

et AGA 610 pour la planimétrie et des niveaux de précision Zeiss Ni2 et Leica Na24 pour l'altimétrie.

6. La même salle quelques semaines plus tard



5. Travaux d'implantation courants du bâtiment

5.1. Caractéristiques et solutions retenues

Les travaux d'implantation sur un bâtiment de grande envergure en construction sont caractérisés par plusieurs éléments, défavorables au géomètre :

- problèmes de visibilités liés aux évolutions quotidiennes du chantier
- difficultés d'accès et de déplacements
- précarité des stations utilisées
- très grande rapidité d'exécution tout en conservant des garanties maximales de contrôle et de précision

Du fait de ces difficultés, une définition des stations par un cheminement polygonal classique était exclue : travaux trop longs, nécessitant un traitement ultérieur pour le calcul des coordonnées. La méthode retenue, utilisée pendant toute la durée des travaux, fut la suivante :

- Mise en place, par cheminement polygonal avec centrage forcé, de références planimétriques, entourant la zone de travail, réparties sur différents niveaux (bâtiments adjacents, sol).
- Détermination sur le chantier, grâce aux progiciels de la station totale, des coordonnées des stations utilisées pour l'implantation, soit par relèvement planimétrique (angle et distance) soit comme point lancé à partir d'un repère. Puis contrôle sur des points non utilisés lors de la détermination de la station.

De cette façon les coordonnées des stations ont pu être déterminées de manière rapide, précise, et homogène sur tous les niveaux successifs. *Photo 4*

5.2. Description des travaux

Un certain nombre de travaux d'implantation devaient être effectués quotidiennement, afin de permettre la progression régulière des travaux. Il s'agissait pour les équipes de géomètres de mettre en place des repères sur lesquels se calaient les traceurs du chantier pour positionner voiles (murs), réservations, portes et piliers.

Ces repères étaient de deux types :

- altimétriques : à raison d'un repère minimum par niveau, mis en place par cheminement, à partir de repères indépendants du bâtiment.
- planimétriques : le chantier était basé sur un quadrillage orienté, constitué par des axes appelés files, définissant l'orientation de la quasi totalité des voiles rectilignes.

Les axes étaient matérialisés sur différents supports, en fonction des besoins des entreprises de génie-civil :

- plancher de coffrage pour le positionnement des attaches des voiles.
- dalle en béton pour le calage des coffrages des voiles.
- arases des voiles pour le positionnement de platines d'appuis de poutrelles métalliques de la charpente.

La station totale ayant en mémoire les coordonnées des points d'intersection des axes des files, l'implantation de ces axes, avec des dépôts éventuels était réalisée, à raison d'un point tous les 3-4 mètres, à l'aide d'un progiciel (REFLINE), de la station totale GEOTRONICS, permettant l'implantation directe par abscisses et ordonnées à partir d'une droite de référence.

Certains points singuliers (intersections de voiles non orientés sur les files, courbes) devaient être implantés directement, leurs coordonnées étaient obtenues à partir de plans numériques, au format DXF, fournis par un bureau d'étude et traités en interne.

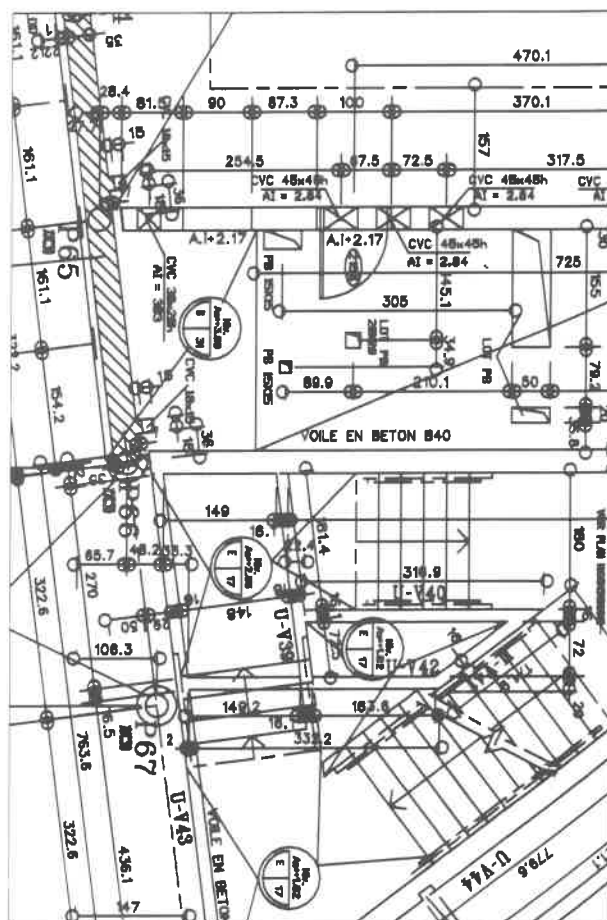


Figure 1 plan réceptionné.

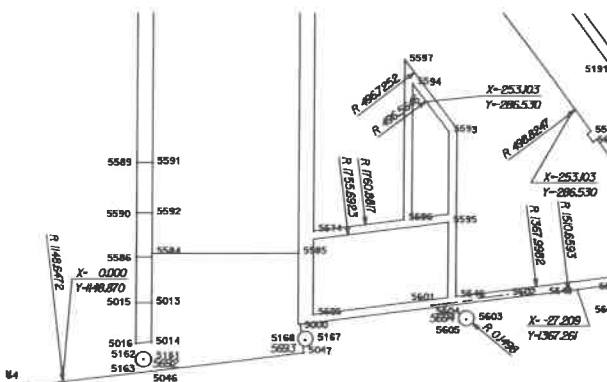


Figure 2 plan après « nettoyage » utilisé pour l'implantation.

La matérialisation des éléments à implanter a été réalisée à l'aide de clous SPIT, repérés à la peinture. En effet, les intempéries, le passage incessant de personnels et de matériel rendait une implantation uniquement visuelle (peinture en tube, marqueurs indélébiles...) et durable, totalement impossible.

6. Opérations plus particulières

6.1. Implantation d'hémicycles

Une des caractéristiques de l'ERP, est la présence de nombreux hémicycles (10 au total) répartis sur 4 niveaux. Ces salles sont constituées par des voiles concentriques en anse de panier, leur conférant la forme d'une ellipse et servant de support aux gradins. La technique d'implantation par abscisse et ordonnée à partir des axes des files, décrite plus haut, était, dans ce cas-là, inutilisable. Ces salles nécessitaient, de plus, l'implantation d'un grand nombre de points, afin de permettre le coffrage de courbes régulières. Le calcul, au bureau, de points régulièrement espacés sur les arcs de cercle, était une solution techniquement réalisable, mais non exploitable sur le terrain. En effet, du fait de gênes visuelles importantes, d'obstacles ; de nombreux points pré-calculés ne pouvaient être implantés, laissant des vides importants dans les courbes. *Photo 5*

Les stations totales, dont nous disposions, étaient dotées d'un progiciel utilisés pour les travaux d'implantation et de lever routiers (ROADLINE) permettant l'implantation de projets linéaires, constitués de segments droits, d'arcs de cercles et de clothoïdes, ce qui convenait parfaitement à notre situation. À partir des coordonnées des extrémités des différents arcs de cercles constituant les courbes, de leurs rayons et de leurs circonférences, ce programme nous a permis de calculer les coordonnées et d'implanter des points régulièrement espacés sur la courbe, en temps réel, tout en tenant compte des contraintes de visibilité et d'encombrement du site.

Les différents voiles étant concentriques, seul le calcul des paramètres d'une courbe était nécessaire, la position des autres s'obtenant, en tenant compte d'un déport constitué par la différence des rayons.

Cette technique d'implantation a permis d'obtenir des gains de productivité substantiels, évitant un ralentissement des travaux, tout en garantissant la densité de points nécessaire au coffrage des voiles. *Photo 6*

6.2. Implantation de l'axe d'un tunnel

L'IPEIV est séparé des actuels bâtiments du Parlement Européen par la rivière l'III, dont la largeur varie entre 50 et 100 mètres. Deux liaisons sont prévues pour relier les constructions :

- aérienne, constituée par une passerelle et destinée au public
- souterraine, constituée par un tunnel, pour les déplacements techniques

Le tunnel est constitué par un cylindre métallique de 3,75 m de diamètre extérieur et de 100 m de long, reposant dans une tranchée à 13 m sous le niveau de l'eau. L'accès se fait à partir de deux puits d'environ 40 m² et 13 m de profondeur situés sur chaque berge, constitués, pendant la durée des travaux, par trois parois moulées et par un rideau de palplanches.

Le tunnel se décompose en trois éléments :

- deux extrémités ou abouts situées dans chaque puits et constituées d'un tube de 3,75 m de diamètre et 4 m de long.
- un élément central constitué d'un cylindre de 3,75 m de diamètre et 92 m de long

Les opérations topographiques se sont décomposées de la manière suivante :

- réalisation d'un plan topographique des berges de la rivière l'III
- établissement d'une base homogène de part et d'autre de la rivière à partir des pôles du chantier
- implantation sur le terrain naturel des axes des parois moulées des puits d'accès
- récolement des parois moulées coulées, et, contrôle de la géométrie des puits
- implantation en surface de l'axe du tunnel : pour le guidage de l'engin de terrassement qui creusait la tranchée à partir d'une barge.
- mise en place, au milieu de la rivière, d'un appui intermédiaire du tunnel. Cette opération a été réalisée à l'aide de prismes placés au sommet de deux tubes métalliques de 13 mètres de haut eux-mêmes, fixés sur la pièce à positionner, permettant d'aligner celle-ci, rigoureusement sur l'axe du tunnel.
- au fond de chaque puits :
 - ⇒ descente de base (X, Y, Z)
 - ⇒ implantation de l'axe du tunnel
 - ⇒ implantation (X, Y, Z) et orientation de l'about
 - ⇒ implantation (X, Y, Z) en face de chaque about, d'un cône métallique de 20 cm de haut destiné à servir au positionnement et au calage de l'élément central.

Une fois la dernière opération réalisée, les deux puits ont été inondés et l'élément central a été immergé entre les deux abouts, sous le contrôle de plongeurs. Les trois éléments ont alors été rendus solidaires, lestés à l'aide de béton et purgés. (*Photo 7*).

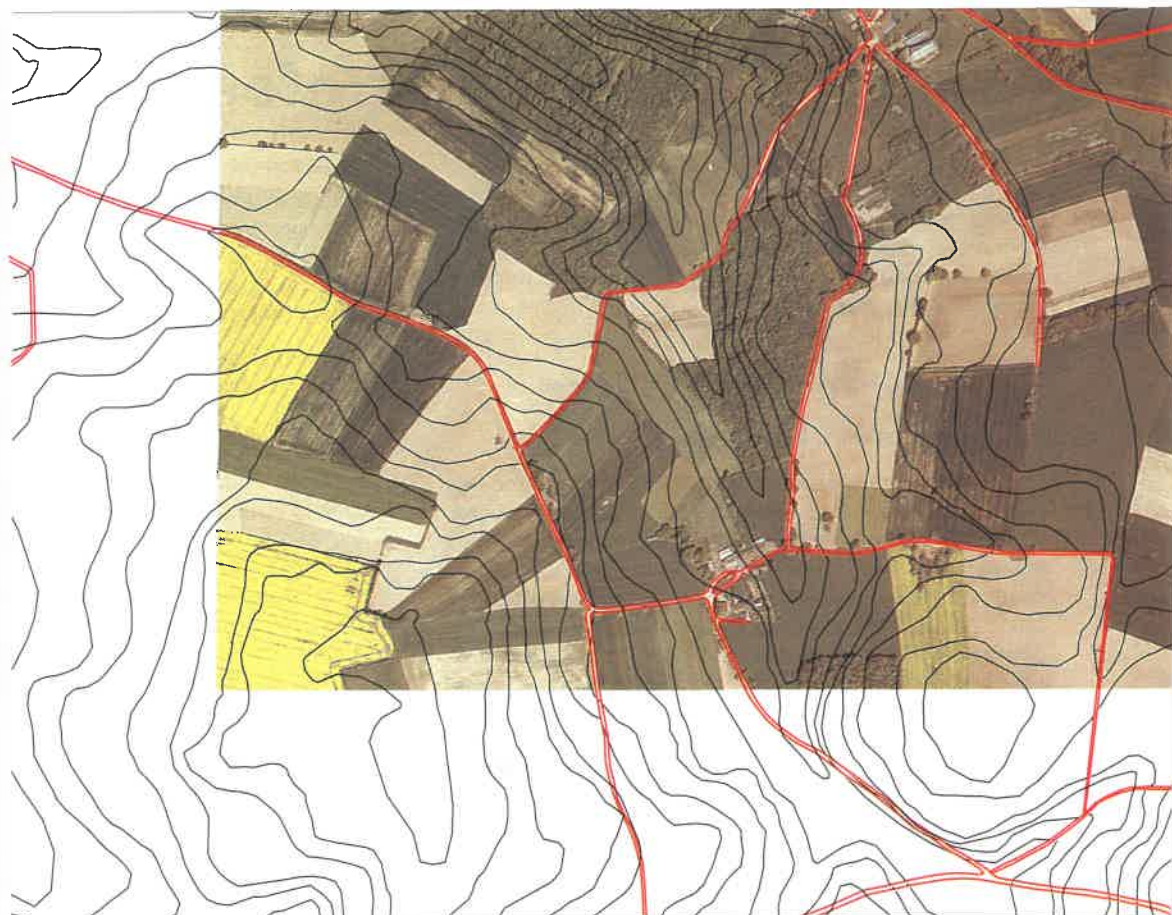
Les opérations au fond des puits étaient particulièrement difficiles : présence permanente d'eau, malgré un pompage intensif, bruit et poussière très dense gênant considérablement la visibilité et les communications, malgré un éloignement de quelques mètres.

6.3. Implantation de la base de poteaux dans l'Immeuble de Grande Hauteur

La cour intérieure de l'IGH est composée d'un ensemble préfabriqué de 42 poteaux triangulaires en béton répartis sur l'ensemble de l'ellipse, s'élevant jusqu'au sommet du bâtiment. La mission du géomètre a consisté à implanter la base de tous les poteaux, au fur et à mesure de l'avancement de la dalle devant les supporter.

Ce travail d'implantation pourrait être qualifié d'ordinaire, nous avons cependant dû faire face à trois difficultés majeures :

- l'implantation était réalisée au fur et à mesure du coulage de la dalle, ce qui ne permettait pas la création d'une base d'implantation par cheminement polygonal avec fermeture sur l'origine
- les poteaux implantés étaient immédiatement posés et scellés, ce qui réduisait considérablement le champ de vision pour les implantations suivantes.



LA PHOTOGRAMMETRIE NUMERIQUE

Le logiciel PHOTOMOD a été conçu pour exploiter des clichés stéréoscopiques numérisés.

D'un emploi très facile, il ouvre l'accès à toutes les fonctions de la photogrammétrie terrestre et aérienne :

- Importation de fichiers BMP 8 bits ou 24 bits.
- Observation monoscopique des clichés en N/B ou en couleurs.
- Orientation et modélisation des couples stéréoscopiques, à partir de distances ou de points connus.
- Observation stéréoscopique en N/B ou en couleurs par procédé anaglyphe ou cristaux liquides.
- Mesure de coordonnées X, Y, Z.
- Calcul de Modèles Numériques par corrélation automatique.
- Correction interactive des Modèles Numériques.
- Vues 3D du Modèle Numérique filaire ou ombré.
- Calcul de profils et de surfaces.
- Calcul et lissage de courbes de niveaux.
- Calcul d'orthophotos N/B et couleurs.
- Saisie interactive de points, lignes et polygones sur l'orthophoto.
- Vues des images en perspective.
- Exportation des résultats BMP ou DXF vers les applications et les SIG.

- Nous ne pouvions travailler que sur une bande d'environ 5 mètres de large. Celle-ci était fermée par un mur sur le rayon extérieur et limitée par les poteaux et le vide à l'intérieur.

La méthodologie retenue a été la suivante :

- Définir les coordonnées de 4 points d'appui, répartis sur le nez de la dalle inférieure.
- Lors de chaque intervention, détermination grâce à un progiciel de la station totale des coordonnées d'une station, par relèvement angle et distance sur au moins deux points d'appui, ainsi que sur quelques points implantés précédemment.

Par l'usage de cette méthode la fermeture finale du cheminement contrôlée a posteriori, a été de l'ordre de quelques millimètres.

7. Conclusion

Caractérisée par des délais d'exécution très brefs, des conditions de travail particulièrement difficiles (bruit, mouvements incessants, danger), les opérations topographiques réalisées dans le cadre d'un grand projet, comme celui de l'IPE IV, nécessitent polyvalence et autonomie de la part du personnel et du matériel. En effet,

l'environnement de travail évoluant en permanence, il est indispensable de pouvoir s'y adapter immédiatement : une visée possible, à un instant donné, peut être définitivement impossible une heure plus tard. Des stations totales, dotées de progiciels performants s'avèrent indispensables, afin de permettre un calcul et une implantation « en temps réel », avec un minimum de calculs préalables en bureau. L'emploi de stations totales motorisées s'est également avéré très appréciable, en particulier pour les implantations.

L'ensemble des opérations décrites dans cet article se sont réparties sur une période de près de trois ans, et, ont requis la présence d'une équipe de deux personnes en permanence, et jusqu'à trois équipes, pour certaines opérations.

Les travaux de gros œuvre ont été terminés fin 96, et avec eux, la plupart des opérations topographiques. Les travaux à réaliser au cours du second œuvre sont constitués par les contrôles et récolement du bâti (verticalité et position de piliers, dimensions de salles). L'immeuble devant être définitivement terminé fin 97.

Remerciements :

Nous remercions ASE et la SERS pour nous avoir aimablement permis de publier des photographies du chantier.



7. élément central avant immersion



L'ENS.G. nouvelle est arrivée

L'École Nationale des Sciences Géographiques vient de connaître son troisième site et son deuxième déménagement pour s'implanter à la Cité Descartes de Marne la Vallée dans des locaux qu'elle va partager avec sa consœur l'École Nationale des Ponts et Chaussées. Cette école de l'IGN a été créée en 1941 avec mission de former ingénieurs et techniciens pour les besoins de l'Institut. Installée alors à l'hôtel de Rohan, aujourd'hui disparu, elle anima ce quartier de St François Xavier et des Invalides pendant plus de dix ans avant de s'installer à St Mandé qu'elle vient de quitter.

Ce parcours qui va des locaux, beaux mais inadaptés, d'un hôtel particulier du 18^e siècle, aux bâtiments fonctionnels de haute qualité architecturale de la Cité Descartes, reflète on ne peut mieux le succès de cette Grande École qui a su, chaque fois, s'adapter aux besoins cartographiques de l'IGN et de la France. Aujourd'hui l'ENSG délivre chaque année 95 diplômes d'ingénieurs et de techniciens et mène une politique active d'ouverture sur

l'extérieur par l'accueil d'élèves français et étrangers non destinés à l'IGN, dans les cycles de formation initiale et continue. Elle génère des actions de formation pour les utilisateurs des SIG dans tous les domaines, ainsi que des actions de recherche et la participation à des conférences internationales.

La gamme complète des techniques géographiques à tous les niveaux qui est enseignée à l'ENSG en fait le seul établissement à dispenser ce type d'enseignement en France. Avec l'École Nationale de la Météorologie, l'ENSG est la seule école intégrée capable d'associer son enseignement avec la production, la formation et la recherche de sa maison mère, l'IGN. Pendant plusieurs décennies cette école a formé des spécialistes de la géodésie, de la topographie, de la cartographie, de la télédétection, qui ont fait connaître et apprécier la cartographie française dans le monde entier, établissant un prestige incontesté de l'IGN français dans ces sciences et techniques.

À la carte

Sont enseignées à l'ENSG, toutes les disciplines qui interviennent dans l'équipement géographique et cartographique d'un pays : géodésie, topographie, photogrammétrie, télédétection, cartographie topographique et thématique assistée par ordinateur (géomatique), et systèmes d'information géographique (SIG).

S'y ajoute un **enseignement complémentaire** portant sur les mathématiques et la physique, les sciences de la Terre, la gestion, le management et l'informatique, compte tenu du développement de la saisie et du traitement automatisé de l'information géographique. De plus, les futurs ingénieurs reçoivent une large information sur les domaines d'utilisation de ces données géographiques, comme l'urbanisme, le cadastre, l'agriculture, ...

L'enseignement théorique est largement complété par des **stages pratiques sur le terrain** et dans des **entreprises**, lors de stages pluridisciplinaires et de filières de spécialisation.

Cycles d'études :

- 3^e cycle : préparation de thèses de doctorat, DEA (diplôme d'études approfondies) et DESS (diplôme d'études supérieures spécialisées) en collaboration avec des établissements français.
- Ingénieurs géographes (2 ans d'études) : recrutés à la sortie de l'École polytechnique, des Écoles normales supérieures (section sciences) et sur concours interne.
- Ingénieurs des travaux géographiques et cartographiques de l'État (3 ans d'études) : recrutés par concours (niveau classes préparatoires scientifiques) et sur concours interne.
- Géomètres (2 ans d'études) : recrutés par concours (niveau baccalauréat scientifique).
- Dessinateurs cartographes (2 ans d'études) : recrutés par concours (niveau seconde).

La recherche

Parallèlement à la formation, l'école conduit un certain nombre d'actions de recherche et de développement inscrites dans le cadre du programme général de l'IGN. Au premier plan de ces actions figurent celles du Laboratoire de Recherche en Géodésie (LAREG), orientées notamment vers la localisation par satellite (système GPS, DORIS, ...), l'amélioration du système international de référence de la terre et l'étude de son évolution, la surveillance du niveau moyen des mers et la modélisation du géoïde (surface équipotentielle de la pesanteur). Ces actions sont conduites en liaison avec le Centre National des Études Spatiales (CNES), l'Institut National des Sciences de l'Univers, l'Observatoire de Paris, ... et la communauté scientifique internationale.

D'autres actions de recherche portent sur des domaines tels que les mathématiques appliquées (application de la théorie des erreurs aux données géographiques), la photogrammétrie numérique et le traitement d'images aérospatiales, enfin les applications des systèmes d'information géographique (SIG). Ces actions sont menées sous la conduite de spécialistes de haut niveau en poste à l'école et avec la participation de thésards ou d'étudiants

stagiaires, à l'occasion de leurs projets pédagogiques ou de leurs stages de 3^e cycle (DEA ou DESS), en liaison avec les partenaires de l'IGN et les utilisateurs des données géographiques.

La nouvelle école - son architecture



Ce projet a pris corps en 1989. Huit architectes y ont travaillé dans le cadre d'un concours, en tenant compte du caractère et des particularités des deux écoles, du rôle et de la qualité des espaces communs.

Ce sont les architectes **Chaix et Morel** qui ont été nommés lauréats. Leur projet, conforme au programme, reflète une **architecture contemporaine, géométrique, transparente**, et intègre des techniques avancées de construction. Ils sont donc les maîtres d'œuvre de l'opération, associés au Bureau d'études techniques O.T.H. Bâtiment.

Tout en conservant leur autonomie et leur identité, ces deux écoles réunies dans un bâtiment unique s'identifient par leurs compétences dans des domaines pluridisciplinaires et par la qualité de la formation diligentée. De plus, ce lieu favorisera l'échange, la mise en commun de certains enseignements et développera des synergies novatrices bénéfiques aux futurs ingénieurs.

Après deux années d'interruption dues à la conjoncture économique, ce projet **exigeant et ambitieux** est définitivement **engagé**.

Les études réalisées entre septembre 1992 et mai 1993 ont déterminé avec précision le **coût global** de

l'opération qui s'élève à **392 MF TTC**. L'État, maître d'ouvrage, en l'occurrence le Ministère de l'Équipement, du Logement, des Transports et du Tourisme, assure le **financement** de l'opération avec la participation de l'**Institut Géographique National** et de la **Région d'Île-de-France**. La **Direction Départementale de l'Équipement de Seine-et-Marne**, représentant local du maître d'ouvrage, est chargée de la conduite de l'opération. La construction d'un tel bâtiment est le résultat de l'intervention simultanée ou successive de plus de trente **entreprises spécialisées**. Ces entreprises ont été sélectionnées pour leurs compétences et leurs propositions, à l'issue d'appels d'offres menés conformément au code des marchés publics.

Les premiers marchés ont été notifiés fin mai 1994. Les **travaux** se sont échelonnés sur **30 mois** pour un **montant total** d'environ **400 MF**. Pendant les phases les plus actives du chantier de construction, plus de **100 personnes ont travaillé sur le site**.

Le bâtiment a été remis aux utilisateurs le **16 décembre 1996**. Les **élèves de l'ENSG ont repris les cours** dans les locaux neufs le **6 janvier 1997**.

Mi 1994, un concours d'architecture a été organisé afin de sélectionner l'équipe de maîtrise d'œuvre pour la construction d'un **gymnase** pour les écoles. Le 12 octobre 1994, le jury a retenu le projet de l'**équipe Bical-Courcier-Martinelli** associée aux Bureaux d'études techniques BATISERF, ALTO et M. Forgue.



TopoCalc

L'applicatif métier de topographie indépendant du logiciel de DAO

GéoP▲xel

Les Gipières Vieilles
83390 CUERS

Tél : 04.94.75.63.62
Fax: 04.94.08.59.55

- Suppression du croquis terrain,
- Génération automatique du plan en 2D ou 3D,
- Codification à l'appareil ou au prisme ou en bureau,
- Habillage du plan (teinte, carroyage, cotation ...),
- Tous les besoins du cabinet ou du bureau d'études (courbes de niveau, profils en long et en travers, lotissement ...),
- Tous les calculs topométriques par méthodes classiques ou par les moindres carrés (polygonale, cheminement, station libre, lever de façades, calculs de points ...)
- Support de tous les cahiers des charges (DDE, carto200, mairies ...)

TopoCalc: version complète 15 000 Frs HT, version démonstration 290 Frs HT

TopoCalc + Autocad LT (*partenaire idéal de TopoCalc*): 20 000 Frs HT

GéoP▲xel c'est aussi des ordinateurs, des traceurs, des logiciels de gestion ... Nous consulter.

L' E. N. S. G. anciens élèves

4 000 élèves
80 pays

Jean-Pierre
Arnaudin
secrétaire
général
AAE-ENSG

Les anciens élèves de l'École Nationale des Sciences Géographiques

Créée depuis un peu plus d'un an selon la loi de 1901, l'Association des Anciens Élèves de l'ENSG (A.A.E.-ENSG) s'est donné pour objectif de rassembler tous ceux qui ont suivi une formation longue (plus de six mois) dans cette école depuis 1941. Cela représente environ 4 000 élèves, issus de quelque 80 pays différents. Pour l'instant, à de rares exceptions près, seuls, les anciens élèves en cours d'activité ont été informés sur la mise en place de l'association. Le but primordial de celle-ci est d'entretenir et de développer entre les anciens élèves de l'ENSG des relations amicales tissées pendant la période d'études.

Chaque ancien élève qui cherche à joindre un collègue ou un condisciple ayant étudié à l'ENSG, pourra ainsi trouver une réponse grâce à l'A.A.E.-ENSG. En effet, en ce début d'année 1997, l'association édite un annuaire des anciens élèves qui est adressé gratuitement à chacun de ses membres. Toute personne ayant suivi un cycle ou une formation d'une durée continue de six mois peut devenir membre titulaire de notre association. Il suffit d'en faire la demande et de verser 100 F de cotisation annuelle.

Au delà de cette trame relationnelle, notre association ne vit pas que de souvenirs : elle se « bouge » pour assister et épauler les étudiants qui se forment aujourd'hui à l'ENSG. Pour l'instant, nous nous penchons sur les difficultés rencontrées par ceux et celles qui ont obtenu des bourses d'études très modiques. L'association peut leur accorder un prêt pour le versement de leur caution lors de la location d'un logement. Dans ce même ordre d'idée, l'A.A.E.-ENSG recherche des propriétaires de logement désireux de louer à nos étudiants. L'action de l'association couvre la région Île-de-France et les sites de notre école d'été : régions de Forcalquier, d'Apt et du Lubéron.

Une autre action consistera à prospecter le marché de l'emploi pour aider les ingénieurs et techniciens civils à s'insérer dans la vie professionnelle à la sortie de l'école.

Enfin nous étudions les récentes dispositions concernant le service national afin d'aider les jeunes à présenter leur dossier de volontaire pour accomplir des actions humanitaires, ou d'assistance technique en remplacement de leur service national.

Les liens déjà existants se renforcent lorsqu'un intérêt commun peut être partagé. C'est pourquoi, dans le cadre des actions culturelles de l'association, nous pensons développer des manifestations traitant des évolutions, d'une part, des sciences et techniques géographiques, et d'autre part, de l'information géographique et de ses applications. Ces prestations pourront se concrétiser sous forme d'expositions, de colloques et de séminaires qui selon le cas auront un intérêt touchant à l'évolution historique ou bien à l'actualisation et à l'adaptation des techniques de l'information géographique dans les différents milieux utilisateurs des professions parallèles.

Notre association a quitté Saint-Mandé fin décembre 1996 pour suivre la nouvelle école, construite dans la Cité Descartes à Marne-La-Vallée. Le même édifice, conçu selon un parti architectural d'avant-garde, abrite l'École Nationale des Ponts et Chaussées. Cette option souligne la nouvelle orientation de notre établissement qui souhaite apporter à un public international élargi les technologies et savoir-faire dispensés par nos enseignants spécialisés dans les sciences de l'information géographique.

Pour toute information complémentaire veuillez contacter l'A.A.E.-ENSG dont l'adresse est la suivante : A.A.E.-ENSG 6 et 8 Avenue Blaise Pascal Cité Descartes 77455 - MARNE-LA-VALLÉE Cedex 2
Tél. : 33 (0)1 64 15 32 87 Fax : 33 (0)1 64 15 32 88.

ESGT transfert au mans

Les travaux de construction des bâtiments qui abriteront l'école Supérieure des Géomètres et Topographes, à la rentrée prochaine, avancent rapidement, sur le site de l'université du Maine, en périphérie de la ville du Mans.

Le chantier a reçu, le 3 Mars dernier, la visite des élus, des architectes, des représentants du conservatoire des Arts et Métiers, de la direction de l'E.S.G.T., des élèves et anciens élèves, et de diverses personnalités, venus apprécier l'avancement des travaux, dont la maîtrise d'œuvre a été déléguée au département de la Sarthe.

L'E.S.G.T. se prépare donc à son deuxième déménagement puisqu'elle a été installée, à sa création, à Paris, dans les locaux du Conservatoire National des Arts et Métiers (son organisme de tutelle), puis à Evry où elle termine l'année scolaire 96-97.

Les bâtiments organisés en forme de L abriteront deux amphithéâtres de 130 places, des laboratoires d'informatique et de photogrammétrie, des salles de travaux pratiques, des bureaux pour l'administration de l'école et les enseignants, une bibliothèque et une cafétéria avec accès direct sur un jardin.

Les effectifs, trois promotions de 80 élèves, devraient augmenter dans l'avenir.

Malgré les aspects positifs de confort pour l'enseignement qu'offriront ces nouveaux locaux, M. Michel Kasser, directeur de l'école, reste très inquiet en prévision d'une rentrée qu'il qualifie « d'acrobatique ».

En effet, l'achèvement des travaux est prévu pour fin juillet 97, ce qui laisse peu de place à d'éventuels dépassements de délais toujours possibles.

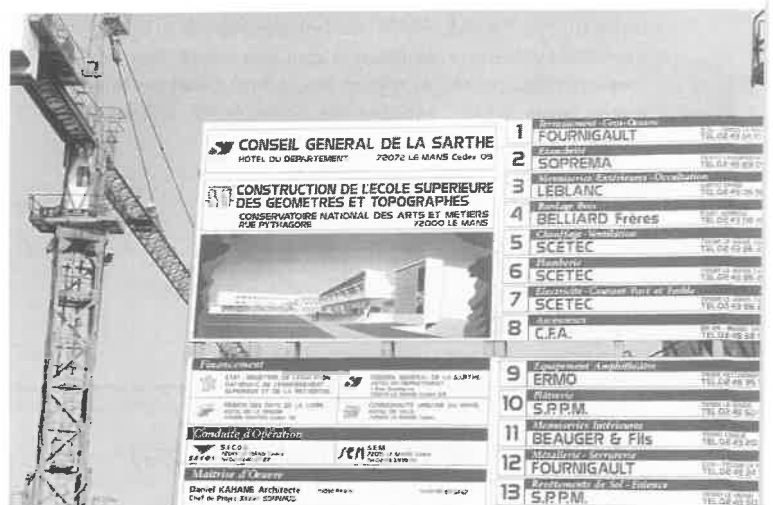
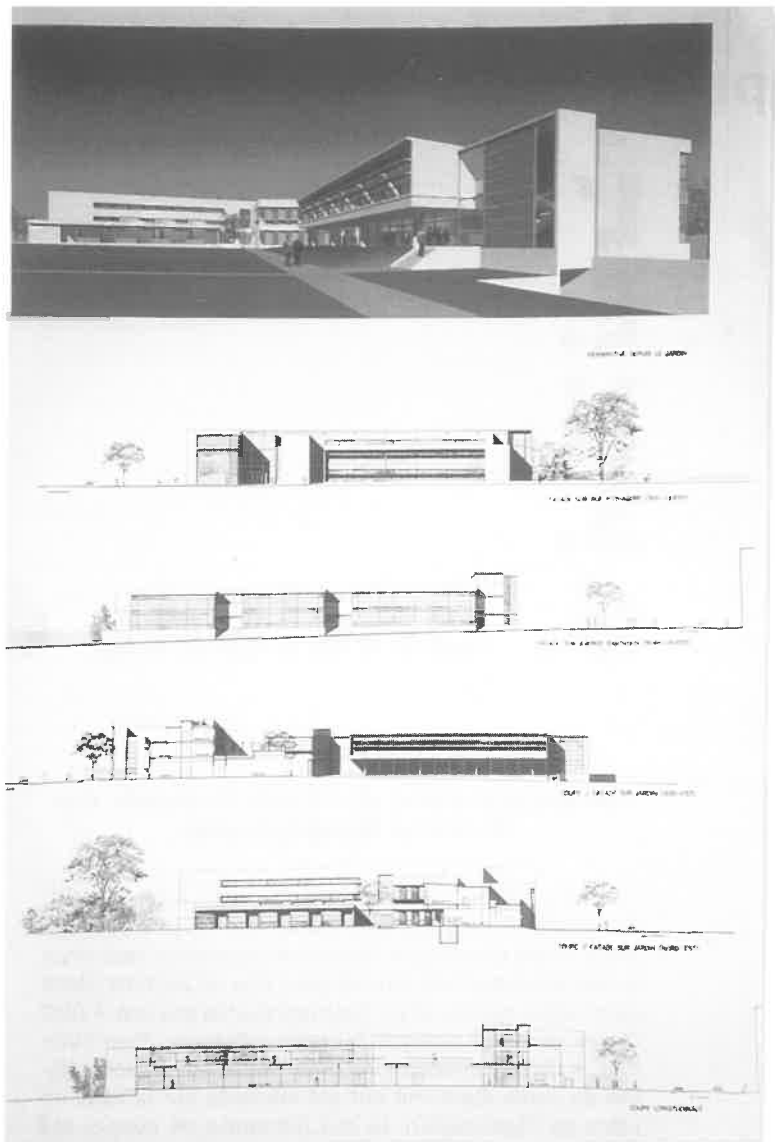
Par ailleurs, c'est un personnel administratif entièrement nouveau qui assurera la rentrée, sans recouvrement avec l'équipe actuelle qui ne suivra pas l'école au Mans.

Les professeurs, en grande majorité des intervenants en poste à Paris ont pour la plupart accepté d'effectuer des allers et retours. Cette situation pourra-t-elle continuer dans l'avenir ?

Les élèves craignent de ne plus bénéficier, à terme, de l'enseignement des spécialistes de haut niveau dont ils disposent actuellement du fait de la proximité de Paris.

L'A.F.T. suit attentivement ces problèmes et s'associera aux cérémonies du cinquantenaire de l'école qui se dérouleront dans les nouveaux locaux, fin 97.

J. FLEURY



A.F.T. relations internationales



maroc troisièmes journées nationales de la topographie

Pierre Grussenmeyer - ENSAIS. Strasbourg.

Pierre Grussenmeyer (A.F.T. Strasbourg)

Mohammed Hmam (pres. de l'ANITOP)

Gabriel Gallot (A.F.T. Tanger)

L'Association Nationale des Ingénieurs TOPographes (Maroc) organisait les 14 et 15 mars 1997 ses Troisièmes Journées Nationales de la Topographie à Marrakech. Environ 400 Ingénieurs Géomètres participaient à cette importante manifestation.

MM. Gabriel GALLOT (Tanger) et Pierre GRUSSENMEYER (Strasbourg) représentaient l'AFT. L'Association Nationale des Ingénieurs TOPographes (ANITOP) est une Association professionnelle n'exerçant aucune activité politique ou idéologique. Elle a été constituée le 16 octobre 1960.

L'ANITOP entend regrouper tous les Ingénieurs Topographes Marocains. Son siège est à Rabat : 37, Avenue Moulay Youssef, Rabat, B. P. 1363 R.P.

Ses objectifs sont de défendre les intérêts matériels et moraux des adhérents, d'encourager la recherche technique et scientifique, d'entretenir des relations de coopération avec les associations professionnelles marocaines et internationales ayant des objectifs similaires, d'organiser, de financer et promouvoir les études et les inventions utiles à l'ingénieur topographe dans les domaines scientifique, technique, juridique, économique et social.

Ses structures sont :

- Un Bureau National chargé de la gestion de l'association, de la réalisation de ses objectifs et de l'application des recommandations de l'Assemblée Générale.
- Un Comité de rédaction constitué de 5 membres. Il a pour tâches : la publication de la revue « LE TOPO-

GRAPHE » 2 fois par an et la Publication du Bulletin de liaison « TOPO-INFO » une fois par trimestre.

- Un Bureau Central constitué de membres du Bureau National, du comité de rédaction et des représentants de chaque région économique du Maroc.
- Des commissions parallèles.

Au Maroc, la profession d'Ingénieur Topographe est régie par la loi 30.93 relative à l'exercice de la profession d'Ingénieur Géomètre-Topographe instituant l'Ordre National des Ingénieurs Géomètres-Topographes promulguée le 25 février 1994.

Le Congrès de l'ANITOP était organisé à l'Hôtel ATLAS à Marrakech sous le Haut Patronage de Sa Majesté le Roi Hassan II sous le thème de « l'exercice de la profession de Topographe et la responsabilité de l'Ingénieur Topographe ».

Les sujets des cinq séances de travail réparties sur deux jours étaient les suivants :

1. Structures de l'Ordre National des Ingénieurs Topographes (O.N.I.G.T.)
2. Responsabilité de l'Ingénieur Topographe face aux Techniques Nouvelles
3. Responsabilité de l'Ingénieur Topographe et la gestion de son entreprise
4. Responsabilité de l'Ingénieur Topographe : étude de cas
5. Responsabilité de l'Ingénieur Topographe face à son monopole.

La Rédaction de la revue XYZ tient à la disposition des personnes intéressées les textes des différentes conférences.

tribune des lecteurs

Cette rubrique appartient aux lecteurs — qu'ils fassent jaillir le sel de la discussion et l'éclat des intelligences et du savoir de la profession.

Un article de Claude Luzet sur l'évolution du canevas géodésique national et l'état d'avancement du réseau géodésique français, le RGF, paru dans notre numéro 69, avait entraîné la réflexion d'André Fontaine et Claude Million illustrée par deux articles dans le numéro 70 de cette tribune des lecteurs. Aujourd'hui, c'est le chef du service de géodésie et nivellement de l'IGN, M. Le Pape qui souhaite répondre à ces articles.

En tant que chef du service de géodésie et nivellement, chargé d'exécuter, sur le territoire national, les travaux nécessaires à l'implantation et à l'entretien d'un réseau géodésique, je souhaite répondre aux articles de Messieurs Fontaine et Million publiés dans le numéro 70 de XYZ.

De l'espace géodésique à l'espace géométrique

Les techniciens de l'IGN n'ignorent pas les thèses de A. Fontaine relatives aux notions d'espace géodésique, celui de la pratique humaine selon lui peu traduisible en termes euclidiens de l'espace géométrique, celui du GPS. Si le principe doit effectivement retenir l'attention, il semble cependant qu'il soit plus aisé de décrire une surface équipotentielle de pesanteur dans un système tridimensionnel euclidien que de tenter d'exprimer un tel espace tridimensionnel (celui du GPS) dans la métrique bidimensionnelle géodésique, et ainsi de conserver l'unicité de la référence.

Dans ce sens, les efforts de l'IGN en matière géodésique portent sur l'unification, ou au moins la mise en cohérence, des références spatiale et verticale. En particulier, la description du géoïde national en est une pierre maîtresse.

À l'époque où la clarification des concepts est de rigueur, où la notion de référence prend toute sa réalité, les idées introduites par A. Fontaine, si elles ont le mérite de souligner la prudence avec laquelle on doit aborder le monde de la mesure, n'en entretiennent pas moins une source de confusion dont le géomètre se passerait bien.

Du choix de la projection

Le critère principal ayant présidé au choix de la projection a été celui de l'unicité de manière à éviter les sources d'hétérogénéité dues au découpage du territoire en différentes zones. L'accès à des algorithmes bien maîtrisés au sein des logiciels du marché (SIG, GPS, ...) a également été pris en compte. Enfin, la minimisation de l'altération linéaire sur le champ d'application national a été examinée. Tous ces éléments ont conduit au choix de la projection conique conforme LAMBERT-93.

Ceci étant, les géodésiens de l'IGN qui ont mis au point cette projection sont parfaitement de l'avis de C. Million et préconiseraient volontiers l'abandon des coordonnées planes au profit des coordonnées géographiques. Mais ce sont des géodésiens. Qu'en est-il de l'utilisateur de données géographiques ?

Conclusion

Le réseau RBF mis en place par GPS par l'IGN et destiné à être exploitable par GPS concrétise les recommandations du CNIG de 1989. Il matérialise un système mondial géocentrique, désigné RGF93 pour le territoire national. Il faut rappeler que, par essence, les coordonnées initiales des points de ce réseau sont des coordonnées trirectangulaires euclidiennes, donc géométriques, et que les coordonnées planes en sont issues, conformément aux vœux des utilisateurs exprimés via le CNIG.

(22-04-97)

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.

PENTAX®

Système GPS

PENTAX POSITIONING SYSTEM

Système 9500 (Double fréquence)

Système 9400 (Simple fréquence)



PENTAX France

12/14, rue J.-Poulmarch

BP 204

95106 ARGENTEUIL Cedex

Tél. : 01 30 25 75 64 - Fax : 01 30 25 75 76

Agence :

Créativa Bât. E

BP 1225

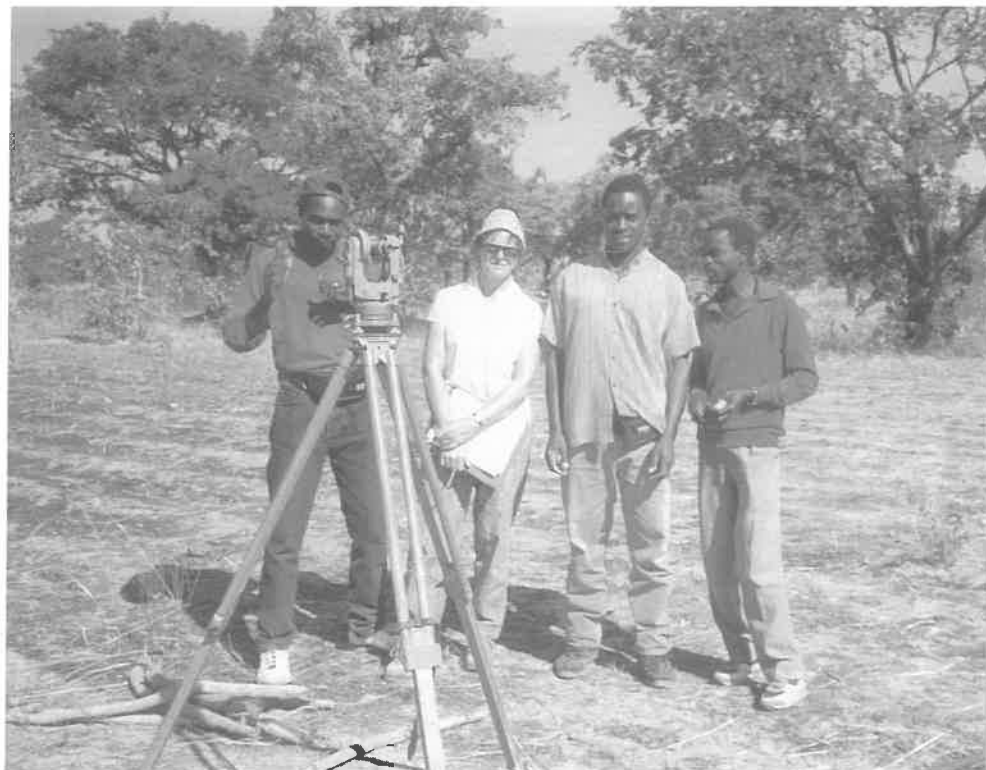
84911 AVIGNON Cedex 9

Tél. : 04 90 84 05 63 - Fax : 04 90 84 05 64



**JANVIER 97
BURKINA FASO**

rapport de mission à boromo



Bomavé Konaté est forgeron sculpteur, né à Oury, installé à Boromo, ville située entre Ouagadougou et Bobo-dioulasso, sur l'une des routes les plus fréquentées du Burkina Faso.

Sculpteur de masques traditionnels, il désire conserver le témoignage des modes de vie ancestraux effacés peu à peu par l'influence occidentale. C'est en 1988, après avoir voyagé à travers l'Europe, que germe en lui l'idée d'un Parc International des Arts Modernes et Traditionnels (P.I.A.M.E.T.) dans lequel chaque ethnie exposera ce qui fait sa force de vivre. Un musée vivant par la présence des artisans sur place. Il se met donc au travail, avec ses amis français, pour formaliser ce projet et tout d'abord obtenir un terrain des autorités compétentes. Le terrain obtenu et délimité selon les coutumes locales, les personnes contactées pour mettre en forme le projet demandent un plan d'état des lieux pour adapter les croquis réalisés à la réalité, et conserver au maximum la végétation existante.

Les membres du P.D.I.Z.B. (Projet de Développement Intégré dans la Zone de Boromo) ont une formation topographique mais pas de pratique et surtout, ils ne possèdent pas le matériel nécessaire au relevé d'un terrain de trois hectares. Ce projet réalise, avec les villageois concernés, des aménagements de bas-fonds : petits barrages en terre permettant une meilleure gestion de l'eau disponible.

C'est ainsi que, de bouche à oreille, le projet du P.I.A.M.E.T. vient à la connaissance de l'Association G.S.F. qui décide d'effectuer une mission à Boromo, afin de dresser le plan du terrain choisi pour la construction de ce musée.

Le 5 janvier 1997, Élisabeth d'Amato et Charlotte Cazalis débarquent à Ouagadougou pour quinze jours avec un Théodolite sous le bras. Après un trajet en bus, nous arrivons à Boromo où Bomavé Konaté nous accueille, le matériel est transporté jusqu'à notre logement dans une charrette tirée par un âne. Le lendemain, nous prenons contact avec les autorités locales :

- le haut commissaire de la province du Balé,
- le secrétaire général

- le directeur de la gendarmerie
- le directeur de l'inspection de l'enseignement.

Enfin, nous visitons le terrain du musée, ses limites ont été matérialisée par des piquets que nous recherchons et balisons pour avoir une vue d'ensemble des lieux. Dans la soirée, nous rencontrons Achille, Dofi et Torné, les animateurs du P.D.I.Z.B. qui participent aux opérations de terrain. Le rendez-vous est fixé au lendemain 7 heures pour commencer avant la chaleur qui nous surprend un peu en ce mois de janvier.

Les opérations de terrain se déroulent bien, Achille et Dofi manipulent le Théodolite et tiennent le carnet à tour de rôle, Torné porte la mire, relayé de temps à autre par Yacouba, notre guide à Boromo, qui nous renseigne sur les noms des arbres relevés. À la fin de la semaine, les relevés sont terminés et nous avons même pu visiter le chantier du barrage de Wako sur lequel s'activent, à tour de rôle, tous les villageois.

Pour contrôler la validité des observations, nous dessinons avec Achille et Dofi, une « minute » du plan. Les quelques jours suivants nous permettent de visiter la région et de rencontrer beaucoup de personnes très intéressantes.

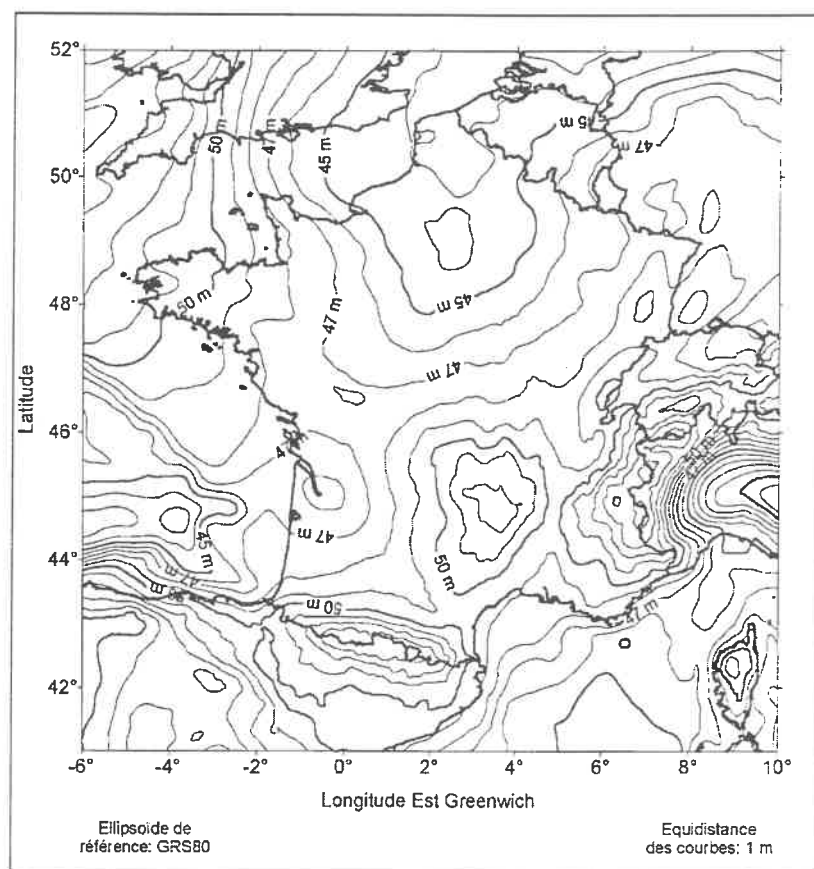
L'heure du départ arrive et ce n'est pas sans émotions que nous quittons Boromo et tous les amis rencontrés.

Le plan définitif est réalisé en France et envoyé à Bomavé Konaté qui peut maintenant finaliser son projet et rechercher les financements nécessaires. Notre intervention lors de l'implantation des bâtiments et autres éléments d'infrastructure a déjà été requise et les techniciens du P.D.I.Z.B. rêvent d'un Théodolite pour améliorer leurs études d'aménagement. Notre adieu à Boromo n'est donc pas définitif, de toute façon, nous y avons laissé un morceau de notre cœur.

Nous tenons à remercier ici la Société SIAMAR à Gap qui nous a prêté le matériel nécessaire à cette mission (Théodolite, Wild T1 et rapporteur) ainsi que le cabinet Aury à Montpellier pour la réalisation du plan. Nous serions heureux d'amener à Achille et Dofi, lors de notre prochaine mission, le « R.D.S » dont ils rêvent.

GSF. Géomètres Sans Frontières. Maison des Professions Libérales 285 rue Alfred Nobel - 34000 Montpellier -
http ://www.géometre.iplus.fr/gsf

un nouveau modèle de géoïde français



Après plusieurs années d'études menées au Laboratoire de Recherche en Géodésie de l'IGN et à l'ESGT, et avec l'appui décisif du Bureau Gravimétrique International, un nouveau modèle de géoïde couvrant la France continentale vient d'être calculé.

Un rapport sur le sujet de l'Ingénieur Géographe Henri Duquenne, « le modèle de quasi-géoïde français QGF96 et la surface de référence d'altitude RAF96 » est paru en janvier dernier. Il est disponible sur demande à l'AFT, en voici l'introduction :

Ce rapport accompagne la publication du modèle du quasi-géoïde QGF96, couvrant la France continentale, et de la grille RAF96 (Référence d'Altitude 1996) utilisable pour la conversion de hauteurs ellipsoïdales (exprimées dans le système géodésique RGF93) en altitude normales (NGF - IGN69). Dans le second paragraphe, on rappelle les principaux résultats théoriques qui ont été utilisés. L'exposé est cependant réduit au minimum permettant une bonne compréhension des choix

méthodologiques et des techniques de calcul employées. Le lecteur intéressé par des développements plus consistants devra se reporter à la bibliographie. Le troisième paragraphe est consacré à la description de l'enchaînement des calculs et des principaux logiciels utilisés. Afin de ne pas alourdir l'exposé, on a omis les logiciels d'intérêt secondaire. Une liste complète et sommairement documentée des logiciels figure en annexe. Dans la quatrième partie, on décrit chaque type de données entrant dans le calcul, ainsi que les processus d'évaluation préalable de leur qualité. Les grilles produites et leur validation sont l'objet de la cinquième partie. On y donne les spécifications produites de la grille de géoïde. Pour la grille de conversion de hauteurs ellipsoïdales en altitudes, des spécifications générales d'utilisation sont également proposées. La précision des grilles est évaluée. Dans la conclusion, on présente les principaux résultats obtenus et les perspectives immédiates d'amélioration. Le rapport se termine par des annexes consacrées aux logiciels et autres outils informatiques utilisés, et par la liste des références bibliographiques.

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

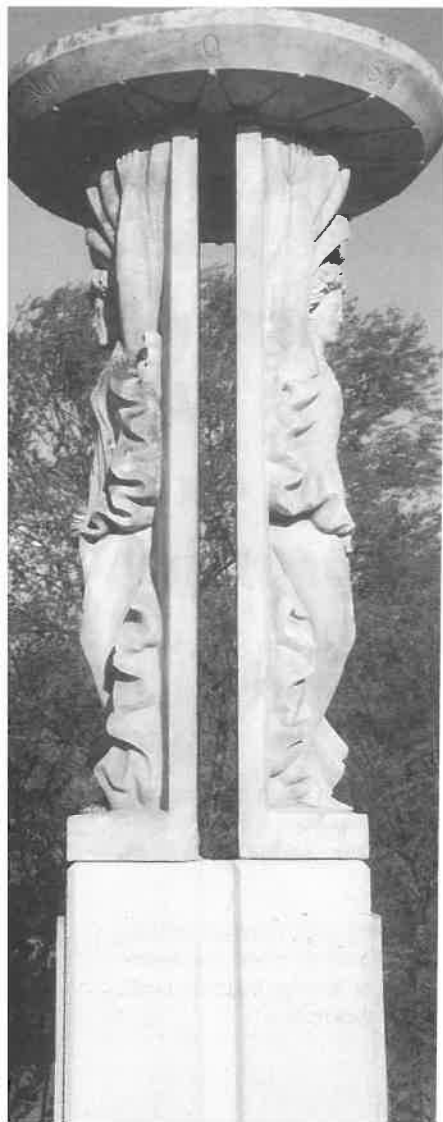
Parc Atlantis
222 et 224, avenue du Saint Laurent
44811 SAINT HERBLAIN Cedex
☎ 02 40 92 04 51. Fax 02 40 92 05 38

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



L'espace du passé

45^e réjouissant

par
**Dominique
Vinot**

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
DÉPARTEMENT DE LA DRÔME



MAIRIE

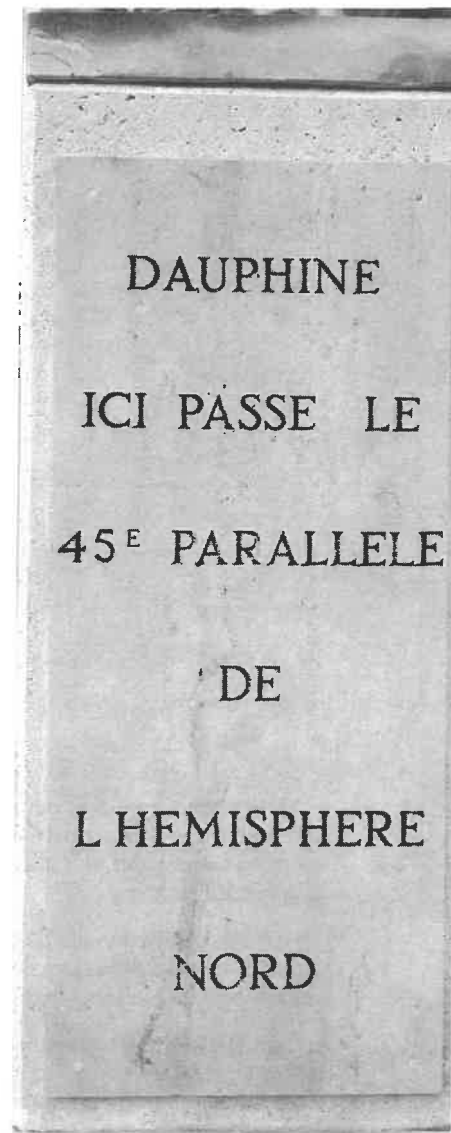
DE

PONT-DE-L'ISÈRE

Dans son riche article sur BOURDALOUE, paru dans le numéro 68 de XYZ, Robert VINCENT avait évoqué l'existence du monument du 45^e parallèle, dressé à proximité du pont sur l'Isère, sur la commune de ...PONT-DE-L'ISÈRE.

Ce monument existe bien, œuvre d'un sculpteur valentinois du nom de DELUOL ; je l'ai quant à moi redécouvert durant mon séjour dans la DROME, mes lointains souvenirs de voyage d'avant l'autoroute s'étant un peu estompés.

Attention, ne pas confondre avec l'aire du 45^e sur l'autoroute A6.



Il faut pour le voir emprunter la **Nationale 7** (carte Michelin N°77 plis 2 et 12, entre Tain-l'Hermitage et Valence). Pour des raisons professionnelles, j'avais eu l'occasion de correspondre en 1991 avec un initiateur de la construction de ce monument. Ce dernier m'avait transmis quelques lignes rappelant l'origine de cette édification en 1949, à l'occasion du 6^e centenaire du Rattachement du Dauphiné à la France.

Situé à gauche de la route en descendant, à l'entrée du pont sur la RN 6 (attention, pas l'ancien qui est sur la photo...celui de la Route Nationale), donc sur la rive droite de l'Isère, le monument est bien visible, mais pour mieux l'observer, et admirer « les formes harmonieuses de ses Cariatides », selon les termes de l'époque, mieux vaut s'arrêter. Il y a d'ailleurs de la place ombragée.

Alors, pour les prochaines vacances, si vous passez dans la vallée du Rhône, faites étape devant ce monument et expliquez à vos enfants ou petits enfants...Bien sûr, si vous avez un G.P.S. dans votre voiture, comme tout bon Topo qui se respecte, vous pouvez en profiter pour vérifier la position du monument, relever l'imprécision et...faire à votre tour une communication à XYZ qui publiera...Il a d'ailleurs fait l'objet d'un léger déplacement depuis la construction initiale.

Et bien entendu, toute information complémentaire ou rectificative concernant ce site serait bienvenue.

Les photos ? Notez simplement que ces deux dames sont à la dernière mode et aussi séduisantes l'une que l'autre. Le parallèle passe de justesse entre les deux !!!

L'ancien pont n'est plus accessible, mais la construction reste remarquable. Au Sud Ouest, vous aurez vue sur le site de Crussol (Ardèche), autre lieu réputé pour d'autres raisons.

Enfin, le timbre de la commune comporte le pont avec la mention...mais bon, vous avez déjà remarqué.





la page
voiture

auverland A3 un 4 x 4 pur et dur

R. Chevalier

Peu connu du grand public, ce 4 x 4 français retiendra l'attention des géomètres et topographes amenés à se déplacer partout et dans toutes les conditions, grâce à son côté rustique.

En effet, dépourvu de fioritures, il s'adresse nettement à une clientèle d'utilisateurs professionnels qui privilégient les capacités de franchissement et l'aspect pratique.

Un simple examen statique met en évidence des caractéristiques auxquelles nous sommes très attachés : en particulier : porte à feux très réduits, ponts décentrés, bonne garde au sol (250 m/m).

Disponible en chassis court (longueur H.T. : 3 m 65) et chassis long (longueur HT 3 m 85) il est décliné en de nombreuses versions : pick-up, Bâche, Hand Top, Bâche surélevée, Hard Top surélevé, standard ou confort.

Présenté en versions essence et diesel, il est dans ce dernier cas équipé des moteurs Peugeot XUD 9A (atmosphérique) ou XUD 9TF (turbocompressé) — puissance fiscale 8 CV dans les deux cas —, les boîtes de vitesse provenant de ce même constructeur (5 vitesses + marche arrière). La boîte transfert à enclenchement ou désenclenchement du pont avant étant de fabrication AUVERLAND (rapport court : 0.493).

Parmi les nombreux utilisateurs de ce véhicule on peut citer l'armée française et différentes forces armées étrangères (Terre, Air, Marine, Gendarmerie...) et plusieurs administrations : France-Télécom, EDG/GDF, SNCF, ONF, PTT, services d'incendie et de secours (DDSS) ...

La SA SAVAMAG spécialisée dans la vente de véhicules civils et militaires l'exporte régulièrement en Afrique, terrain de prédilection des 4 x 4, où elle est fournisseur de la Coopération militaire et du ministère de la Défense française.

À ce titre on retrouve également ce véhicule dans tous les départements et territoires d'outre-mer ainsi que dans les pays sous couvert du ministère de la coopération et du développement, sans oublier de nombreux pays étrangers tant en Europe (Espagne, Belgique, Grande Bretagne, Chypre ...) qu'en Asie (Japon) et zone Caraïbes (Haïti).

Un accord de licence de fabrication et de commercialisation a par ailleurs été signé pour les pays suivants : Slovaquie, Pologne, Roumanie, Bulgarie, ex-Yougoslavie et Hongrie.

Ces références sont rassurantes pour l'utilisateur potentiel. En outre, l'examen plus approfondi de quelques caractéristiques essentielles confirment qu'il s'agit bien d'un vrai véhicule tout terrain. Citons par exemple :

Pente franchissable :	100 %
Passage de gué :	58 cm
angle d'attaque :	50°
angle de sortie :	45°
Dévers maxi :	40°

Les poids à vide s'échelonnent de 1330 à 1360 kg (en charge : 1900 kg). Vitesse maxi : 120 ou 140 km/h selon les motorisations.

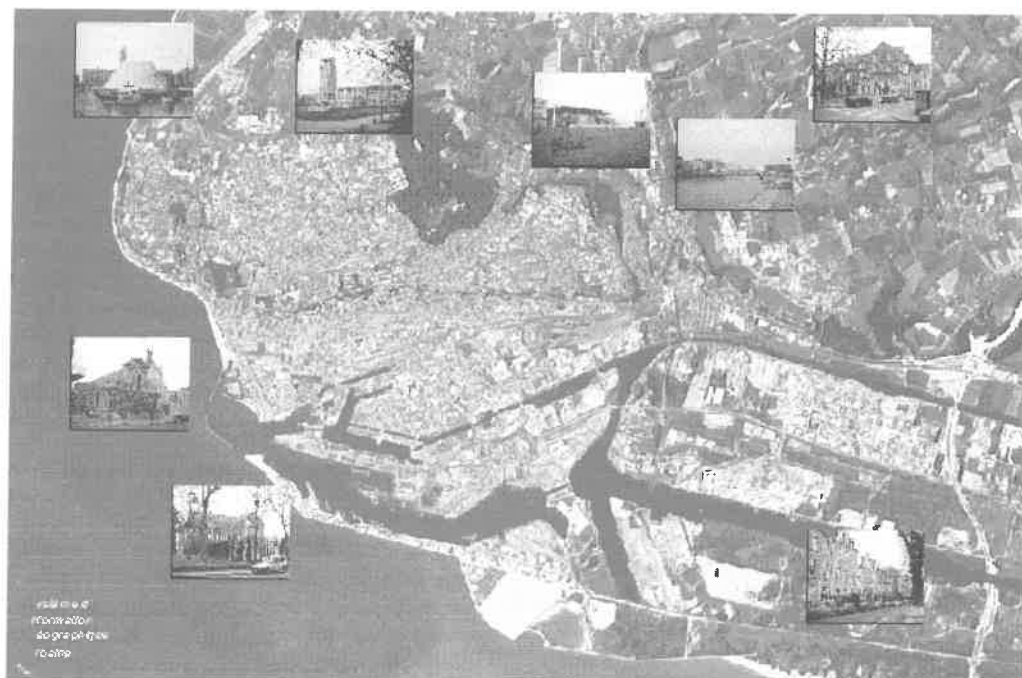
Ajoutons que les ponts sont rigides, le différentiel à glissement limité sur pont arrière, les suspensions assurées par des ressorts hélicoïdaux, le freinage assisté à double circuit (disques avants, tambour arrière) la direction assistée.

Ceci confirme que malgré son aspect rustique, il s'agit d'un véhicule très élaboré, même dans sa version de base.

De nombreuses options peuvent encore l'améliorer aussi bien au niveau du confort (climatisation) que du côté pratique (treuil électrique, pare-bufile, crochet de remorquage, élargisseurs d'ailes, protection réservoir, feux arrière et boîte de vitesse, sabot avant, etc.)

Pour en finir avec ce baroudeur français à 100 % (c'est si rare) précisons que les prix sont attractifs (de 99 500 FF H.T. pour les 2 places bâché à 106 975 FF H.T. pour les 4 places Hard Top) en série spéciale avec le moteur XUD 9A.

Renseignement : AUVERLAND S.A,
B.P. 12.
42 260 ST GERMAIN LAVAL
Tél : 04 77 65 54 44
Fax : 04 77 65 49 18



un système d'information et de gestion urbaine

Pascal Laurent
ingénieur topographe
ENSAIS

le havre



ingénieur en chef
chef du service SIG
mairie du Havre

Le HAVRE, avec une population d'environ 200 000 habitants, se classe au 11ème rang des villes de FRANCE. Sa situation géographique a favorisé son développement économique avec son port, qui se classe au 1er rang national pour le trafic des conteneurs, et ses entreprises pétrochimiques et des services.

En 1990, devant la complexité croissante de l'évolution de l'espace urbain, la municipalité décide de créer un SIG Urbain propre à faciliter l'aide à la décision sur les 4700 hectares du territoire de la ville.

Les objectifs recherchés sont alors :

- À court terme : **la gestion**. À ce stade le SIG permet à l'utilisateur de gérer l'information technique liée à son domaine professionnel. Il peut saisir, mettre à jour, consulter une information.
- À moyen terme : **l'aide à la décision**. À ce stade le croisement géographique, les requêtes multi-critères et spatiales, ainsi que la cartographie thématique fournissent des éléments objectifs de prise de décision.
- À long terme : **l'aide à la conception** (Simulation et dimensionnement de réseaux. Vérification du schéma de jalonement et de circulation, optimisation de trajets...)

Compte tenu de la volonté d'apporter en priorité un outil de gestion plus que de réaliser de la cartographie informatisée, la mise en place du SIG de la ville du Havre a imposé des choix en terme d'outils, d'architecture informatique, d'organisation et de stratégie de mise en charge de la B.D.U.

La création d'un nouveau service :

Le SIG est apparu en FRANCE il y a 10 ans comme un outil informatique nouveau, en forte évolution technique qui au sein des villes a eu du mal à se positionner. En effet, basé sur des technologies modernes de système d'information (Client/Serveur, Base de données relationnelles, Interfaces graphiques...) et destiné à gérer, entre autres, des données cartographiques, ce nouvel outil était tantôt confié aux services topographiques des villes, tantôt aux services informatiques. Par ailleurs, il n'était pas rare de constater des changements organisationnels au sein d'une même collectivité au fur et à mesure de l'évolution des technologies SIG et donc des compétences pour les mettre en œuvre.

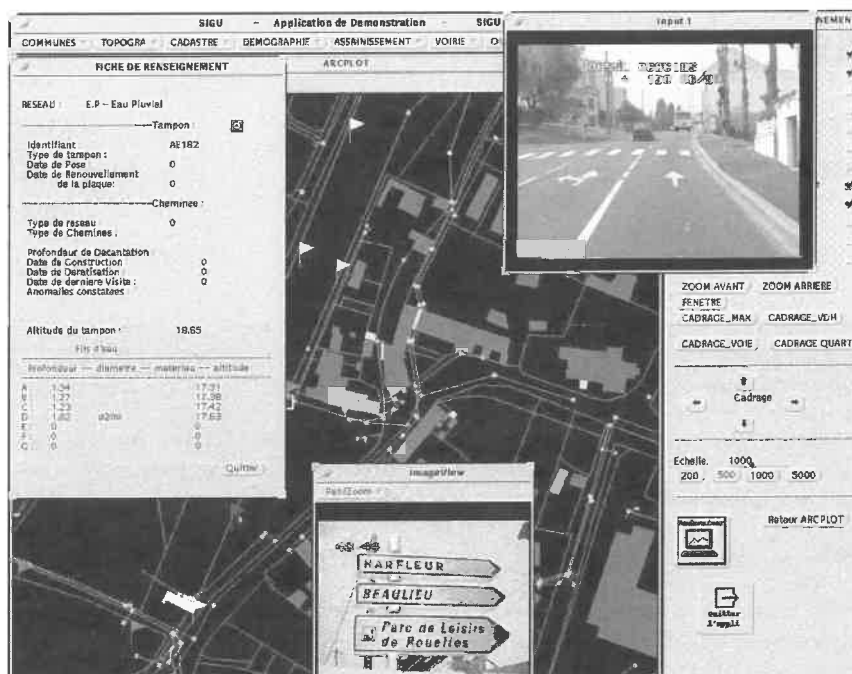
Le service Système d'Information et de Gestion Urbaine (SIGU) est né de ce constat et de l'objectif premier d'apporter par le SIG un outil moderne et fédérateur de gestion, entre autres, pour les services techniques et de l'urbanisme de la ville. Il est alors tout naturellement rattaché à la direction Organisation dirigée par M. François PIERRU et se compose d'ingénieurs et de techniciens à doubles compétences (informatique et topographique).

Après une phase d'étude préalable et le lancement d'un appel d'offre sur performance, la société ESRI leader mondial des SIG et son logiciel Arc/Info, a été retenue début 92 avec la Générale d'Infographie pour équiper sur un marché initial de 3 ans la Ville du Havre. Ce choix, gage de pérennité et d'évolutivité demandait là aussi d'acquiescer de fortes compétences informatiques.

L'architecture informatique :

L'architecture informatique est client/serveur avec un serveur SUN E3000, 15 stations SUN, 30 PC sous windows et Windows NT en réseau nfs., SGBDR Oracle et SIG Arc/Info et areview.

La construction de la banque de données Urbaine :



L'expérience des grandes villes pionnières dans la construction d'un SIG montrait clairement que la mise en place d'une banque de données urbaine était un pro-

cessus long et en inadéquation avec les objectifs fixés qui étaient d'apporter le plus rapidement possible un outil de gestion et d'aide à la décision. La difficulté de mise en œuvre rapide réside dans le choix bien souvent fait de constituer à priori un niveau de référence topographique au 1/200. La démarche du SIGU de la ville du HAVRE est inverse, elle s'appuie sur une constitution d'abord macroscopique de la Banque de données pour ensuite s'enrichir de niveaux de référence de plus en plus précis. En effet la priorité est donnée à la gestion et donc à la modélisation objet et topologique en s'appuyant sur le développement d'applications métiers. Chacune des couches d'objets métiers pouvant par la suite être améliorée en terme de précision suivant l'évolution des référentiels de base sans remettre en cause sa modélisation.

Le choix des référentiels de base

En 1992, aucun service municipal n'était équipé d'outils de D.A.O. et donc aucune donnée numérique n'était disponible. Les services techniques et de l'Urbanisme de la ville utilisaient principalement des fonds de plans papier cadastraux ou des assemblages par voie de réduction. Le cadastre devenait évidemment le référentiel de base à constituer et une convention de numérisation entre la Ville et la D.G.I. a été signée le 31/08/92. Parallèlement, un Orthophotoplan Numérique Couleur (O.N.C.) a été réalisée par l'I.G.N. pour assurer un référentiel de base sur les 4700 ha de la ville en attendant la fin de la numérisation.

L'O.N.C. dans la mise en place du SIGU :

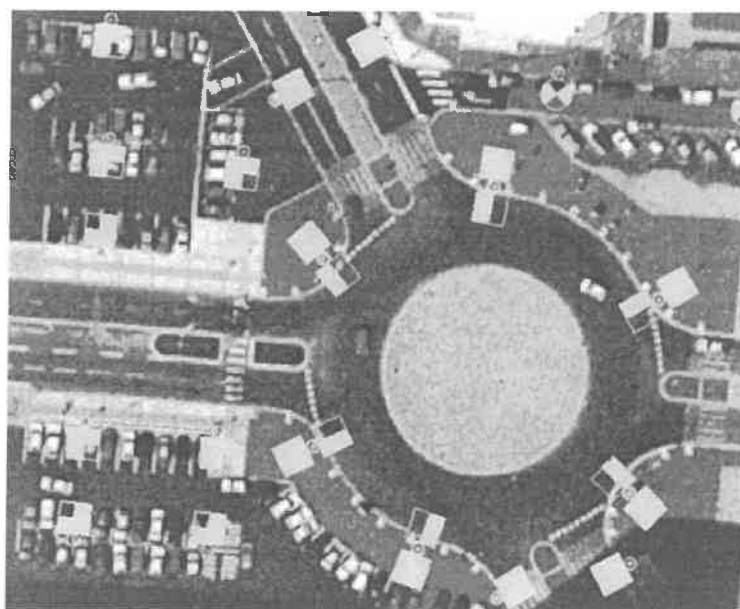
L'Orthophotoplan Numérique Couleur est un ensemble d'images matricielles en couleurs naturelles 3 canaux (RGB) issues de photographies aériennes corrigées de déformations perspectives dues au relief du terrain et à l'inclinaison de l'axe de prise de vue. Il a été réalisé par l'IGN sur la Ville du HAVRE avec une prise de vue aérienne au 1 :10000 et un recouvrement de 80 %, 40 %. Les 45 coupures ont été scannées

au pas de 25 μ soit un pixel terrain de 25 cm pour constituer un catalogue d'images 8 bits référencé en Lambert zone 1 et représentant 1,2 Go de données.

L'O.N.C. avec une précision proche du cadastre a constitué un premier géoréférentiel et une source de données dérivées par numérisation à l'écran sur fond d'image. Ainsi, la gestion et le positionnement par exemple du jalonnement routier et hôtelier, du stationnement, de la signalisation verticale, la numérisation de la signalisation horizontale, du P.O.S. et des servitudes s'est établie sur cette base. Par ailleurs, des référentiels de base dérivés ont été saisis sur ce principe : les limites administratives, les îlots INSEE codifiés, le surfacique et le filaire de voies codées RIVOLI.

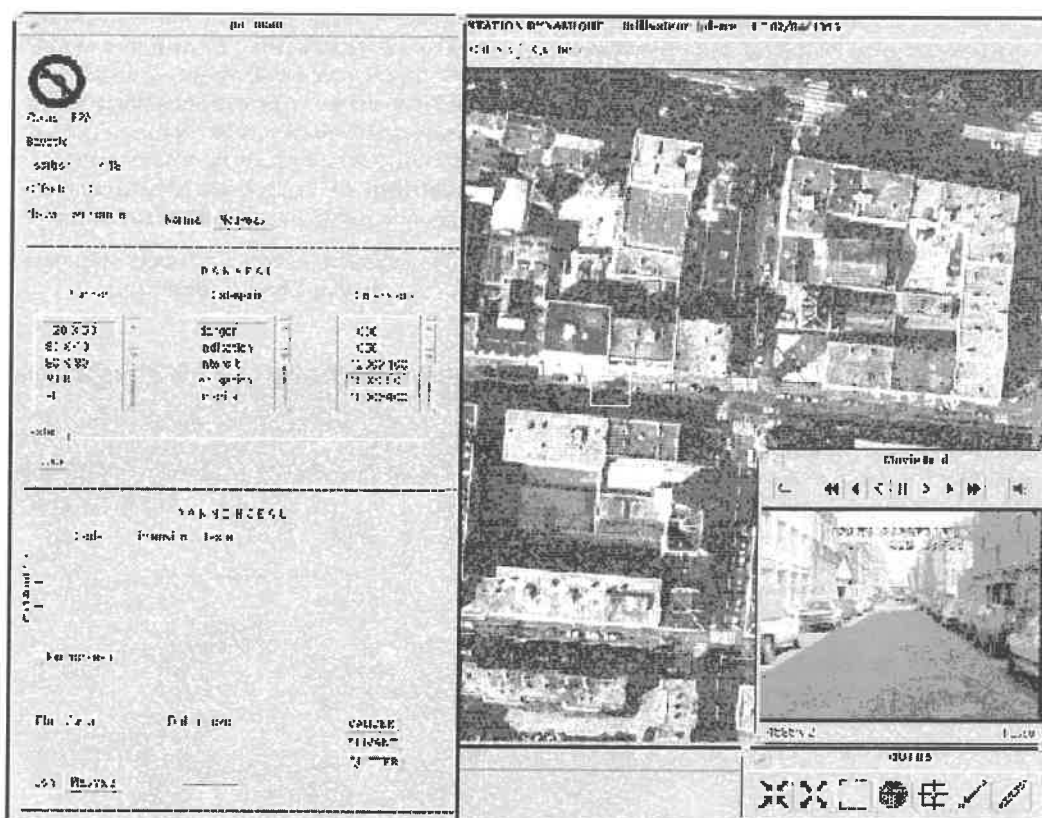
L'image aérienne a facilité la montée en charge rapide de la B.D.U. et la réalisation des premières applications de gestion, la production de plans thématiques : Atlas démographique en collaboration avec l'INSEE exploitant le fichier détail de recensement de population, Plans de domanialité et de modération des voies... C'est également un outil puissant de communication et de projet qui est fréquemment utilisé par les urbanistes.

Ci-dessous, un écran de l'application de gestion des panneaux de police. Avec en fond de plan l'image aérienne, l'image vidéo de la voie calée sur le filaire de voie, la matérialisation de l'abscisse curviligne encodée dans la vidéo des voies, la fiche signalétique des panneaux :



Le cadastre numérisé :

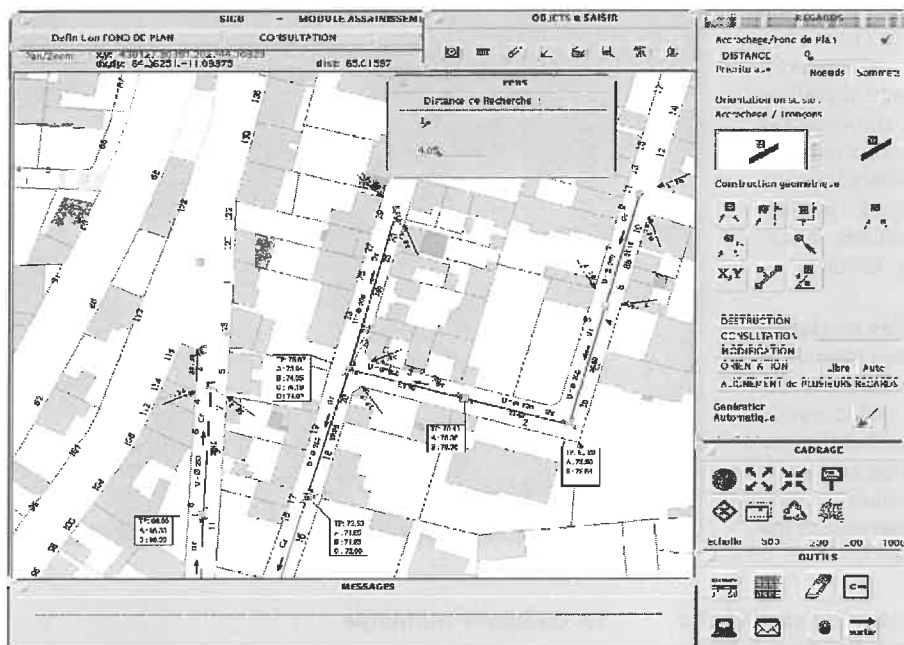
Le développement sous Arc/info d'une application de saisie, ainsi que la numérisation des 255 sections et 35 000 parcelles a été réalisé en interne. Le cadastre est aujourd'hui le référentiel de base de la B.D.U., il est d'une



L'application de saisie topologique du réseau d'éclairage public (14 000 candélabres) s'est appuyée sur l'orthophotoplan et sur le cadastre. L'image permettait parfois de mieux positionner les candélabres grâce aux ombres portées. (Le plan de base était dérivé du cadastre et assemblé au 1:2000 et avait surtout valeur de schéma).

part le support de la saisie de données dérivées liées aux métiers des services techniques et d'autre part la pierre angulaire de la construction d'un système foncier.

Un exemple d'application Métier : La saisie du réseau d'assainissement :



L'application de saisie est basée sur le respect des méthodes manuelles utilisées tout en contrôlant l'intégrité dès la saisie du modèle topologique. Les regards sont déterminés sur le terrain par un ensemble de cotes chaînées par rapport aux points remarquables figurant sur le cadastre. L'application consiste donc à placer les objets regards en choisissant à priori la méthode de construction géométrique (Relèvement, Intersection décalée, ...) puis les distances par rapport aux points durs du cadastre. Ces éléments sont historisés pour une génération automatique des cotations de repérage du regard. Une fiche de renseignement stockée sous oracle décrit le regard, en particulier, les cotes altimétriques tampons et radiers pour la génération automatique des « boîtes » de côtes des brins de chaque Regard. Ces derniers étant placés, les canalisations principales et les Branchements sont générés en identifiant le regard amont et le regard aval soit de façon automatique (à partir de données saisies tableur du service Eau et Assainissement) soit par pointé à l'écran. Les données attributaires du tronçon servent à aussi à déduire les annotations descriptives du réseau pour une meilleure cohérence entre le plan et la base de données. Sur les 500 Km de collecteurs et les 12000 regards, 60 % de la saisie est aujourd'hui réalisée.

La saisie modélisée du réseau est la base pour des fonctions d'exploitation comme la gestion des inspections caméra, la simulation et le dimensionnement. La précision relative au cadastre et à la méthode de relevé terrain peut ultérieurement être améliorée par exemple en accrochant automatiquement chaque nœud du réseau sur un semis de points topographique.

La mise en place du système foncier :

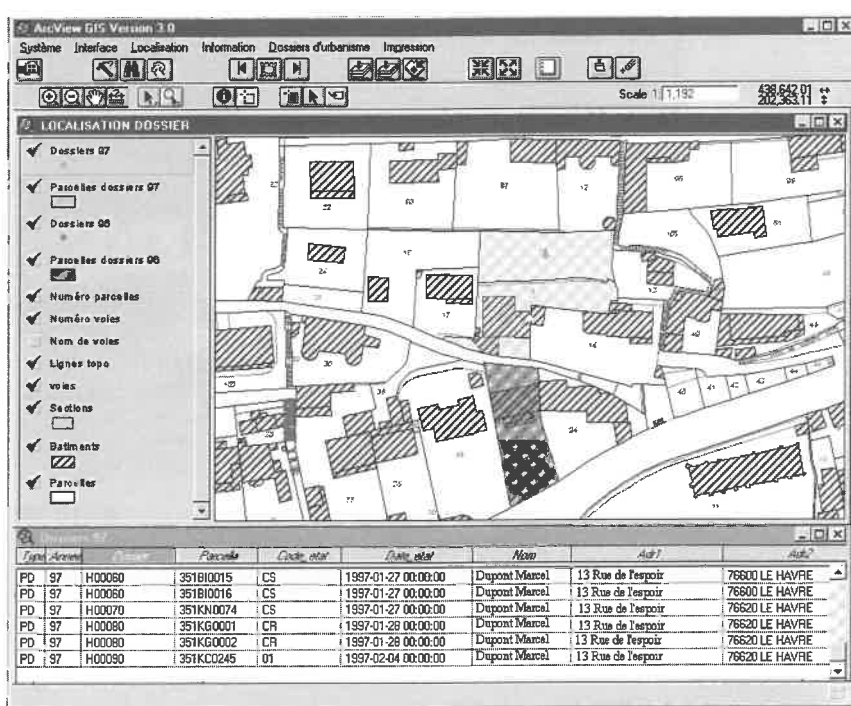
Le cadastre est non seulement un référentiel cartographique de base, mais aussi par la parcelle et son système d'identification unique la base géolocalisante des applications foncières.

En septembre 1995, la nouvelle municipalité décide de reprendre l'instruction des permis de construire qui était jusqu'alors partagée avec la D.D.E. et le SIGU est chargé d'en piloter l'informatisation.

Après une étude des produits de gestion des A.D.S. nous avons retenu le logiciel SI-URBANISME de la société T.S.I. pour la gestion administrative des dossiers (Saisie et édition des Certificats

et Renseignements d'urbanisme, Permis de construire ...). Le choix s'est fait sur des critères d'intégration dans le S.I.G.U. et d'ouverture. Le produit s'appuie en effet sur le gestionnaire de base de données oracle du SIGU pour accéder aux matrices cadastrales et stocker les dossiers instruits. Par ailleurs, il est couplé à une application sous Arcview de consultation du cadastre, du POS, des servitudes fournissant les éléments d'urbanisme nécessaires pour l'instructeur. 7 postes sous windows en réseau avec le serveur unix de données géographiques et de données oracle équipent ce service. Une couche cartographique des dossiers est mise à jour journalièrement et automatiquement par géocodification sur le code parcelle.

Ci-dessous un écran de l'application avec la localisation et la description des dossiers.



internet et la géomatique

Michel Bernard (SIAGE conseil)

Internet, dont le succès phénoménal a surpris l'Industrie Informatique elle-même, est tout sauf une trouvaille technologique récente, il va d'ailleurs fêter ses trente ans en 1997. Mais son extraordinaire notoriété et sa progression fulgurante sont largement liées au développement de la micro-informatique professionnelle ainsi qu'à l'émergence des services on-line à destination du grand public (Compuserve, Aol...). En introduisant un nouveau composant - le réseau universel - dans le paysage Informatique, Internet a initialisé une véritable révolution dans la façon de penser le développement des Systèmes d'Information. La Géomatique ne fait pas exception à cette règle, on peut même penser, comme l'indiquait d'ailleurs dans ces mêmes colonnes Henri Pornon (XYZ n° 70), qu'elle trouve avec Internet et Intranet une occasion unique de conquérir des domaines d'application beaucoup plus larges. Sans prétendre faire l'inventaire complet des capacités et des promesses de ce nouvel outil, nous allons en présenter quelques-unes des possibilités, sachant bien entendu qu'à la vitesse à laquelle se propage ce phénomène (on estime le taux de croissance actuel d'Internet à 10 % par mois) il est bien difficile de prédire ce que présentera ce domaine dans six mois ou un an.

Internet, pour quoi faire ?

On pourrait ne voir dans Internet qu'un super Minitel avec une interface graphique, mais ce média présente un potentiel de développement absolument unique grâce à sa couverture mondiale.

Internet pour communiquer

Internet est d'abord un puissant outil de messagerie à l'échelle planétaire. Le mécanisme de courrier électronique E-mail est en effet en passe de s'affirmer comme le standard de facto pour les communications internationales. Les outils de messagerie désormais disponibles avec les principaux systèmes d'exploitation du marché permettent de gérer ce courrier électronique de façon très conviviale. Des fichiers informatiques (textes, images, données...) peuvent être transmis simultanément (attachés aux messages) et permettent ainsi de compléter, voire supplanter les modes de transmission habituels tels que courrier postal, messages téléphoniques et télécopies.

Des formes élaborées de messagerie permettent en outre de travailler en mode coopératif (newsgroups, forums...) et entamer des discussions virtuelles avec d'autres utilisateurs.

L'intérêt d'un tel système de messagerie enrichie entre les utilisateurs du monde de la géomatique est particulièrement évident. Les avantages économiques ne sont pas les moindres. Un prestataire pourra par exemple transmettre en quelques minutes des fichiers numérisés à un client, lequel pourra lui retourner aussi rapidement les observations relevées après un contrôle de qualité. Dans la mesure où les coûts de communication sont indépendants de la distance parcourue par le message, la transmission du fichier à une ou plusieurs adresses est très économique (en particulier comparée à une expédition par les moyens traditionnels). Certes ce système ne per-

met pas encore d'assurer la certification juridique de la réception des messages, comme permet de le faire un Télex ou un accusé de réception de courrier recommandé. Ce système n'est peut-être pas suffisant, mais il est en tout cas très pratique et peut servir à compléter, avant de remplacer un système de courrier traditionnel.

Internet pour distribuer l'information : le World Wide Web

Encore récemment, l'accès à Internet, principalement connu du monde Unix, se faisait à travers des interfaces en mode texte et l'utilisation de commandes permettant de parcourir l'information disponible et transférer les données par des commandes ésotériques (Telnet ou Ftp). Tout ceci a complètement changé grâce au World Wide Web (littéralement : toile d'araignée mondiale), un projet mis au point au CERN (Centre Européen de Recherche Nucléaire à Genève). Le World Wide Web, ou tout simplement Web (la toile en terminologie francisée), est désormais popularisé grâce aux outils de navigation et aux moteurs de recherche de plus en plus puissants permettant de parcourir cette toile par le biais des hyperliens cachés dans les pages présentées sur les serveurs.

Les éditeurs de logiciels ont pratiquement tous mis en place (ou sont en train de le faire) un serveur qui présente non seulement des informations sur la société et ses tous derniers produits mais permet également de consulter la documentation technique ou commerciale et parfois même de télécharger des versions d'évaluation ou des applications développées par des utilisateurs eux-mêmes et mises à disposition. Cette évolution permet à tous (éditeur comme utilisateur) de gagner un temps précieux en consultant directement la liste des mises à jour de programmes disponibles ou des outils et extensions complémentaires.

graph, a décidé d'utiliser cette solution pour développer ses applications pour le Web et le format ActiveCGM proposé dans le produit Geomedia Web Map est désormais directement reconnu dans le navigateur Explorer de Microsoft.

Lorsque l'on mesure le chemin parcouru en une année à peine, on ne peut qu'être impressionné. Certes les fonctions proposées restent souvent du niveau visualiseur, mais la qualité des produits et leur rapidité d'exécution en affichage vecteur est assez satisfaisante pour permettre le montage d'applications performantes. On voit ainsi se développer des outils de navigation géographique assez sophistiqués, offrant des fonctionnalités de consultation et de requête (Mapguide de la société Autodesk ou Geomedia web map d'Intergraph par exemple).

Exemples de sites proposant des serveurs WEB-SIG

Editeur	Nom du produit	Site
Autodesk	Mapguide	www.mapguide.com
Esri	Map Objects / Aroview Internet	www.esri.com
Mapinfo	Proserver / Mapinfo	www.mapinfo.com
Intergraph	Geomedia Web Map	www.intercap.com
Alsoft	Geoconcept	www.alsoft.fr

Les développements de sites exploitant ces outils ne sont encore qu'à leurs balbutiements, il faut toutefois rappeler qu'existent également d'autres approches exploitant cette fois des serveurs plus classiques mettant en œuvre des bases de données géographiques selon des principes qu'illustrent par la mise sur serveur Web des services ITI (www.iti.fr) ou Michelin (www.michelin.fr). Ces services télématiques bien connus depuis plusieurs années ont pour vocation de calculer et d'optimiser les itinéraires routiers (France et Europe). Alors que sur Minitel la géographie étant « masquée », l'interface graphique des navigateurs permet désormais de présenter à l'utilisateur un itinéraire sur un fond cartographique.

L'une des limites actuelles du développement des outils réside dans l'absence d'un standard de description des

bases de données (graphiques notamment) qui rend très hétérogène le développement de ce type de solutions. En effet, si Intergraph fait la promotion du format ActiveCGM, présentée comme une extension de la norme CGM (Computer Graphics Metafile), Autodesk avance DWF (Drawing Web Format). En réalité ces formats, en particulier ActiveCGM et DWF, restent surtout graphiques, même si les applications qui les exploitent sont capables de lier les objets graphiques avec des bases de données alphanumériques. Les autres éditeurs s'en tiennent à des formats plus propriétaires (SHP ou MIF notamment). L'idée d'un véritable format géographique sur le réseau n'est sans doute pas encore viable, si l'on en juge par la lourdeur de mise en œuvre des solutions actuelles (NTF, EDIGEO, SDTS...).

Conclusion : Internet est-il le futur de la géomatique ?

Comme nous venons de le voir, Internet est déjà une réponse efficace, en particulier aux problèmes de communication et de mise en relation des utilisateurs, prestataires et fournisseurs en géomatique.

Pour que se déploient réellement des applications géomatiques « transportables par le réseau », les solutions techniques sur Internet ne feront manifestement pas défaut. C'est plutôt du côté de l'organisation même du secteur de la géomatique, notamment de la mise à disposition des données de base, que les évolutions doivent être recherchées pour permettre à un plus grand nombre d'utilisateurs de tirer parti de ce nouvel outil.

En l'absence de solutions pratiques et simples permettant l'accès « à la demande » aux informations, avec une gestion des coûts rapportée à ce nouveau mode de travail, il sera bien difficile de généraliser l'exploitation des applications. Le modèle traditionnel fournisseur / client appliqué à la distribution des données géographiques doit manifestement évoluer. Les fournisseurs doivent en effet anticiper une augmentation des transactions ponctuelles sur de petits volumes de données, alors que le modèle actuel privilégie les échanges volumineux en exploitation longue.

Ceci semble être une des conditions indispensables pour que le déploiement de la géomatique « grand public » devienne une réalité et tire un réel parti de l'expansion de la galaxie Internet.

la fm au service du différentiel

*Ariane Andréani
(DEA Géodésie spatiale)
responsable du département
géodésie-topographie
France - GPS*



INTRODUCTION

Le système GPS connaît aujourd'hui un essor considérable.

Ce système de localisation par satellites présente, en effet, un grand nombre d'applications. Il fournit une grande précision sur la détermination de la position géographique, du temps et de la vitesse, il bénéficie d'une couverture géographique uniforme et fonctionne quelles que soient les conditions climatiques.

Conçu, tout d'abord, pour des applications militaires par le Ministère de la Défense américain, il se développe maintenant dans tous les secteurs d'activités, 85 % des utilisateurs étant dans le domaine civil. Il devient notamment un outil indispensable pour la topographie.

LA NÉCESSITÉ DU GPS DIFFÉRENTIEL

En mode absolu, la précision sur la position géographique obtenue par GPS est de 100 m en horizontal et 150 m en vertical. Cette précision dépend de plusieurs facteurs : l'erreur sur la position des satellites, les effets atmosphériques sur les ondes, les multitrajets (réflexion des ondes sur un bâtiment ou sur le sol), le bruit de mesure des récepteurs... À cela s'ajoute la dégradation volontaire ou Sélective.

Availability introduite par le Ministère de la Défense américain consistant à introduire un décalage sur les horloges des satellites et à fausser les paramètres d'éphémérides transmis.

Le mode différentiel s'impose alors pour un positionnement plus précis en temps réel.

Ce concept est basé sur l'utilisation de deux récepteurs, l'un placé sur une station de référence dont la position est connue de façon très précise, l'autre sur la station dont on souhaite déterminer les coordonnées. Le premier récepteur déduit des corrections par comparaison de sa position connue et de sa position calculée à partir des données transmises par les satellites GPS.

Les corrections peuvent alors être transmises en temps réel au second récepteur à l'aide d'un équipement radio (UHF, VHF, HF, FM) pour être prises en compte dans le calcul de la solution.

Si la station de référence et la station mobile sont suffisamment proches, les trajets des ondes sont quasiment identiques entre satellite/référence et satellite/mobile, ce qui permet de s'affranchir de la dégradation volontaire et de diminuer les effets atmosphériques.

La précision obtenue par GPS différentiel en temps réel est alors bien meilleure qu'en mode absolu (de 1 à 15 m avec le code C/A et inférieure à 2 m avec le code P).

Le GPS différentiel nécessite cependant un équipement coûteux du fait qu'il comprend deux récepteurs plus la liaison de transmission de données et l'installation fastidieuse d'une station de référence.

Pour palier à ces contraintes, différents services mettent en place des stations de référence fonctionnant en continu. Ces stations calculent des corrections que les sociétés de services transmettent à leurs abonnés.

LE DIFFÉRENTIEL PAR LE RDS

Le système RDS (Radio Data System) est un service de transmission de données digitales sur la bande FM. Il a été élaboré et développé par l'European Broadcasting Union (EBU) en 1984 et, après quelques modifications en 1990, il fut adopté comme standard européen.

Le RDS s'est depuis largement développé en Europe. Actuellement, la plupart des stations radios FM d'Europe Occidentale fournissent des services RDS et les constructeurs automobiles équipent un nombre croissant de véhicules de radios capables de recevoir les messages RDS.

Le RDS permet, entre autres, la recherche des programmes et l'affichage sur les petits écrans des autoradios du nom de la station écoutée. D'autres informations complémentaires sont ou devraient être d'ici peu disponibles telles que des informations météorologiques, routières ou touristiques.

Mais aussi, le RDS a une largeur de bande suffisante pour l'exploiter comme moyen de transmission de corrections différentielles.

Il suffit alors de s'équiper d'un récepteur GPS intégrant un récepteur RDS et de souscrire un abonnement pour la réception de ces corrections.

Cet abonnement est, de plus, très accessible, notamment puisqu'il utilise l'infrastructure déjà existante des stations radio ; le prix de l'abonnement annuel dépend du niveau de précision réclamée et est d'environ 500 F pour une précision de 10 m, 1 500 F pour 5 m et 3 500 F pour 1 m.

De nombreux tests sur l'efficacité de la liaison de données RDS pour la transmission de corrections différentielles ont été menés. Ces tests ont révélé un système d'une performance supérieure à celle obtenue par un système conventionnel au format RTCM Type 1 à 100 baud. À l'issue de ces tests, ce service a été mis en place aux États-Unis en 1992 où le nombre d'utilisateurs ne cesse de croître et il est maintenant également disponible dans quelques pays d'Europe, comme la Suède ou l'Allemagne. Le RDS étant implanté dans de nombreux pays, le système DGPS/RDS a la possibilité de s'étendre rapidement à travers le monde.

LES AUTRES SERVICES DE CORRECTIONS DIFFÉRENTIELLES

Parallèlement, des services de corrections différentielles via des satellites de communication se sont développés aux États-Unis.

Certaines compagnies privées proposent également ce type de services en Europe.

Racal, par exemple, propose le système Skyfix comprenant 55 stations de référence ; Les corrections sont transmises via le satellite Inmarsat avec un rafraîchissement toutes les 2 à 4 s. Le système Starfix (Fugro) est similaire à Skyfix, avec un rafraîchissement toutes les 4 à 6 s et la base de 60 stations de référence.

L'avantage certain de ce type de système est de bénéficier d'une couverture internationale.

L'accès à ces services est néanmoins plus onéreux que le RDS et impose la nécessité d'une antenne omnidirectionnelle. (figure 2)

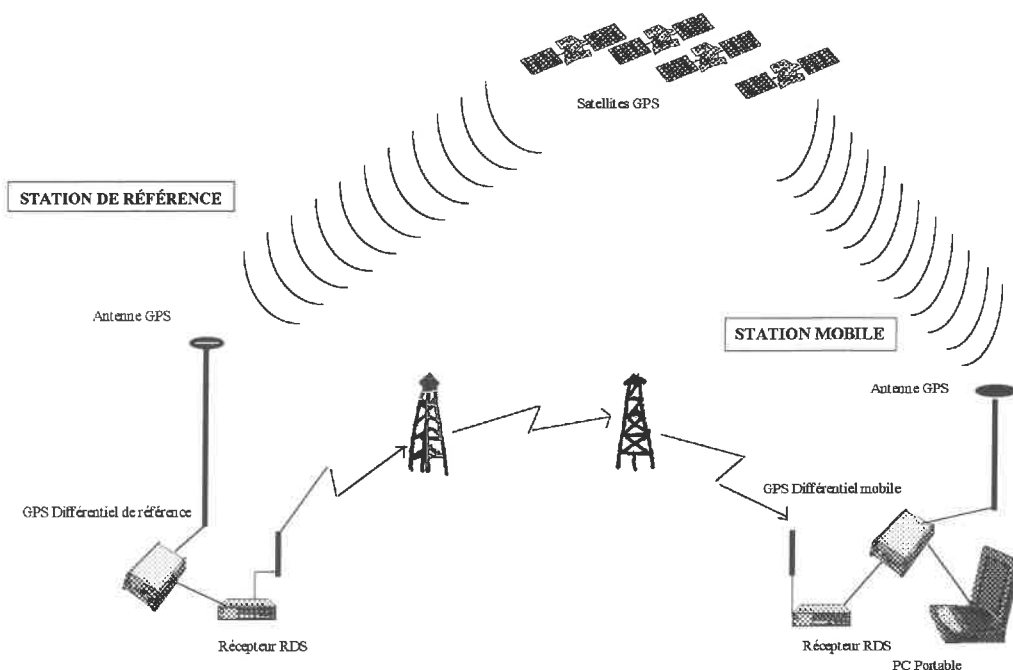
Le projet EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service), élaboré par la Communauté Européenne, devrait fournir, parallèlement au programme WAAS, un service à l'échelle européenne basé sur le même principe à partir de 1998. Ce dernier devrait cependant être, dans un premier temps, réservé aux applications aériennes. En outre, seule la dégradation volontaire sera corrigée et la précision obtenue sera de 10 à 20 m.

PROJET DE MISE EN PLACE D'UN SERVICE RDS EN FRANCE

La transmission des corrections différentielles via RDS a désormais fait ses preuves. Les tests expérimentaux réalisés par un nombre grandissant d'utilisateurs montrent un système fiable et très performant.

De plus, son faible coût le rend accessible à tous types d'applications nécessitant une bonne précision en temps réel.

SERVICE GPS DIFFÉRENTIEL VIA RDS



SERVICE GPS DIFFÉRENTIEL VIA SATELLITE DE COMMUNICATION

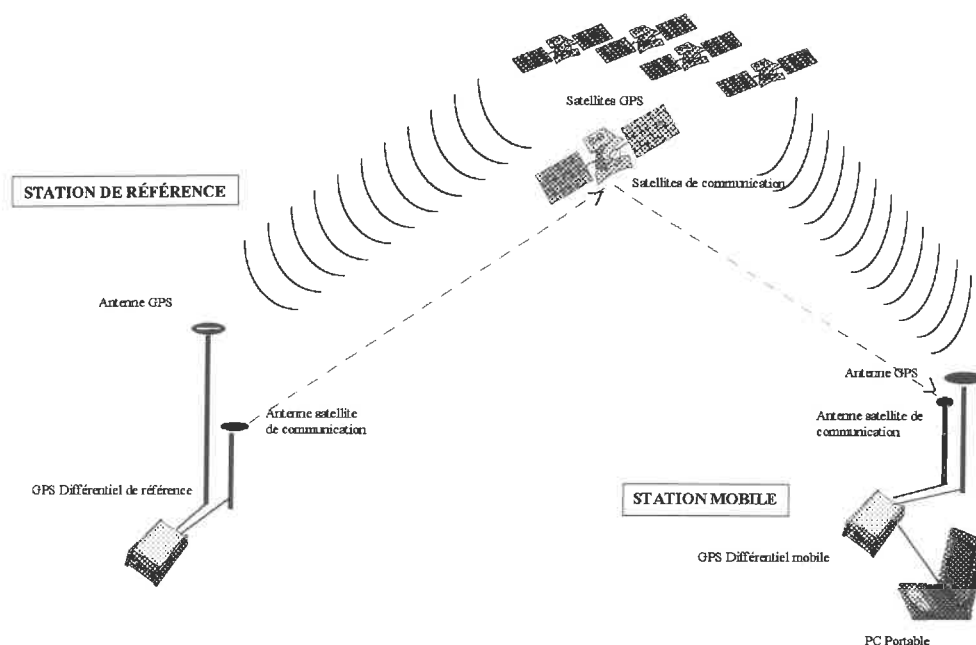


Fig. 2

Dans le domaine de la topographie, il offre notamment la possibilité de faire des levés de détails en ville, du fait que les problèmes de couverture radio en ville sont éliminés et d'enrichir les bases de données. Ce service trouve également son utilité auprès des agriculteurs qui s'orientent, de plus en plus, vers une agriculture de précision : cartographie de rendement des parcelles et modulation des doses d'engrais, de pesticides et de semences limitant ainsi le coût de production et s'inscrivant dans le mouvement écologique.

Citons encore, à titre d'exemples, les applications en trajectographie, le guidage d'engins qui n'utilise que le mode absolu et qui pourrait donc, au moyen de ce service, gagner grandement en précision, mais aussi le domaine de la robotique, de la pêche et bien d'autres.

Ce système se développe rapidement dans de nombreux pays mais demeure, à ce jour, inexistant en France.

France GPS, importateur et intégrateur de solutions logicielles et matérielles autour de la technologie GPS a donc décidé d'initialiser ce projet en France, en collaboration avec un opérateur de réseau national.

Ce projet doit débiter par une phase de test en région parisienne dès le mois de Mai 1997.

Cette première phase comprend l'installation et la mise en œuvre d'une station de référence dont France

GPS assurera la maintenance, ainsi que la réalisation et l'analyse de tests DGPS/RDS en Île de France. La figure ci-après illustre les résultats de tests préliminaires en mode dynamique, la station de référence étant localisée à quelques kilomètres du mobile et étant munie d'un récepteur RT20 Novatel. L'analyse de ces premiers tests montre une bonne répétabilité.

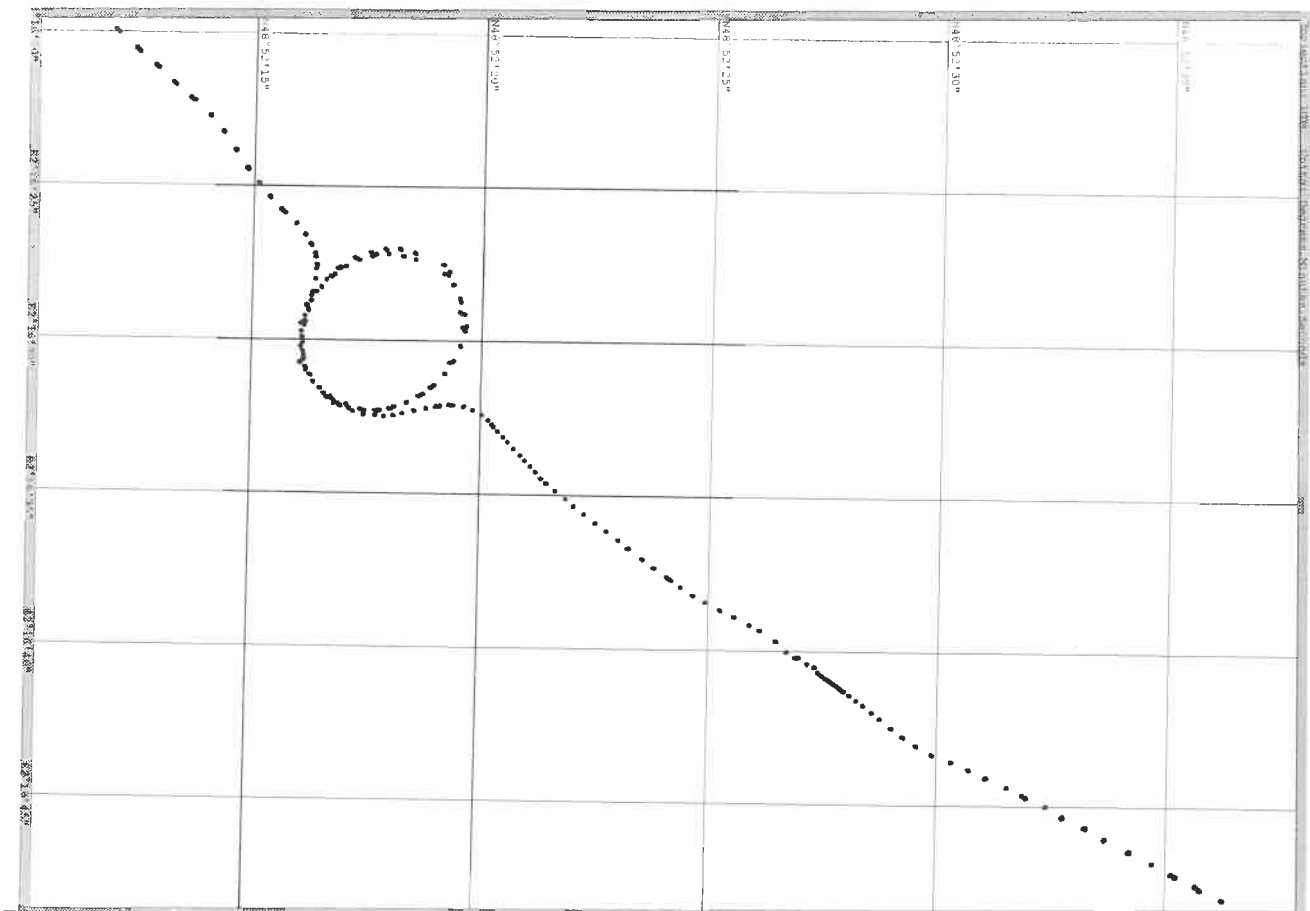
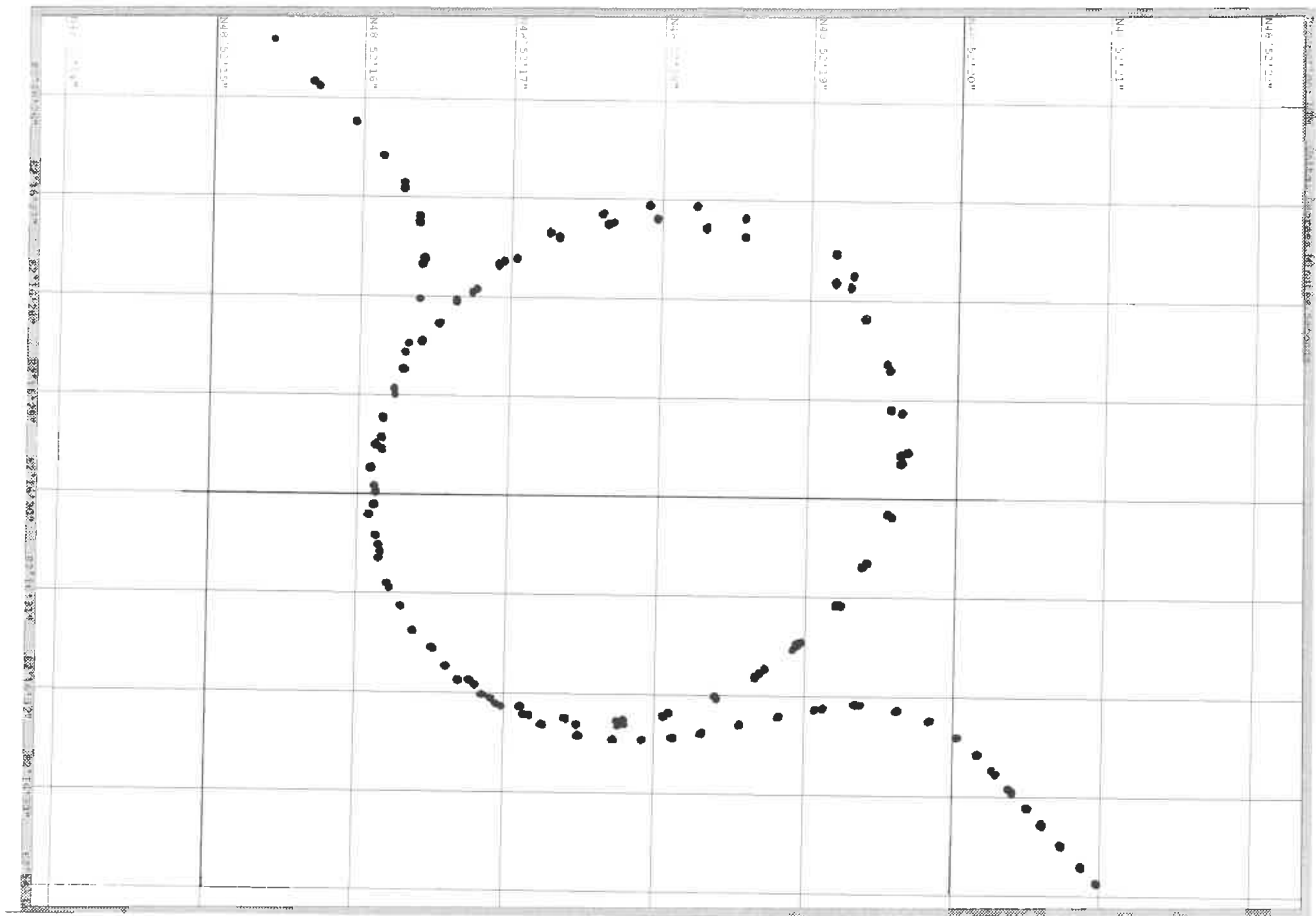
Dans un deuxième temps, ce service doit s'étendre à l'ensemble du pays avec la mise en place d'un réseau de stations de référence suffisamment dense pour couvrir l'ensemble de la France avec une bonne précision.

L'utilisation des corrections sera soumise à une redevance annuelle, les tarifs envisagés seront de l'ordre de ceux évoqués précédemment.

CONCLUSION

Différents systèmes de transmission de corrections différentielles GPS ont été présentés. Un intérêt particulier a été porté à l'utilisation du réseau RDS comme moyen de transmission.

Doté d'une haute performance et accessible à moindre coût, il ouvre la porte du différentiel à tous types d'applications. Ce service devrait être prochainement disponible en France et s'appliquer, notamment, au domaine de la topographie.



- GPS - GPS - GPS -

LandStar réseau différentiel g.p.s. européen

Claude Michel. Société Geoid

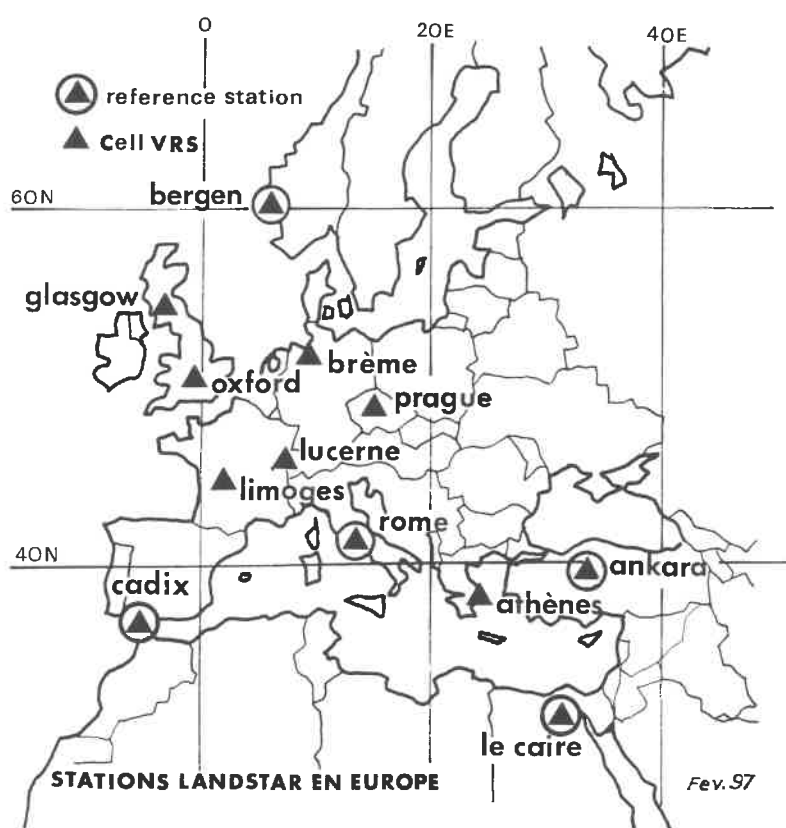


La détermination d'une position à l'aide d'un seul récepteur GPS se fait quasi instantanément avec une précision de ± 100 m (à 2 sigma soit 95 % de probabilité) garantie par les militaires américains opérateurs du Global Positioning System. Cette précision est conditionnée par la dégradation volontaire du signal émis par les satellites.

Une solution opérationnelle élégante, dite mode différentiel, permet de ramener la précision à une fourchette de ± 5 m à ± 1 m, voire $\pm 0,5$ m (à 1 sigma).

Ce mode « différentiel GPS », habituellement noté DGPS, fait appel aux mesures sur le code C/A de la fréquence L1 du signal satellite. Il faut le différencier d'un autre mode d'observation sur la phase de l'onde porteuse, à l'objectif de précision centimétrique, qui fait également appel à la notion de différentiel sans en porter le nom.

De manière pratique, le mode DGPS nécessite tout d'abord une station de référence à la position connue et aux coordonnées ramenées au système WGS 84 (celui des orbites des satellites et de leurs éphémérides). Un récepteur GPS est installé à poste fixe sur cette station et observe les signaux satellites. Connaissant sa position et celle des satellites (incluse dans le message reçu), il est apte à calculer en chaque instant les pseudo distances qu'il aurait dû observer, et à les comparer aux observations effectives entachées de l'erreur due



principalement à la dégradation volontaire du signal. Ce récepteur ayant un logiciel approprié peut alors calculer des corrections réactualisées en permanence au gré de la variation de la dégradation du signal GPS.

Ces corrections peuvent être enregistrées et utilisées à posteriori, ou, le plus souvent envoyées par un mode approprié de communication (radio, satellite, téléphone GSM) à un récepteur GPS itinérant. Un comité international a adopté pour ces corrections un format standard appelé RTCM-SC 104.

Le récepteur mobile observe les signaux « dégradés » des satellites, applique les corrections venant de la station de référence et calcule une position corrigée. La précision du point ainsi calculé dépend bien sûr du type et de la qualité des récepteurs GPS, mais aussi de la qualité des corrections calculées et de « l'âge » de ces corrections (temps de calcul et de transfert).

Très rapidement, les utilisateurs se sont aperçus qu'avec une seule station de référence, ils n'étaient pas à l'abri d'erreurs aléatoires voire systématiques liées au contexte local d'observation et de calcul des corrections. Ils ont donc déployé des réseaux de 2, 3, 10 stations incluant une station de contrôle (monitoring). Cette station monitoring installée sur un point connu en position, permet d'observer la performance et l'efficacité globale du système différentiel en œuvre. Elle permet le contrôle de l'intégrité du signal GPS et le contrôle de la qualité des corrections calculées, offrant ainsi un système fiable et précis.

La société anglaise RACAL (autre-fois DECCA) leader mondial de la radio navigation depuis 30 ans, met en œuvre depuis 1991 un réseau DGPS à couverture mondiale, le SKYFIX, plus particulièrement destiné à la navigation maritime. Depuis le début de 1997, RACAL propose un réseau à couverture européenne, le LANDSTAR.

Ce réseau comporte à ce jour cinq stations de référence à BERGEN, ROME, ANKARA, LE CAIRE, CADIX et

la station monitoring à ABERDEEN en ÉCOSSE. Ces stations ont fait l'objet d'une campagne géodésique et leurs coordonnées ont été déterminées avec une précision de l'ordre de 10 cm dans le système de référence international ITRF92 époque 94.0 (pseudo WGS 84).

Sur chacune des stations, un récepteur GPS calcule en permanence des corrections RTCM-SC 104 qu'il envoie chaque seconde au centre de contrôle. Ces ensembles de corrections sont continuellement comparés, analysés, des tests et filtres mathématiques permettent alors d'éliminer ponctuellement les valeurs erronées voire une station pendant une période de mauvais fonctionnement.

Compte tenu des grandes distances entre les stations de référence, les corrections calculées divergent avec les conditions locales de propagation du signal GPS (principalement réfraction ionosphérique).

Une modélisation globale des différentes erreurs est alors effectuée de manière à calculer des corrections optimales pour un plus grand nombre de stations virtuelles.

Les corrections relatives à toutes ces stations sont ensuite envoyées par le centre de contrôle au satellite géostationnaire EMS.

L'utilisateur doit posséder un récepteur LANDSTAR lui permettant de recevoir les corrections de la station la plus proche, réelle ou virtuelle. Compte tenu du protocole RTCM-SC 104, ces corrections sont ensuite utilisables par tout récepteur GPS pourvu d'une entrée de ce type. Il aura alors en permanence et en temps réel sa position, Latitude-Longitude, XYZ, Lambert et altitude... (suivant le type de récepteur GPS).

Les avantages d'une telle solution sont multiples et divers :

- contrôle d'intégrité du signal GPS.
- contrôle de qualité des corrections calculées,
- fiabilité du système, solutions de secours à plusieurs niveaux, instantanées en cas de panne,
- optimisation des valeurs de corrections éditées, consistance de ces valeurs,
- efficacité de communication avec le satellite EMS proche de 100 % dans les contextes les plus difficiles,
- plus d'obligation d'acheter, opérer, gérer, sécuriser une station de référence,
- notion de zone géographique élargie, possibilité d'intervenir rapidement n'importe où sans préparation préalable,
- utilisation facile pour non initiés,
- encombrement réduit, possibilité d'intégration des récepteurs LANDSTAR et GPS.

Ce type de système s'adresse à tous les utilisateurs se satisfaisant d'une précision métrique mais soucieux des aspects intégrité, qualité et consistance du service. De nombreux secteurs d'activité peuvent être intéressés : agriculture, exploration minière, sismique terrestre, acquisition de données SIG, cartographie, levé topographique, transports, militaire, marine...

La société RACAL avec 850 personnes travaillant dans le positionnement, est certifiée ISO 9001, elle assure le bon fonctionnement de ce réseau et du service en découlant.

NDRL : La société GEOID a l'agrément de RACAL pour la distribution de ce produit.

GEOID - 3, rue Jean Monnet - 34830 CLAPIERS

Tél : 04.67.59.26.44 - Fax : 04.67.59.28.42

e-mail : geoid @ mnet.fr

VUES AERIENNES METRIQUES

Toutes échelles - Toutes émulsions : Pour toutes applications

Missions sur mesure ou photothèque

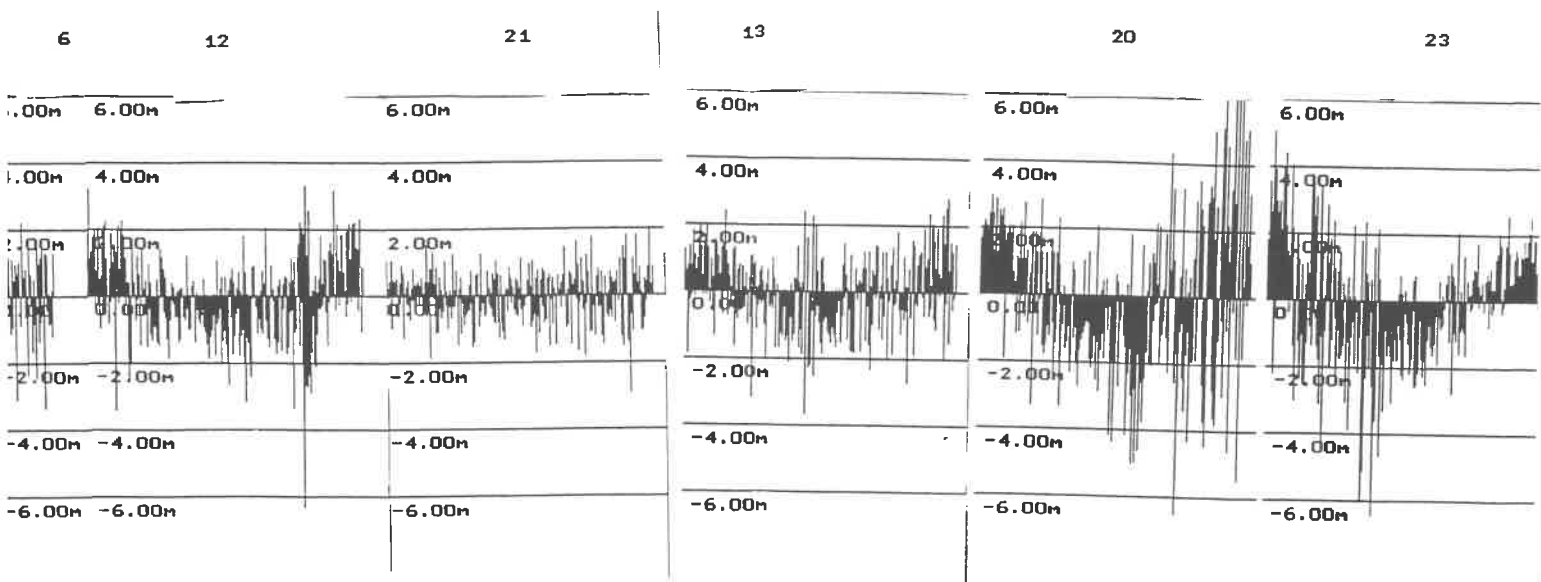
AGRANDISSEMENTS GÉANTS - POSTERS IMPRIMÉS
Travaux photographiques de précision (cartographie)



AU SERVICE DES AMENAGEURS

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

Téléphone : 42.60.05.45 - Télécopie : 42.24.26.04



**un
traitement
des
mesures
g.p.s.**

**monofréquence
pour
la
trajectographie**
Claude Million

I. Introduction

Le traitement des mesures G P S est généralement fait par des logiciels développés par les fabricants. Toutefois, à l'étranger, des universitaires, indépendants des fabricants, ont contribué à l'élaboration des logiciels qui restent, pour des raisons commerciales, fermés aux utilisateurs qui doivent se résigner à les utiliser comme des boîtes noires.

La présente démarche est celle d'un utilisateur voulant accéder à un logiciel afin de comparer les différentes stratégies d'association de G P S et des mesures photogrammétriques. Il est, en effet, frappant de constater que l'association des mesures G P S aéroportées et de celles utilisées en aérotriangulation donnent des résultats souvent meilleurs que G P S seul, ou que l'aérotriangulation seule.

On pourrait comparer cette synergie à celle décrite dans la fable de l'aveugle et du paralytique, où aux faiblesses de l'un correspondent les points forts de l'autre. On pense, et d'autres ont pensé avant nous, que les progrès qui seront faits en ce domaine passeront par l'exploitation de cette constatation, et que toutes les potentialités de cette synergie ne sont pas encore exploitées.

Or, actuellement, on traite indépendamment, d'abord les mesures G P S qui sont compensées seules, les coordonnées des sommets obtenues à la fin de cette compensation isolée sont introduites comme des « mesures » dans les logiciels de compensation, aménagés, au préalable, à cet effet. Voir [1].

Pour exploiter cette idée, si on maîtrise les logiciels d'aérotriangulation, il faut aussi maîtriser les logiciels de traitement des mesures G P S, et c'est loin d'être le cas. Ce qui suit est une tentative en ce sens, et c'est uniquement comme cela qu'il faudrait la considérer.

On restera, néanmoins, tributaires d'un certain matériel, puisque c'est le traitement des mesures issues de ce matériel qui sera décrit : Actuellement, en France, les avions photographes utilisent le matériel de la S E R C E L, plus précisément les récepteurs monofréquence NR 10 X, à la fois pour naviguer et pour servir d'appui aux clichés de la photogrammétrie.

II. Le filtrage des mesures de code par la phase

C'est le système classique de la trajectographie qui est basé sur la constatation que le code grossier (C/A) a une résolution de 3 cm et un « bruit » de 2 à 3 m, amplifié à 5 ou 6 m sur les satellites bas, voir figure 1, alors que la mesure de phase, qui est ambiguë, à une résolution de 1/100° de tour (cycle) soit 2 mm.

Cette idée a été exploitée dès les débuts de G P S, voir notamment [2].

III. Réfraction due à l'ionosphère

On estime que l'estimation de l'erreur de réfraction sur le parcours de l'onde dans la troposphère est suffisamment bien connue, mais qu'il n'en est pas de même pour l'ionosphère, et de beaucoup. En effet, on considère que les messages diffusés, permettant de calculer la correction ionosphérique, n'estiment cette correction qu'à 50 % de sa valeur réelle, en d'autres termes que l'erreur commise est du même ordre de grandeur que la valeur calculée d'après le message !

Avec un récepteur monofréquence on ne peut apprécier la réfraction ionosphérique que par la différence entre la vitesse de groupe (mesure de code) et la vitesse de phase (mesure de phase) qui s'appliquent comme des corrections opposées dans les deux mesures. Voir [2], [4], et [5].

En adoptant les notations de [5] on a :

$$\lambda \cdot \Phi_r^s(t) = \rho_r^s(t) + \lambda \cdot N_r^s + c \cdot \Delta \delta_r^s(t) - \Delta^{\text{iono}}(t) + \Delta^{\text{trop}}$$

$$\rho_r^s(t) = \rho_r^s(t) + c \cdot \Delta \delta_r^s(t) + \Delta^{\text{iono}}(t) + \Delta^{\text{trop}}$$

Avec $\rho_r^s(t)$ distance géométrique en mètres entre le récepteur r en indice et le satellite s en exposant, à l'instant (epoch) t .

$\Phi_r^s(t)$ la mesure de phase, exprimée en mètres, avec les mêmes conventions pour l'indice, l'exposant et l'instant.

N_r^s est l'ambiguïté entière de la mesure de phase, λ est la longueur d'onde de la porteuse, le produit est donc exprimé en mètres.

$\Delta \delta_r^s(t)$ représente l'erreur totale entre l'horloge du récepteur et le temps-satellite, c étant la vitesse de la lumière dans le vide, le produit est exprimé en mètres, cette erreur totale est composée de deux erreurs partielles, on notera aussi cette valeur par B écart entre le temps-récepteur et le temps-G P S qui sera une inconnue de nos équations calculant la position d'un point isolé, et T sera l'écart entre le temps-satellite et le temps G P S global (celui des stations de poursuite) diffusé par les messages de l'état de l'horloge satellite, paramètres d'un polynôme du second degré, tous deux étant exprimés en mètres, évidemment.

$\Delta^{\text{iono}}(t)$ est la correction de réfraction ionosphérique, composée de deux parties : la correction diffusée par les messages des satellites (éphémérides), et une correction complémentaire qu'on va tenter de calculer (Figure 2)

Les enregistrements effectués simultanément aux deux extrémités du vecteur A-B permettent de poser des équations linéaires dont les inconnues sont : le biais d'horloge du récepteur B , et les valeurs de la correction complémentaire de ionosphère qui évoluent lentement.

$$\lambda \cdot \Phi_r^s(t) - R_r^s(t) = \lambda \cdot N_r^s - 2 \cdot \Delta^{\text{iono}}(t)$$

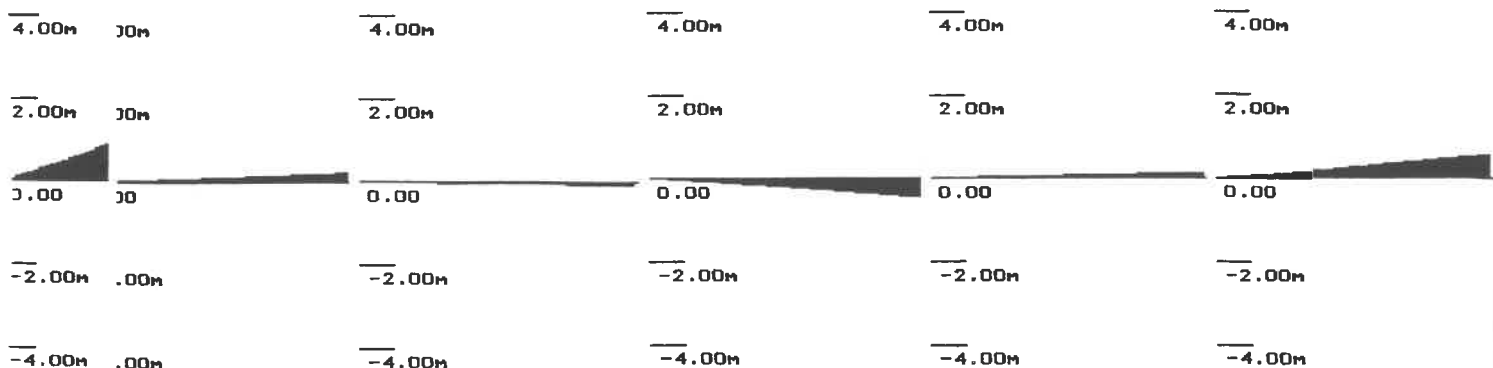
On remarque que N est indépendant de t , à l'inverse, la correction ionosphérique dépend de t il faut donc relier ses valeurs successives par des modèles, les plus simples possibles :

On a essayé trois modèles pour lier entre elles les corrections complémentaires de réfraction ionosphérique :

1°/ Un filtrage et un modèle dit A R M par les Anglo-Saxons, qui est une moyenne glissante.

2°/ Un modèle de polynôme du second degré du temps, dont la compensation par les moindres carrés, plus précise que le filtrage précédent, devait déterminer les coefficients ;

2 6 13 20 21 ionosphère satellite: 23



car, à la suite de l'essai précédent, on avait remarqué que ce modèle représenterait le phénomène observé et serait bien suffisant.

3°/ Enfin, un modèle de corrélation par la géométrie des satellites, selon une formulation donnée dans [4] reliant les valeurs successives de la correction complémentaire ionosphérique par un modèle composé de polynômes du second degré d'arguments sphériques des latitudes et longitudes du point où la porteuse traverse la couche ionisée, dont la compensation doit déterminer les coefficients ; formulation qui nous semblait trop compliquée, et trop imprécise, notamment sur l'altitude de l'ionosphère (350 à 450 km !), mais qui s'est révélée la meilleure au niveau des résultats sur les résidus d'ajustement.

Les résultats obtenus avec ce troisième modèle nous amèneront à en envisager un quatrième se rapprochant plus du modèle physique utilisé dans les messages du satellite et explicité dans [5] et [7].

IV. Calcul du vecteur

On dispose de tous les éléments pour calculer le vecteur, c'est-à-dire des distances géométriques (R-B) composées de la pseudodistance filtrée R, et du biais d'horloge B entre le temps récepteur et le temps GPS :

$$(R_r^s - B_s) = \lambda \cdot \Phi_r^s - N_r^s + \Delta_{iono}$$

Il suffirait de calculer les deux points isolés A et B et de faire la différence des coordonnées. C'est ce qui a été fait ; toutefois, la position des satellites n'étant connue qu'à 5 m près tant que l'accès sélectif n'est pas activé, et à 50 m près s'il est activé, les erreurs de position des satellites se répercutent directement sur les positions des points ; par conséquent les résidus sur les longueurs mesurées sont de l'ordre de 2,5 m dans le premier cas, et de 25 m dans le second ; en appliquant un G D O P de 2 on obtiendrait l'écart-type du point isolé, ce n'est heureusement pas la véritable estimation de l'erreur relative sur le vecteur, car les erreurs des positions des deux points isolés sont très corrélées.

V. Précision du vecteur

Après le calcul des valeurs approchées des points isolés A et B (voir XYZ N° 68 page 99), et pour apprécier la précision réelle sur le vecteur, on va choisir pour inconnues, non plus les coordonnées des points isolés A et B, mais les quatre composantes du vecteur A-B.

Pour cela on doit partir de l'équation permettant de calculer un point isolé (Figure 3) :

$$(R_r^s - B_r)^2 = (X^s - X_r)^2 + (Y^s - Y_r)^2 + (Z^s - Z_r)^2$$

X^s, Y^s, Z^s , sont les coordonnées du satellite, celui-ci étant unique on omettra les exposants s.

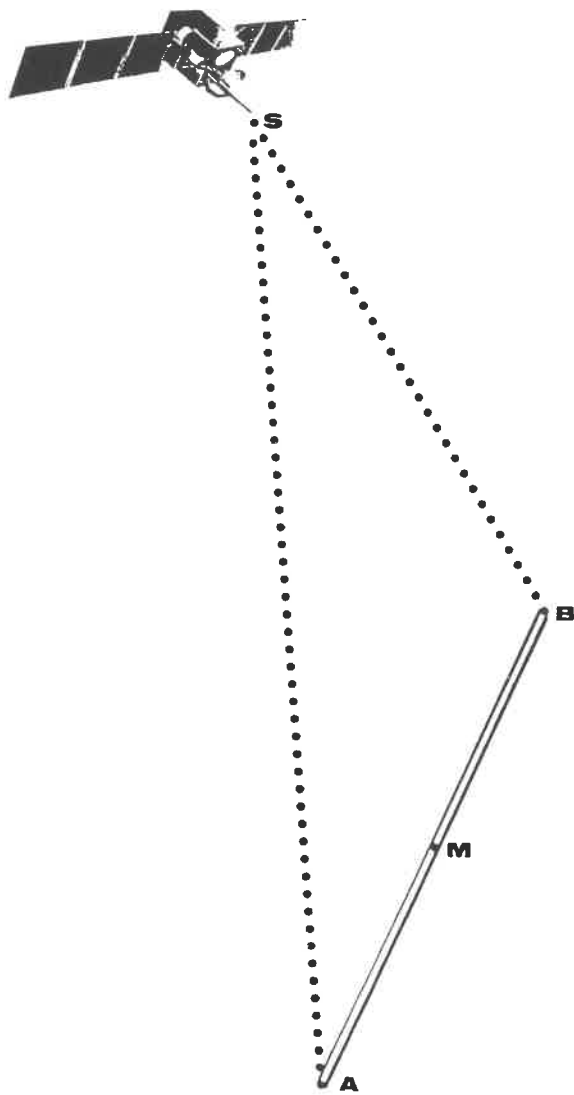
Si on note les deux termes de la base A, B de coordonnées X_A, Y_A, Z_A et X_B, Y_B, Z_B .

On pose :

$$\begin{aligned} X_M &= \frac{X_A + X_B}{2} & X_A &= X_M - \frac{\Delta X}{2} & X_B &= X_M + \frac{\Delta X}{2} \\ Y_M &= \frac{Y_A + Y_B}{2} & Y_A &= Y_M - \frac{\Delta Y}{2} & Y_B &= Y_M + \frac{\Delta Y}{2} \\ Z_M &= \frac{Z_A + Z_B}{2} & Z_A &= Z_M - \frac{\Delta Z}{2} & Z_B &= Z_M + \frac{\Delta Z}{2} \end{aligned}$$

d'où la relation pour le terme A :

$$(R_A - B_A)^2 = \left(X - X_M + \frac{\Delta X}{2}\right)^2 + \left(Y - Y_M + \frac{\Delta Y}{2}\right)^2 + \left(Z - Z_M + \frac{\Delta Z}{2}\right)^2$$



On écrit la même relation pour le terme B, puis on soustrait cette seconde relation de la première, tous les calculs faits on obtient :

$$(R_A - B_A)^2 - (R_B - B_B)^2 = 2 \cdot (X - X_M) \cdot \Delta X + 2 \cdot (Y - Y_M) \cdot \Delta Y + 2 \cdot (Z - Z_M) \cdot \Delta Z$$

La partie de gauche de cette équation peut se mettre sous la forme d'une différence de carrés :

$$((R_A + R_B) - (B_A + B_B)) \cdot ((R_A - R_B) - (B_A - B_B))$$

On note :

$$(R_A - R_B) = \Delta R \quad (B_A - B_B) = \Delta B$$

puis :

$$\frac{R_A + R_B}{2} = R_M \quad \frac{B_A + B_B}{2} = B_M$$

D'où une équation d'observation obtenue en combinant, par différence, deux mesures effectuées, au même instant, sur le même satellite, aux deux termes de la base A et B ; laquelle prend une forme remarquable :

$$\frac{X - X_M}{R_M - B_M} \cdot \Delta X + \frac{Y - Y_M}{R_M - B_M} \cdot \Delta Y + \frac{Z - Z_M}{R_M - B_M} \cdot \Delta Z + \Delta B = \Delta R$$

On obtient un système composé de n équations de ce type sur n satellites, qui représente l'intersection (si $n = 4$) ou les intersections (si $n > 4$) de n plans dans un espace à quatre dimensions ; en outre, il ressemble, trait pour trait, aux systèmes résolus pour déterminer les différences de coordonnées de deux observatoires, obtenues par des mesures de V L B I, voir [6].

Comme dans toutes les compensations par les moindres carrés on écrit, en dérivant par rapport aux inconnues :

$$\frac{X - X_M}{R_M - B_M} \cdot d\Delta X + \frac{Y - Y_M}{R_M - B_M} \cdot d\Delta Y + \frac{Z - Z_M}{R_M - B_M} \cdot d\Delta Z + d\Delta B = d\Delta R$$

ou :

$$\frac{X - X_M}{R_M - B_M} \cdot x + \frac{Y - Y_M}{R_M - B_M} \cdot y + \frac{Z - Z_M}{R_M - B_M} \cdot z + b = r$$

pour employer les notations habituelles des moindres carrés.

À chaque mise à jour on garde la position de A fixe, que ce soit pour le point initial ou le point précédent. À chaque itération la mise à jour porte sur :

$$X_M ; X_M \leq X_M + x/2 ; \text{etc. pour } Y \text{ et } Z.$$

$$B_M \leq B_M + b/2 ; \text{puis}$$

$$r = \Delta R_{\text{calculé}} - \Delta R_{\text{mesuré}}.$$

Après avoir résolu ce système, et si $n > 4$, on peut sortir les résidus sur les « mesures » ΔR . On notera que par différence de deux quantités du même ordre de grandeur sur des parcours semblables, les erreurs résiduelles de réfraction seront diminuées, et même annulées si le vecteur A-B est court.

VI. Conclusions, remerciements

On a voulu montrer que le système classique de calcul des doubles différences de phase n'était pas le seul

qui puisse exister pour calculer les vecteurs GPS, et que le calcul séparé de l'ambiguïté et du vecteur était possible.

On voudrait signaler que ce résultat est dû à de nombreux échanges de vue avec M.Y. EGELS, auquel on est redevable, entre autres choses, des logiciels de déchiffrement des messages GPS : éphémérides, paramètres de calcul du décalage de l'horloge du satellite par rapport au temps GPS, et données pour le calcul de la correction ionosphérique, et du logiciel de calcul en point isolé.

La liaison GPS-photogrammétrie fera l'objet de la suite de cette étude.

Bibliographie

[1] C. MILLION. L'utilisation de mesures saisies en vol en aérotriangulation. Thèse de doctorat de l'Observatoire de Paris. Janvier 1991. Bibliothèque de l'I G N.

[2] GOAD Optimal Filtering of Pseudo-Ranges and Phases from Single-Frequency GPS Receivers. Navigation, Journal of the Institute of Navigation : Volume 37 N° 3, Automne 1990.

[3] J.P. BARBOUX Trajectographie. (02. 1995). Document interne de S E R C E L.

[4] W. OIU, G. LACHAPPELLE, M.E. CANNON Ionospheric effect modelling for single frequency GPS users. Manuscripta Geodetica (1995).

[5] B. HOFFMANN-WELLENHOFF, H. LICHTENEGGER, J. COLLINS : GPS Theory and Practice. Springer-Verlag, 1992.

[6] J. KOVALESKY : Lecture Notes in Physics, Astronomie moderne Springer-Verlag 1990 : pp 245-254.

[7] N A T O (O T A N) NAVSTAR GPS (D C A) STANAG (Standardization Agreement Accord de Normalisation) Janvier 1990.

Une version développée de cet article est disponible au siège de IAFT.

BULLETIN D'ADHÉSION

à retourner à l'AFT - 136b rue de Grenelle - 75007 SP Paris (France)

Mr ☐ Mme ☐ Mlle ☐ ou raison sociale ☐

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal : _____ Ville : _____

Profession : _____ Secteur d'activité : _____

TARIFS ANNUELS

La cotisation est indissociable de l'abonnement à la revue trimestrielle XYZ.

Un droit d'inscription (entre parenthèses) est perçu à l'adhésion.

- Ingénieur , Géomètre-Expert, Indépendant, Cadre, Personne morale : 430 Frs (+ 50 Frs)
- Technicien, Agent de maîtrise, Retraité cadre et ingénieur, Enseignant : 270 Frs (+ 30 Frs)
- Etudiant, Stagiaire, SN, Retraité technicien et agent de maîtrise : 190 Frs (+ 10 Frs)

to be or not to be GPS l'affaire

la cinquième fréquence

Claude Million

L'affaire de la cinquième fréquence

Le développement de G P S est tel qu'il crée une situation paradoxale et sans doute unique : c'est un système de radiolocalisation à vocation exclusivement militaire qui, jusqu'ici, n'a rendu des services qu'aux civils.

L'art militaire s'était jusqu'à présent nourri des armes dites traditionnelles améliorées, puis « enrichi » des armes découvertes et utilisées à la fin de la Seconde Guerre Mondiale : l'Arme Atomique et les Fusées. Voilà que, brusquement, les incertitudes du guidage des projectiles, des déplacements des unités, des navires avions et véhicules, étaient réduites à rien par un système de balises lancées dans l'espace.

Rendus prudents par le succès du système TRANSIT auprès des utilisateurs civils, les militaires américains avaient prévu que le système G P S serait utilisé par ceux-ci, c'est pourquoi il était envisagé que la fréquence appelée L1 ne soit pas cryptée afin de permettre son utilisation par tout le monde, y compris des ennemis. Le code des messages émis sur cette fréquence restait suffisamment grossier pour que la précision des positions ainsi obtenues reste modeste eu égard aux risques d'utilisation par un adversaire.

Cette attitude qui peut paraître étrange, car rien n'est plus facile que de tout crypter en cas de conflit, tient à ce qu'on pourrait appeler le « syndrome de Pearl Harbour » qui fait que les militaires américains se prémunissent contre toute nouvelle surprise.

Pour corriger les erreurs dues à la réfraction ionosphérique une seconde fréquence dite L2 était réservée exclusivement aux usages militaires ; de plus, le code émis est dix fois plus précis que celui de la précédente fréquence, mais il est crypté. Décrypté, et la distance étant corrigée des erreurs de réfraction, il permet de calculer un point suffisamment approché pour estimer avec certitude la valeur des ambiguïtés de la phase, ce qui ouvre la possibilité de précisions centimétriques.

Pendant la période de mise en place du système le nombre de satellites utilisables était très faible, et l'est resté longtemps, à la suite de l'explosion accidentelle de la Navette Spatiale qui devait mettre en place la constellation complète, en sorte que le cryptage des signaux fut différé. La Guerre du Golfe accentuait cette tendance, car l'Armée américaine, ne disposant pas de suffisamment de récepteurs capables de décoder les signaux, utilisait

des récepteurs civils, bon marché et produits rapidement en grand nombre.

Pendant ce temps, les civils se mirent à utiliser les signaux non cryptés, puis apprécièrent les précisions obtenues en utilisant les différences entre positions, et non plus les positions absolues, qui restaient imprécises en raison de l'imprécision des messages donnant la position des satellites.

Bref, quand tout le système fut mis en place la communauté internationale utilisait les deux fréquences, ce qui n'arrangeait pas du tout ceux qui étaient les véritables maîtres du système et qui en payaient les factures : les militaires du Ministère de la Défense des États-Unis. Il avait bien été envisagé, tout au début, de coder toutes les émissions et de faire payer aux utilisateurs le droit de se servir du système cette idée, jugée à tort comme impraticable, fut abandonnée après de vifs débats dont un mensuel appelé « G P S WORLD » s'était fait l'écho pendant presque deux années !

Il était plaisant de suivre les débats Américano-Américains sur ce sujet, le principal obstacle étant de savoir qui gèrerait l'exploitation de ce système. Les candidats privés étaient rares, surtout en raison du prix demandé pour la cession, l'« Armée » voulait « rentrer dans ses fonds » ; les candidats « publics » pensaient que seule la Défense était en mesure de supporter ce fardeau. En définitive, face à la quasi impossibilité, constatée alors, de mettre en œuvre un système de paiement viable, il fut décidé que la réception resterait gratuite, mais aléatoire.

Nous arrivons au temps présent, les usages civils de G P S dépassent, de très loin, les usages militaires, des réseaux complets de mesure et de transmission des corrections de mesure se sont installés de telle sorte qu'on obtient sa position précise, au mètre près, en léger décalé sur une seule fréquence et sur les deux fréquences la précision est centimétrique, voire mieux. Les usages civils pour la navigation aérienne et côtière et surtout pour la **sécurité** de ces navigations sont comme, pour d'autres usages moins critiques, considérés comme des **acquis**. À titre d'exemple un système de surveillance des déformations des structures géologiques, comportant rien moins qu'un millier de stations **permanentes**, est mis en œuvre par le Japon, les premiers résultats sont incroyablement riches d'enseignements !

Seulement ces « acquis » sont appuyés sur le financement « à fonds perdus » du système par le Ministère de

la Défense américain, qui pense que les restrictions de crédits qu'il subit pourraient porter, aussi, sur G P S. D'où la relance du débat.

Cette fois-ci le Ministère des Transports s'inquiète, car bientôt plus personne ne saura naviguer, que ce soit en bateau ou en avion, sans l'aide de G P S ; d'ailleurs il prévoyait que les anciens systèmes d'aide à la navigation (Oméga par exemple) soient mis en sommeil définitif les uns après les autres. De plus il était envisagé de mettre en œuvre un système de navigation de très haute précision près des aérodromes, basé sur la réception des signaux G P S, destiné à remplacer, à terme, les aides à l'atterrissage aux instruments (I L S).

Les deux ministères se sont rapprochés, et le Ministère de la Défense, en position de sollicite, a renouvelé son opposition à l'utilisation de la seconde fréquence pour des usages civils. Mais les projets du Ministère des Transports impliquaient qu'il puisse obtenir une précision égale à celle obtenue avec la seconde fréquence L2. Au cours des conversations entre les experts des deux ministères il a été, évidemment, envisagé d'équiper les satellites des moyens d'émettre sur une « troisième » fréquence réservée celle-là aux civils. Pour des raisons historiques cette fréquence d'émission supplémentaire serait appelée la **cinquième** fréquence L5, car les noms L3 et L4 sont déjà utilisés pour désigner des combinaisons linéaires des signaux sur les fréquences L1 et L2, ayant des propriétés particulières telles que celle d'être « immunisée » contre la réfraction ionosphérique, ou d'autres défauts.

À partir de là l'affaire prend une tournure assez comique, à laquelle on est peu habitué dans des domaines aussi austères : Un civil s'empare de l'information et publie un article technique bien documenté, et parfaitement étayé, montrant les avantages que les usagers civils tireraient de l'utilisation d'une **troisième fréquence**. D'où la fureur des militaires qui clament haut et fort que si une troisième fréquence était installée sur les émetteurs G P S,

les civils ne pourrait plus utiliser L2, ce qui paraît bien amuser les civils, qui notent qu'ils utilisent la seconde fréquence qui est cryptée ce qui ne paraît plus les gêner du tout. Mais si, malgré tout, le Ministère de la Défense rendait la réception sur L2 réellement inutilisable, sans le moindre avis préalable, la troisième fréquence serait évidemment la bienvenue.

Le mensuel qui rapporte ces faits, G P S WORLD, rappelle la fameuse « Attrape n° 22 » (Catch 22) titre d'un célèbre « best-sellers » de l'après guerre qui était basée sur le raisonnement absurde suivant : Pour piloter un bombardier il faut être en bonne santé physique et mentale, mais pour aller en mission de bombardement au-dessus de l'Allemagne il faut être totalement fou ; mais si vous êtes fou vous ne pouvez pas piloter un bombardier...

Traduit en langage G P S cela donne : « S'il faut recevoir une seconde fréquence pour obtenir la précision désirée, et si la seconde fréquence actuelle doit devenir inutilisable sans préavis, il faut absolument installer une troisième fréquence ; mais si une troisième fréquence est installée aux frais des civils, la seconde fréquence qu'ils utilisent gratuitement actuellement sera **certainement** rendue indisponible par les militaires, qui hésitent actuellement à priver les civils de ce service pour lequel ils se sont équipés à grands frais... »

Par ailleurs, le Ministère des Transports demande à la communauté civile si elle ne pourrait pas l'aider à financer ce projet. Les alliés des États-Unis sont également sollicités...

Bien que le coût de cette amélioration soit jugé modeste : 28 millions de dollars en tout, soit environ 1,3 million de dollars par satellite ; le Ministère de la Défense vient de prévenir que le prix ne pourra que s'élever si on attend trop longtemps pour prendre une décision...

Si bien que le mensuel « G P S WORLD » peut titrer : « L5 : Être ou ne pas être, telle est **encore** la question »...

A LA RENCONTRE DES PROFESSIONNELS DE LA TOPOGRAPHIE

Trimble et son distributeur national pour la topographie organisent des journées d'information sur les systèmes GPS temps réel à Rennes, Rouen et Poitiers les 17, 18 et 19 juin. Pour les autres régions une opération identique aura lieu à l'automne. Informations : Le Pont Equipement - Tél. : 01 30 53 56 06 ou Trimble : 01 64 54 83 90.

informations récentes et réflexions personnelles sur le système g.p.s

Pascal Willis. IGN

Avertissement au lecteur

Il semble qu'un certain flou existe aujourd'hui sur la politique américaine du GPS ainsi que sur certains développements déjà en cours. Ayant eu la chance d'assister à deux réunions importantes, il m'a été demandé par la revue XYZ de faire le point sur certaines informations importantes pour la communauté civile (voir aussi l'article de M. Millon sur la fréquence L5 dans ce même numéro).

Je souhaite toutefois préciser que si les informations présentées au début de cet article n'apporteront probablement pas de controverses, les réflexions sur le futur du GPS et les autres systèmes en développement sont personnelles (et donc subjectives) et n'engagent en aucun cas la politique d'un organisme particulier.

Contexte

Du 18 au 20 Mars 1997 s'est tenu à l'hôtel Ramada Pentagon (Virginie, USA) le 29^e meeting du « Civil GPS Servie Interface Committee ». Ce groupe, mis en place par les militaires américains, comporte toutes les administrations américaines ayant un lien avec le GPS (DoT : Ministère des Transports, DoD : Ministère de la défense,...) ainsi qu'un représentant de la communauté civile du GPS par pays. Ce groupe sert principalement de forum d'échange d'informations entre les administrations américaines (principalement militaires) qui présentent la politique actuelle et future du GPS et les représentants civils étrangers qui décrivent l'état de développement du GPS dans leur pays ainsi que les problèmes spécifiques rencontrés au niveau national. En tant que président du groupe de travail permanent du CNIG (Conseil National de l'Information Géographique) « Positionnement Statique et Dynamique », je tiens depuis peu ce rôle d'interface civile au niveau français (voir article récent dans la revue XYZ).

Le point sur la fréquence L5 du GPS

Une grande partie de la présentation américaine a été axée sur le problème de la désormais célèbre fréquence L5 ainsi que sur les développements futurs du GPS III. Après moultes péripéties (voir l'article de M. Millon dans

ce numéro), une proposition a été faite par la communauté civile internationale pour demander aux militaires américains de bien vouloir considérer l'augmentation du système par une nouvelle fréquence appelée L5. Cette proposition a été analysée et déclarée techniquement faisable. Toutefois elle a été finalement rejetée car aucun accord n'a pu être trouvé sur le choix technique de la fréquence. Trois fréquences avaient été retenues dans un premier temps, mais aucune n'a pu être acceptée : (1,145 Ghz, 1,258 Ghz, 1,309 Ghz). Toutefois, le *Ministère des Transports américain* s'est engagé à autoriser l'accès aux mesures de phases sur la fréquence L2 aux utilisateurs civils.

La belle affaire, me direz-vous ! N'importe quel récepteur géodésique de type « codeless » sait faire ceci sans avoir besoin de demander l'autorisation aux militaires américains.

En fait, cette autorisation est intéressante à deux titres :

- comme cela a été annoncé au CGSIC, cela n'est qu'une étape vers l'évolution du GPS pour une utilisation civile plus facile. Le codage sur une troisième fréquence civile reste un projet (à long terme).

- enfin, jusqu'à cette décision, le système GPS ne s'était engagé en rien sur les utilisations civiles de la fréquence L2 (cela ne rentre pas dans les spécifications de la navigation civile standard « SPS »). En particulier, si pour des raisons militaires cette fréquence s'arrêtait provisoirement et que durant cette interruption du service des vies humaines étaient en danger, aucun reproche (au sens légal du terme) n'aurait pu être adressé au gouvernement américain. Connaissant le goût spécifique des particuliers américains et des entreprises américaines pour les procès, cette première étape du GPS vers la communauté civile est moins anodine qu'elle n'y paraît à première vue. Elle permet maintenant aux industriels de lancer réellement un nouvel effort de développement sur des bases plus sûres.

Cet aspect légal des utilisations civiles du GPS est un problème complexe. Citons deux hypothèses à titre d'exemple :

- un véhicule (avion, bateau, voiture) se fie uniquement au GPS pour sa navigation et respecte les spécifications

d'utilisation du constructeur. Malheureusement, la navigation est incorrecte, c'est l'accident, il y a plusieurs morts : qui est responsable ? (le GPS, le constructeur, l'utilisateur ?). Cette question déjà difficile se complique d'autant plus si le navigateur utilise un complément au GPS (complément terrestre ou complément par satellites).

— lors d'un gros chantier, le positionnement précis d'un réseau d'appui est essentiel avant le début des travaux. Pour des raisons propres au système GPS, les mesures doivent être retardées de quelques heures ou quelques jours. Qui va payer les coûts induits liés à la non-utilisation des autres moyens du chantier ?

On voit donc que le GPS est un outil très puissant, mais que le cadre juridique industriel n'est pas encore totalement en place, ce qui explique un certain attentisme dans les politiques du système lui-même.

Compléments géostationnaires du GPS (WAAS et EGNOS)

Un autre congrès récent a attiré mon attention et mérite d'être signalé aux lecteurs de ce journal. Il s'agit du ION meeting (congrès de l'institut américain de navigation) à Santa Monica du 14 au 16 Janvier 1997. Une partie importante des sessions étaient consacrées à l'augmentation du système GPS par un géostationnaire (INMARSAT). L'équipe du JPL (Jet Propulsion Laboratory) a mis en place une expérience pilote en vraie grandeur depuis Novembre 1996. En disposant de récepteurs GPS bifréquence, il est actuellement possible de faire de la navigation en temps réel avec des récepteurs bifréquences à mieux qu'un mètre (actuellement de l'ordre de 50 cm !). Avec des récepteurs monofréquences, des résultats métriques sont obtenus en temps réel (grâce à des cartes ionosphériques précises). Dans ce cas particulier, le géostationnaire ne sert que de retransmission d'information (l'orbite prédite obtenue en temps réel de bien meilleure qualité que l'orbite radiodiffusée par le système GPS lui-même ainsi que les cartes ionosphériques aussi produites au JPL dans le cadre de l'IGS). La fonction de mesure GPS avec le satellite n'est pas encore implémentée. Une application commerciale (monofréquence) est déjà envisagée vers mi-97 aux États-Unis.

Actuellement, ceci ne marche qu'au-dessus du continent américain, mais un tel système marcherait parfaitement partout dans le monde à condition de trouver le bon canal de retransmission des informations indispensables (orbite précise, ionosphère). Cela peut être réalisé avec un réseau de satellites géostationnaires (projets européens GNSS en cours et projets Japonais par exemple ou avec d'autres systèmes satellitaires).

Les concurrents futurs du GPS (GLONASS, GNSS)

Enfin il faut noter que c'est seulement depuis que d'autres systèmes de navigation se développent ailleurs dans le monde que le GPS se tourne de plus en plus vers les utilisateurs civils (l'espoir d'un retour financier n'est certainement pas perdu). En parallèle (et c'est certainement un hasard !), il est actuellement de bon ton dans la plupart des congrès américains de dénigrer le système GLONASS. Il est vrai que le système n'est pas entièrement opérationnel (il existe des problèmes réels de lancement), qu'il n'est pas suffisamment intègre (certains mauvais fonctionnements du satellite ne sont signalés aux utilisateurs que très tard), etc. Toutefois, il faut mentionner que le système fonctionne en mode dégradé (donc bien mieux que le GPS pour la navigation) et que plusieurs organismes cherchent actuellement à l'utiliser pour des applications géodésiques et topographiques (par exemple, l'Université de Berne dans le cadre de l'IGS).

Des critiques similaires pleuvent aussi sur le système européen GNSS qui n'est lui qu'en phase de développement.

À titre personnel, je crois qu'il faut garder un certain recul face à ces critiques et ne pas tomber dans le piège qui consisterait à faire du GPS le seul outil de travail pour la navigation et le positionnement précis simplement parce que les autres systèmes n'auraient pas réussi à trouver les financements nécessaires (faute souvent de bien pouvoir évaluer la future communauté d'utilisateurs) et voir le jour commercialement et politiquement. Une telle hypothèse serait désastreuse pour le reste du monde et en particulier pour l'Europe.

Il me semble important que les différents journaux professionnels et scientifiques continuent à laisser une large part aux autres systèmes comme le GLONASS et le GNSS ne serait-ce que pour montrer politiquement aux américains que *l'utilisation du GPS reste un choix et non une nécessité*.

NB : Un compte-rendu scientifique plus détaillé de ces deux réunions CGSIC et ION-97 peut être obtenu sur demande à l'adresse suivante :

Pascal Willis
IGN/ENSG/LAREG
6-8, Avenue Blaise Pascal
Cité Descartes, Champs-sur-Marne
77455 Marne-la-Vallée Cedex 2
email : pascal.willis@ensg.ign.fr

L'ART-LES LIVRES

Jack Biquand

■ Terre nourricière. (François Monnier.)

Au début du mésolithique les hommes sont cinq millions sur la planète, après l'explosion démographique de la fin du paléolithique et les civilisations humaines florissantes qui, pendant plusieurs millénaires ont su vivre et prospérer en dominant de grands territoires de chasse, de pêche, de cueillette.

Par sa maîtrise de l'environnement l'homme exerce alors une telle pression sur les ressources naturelles que, malgré ses grandes migrations, il va connaître les famines pour la première fois. Au lieu de retourner au troupeau et accepter la diminution puis l'extinction de la race, il va réagir, fabriquer des armes, des barques, découvrir l'élevage puis penser à l'agriculture. Les millénaires passés il va brûler, défricher, sarcler, semer et produire lui-même sa nourriture.

Qui eût parié alors que nous pourrions nourrir plusieurs milliards d'êtres humains ? avec 30 % de mal nourris il faut dire ! Dans un siècle nous serons autour de onze milliards d'individus, les ressources alimentaires suffiront-elles pour ravitailler cette multitude ?

C'est à cette question que tente de répondre l'auteur de ce livre, ingénieur agronome et conservateur des eaux et forêts. Humaniste et écologiste il développe une théorie s'appuyant sur trois idées forces : nourrir tous les hommes et les nourrir bien, réparer nos erreurs qui ont abîmé les écosystèmes et produire dans un respect total de l'environnement, enfin accéder à de nouvelles ressources.

L'aventure humaine est arrivée aujourd'hui à une étape critique. L'épopée de l'homme pour soumettre la planète à sa nourriture, ses aspirations et son plaisir, est une incontestable réussite vue sous l'angle global (bien entendu !). Le premier devoir qui nous incombe maintenant est d'arrêter de saccager la planète - et l'auteur va démontrer tout au long de son livre que les ressources sont et seront suffisantes si nous savons les utiliser et les gérer convenablement, si nous savons inventer.

D'abord une constatation : on ne peut continuer à « manger » notre planète en épuisant les terres cultivables, en vidant ses entrailles des minerais et autres ressources, en polluant son eau et son atmosphère, et tout cela avec des centaines de millions d'individus mal nourris. Nous voici revenus 10 000 ans en arrière, quand nos grands parents du mésolithique partirent à la recherche d'autres moyens de se nourrir. Ce chemin il va falloir que

nous le fassions, et vite, c'est-à-dire dans le siècle à venir. Il « devrait relier la période heureuse, en laquelle nos ancêtres dispersés dans les écosystèmes mangeaient à satiété, à une ère nouvelle de prospérité que nous devons nous efforcer de faire surgir en tous points de la planète, afin que tous les hommes puissent de nouveau manger à leur faim ».

La solution, dit l'auteur, ne viendra pas de l'utilisation des méthodes ancestrales, même améliorées ou très améliorées. Le « tout agricole » est trop risqué. Mais la mise au point de nouvelles solutions sera longue. Parmi celles-ci l'auteur souhaite qu'un soin particulier soit réservé dans les recherches à des études « d'ateliers de biosynthèse » qui, parce qu'ils ne dépendraient d'aucune contrainte extérieure, apporteraient une sécurité alimentaire totale et définitive. Basée sur la chimie des micro organismes, hors sols, avec production maîtrisée, cette solution résoudrait les problèmes de base au niveau des calories nécessaires. Mais François Monnier est un humaniste et n'est pas utopiste, il entoure cette théorie de liens solides la reliant au passé et à notre gastronomie et il n'est pas question de supprimer agriculture et élevage, ni même chasse et pêche, mais au contraire de conserver comme très précieux le bien et bon manger, le goût et la saveur, et pour ce faire une prise de conscience écologique doit se faire pour créer de nouveaux systèmes équilibrés, des « humanosystèmes », qui consacreront les retrouvailles des hommes avec la nature. (C'est la dernière phrase de l'ouvrage).

Avec les solutions ultra avancées qu'il propose l'auteur ne cherche pas à imposer ses vues, c'est un chercheur et un philosophe, son livre est un livre de scientifique. Il est d'ailleurs préfacé par Ismaël Serageldin, vice-président de la banque mondiale, qui écrit notamment : « Il n'est pas fréquent de voir ces problèmes traités avec une vision aussi large et de pouvoir situer son action à leur sujet dans le grand mouvement de la vie. Quelles que soient les réserves qui peuvent être formulées sur tel ou tel élément de l'analyse et quelles que soient les réserves que j'ai personnellement sur certains chiffres, cet éclairage nouveau ne peut être qu'enrichissant ».

Signalons que notre éminent collègue Jean Giraud, de l'AFT, a contribué à la mise au point des idées exprimées dans ce livre en participant au groupe de réflexion « Terre nourricière » créé par Jacques Bourdillon et dirigé par Michel Le Gonis.

(éditions l'Harmattan - 5-7 rue de l'École Polytechnique - Paris 5^e)

■ Poèmes dans le métro

Elle a passé, la jeune fille
Vive et preste comme un oiseau :
À la main une fleur qui brille,
À la bouche un refrain nouveau.

C'est peut-être la seule au monde
Dont le cœur au mien répondrait,
Qui venant dans ma nuit profonde
D'un seul regard éclaircirait !..

Mais non, ma jeunesse est finie...
Adieu, doux rayon qui m'as lui,
Parfum, jeune fille, harmonie...
Le bonheur passait, il a fui !

Depuis trois ans les voyageurs du métro parisien rencontrent régulièrement, au hasard de leurs déplacements, des poèmes affichés dans les stations et dans les rames. Nous en avons rendu compte en son temps dans nos pages de XYZ. Aujourd'hui les éditions « le temps des cerises » rééditent le livre qui comprend l'ensemble de ces poèmes affichés depuis le printemps 93 sur les réseaux RATP.

A lire ... dans le métro et ailleurs.

Le poème est de Gérard de Nerval.

(éditions « Le Temps des Cerises » - 85 F.)

■ Guides Michelin 97

« LE GUIDE », celui qui distribue étoiles et appréciations dont personne ne met en doute l'indépendance, le sérieux et la pugnacité. Le 97 est paru sélectionnant 9815 établissements, dont 5965 hôtels et 3850 restaurants parmi lesquels figurent 18 d'entre eux avec les fameuses trois étoiles. Les fouineurs du meilleur rapport qualité/prix de restaurant ont trois symboles pour ficher dans leur délicate mission ce qui correspond aux besoins spécifiques du touriste ou du passant = les deux piécettes indiquent les menus économiques. Pour moins de 85 F un repas complet, d'une qualité de bon aloi. 2000 adresses du guide les possèdent. Un nouveau pictogramme, le « Bib Gourmand », attire l'attention sur une cuisine plus travaillée, souvent régionale. De 100 à 130 F en moyenne, c'est peu pour des chefs expérimentés qui s'approchent de la grande cuisine, soyez sûr que la gastronomie n'est pas loin ! (quelques centaines d'adresses). Enfin l'Étoile, les Étoiles de bonne table, réservées uniquement au contenu de l'assiette (rien à voir avec le cadre, le décor, l'environnement). Sachons qu'une étoile c'est 200 F l'addition, pour plus d'étoiles il vaut mieux demander avant d'entrer, mais vous aurez des chefs en pleine possession de leur métier remis en cause chaque année par le guide.

Signalons une nouvelle collection de guides Michelin : Escapade. Il y a un an que les britanniques ont découverts en librairie sous le nom de « In your Pocket » ces petits guides touristiques Michelin à couverture blanche qui entrent aujourd'hui en France sous le titre général d'« Escapade ». Ils répondent aux besoins des « nouveaux voyageurs » qui émaillent leur année de travail par de courtes et moyennes « escapades » et qui souhaitent un guide léger, agréable à consulter, se glissant dans la poche, avec des conseils judicieux, des renseignements fiables et pratiques et pour quel prix ? 39,50 F !

■ Paris à pied

Vous pouvez chausser vos baskets de randonnée, mettre sac au dos et prendre le train pour Paris. Vous emprunterez alors les sentiers de Grande Randonnée qui découpent en quatre quarts le Paris du métro et des embouteillages.

Du Bois de Boulogne au Bois de Vincennes (n° 1, 19 km), de la porte de la Villette au Parc Montsouris (n° 2, 20 km). En prime quatre circuits dans les Bois de Boulogne et Vincennes.

Un guide édité par la Fédération Française de la Randonnée Pédestre : Paris à Pied, topo-guide des GR de pays. Il est préfacé comme il se doit par le maire de Paris Jean Tibéri, Françoise de Panafieu adjointe chargée des parcs, jardins et espaces verts et Pierre Charles Krieg, président de l'agence des espaces verts d'Île de France.

Ces édiles sont passionnés par leur ville, nous aussi : « le chemin est racine » dit Jean Tibéri et « Paris a ses chemins » conclut-t-il - « ruban magique, dit Françoise de Panafieu, il se déroule à travers un Paris riche de grands arbres et de petits squares, il permet toutes les flâneries, toutes les rêveries. » et Pierre Charles Krieg de conclure : « On croit connaître Paris, or il reste tout à découvrir. »

Par le chemin des écoliers, celui des amoureux de la nature et de l'histoire, ce guide vous le fera connaître.

(FFRP - 14 rue Riquet - 75019 Paris).

■ Franz Schrader - l'homme des paysages rares

Une monographie en deux tomes (216 pages chacun et 480 illustrations) permet de redécouvrir Franz Schrader, un homme qui a tout pour être insupportable, mais qui est homme de science, d'invention, cartographe, et peintre et artiste admirable de surcroît 1844-1924, né à la charnière du romantisme, il dessine très tôt ce qu'il voit, maîtrisant l'espace dans les détails, ce qui fait de lui aussi un topographe (il travaillera d'ailleurs pour le service cartographique de l'Armée). Cet ouvrage, abondamment illustré, conjugue plusieurs approches : une étude biographique par Guy Auriol, une synthèse de l'œuvre topographique et géographique par Michel Rodes, une analyse de l'œuvre picturale par Hélène Saule-Sorbé (coordinatrice du livre), une contribution de Jean Ritter sur la place de Schrader au sein du pyrénéisme.

(éditions du Pin à Crochets - 57 rue Carnot - Pau - 680 F.)

■ Se protéger de la foudre

Deux millions de coups de foudre frappent le sol en France chaque année. En dehors des dommages parfois causés aux personnes, ils détruisent plusieurs centaines de bâtiments et provoquent près de 40 % des incendies agricoles. L'association « Protection contre la Foudre » publie un petit ouvrage s'appuyant sur l'inventaire global des risques encourus par le grand public dans son environnement habituel, il expose les différents moyens de s'en prémunir. Qu'une telle association existe n'est pas anodin quand on songe aux dégâts considérables que

peut provoquer la foudre à une époque où les « téléactivités » sont très vulnérables aux agressions électriques impulsives.

(Association Protection Foudre - 62 av. de Wagram - 75017 Paris)

■ Entre Art et Science : la création

Le dernier numéro de XYZ, dans sa chronique l'art - les livres, se faisait l'écho des efforts de deux associations pour créer des événements de rencontre art-science (Médicis Art-Science et Espace Européen CIC) et il s'agit, disait-elle, de redécouvrir et de reconstruire les ponts qui joignent les deux disciplines.

Une première manifestation a eu lieu du 20 décembre au 10 janvier où 60 œuvres illustraient les talents artistiques des scientifiques, avec une table ronde, un concert, film, diaporama, lecture de poèmes... Le projet culturel qui s'intitule « entre art et science, la création », sous le haut patronage du prix Nobel Pierre Gilles de Gennes et de Marcel Landowski, chancelier de l'Institut de France, reprend l'exposition de ces œuvres au Palais de la Découverte du 21 mai au 12 octobre 97.

Les 10, 11 et 12 octobre, lors de la « Science en fête », seront programmés des événements ponctuels actuellement en voie de conception.

■ Les réseaux d'assainissement (Régis Bourrier)

À partir du minimum théorique indispensable, tous les détails nécessaires à la compréhension de l'ensemble des phénomènes et mécanismes sont clairement exposés. Le technicien y trouvera une réponse pratique aux problèmes particuliers que pose la mise en forme de données de modélisation et des modes de calculs qui s'y rapportent. L'auteur traite également des divers aspects d'études, de conception et d'exploitation des ouvrages.

Illustrée de très nombreux schémas et figures, cette quatrième édition des *Réseaux d'assainissement* intéressera tous les ingénieurs spécialisés des secteurs publics et privés, les urbanistes, les services techniques municipaux, les directions départementales de l'Équipement et de l'Agriculture, ainsi que les étudiants des écoles de travaux publics et d'hydrologie urbaine.

(4ème édition revue et augmentée - 832 pages - 790 F. Tec et Doc Lavoisier - 11 rue Lavoisier - F 75384 Paris cedex 08)

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.

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.

J. B

recherche en topographie

Deux thèses ont été soutenues récemment dans les domaines de la métrologie et de la photogrammétrie par Hélène Mainaud et Pierre Drap.

Hélène MAINAUD (Ingénieur ENSAIS) a obtenu le 13 décembre 1996 le Titre de Docteur de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg (Mention Sciences, option Génie Civil-Géodésie) avec la mention très honorable pour un travail de recherche intitulé :

**UNE NOUVELLE APPROCHE MÉTROLOGIQUE :
L'ÉCARTOMÉTRIE BIAXIALE.
APPLICATION A L'ALIGNEMENT DES
ACCÉLÉRATEURS LINÉAIRES.**

Son jury de thèse était composé de : M. COLSON André (ENSAIS), M. COOSEMANS William (CERN), M. GRUSSENMEYER Pierre (ENSAIS), M. KASSER Michel (ESGT), M. REMOND Yves (ULP Strasbourg), M. SCHMITT Günther (TU Karlsruhe).

Ces travaux ont été réalisés au CERN sous la Direction de M. COOSEMANS William, en relation avec l'ENSAIS.

Résumé de la thèse :

En utilisant un nouveau type d'instrument : l'écartomètre à fil biaxial ou Wire Positioning System (WPS) et des fils tendus sur 58 m servant de références spatiales, nous proposons une méthode de préalignement et de contrôle actif d'un accélérateur linéaire de particules au stade de projet : le Compact Linear Collider (CLIC). En effet, l'un des grands challenges de ce projet est le préalignement pour chaque linac de 2780 poutres supportant les cavités accélératrices et 400 éléments magnétiques indépendants à quelques microns près les uns des autres. Le premier chapitre, après avoir introduit le projet du CLIC présente certains systèmes de préalignement et leurs limites. Le second chapitre expose brièvement la méthode de préalignement proposée, baptisée méthode du double fil tendu et les trois types d'instruments utilisés conjointement : le WPS, le système HLS (Hydrostatic Levelling System) et le TMS (Tilt Meter System). Dans le troisième chapitre est démontrée la validité du WPS : la stabilité et la reproductibilité des mesures, la possibilité de réaliser un étalonnage de l'instrument de l'ordre du micron. Nous avons ensuite vérifié dans les deux chapitres suivants que le fil tendu peut constituer une référence spatiale, c'est à dire qu'il est modélisable à quelques microns, à condition qu'il soit géométriquement homogène. Le sixième chapitre fait le point sur la méthode du double fil tendu et propose cinq étapes pour simplifier la

compensation des observations. De premiers résultats de simulations concernant l'utilisation de la méthode du double fil tendu sont montrés. Pour finir, nous montrons comment les instruments décrits seront placés dans un environnement réel avec faisceau dans une expérience baptisée CTF2.

Pierre DRAP a obtenu le 21 mars 1997 le Titre de Docteur de l'Université d'Aix Marseille III (Mention Sciences, spécialité productique et informatique) avec la mention très honorable pour un travail de recherche intitulé : **PHOTOGRAMMÉTRIE ET MODÈLES ARCHITECTURAUX.**

CONTRIBUTION AU PROJET PAROS :

**Photogrammétrie Architecturale et Restitution
par Outils de Synthèses.**

Son jury de thèse était composé de : M. BERTRAND Jean-Claude (Marseille), M. CHOURAQUI Eugène (Marseille), M. FLEURY Philippe (CAEN), M. FLORENZANO Michel (GAMSAU, Marseille), M. GRUSSENMEYER Pierre (ENSAIS Strasbourg), M. LATERRASSE Jean (Paris), M. PUECH Claude (Grenoble).

Ces travaux ont été réalisés au Groupe d'Études pour l'Application des Méthodes Scientifiques à l'Architecture et à l'Urbanisme (GAMSAU, Marseille).

Résumé de la thèse :

Le travail présenté dans cette thèse est une contribution au projet PAROS, Photogrammétrie Architecturale et Restitution par Outils de Synthèse, initialisé en 1993 par une convention entre la mission de la recherche et de la technologie du Ministère de la Culture et le laboratoire gamsau, ura CNRS 1247.

Se fixant comme objectif l'élaboration de nouveaux outils d'analyse de relevés architecturaux, le projet PAROS propose une exploitation de la mesure photogrammétrique au travers d'une formalisation des connaissances architecturales.

Trois thèmes principaux peuvent être isolés dans ce travail :

- **formalisation centrée objet des modèles théoriques** : classer par spécialisation et agrégation les objets étudiés (architecturaux et géométriques),

• **confrontation modèle / mesure** : établir un diagnostic architectural fondé sur l'interprétation des écarts entre modèles théoriques et modèles mesurés,

• **simulations / reconstitution d'édifices** : utiliser les définitions typomorphologiques et les règles structurelles ou de composition formalisées dans les modèles théoriques pour assembler, « au mieux », les éléments architecturaux des édifices partiellement mesurés.

Ce travail est particulièrement axé sur le lien entre la mesure photogrammétrique et les modèles architecturaux mis en œuvre. Pour illustrer cette nouvelle approche du relevé d'architecture, trois expérimentations sont proposées :

• une aide au diagnostic ainsi qu'une reconstitution par déduction sont réalisées sur les vestiges en élévation du portique du forum antique d'Arles,

• une mise en scène d'hypothèses archéologiques, sur le premier temple du Capitole de la Rome antique, est proposée à partir du Plan Bigot (maquette de la Rome antique du IV^e siècle, Maison de la Recherche en Sciences Humaines de l'université de Caen),

• enfin le lien avec des logiciels de mécanique, qui permettra des calculs de structure sur des édifices en appareillage de bloc, est esquissé lors de la troisième expérimentation où, sur une maquette d'un mur de brique, l'on étudie le lien entre un modèle numérique et la mesure photogrammétrique.

L'application présentée est développée sur Silicon GraphicsTM indigo2, en C++, et les résultats graphiques exprimés avec Persistence of VisionTM Ray Tracer, Auto-CadTM ou INCA (sur-couche de la Graphic Library Silicon élaborée au gamsau).

G.P.S.

ALGADE :
05 55 60 50 46

CANEVAS & POLYGONATION
 TRAVAUX CADASTRAUX & S.I.G.
 GEOPHYSIQUE
 RADIO NAVIGATION & BALISAGE
 MICRO TRIANGULATION

Algade (groupe Cogema)

met à votre service cinq années d'expérience en G.P.S..

Aujourd'hui sa maîtrise du système lui permet de proposer de nombreuses applications qui répondent nécessairement à votre besoin.

Sur un simple appel, un technicien G.P.S. vous ouvre de nouveaux horizons ...

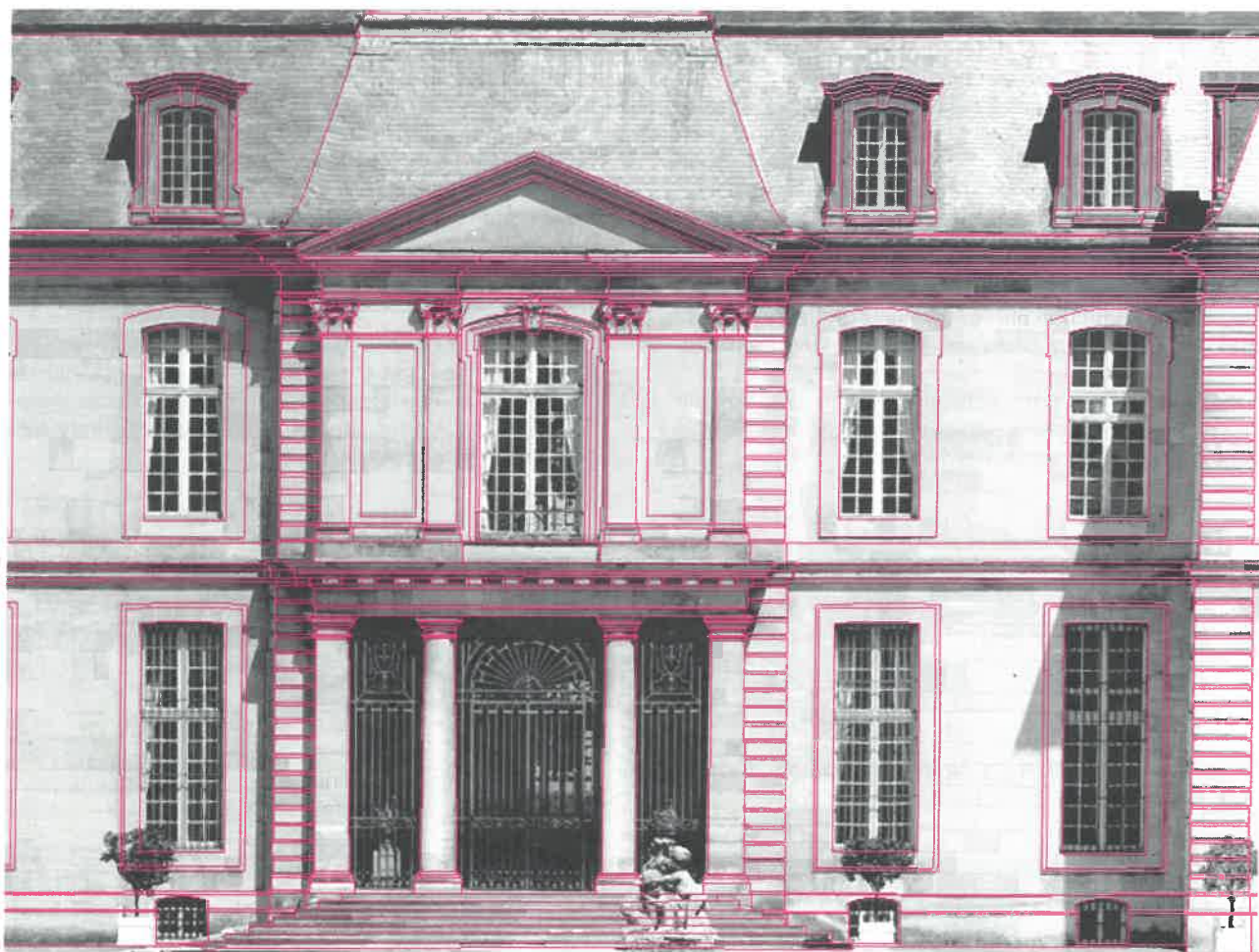
ALGADE

Topographie / Aménagement de site

RN 20 - B.P. 46

87250 Bessines-sur- Gartempe

Tél. : 05 55 60 50 46 - Fax : 05 55 60 50 59



orthophotographie de la façade du château de Champs sur Marne. Cliché inventaire général

réflexions sur l'orthophotographie numérique

Jacques-Alain Quessette
(Continental Hightech Services)
Salim Benmlih
(ATGT)
Michel Maumont
(Direction du patrimoine,
ministère de la culture)

Photos et images sont des outils sans pareils pour mesurer et communiquer, car ils reproduisent fidèlement la réalité et sont facilement compris, à la différence d'un plan ou d'une carte qui exigent un entraînement, mais ils exigent un traitement géométrique, l'orthorectification, pour gagner les qualités métriques qui leur font défaut initialement. Devant le regain pour l'orthophoto généré par l'essor de la photogrammétrie numérique, il est bon d'en analyser certains aspects pour en éclairer les limites d'emploi, en s'appuyant sur des exemples précis, afin que donneurs d'ordres et prestataires de services sachent ce à quoi ils s'engagent lorsque se lance un projet d'orthophotographie numérique.

Les techniques d'orthophotographie ont été mises au point depuis le début du siècle pour fournir à l'utilisateur un document photographique doté de qualités métriques sur lequel il est possible d'effectuer des mesures ; elles

ont évolué avec le développement de la photogrammétrie numérique et, dans la majorité des cas, les orthophotos numériques sont des fichiers exploités sur écran qui ne sont transformés en documents sur film ou sur papier qu'en fin de chantier. Le processus de production de l'orthophoto a, dans son essence, peu changé ; il s'appuie toujours sur les mêmes éléments :

- un cliché initial : en photogrammétrie numérique, il s'agit d'une image numérique ou d'une photographie scannée.
- les éléments d'orientation de ce cliché : généralement issus des observations et des calculs effectués sur les stéréopaires, ils peuvent également être déterminés directement sur le cliché à condition de connaître les coordonnées de quelques points.
- un MNT : dépendante ou indépendante du cliché initial, son origine a moins d'importance que sa qualité qui se définit sur un double critère : la précision et le pas.

C'est à partir de ces éléments que sera calculée, par un logiciel d'orthorectification, la position dans le fichier numérique final de chacun des pixels composant le cliché numérique original et que chacun d'eux y sera placé, le résultat étant affiché sur un écran, sur lequel un opérateur sans connaissance particulière de photogrammétrie pourra effectuer des observations et des mesures précises.

Observons que la différence essentielle entre orthophoto analogique et orthophoto numérique réside dans le mode de production plus que dans le mode de présentation final car il est possible de scanner une orthophoto analogique pour en faire un fichier numérique, nous parlerons dans ce cas d'orthophoto numérisée.

INTERÊT DE L'ORTHOPHOTOGRAPHIE NUMÉRIQUE

À l'intérêt que présente l'orthophotographie chaque fois qu'il faut combiner à la précision de mesure la richesse de l'information photographique s'ajoutent les avantages propres aux techniques numériques :

- d'abord la facilité d'exécution, puisqu'aucun équipement spécial n'est requis, qui autorise l'enchaînement des tâches informatiques pour aboutir à l'automatisation de la production.

- ensuite, la souplesse qui permet de déconnecter cliché et MNT pour calculer, à l'aide d'un même MNT, plusieurs orthophotos, correspondant à des clichés d'un même endroit à des époques différentes, très utile pour la mise à jour d'informations.

- la facilité du mosaïcage numérique.
- la possibilité du traitement numérique d'images pour améliorer les couleurs, renforcer les contrastes.

- la facilité de superposition de vecteurs à l'image tant dans la phase de saisie que dans la phase de présentation du résultat final.

- la facilité de liaison avec les SIG et, plus particulièrement, ceux qui gèrent les MNT car il leur est possible d'afficher et de traiter les coordonnées XYZ de tout point de l'orthophoto, s'ils disposent du fichier MNT associé.

CONTRAINTES DE L'ORTHOPHOTOGRAPHIE NUMÉRIQUE

Les avantages précédemment énumérés ne doivent cependant pas masquer les contraintes liées à ce produit.

La première est inhérente à l'orthophotographie, indépendamment de son mode de production : image neutre et objective, elle est muette ; elle offre une représentation fidèle mais interprétation et mesures restent à faire, ce qui limite parfois son emploi.

Des contraintes propres à l'orthophotographie numérique, c'est-à-dire liées au processus même de production, sont également importantes :

- la qualité du scannage est probablement aujourd'hui un des modules essentiels dans la qualité de la production photogrammétrique et, comme l'ont démontrés les travaux présentés à l'atelier de Photogrammétrie Numérique de l'OEEPE à Lausanne, la résolution n'est pas le seul facteur à surveiller.

- les méthodes de calcul donnent des résultats légèrement différents, selon les choix techniques opérés par leurs concepteurs, il est donc important de spécifier avec soin le niveau de qualité du produit attendu afin que les prestataires s'y adaptent, en termes de précision de localisation, fonction du scannage et du MNT, et en termes de qualité radiométrique, fonction du scannage et du traitement d'images.

- la contrainte la plus évidente concerne le volume des fichiers numériques à traiter qui peuvent représenter une gêne dans la phase de production ou pour l'exploitation si la configuration informatique n'est pas correctement dimensionnée.

Volume d'un fichier pour un cliché 23 cm x 23 cm

Résolution	30μ	20μ	15μ
Volume en 256 niveaux	56 Mo	126 Mo	224 Mo
16 millions de couleurs	168 Mo	378 Mo	672 Mo

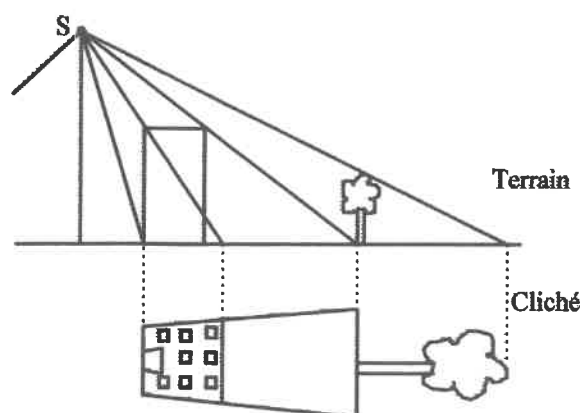
Ces valeurs démontrent que la production et même l'exploitation numérique des orthophotographies à haute résolution, seules capables de rivaliser en termes de qualité avec la photographie argentique, exigent l'utilisation d'outils informatiques adaptés. Cette contrainte n'est cependant pas un frein car, d'une part, de nombreuses applications se satisfont de résolutions moyennes et, d'autre part, l'orthophoto numérique est transmissible sur film ou sur papier ; cette dernière forme convient en général aux documents finaux d'un projet, dont l'objet est de communiquer plutôt que de mesurer.

On pourrait croire, à l'analyse de ces arguments, qu'hormis le mode de production des orthophotographies numériques, il y a peu de différences entre orthophotos analogiques et orthophotos numériques et que ces différences s'estompent si l'on considère l'orthophoto numérisée qui bénéficie des mêmes avantages et des mêmes inconvénients que l'orthophoto numérique. Il existe cependant un domaine où la souplesse et la facilité de production de l'orthophoto numérique l'emportent : la correction des dévers.

CORRECTION NUMÉRIQUE DES DEVERS

La majorité des clichés utilisés en photogrammétrie sont assimilables à des perspectives coniques de l'objet photographié qui laissent paraître sur le cliché les parties de l'objet qui sont parallèles à l'axe de prises de vue ; ce phénomène, d'autant plus accentué que la hauteur relative dh/B d'un objet est élevée, que la focale de prise de vue est courte et que l'on s'éloigne du centre du cliché, entraîne deux défauts : les dévers, qui se traduisent par l'existence des façades du bâtiment sur les photographies aériennes, et les faces cachées où aucune information n'est disponible.

Ces défauts sont habituellement minimisés en modifiant les paramètres de la prise de vues, par exemple en augmentant la focale ou en augmentant le recouvrement longitudinal pour réduire le champ utile à la partie centrale des clichés, mais cela n'est pas toujours possible et l'on n'hésite généralement pas à faire l'impasse en se limitant à une orthorectification du niveau sol uniquement.



Ces imperfections sont néanmoins très pénalisantes dans les applications d'urbanisme ou d'architecture où les rapports dh/B sont toujours élevés et il est légitime d'essayer de les éliminer.

Dans le cas de l'orthophotographie numérique, la combinaison production automatique + traitement d'images + mosaïcage, permet d'éliminer rapidement l'essentiel de ces défauts avec un degré de précision qui est déterminé principalement par la qualité du Modèle Numérique de Surface, variante du MNT, sur lequel sont calculées les orthorectifications, selon les étapes suivantes :

a) génération du Modèle Numérique de Surface le plus précis possible.

b) calcul de l'orthophoto droite et de l'orthophoto gauche.

c) repérage automatique des défauts de dévers sur une des orthophotos :

- élimination des projections parasites et substitution des parties éliminées par des pixels d'une couleur convenue.

- réparation des faces cachées par l'implantation de l'information, si elle existe, disponible dans l'autre orthophoto.

En dehors de la génération du MNS qui est semi-automatique, la procédure est automatisée et facile à mettre en œuvre et c'est bien là un avantage propre à l'orthophoto numérique.

L'exemple suivant est à ce titre intéressant car il montre comment peut se corriger le dévers d'un immeuble.



orthophoto numérique sol — Cliché P.A.P.

On voudra bien noter que les parties cachées représentées par des pixels noirs, n'ont pas été remplacées, l'information manquante n'étant pas disponible sur le second cliché.



orthophoto numérique corrigé — Cliché P.A.P.

ORTHOPHOTO DIFFÉRENCIÉE

L'avantage technique et économique de l'orthophoto numérique paraît bien établi pour les applications à grande échelle lorsque la comparaison porte sur l'orthophoto analogique ou analogique numérisée, mais le résultat justifie-t-il le coût de production ? À l'heure où les gains de productivité sont indispensables, la réflexion s'impose.

Dans la chaîne de production globale d'une orthophoto numérique de bonne qualité, le poste qui reste cher est le poste MNT, difficilement compressible, car la précision du MNT conditionne la qualité du produit orthophoto final ; difficile ne signifie pas impossible et nous proposons quelques solutions pour diminuer les coûts de production en fonction de la destination de l'orthophoto :

a) MNT existant :

c'est le cas évident à privilégier chaque fois que sa précision est compatible avec la qualité souhaitée de l'orthophoto ; par exemple, à l'issue d'un chantier de restitution, l'orthophoto numérique peut être proposée à un coût très intéressant, puisque le MNT est disponible ; à contrario, ne produire un MNT que pour fabriquer une orthophoto revient très cher.

b) MNT différencié et orthophoto différenciée :

au cas où l'orthophoto n'est pas destinée à la mesure mais à la communication, pour une présentation de projet par exemple, il est avantageux de générer un MNT à précision variable, très précis dans la zone strictement nécessaire et moins précis ailleurs, qui sera globalement moins coûteux et qui remplira parfaitement sa mission.

ORTHOPHOTO LATENTE OU VIRTUELLE

Très souvent, et l'observation s'applique à d'autres produits photogrammétriques, l'orthophoto n'est utilisée que pour faire un nombre réduit de mesures, faut-il pour autant procéder à l'orthorectification de toute la surface du cliché ? Nous considérons que la photogrammétrie numérique offre une réponse avec la notion de MNT latent ou d'orthophoto virtuelle : en effet, lorsque l'on observe

sur un écran un couple stéréoscopique, on peut dans certaines conditions déterminer les positions XYZ de tout point de ce couple, ce couple est donc équivalent à un document photographique sur lequel il est possible de faire les mêmes mesures que sur un levé graphique, ce qui est la définition même de l'orthophotographie. Ce même fichier numérique peut être transporté sur un autre ordinateur sur l'écran duquel un opérateur pourra effectuer dans certaines conditions directement des mesures XY, comme sur une orthophoto numérique, et des mesures en Z comme sur un MNT, alors que ni le MNT, ni l'orthophoto numérique n'ont été calculés : **le couple stéréoscopique numérique orienté est équivalent à un MNT et à une orthophoto numérique virtuels.**

Les avantages sont clairs :

a) c'est un produit numérique bien réel qui s'exporte sans difficulté d'un ordinateur à l'autre.

b) on dispose là d'un produit numérique peu coûteux, puisqu'il résulte des opérations de :

- scannage.
- observation.
- orientation.
- transformation en image stéréoscopique exportable.
- transfert sur support de stockage et d'échange.

c) à la différence d'un modèle plastique analogique, l'observation stéréoscopique numérique ne requiert pas d'instrument complexe, l'écran d'une station de travail ou d'un PC, des lunettes anaglyphes suffisent ; il est même possible d'utiliser un ordinateur portable pour des applications nomades.

d) directement exploitable avec des progiciels disponibles sur le marché, ce produit convient pour toute opération de mesure et de saisie à 2 ou 3 dimensions sur toute la surface du couple : mesures de profils, de distances, choix de corridors, etc.

e) produit intermédiaire de travail, il peut être complété par une restitution photogrammétrique ultérieure complète, avec la génération d'un MNT et d'une orthophoto.

f) c'est à la limite un instrument de communication, car l'image stéréoscopique sur l'écran d'un PC peut être projetée sur un grand écran dans une salle de conférences en gardant toutes ses qualités stéréoscopiques.

Document de travail intermédiaire, ce produit nouveau convient à toutes les applications où la densité de mesures à effectuer est très faible par rapport aux superficies concernées et son faible coût le rend particulièrement attrayant.

APPLICATION DE L'ORTHOPHOTOGRAPHIE DANS L'ÉTUDE ET CONSERVATION DU PATRIMOINE

Les services patrimoniaux ont pour vocation de collecter, d'étudier et de communiquer une documentation sur le patrimoine archéologique ou architectural qui demeure la mémoire des œuvres et à laquelle pourront se reporter les spécialistes, chercheurs, historiens et acteurs du patrimoine.

Dans une telle documentation les techniques de relevés topométriques et photogrammétriques tiennent aujourd'hui une place importante. En effet, la photogrammétrie liée à l'évolution de l'informatique révèle des informations métriques sur la forme, la structure et l'équilibre des objets archéologiques ou architecturaux et permet d'établir les documents de grande précision.

Néanmoins, le relevé photogrammétrique au trait ou vectoriel demeure une interprétation humaine et ne représente donc qu'une sélection subjective de l'objet photographié. L'orthographie restitue beaucoup plus d'éléments de toutes natures. Elle est de fait un support d'informations considérables qui allie la richesse du document photographique et la précision métrique des informations saisies.

Ainsi l'orthophotographie révèle toute la potentialité d'informations des photographies originales.

À la différence de la saisie photogrammétrique analytique qui, s'effectuant par systématisme demeure conséquente et onéreuse, ou du simple enregistrement photographique conservatoire qui nécessite d'archiver avec les clichés, l'ensemble des paramètres relatifs à la prise de vues et au canevas topographique, l'orthorectification des volumes enregistrés offre aujourd'hui un moyen économique de sauvegarde et d'archivage. Ainsi, les mesures nécessaires pourront être exploitées au besoin ; dans ce cas, le principe de l'orthophotographie, latente ou virtuelle énoncé précédemment, s'avère d'autant plus efficient.

Il reste à démontrer les capacités de l'orthophotographie à représenter l'objet archéologique ou architectural, et d'analyser les conditions et le coût de fabrication.

L'exemple suivant, choisi parmi les essais réalisés par l'Atelier de photogrammétrie de la Direction du Patrimoine du Ministère de la Culture, révèle la richesse des informations et leur précision restituées par la méthode orthophotographique.



orthophoto numérique — Cliché inventaire général

Le fichier vectoriel obtenu par restitution photogrammétrique indépendante se superpose à l'image orthophotographique avec une précision de l'ordre du pixel, comme on peut le constater sur l'image en tête d'article.

L'essentiel du coût de l'orthorectification réside dans la correction du Modèle Numérique de Terrain, laquelle peut s'avérer d'une relative complexité ; mais il est bon



SETAM Informatique "A votre service depuis 1973"

2, rue du Square J.Gibert - 78114 Magny-les-Hameaux ☎ 01 30 52 40 49 Fax 01 30 52 11 25

Agrée "Développeur" - "AutoCAD MAP" - "AAD 159" - "3D Studio Max" - "SoftIMAGE"

 Autodesk.

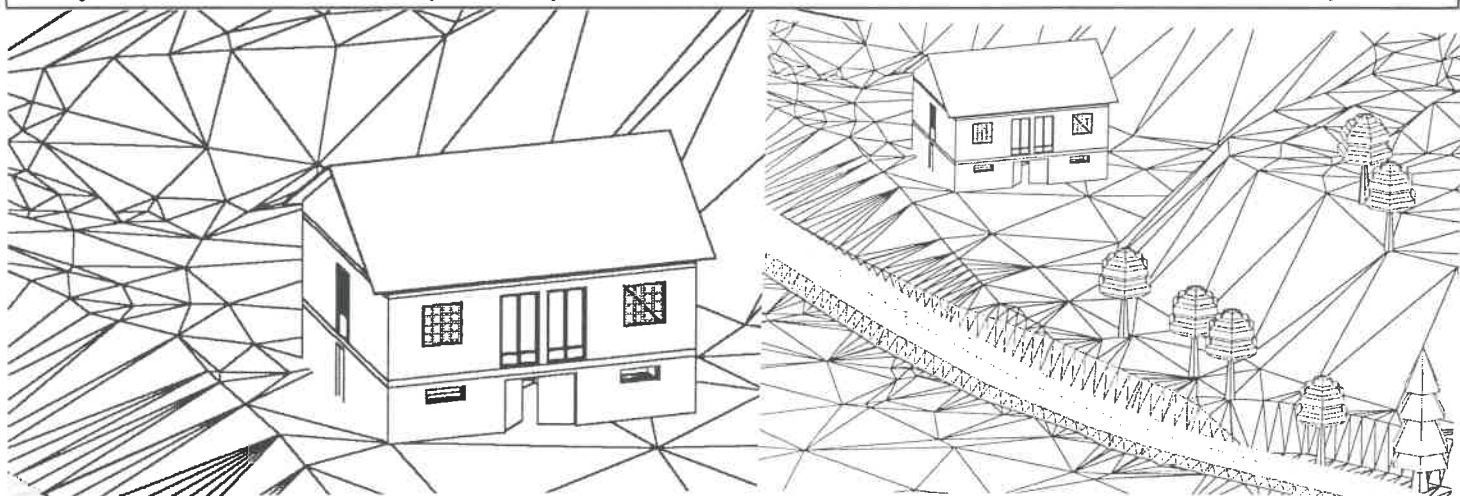
Conseils-Assistance-Développement-Formation

Une meilleure productivité avec "TopoLISP" en 32bit

et AutoCAD Solution Plus*

(*AutoCAD 13 = 29.840fht + ADE 4.990fht ou AutoVision + M.A.J.AutoCAD 14 gratuite)

♦ TopoLISPV13 complet..... (25.000fht)	et	AutoCAD solution +	41.900,00 fht
♦ TopoLISP 2D (15.000fht)	et	AutoCAD solution +	37.000,00 fht
♦ TopoLISP 3D ou Projet 3D (12.000fht)	et	AutoCAD solution +	35.000,00 fht
♦ TopoLISP 3D + Projet 3 D.... (24.000fht)	et	AutoCAD solution +	37.000,00 fht
♦ TopoLISP Sig (8.000fht)	et	AutoCAD solution +	32.500,00 fht
♦ Autocompanion..... (8.000fht)	et	AutoCAD solution +	37.060,00 fht
♦ TopoLISP-LT2 (5.900Fht)	et	AutoCAD LT2.....	8.800,00 fht
♦ TopoLISP-LT95 (5.900Fht)	et	AutoCAD LT 95.....	6.800,00 fht



La Version 14 d' AutoCAD est annoncée pour l'été 97

Il n'est pas prévu sur le CD de la 14 (de V13 et de V12)

Clé de protection : idem que la version 13 **Plateformes utilisées** : Windows NT 4.0/3.51 et 95

Plus rapide que la 12 DOS (la référence en ce domaine) : **OUI** (à tout point de vue)

Compatibilité avec les précédentes versions : **OUI** (peut écrire au format AutoCAD 12)

avec AutoCAD LT : **OUI** on peut lire tous les fichiers en LT-1, LT2 ou 95

MAIS l'utilisateur LT pourra lire un fichier de la 14 s'il a été enregistré par la commande SAVEAS

Pérennité totale du LISP- OUI (plus rapide de 30% environ)

Utilisation de la nouvelle technologie MMX (multimédia) = **non**

Prévue pour fonctionner sur les systèmes bi-processeurs : **non**

Autodesk recommande au minimum : Pentium 90Mhz/32Mo/CD et Windows

☐ Station DAO = 74.900,00 Fht

♦ Pentium HP Pro 200Mhz

Disque 2,5 Go - Ram 64mo - 256 Ko cache
Carte Haute résol. 64bits 2Mo.- Carte son
Lecteur CDRom (x8) - Clavier 105 t - Souris

♦ Ecran 21" NOKIA

♦ Lecteur ZIP 100Mo (sauvegarde)

♦ AutoCAD Solution+ ♦ Windows NT ou 95

♦ TopoLISPV13 complet "Les Applicatifs"

♦ Installation sur site

Votre Cachet ↓ ☐ Pour davantage d'informations

☐ Station DAO en LT= 22.900 Fht

Nom de la personne à contacter :

de souligner que cette opération n'est censée avoir lieu qu'une seule fois.

On peut également fabriquer des MNT d'excellente qualité à partir de fichiers de restitution photogrammétriques existants ; dans ce cas, la production de l'orthophotographie est très rapide et peu onéreuse.

Il est donc légitime d'affirmer que les techniques d'orthorectification numérique représentent une solution d'avenir, accessible et économique ; appliquées au patrimoine, elles peuvent servir de référence neutre et objective contenant des informations géocodées, et donc permettre l'interaction entre divers niveaux et autres fichiers constitutifs.

POSITIONNEMENT
LAMBERT METRIQUE
 RESEAU **GPS** DIFFERENTIEL EUROPEEN
SANS STATION DE **REFERENCE**

- un seul ensemble récepteurs GPS-LANDSTAR,
- plus de station de référence individuelle à gérer,
- couverture géographique européenne, utilisation souple,
- solution multistation, contrôle de qualité,
- monitoring 24h/24, intégrité du système, précision garantie,
- réception efficace des corrections,
- équipement réduit, léger, facile d'utilisation.

Réseau **LANDSTAR** opéré par **RACAL**, distribué par **GEOID**



G E O I D
 Montpellier Technopole
 34830 CLAPIERS

Tél. 04 67 59 26 44
 Fax. 04 67 59 28 42
 E-MAIL geoid @ mnet.fr

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

REPERTOIRE DES ANNONCEURS - N° 71

COUVERTURE

FRANCE GPS	1 ^{re} couv.
FRANCE GPS	2 ^e couv.
GEOTRONICS	3 ^e couv.
TOPOCENTER	4 ^e couv.

ACTHYD	27	LEICA	4
AERIAL	68	NIKON	2
ALGADE	81	PENTAX	49
CARL ZEISS	8	ROLLEI	33
CHS	40	SCHROERS	59
ECOLE CHEZ SOI	88	SERCEL	52
FAYNOT	6	SETAM INFORMATIQUE	86
GEOID	87	STOLZEL	18
GEOPIXEL	44	TRIMBLE	1