

# xyz

n° 85

4<sup>e</sup> trimestre 2000 - 22<sup>e</sup> année - 130 F - 20 € - ISSN 0290-9057

topographie  
géodésie  
photogrammétrie  
**SIG**  
géomatique  
météorologie  
hydrographie  
topométrie  
cartographie  
génie civil

ÉDITÉE PAR L'ASSOCIATION FRANÇAISE DE TOPOGRAPHIE





Mesurer les déformations d'un bateau est d'actualité. NAVMOD est un logiciel de représentation des déformations en 2D, adapté à la construction navale il peut être développé pour les projets de constructions modulaires avec découpage en 3D ou linéaire (lire notre article en page 68).

**DIRECTEUR DE LA PUBLICATION**  
André BAILLY

**DIRECTEUR DE LA RÉDACTION  
ET DE LA PUBLICITÉ**  
Robert CHEVALIER

**COMITÉ DE RÉDACTION**

- André BAILLY  
Ingénieur ETP
- Jean BOURGOIN  
Ingénieur Général Hydrographe ER
- Robert CHEVALIER  
Géomètre-Expert DPLG
- Pierre GRUSSENMEYER  
Maître de Conférences – ENSAIS
- Raymond D'HOLLANDER  
Ingénieur Général Géographe-IGN
- Michel SAUTREAU  
Directeur Div. honoraire Cadastre
- Robert VINCENT  
Ingénieur ECP
- Dr Pascal WILLIS  
Ingénieur en chef géographe-IGN

**COMITÉ DE LECTURE**

- MM. BAILLY, COMBES, FONTAINE,  
LEVALLOIS, MEYER, MILLION,  
PUYCOUYOUL, SCHAFFNER,  
VINCENT.

**MAQUETTE ET MONTAGE**

Jack BIQUAND

**ABONNEMENTS**

Évelyne MESNIS

e-mail : [aftopo@club-internet.fr](mailto:aftopo@club-internet.fr)

Trimestriel – Le numéro : 130 F / 20 €

Abonnement d'un an

France Europe (voie terrestre) : 480 F / 73 €

Étranger (avion, frais compris) : 500 F / 76 €

Les règlements payés par chèques payables  
sur une banque située hors de France  
doivent être majorés de 65 F / 10 €

L'AFT n'est pas responsable des opinions émises  
dans les conférences qu'elle organise  
ou les articles qu'elle publie.

Tous droits de reproduction ou d'adaptation  
strictement réservés.

**COMPOSITION CD GRAPH – GRAND LARGE**

9 rue Hélène Boucher – 44115 Haute-Goulaine

☎ 02 40 06 20 68 – Fax 02 40 06 00 88

**IMPRIMERIE MODERNE USHA**

15001 Aurillac

☎ 04 71 63 44 60 – Fax 04 71 64 09 09

**Revue XYZ**

# → Éditée par L'ASSOCIATION FRANÇAISE DE TOPOGRAPHIE

136 bis rue de Grenelle – 75700 PARIS 07 SP – ☎ 01 43 98 84 80 – fax 01 47 53 07 10

E-MAIL : [aftopo@club-internet.fr](mailto:aftopo@club-internet.fr) • SITE INTERNET : <http://perso.club-internet.fr/aftopo>

Secrétariat : tous les jours de 9 h à 12 h et de 14 h à 17 h

L'AFT est membre de la FIG

ISSN 0290 – 9057

**2000 • 4<sup>e</sup> trimestre**

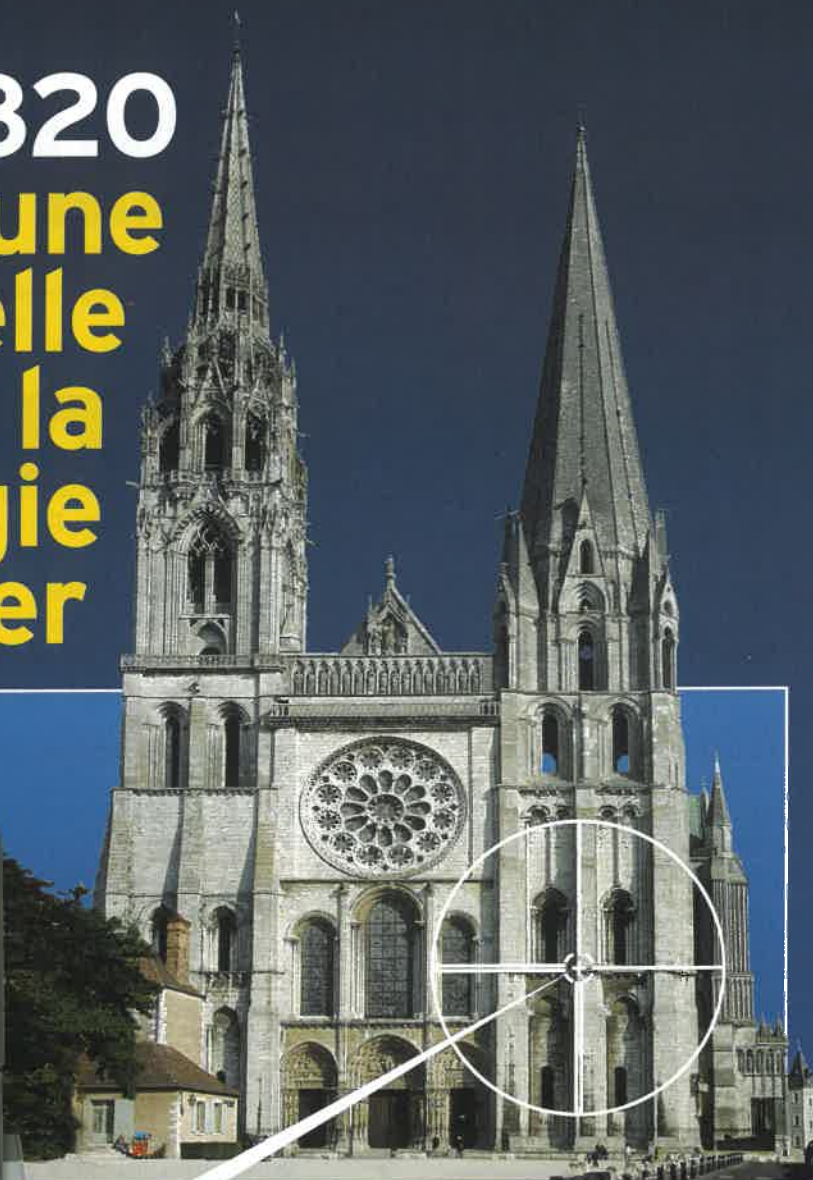
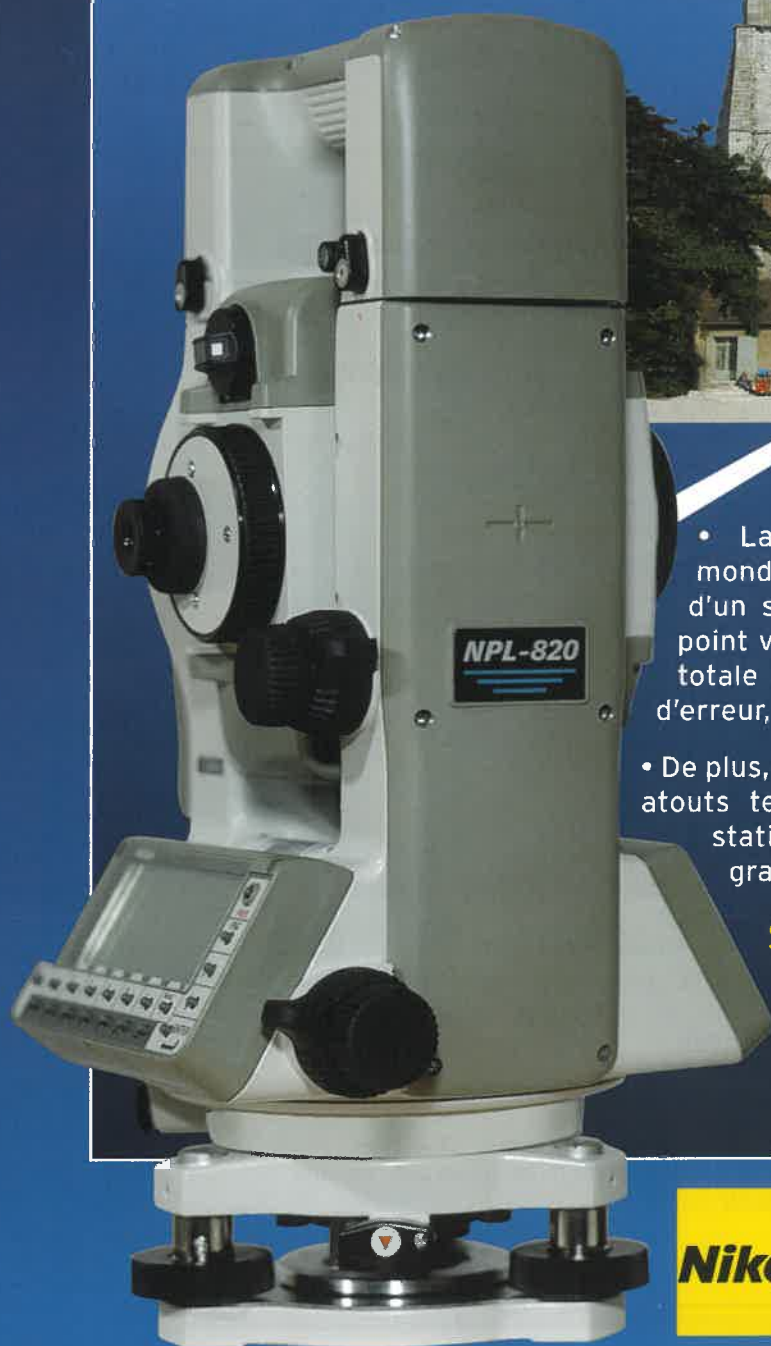
## n° 85 • s o m m a i r e

– Editorial. Le numéro 485 .....	5
– Info-Topo .....	7
– 84 <sup>e</sup> INTERGEO, Berlin Robert Chevalier, Daniel Schelstraete .....	16
– 23 <sup>e</sup> colloque AFT, AG de l'association, Le Mans (ESGT) .....	20
– SIG 2000 ? 4 <sup>e</sup> conférence française ESRI Jacques Riffault .....	21
– ENSG : forum technique GPS Christian Meyer .....	22
– CGSIC, ION, IGS Pascal Willis .....	24
– Orthophotoplan à l'inventaire forestier national Nicolas Stach .....	27
– ION 2000 Claude Million .....	32
– Analyse qualitative d'une voie ferrée par levé dynamique GPS Philippe Halle .....	35
– Une nouvelle approche pour l'outil informatique José Mène Berre .....	39
– MAROC : propagation des erreurs sur les superficies d'un projet de remembrement traité au moyen d'un SIG El Hassane Semlali .....	43
– ALGERIE : toponymie et colonisation française Atoui Brahimi .....	48
– La page GSF : préparez vos vacances .....	52
– La page 4 x 4 : Suzuki IGNIS, la multi-compact Robert Chevalier .....	53
– Brève histoire de la longitude à la mer Bertrand C. Imbert .....	54
– Echanges entre logiciels DAO et SIG : l'avis et l'expérience d'Annecy Pascale Coudurier .....	57
– La photogrammétrie au Cadastre Michel Eliat .....	62
– Du plan au modèle Claude Soiro .....	65
– NAVMOD. Outil de modélisation graphique appliqué à la construction navale Manuel Plusquellec, Nicolas Dechenaux .....	68
– AUSTRALIE : I-SITE : un système pour la cartographie du gisement de "sunrise" .....	73
– ART et GEOMETRIE Jean-Pierre Maillard .....	75
– TOPO Vécue : y a pas photo ! Robert Chevalier .....	77
– IKONOS : mesure de la hauteur du sursol en zone urbaine Laurent Marinelli .....	80
– Les livres .....	83

Pour la recherche de nos annonceurs consultez la page 41

# NPL 820

## une ère nouvelle pour la technologie laser



- La NPL 820 est la seule station totale au monde à offrir un distancemètre coaxial doté d'un système de focalisation breveté : chaque point visé est vraiment le point mesuré avec une totale fiabilité. Et si il existe le moindre risque d'erreur, la NPL 820 le détecte instantanément.
- De plus, la NPL 820 vous fait bénéficier de tous les atouts techniques de sa nouvelle génération de station Khéops-2 : carte PCMCIA, large écran graphique haute résolution, logiciel AP800.

**Station laser NPL 820 de NIKON :  
la certitude de la mesure exacte**

*Pour toute information, contactez le :*  
**01 45 16 46 60**

**Nikon**

**NIKON FRANCE S.A.**

191, RUE DU MARCHÉ ROLLAY - 94504 CHAMPIGNY-SUR-MARNE CEDEX  
TÉL. : 01 45 16 46 60 - FAX : 01 45 16 45 55

# EDITORIAL

## Le numéro 485

Pour la 85<sup>e</sup> fois les rédacteurs de cette revue ont remis leur ouvrage sur le métier. Un 85<sup>e</sup> trimestre qui va nous permettre de faire basculer sur le toboggan du siècle l'échelle graduée des années vers les inconnus du millénaire. Le phénomène ne se reproduira que pour le numéro 485 que confectionneront nos petits enfants.

Qui seras-tu cher numéro 485 ? Que distilleront tes pages en 4D ? Mais sans doute ne seras-tu qu'un écran sur un mur ou au creux d'un ordinateur-bracelet, te prélassant chez les géomètres branchés de la planète Terre, de la Lune ou de Mars la Rouge où ils seront en mission, à moins d'y habiter avec famille et marmaille. Tu disséqueras les appareils de mesure embarqués avec les hommes sur les vaisseaux de découverte en mal d'espace extra-solaire, voire extra-galactique, alors que trois siècles avant on se battait avec la longitude à la mer, et tu en profiteras pour faire un historique et décrire l'antique GPS des ancêtres, fils spirituel des sextants antiques. Il faudra dire qu'alors c'étaient les hommes en personne qui maniaient, mesuraient, décidaient à l'aide d'instruments archaïques qu'on appelait des « stations totales ».

Il faudra dire aussi un mot des ancêtres de la Gestion Intégrale Automatique des Communautés (GIAC) petite fille de ces Systèmes d'Information Géographiques coûteux que l'on ne pouvait manier qu'après de longues études (tu pourras donner l'exemple du SIG de la ville d'Annecy, merveilleuse ville au bord d'un lac avant d'être un musée payant depuis le classement de la Terre en planète écologique, à une époque où l'on pouvait s'asseoir sous un arbre sans ticket horodaté, même l'été !). Tu diras qu'il y avait encore des forêts en dehors des réserves, même qu'on en faisait des inventaires à l'aide de petits satellites et qu'on en établissait des cartes avec des appareils compliqués de photogrammétrie, il y avait un cadastre établi avec ces mêmes appareils, la Terre était divisée en parcelles dont chacune était l'objet d'impôts au centimètre près.

Pour tout cela le géomètre et le topographe arpentaient sur place avec tout un matériel lourd et encombrant, des lasers, des mires, des batteries électriques, même des Carnets de Terrain, très astucieux il faut le dire.

Une seule chose n'aura pas fait de progrès, cher numéro 485, parce que le progrès n'est pas son sang : l'Art, certes assimilé aux techniques du XXI<sup>e</sup> siècle, ne délogera pas le Tintoretto ni Carpaccio dans leurs chapelles vénitiennes, le Gréco dans l'austère Tolède, les icônes russes, les grottes de Lascaux dans leur cave solitaire, Cézanne et Mozart, les bâtisseurs de cathédrales. L'art et la poésie ne sont pas perfectibles, ils sont notre reflet intarissable d'Homme, curieux, aventureux, et toujours le même.

Jack Biquand  
Le saltimbanque de service



# interopérabilité

PENSEZ-Y COMME ETANT LA CLE  
DE VOS AFFAIRES



Imaginez ce que serait votre productivité si vous aviez un seul outil permettant d'organiser l'ensemble de vos travaux et de contrôler tous vos équipements, GPS et optique. • L'"interopérabilité" commence avec le TSC1, le carnet de terrain universel. Avec lui vous organisez dans un même projet les données de vos récepteurs GPS Trimble et de vos stations optiques quelle qu'en soit la marque. Vous changez instantanément de type d'instruments lorsque nécessaire. • Mais, l'"Interopérabilité" ne s'arrête pas lorsque vous quittez le terrain. Avec Trimble Survey Office™ vous utilisez le même logiciel de la préparation de mission - projet routier, modèle numérique de terrain - à l'exportation des données vers vos logiciels de DAO. • Contactez nous pour découvrir notre gamme topographique.

 **Trimble**  
ADDING VALUE TO GPS

Trimble Navigation France S.A.  
T : 02 23 25 01 50  
F : 02 23 25 22 97

**LEPONT**  
EQUIPEMENTS

Le Pont Equipments  
T : 01 34 93 35 05  
F : 01 34 93 35 09

Visitez notre site au [www.trimble.com](http://www.trimble.com)

# INFOPO

numéro 85

actualités  
bloc-notes  
flashes

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

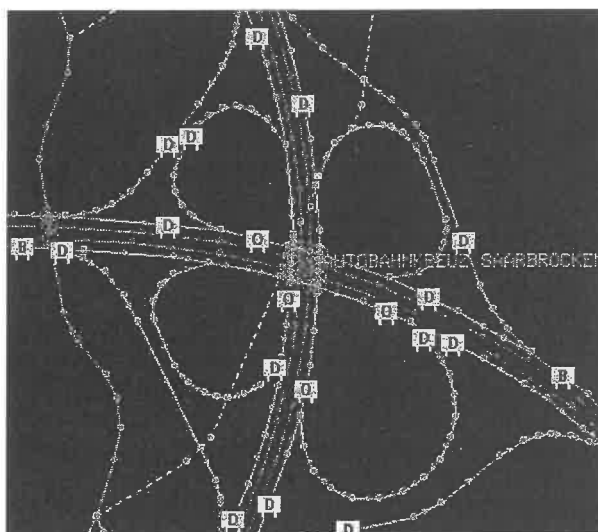
## NAVTECH : de l'espace à la conduite automobile



Photo aérienne prise depuis la navette spatiale ENDEAVOR

Navigation Technologies Corporation est spécialisée dans la conception et le développement au niveau mondial de bases de données cartographiques numérisées de haute précision, et d'une technologie appliquée à une vaste gamme de systèmes et services de navigation intelligents, embarqués, portables, par l'Internet, et par l'« intermédiaire de programmes informatiques sur PC ou de centres d'appels. Les cartes numériques commercialisées sous la marque NavTech, couvrant l'Amérique du Nord et l'Europe Occidentale, sont choisies comme la référence en matière de guidage routier par les principaux constructeurs automobiles, les fabricants de systèmes électroniques et de logiciels informatiques.

Actuellement la navette spatiale "Endeavor" lancée par la NASA a pour mission de dresser une cartographie précise de la planète Terre. NAVTECH prendra en compte les informations fournies pour améliorer sa couverture géographique, pour répertorier et numériser toutes les voies de circulation dans le monde. Ces données aériennes peuvent être utilisées par les systèmes de navigation embarqués ou de guidage routier pour gérer et contrôler un véhicule et assister son conducteur. Les données cartographiques de la navette ont l'ambition d'aider à la réalisation de systèmes rendant les véhicules plus intelligents, plus efficaces et plus sûrs, citons les systèmes d'aide à la vision de nuit, les systèmes de guidage, les systèmes de détection des virages, les systèmes de gestion de navigation, les systèmes de détection des priorités.



Numérisation des données à partir de cette photo aérienne et création des cartes NAVTECH

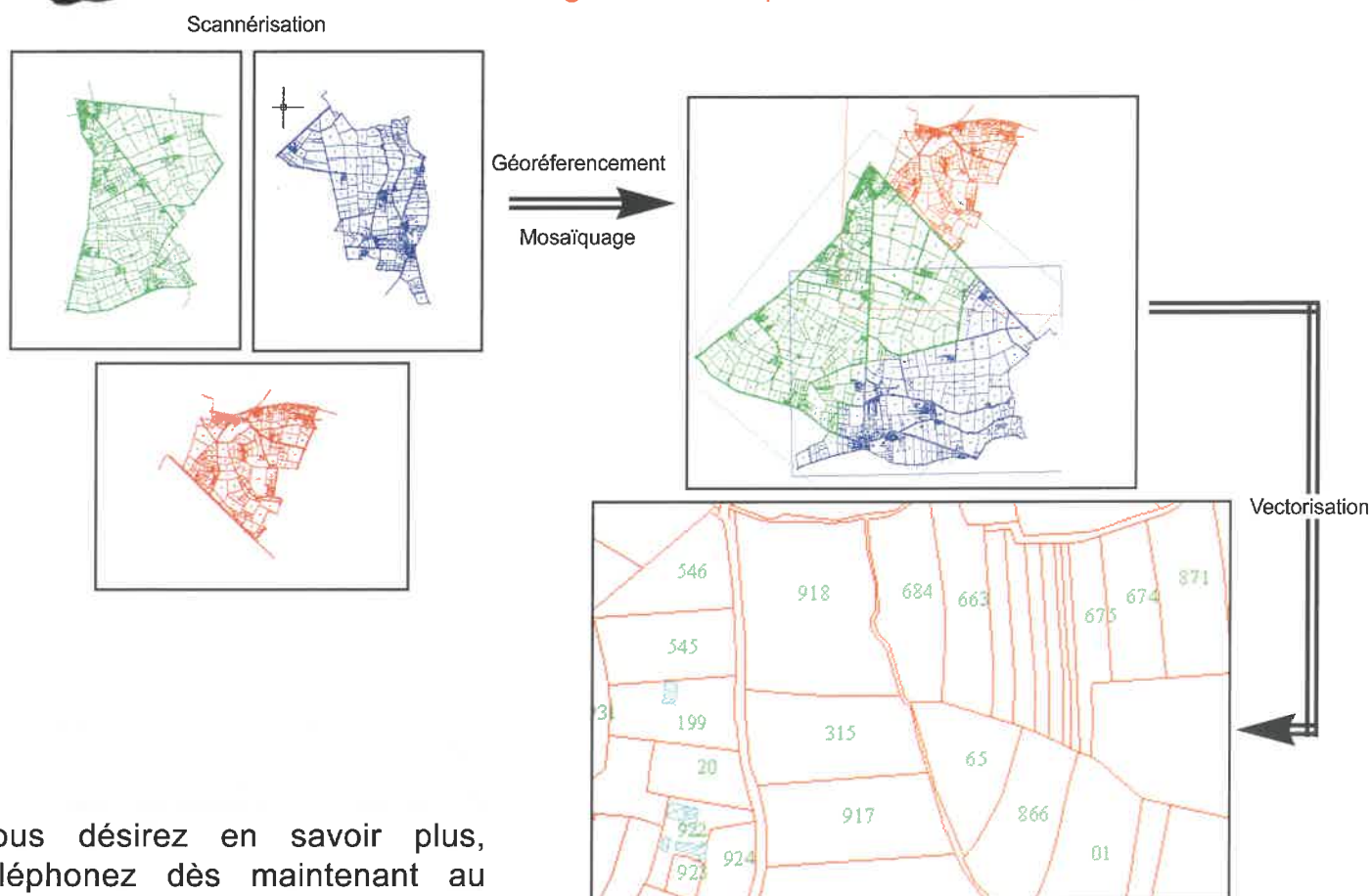
(NAVTECH GmbH – [www.navtech.com](http://www.navtech.com)  
Otto-Volger-Stasse – 17 D-65843 Sulzbach Ts.)



# Pour ne plus perdre de temps à actualiser vos cartes, prenez la nôtre



Hitachi Services, c'est la maîtrise de la chaîne complète, de l'acquisition de l'image à sa conversion en vecteur géoréférencé pour vos besoins en **SIG**.



Vous désirez en savoir plus,  
téléphonez dès maintenant au  
02 38 69 86 94.



Hitachi Software Engineering Europe S.A  
Division Services

BP 629 - 45166 Olivet Cedex - France

Tél. : 02 38 69 86 94 - Fax : 02 38 69 86 99

E-mail : [services@hitachisoft-eu.com](mailto:services@hitachisoft-eu.com)

Internet : <http://www.hitachisoft-eu.com>

## OCE : l'infatigable reprographie

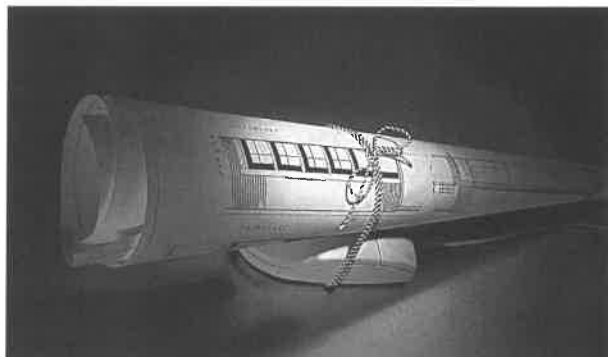
Grâce à OcéNet les clients peuvent envoyer à distance et directement leurs travaux à leurs prestataires de services, sous forme numérique et via Internet.

Moyen économique et rapide, OcéNet facilite l'envoi des travaux du client vers le système de prise de commande du prestataire, qui l'imprimera ensuite selon les recommandations mentionnées dans le formulaire numérique. L'accès au bon de commande électronique est possible grâce à l'Océ Repro Desk Remote. Ce formulaire indique les spécifications d'impressions voulues, les besoins de finition, ainsi que les consignes pour livrer ou distribuer les documents.

D'autre part la firme enrichit sa gamme d'une nouvelle génération de systèmes d'impression couleurs grand format avec les OCE CS5090 : huit têtes d'écriture pour une reproduction parfaite des couleurs.



Océ CS 5090



OcéNet

(OCE-France – 32 av. du Pavé Neuf – 93 882 Noisy le G. CEDEX  
Tél. 01 45 92 50 00 – Fax 01 43 05 74 25)

## ESRI-France : ArcView IDCad

ESRI-France, éditeur du logiciel ArcView édite avec son partenaire IDS Développement l'extension "IDCad" qui permet d'éditer les données vecteur de façon simple et rapide en digitalisant les données sans passer par un logiciel de dessin spécialisé. Cette extension a été développée par la filiale du groupe IDS, spécialiste de la création de données pour SIG. Le logiciel est distribué par ESRI ou disponible sur un site de vente on-line : [www.idsoftonline.com](http://www.idsoftonline.com). Trois versions (en français et anglais) regroupant chacune des fonctions spécifiques : ArcView IDCad, ArcView IDCad + et ArcView IDCad Pro. Diverses options sont disponibles sur commande et des versions ont été développées par métier.

Notons d'autre part que le SIG d'ESRI-F, **GeoKiosk**, permet à la ville de Paris une visite virtuelle de la capitale. Depuis le 15 septembre il est possible de naviguer virtuellement au sein des arrondissements grâce aux bornes mises en place dans les mairies. Cette borne interactive géographique permet de naviguer dans un espace donné de façon intuitive à l'aide d'une souris. La simplicité et l'ergonomie de GeoKiosk permettent à l'utilisateur d'effectuer une recherche dans un arrondissement ou un quartier pour obtenir des informations (touristiques, historiques...).

(ESRI-France – 21 rue des Capucins – 92 190, Meudon  
Tél. 01 46 23 60 60 – Fax 01 45 07 05 60  
E-mail : [info@esrifrance.fr](mailto:info@esrifrance.fr))

## Les systèmes de navigation Tele Atlas

Tele Atlas a été fondée dans les années 80 aux Pays Bas. Devenue multinationale suite à l'acquisition d'ETAK Inc elle compte désormais 1150 employés dans 15 pays où est observée une croissance rapide des CD-Rom de navigation. En Europe, dans le secteur de la navigation automobile, la croissance a été au premier semestre 2000 de 86 %.

Son produit phare de base de données géographiques vectorielles "**StreetNet Connect**" comporte une nouvelle version (00-1 AT) couvrant totalement le réseau routier français qui propose un descriptif détaillé des agglomérations de plus de 50 000 habitants. Cette base de données offre la combinaison de deux réseaux : le STNW qui contient toutes les voies de circulation routière sans exception et le ICNW qui établit les connexions entre toutes les communes couvertes. Ces informations sont mises à jour régulièrement et leur précision est de 5 mètres en zone urbaine et 15 mètres pour le réseau. StreetNet Connect contient des enrichissements cartographiques comme les parcs, les zones bâties, les limites administratives, les sens de circulation, les zones d'adressage et les numéros des maisons pour certaines villes.

(TELE Atlas-France 47 avenue Carnot – 94 230 Cachan  
Tél. 01 49 08 72 40 – Fax 01 49 08 72 43)

## École Chez Soi : 100 formations en ligne

L'École chez soi, spécialiste de l'enseignement à distance dans les métiers du BTP, lance un moteur de recherche libre d'accès, permettant de choisir, pour chaque individu, la formation adéquate.

Unique en France, cet outil d'aide à la décision, destiné aux entreprises et aux jeunes en recherche de formation qualifiante et diplômante est désormais disponible sur le nouveau site Internet de l'école. Il recense et classe les formations en fonction du cursus et des desiderata de chacun.

Après avoir répondu à trois critères (domaine souhaité, niveau d'études actuel et expérience acquise), il est présenté à l'internaute l'ensemble des formations à distance correspondant à son profil. Un descriptif précise le diplôme auquel il prépare, le nombre d'heures nécessaires, les matières enseignées.

À l'écart des méthodes "traditionnelles" d'enseignement et de formation (stages intra-entreprises, cours du soir,...), l'École Chez Soi développe des produits de formation et d'enseignement à distance, reposant sur des postulats pédagogiques simples : un rythme d'apprentissage parfaitement maîtrisé, une relation (bien qu'épistolaire) très forte entre l'élève et son professeur (son "tuteur") et l'effort personnel de chaque individu soutenu.



Les participants aux stages progressent dans un programme donné, suivant un plan de travail précis qui valide pas à pas les acquis. Un tuteur soutient les participants et intervient ponctuellement pour débloquer d'éventuelles difficultés de compréhension.

(ECS – 71 rue de Billancourt – 92100 Boulogne  
Tél. 01 46 03 66 83 – Fax 01 46 03 46 00  
www.ecole-chez-soi.com

## EUROSENSE s'agrandit et déménage

### Nouvelles coordonnées :

28-44 rue des Arts – 59800 Lille  
Tél. 03 20 06 00 82 – Fax 03 20 74 40 17

## TOPOSAT® met à disposition libre son logiciel de coordonnées

Prestataire de services en positionnement GPS depuis 1990, la société TopoSat® a développé pour ses besoins un logiciel de transformations (TransTs) permettant de convertir des coordonnées RGF93 (géographiques ou Lambert93) en coordonnées NTF (géographiques, Lambert zone, ou Lambert 2 étendu). Ce logiciel exploite la grille de transformation GR3DF97A produite par IGN.

TransTs peut être téléchargé sur le site Web de TopoSat® (www.toposat.fr). Il est utilisable librement sans limitation de date pour des transformations de coordonnées en saisie manuelle. Le logiciel permet également de traiter des fichiers ASCII (fonction disponible pour les utilisateurs enregistrés).

(Toposat – 47 rue Servan – 75011, Paris  
Tél. 01 55 28 37 40 – Fax 01 55 28 37 41  
E-mail : bertrand.boullard@toposat.fr – Site : www.toposat.fr)

## GEOSYS en altitude

La société GEOSYS produit de l'information à partir d'images satellites, de photos aériennes, de cartes ou d'enquêtes dGPS. Elle collabore avec l'industrie spatiale pour le développement des satellites adaptés aux problématiques agricoles.

Parmi ses produits, citons :

- **GEO-vue collection** : photothèque à partir de photos aériennes rectifiées.



- **Les images IKONOS** : très haute résolution, exploitées par "Space Imaging", exploitables à très grande échelle, en deçà de 1/5000<sup>e</sup>.



- **Les images IRS-1C/1D** : issues des satellites du même nom ces images se distinguent par leur finesse et la facilité d'exploitation. Disponible en données brutes, en plan numérique et en ortho-image.



- **Les images LANDSAT 7 ETM** : un archivage constant et rapide, l'ajout d'une acquisition panchromatique et la résolution dans l'infrarouge thermique sont ses arguments principaux.

- **La texture Landsat TM** : précise et réaliste, grande richesse visuelle. La texture est constituée par le traitement et le mosaïquage de 45 scènes Landsat 5 TM.



(GEOSYS, 20 imp. R. Couzinet – BP 5815  
31 505 Toulouse CEDEX – Tél. 05 62 47 80 80  
Fax 05 62 47 80 70 – E-mail : info@geosys-inc.com)

## Nouveau Nivellement en Positionnement-RTK longue distance

Les infrastructures GPS de Trimble comprennent des stations de référence (seule ou en réseau) et un logiciel permettant aux utilisateurs de déterminer leur position avec plusieurs

niveaux de précision aussi bien en temps réel qu'en post-traitement. Trimble et Spectra Precision proposent des solutions d'infrastructures GPS complètes-hardware, logiciels, intégration et support. Traditionnellement pour les applications GPS de précision, topographie, guidage et agriculture de précision, les récepteurs devaient se trouver dans un rayon de 10 km pour assurer une précision centimétrique. Avec la nouvelle solution Trimble la station de référence virtuelle (VRS) permet un positionnement de niveau centimétrique sans avoir à mettre en place une station de référence locale. Les utilisateurs peuvent utiliser le temps réel centimétrique (RTK) sur de plus grandes distances en utilisant les communications sans fil.

Signalons que Trimble annonce l'acquisition de la société Tripod Data System (TDS), société de développement de logiciels (topographie et SIC).

*(Trimble Navigation France – Parc d'affaires la Bretèche  
Av. St Vincent – 35760 Rennes – Tél. 02 23 25 01 50  
Fax 02 23 25 22 97 – [www.trimble.com](http://www.trimble.com) et  
[www.spectraprecision.com](http://www.spectraprecision.com))*

### Mesurer sans réflecteur plus de 200 mètres



Spectra Precision dont le rachat par Trimble laisse augurer des produits à la pointe des techniques, présente son nouveau Geodimeter System 600S DR200 qui dispose d'un distance-mètre nouveau et très performant qui est basé sur une nouvelle technologie brevetée. La technique de mesure utilisée repose sur le principe de mesure d'impulsions: on mesure le temps mis par une très courte impulsion lumineuse pour aller à la cible et revenir.

L'instrument diffère des premiers télémètres utilisant ce principe car il intègre une méthode exclusive qui calcule la moyenne sur un grand nombre d'impulsions et détermine la forme de l'impulsion avant de calculer le temps de transit. De cette manière, l'influence du bruit peut être largement réduite,

et la portée ainsi que la précision peuvent être améliorées de manière considérable.

La mesure sans réflecteur nécessite des portées longues parce que des matériaux différents ont des propriétés de réflexion différentes. Une surface blanche produit une réflexion à 90 % alors qu'une surface noire ne donne que 5 %. En effectuant des mesures sur une surface noire, la portée sera considérablement réduite.

Il est donc très avantageux de disposer d'un instrument qui peut mesurer au-delà de 200 mètres au lieu des 80 mètres habituellement obtenus par des instruments sans réflecteur. La portée spécifiée de 200 mètres se réfère au standard international Gris Kodak qui donne une réflexion à 18 %. Dans les limites de la portée spécifiée pour les mesures sans réflecteur, l'instrument mesure avec une précision de  $\pm 3 \text{ mm} + 3 \text{ ppm}$ .

La portée sur des surfaces blanches est de 200-400 mètres alors que, sur du béton, elle est de 200-300 mètres, sur des constructions en bois 150-300 mètres, sur des constructions métalliques 150-200 mètres, sur des roches claires 150-250 mètres et sur des roches sombres 100-200 mètres. Évidemment, la portée peut varier selon les conditions météorologiques et les propriétés de réflexion des objets.

Utilisé de façon conventionnelle avec des réflecteurs, le Geodimeter System 600S DR200 permet d'atteindre des portées remarquables. On peut mesurer 800 mètres sur une bande réfléchissante, 1 500 mètres sur des réflecteurs en plastique et 5 500 mètres sur un prisme unique.

*(Spectra Precision – Parc Hightech VI – 9 avenue du Canada  
Les Ulis – 91966 Courtabœuf Cedex – Tél. 01 69 18 63 30  
Fax 01 69 18 63 27 – E-mail :  
[114033.3241@compuserve.com](mailto:114033.3241@compuserve.com))*

### Des stations qui ne stationnent pas



– La famille optique TTS est abandonnée par Trimble pour la fabrication du nouveau Geodimeter 600S DR200 + Direct Reflex, qui offre des avantages supplémentaires tels que des servomoteurs, des possibilités robotiques et un logiciel intégré, mais n'oublions pas sa solution Direct Reflex à longue portée, au-delà de 200 m.

– Autre abandon par la firme: les capteurs GPS Geotracer et Zeiss (en 2001). Sera proposée la station totale GPS 4700, un système de topographie modulaire destiné à la cinématique en temps réel (RTK), dotée d'une gamme plus vaste de possibilités de saisie de données sur le terrain comprenant le système de levé optique. Quant au nouveau contrôleur de levé Zeiss Elta, il propose un affichage semi-graphique plus grand et une puissance de calculs plus élevée, intégrant, en outre, les exigences cadastrales propres à l'Allemagne et aux pays limitrophes.



Ces décisions ont été annoncées au cours « d'INTERGEO » à Berlin en octobre (voir par ailleurs notre article d'XYZ sur cette manifestation dans ce numéro). Après l'acquisition de Spectra Precision, Trimble affine sa gamme de produits et réalise les synergies qui permettent de proposer une gamme étendue de solutions innovantes. En particulier « Integrated Surveying », la topographie intégrée, permet d'employer un enregistreur de données unique pour l'ensemble de l'équipement.

(Spectra Precision – Parc Hightec VI – 9 avenue du Canada  
Les Ullis – 91 966 Courtabœuf CEDEX – Tél. 01 69 18 63 30  
Fax 01 69 18 63 27 – E-mail: 114033.3241@compuserve.com

Trimble – Parc d'affaires la Bretèche – Bâtiment O  
Avenue St Vincent – 35760 Rennes St Grégoire  
Tél. 02 23 25 01 50 – Fax 02 23 25 22 97)

## MICAD 2001 : 6-7-8 mars 2001

Il y a 20 ans se tenaient les premières conférences MICAD, expositions, plate-forme des utilisateurs, conférences, séminaires et tables rondes... à ce salon de la CFAO : des systèmes informatiques spécialisés et logiciels de modélisation 2D et 3D, à la maquette virtuelle, l'ingénierie coopérative et l'outil Internet au service de la CAO, en passant par la performance accrue des stations de travail, les traceurs à haute définition, le prototypage virtuel, les SGDT...

Ce seront en 2001, trois jours à la Porte de Versailles à Paris. Vu le contexte technologique et applicatif en forte évolution, les thèmes abordés porteront aussi bien sur la technologie elle-même que sur ses applications, avec, en particulier, une série de séminaires qui apporteront un état de l'Art aux auditeurs. Déjà à ce jour 80 % du hall d'expo sont retenus par quelque 170 sociétés et partenaires, anciens et nouveaux venus. Une des missions de ce salon sera de développer les applications émergentes de la CFAO apportées par les nouvelles méthodes de travail : le design numérique, l'e-business, les activités de conseil.

(XYZ sera présent au kiosque "PRESSE").

(17 avenue Ledru-Rollin – 75012 Paris – Tél. 01 53 17 11 40  
Fax 01 53 17 11 45 – E-mail: micad@birp.fr  
Site: www.birp.com)

## "MAGIC Services Initiative", un standard universel de cartographie numérique

Neuf sociétés, leaders dans les technologies de navigation, de télématique et des SIG, ont constitué « MAGIC Services Initiative » dont la vocation est de développer et de commercialiser un standard ouvert universel. En l'adoptant ses utilisateurs bénéficieront d'une totale compatibilité entre les systèmes logiciels et les réseaux de diffusion d'informations. Les principaux utilisateurs de cet ensemble d'APIs (application programme interface) et de protocoles sont les développeurs de produits de navigation, embarqués ou non, de télématique et d'autres systèmes d'informations géographiques. Les APIs et les protocoles de 3MAGIC Services permettront également la restitution graphique fidèle des cartes et vues aériennes 3D, et l'accès en temps réel aux données des systèmes de positionnement et de calcul d'itinéraires.

(Tele Atlas – 47 avenue Carnot F. – 94230 Cachan  
Tél. 01 49 08 72 40 – Fax 01 49 08 72 43 – www.teleatlas.com)

## ESRI : ArcGis, nouvelle architecture logiciel de SIG

Fin 99, ESRI avait proposé la première phase de sa nouvelle architecture intégrée de SIG, ArcGis. L'objectif principal de cette nouvelle génération est d'offrir une famille de solutions cohérentes et adaptables à tous les besoins pour construire, gérer et diffuser toutes les applications SIG et pour la majorité des plates-formes informatiques actuelles.

ArcGis s'articule autour de trois composantes : les outils, les services, les données. La première étape s'est traduite par l'arrivée d'ArcInfo 8, accompagnée d'ArcSDE qui ont défini à cette occasion une nouvelle référence dans le monde des SIG. La deuxième étape s'est traduite au printemps 2000 par l'arrivée d'ArcIMS, nouvelle solution globale pour le partage et la diffusion de toute l'information géographique via Internet/Intranet. La troisième étape se traduit par la présentation de nouvelles versions majeures à venir : ArcInfo 8.1, ArcInfo Editor 8.1, ArcSDE 8.1, et ArcView 8.1. La génération ArcGis voit aussi apparaître une nouvelle génération d'extensions accessibles à l'ensemble de la gamme : Spatial Analyst, 3D Analyst Extension, GeoStatistical Analyst. D'autres extensions et solutions métiers vont venir compléter ArcGis illustrées parfaitement par ArcFM, solution pour la gestion des réseaux.

(ESRI-France – 21 rue des Capucins – 92190 Meudon  
Tél. 01 46 23 60 60 – Fax 01 45 07 05 60  
E-mail: info@esrifrance.fr

Illustrations ESRI dans la banque d'images sur Internet:  
www.esrifrance.fr/banque\_images)

## Le projet APRIES 2

La Direction Générale de l'Armement (DGA) a confié à Général d'Infographie la conception et le développement du projet APRIES 2 pour la Cellule d'Études en Géographie Numérique (DGA/CEGN). Ce projet a pour objectif la mise en place d'un SIG sur le site du Centre Géographique Interarmées (EMA/CGI) qui assure la gestion des données géographiques numériques de l'armée (Terre, Air). Ce SIG s'appuiera sur le système de gestion de base de données relationnelle Oracle 8, exploitant le module Oracle Spatial, en liaison avec le SIG Geomedia d'Intergraph. C'est le premier projet européen faisant appel au module spatial d'Oracle, ce qui représente un point technique majeur.

(Générale d'Infographie – Tél. 01 30 15 40 50  
E-mail: sappleton@gi.paris.com)

## LOXANE : calcul d'itinéraires

Depuis 1993 la firme française « Loxane » conçoit et développe des systèmes d'aide à la navigation routière. Elle édite et commercialise pour « grand public » une gamme de logiciels de cartographie et d'itinéraires pour préparer et appréhender les déplacements, les voyages, le tourisme (Way Home, atlas routier sur PC). Avec sa gamme de logiciels professionnels, elle propose un outil adapté aux besoins des entreprises ou un développement spécifique pour être intégré dans un système de gestion de déplacements.

(La société confie ses relations presse à l'agence « ELIOTROPE »  
151 rue du Fbg St Antoine – 75011 Paris – Tél. 01 53 17 16 40  
Fax 01 53 17 16 41 – www.eliotrope.fr – info@eliotrope.fr  
Consulter le site: www.loxane.com)

## ADW Software: Pythagoras 8.10

ADW Software (Belgique) a lancé Pythagoras 8.10 qui est un logiciel où les calculs et les dessins sont complètement intégrés, spécifiquement conçu pour les géomètres et ingénieurs civils. En complément aux puissantes fonctions de dessin et calculs existantes, Pythagoras 8.10 ajoute quatre nouveautés importantes:

- Le support des images scannées du type GeoTIFF;
- La compensation des polygones (ouverte ou fermée), pendant l'importation des données;
- Le support des sets de caractères Thaïlandais s'ajoute déjà au Grec, Est-européen, Arabe et Occidental;
- À côté de la version française, anglaise, allemande, néerlandaise et grecque, Pythagoras est maintenant disponible en polonais.

(Tél. + 32/9-369 20 07 – Fax + 32/9-369 35 05  
E-mail: tom.vanherck@pythagoras.net)

## ViewSonic: le 510L et le 710C

Ce sont les deux premiers produits Nokia lancés par ViewSonic depuis l'acquisition de Nokia Display Products. Six mois après ce regroupement la gamme LCD Nokia s'enrichit avec le 510L et le 710C.

510L: nouvel écran 15", profondeur de 6,6 cm, résolution de 1024 x 768, image nette, luminosité de 210 nits et rétro éclairage de 35 000 heures. Prix: 6 460 FHT.

710C: résolution maximale de 1280 x 1024, pas de masque de 0,25 mm, microphone et deux hauts parleurs de 5W, reconnaissance vocale grâce à un microphone externe. Navigation sur Internet. Prix: 2 145 FHT.

Les deux modèles se caractérisent par des commandes numériques OnView pour un réglage parfait des paramètres d'affichage. Compatibles PC et Mac, certifiés TCO99, exigence de PC 99. Garantie trois ans avec première année sur site.

(ViewSonic – Parc des Barbanniers – 1 allée des Bas Tilliers  
92 230 Gennevilliers – Tél. 01 41 47 49 00 – Fax 01 41 47 49 10)

## MENSI: SOISIC pour la navette

Le scanner SOISIC de MENSI utilise la technologie laser pour numériser des objets physiques ou des scènes entières et les convertit en données numériques. Le logiciel 3Dipsos traite et/ou analyse ces informations et peut en extraire des modèles 3D. L'utilisateur peut alors les exporter vers d'autres logiciels de réalité virtuelle, de simulation ou de CAO, tels que AutoCAD, Microstation Alias|Wavefront, Paraform, RobCAD, 3D Studio Max ou encore PDMS. Le système MENSI est idéal pour les sociétés qui cherchent à numériser des géométries existantes quand l'utilisation de méthodes conventionnelles, telles que le relevé manuel, apparaît inadaptée, indisponible, inutilisable, voire même impossible.

Le Scanner Série Millénium (SOISIC) longue distance sera utilisé pour numériser et modéliser les volumes de la baie cargo de l'orbiteur (la navette) et des charges utiles que la navette peut emmener. Son utilisation s'étendra aussi à tous les objets pour lesquels les données géométriques informatiques sont nécessaires à la NASA; ces données pouvant être indisponibles ou trop imprécises par rapport à la réalité. Les premières opérations du système MENSI se dérouleront sur l'orbiteur lui-même. Une fois ces travaux effectués, d'autres

utilisations diverses seront implémentées par la NASA incluant, entre autre, la maintenance du site de lancement de Cap Canaveral, la numérisation d'objets à des fins d'optimisation de l'espace de transport cargo de l'orbiteur... Ce qui, à n'en pas douter, fera germer bien d'autres idées dans la tête des ingénieurs et des chercheurs de la NASA.

(MENSI – 30 rue de la Fontaine du Vaisseau – 94 120 Fontenay  
sous Bois  
Tél. 01 48 77 99 99 – Fax 01 48 77 99 98 – E-mail:  
info@mensi.com)

## SIRAP et les SIG

Depuis 20 ans, la société SIRAP implantée en région (à Romans sur Isère et à la Rochelle) développe son expertise informatique dans le domaine de la topographie, la cartographie dans le respect de la norme EDIGÉO et surtout les systèmes d'informations géographiques au service des collectivités locales.

SIRAP propose aujourd'hui deux nouveaux applicatifs du SIG EDITOP:

TOPONET est le SIG sur Internet ou en Intranet. Un plug-in Java utilise les données produites par le SIG EDITOP pour les servir sur le Web. Afin de garantir une rapidité de navigation les données graphiques sont chargées sur le poste client lors de la première connexion ainsi toutes les fonctions de déplacements, de zoom avant et arrière, de mesure, d'affichage des niveaux se font en local sur le poste de consultation. Ensuite seules les données administratives sont transmises par le serveur à chaque requête, comme l'interrogation des parcelles par leur numéro, par le nom du propriétaire, renvoi sur d'autres sites localisés, impression de plans avec mise en page automatiques.

GÉOBORNE est le SIG le plus simple d'utilisation du marché. Une borne tactile offre aux utilisateurs une interface de consultation cartographique simplifiée avec des fonctions de consultation de parcelles par le numéro, par le nom du propriétaire, par l'adresse et des fonctions d'impression de la matrice cadastrale et de plans avec mise en page automatique.

Ces deux modules offrent au grand public une consultation dynamique des informations géographiques numérisées.

Les logiciels SIRAP sont utilisés par des collectivités de toutes les tailles, de 100 à 45 000 habitants ainsi que par des groupements de communes, neuf départements français et divers organismes. EDITOP est un Système d'Information Géographique développé dans le respect de la norme EDIGÉO pour la saisie, le stockage, la gestion, l'analyse et la représentation des informations géographiques numériques.

(Sirap – ZA Paul-Louis Héroult – Pont des Allobroges – BP 253  
26 106 Romans CEDEX – Tél. 04 75 72 84 12 – Fax  
04 75 70 07 98  
<http://www.sirap.fr> – E-mail: info@sirap.fr)

## Le programme français de généralisation progresse grâce à Laser-Scan

La conclusion en février 2000 d'un contrat avec la société Laser-Scan, spécialiste des logiciels géospatiaux au plan international, a permis à l'IGN d'augmenter sensiblement le nombre de postes dévolus à la production cartographique. Le système LAMPS2 de Laser-Scan sera mis en œuvre, piloté par la base de données géospatiale Gothic, les licences supplémentaires permettant à l'IGN de poursuivre ses efforts en vue du



développement de nouvelles techniques de généralisation, processus essentiel par lequel une base de données unique est mise en état de générer de nombreux produits cartographiques différents.

Le système LAMPS2 apportera une plus-value au logiciel de généralisation existant de l'IGN, développé en partenariat avec les universités d'Edimbourg et de Zurich ainsi qu'avec l'Institut polytechnique de Grenoble.

L'intégration des logiciels dans la chaîne de production de l'IGN est prévue pour les prochaines années.

Le système LAMPS2 de Laser-Scan et sa base de données intégrée Gothic sont utilisés par des instituts géographiques et des organismes cartographiques du monde entier, parmi lesquels on compte l'Ordnance Survey et le service hydrographique au Royaume-Uni, plusieurs administrations fédérales aux États-Unis ainsi que le service hydrographique de la marine d'Afrique du Sud.

(Mark Coleman – Communications Manager – 101 Cambridge Science Park – Milton Road – Cambridge – CB4 0FY – UK  
Tél. + 44 (0) 1223 420414 – Fax + 44 (0) 1223 420044  
E-mail: markc@isl.co.uk)

### Jauge pour la mesure des fissures et des déformations



Les fissures et déformations d'une construction ont toujours été source d'angoisse. Seule la mesure réelle dans le temps permet de savoir si le défaut est vivant ou mort et de remédier aux causes. Pour ce faire il fallait un outil efficace et fiable, précis et adapté aux différents cas. À partir de ce constat Janpierre Sagnac, de Louveciennes dans les Yvelines a mis au point toute une gamme de jauges pour toute une gamme de cas, mettant à profit son expérience d'expert pour créer ces instruments et apporter une solution simple et fiable au problème majeur de la mesure de l'évolution des déformations.

La gamme des « jauges Sagnac » est composée de plusieurs instruments de mesure dont le fonctionnement repose sur un procédé simple qui associe le principe du vernier et un mode

de fixation qui permet à la jauge de coulisser perpendiculairement en suivant le mouvement de la fente. En quelques mois le diagnostic est infallible. La gamme apporte une solution pratique à chaque type de fissure, l'association de différentes jauges permet même d'analyser les cas de déformation très complexes.

Quelques références: la Tour Fiat à Paris la Défense, immeubles de Hong Kong, métro de Rennes, du Caire et d'Athènes, le temple d'Angkor, la basilique de Yamoussoukro. Mais aussi, a fortiori, de simples maisons et pavillons. Janpierre Sagnac est diplômé de l'ESTP et de l'institut Supérieur de béton armé, Diplômé du CPA il crée et développe un cabinet d'expertise technique de la construction. Depuis 1995 il se consacre aux jauges Sagnac et à la création de nouveaux instruments.

(Jauges Sagnac – 16 rue G. Blandon – 78431 Louveciennes CEDEX  
Tél. 01 30 82 23 53 – Fax 01 30 82 76 78)

### TOPOCOM, un carnet de terrain intelligent



Facilités d'échange avec un PC de bureau, Windows Pocket CE 3.0, Word, Excel, Outlook, Internet explorer, écran monochrome rétro éclairé, résolution 320 X 240, points, interface RS232C pour liaison avec tachéomètre, tous calculs en chaîne, conversion de fichier: Topojis, Excel, Pilotage de sevos moteurs, applicatifs orientés TP.

Le pack Topocom comprend: 1 compaq aero 1550, une station d'accueil, 1 batterie rechargeable et un adaptateur, 1 carte Compact Flash 4 Mo, 1 support magnétique: prix HT 9 990 F.

#### Option:

1 câble pour raccord au tachéomètre: 565 F HT

PointCad: utilitaire à installer sous AutoCad: 300 F HT.

(Calculs actuels – 39 rue de la Martinique – 13006 Marseille  
Tél. 04 91 48 56 92 et 06 09 06 37 97)

## NIKON présente de nouveaux appareils en cette fin d'année 2000

Tout d'abord, dans la classe station totale à carte PCMCIA, trois nouveaux modèles les KHEOPS 821, 831 et 851. Ces instruments reprennent les fonctionnalités de la série KHEOPS auxquelles s'ajoute une nouvelle version du logiciel AP800 enrichi de nombreuses fonctionnalités. Enfin, ces trois appareils sont présentés avec la nouvelle couleur exclusive de Nikon.

Également à l'honneur, deux nouvelles stations de chantier. Dans la lignée de la série DTM500, les DTM330 et DTM350 offrent :

- une précision de 1,5 mgr
- une mémoire de 5000 points
- une portée distance de 1500 mètres
- un clavier alphanumérique complet et indispensable en topographie.

Le logiciel embarqué propose de nouvelles fonctionnalités et notamment une fonction de relevé sur plans verticaux ou inclinés. Enfin, Nikon introduit sur le marché un nouveau télémètre laser 800 de précision métrique, d'une portée d'environ 800 mètres, destiné à toutes les applications de positionnement approximatif ou d'estimation de distance en reconnaissance de chantier.



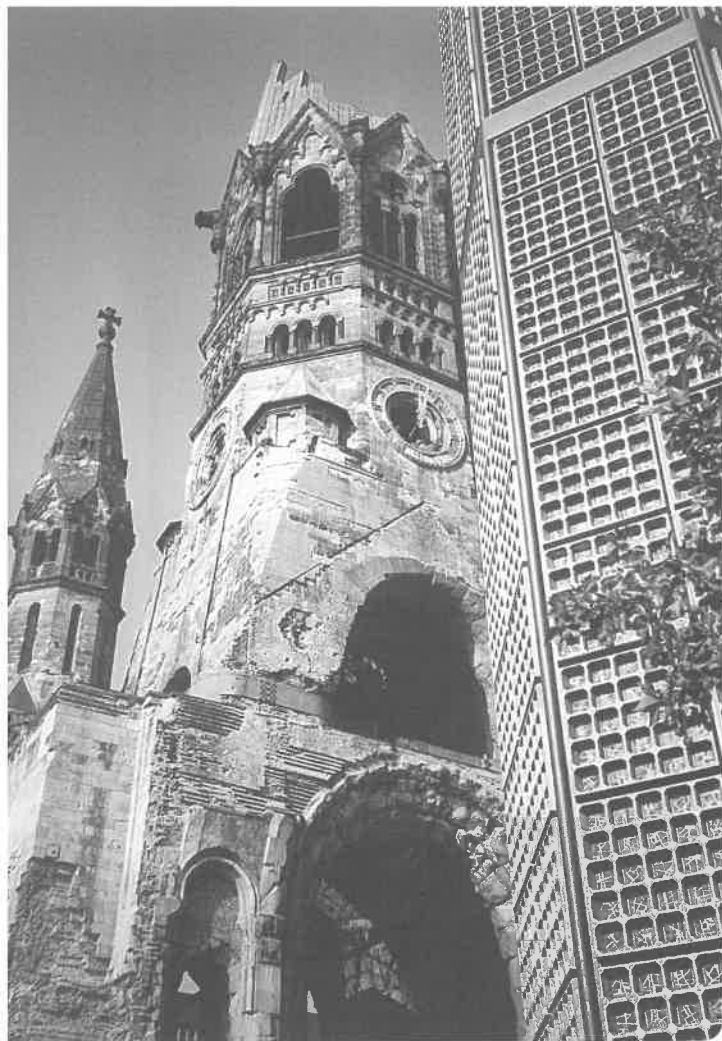
(Nikon France SA – Département Topographie – 191 rue du Marché Rollay – 94504 CHAMPIGNY s/ MARNE CEDEX  
Tél. 01 45 16 46 60 – Fax 01 45 16 45 55)

### SUR NOTRE AGENDA

- |                      |  |
|----------------------|--|
| <b>5-6-7/12/2000</b> | <b>4<sup>e</sup> colloque international sur l'optique spatiale</b> – Toulouse – CNES – Tél. 05 61 27 40 68.  |
| <b>6-7-8/03/2000</b> | <b>MICAD</b> – Paris-Expo – Porte de Versailles – Tél. 01 53 17 11 40 – Fax 01 53 17 11 45.  |
| <b>24-26/04/2000</b> | <b>Géo-événement</b> – Carrousel du Louvre – Paris – ORTHEC – Tél. 01 45 23 08 16 – Fax 01 48 24 01 81.  |
| <b>18-20/04/2000</b> | <b>Équip. Ville</b> – Journées de l'équipement et de l'aménagement urbain<br>Eurexpo – Lyon – <a href="mailto:info@equipville.com">info@equipville.com</a> . |
| <b>11-14/09/2000</b> | <b>ION</b> – Meeting international – Salt-Lake-City – USA – Tél. 1 (703) 683 7101 – Fax 1 (703) 683 7105.  |
| <b>19-21/09/2000</b> | <b>INTERGEO</b> – Cologne – Allemagne – Tél. 49 (221) 8210 – Fax 49 (221) 821 2574.  |

### ANNONCES

- **85-1** : Cabinet de géomètres dans les Yvelines, cherche technicien et assistant technicien ayant connaissances en AutoCad pour travaux topo. et architecture. → Écrire à la revue ou Tél. 01 39 72 39 14.
- **85-2** : Offre d'emploi – Société Est de Paris, cherche techniciens géomètres qualifiés, adresser lettre de motivation et CV à la revue. → Réf. 85/5 ou Tél. 01 45 52 15 15.
- **85-3** : JF allemande en début d'études de topo-géomètre, cherche stage rémunéré, période du 10/02/2000 au 31/03/2001. Français et anglais lus et parlés. → Écrire à la revue ou Cordélia Ebers, Scchlehdornsteig 2, D-14129 Berlin, Allemagne. E-mail: [cordimaeh@t-onlin.de](mailto:cordimaeh@t-onlin.de).
- **85-4** : Recherche d'emploi – Niveau BT Topo, recherche premier emploi, région Vendée ou Ouest de la France.  
→ Tél. 02 28 10 03 26 ou écrire à la revue qui transmettra.



# 84<sup>e</sup> **intergéo** **BERLIN**

11-13 octobre 2000

Pour le cru 2000 d'INTERGÉO, c'est BERLIN qui accueillait cette fois-ci cette immense manifestation, assurément la plus importante au monde dans le domaine des sciences géographiques.

Cette année, un nombre record de 14500 visiteurs professionnels a été atteint, supérieur de 16,6 % aux prévisions. Ils ont parcouru les stands de 365 firmes venant de 19 pays différents qui se répartissaient sur 15500 m<sup>2</sup>.

Comme à l'accoutumée, l'AFT présentait un stand pour faire connaître la technologie française à travers des posters remis par nos partenaires (Spot-Image, IGN, ENSG, Fogale Nanotech, Aérial, Euro-bornes, Maptek, Istar, EDF...) tandis que MENSİ et GEO-IMAGE présentaient en outre des démonstrations à nos côtés, accentuant ainsi l'animation de l'espace AFT. Pour aider les visiteurs germanophones, nous étions assistés efficacement par Olivier REIS et notre collègue allemand Reinhart STÖLZEL, tous deux traducteurs professionnels. Qu'ils en soient remerciés ainsi que tous ceux qui nous ont fait l'amitié d'une visite (les revues XYZ sont parties comme des petits pains...). Nous avons noté avec beaucoup de satisfaction la présence de deux nouveaux stands français : Spot-Image et Istar qui s'ajoutaient aux habitués (DSNP, Faynot et bien sûr l'AFT).

Rendez-vous dans un an pour la prochaine édition à COLOGNE du 19 au 21 septembre 2001. Bien que notre rôle ne soit pas d'assurer la promotion de ce salon, nous espérons encore plus de Français tant exposants que visiteurs (Cologne n'est pas loin de nos frontières). Alors faites le déplacement, cela en vaut vraiment la peine !

R. Chevalier

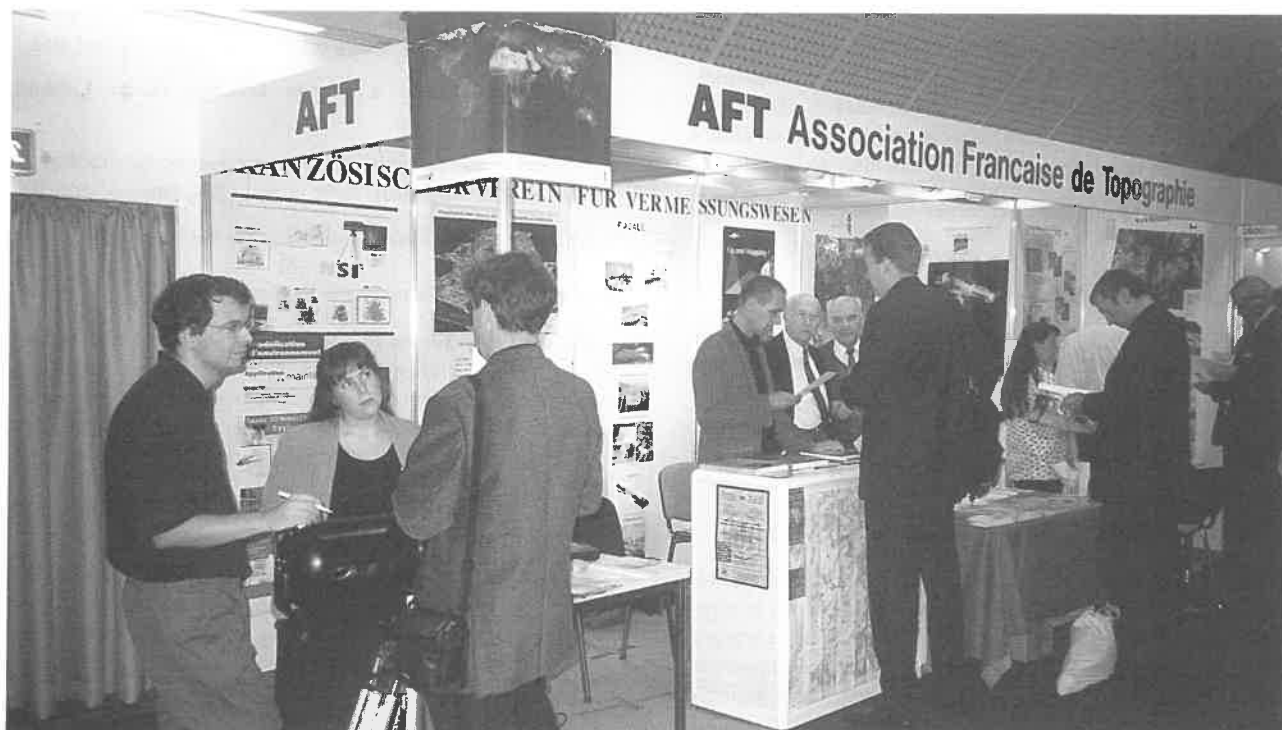
## **Geodäsie, Kartographie, Photogrammetrie und Geoinformation**







## INTERGEO 2000



Intergéo, est le salon de toutes les professions concernées par les mesures aux niveaux locaux, régionaux et nationaux. Il y a quatre ans, il comprenait 3 halls, une esplanade et une salle de conférence. Aujourd'hui, il y avait 5 halls plus une galerie, et la grande salle du congrès de Berlin.

«Ce rassemblement renommé de DVW, DGPF, et DGfK<sup>(1)</sup> avec le Plus important salon professionnel européen» semble toujours ignoré des Français dont les stands se comptaient sur les doigts d'une main. Et pourtant, on y mange bien, certains stands frisant la bacchanale avec traiteurs et orchestres après l'heure légale, et l'on y voit même de jolies femmes qui vous donnent envie de pratiquer... la géodésie, la photogrammétrie, la cartographie et la géoinformation.

Si cette faible représentation française vient loin derrière les Anglo-Saxons et les Asiatiques pour leur technicité, et les pays de l'Est, elle n'est pas illogique car Intergéo est d'abord Allemand, et voisin de ces derniers.

La participation AFT semble bien vue des organisateurs car son stand est bien placé, à l'entrée même du hall faisant face à la galerie d'accès au congrès. L'animation qui y était importante, en regard des moyens limités mis en œuvre, inciterait à y tenter la mise en place d'un « espace France » préconisé par l'AFT.

À Intergéo, les motivations sont bien sûr commerciales mais le moteur est technique, et le rassemblement des constructeurs et des sociétés de service publiques et privées contribue au dynamisme de la profession outre-Rhin. Les nouveautés présentées n'atteindront le sol français qu'après plusieurs mois. Globalement, les Français seront donc consommateurs, et économiquement et scientifiquement perdants dans ce domaine.

Chez nous, pas de salon aussi important: des journées techniques très spécialisées attirent quelques centaines de visiteurs, le dernier Citop de l'AFT en avait 2000.

Nous pourrions interpréter cela négativement, mais aussi dire que ce secteur a une forte potentialité de croissance chez nous.

Devant l'immensité du salon, le visiteur doit sélectionner ses stands et trier ses conférences et débats techniques. Le visiteur va de l'étudiant fouineur aux décideurs qui viennent reconstruire en une seule fois tous les responsables techniques, scientifiques et commerciaux qui les intéressent, afin d'envisager de meilleures méthodes, juger la concurrence, résoudre des problèmes techniques, et se faire une idée de l'avenir.

Pour sa visite, il dispose d'un recueil de 520 pages publié par DVW.

#### Les participants comprennent:

- Les grands organismes publics présentant et explicitant leurs réalisations, de la géodésie à la cartographie, les solutions par GPS, photogrammétrie numérique et SIG.
- Les fabricants de matériels dont Grande Bretagne, Autriche, USA, Suède, Belgique, Hongrie, France, Hollande, Espagne, Finlande, et Russie,
- Les prestataires de services, principalement allemands.

La totalité des domaines professionnels est représentée Géodésie (dont toutes les applications topométriques et topographiques), Géo-informatique, photogrammétrie, cartographie, télédétection, prestations de services, équipements bureautiques, littérature et culture. Avec matériels, logiciels, prestations, conseils.

#### Les mots clés sont:

Wo immer Sie wollen, rücken wir (l'organisateur Hinte-Messe), Its better, it's faster (Ikonos), Now It will be (Erdas), Plugging in (Corbley com.), Quality, Accuracy, Speed (MrSID), Temps réel: Schnell, effizient, produktiv (Leica), Mesurez l'inaccessible (Spectra-Zeiss).

Intergéo montre le triomphe des automatismes, à toutes les étapes d'acquisition et traitement des données. Les plus importants sont les SIG (systèmes d'information géographique), puis les systèmes d'acquisition par photogrammétrie et topo-géodésie, enfin les secteurs associés. La part informatique et surtout l'imagerie de la photo aux plans et cartes supplante tout le reste, car cela crée de l'animation sur les grands écrans.

Les instruments de mesures pourtant importants paraissent presque marginalisés. Mais leur objectif a changé. Il y a 5 ans, le mot clé était « Précision » aujourd'hui, c'est « automatisme » avec: laser sans contact, asservissement, analyse d'image, enregistrement géocodé et édition temps réel de plans, graphiques, et analyse des résultats.

Intergéo montre que notre métier évolue dans le sillage de notre société vers la gestion de patrimoine en temps réel, les contrôles de stabilité d'ouvrages et la planification pour des raisons de confort et de sécurité. Les récepteurs GPS et les stations totales automatiques ne sont que des capteurs de positionnement, et leurs données, associées à celles d'autres capteurs, à l'imagerie également temps réel sont noyées dans des systèmes d'informations géographiques de plus en plus performants.

#### À remarquer:

Les regroupements et partenariats de sociétés et spectaculairement Zeiss-Intergraph, Leica-Esri et toute une gamme de satellites, Trimble-Spectra Précision-Zeiss qui occupaient trois des quatre angles de l'exposition.

#### Les nouveautés:

Les théodolites avec mesures sans contacts par lasers et imageries: Leica, Spectra, Topcon,...

Les « Photos 3D » par lasers tournants: Mensi, I-site, Leica.

La photogrammétrie à grande échelle: Hansa Luftbild, Euromap, Aerosensing.

L'imagerie aérienne et spatiale avec production de modèles de terrain et d'orthophotos: Spot image, DLR, Istar...

Les Caméras numériques à matrices ou barètes: Zeiss, Leica.

#### Les éléments clés ouvrant l'avenir:

Ce sont bien sûr en informatique la puissance des logiciels de traitement & images en particulier et pour la technique, peut-être la magnifique caméra Zii pour sa qualité et sa puissance, le mobile Xybernaut spectaculaire pour sa miniaturisation, et le GPS de 50 grammes porté par un pigeon.

Daniel Schelstraete

(1) DVW : Deutschen Verein für Vermessungswesen : Association allemande pour la topographie.

DGPF : Deutschen Gesellschaft für photogrammetrie und Fernerkundung : l'Association de photogrammétrie allemande.

DGfK : Deutschen Gesellschaft für Kartographie : l'Association de cartographie allemande.

## Les produits d'Intergeo :

Cette page montre quelques produits témoins de la diversité d'Intergeo. Hormis les SIG, les points forts étaient :

L'imagerie aérienne et spatiale avec production de modèles de terrain et d'orthophotos : Spot image, DLR, Istar, ...

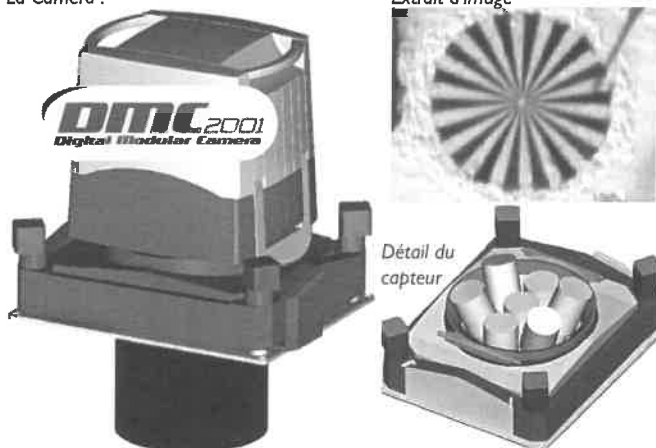
Les Caméras numériques à matrices ou barettes : Zeiss, Leica, et la photogrammétrie à grande échelle: Hansa Luftbild, Euromap, Aerosensing...

Les théodolites avec mesures sans contacts par lasers et imageries : Leica, Spectra, Topcon,...

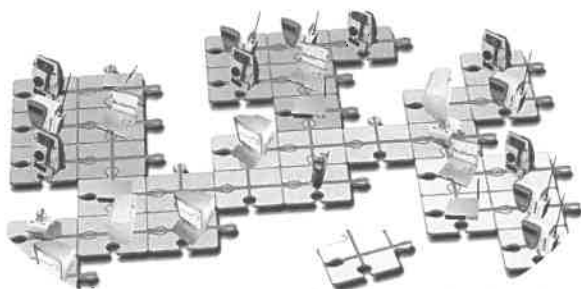
Les terminaux de terrain de plus en plus miniaturisés et puissants.

Les «Photos 3D» par lasers tournants.

La Caméra :



Dans la tradition Zeiss, la caméra numérique DMC2001 de Z/i utilise 7 capteurs matriciels de 6 millions de pixels. Elle peut fournir toutes les 2s une image de 10 millions de pixels panchro, et 5 millions de pixels en couleurs qui auront des performances très supérieures à tout autre système actuel.



Pour la surveillance permanente de sites ou chantiers, le logiciel GeoMoS de Leica propose de traiter les données d'un maximum de 10 ensembles de 16 capteurs (théodolites automatiques et GPS Leica, et sondes météo ou météorologiques diverses). Il analyse les données et génère des alarmes.



Les «mobiles» ou systèmes d'acquisition de donnée sur le terrain se miniaturisent à l'extrême. Le modèle de gauche de Xybernat est basé sur un pentium MMX233, 128Mo, avec tablette de saisie, et casque avec son, reconnaissance vocale, caméra et écran 640x480. Le modèle de droite tenant dans la main, contient le SIG ArcPAD de Esri.



Le spatial, définitivement temps réel, a essaimé de la géodésie vers tous les secteurs du positionnement. Le GPS s'enrichit avec les données russes de Glonass. Topcon (au-dessus) parie sur un design modulaire tandis que Trimble regarde l'avenir en absorbant les atouts terriens de Spectra-precision et Zeiss.



Pour des applications en industrie et architecture, si Mensi (France) était un précurseur, la famille des scanners 3D se diversifie ici avec Maptek (i-site), Callidus et Cyrax (Leica).

Ils utilisent un laser et une mini-caméra pour créer des images en 3D. Le modèle autrichien Riegl enregistre les coordonnées à  $\pm 2,5\text{cm}$ , et la couleur et la réflectivité de 6000 points par seconde. Les données sont ensuite traitées pour faire des relevés tels que construits, ou étudier des déformations.

D.S.



# assemblée générale AFT

## 23<sup>e</sup> colloque AFT ■ ESGT ■ Le Mans



Sur le thème « les SIG et la gestion des espaces ruraux et urbains », l'AFT organisait son XXIII<sup>e</sup> colloque dans les locaux de l'ESGT au Mans, les 5 et 6 octobre derniers, à l'association de son A.G. annuelle.

Patronné par monsieur Fillon, président du Conseil Régional des Pays de la Loire, et le Conseil Général de la Sarthe, le colloque s'est ouvert avec les allocutions de M. Chevreul, vice président du Conseil Régional et de M. Roland du Luart, président du Conseil Général, suivies des interventions d'ouverture du directeur de l'ESGT et du président de l'AFT.

Une exposition de matériels jouxtait la salle des conférences, avec les constructeurs et fabricants et des séquences de démonstrations.

Les interventions et conférences ont porté sur :

- L'apport des SIG dans la gestion des collectivités rurales, par M. Caillaud député-maire de Vendée et membre du CNIG et M. Gaudet Géomètre-Expert, président de la commission SIG à l'OGE.
  - SIG urbain : le point de vue des IVF, par Denis Delerba, chef du service de l'information géographique de la ville de Nice.
  - L'évolution du plan cadastral, par M. Aldebert, chef de la division d'informatisation du plan cadastral DGI.
  - SIG urbain : l'exemple de la communauté urbaine du Mans, par Pascal Bernard, ingénieur subdivisionnaire chargé du SIG et de la topographie de la ville du Mans.
  - Les bases de données IGN, BD TOPO standard et BD TOPO pays, par Pierre Laulier, chef de produit IGN. Et BD TOPO départementale et BD ORTHO Urbaine, par Olivier Dissard, chef de produit IGN.
  - SIG urbain : l'exemple de la ville d'Orléans, par Nadine Demeure, chef du service de l'information géographique d'Orléans.
  - Le rapport Lengagne et ses prolongements, par Jean Claude Lummaux, ingénieur général géographe.
  - Cadastre et développement des pays du tiers monde, par notre confrère béninois Constantin Bah.
- L'AFT éditera les actes du colloque dans un prochain numéro de XYZ.



# SIG 2000

## 4<sup>e</sup> conférence française



Jacques Riffault

Les systèmes d'informations géographiques sont dans l'air du temps et pour s'en convaincre, il n'était que d'assister aux deux journées d'information sur ce thème, organisées par ESRI-FRANCE, les 27 et 28 octobre dernier à la Mutualité, à Paris. Plus d'un demi-millier de professionnels s'est réuni pendant ces deux jours pour faire le point sur la stratégie menée par ESRI en matière de développement et sur les applications les plus diverses en matière de SIG. C'est monsieur Rony Gal, PDG d'ESRI-FRANCE, qui a ouvert les débats, rappelant que, créé il y a maintenant plus de 30 ans, ESRI est toujours détenu par ses créateurs et dirigeants et est aujourd'hui leader mondial des systèmes d'information géographique et 49<sup>e</sup> éditeur de logiciel mondial.

ESRI-FRANCE quant à elle, existe depuis plus de dix ans et avec un chiffre d'affaires 1999 de 66 MF, est en tête des fournisseurs de SIG en France. La politique d'ESRI-FRANCE est résolument tournée vers les écoles d'où sortiront les utilisateurs de demain et futurs clients ! Aujourd'hui, avec ses dix années d'expérience, ESRI-FRANCE compte parmi sa clientèle des utilisateurs aussi diversifiés que des Villes et Communautés Urbaines, des entreprises et gestionnaires de réseaux, des organismes civils et militaires des instituts d'études, la Sécurité Civile ainsi que les producteurs de données géographiques.

Suivirent les présentations des personnalités invitées : Philippe Chabasse, codirecteur et cofondateur de Handicap International et Frédéric Cussign, bénévole de l'Action Humanitaire présentèrent l'utilisation des SIG dans la lutte contre les mines antipersonnel. Jean Poulit, Directeur Général de l'IGN, a présenté la politique des référentiels géographiques de l'IGN et la promotion des applications. Michel Jacod, Directeur de la Diffusion à l'INSEE présentait la nouvelle politique de diffusion de données localisées INSEE lors de l'exploitation du dernier recensement.

Pendant ces deux jours, des innovations techniques majeures ont été présentées en exclusivité :

- ArcGis, nouvelle architecture logicielle de SIG ;
- Geography Network, première structure mondiale pour le partage de l'information géographique ;
- ArcPad, le SIG sur le terrain.

Enfin, cette 4<sup>e</sup> édition a également été l'occasion de remettre les prix aux lauréats des concours d'application, de posters et de scripts.



Les conférences sont disponibles sur CD-Rom (J.-M. CABON – 33146236066) et les illustrations sur la banque d'images  
Internet : [www.esrifrance.frbanque.image](http://www.esrifrance.frbanque.image)

Ce forum, organisé par l'IGN avait pour thème:

« **Utilisation temps réel, métrique et centimétrique du GPS – Application au bornage et à la géotechnique** ».

Il comprenait deux parties :

1. Un cycle de quatre conférences sur des applications GPS
2. Une exposition des dernières innovations en matière de GPS (Leica, Trimble, Martec, PoSéa, Spectra-Precision, Zeiss, DSND...). L'AFT y avait un stand.

Le forum a été introduit par **M. Denègre, Directeur de l'ENSG**. Celui-ci a évoqué les principaux événements de cette année:

- L'abandon par les américains du brouillage sélectif à partir du 2 mai 2000, ce qui a des conséquences importantes pour de nombreux utilisateurs.
- Le projet européen de Galileo, dont on parle peu, mais qui avance dans de bonnes conditions.
- La communication entre les utilisateurs GPS sur le Net, qui prend de plus en plus d'importance.

## Première Conférence

Par Jean Berterreche,  
géomètre expert:

« **Application du temps réel centimétrique pour des levés de géomètre-expert, à partir de la station GPS permanente de Biarritz** ».

Le GPS centimétrique est de première importance pour les propriétaires fonciers.

Aussi, une expérience a été prévue pour mettre en place une méthodologie.

Celle-ci a pris du retard pour diverses raisons; néanmoins la démarche très intéressante, est exposée dans cette conférence.

A l'origine, il y a une recommandation du CNIG pour monter une expérience pilote à partir du réseau RGP en temps réel avec la procédure RTK et d'en montrer l'intérêt pour les géomètres.

Il manquait un pôle géodésique dans le Sud-ouest, et l'IGN en a implanté un, intéressé par la présence du marégraphe de St Jean de Luz.

Se sont engagés trois partenaires techniques: OGE, IGN Leica; et deux partenaires financiers: Conseil général, Agglomération de Bayonne-Biarritz-Anglet.

### Objectifs

La production de données par GPS différentiel coûte cher et seuls quelques cabinets peuvent investir (10 à 20 % des cabinets).

Avec une station permanente, on en réduit l'investissement initial.

**L'IGN**, service public donnerait une assistance sous forme de conseils en assurant le rattachement au réseau RGP.

**Leica**, partenaire sur le plan équipement.

**Conseil général** y voit de l'intérêt pour la gestion du patrimoine immobilier, routier...

**Agglomération Bayonne-Biarritz-Anglet**, intéressée par un SIG homogène (unification de la production d'information), d'autant plus qu'on envisage un rapprochement avec la côte espagnole.

### Engagements

**OGE** Suivi de l'expérimentation – Un étudiant de l'ENSAIS sur 6 à 8 mois – Apport logistique – Faire remonter l'information.

**IGN** Station permanente – Configuration de la station – Intégration au RGP.

**Leica** Configuration RTK – Deux stations complémentaires dont une itinérante.

### Agglomération B-B-A

Accueil – Serveur avec un réseau intranet – Gestion de la logistique du site – Communications par téléphone

### Objectifs techniques

- Modèle transposable pour des sites urbains ou des départements ou... (Par exemple jusqu'à quelle distance peut-on garder le cm?)
- Optimisation de la production d'information

- Optimisation du ratio Précision/Coût
- Diffusion d'informations
- La durée du projet est fixée à environ une année, mais peut évoluer selon les circonstances

Le format RTK de Leica peut être ouvert à d'autres constructeurs

Les moyens de communication qui représentent un frein peuvent évoluer...

### Conclusion

Cette expérimentation qui n'est pas encore réalisée sur le terrain se veut très concrète et ouverte et destinée à être diffusée auprès des usagers.

## Deuxième Conférence

Par Frédérique Williams IGN:

« **Mise à jour en continu de la BD Topo à l'aide du GPS temps réel** ».

### Présentation de la BD Topo succincte

Cette base a pour caractéristique principale d'être de précision métrique et en 3D.

– Le processus de révision est actuellement cyclique, et on étudie la possibilité d'un **processus en continu**, avec des levés de terrain qui seraient effectués avec GPS.

– Plusieurs contraintes: nécessité de lever les points en « sursol » (par exemple les



angles de toit), de recueillir les attributs des objets...

- Précision métrique : avec DGPS, les corrections étant obtenues avec Landstar, satellite géostationnaire (inconvenient : des biais).

- La station de terrain comporte un récepteur GPS couplé avec un télémètre laser et un compas magnétique.

- Méthodes : levé dynamique pour le réseau routier et statique avec des rayonnements à partir d'une station de référence.

- Calculs par post-traitement et intégration dans la base de données, avec recréation des objets.

### Conclusion

Pour respecter la précision, on doit se limiter à des visées courtes.

Le compas magnétique est très sensible, notamment vis à vis des voitures.

Le satellite Landstar n'est pas très précis.

La méthode s'applique assez bien pour le réseau routier et moins bien pour les centres ville et les zones de couvert végétal.

Cette méthodologie pourrait s'améliorer avec une tablette graphique où apparaîtrait la BD Topo.

## Troisième Conférence

**Par Cyrille Romieux Géodésie IGN :**

***Contrôle géotechnique des mouvements verticaux du sol dus à l'affaissement de galeries de mines par GPS et sonde ultrasons embarqué sur véhicule.***

L'arrêt d'exploitations minières, notamment dans l'est a provoqué de nombreux affaissements de terrain par suite de piliers qui se sont écroulés.

Des surfaces importantes sont touchées par ces affaissements et notamment sur tous les bassins houillers.

La surveillance en surface consiste d'une part à relever les anomalies et d'autre part à détecter les prémisses d'affaissement.

- La méthode la plus classique consiste à effectuer un nivellement à pied à intervalles réguliers,

Par exemple tous les 15 jours, tous les 6 mois...

- Méthode automatique avec une station robotisée qui mesure 24 heures/24 des cibles

- Parfois on peut utiliser des géophones pour enregistrer l'écroulement de piliers.

- Des lasers aéroportés peuvent également être utilisés.

Une nouvelle méthode est en cours d'expérimentation

**Outil :** Trajectographie par GPS.

**Objectif :** Surveillance régulière, facile à mettre en œuvre

### But recherché :

- Minimiser la monumentation – Avoir une bonne densité linéaire – Maillage dense dans la zone – Précision de quelques cm

### Méthode :

On mesure avec un GPS sur toutes les voies carrossables des points tous les 10 m.

Comme les amortisseurs modifient l'altitude du GPS, on fixe un capteur à ultrasons sur le véhicule pour enregistrer les variations d'altitude.

### Moyens :

Deux récepteurs par zone – Deux opérateurs – Plusieurs passages sur la même voie – Calculs par post-traitement à partir de 3 points et moyenne sur les 3 trajectoires – Échantillonnage par segments...

Le conférencier décrit ensuite les problèmes rencontrés :

- On ne passe pas exactement au même endroit,

- On n'enregistre pas aux mêmes points.

- La précision est insuffisante dans les zones boisées et les courbes.

- La synchronisation capteur/GPS est insuffisante (dérive de l'horloge PC).

- Réflectivité du capteur ultra-son différente selon la nature du sol.

...

Pour améliorer le processus, on peut suggérer.

- Multiplier les passages (segments courts).

- Rouler doucement.

- Enregistrer à une cadence plus rapide (10 Hz) – Multiplier les antennes (roulissage).

- Utiliser des logiciels scientifiques mieux adaptés (logiciel constructeur seulement utilisé).

### Conclusion

C'est un outil performant pour une précision de 2 cm : plusieurs dizaine de kilomètres par jour à deux personnes à condition que le parcours soit dégagé, peu sinueux et facilement répétable.

## Quatrième Conférence

**Par Michel Kasser Géodésie IGN**

***« État actuel et perspectives du développement du réseau GPS Permanent (RGP) et d'un service national de navigation précise (DGPS) ».***

M. Kasser évoque les problèmes du RTK, intéressant pour des distances faibles, mais délicat pour des distances grandes (résolution des ambiguïtés difficiles), le frein principal étant aussi les problèmes de transmission.

UHF radio : des difficultés pour les puissances élevées

GSM, téléphone portable, intéressant à cause de la bonne couverture de balises, mais coûts très élevés.

Le RTK peut aussi se révéler dangereux, car il peut donner des solutions fausses qui ne sont pas décelées.

Il évoque aussi le problème des stations permanentes : le long des côtes, pour certaines villes, les offres privées de satellites géostationnaires (Landstar, Omnistar), partiellement satisfaisantes...

Évolution vers des services usagers ; la diffusion de corrections devrait être gratuite comme dans d'autres pays européens

Partenariat avec les villes qui commencent à s'équiper de station permanente : l'IGN ne financera pas ces opérations, mais apportera son assistance technique pour le matériel et les logiciels et fournira les coordonnées de référence.

De nombreux échanges entre les auditeurs sur les stations permanentes, les précisions, l'altimétrie... etc. ont lieu et terminent cette intervention particulièrement riche.

**CGSIC** (Civil GPS System Interface Committee)

**ION** (Institute Of Navigation)

**IGS** (International GPS Service analysis workshop)

Pascal Willis – IGN

Un certain nombre d'informations intéressantes concernant l'avenir des systèmes GPS et Galileo ont été diffusées lors d'une mission aux USA de Pascal Willis, en septembre 2000. Il nous en fait un résumé global.

Notons également dans ce numéro d'XYZ un article de Claude Million sur ION 2000.

**Pascal Willis était représentant France au CGSIC, président d'une session du ION-GPS 2000 et président de la session sur Galileo de l'IGS.**

## Informations relatives au système GPS

Une partie importante du CGSIC a été consacrée aux résultats de la Conférence Mondiale sur les Fréquences (WRC Istanbul, juin 2000) et ses conséquences: la confirmation du code C/A sur la fréquence L2 (premier lancement de satellites dès 2003, IOC en 2008 et FOC en 2010) ainsi que la disponibilité d'une nouvelle fréquence civile L5 (premier lancement de satellites dès 2005, IOC en 2012 et FOC en 2014) liée en particulier aux aspects "sécurité des personnes". Les Américains préparent dès à présent la prochaine conférence mondiale actuellement prévue en 2003. En particulier, il semble que de nouvelles technologies comme celle de l'UWB (Ultra-Wide Band) puisse poser des problèmes d'interférences au GPS (et probablement aux autres systèmes de ce type comme GLO-NASS et Galileo).

Des tests sont prévus à ce sujet d'ici fin 2000 (résultats sur le site Web du FCC ou celui de l'Université du Texas: <http://sgl.arlut.utexas.edu/asd/cure/index.html>).

Enfin, le développement du GPS-III a été largement commenté (phase préliminaire jusqu'en décembre 2001, début de production mi 2003). Il existe une volonté affichée de faire participer les utilisateurs civils du GPS aux futures évolutions de ce système. Il est d'ailleurs possible à ce sujet d'envoyer des demandes ou suggestions particulières à partir du site Web suivant (<http://www.gps-III.com>).

Enfin l'arrêt du SA (dégradation de type Accès Sélectif) et ses conséquences ont été largement évoqués dans tous ces congrès. Les résultats obtenus actuellement en localisation absolue pseudo-distances sont bien meilleurs que les spécifications (qui vont donc être modifiées pour être plus conformes à la réalité). Un nouveau document d'interface utilisateur (ICD-GPS) est en cours de préparation mais aucune date de publication n'a pu être fournie.

Du côté des aspects recherche, de nombreuses sessions étaient consacrées à la localisation rapide de précision (levé d'ambiguïtés entières). Les aspects nouveaux concernaient principalement les développements récents liés aux stations virtuelles ainsi qu'aux utilisations mixtes avec d'autres systèmes (GLONASS, Galileo). De nombreux documents ont été ramenés à l'IGN à ce sujet.

Voir aussi, à ce sujet, le site Web de l'Université de Nottingham: <http://www.nottingham.ac.uk/iessg>.

Lors de l'IGS Analysis Workshop, deux jours ont été consacrés aux aspects transferts de temps et à la future possibilité de fourniture par l'IGS d'une échelle de temps plus précise et plus fiable que celle liée aux éphémérides radiodiffusées. Le nouveau produit "combinaison d'horloges IGS" sera adopté au plus tard au 5 novembre 2000. Maintenant que la dégradation SA a été supprimée (depuis le 2 mai 2000), les estimations des paramètres d'horloge des satellites GPS sont plus faciles à obtenir et de plus peuvent être prédites par l'IGS avec une grande précision pour des applications temps réel. Enfin, le séquençement à 1 seconde des récepteurs du réseau IGS n'est donc probablement plus nécessaire (sauf pour les satellites bas).

Enfin, un étalonnage absolu des antennes sol GPS montre qu'il existe actuellement une erreur d'échelle de 15 ppb (9 cm!) sur le réseau terrestre de l'IGS dont la cause proviendrait d'une mauvaise connaissance des propriétés des antennes sols GPS ainsi que de la correction centre de phases – centre de masses des satellites GPS. Une nouvelle technique de calibration absolue des antennes a été développée en Allemagne à ce sujet (en faisant tourner l'antenne sol très rapidement dans toutes les directions à l'aide d'un robot). Une étude est en cours au sein de l'IGS pour résoudre le problème restant pour les satellites eux-mêmes. L'accord entre les solutions GPS et l'ITRF pour l'échelle au niveau de 3 ppb semble être dû actuellement au hasard. Par souci de cohérence, il n'est pas prévu de changer les références de modèles de correction centre de phase (récepteur sol) GPS tant que la correction satellite n'est pas mieux prise en compte. Cet accord sera donc conservé à l'avenir dans les prochaines soumissions à l'IERS.

## Informations relatives au futur système Galileo

Il faut noter l'importance que donne maintenant le ION à Galileo. Il était possible cette fois de ne suivre que des sessions sur le GNSS. En particulier, l'idée que les utilisateurs fassent appel simultanément à tous les systèmes disponibles simultanément (GPS, GLONASS, Galileo ainsi que toutes leurs augmentations) fait tranquillement son chemin.

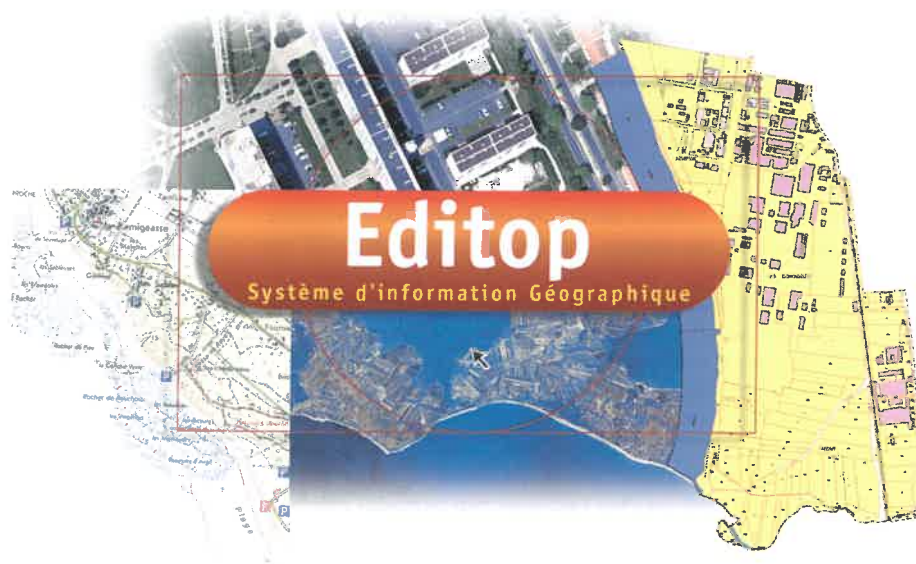
Des informations générales sur Galileo sont disponibles sur le site de l'ESA: <http://www.galileo-pgm.org> ou sur d'autres: <http://www.geminus-project.org> ou <http://www.genesis-project.org>. Les décisions importantes seront prises fin 2000 (fin de la phase de définition). Actuellement, pour la constellation

# SIRAP

au top du SIG

<http://www.sirap.fr>

Plus de 1000 licences EDITOP® sont installées dans des cabinets de géomètres, collectivités locales, gestionnaires de réseaux, bureaux d'études, syndicats, centres des impôts fonciers...



*Au service des géomètres et des collectivités depuis plus de 20 ans, nous concevons des logiciels techniques et graphiques orientés vers la topographie.*

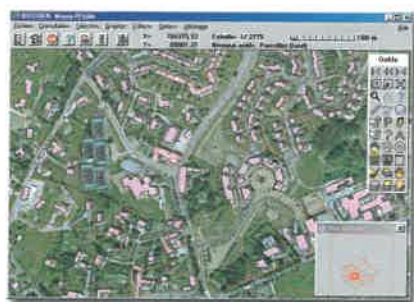
Notre SIG se décline en 4 versions :

EDITOP® : saisie, stockage, gestion, analyse... en version monoposte ou réseau

EDICOM® : gestion de l'espace communal et plus particulièrement du cadastre

TOPONET® : consultation d'informations géographiques sur internet et en intranet

GÉOBORNE® : borne de consultation grand public

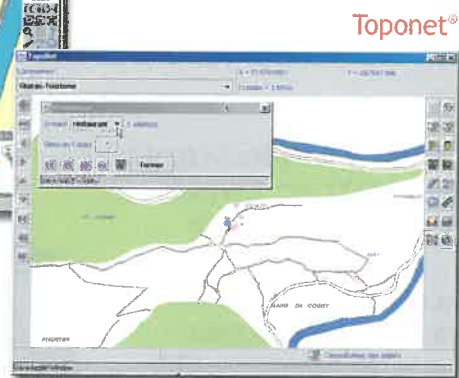


Editop®

**EDITOP® est un Système d'Information Géographique très performant conçu dans le respect de la norme EDIGÉO.**



Edicom®



Toponet®



Géoborne®

Société : .....  
 Nom : ..... Prénom : .....  
 Fonction : .....  
 Adresse : .....  
 Tél. : ..... email : .....

☐ Je souhaite être contacté par téléphone pour de plus amples informations sur vos logiciels.

Je souhaite recevoir une documentation sur :

EDITOP ☐ EDICOM ☐ Géoborne ☐ Toponet ☐  
 Gescada ☐ Gescim ☐ Gesreso ☐

## Nos Systèmes de Gestion de Bases de Données :

GESCADA : gestion du cadastre, de l'urbanisme et du patrimoine communal  
 GESRESO : gestion de réseaux (eau potable, éclairage, assainissement...)  
 GESCIM : gestion de cimetière

➤ Coupon à retourner à :

SIRAP  
 ZA Paul-Louis Héroult Pont des Allobroges  
 BP 253 26106 ROMANS Cedex  
 Tél : 04 75 72 84 10 email : [info@sirap.fr](mailto:info@sirap.fr)



de satellites, deux options sont étudiées : 30 MEO (type GPS à une altitude de 24000 km) ou 24 MEO + GEO. Le projet de partenariat public-privé (PPP) semble désormais repoussé à une phase ultérieure.

De son côté, l'IGS a décidé de conduire une stratégie active vis-à-vis de Galileo. Suivant les procédures IGS, un Groupe de Travail (responsable P. Willis) sera proposé au prochain comité directeur de l'IGS (décembre 2000). Le mandat du groupe portera sur une représentation plus officielle de l'IGS dans les prochaines réunions d'utilisateurs Galileo (*Users Needs Forums*). De plus, un document technique sera rédigé à court terme. Il portera sur les suggestions et recommandations de l'IGS pour les futurs systèmes de navigation par satellites en terme d'architecture, de structure du signal en vue d'applications ultra-précises (quelques mm au niveau mondial). Ce document servira aussi pour définir la demande de l'IGS pour le développement du GPS-III. Enfin, le groupe de travail évaluera l'intérêt pour l'IGS de se lancer dans des campagnes d'observations soit pour les systèmes existants EGNOS et WAAS soit à plus long terme pour le système Galileo.

## Informations relatives au système GLONASS

Actuellement 7 à 8 satellites GLONASS sont utilisables. Le lancement annoncé pour le 27/9/2000 de 3 nouveaux satellites ne semble pas avoir eu lieu. Toutefois, malgré ce faible nombre de satellites, l'utilisation simultanée des systèmes GPS et GLONASS semble intéressante. L'IGS a lancé un nouveau projet pilote IGLOSS (suite à la campagne IGEX-98), visant à l'incorporation progressive de la collecte des données GLONASS et des calculs précis dans la structure IGS. 30 groupes participent à ce projet (l'IGN n'a pas répondu).

Le groupe de l'AIUB (Berne) suspend actuellement ses activités GLONASS (en attente d'une augmentation du nombre de satellites disponibles). Enfin, l'IGS a décidé d'arrêter le projet IGLOS si le nombre de satellites GLONASS devait descendre en dessous de 6. A priori, dans les 6 prochains mois cette incertitude devrait être levée suivant si un lancement de 3 nouveaux satellites a lieu ou non.

**Rollei**  
fototechnic

## Rollei D7 metric Chambre numérique calibrée

- Boîtier numérique reflex avec objectif fixe 7 mm f/ 2.8 (équivalent à un 24 mm pour un 24 x 36) Obturateur 1/8 - 1/4000 sec. Mesure d'exposition TTL. Correction d'exposition +/- 2 IL. Profondeur de couleur 30 bits. Résolution 1280 x 1024
- Cartes mémoires au format PCMCIA de type I, II ou III ou disque dur PCMCIA ( ou CompactFlash ou Smartmedia avec adaptateur PCMCIA). Capacité de 8 à 128 Mo ou disque dur Microdrive IBM 340 Mo. Stockage des images sans compression.
- Interfaces série, parallèle et SCSI 2, sortie PAL ou NTSC
- Flash intégré + griffe au standard SCA pour flash externe
- Moniteur couleur 2,5", Ecran de contrôle LCD
- Livré en standard avec : Valise de transport, Carte mémoire de 64 Mo, alimentation secteur, 2 packs de batteries, chargeur-déchargeur de batteries, adaptateur allume-cigare, câble de liaison parallèle, câble de liaison SCSI, certificat de calibration, logiciel de transfert et de traitement d'images pour PC.



MAURY INFORMATIQUE  
1, résidence Avel Mor  
56250 SAINT NOLFF  
Tél/Fax : 02 97 45 42 65

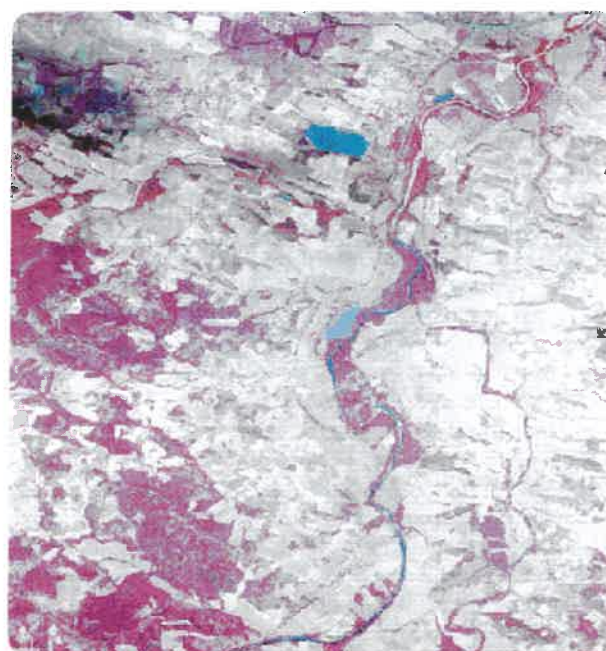
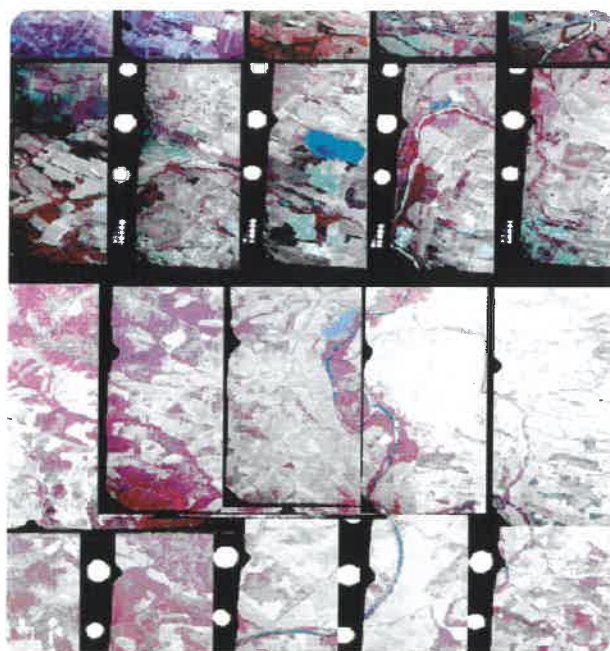


Fig. 3 – Assemblage d'orthophotos disparates (à gauche), en une mosaïque continue (à droite).

## orthophotoplan à l'Inventaire Forestier National

Nicolas Stach – Chargé d'étude en télédétection (IFN-CER)

### Contexte

Fondé en 1958, l'Inventaire Forestier National (IFN) a pour mission de procéder à l'inventaire permanent des ressources forestières nationales, indépendamment de toute question de propriété. L'IFN a pour cela mis en place un inventaire statistique permanent de la forêt française, dans le cadre géographique des départements et avec une périodicité décennale ou duodécimale. Cet inventaire fournit une estimation des superficies relatives aux grandes catégories d'utilisation du sol ainsi que l'estimation de la ressource de bois sur pied des formations boisées et arborées (IFN, 1985).

La méthode de l'IFN est, depuis sa création, basée sur les photographies aériennes. Il s'agit d'un sondage en trois phases dont la première phase est la photo-interprétation d'une grille de points régulièrement répartis sur les photos. Ces points sont ensuite regroupés en strates en fonction des critères de la photo-interprétation et un échantillon de ces points est tiré dans chaque strate pour constituer l'échantillon de 2<sup>e</sup> phase (contrôle de la photo-interprétation) et de troisième phase (mesures sur le terrain).

Depuis les années 1980, une étape de cartographie a été intégrée à la méthode de l'IFN (Didon, 1998) : les types de formation végétale, délimités sur photographies aériennes, sont reportés à vue sur fond cartographique au 1/25 000. Les limites des régions forestières et des classes de propriété sont également tracées sur ces cartes, puis les trois couches d'informations sont numérisées pour former la couche des Domaines d'Étude Cartographiés (DEC).

Le maillon faible de cette procédure de cartographie est le report à vue des tracés sur photo vers le fond cartographique. Cette étape est à la fois coûteuse en temps de travail et source d'imprécisions dans le positionnement des limites. Pour améliorer sa méthode, l'IFN a testé l'utilisation d'un stéréorestituteur analytique avant de faire appel à la procédure de photo numérisation permettant de redresser les contours tracés sur photo à l'aide d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) et de la saisie de points d'amer.

Ces dernières années, les progrès rapides de la micro-informatique en matière de puissance de calcul et de capacité stockage des données, ainsi que la généralisation des logiciels de Système d'Information Géographique (SIG) et de traitement d'images ont rendu envisageable la production et l'utilisation d'un orthophotoplan départemental dans un environnement matériel et logiciel assez courant.

Cette solution présente le double intérêt d'éliminer l'étape de report à vue des tracés et d'améliorer ainsi la précision géométrique de la carte, mais aussi de fournir un produit intermédiaire, l'orthophotoplan lui-même, susceptible d'être valorisé auprès d'autres utilisateurs.

Pour tester la faisabilité de la production d'un orthophotoplan départemental en interne et pour analyser les conséquences que cela implique sur les méthodes d'interprétation et de cartographie, la qualité du résultat et les délais de réalisation de sa carte, l'IFN procède à une première réalisation sur le département de l'Aude pour lequel le 4<sup>e</sup> cycle d'inventaire a été engagé en 1999.

## Les étapes de réalisation de l'orthophotoplan

### Les photographies aériennes

L'IFN fait réaliser à chaque cycle d'inventaire des prises de vue aériennes départementales exhaustives et stéréoscopiques. L'IFN dispose ainsi d'une base de photographies couvrant l'ensemble du territoire métropolitain (ainsi que la Corse) et remontant jusqu'en 1960. Les échelles de ces photographies varient du 1/15 000 au 1/20 000. Les émulsions utilisées sont soit l'infrarouge noir et blanc couplé avec une couverture panchromatique, soit de l'infrarouge couleur (exceptionnellement la couleur naturelle). La stéréoscopie et le caractère exhaustif de ces couvertures sont assurés par un recouvrement de 60 % le long des axes de vol et de 20 % entre les axes.

Pour le 4<sup>e</sup> cycle d'inventaire de l'Aude, une couverture aérienne a été réalisée entre le 24/7/99 et le 24/9/99 en infrarouge couleur. La chambre photogrammétrique utilisée par le prestataire est une chambre ZEISS LMK 1030. Elle a un format de 224 x 224 mm. La distance focale est de 305 mm. L'échelle moyenne des photos est le 1/17 000. La couverture complète et stéréoscopique de ce département représente 1 500 clichés.

### Réception des photographies et organisation du projet

À la réception de la couverture, confiée à un prestataire, l'IFN contrôle les différents points du cahier des charges : exhaustivité de la couverture et recouvrement intra et inter bande, échelle, verticalité de la prise de vue, couverture nuageuse, date et heure d'acquisition, qualité des diapositives.

Certaines photos de la mission pouvant faire double emploi (du fait des reprises de vol effectuées selon les tranches d'altitude), seules les photos utiles sont sélectionnées et retenues. Le centre de chaque photo est alors repositionné sur fond cartographique au 1/25 000, puis digitalisé afin d'obtenir un fichier de coordonnées cartographique du centre approximatif de chaque photo.

Les photos retenues sont alors réparties en « blocs », ensemble de photos qui seront rectifiées conjointement. La taille des blocs actuellement retenue est d'environ 30 photos

### Numérisation des diapositives

Toutes les photographies utiles du département sont numérisées. Afin de conserver le plus de détail possible, se sont les films (positifs) eux-mêmes qui sont numérisés et non les tirages papier.

Pour réaliser cette opération, l'IFN utilise un scanner à plat de type bureautique de format A3 et de résolution native de 800 dpi. Le format des photographies (224 x 224 mm) interdit en effet l'utilisation d'un scanner A4 si l'on veut numériser l'ensemble de la photo y compris ses bordures où sont localisées les marques fiduciaires dont la présence sur le fichier numérique est indispensable.

Les photographies sont numérisées à une résolution de 600 dpi, soit environ 70 cm au sol compte tenu de l'échelle moyenne de la prise de vue. Cette résolution résulte d'un compromis entre la précision souhaitée et la taille des fichiers générés. À cette résolution, le fichier image de chaque cliché couleur (24 bits) a une taille de près de 90 Mo (135 Go pour le département).

Les paramètres de la numérisation, sont fixés une fois pour toutes pour l'ensemble du projet et ne prennent donc pas en compte les variations de teinte ou de luminosité entre photos.

Toutes les photographies numérisées sont enregistrées sous forme de fichiers TIF qui sont archivés sur bande magnétique.

### Orientation interne

Cette opération consiste à repositionner les photos numérisées dans la géométrie de la chambre de vue. Les paramètres de l'orientation interne sont indiqués dans le certificat de calibration de la chambre de prise de vue utilisée.

Ces paramètres sont : la distance focale de l'objectif, les coordonnées du point principal de symétrie, les mesures de distorsions radiales de l'objectif, les coordonnées des marques fiduciaires.

L'orientation interne, ainsi que les autres étapes de l'orthorectification (orientation externe et orthorectification) sont réalisées sur le logiciel Orthobase d'ERDAS.

Après avoir saisi les paramètres de l'orientation interne et les avoir enregistrés dans un modèle de chambre de prise de vue, les marques fiduciaires sont digitalisées à l'écran de façon à calculer un modèle de passage entre les coordonnées image (ligne/colonne) et les coordonnées dans la géométrie de la chambre de prise de vue.

### Orientation Externe

Le calcul de l'orientation externe consiste à déterminer pour chaque cliché la position et l'orientation de la chambre de prise de vue au moment de l'acquisition de l'image. 6 paramètres décrivent cette orientation :

- les coordonnées géographiques dans le référentiel cartographique utilisé :  $X_0, Y_0$ ,
- l'altitude  $Z_0$
- le roulis :  $\omega$ , le tangage,  $\phi$  et le lacet,  $\kappa$ .

La détermination de ces paramètres est réalisée par bloc de photo grâce au procédé d'aérotriangulation.

L'aérotriangulation fait appel à un jeu de points d'amer dont les coordonnées images et les coordonnées cartographiques ( $X, Y$  et  $Z$ ) sont connues. En pratique, une trentaine de points d'amer sont choisis par bloc de 1<sup>e</sup> photos. Ces points doivent être repérables à la fois sur les photos et sur carte au 1/25 000 (figure 1). Leurs coordonnées cartographiques sont déterminées par digitalisation de la carte au 1/25 000 et leurs coordonnées images sont saisies à l'écran. Ces points doivent être bien répartis sur le bloc et couvrir tout particulièrement ses bordures.

L'intérêt de l'aérotriangulation par bloc est de pouvoir compenser un nombre relativement modéré de points d'amer par la détermination d'un nombre important de points de liaison. Contrairement aux points d'amer, les points de liaisons ont des coordonnées images relatives à chacune des images sur lesquelles ils sont visibles (au moins deux) mais n'ont pas de coordonnées cartographiques connues. Le logiciel Orthobase permet une détection automatique de ces points de liaison (ERDAS, 1999). Plus de 500 de ces points sont ainsi déterminés pour chaque bloc.

L'aérotriangulation utilise les informations sur les coordonnées images et cartographiques des points de liaison et des points d'amer pour déterminer les paramètres de l'orientation externe de chaque photo. Ce procédé est basé sur le principe de co-linéarité stipulant que le point au sol, le point sur la photo et le centre de perspective de l'objectif sont alignés. La résolution du système se fait de façon itérative par moindres carrés (ERDAS, 1999).

Le logiciel calcule pour chaque point une erreur résiduelle quadratique. L'analyse de ces erreurs permet de détecter et d'éliminer les points aberrants et de contrôler la précision planimétrique globale du modèle. Les erreurs résiduelles quadratiques moyennes des blocs réalisés à l'IFN varient de 5 à 10 mètres.

### Orthorectification

Une fois l'orientation externe des photos établie, le modèle de transformation entre les coordonnées images et les coordonnées cartographiques est entièrement déterminé, sous réserve de disposer d'une représentation du relief de la zone. Cette représentation est donnée par le Modèle Numérique de Terrain (MNT)



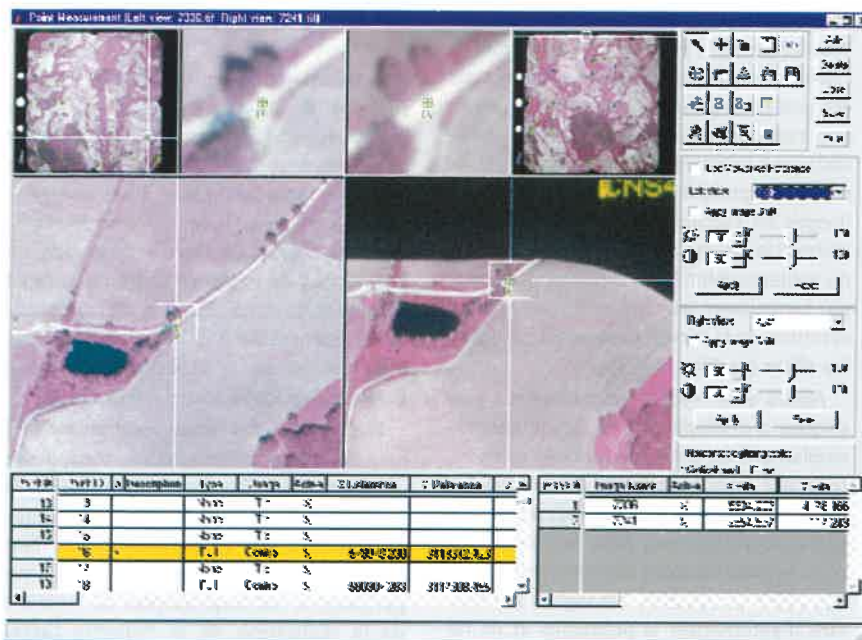
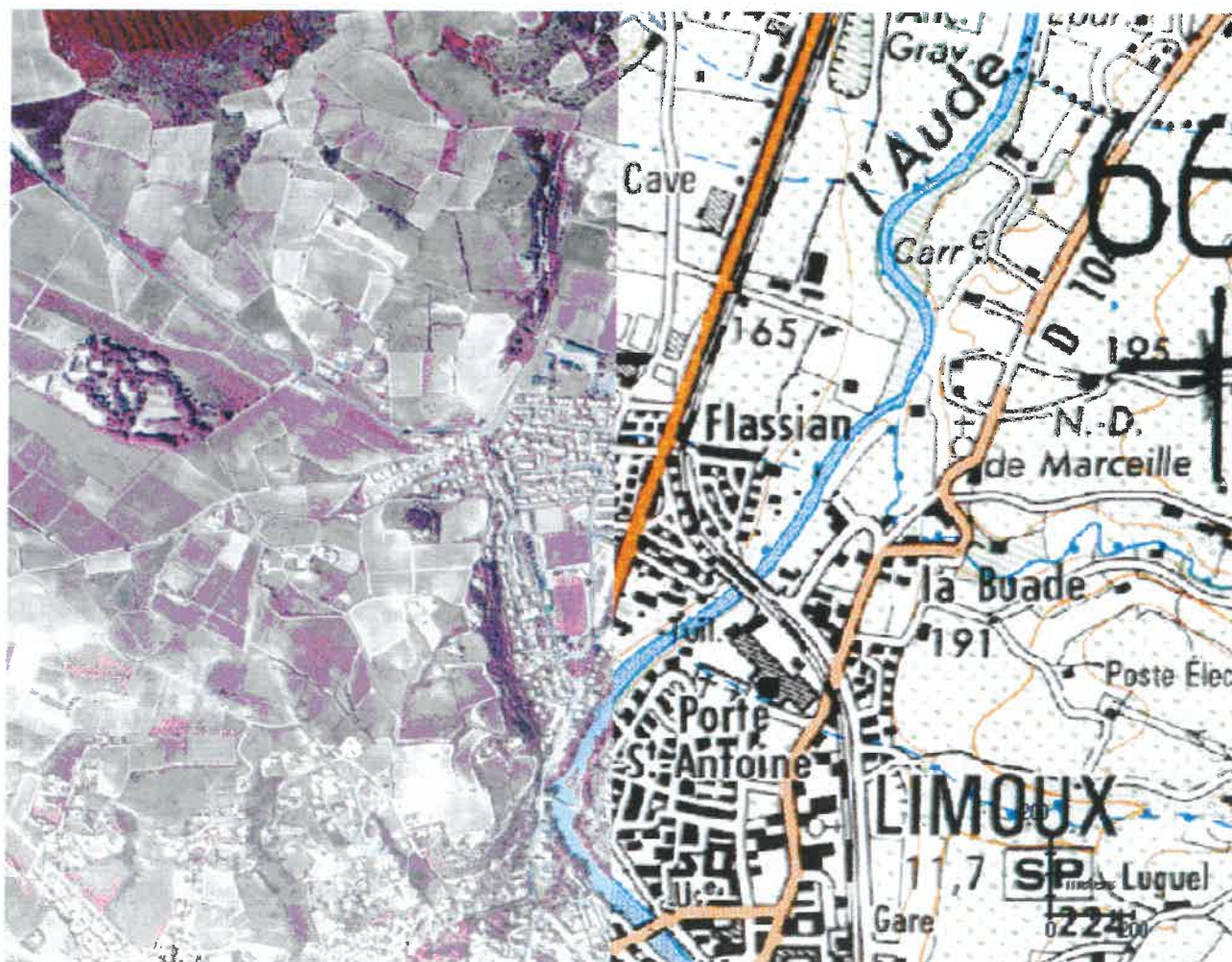


Figure 1 - Fenêtre de saisie des points d'amer sur ERDAS Orthobase

Figure 2 - Juxtaposition de l'orthophoto (à gauche) et de la carte IGN (à droite)





BDalti au pas de 100 mètres. Chaque photo est alors redressée dans la géométrie de la carte (figure 2). Le rééchantillonnage radiométrique nécessaire à cette opération est réalisé avec une résolution de 1 mètre au sol par interpolation bilinéaire de la radiométrie des pixels voisins.

### Mosaïquage

Les photographies étant orthorectifiées, il s'agit de les raccorder en un plan continu où les limites entre les photographies originales ne sont plus perceptibles (figure 3, en tête de l'article). Deux difficultés de nature différente sont à surmonter pour mener à bien cette opération :

#### • Du point de vue géométrique

Les orthophotos individuelles ont une précision planimétrique de l'ordre de 10 mètres. Ce niveau de précision implique que des décalages allant jusqu'à 20 mètres peuvent être présents entre deux orthophotos. Des décalages de cette importance occasionnent des zones de discontinuité dans la mosaïque et peuvent dans certains cas produire des aberrations visuelles non acceptables.

La solution à ce problème passe par la définition des lignes de raccord entre photos. Celles-ci peuvent être déterminées par l'opérateur de façon à passer par les zones où les photos présentent le moins de discordance ou par des zones de faible contraste pour lesquelles les aberrations engendrées par les discordances sont moins visibles. Cette opération de détermination manuelle des lignes de raccord est longue et fastidieuse. Des procédés automatiques permettent d'atteindre le même résultat (Le Men, 1999). Ces procédés font généralement appel à la minimisation d'une fonction de coût de transition entre deux images, le coût étant calculé à chaque point comme la différence entre deux images.

#### • Du point de vue radiométrique

Les sources de variation de la radiométrie entre photographies et à l'intérieur d'une même photographie sont nombreuses :

- vignetage (effet de l'optique),
- réflectance bidirectionnelle (effet « hot spot » ou « tâche claire »),
- conditions de prise de vue : phénologie, atmosphère, éclairage, température,
- qualité émulsion, stockage des films, développement,
- conditions de numérisation.

Plusieurs solutions peuvent être envisagées pour égaliser la radiométrie des photographies. Une simple égalisation d'histogramme peut permettre d'égaliser la radiométrie entre les différents clichés mais ne prend pas en compte la variabilité au

sein d'une photo. Une retouche manuelle des radiométrie avec un logiciel d'amélioration d'image peut être envisagée mais est une opération relativement longue et non reproductible. Les égalisations automatiques peuvent faire appel à des modèles empiriques qui subdivisent les images en secteurs et normalisent la radiométrie de ces secteurs sur l'ensemble du projet ou bien à des modèles physiques qui formalisent les différentes sources de variation de la radiométrie et en corrigent les effets (Le Men, 1999).

Après avoir réalisé les premières mosaïques d'orthophotos en délimitant manuellement les zones de raccord et en retouchant manuellement la radiométrie, le temps nécessaire à cette opération s'est avéré être trop long pour la production d'un orthophotoplan départemental dans des délais acceptables. Un logiciel permettant d'automatiser le processus et de réduire les délais de réalisation (Orthovista, Inpho/stellacore) est en cours d'évaluation à l'IFN.

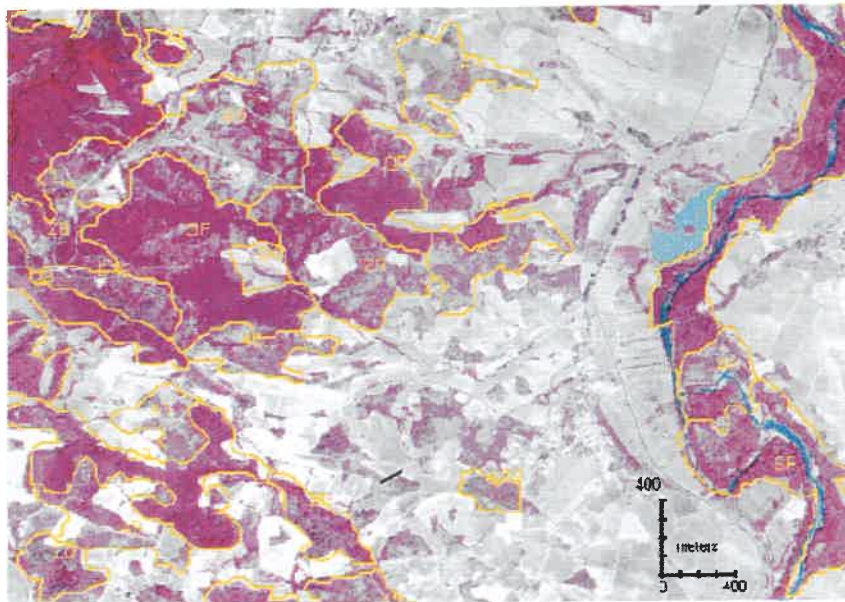
La mosaïque entière du département correspondant à un fichier beaucoup trop volumineux, l'orthophotoplan départemental est découpé en dalles régulières de  $7.5 \times 10 \text{ km}^2$  (1/8 de coupure IGN 1/50 000).

tion sous stéréoscope et des tournées de terrain.

L'utilisation de l'orthophotoplan comme support de la photo-interprétation à l'écran sous SIG (Arcview, ESRI) permet de tracer des limites qui sont directement sous forme numérique et dans une géométrie cartographique. Cependant, l'affichage à l'écran de l'orthophotoplan ne permet pas de restituer la vision en relief (topographie et hauteur des arbres), particulièrement utile à la détermination des essences et de la structure forestière (taillis, futaie, taillis sous futaie).

Néanmoins, les fonctionnalités du SIG peuvent en partie compenser cette perte d'information. En particulier, toute la France ayant déjà fait l'objet d'une cartographie lors des cycles précédents d'inventaire, cette cartographie peut être superposée à l'orthophotoplan au moment de la réalisation de la nouvelle carte. Toute la richesse de l'information contenue dans cette ancienne carte, issue de l'interprétation au stéréoscope et de nombreuses vérifications sur le terrain est alors à la disposition du photo-interpète qui se trouve plus dans un contexte de mise à jour que de création de carte (figure 4).

Figure 4 - Superposition de l'orthophotoplan et de la carte des types de peuplement IFN du cycle précédent (en jaune)



### Utilisation de l'orthophotoplan

Dans la méthode traditionnelle de l'IFN, les types de formations végétales sont dans un premier temps délimités sur les photographies avant que ces limites ne soient reportées à vue sur fond cartographique au 1/25 000. La détermination et la délimitation des types sont réalisées par un aller retour entre la photo-interpréta-

tion sous stéréoscope et des tournées de terrain. Par ailleurs, le confort de vision à très grande échelle apporté par l'affichage à l'écran de l'orthophotoplan permet de compenser partiellement l'absence de stéréoscopie.

Enfin, le recours au stéréoscope et aux visites sur le terrain est conservé dans le cas où l'information contenue dans l'orthophotoplan et la carte du cycle précédent sont insuffisantes pour la détermination du type.

## Conclusions

Bien que cette première expérience de réalisation et d'interprétation d'un orthophotoplan départemental ne soit pas entièrement achevée, des premières conclusions peuvent d'ores et déjà être tirées au vu des premiers résultats obtenus.

La première conclusion est que la réalisation d'un orthophotoplan dans un environnement informatique relativement courant, et par du personnel non spécialisé en photogrammétrie est possible. Cette opération est cependant relativement longue. Pour ne pas détourner les photo-interprètes de leur métier, il est nécessaire qu'un équilibre soit trouvé entre le temps de réalisation de l'orthophotoplan et celui passé en photo-interprétation. Il convient pour cela de s'attacher à l'optimisation de la production de l'orthophotoplan, notamment par l'automatisation des tâches qui peuvent l'être (détection de points de liaison, aérotriangulation, mosaïquage).

L'orthophotoplan produit selon la chaîne de traitement de l'IFN a une résolution de 1 mètre pour une précision planimétrique de 10 mètres. Ce niveau de qualité est largement suffisant pour les besoins de l'inventaire. Une amélioration de cette qualité ne pourrait être atteinte qu'en

améliorant simultanément chaque maillon de la chaîne : numérisation avec un scanner photogrammétrique, localisation précise par mesures GPS ou géométrie sur le terrain, utilisation d'un MNT plus précis ou auto corrélation.

Compte tenu du niveau de précision de l'orthophotoplan actuel, les bénéfices attendus par l'IFN sont importants : amélioration de la précision de la carte, meilleure comparabilité des cartes de cycles successifs, valorisation possible de l'orthophotoplan auprès d'autres utilisateurs.

A l'issue de cette première expérience et au vu des temps passés à chacune des tâches, des conclusions seront tirées sur la faisabilité de la procédure en interne. Le cas échéant, il pourrait être envisageable d'externaliser toute ou partie de la production de l'orthophotoplan pour certains départements, voire d'utiliser le produit standard d'IGN – la BD-ortho – qui présente l'inconvénient de ne pas correspondre aux spécificités de l'IFN en ce qui concerne l'émulsion (couleur naturelle au lieu d'infrarouge couleur).

À moyen terme, l'acquisition directe de photographies numériques, couplée avec des enregistrements précis à bord (GPS, centrale inertielle) devait permettre de s'affranchir de plusieurs étapes de la production d'un orthophotoplan (numérisa-

tion des photographies) ou du moins de les alléger considérablement (saisie de points d'amer et aérotriangulation).

## Bibliographie

Didon, E., 1998. 1973-1998, 25 ans de cartographie à l'IFN. Actes du séminaire "Les données de l'Inventaire forestier national dans les systèmes d'informations géographiques", Nogent-sur-Vernisson (Loiret), 26-27 mai 1998. pp 13-24.

ERDAS, 1999. *IMAGINE OrthoBASE V8.3.1. Tour guide*. ERDAS, Inc., Atlanta, Georgia.

IFN, 1985. *But et méthodes de l'inventaire forestier national*, Ministère de l'agriculture Service des forêts.

Kraus, K. et P. Waldhäusl, 1998. *Manuel de photogrammétrie, principes et procédés fondamentaux*. trad. P. Grussenmeyer et O. Reis, Hermès, Paris.

Le Men, H. et D. Boldo, 2000. *Mosaïque automatique d'orthophotographies*. Actes du 12<sup>e</sup> congrès francophone AFRIF – AFIA de reconnaissance des formes et intelligence artificielle, Paris, 1-3 février 2000.

Muraz, J., S. Durrieu, S. Labbé, V. Andréasian et M. Tangara, 1999. *Comment valoriser les photos aériennes dans les SIG?* Ingénieries EAT (Ed. Cemagref) 20h 39-58.

(Texte de la conférence du séminaire ESRI-AFT du 08/06/00)

E-mail : [nstach@inf.fr](mailto:nstach@inf.fr)

# VUES AERIENNES METRIQUES

## TOUTES ÉCHELLES - TOUTES ÉMULSIONS : POUR TOUTES APPLICATIONS



### AU SERVICE DES AMENAGEURS

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

Téléphone : 04.42.60.05.45 • Télécopie : 04.42.24.26.04



# ION 2000

Les centaines de pages en anglais que représentent chaque année les actes de cette grande réunion internationale sont un labeur considérable à synthétiser. Il nous fallait plusieurs mois pour publier ce travail effectué avec talent par Claude Million.

Grâce à Internet, notre collègue peut nous communiquer aujourd'hui, très en avance sur l'habitude, son travail de synthèse sur ce ION 2000.

## GPS et pseudolites pour suivre les déformations des ouvrages ou du sol

L. Dai, J. Zhang, C. Rizos, S. Han, J. Wang, University des Nouvelles Galles du Sud, Australie.

En raison de la résolution au niveau du millimètre de la phase de la porteuse, le système de positionnement (GPS) est largement répandu pour suivre le mouvement dans la croûte terrestre et l'affaissement des terrains, plus récemment pour le contrôle de déformation des structures et des constructions telles que des ponts, des barrages, des bâtiments, etc.

Cependant, en raison de la limitation de la géométrie des satellites, l'exactitude de la composante verticale, altitude, est généralement

2 ou 3 fois plus mauvaise que les composantes horizontales. Les pseudolites sont des instruments placés au sol et qui transmettent les signaux semblables à ceux de GPS, peuvent améliorer la géométrie de l'ensemble.

Par conséquent, en principe, ils peuvent être employés en tant qu'information additionnelle pour améliorer un système de surveillance des déformations appuyé sur GPS.

Puisque les distances sont courtes entre les récepteurs de GPS et les pseudolites, on constate beaucoup d'effets additionnels qui doivent être considérés et comparés aux systèmes de GPS seul.

Ceux-ci incluent, des erreurs sur les coordonnées des stations de "référence" et les stations "mobiles", erreurs dépendant de la position des pseudolites telles que les interférences et les trajets multiples, et le retard troposphérique. Ces derniers doivent être modélisés d'une

manière très différente des signaux de GPS.

Dans ce papier quelques analyses théoriques de ces facteurs seront discutées afin de déterminer si l'utilisation des signaux des pseudolites peut améliorer les résultats de GPS.

En particulier, les effets des signaux additionnels des pseudolites sur la résolution d'ambiguïté et de l'exactitude de positionnement ont été étudiés.

Des expériences statiques et cinématiques ont été effectuées en utilisant des récepteurs de NovAtel avec trois pseudolites d'Integrinautics IN200CXL.

Les résultats indiquent que l'exactitude de la composante altimétrique peut, en effet, être améliorée au même niveau que les composantes horizontales. L'exactitude, la fiabilité, la disponibilité et l'intégrité des solutions d'un système intégré de GPS et de pseudolites peuvent également être significativement améliorées.

## Session B1 : Localisation précise avec la phase de la porteuse - Variante/2 - Réception de la phase avec un récepteur portatif Garmin

C.J. Colline, T. Moore, Institut de Technologie pour la Topographie et la Géodésie, Université de Nottingham, R-U ; M. Dumville, Nottingham, l'Université de Nottingham, U K

GRINGO (GPS RINEX Generator) est un programme qui a été développé à l'Institut de technologie pour la Topographie et la Géodésie Spatiale (IESSG) à l'Université de Nottingham, pour enregistrer les données de phase de la porteuse et des pseudo-distances des récepteurs portatifs GPS de 12 canaux de Garmin, dans le format standard RINEX, format indépendant du type de récepteur.

Il offre aux utilisateurs de ces récepteurs la possibilité de post-traitement avec une précision d'approximativement 5 m (avec des pseudos distances) ou de 10 centimètres (avec la phase de la porteuse), sans devoir investir dans un équipement DGPS pour lesquels les appareils sont chers.

Ils conservent les avantages d'avoir un récepteur peu coûteux avec une interface d'utilisateur très conviviale et des moyens

très intéressants tels que la possibilité de traitement ultérieur des mesures ce qui améliore les performances de ces appareils, sans pour cela perdre les avantages d'un récepteur portatif.

Cette précision pourrait être utile pour les applications de GIS, là où l'ancienne précision de 100 m réalisable avec le GPS autonome était insuffisante.

Un grand nombre d'essais ont été effectués pour évaluer l'exactitude du positionnement avec les données brutes de mesure tirées d'un récepteur Garmin.

- Un essai de vecteur nul, avec deux récepteurs de Garmin reliés à une antenne statique simple, on a prouvé que dans des conditions idéales, des précisions sous-centimétriques sont possibles avec des mesures de phase de la porteuse.

- Le même essai, en ligne de base nulle, avec une exactitude meilleure que le mètre



a été réalisé avec les données cumulées de pseudo-distances, 95 % des solutions sur une seule époque sont dans les 5 m.

- Plusieurs essais statiques de mesure de la phase de la porteuse sur des longueurs variables ont prouvé que la mesure de la phase de porteuse se comporte exactement comme il est attendu pour un récepteur sur une seule fréquence.

Sur des lignes de base courtes (1-2 km) et sur des vecteurs allant jusqu'à 20 km et toutes les valeurs intermédiaires, une précision de quelques centimètres est possible.

Au-delà, sur des vecteurs plus grands (env. 200 kilomètres), les effets atmosphériques dominent.

Une comparaison utilisant des mesures simultanées avec des récepteurs géodésiques a prouvé que l'atmosphère affecte

les récepteurs de Garmin exactement comme elle le fait sur les récepteurs géodésiques.

- Un essai de "parcours", dans lequel un seul récepteur de Garmin a été employé pour enregistrer l'itinéraire d'une voie exactement connue, a prouvé qu'une exactitude que 5 m pour la voie enregistrée était possible, en utilisant juste l'antenne intégrée et les données enregistrées de pseudo-distances.

La communication définitive du 13 septembre 2000 présentera les résultats de ces essais et d'autres expériences.

## À Singapour : l'amélioration du positionnement en temps réel en utilisant efficacement le réseau multiple de stations de référence

Chen, P. Goh, Université Technologique De Nanyang, Singapour ; S. Han, C. Rizos, l'Université des Nouvelles Galles du Sud, Australie

Le réseau multiple de stations de références intégré installé par Singapour (SIMRSN) est conçu pour obtenir une grande précision à l'aide du GPS en temps réel et pour les applications en traitement différé.

Singapour étant situé près de l'équateur, les effets de réfraction tant ionosphériques que troposphériques sont très importants et affectent sérieusement les possibilités de résolution d'ambiguïtés entières si on utilise la technique conventionnelle du temps réel cinématique (RTK).

Pendant cette année où l'activité des taches du soleil sera à son maximum la situation sera encore plus mauvaise.

Le SIMRSN fournit le moyen correction des retards ionosphérique et troposphérique, qui sont calculés en temps réel à partir de ses stations de référence, les utilisateurs de GPS peuvent appliquer ces corrections pour réduire des polarisations systématiques des doubles différences de leurs observations.

Par conséquent l'efficacité de la résolution d'ambiguïté et du positionnement en temps réel précis sera, en général, améliorée.

De manière à générer ces termes de correction les ambiguïtés entières doivent être fixées sur les deux longueurs d'onde.

Cependant, même avec des coordonnées précises connues, il n'est pas facile de fixer, en temps réel, les ambiguïtés entre les stations de référence, surtout pour les satellites qui se lèvent.

C'est pourquoi une nouvelle méthode est proposée. La méthode est la suivante : Les ambiguïtés "large voie" sont déterminées les premières, puis les ambiguïtés sur L1 (c'est-à-dire avec une longueur d'onde efficace de 10,7 cm) et le retard troposphérique rapporté au zénith du lieu sont estimés en utilisant une combinaison fournissant un observable dit "libre d'effet ionosphérique" en utilisant un filtre de Kalman.

Quand l'ambiguïté "flottante" non entière L1 sera connue avec une incertitude de moins de 0,15 cycle, et que la covariance relative sera également plus

petite qu'une certaine valeur prescrite, cette ambiguïté sera fixée.

L'avantage de la méthode est qu'il n'est nul besoin d'exécuter une initialisation au moment de la mise en route du système, ou quand il est remis en marche.

Un autre avantage est que l'ambiguïté L1 peut être fixée en quelques époques pour les satellites nouvellement levés, ou pour les satellites "réacquis" après une longue perte de réception, parce que le retard troposphérique résiduel est estimé en plus des ambiguïtés.

Après la détermination les ambiguïtés entre les stations de référence, il existe plusieurs méthodes sont employées pour "produire" les termes de correction.

Dans le cas du SIMRSN, c'est époque-par-époque et satellite-par-satellite, qu'un modèle linéaire ionosphérique de retard pour les doubles différences, et un modèle troposphérique relatif linéaire de retard rapporté au zénith du lieu sont envoyés aux utilisateurs.

Cette option réduit considérablement le nombre des paramètres qui doivent être émis, et par conséquent améliore potentiellement l'exécution des corrections en temps réel.

La méthode proposée a été utilisée avec succès au SIMRSN. Les résultats d'essais indiquent que cette méthode est robuste, et que le retard ionosphérique prévu (pour l'utilisateur de GPS) est meilleur que le cm.





## **Session DI: Technique et appareils de réception**

### **Une montre analogique comprenant un récepteur GPS de très faible consommation**

A. Farine, J. - D. Étienne, Y. Perri, K. Imfeld, S. Kuenzi, T.k. Nguyen, Y. Oesch, F. Piccini, P. Vez, groupe des laboratoires de Swatch - J. P. Wattenhofer, de E. Zellweger, de R. Dinger, d'Asulab SA, laboratoires de recherches et de développement, Suisse

#### **Introduction**

La montre-bracelet de taille normale a été équipée d'un récepteur complet des signaux GPS. La consommation d'énergie très faible (dans la gamme de 100 mW) et l'électronique très petite de GPS restent

compatibles avec les impératifs d'une montre.

Un récepteur de 12-canaux GPS pour la bande civile L1 est réalisé et peut être comparé à d'autres récepteurs. La technologie utilisée pour les circuits intégrés est BiMOS pour le circuit d'entrée, et CMOS pour la fréquence intermédiaire et devient le composant de base du "moteur" de GPS.

#### **Dispositifs généraux**

L'électronique de montre est divisée dans deux parties, comme indiqué par la présence de deux microprocesseurs: un moteur de GPS a activé par une base du temps 32768 Hz (un circuit d'horloge en temps réel) qui inclut une interface utilisateur complète avec un nombre restreint de boutons, un affichage d'une matrice de points et deux aiguilles pour la montre-bracelet analogique.

Les dispositifs conventionnels d'une montre (chrono, alarme, deuxième fois, etc.) sont intégrés sur le micro contrôleur fonctionnant à 32768 Hz. Ce microprocesseur est le pilote de ce système de deux processeurs, et sa consommation en énergie, en mode actif, est seulement quelque mW. Le processeur esclave, piloté par le maître, est un microcontrôleur de RISC, qui fonctionne à plusieurs mégahertz et fait fonctionner le logiciel de GPS.

#### **Conception mécanique**

La conception électronique est très directe, le récepteur GPS et les circuits de temps sont sur une carte électronique unique. La carte latérale inférieure porte les circuits d'entrée et de fréquence intermédiaire, y compris les composants nécessaires externes (filtres de SCIE,

quartz, composants passifs), le circuit intégré de la bande de base CMOS (corrélateur 12-canaux compris le microprocesseur esclave RISC) et la mémoire flash instantanée du programme.

Les circuits latéraux supérieurs comprennent une antenne plate collée (patch), le moteur d'entraînement de la montre analogique et finalement le microcontrôleur principal et les drivers pour l'interface utilisateur (boutons, aiguilles et affichage à cristaux liquides).

La batterie rechargeable (Li-ion ou NiMH de base) est placée sous la carte. Le boîtier de la montre GPS a la taille d'une montre Swatch ordinaire et peut être métallique ou en plastique. Antenne, affichage à cristaux liquides et aiguilles.

L'antenne est une petite pièce rapportée collée, ayant un volume de 14 x 14 4 mm<sup>3</sup>, elle est logée sous le cadran de montre-bracelet sous l'indication de "midi", le moteur des aiguilles est placé dans la partie centrale de la carte, juste près de l'antenne et des axes des aiguilles de la montre analogique.

L'affichage à cristaux liquides est placé sous le cadran de la montre, sous la marque des 6 heures. En plus de leurs possibilités normales d'indiquer les heures et les minutes, les aiguilles sont également utilisées, dans le mode de GPS, par l'interface utilisateur pour montrer la direction du but à atteindre dans le mode de navigation de GPS, la direction du nord, ou la vitesse comme odomètre analogique dans une voiture. L'affichage à cristaux liquides est employé pour la distance, les coordonnées, la vitesse, etc.

**PixEdit 5**

**Logiciels professionnels pour le scannage  
le dessin  
l'assemblage  
la modification  
la vectorisation  
des grands documents  
fichiers raster  
couleur noir & blanc**

**Consultez notre site <http://www.pixedit.net>  
et téléchargez une version de démonstration**

# analyse qualitative d'une voie ferrée par levé dynamique GPS

Philippe Hallé – SNCF – Division de topographie



## Le Profilomètre

### Description et principe de fonctionnement

Le profilomètre ferroviaire est un appareil de mesure dynamique qui lève la position de l'axe de la voie en tenant compte de plusieurs informations :

- Observations GPS,
- Données de corrections GPS en provenance d'une station de référence,
- Données inclinométriques : dans les sections courbes, la voie est fréquemment en dévers et le plan de roulement est rarement horizontal,
- Données extensométriques : dans les portions courbes, l'écartement de la voie est plus important qu'en alignement.

Basé sur le principe de la mesure GPS différentielle Temps Réel "RTK-PDGPS", utilisée en mode cinématique, le profilomètre est composé d'une station de référence (mise en station sur un point connu) et d'une composante mobile appelée SURVER.

Le système est constitué principalement d'une antenne GPS, d'une liaison radio, de capteurs (inclinomètre et extensomètre) et d'un ordinateur embarqué.

### Données fournies

Le profilomètre permet l'acquisition d'informations par profil environ métrique suivant la cadence d'enregistrement et la vitesse de déplacement.

Chaque levé génère cinq fichiers :

- Un fichier graphique de type binaire contenant un tracé théorique interpolé par une courbe Spline dont la section de base est paramétrable par l'utilisateur.
- Un fichier de données dans lequel sont enregistrées, toutes les secondes, l'ensemble des mesures effectuées par les deux capteurs.
- Trois fichiers résultats de type ASCII dont :
  - Un fichier résultats comprenant notamment les coordonnées planes réduites à l'axe exprimées dans le système N.T.F. ou autres, le dévers, l'écartement ainsi que la position de l'antenne au-dessus d'une file de rail,
  - Un fichier erreurs donnant des informations sur la précision des mesures,
  - Un fichier protocole enregistrant l'ensemble des paramètres actifs durant la mesure ainsi que les différents messages d'information ou d'incidents survenus pendant le levé.

## Contexte

### Introduction

L'acquisition et le développement du profilomètre sont inscrits à la Division Topographique de la SNCF dans une perspective d'amélioration de la connaissance et de la maintenance des voies ferrées. Ces domaines nécessitent une description simple et complète de la géométrie à destination de Services d'études et des informations sur la qualité de la voie, géoréférencée, pouvant assurer une intervention rapide des brigades d'entretien de la voie.

Pour y parvenir, nous avons été amenés à développer deux applications ferroviaires distinctes :

- La première consiste à adapter les mesures du profilomètre au calcul de flèches pour détecter des défauts éventuels de la voie.
- La seconde application est développée dans le but de décomposer le tracé en une succession d'éléments géométriques (droite, cercle ou clothoïde) à partir du semis de points obtenu. Le traitement des données met en évidence la géométrie réelle de la voie et les déformations de celle-ci en la comparant à la position théorique calculée. Les écarts entre le levé et les éléments géométriques calculés nous permettent d'évaluer la qualité de la géométrie de la voie.

Cette application associée à la connaissance de la géométrie d'origine de la voie nous renseigne des mouvements de celle-ci lors des différentes interventions de maintenance.

Compte tenu de la mesure GPS et des précisions souhaitées (subcentimétrique en plan et millimétrique en nivellement), ces applications sont utilisées à ce jour uniquement en planimétrie.

### Calcul de flèches par profilomètre ferroviaire

#### Méthodes actuelles

Outre des mesures directes réalisées sur le terrain par des agents de brigades, il existe des véhicules d'auscultation de la voie "les voitures MAUZIN". Ces voitures sont capables d'enregistrer les flèches et d'autres mesures, toujours en relatif, en vraie grandeur et en temps réel, sur une base de 33 mètres. Les résultats sont fournis à partir de capteurs qui sont en contact avec la voie. Les voitures peuvent être intégrées dans des trains de voyageurs et circuler à une vitesse de 160 km/h. Les caractéristiques des deux méthodes sont les suivantes :

Mesures directes :

- Équipe de 3 personnes,
- Cordes de 20 mètres avec des profils tous les 10 mètres. La mesure est réalisée à partir d'un fil en acier calibré tendu

aux extrémités et d'une lecture directe sur une règle au milieu de la corde ainsi matérialisée.

- **Avantages :**
  - Mesure précise quand la méthodologie prévue est respectée,
  - Intervention possible à tout moment.
- **Inconvénients :**
  - Pénibilité d'intervention : la mesure est au niveau du rail,
  - Lenteur d'avancement,
  - Faute de lecture ou de transcription, erreur de tension ou de positionnement, possibles.

Mesures Mauzin :

- Cordes de 33 mètres,
- Enregistrement mécanique transcrit sur papier et disponible sous la forme de fichiers texte,
- **Avantages :**
  - Pas de risques d'insécurité pendant l'intervention sur la voie,
  - Rapidité d'avancement,
- **Inconvénients :**
  - Disponibilité des voitures faible : la périodicité des mesures est de 4 à 6 mois sur les lignes classiques. Pour les LGV le suivi est plus fréquent, de 15 jours à 1 mois, et suffisant pour la maintenance des voies.

Le non respect des flèches constantes en courbe se traduit par des problèmes de confort ressentis par les voyageurs.

## Méthode nouvelle

### Méthode de calcul

Le levé issu du profilomètre ne fournit pas directement les valeurs de flèches mais un semis de points connus en coordonnées (X, Y). Nous avons été amenés à développer un logiciel permettant d'automatiser les calculs.

Les résultats concernant les flèches de dressage (ripage de la voie en plan) montrent une fiabilité comparable à celle de flèches mesurées manuellement ou enregistrées par la voiture Mauzin.

### Principales fonctionnalités du programme

- Recaler le tracé en abscisse kilométrique, après le levé. Le PK n'est pas toujours visible sur le terrain, au démarrage du levé.

Des modifications dans le fichier texte des résultats sont possibles à l'aide d'un tableur mais l'intervention manuelle dans les fichiers est toujours à éviter.

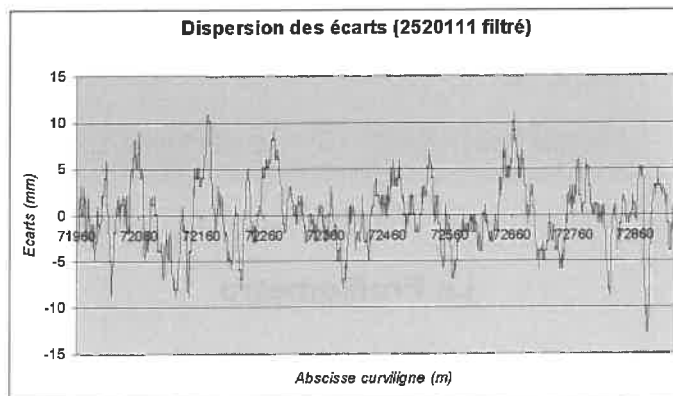
À présent, la seule contrainte à respecter sur le terrain est de faire correspondre le sens des PK croissants avec le sens de parcours du profilomètre.

- Modifier les paramètres : plusieurs calculs sont ainsi possibles à partir du même fichier pour des longueurs de corde et des pas de calcul différents (une fourchette de 1 à 50 mètres est proposée par l'intermédiaire d'une jauge).
- Générer et visualiser des graphiques au sein de l'application représentant, en fonction de l'abscisse curviligne :
  - les flèches de dressage calculées,
  - les flèches verticales calculées avec une précision centimétrique,
  - les valeurs d'écartement mesurées,
  - les valeurs de dévers mesurées.
- Imprimer et visualiser le fichier d'origine, le fichier contenant les flèches et les graphiques.

### Précision

Une étude comparative des flèches entre les différentes méthodes de mesure (SURVER, mesure directe et Mauzin) et des tracés théoriques de voies nouvelles nous a permis de quantifier une précision de 3 mm.

Cette précision est atteinte par le fait que le calcul de flèches provient d'une différence de mesures GPS distantes de quelques dizaines de mètres et d'un lissage préalable du semis de points obtenu par la méthode de la moyenne mobile (sur quatre points avec un recoupement de deux points). Le bruit de la mesure est fortement diminué sur une courte distance, ce qui n'aurait pas été le cas sur des longueurs plus grandes comme l'atteste le graphe de dispersion des écarts.



Graphe de dispersion des écarts sur 1 km

Nous avons constaté sur plusieurs levés que le positionnement dépend d'une ondulation avec des pics pouvant atteindre 2 centimètres, sur une période de 150 mètres environ.

### Avantages de la méthode

Cette méthode permet d'obtenir une liste de flèches, avec un pas et une longueur de corde paramétrables, accompagnée d'une visualisation graphique. Les variations constatées dans les alignements et les cercles identifient précisément et rapidement les zones où la géométrie n'est pas respectée, pouvant conduire à des problèmes d'entretien de la voie.

Elle est un complément aux mesures actuelles qui ne peuvent pas toujours être mises en œuvre, faute de disponibilité.

## Décomposition du tracé ferroviaire en éléments géométriques

### Objectifs

À partir du semis de points connus en (X, Y), il s'agit de retrouver la succession d'éléments géométriques constituant le tracé. Pour cela, il est nécessaire de :

- Concevoir des tests de reconnaissance pour identifier l'élément à calculer,
- Filtrer le semis car la densité de points et d'informations enregistrée s'avère importante (1 250 points par kilomètre en moyenne),
- Choisir une méthode d'ajustement permettant de minimiser les écarts.

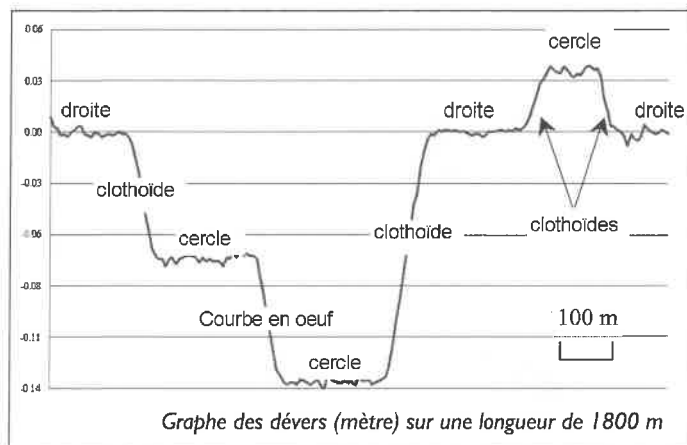
### Méthode de reconnaissance des éléments

L'ordre des éléments n'étant pas connu à l'avance, la variation de dévers est le critère de sélection retenu en utilisant des valeurs limites propres à chaque figure. Une fois identifiés, les cercles des moindres carrés et les droites de régression sont calculés. Sont ensuite insérés les raccordements progressifs du type clothoïde, courbe à point d'inflexion et courbe en œuf. (cf. Graphe ci-contre).

### Résultats et précision

La décomposition du tracé se présente sous la forme d'un tableau dans lequel nous trouvons toutes les informations relatives à la géométrie planimétrique de la voie, à savoir :

- La nature de l'élément calculé (droite, cercle, élément de raccordement),



- Point kilométrique,
- Coordonnées (X, Y) des extrémités de chaque élément,
- Longueur de chaque élément,
- Pour un cercle: coordonnées du centre et rayon, ainsi que le dévers moyen,
- Pour une clothoïde: le paramètre A.

Trace en Plan: Eléments Géométriques Calculés - Fichier: 0507002C				
Km Origine	Type Elément	Rayon ou Para	Km Extrême	
X Origine	Dévers Moyen	X Centre	X Extrême	
Y Origine	Longueur	Y Centre	Y Extrême	
123911.847	ALIGNEMENT		125107.210	
902463.864			901322.554	
148886.204	1195.363		149169.489	
125107.210	CLOTHOÏDE	218.239	125155.502	
901322.554			901275.734	
149169.489	46.292		149181.316	
125155.502	CERCLE	966.265	125711.540	
901275.734	0.131	901532.844	900806.702	
149181.316	556.038	150133.478	149466.069	

#### Résultat de la décomposition

Dans le cas d'un tracé rectiligne, nous obtenons des écarts types de l'ordre de 5 millimètres par rapport au tracé moyen,

Tableau de Contrôle des Ecartés en Plan - Fichier: 0507002C									
Km Pt Levé	X Pt Levé	Y Pt Levé	Km Pt Rebat	X Pt Rebat	Y Pt Rebat	Ecart (m)	+ Ec < /cm	- Ec > /cm	
124921.441	901502.842	149125.492	124921.631	901502.846	149125.508	-0.018	>		
124931.442	901493.126	149127.858	124931.631	901493.131	149127.879	-0.024	>		
124941.441	901483.410	149130.225	124941.631	901483.416	149130.249	-0.025	>		
124951.440	901473.694	149132.590	124951.630	901473.701	149132.619	-0.030	>		
124961.442	901463.976	149134.948	124961.630	901463.985	149134.988	-0.042	>		
124971.443	901454.262	149137.324	124971.631	901454.270	149137.359	-0.036	>		
124981.443	901444.545	149139.688	124981.631	901444.555	149139.729	-0.042	>		
124991.443	901434.828	149142.051	124991.631	901434.840	149142.099	-0.049	>		
125001.445	901425.112	149144.419	125001.632	901425.124	149144.468	-0.051	>		
125011.443	901415.394	149146.776	125011.631	901415.408	149146.836	-0.064	>		
125021.445	901405.677	149149.137	125021.631	901405.694	149149.208	-0.073	>		
125031.445	901395.961	149151.503	125031.631	901395.979	149151.578	-0.077	>		
125041.445	901386.244	149153.867	125041.632	901386.264	149153.948	-0.033	>		
125051.446	901376.526	149156.234	125051.632	901376.546	149156.316	-0.056	>		
125061.447	901366.812	149158.601	125061.632	901366.833	149158.688	-0.059	>		
125071.446	901357.096	149160.968	125071.632	901357.118	149161.058	-0.092	>		
125081.446	901347.381	149163.337	125081.632	901347.403	149163.427	-0.083	>		
125091.445	901337.665	149165.705	125091.632	901337.688	149165.797	-0.085	>		
125101.445	901327.953	149168.088	125101.632	901327.973	149168.167	-0.084	>		
125111.447	901318.247	149170.492	125111.632	901318.258	149170.537	-0.047	>		
125121.447	901308.549	149172.930	125121.632	901308.546	149172.917	0.013	<		
125131.447	901298.859	149175.398	125131.632	901298.841	149175.326	0.075	<		
125141.449	901289.160	149177.913	125141.632	901289.147	149177.785	0.132	<		
125151.447	901279.518	149180.430	125151.633	901279.471	149180.314	0.182	<		
125161.448	901269.872	149183.129	125161.638	901269.818	149182.933	0.203	<		
125171.448	901260.247	149185.841	125171.637	901260.192	149185.650	0.199	<		
125181.449	901250.651	149188.555	125181.640	901250.593	149188.464	0.201	<		
125191.448	901241.071	149191.523	125191.641	901241.025	149191.374	0.156	<		
125201.452	901231.522	149194.493	125201.643	901231.488	149194.382	0.117	<		
125211.448	901222.009	149197.571	125211.643	901221.980	149197.486	0.080	<		
125221.449	901212.529	149200.756	125221.644	901212.505	149200.686	0.074	<		
125231.449	901203.077	149204.021	125231.645	901203.063	149203.982	0.041	<		
125241.449	901193.883	149207.394	125241.645	901193.858	149207.374	0.022	<		
125251.451	901184.285	149210.865	125251.645	901184.283	149210.851	0.005	<		
125261.451	901174.980	149214.527	125261.644	901174.947	149214.442	0.081	<		
125271.462	901165.692	149218.234	125271.646	901165.646	149218.119	0.125	<		
125281.462	901156.409	149221.951	125281.647	901156.383	149221.883	0.088	<		

Visualisation des écartés par rapport au tracé calculé

indiquant une faible dispersion. En courbe, la répétabilité des mesures est excellente: les coordonnées du centre et le rayon sont déterminés avec une précision inférieure à 3 centimètres.

#### Intérêts de la décomposition

Avant la réalisation de cette application de décomposition en éléments géométriques, les bureaux d'études intervenaient sur le tracé à partir d'un levé de l'axe de la voie par profil au mieux de 10 mètres, réalisé par méthodes conventionnelles (levés tachéométriques ou par GPS Temps réel). Le travail consiste à intégrer précisément des éléments théoriques dans le semis de points, sans analyse particulière.

La faible densité de points n'est ainsi pas suffisante pour restituer une géométrie rigoureuse reflétant la qualité actuelle de la voie.

La décomposition du tracé ferroviaire permet en premier lieu d'améliorer la connaissance de la géométrie réelle de la voie. Pour obtenir une détermination fiable, il est indispensable de lever des éléments géométriques sur au moins 100 mètres à chaque extrémité du levé.

Les piquets de courbe représentant les points particuliers de début et fin de raccordement planimétrique (ORP et FRP) sont généralement implantés le long des voies. Dans le cas où ils sont endommagés ou ont disparu, il est difficile de les rétablir sans l'intervention d'un géomètre. Notre application permet de localiser ces points avec une précision inférieure à 10 mètres. Cette précision est suffisante pour permettre aux engins d'entretien de la voie de réaliser correctement les travaux de maintenance.

Il est en outre possible de comparer le tracé théorique de la pose et le tracé actuel recalculé, afin d'identifier tous les mouvements dans le temps.

Le calcul des écarts entre les points levés et le tracé calculé permet enfin d'évaluer la qualité de la géométrie de la voie. Le tableau ci-dessous indique, en fonction du Point Kilométrique, les coordonnées des points levés et de ces mêmes points rabattus sur le tracé calculé. Les écarts sont inscrits numériquement et représentés sous forme de flèches pour faciliter la visualisation.

Les points levés se trouvent à droite du tracé calculé

Les points levés se trouvent à gauche du tracé calculé



## Calcul de gauche

Outre les deux applications développées, le profilomètre ferroviaire permet de calculer des valeurs de gauche qui est un critère de qualité de la géométrie de la voie: il s'agit d'une variation de dévers exprimée en mm/m. et mesurée sur une base donnée.

Si les valeurs calculées dépassent des seuils quantifiés, des interventions de maintenance ou des ralentissements de vitesse sont mis en place immédiatement.

Ces seuils se traduisent principalement par des risques de sécurité sur la circulation des trains.

Le gauche identifie un défaut court sur une file de rail.

Des essais comparatifs avec la voiture Mauzin et un engin anglais de relevé relatif de la voie ont donné des résultats comparables et satisfaisants.

## Conclusion

La mesure différentielle GPS en temps réel permet de générer des semis de points denses, précis et immédiatement exploitables sur plusieurs kilomètres.

Au-delà de la position de la voie en absolu, le profilomètre ferroviaire et ses applications sont des outils d'aide à la décision. Ils facilitent grandement la connaissance de la voie, tant en amont dans la préparation d'opérations d'entretien de la voie, qu'en aval dans la vérification de travaux réalisés.

De plus la diversité des informations nous fait envisager des gains de temps importants dans l'analyse de la qualité de la voie et dans le respect de la géométrie sans faire appel à des compétences diverses.

Le bruit de la mesure plus important sur la composante altimétrique freine actuellement nos développements et nous oblige à des interventions fréquentes en nivellement direct.

### **Olivier Reis**

*Ingénieur géomètre-topographe ENSAI Strasbourg*

*Diplômé de l'Institut de traducteurs et d'interprètes (ITI) de Strasbourg*

*9, rue des Champs F-57200 SARREGUEMINES*

*Téléphone : 03 87 98 57 04 Télécopie : 03 87 98 57 04 E-mail : o.reis@infonie.fr*

**Pour toutes vos traductions d'allemand et d'anglais en français en  
topographie - géodésie - photogrammétrie - SIG - cartographie - GPS**

### **Reinhart Stölzel**

*Ingénieur géomètre-topographe*

*Interprète diplômé de la Chambre de commerce et d'industrie de Berlin*

*9, rue de l'Europe - F-67560 ROSHEIM*

*Téléphone : 00 33 3 88 49 24 14 E-mail : Stoelzel@t-online.de*

**Pour toutes vos traductions de français et d'anglais en allemand en  
topographie - géodésie - chemin de fer - routes**

### **Paul Newby**

*Membre de la Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS)*

*Diplômé des universités de Cambridge (géographie) et de Londres (photogrammétrie)*

*9 Merrytree Close, West Wellow, Romsey, Hants SO51 6RB GB*

*Téléphone : 00 44 1794 322 993 Télécopie : 00 44 1794 324 354 E-mail : xav40@dial.pipex.com*

**Pour toutes vos traductions de français en anglais en  
topographie - géodésie - GPS - SIG - cartographie - photogrammétrie - télédétection**

***Des topographes traducteurs à votre service***

# le calcul du gisement en topographie

## une nouvelle approche pour l'outil informatique

José Mène Berre – Ing. ESGT-CNAM – Enseignant

### Introduction

En topographie, le calcul du gisement à partir de points connus en coordonnées rectangulaires fait appel essentiellement aux opérations arithmétiques.

Le présent article propose une approche nouvelle, désormais utile et possible, grâce à la performance des outils informatiques modernes (calculatrices programmables, ordinateurs).

Parmi les quatre méthodes que le lecteur aura à sa disposition, j'en propose une nouvelle dont nous verrons les avantages. Auparavant je vais revenir sur une notion mathématique plus large : les coordonnées polaires.

### I. Des coordonnées polaires au gisement

#### I.1. Les coordonnées polaires

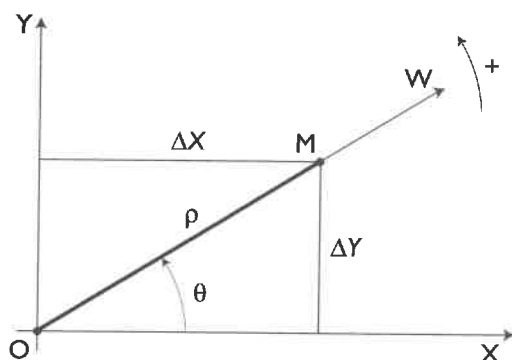


Fig. 1 – Conventions de la Trigonométrie

Soit le système orthonormé (O, X, Y) dans un plan orienté dans le sens trigonométrique. À tout point M du plan orienté, on peut associer la direction orientée (O, W) passant par le point M ( $X_M, Y_M$ ):

- (O, X) est l'axe polaire, d'origine O (le « pôle »)
- $\theta = (OX, OM)$  = angle polaire
- $\rho = \overline{OM}$  = rayon polaire (ou rayon vecteur)
- $\rho$  et  $\theta$  sont les coordonnées polaires de M dans ce système.

Si on considère la fonction tangente  $\tan\theta = (\Delta Y / \Delta X)$ , on définit la fonction inverse arctangente par l'expression:

$$\theta = \text{Arctg}\left(\frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}\right) = \text{Arctg}\left(\frac{\Delta Y}{\Delta X}\right) \quad (E1)$$

Arctg admet une infinité de déterminations. La principale est comprise dans l'intervalle  $[-\pi/2; +\pi/2]$  radians.

#### I.2. Le gisement en topographie

Les conventions utilisées en mathématiques (fig. 1) diffèrent sur certains aspects de celles de la topographie (fig. 2)

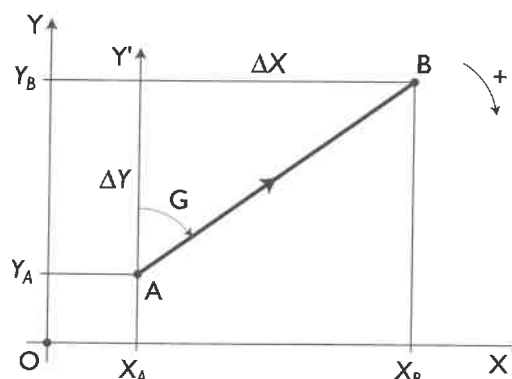


Fig. 2 – Conventions de la topographie

- (OY) est l'axe polaire (dans un système général, c'est l'axe origine du système de projection).
- Le sens positif des angles topographiques est le sens de rotation des aiguilles d'une montre (sens dextrogyre).
- On détermine le système de coordonnées de manière à travailler avec des points situés dans le cadran dont X et Y sont positifs.
- L'unité angulaire utilisée en topographie est le grade (exclue du système international). Son symbole est « gon ».

Le gisement d'une direction orientée (AB) est l'angle que fait (AB) avec (AY') axe parallèle à l'axe des ordonnées du plan. Il est compté dans le sens direct topographique, de 0 à 400 gons.

Le gisement de (AB) se calcule en deux étapes:

- Application de la formule

$$G = \text{Arctg}\left(\frac{X_B - X_A}{Y_B - Y_A}\right) = \text{Arctg}\left(\frac{\Delta X}{\Delta Y}\right) \quad (E2)$$

qui est valable pour  $\Delta Y \neq 0$  et donne des résultats compris entre  $[-100; +100]$  gon:

- Transformation des valeurs calculées avec (E2) (de l'intervalle  $[-100; +100]$  vers l'intervalle  $[0; +400]$  gon).

La maîtrise du mécanisme de cette transformation fait l'intérêt des méthodes de calcul qui vont être exposées dans ce qui suit.

## 2. Le calcul du gisement par la méthode traditionnelle

Dans cette première méthode, le mécanisme de transformation de  $G$  est fondé sur l'observation des signes des coordonnées relatives:  $\Delta X = X_B - X_A$  et  $\Delta Y = Y_B - Y_A$ .

Nous distinguerons 4 cas selon la position relative de B par rapport à A (fig. 3).

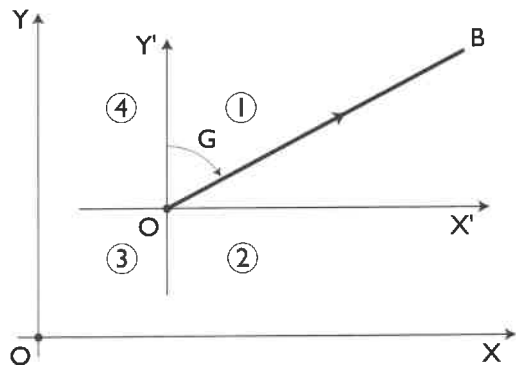


Fig. 3 – Les cadrans de calcul du gisement

Bsitué dans le:	Intervalles (en grades)	$\Delta X$	$\Delta Y$	Gisement $G_{AB}$
Cadrant 1	$]0; 100]$	+	+	$G_{AB} = G$
Cadrant 2	$]100; 200[$	+	-	$G_{AB} = G + 200$
Cadrant 3	$]200; 300[$	-	-	$G_{AB} = G + 200$
Cadrant 4	$]300; 400[$	-	+	$G_{AB} = G + 400$

Le tableau de calcul du gisement  $G_{AB}$  d'une direction orientée AB ci-dessus peut se résumer par les 3 conditions ( $C_k$ ) ci-dessous:

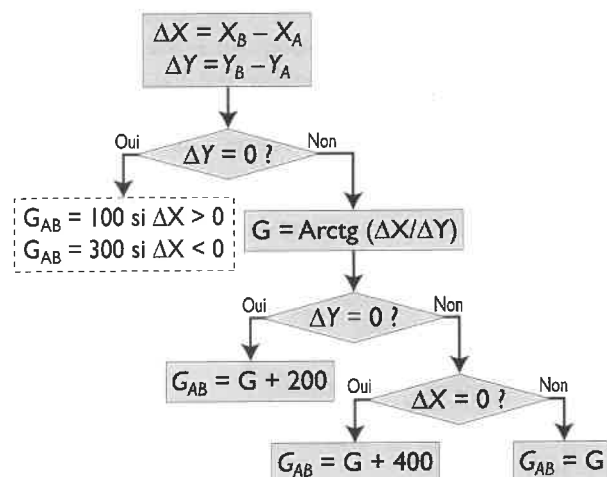
( $C_1$ ) Si  $\Delta Y < 0$  et  $\forall \Delta X$  alors  $G_{AB} = G + 200$

( $C_2$ ) Si  $\Delta Y > 0$  et  $\Delta X > 0$  alors  $G_{AB} = G$

( $C_3$ ) Si  $\Delta Y > 0$  et  $\Delta X < 0$  alors  $G_{AB} = G + 400$

Les deux dernières méthodes que nous verrons plus loin seront basées sur ces conditions.

**Algorithme** (on exclut le cas sans intérêt où  $\Delta X = \Delta Y = 0$ ):



Atouts de cette méthode:

- Elle permet de bien prendre conscience des différents cas en fonction des signes des paramètres.
- Elle est adaptée aux calculs manuels et ne requiert pas de calculatrice programmable

Limites de cette méthode:

- $ATAN(\Delta X/\Delta Y)$  n'est calculable que si  $\Delta Y \neq 0$ .
- Il faut prévoir des conditions pour avoir  $G_{AB} = 100$  ou  $300$  gons.

## 3. Le calcul du gisement par des méthodes orientées informatique

### 3.1. Méthode basée sur la fonction informatique ATAN2 (X, Y)

Divers outils informatiques actuels intègrent la fonction trigonométrique ATAN2. Citons par exemple: les outils de Microsoft® (Visual Basic, VB applications, tableur Excel), le langage C de Borland (dans sa librairie « Math.h »), etc.

Pour calculer le gisement topographique à l'aide de la fonction informatique ATAN2 (X, Y), il faut:

- Se rappeler que ATAN2 retourne des valeurs en radians
- Utiliser ATAN2 ( $\Delta Y/\Delta X$ ) au lieu ATAN2 ( $\Delta X/\Delta Y$ ) de pour tenir compte de la différence des conventions entre la topographie et la trigonométrie.

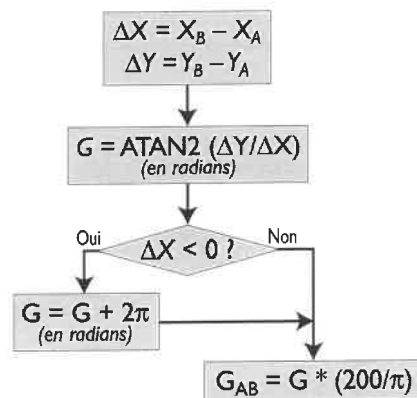
Avantages de cette méthode:

- La fonction ATAN2 ( $\Delta Y/\Delta X$ ) est définie pour  $\Delta X = 0$  ou. (La seule fois où elle vous indiquera une erreur, c'est lorsque vous donnerez simultanément les deux arguments avec une valeur nulle!).
- Elle est certainement la plus avantageuse à utiliser lorsque l'outil informatique en est doté.

Limites de cette méthode:

- Lorsque  $\Delta X < 0$ , il faut toujours ajouter  $2\pi$  radians au résultat issu de ATAN2 ( $\Delta Y/\Delta X$ ).
- Convertir à chaque fois les radians en grades (en multipliant le résultat par 200 et en divisant par  $\pi$ ).

**Algorithme** (on exclut le cas sans intérêt où  $\Delta X = \Delta Y = 0$ ):



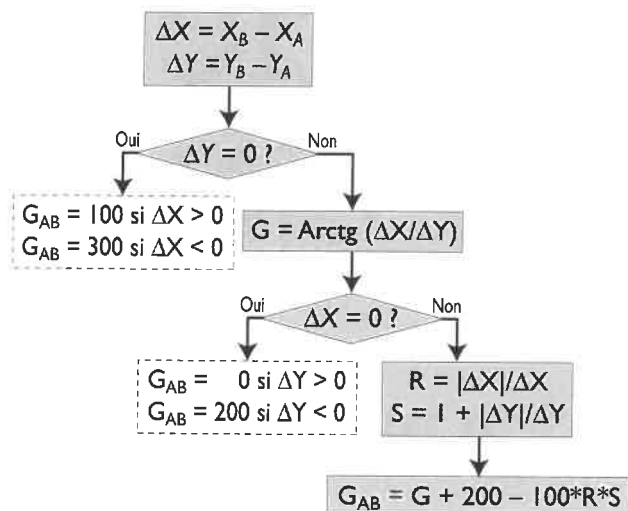
### 3.2. Méthode basée sur une formule unique (1)

Alors que dans la méthode traditionnelle, nous devons examiner les signes des coordonnées relatives, dans la présente méthode le gisement s'obtient par l'application d'une seule formule:

$$G_{AB} = a \tan\left(\frac{\Delta X}{\Delta Y}\right) + 200 - 100 * \left[\frac{\Delta X}{\Delta Y}\right] * \left[1 + \frac{\Delta Y}{\Delta Y}\right]$$

1 Pour les éventuels détails de syntaxe, nous conseillons de se reporter à la documentation du langage informatique utilisé.

**Algorithme** (on exclut le cas sans intérêt où  $\Delta X = \Delta Y = 0$ ):



Les avantages de cette méthode sont:

- Intégrer en une seule formule toutes les conditions de calcul d'un gisement.
  - S'abstenir d'analyser le signe des coordonnées relatives.
  - Être facile à implémenter (programmer).
- Limites de cette méthode:
- Elle n'est pas définie lorsque  $\Delta X = 0$  et lorsque  $\Delta Y = 0$ .

### 3.3. La combinaison de « Mène-Berre »

Pour l'établir, j'ai traduit chacune des conditions ( $C_k$ ) de la méthode traditionnelle par des fonctions mathématiques.

- La condition ( $C_1$ ) qui consiste à rajouter 200 gons à la valeur de  $G$  lorsque  $\Delta Y < 0$  pourra se traduire par:  
 $C_Y = 100 * [1 - |\Delta Y| / \Delta Y]$ .
- La condition ( $C_2$ ) est sans effet sur le résultat final.
- La condition ( $C_3$ ), qui consiste à rajouter 400 gons à la valeur de  $G$  lorsque  $\Delta X < 0$  pourra se traduire par une fonction qui certes rajoute 400 gons à  $G$ , mais qui surtout ramène tout nombre réel dans l'intervalle  $[0; +400[$ . Cette fonction qui est équivalente au « modulo » est  $G_{AB} = G - 400 * E(G/400)$  où  $E$  désigne la fonction partie entière.

Le gisement se calculera par l'application successive des deux formules ci-dessous:

$$G = \text{Arctg}\left(\frac{\Delta X}{\Delta Y}\right) + 100 * \left[1 - \frac{\overline{\Delta Y}}{\Delta Y}\right] \text{ et}$$

$$G_{AB} = G - 400 * E\left(\frac{G}{400}\right)$$

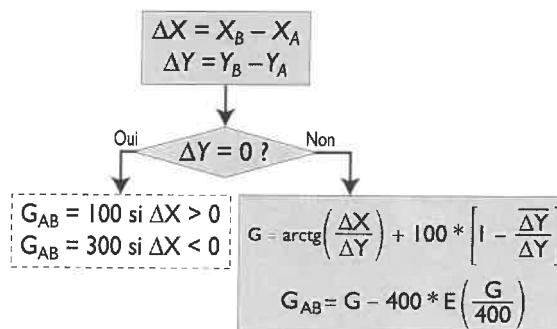
Si dans la plupart des langages informatiques la première formule s'écrit:

$$G = \text{atan}(\Delta X / \Delta Y) + 100 * (1 - \text{ABS}(\Delta Y) / (\Delta Y))$$

Notons qu'aujourd'hui certains langages informatiques intègrent l'opérateur « modulo » ou son équivalent. Dans ce cas, la syntaxe de la deuxième formule varie selon les outils:

- Sur calculatrices en basic (Casio, Sharp):  
 $G_{AB} = G - 400 * \text{INT}(G/400)$
- Sur Excel:  $G_{AB} = \text{MOD}(G; 400)$
- Sur Visual Basic:  $G_{AB} = \text{Remainder}(G, 400)$

**Algorithme** (on exclut le cas sans intérêt où  $\Delta X = \Delta Y = 0$ ):



Les avantages de cette méthode sont:

- Elle conserve la logique « traditionnelle » (tout en la traduisant par des concepts mathématiques simples: « partie entière », « modulo »).
- Elle se programme aisément (sur les calculatrices programmables; Tableurs, etc.)
- Elle conserve les mêmes propriétés que celles de l'arctangente (indéfinie lorsque  $\Delta Y = 0$ !).

Limite de cette méthode:

- Lors de la programmation, il faudra prévoir des conditions pour les 2 cas particuliers où  $G_{AB} = 100$  ou  $300$  gons.

## Conclusion

Le gisement est l'un des éléments clés du calcul géométrique appliqué à la topographie. Sa compréhension, son calcul et son implémentation sur informatique peuvent intéresser les étudiants et professionnels de divers métiers. Citons-les: Topographes, Cartographes, Géomaticiens, Photogrammètres, Informaticiens, Mathématiciens, Hydrographes, Navigateurs, Ingénieurs et techniciens du génie civil, des travaux publics et du bâtiment, Archéologues, Géologues, etc.

Pour tous, nous espérons que le présent article sera d'un intérêt à la fois pédagogique, technique et pratique.

## Références

- [1] M. Elayaci (1999), Opération simple et rapide, Revue XYZ n° 78 – 1<sup>er</sup> Trimestre, p. 90.

## REPertoire DES ANNONCEURS - N° 85

GEOMEDIA.....2° de couv.	GEOMEDITERRANEE.....81	NEWBY.....38
ESRI.....3° de couv.	HITACHI.....8	NIKON.....4
TOPO CENTER.....4° de couv.	ISTAR.....42	PENTAX.....79
	LE CAOUSOU.....61	REIS.....38
AERIAL.....31	LEICA.....2	SIRAP.....25
AEROSCAN.....67	MAURY-INFORMATIQUE.....26	SPECTRA PRECISION.....82
AZIMUT.....76	MERCI, PIX EDIT.....34	STÖLZEL.....38
ECOLE CHEZ SOI, ECS.....74	MICAD.....1	TRIMBLE.....6



# Donnez du relief à vos projets

## ISTAR : la Haute Résolution numérique



**25 cm** de résolution  
Orthoimage vraie



**1 m** de résolution  
Modèle 3D

40 villes Haute Résolution  
en France à notre catalogue  
HotSpots : **[www.istar.com](http://www.istar.com)**

2600, route des Crêtes - BP 282  
06905 Sophia Antipolis  
CEDEX FRANCE  
Tel. +33 (0)4 97 23 23 23  
Fax +33 (0)4 93 95 83 29  
e-mail: [mktg@istar.fr](mailto:mktg@istar.fr)





## **propagation des erreurs sur les superficies d'un projet de remembrement traité au moyen d'un SIG**

**El Hassane SEMLALI – Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II**

### **Résumé**

L'identification des erreurs affectant les données géographiques et leur propagation à travers les opérations réalisées au sein d'un système d'information géographique font l'objet d'un nombre croissant de recherches depuis quelques années. Cette étude concerne l'estimation de la propagation des erreurs de position sur les superficies des parcelles remembrées. L'estimation des erreurs est faite sur plusieurs parcelles d'un secteur de remembrement rural, en considérant quatre cas de figures. Sous les considérations faites, les résultats montrent que l'on peut donner une estimation a priori sur les précisions des données de départ pour garantir des superficies qui respectent les tolérances appliquées au cadastre marocain.

### **Introduction**

La qualité de l'information géographique est étroitement liée à la nature des erreurs dans les données de base. Ces données peuvent être entachées d'erreurs de magnitudes variables. L'existence des erreurs dans les données sources implique leur propagation par les moyens de traitement, puis leur subsistance dans les résultats dérivés et leur effet sur la prise de décision. Par conséquent, l'exactitude de ces résultats sera fonction des erreurs entachant les données et des erreurs intervenant dans les opérations d'analyse spatiale.

Dans cet article, nous étudions la propagation des erreurs de position dans la détermination des superficies attribuées dans le cadre d'un projet de remembrement rural traité au moyen du SIG-logiciel ArcInfo. Dans un premier temps, nous discutons la propagation des erreurs dans les opérations de superposition multicouches dans le cas du remembrement rural. Ensuite, nous développons les formules de la propagation des erreurs sur la superficie d'un polygone en général, puis dans le cas du remembrement en particulier. Nous terminons par une analyse des erreurs de position à ne pas dépasser pour respecter les tolérances sur les superficies réduites des parcelles remembrées.

### **Estimation de la précision des points d'intersection dans la superposition des plans parcellaires et des plans de classement des sols**

Semlali et Donnay (1998) ont effectué une série de tests expérimentaux pour l'estimation de la précision des coordonnées des points d'intersection de deux couches de polygones en appliquant la loi de la propagation des erreurs.

Dans le cas du remembrement rural, pour déterminer les apports par classe de sols, on effectue la superposition des plans parcellaires et des plans de classe-



ment des sols. En général les plans parcellaires font l'objet d'un levé direct ou par des procédés photogrammétriques, alors que les limites des classes de sols ne sont connues qu'approximativement. La notion de précision de la carte de classement des sols est basée sur la précision de la carte pédologique. La précision de cette dernière est exprimée en fonction de la densité d'observation par unité de surface, c'est dire par une relation entre échelle et nombre d'observations, la densité idéale d'observation est d'une observation par 0,25 cm<sup>2</sup> de carte, soit une densité normale de 4 observations par cm<sup>2</sup>, mais cette estimation serait vaine si elle ne fait pas intervenir la connaissance de l'organisation spatiale du milieu (Bourgeon et Bertrand, 1983). Les mêmes auteurs ajoutent que la connaissance du milieu implique l'acquisition d'un minimum d'information qui constitue un seuil, chaque seuil correspond à une étude plus détaillée du niveau d'organisation. L'estimation de l'exactitude d'une carte pédologique est donc une opération très délicate qui nécessite des études plus fines, la validité des études doit être établie en fixant des normes a priori.

Admettant ces hypothèses, on s'intéresse ici à connaître l'influence des erreurs dans les limites des classes de sols sur les points d'intersection avec les plans parcellaires.

Pour ce faire, nous avons sélectionné plusieurs parcelles de forme différentes, ayant un ou plusieurs points d'intersection avec les limites des classes de sols, dont les superficies varient entre 18 a et 3 ha. Ne disposant d'aucun élément pour estimer les précisions des coordonnées des parcelles, nous avons supposé, dans une première étape, que l'écart-type sur les coordonnées  $x$  et  $y$  des parcelles est égal à une fois l'erreur graphique (considérée égale à 0,1 mm), les plans parcellaires étant établis à l'échelle 1/5000, soit :

$$\sigma_x = \sigma_y = 0,5 \text{ m}$$

En gardant cette précision fixe, nous faisons varier la précision des limites des classes de sols en supposant une erreur égale à une fois, deux fois et quatre fois l'erreur graphique.

Les plans de classement des sols sont établis à l'échelle 1/25 000 (ou 1/20 000), en désignant par  $\sigma_u$  et  $\sigma_v$  les précisions sur les limites des classes de sols, on étudie l'influence de cette variation dans les trois cas suivants :

1<sup>er</sup> cas :  $\sigma_x = \sigma_y = 0,5 \text{ m}$  et  $\sigma_u = \sigma_v = 2,5 \text{ m}$

2<sup>e</sup> cas :  $\sigma_x = \sigma_y = 0,5 \text{ m}$  et  $\sigma_u = \sigma_v = 5 \text{ m}$

3<sup>e</sup> cas :  $\sigma_x = \sigma_y = 0,5 \text{ m}$  et  $\sigma_u = \sigma_v = 10 \text{ m}$

Dans une deuxième étape, nous avons considéré une erreur sur les coordonnées

égale à deux fois l'erreur graphique aussi bien pour les parcelles que pour les limites des sols, c'est le quatrième cas étudié.

4<sup>e</sup> cas :  $\sigma_x = \sigma_y = 1 \text{ m}$  et  $\sigma_u = \sigma_v = 5 \text{ m}$

Dans le premier cas, les précisions (en terme d'écart-type) sur les coordonnées des points d'intersection (désignés par  $x_0$  et  $y_0$ ) varient entre 0,6 m et 11,2 m pour  $x_0$ ; entre 0,5 m et 19,8 m pour  $y_0$ . Dans le deuxième cas, les précisions sur  $x_0$  varient entre 0,9 m et 22 m, les précisions sur  $y_0$  varient entre 0,6 m et 39 m. Dans le troisième cas, ces précisions varient entre 1,5 m et 43,7 m pour  $x_0$  et entre 1 m et 77 m pour  $y_0$ . Dans le dernier cas, pour  $x_0$  on obtient des précisions allant de 1,2 m à 22,5 m, et pour  $y_0$  les précisions sont situées entre 0,9 m et 39,6 m.

Nous remarquons que les écarts-types sur les coordonnées des points d'intersection croissent en fonction de l'écart-type sur les coordonnées des limites des classes de sols. En multipliant les écarts-types des coordonnées des classes de sols par deux, les écarts-types des coordonnées des points d'intersection sont également multipliés par un coefficient très proche de deux. Par contre, en doublant la précision des coordonnées des parcelles (passage du 2<sup>e</sup> cas au 4<sup>e</sup> cas), les précisions des points d'intersection restent presque identiques. Ce qui veut dire que la précision des points d'intersection est fortement influencée par celle de la limite des classes de sols qui est très variable. D'autre part, les valeurs maximales des écarts-types sur les points d'intersection sont obtenues dans le cas de deux parcelles adjacentes. Or la particularité de ces parcelles est qu'au point d'intersection, les segments d'arc du parcellaire et des limites de sols forment un angle très petit.

Nous concluons que la précision des points d'intersection du parcellaire et des classes de sols dépend de la précision des points de départ, elle est étroitement liée à la précision des limites des classes, elle dépend de la forme des parcelles et des angles d'intersection entre les limites des sols et les limites des parcelles.

## Estimation de la précision sur les superficies

En analyse spatiale, on a souvent recours à une ou plusieurs opérations de superposition, et par suite un calcul de distance ou de superficie. Ce calcul de superficie, peut servir de base pour prendre une décision de construction, de destruction ou autre.

L'évaluation de la précision des superficies a été abordée en théorie et en pra-

tique mais surtout en mode image. Prisley et al. (1989) développent un modèle de variance et de covariance de la superficie des polygones adjacents. Ils mentionnent ensuite que la variance de la superficie pourrait être utilisée comme critère d'identification et, par conséquent, d'élimination des faux polygones qui proviennent des erreurs de numérisation des limites des polygones situés sur deux couches différentes. Zhang (1991) discute le fait que le modèle développé par Prisley et al. (1989) ne tient pas en considération les propriétés des points d'intersection lorsqu'il s'agit de polygones résultant de la superposition de deux couches de polygones.

Kiveri (1997), étudie un modèle de probabilité pour la propagation des incertitudes à travers les opérations de superposition, et aussi sur le calcul des distances et des superficies.

Dans cette étude on s'intéresse à déterminer les variances des superficies des parcelles à remembrer, ces superficies proviennent de la superposition du parcellaire et des cartes de classement des sols, elles sont à la base de tous les calculs de redistribution entamés dans un projet de remembrement rural.

Soit un polygone de  $n$  points, les coordonnées des sommets du polygone sont  $x_i$  et  $y_i$ . Le calcul de la superficie du polygone à partir des coordonnées se fait à l'aide de la formule (1).

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n y_{i-1} \times (x_i - x_{i-2}) \quad (1)$$

Sachant que les coordonnées  $x_i$ ,  $y_i$  sont connues avec une précision  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$ , les covariances entre les coordonnées sont notées  $\sigma_{xy}$ . On forme la matrice de covariances de ces coordonnées, c'est une matrice de dimension  $2n$  (Davis et al, 1981).

La matrice des dérivées partielles de  $S$  par rapport aux coordonnées contient une ligne et  $2n$  colonnes, les colonnes  $i$  et  $i + 1$  de cette ligne se présentent sous la forme suivante :

$$\begin{aligned} j_i &= 0,5 \times (y_{i-1} - y_{i+1}) \\ j_{i+1} &= 0,5 \times (x_{i+1} - x_{i-1}) \end{aligned} \quad (2)$$

Enfin, on obtient la variance sur la superficie  $S$  par l'application de la loi de la propagation des variances covariances (Davis et al, 1981).

### a. Propagation des erreurs sur les superficies dans le cas du remembrement

Dans le cas du remembrement, pour chaque propriétaire, on procède au calcul des superficies à attribuer en plusieurs étapes. On commence par calculer les

superficies par classe de sols, puis ces superficies partielles sont converties en valeurs réelles puis en valeurs réduites. Les valeurs réduites sont obtenues en multipliant les valeurs réelles par un coefficient de répartition calculé pour l'ensemble du secteur à remembrer (équation 5). Ces valeurs réduites sont les valeurs qui vont servir pour la redistribution des parcelles aux propriétaires. Par conséquent, pour évaluer la précision des superficies, il faut estimer les précisions des superficies par classe, puis la précision sur le facteur de répartition et enfin la précision sur la superficie réduite qui sera attribuée au propriétaire.

Supposons que l'on se situe dans un projet de remembrement avec trois classes de sols. Si une propriété contient les trois classes, alors sa superficie est notée :

$$S = S_1 + S_2 + S_3 \quad (3)$$

La superficie  $S$  est convertie en valeur réelle en multipliant chaque superficie partielle  $S_i$  par sa valeur  $V_i$ , la valeur réduite est calculée en multipliant la valeur réelle par le coefficient de répartition  $k$ . La valeur réelle  $V$ , la valeur réduite  $V_d$  et la superficie réduite  $S_d$  de la propriété seront :

$$\begin{aligned} V &= S_1 \times V_1 + S_2 \times V_2 + S_3 \times V_3 \\ V_d &= k \times V \\ S_d &= k \times V \end{aligned} \quad (4)$$

Notons que le coefficient de répartition  $k$  est calculé en fonction du rapport entre la superficie totale réduite du secteur  $S_{ds}$  et la superficie totale réelle du secteur  $S_{rs}$ . La superficie totale réduite du secteur représente la somme des superficies des blocs d'aménagement où seront recasés les futurs propriétaires.

$$k \approx \frac{S_{ds}}{S_{rs}} \quad (5)$$

La précision de la valeur réduite  $V_d$  sera donc fonction des erreurs sur :

- La détermination des superficies des classes, donc des coordonnées des limites des classes de sols et des limites des parcelles,
- La détermination des valeurs des classes de sols, cette détermination est fonction de plusieurs paramètres tels que la nature du sol, sa productivité, son rendement en fonction des cultures pratiquées, etc. Ces valeurs sont déterminées par une commission de remembrement en se basant sur des études statistiques, sur des études pédologiques et des sorties sur le terrain, ce type d'erreur est une erreur

d'attribut qui est l'erreur sur la valeur accordée à la classe de sol,

- Le coefficient  $k$  qui est fonction de la superficie totale réelle du secteur et de la superficie totale réduite du secteur.

L'estimation de l'erreur sur la détermination des valeurs des classes est une tâche qui nécessite une étude de tous les facteurs qui rentrent dans la détermination de ces valeurs. Pour notre étude, nous supposons que les erreurs sur les valeurs des classes sont nulles. Dans ce cas, nous utilisons la superficie réduite au lieu de la valeur réduite. Pour estimer la précision de la superficie réduite ( $\sigma_{S_d}$ ) nous développons une formule de la variance de cette superficie réduite en se basant sur les équations précédentes (équations 3, 4 et 5) :

$$\begin{aligned} \sigma_{S_d}^2 &= k^2 \left( \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 \right) \\ &+ \sigma_1^2 \left( S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 \right) + 2\sigma_{ks} \quad (6) \\ \sigma_k^2 &= \frac{\sigma_{S_d}^2}{S_{rs}^2} + \frac{S_{S_d}^2}{S_{rs}^2} \times \sigma_{S_s}^2 \end{aligned}$$

En considérant que le coefficient  $k$  est exempt d'erreur et que les covariances entre ce coefficient et les superficies partielles sont nulles, une estimation de la précision de la superficie d'une propriété composée de trois classes de sols est donnée par l'équation (7).

$$\sigma_{S_d} = \sqrt{k^2 \left( \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 \right)} \quad (7)$$

Où  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  et  $\sigma_3$  représentent les précisions sur les superficies partielles des classes de sols. Ces superficies sont obtenues par la superposition des plans parcellaires aux plans des classes de sols.

Pour évaluer les précisions sur les superficies réduites des propriétés, nous avons choisi un secteur de remembrement situé dans la région d'El Jadida située à 180 km au sud de Rabat. Dans une étude préalable, nous avons traité les calculs de remembrement pour une partie de ce secteur au moyen du SIG-logiciel ArcInfo (Semlali, 1999). Ensuite, nous avons sélectionné une série de parcelles ayant différentes caractéristiques. Nous distinguons des parcelles avec trois classes de sols, d'autres avec deux classes et d'autres avec une seule classe de sol.

En supposant que les covariances entre les coordonnées d'une même parcelle et aussi entre les coordonnées des parcelles et des classes de sols sont nulles, nous avons considéré deux cas pour estimer les précisions sur les superficies réduites, le cas des parcelles à une seule classe de sol

et le cas des parcelles à plus d'une classe de sol.

## b. Estimation des précisions des superficies pour les parcelles à une classe de sol

Dans ce cas les superficies des parcelles sont déterminées directement à partir du parcellaire. Les limites des classes de sols n'interviennent pas dans ces calculs. Nous déterminons une estimation de la précision des superficies réduites en considérant que les écarts-types sur les coordonnées des parcelles sont de 1 m. Le résultat des calculs pour 13 parcelles choisies de différentes formes, et dont le nombre de sommets varie entre 6 et 28, est présenté dans la table 1. Les superficies des parcelles varient entre 14 a et 11 ha. Les précisions des superficies varient entre 57 ca et 397 ca.

Ce qui nous intéresse dans ces estimations, c'est de savoir si les précisions adoptées sur les coordonnées satisfont aux normes de calcul des superficies appliquées au cadastre. Autrement dit avec quelle précision doit-on assurer les coordonnées des parcelles pour obtenir des superficies qui répondent aux tolérances appliquées par le cadastre marocain ?

Pour cela, nous avons calculé les tolérances sur les superficies en se référant à la table de détermination des tolérances sur les superficies (DCFTT, 1976).

La comparaison des précisions aux tolérances montre que toutes les précisions obtenues sont inférieures aux tolérances exigées par le cadastre. Nous pouvons conclure pour ce secteur que, en l'absence de corrélation entre les coordonnées d'une même parcelle et en combinant, toutes les erreurs à partir de la phase collecte des données ; en passant par les phases de saisie ; de transformation et de traitement, si on peut assurer une erreur inférieure ou égale à un mètre sur les coordonnées des parcelles qui ont une seule classe de sol, alors on peut facilement garantir aux propriétaires des superficies qui respectent les tolérances appliquées par le cadastre marocain.

## c. Estimation des précisions pour les parcelles à plusieurs classes de sols

Dans cette partie nous avons sélectionné une dizaine de parcelles qui ont deux ou trois classes de sols parmi les parcelles traitées dans le même secteur. Nous avons tout d'abord déterminé les coordonnées des points d'intersection entre les parcelles et les limites des classes de sols. Ensuite, nous avons déterminé les précisions sur les coordonnées des points d'intersection en appliquant les équations



Numéro Parcelle	Sup-réduite m <sup>2</sup>	Nombre de sommets	Précision m <sup>2</sup>	Tolérance m <sup>2</sup>
NF435	1411	6	58	106
NF425	1802	7	57	120
NF310	6928	11	102	236
NF421	7359	17	93	244
NF395	11504	10	147	304
NF642	16010	17	193	360
NF593	17098	19	155	370
TF226	17890	7	185	380
NF430	21035	21	161	412
NF510	30274	18	193	495
NF985	34028	24	169	525
NF601	37574	28	201	552
TF221	1114105	18	397	960

**Tableau n° 1 : Précision des superficies des parcelles à une seule classe de vol**

de la propagation des variances covariances (Semlali, 1998).

Enfin, en se servant des équations 3, 5 et 7, nous avons estimé les précisions sur les superficies réduites des parcelles. Tous ces calculs sont effectués en envisageant les quatre cas de figures présentés précédemment.

Un résumé des résultats des calculs pour 15 parcelles différentes est présenté dans la table 2 pour les quatre cas. En pas-

sant du deuxième au troisième cas, les précisions calculées sont presque doublées, c'est-à-dire qu'elles suivent la variation de l'erreur sur les limites des classes, en supposant que les covariances sont nulles.

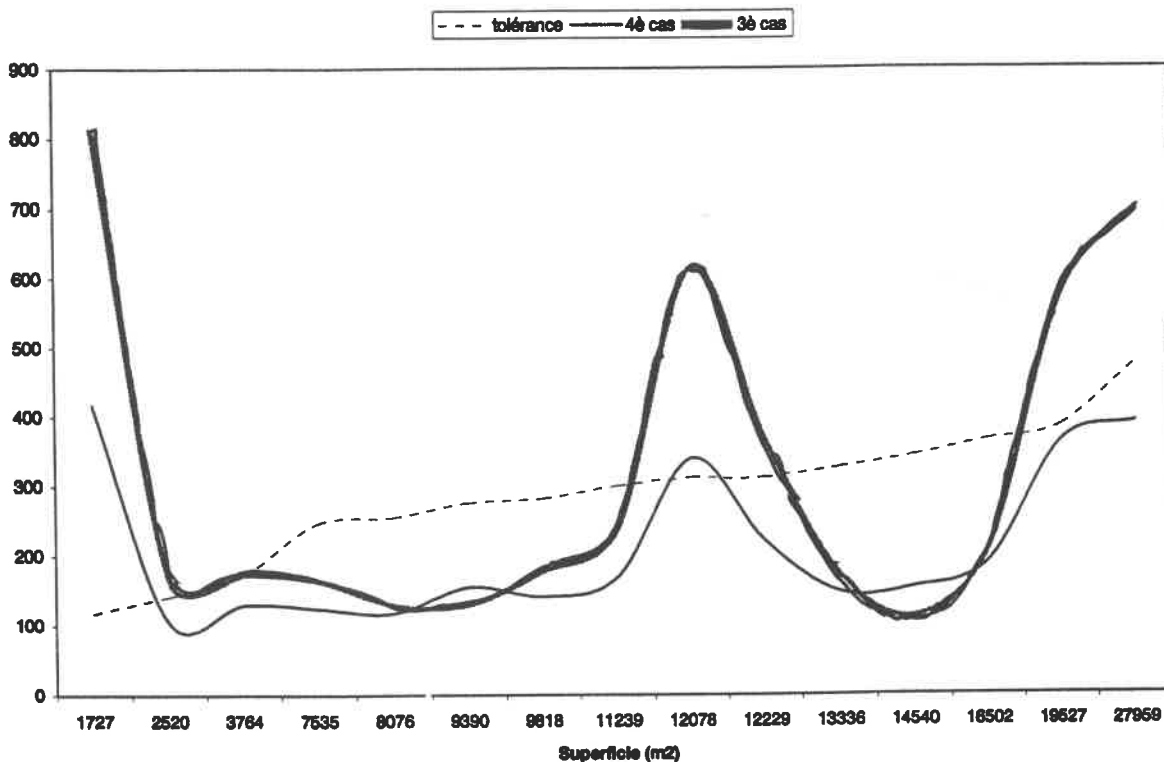
La comparaison des précisions sur les superficies aux tolérances cadastrales montre que pour le deuxième cas, une seule superficie dépasse la tolérance, elle correspond à la parcelle qui a la plus grande erreur au point d'intersection avec la li-

mite sol. Pour le troisième cas, on compte presque 40 % des cas hors tolérance. Ces parcelles sont celles pour lesquelles les erreurs sur les coordonnées des points d'intersection sont plus grandes comparées aux erreurs sur les points de départ. Pour le quatrième cas il n'y a que deux dépassements de la tolérance. Les résultats du troisième et quatrième cas sont présentés sur le graphique ci-dessous.

On peut conclure pour ce secteur que dans le cas de deux ou plusieurs classes de

Numéro Parcelle	Superficie réduite m <sup>2</sup>	Nombre de classes	Précision des superficies				Tolérance m <sup>2</sup>
			1 <sup>er</sup> cas m <sup>2</sup>	2 <sup>e</sup> cas m <sup>2</sup>	3 <sup>e</sup> cas m <sup>2</sup>	4 <sup>e</sup> cas m <sup>2</sup>	
NF948	1727	2	209	408	812	417	117
NF455	2520	3	52	87	164	104	142
NF1163	3764	2	65	97	173	130	173
NF437	7535	3	62	92	164	124	247
NF619	8076	2	59	78	129	118	255
NF1003	9390	2	78	90	130	155	276
NF982	9818	3	71	91	177	142	282
NF319	11240	2	85	131	238	170	300
NF644	12078	2	170	314	615	340	311
NF469	12229	3	110	192	368	221	313
NF473	13336	2	74	99	173	148	327
NF979	14540	2	77	85	112	154	343
NF471	16502	2	95	126	208	190	365
NF949	19527	2	182	319	575	364	386
NF654	27959	2	195	353	695	391	475

**Tableau n° 2 : Précision des superficies des parcelles à plusieurs classes de sols**



Confrontation des précisions des superficies à la tolérance (cas des parcelles à plusieurs classes de sols)

sols, pour assurer des superficies réduites qui satisfont les tolérances cadastrales on peut envisager deux solutions:

- si les coordonnées des parcelles sont connues avec une précision de l'ordre de 0,5 m; alors les erreurs sur les limites des classes de sols doivent être inférieures à 10 m,
- si les coordonnées des parcelles sont connues avec une précision de 1 m, alors on doit garantir les limites des classes de sols avec une précision de 5 m.

## Conclusion

Dans cet article nous avons étudié la propagation des erreurs sur les superficies dans un projet de remembrement traité au moyen d'un SIG-logiciel. En se servant des équations de propagation des erreurs sur les coordonnées des points d'intersection de polygones provenant d'une superposition, nous avons développé les équations qui permettent d'estimer la variance de la superficie d'un polygone, puis l'écart-type sur les superficies réduites dans le cas du remembrement. Les estimations sont faites en supposant que les covariances sont nulles et que les erreurs sur les valeurs des classes de sols sont négligeables. Ces estimations nous donnent une indication suffisante sur les précisions qu'il faut assurer à l'amont pour arriver à des précisions qui satisfont aux tolérances appliquées par le cadastre marocain.

## Remerciements

L'auteur tient à remercier le professeur J-P Donnay du laboratoire SURFACES de l'Université de Liège, cette étude fait partie d'une thèse de doctorat en sciences réalisée au sein de ce laboratoire.

## Références bibliographiques

Bourgeon G. et Bertrand R., 1983. Organisation de la couverture pédologique et précision de sa cartographie, analyse d'un exemple. Science du sol, No. 1, pp. 49-64.

Burrough P. A., 1986. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment, Clarendon Press Oxford, 193 p.

Chrisman N. R., 1989. Modeling error in overlaid categorical map. In: Goodchild M., Gopal S. (eds.) Accuracy of Spatial Databases, Taylor and Francis, pp. 21-34.

Davis R. E., Foote F. S., Anderson J. M., and Mikhail E. M., 1981. Surveying Theory and Practice, sixth edition, McGraw-Hill Book Company, 992 p.

DCFTT, 1976. Notice sur les travaux de contrôle. Division du cadastre.

Kiveri H. T., 1997. Assessing, representing and transmitting positional uncertainty in maps. International Journal of Geographical Information Science, Vol. 11, No. 1, pp. 33-52.

Prisley S. P., Gregoire T. G., and Smith J. L., 1989. The mean and variance of area estimates computed in an arc-node geographic information system. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol.55, No. 11, pp. 1601-1612.

Semlali E. H. et Donnay J-P., 1998. Estimation de la précision de la superposition des polygones à travers la propagation des erreurs. Bulletin de la Société Française de Photogrammétrie et Télédétection, No. 150, pp. 28-33.

Semlali E. H., 1999. La géomatization des projets de remembrement rural au Maroc- Essai de conception et d'implémentation. Thèse de doctorat en Sciences, Université de Liège, Belgique.

Zhang G., 1991. Estimating the accuracy of areas in simultaneous multilayer spatial overlay. European Conference on Geographical Information Systems, pp. 1281-1290.

E-mail: ehsemlali@hotmail.com – Rabat  
Enseignant chercheur à la filière de formation en topographie



# toponymie et colonisation française

## ALGÉRIE

Atoui Brahim – INCT

### Résumé

Cette étude se propose d'étudier sommairement, comment les Français, lors de leur occupation de l'Algérie, ont pu, par divers procédés, créer une rupture dans l'ordre toponymique berbéro-arabo-musulman de jadis.

« Les mots ne sont pas les témoins de l'histoire, mais le reflet d'un état de société »

(Brunot F)

### L'espace algérien et sa toponymie durant la période coloniale

Lors de la Révolution française de 1789, les membres de la Constituante, ont choisi les nouveaux noms des circonscriptions départementales en puisant dans l'élément naturel, (61 départements portent des noms de cours d'eaux, 12 celui de montagnes, et 10 des noms divers); et ceci dans le but de gommer les particularismes et les solidarités régionaux. En outre, cela permet à l'État d'homogénéiser et d'exercer son emprise sur son espace (1).

La nature dans ce cas a servi, au pouvoir, par l'intermédiaire du toponyme, à briser les particularismes, pour renforcer l'unité nationale, car la République est une et indivisible.

Il en fut de même en Algérie, lors de son occupation, mais dans une perspective et une philosophie différente.

### L'introduction d'une nouvelle dénomination de l'espace

Si les sociétés algériennes précoloniales avaient une dénomination de l'espace qui leur permettait de se reconnaître, de se mouvoir, de se déplacer, de prendre possession d'une certaine partie de l'espace, selon des critères et principes qui appartiennent à la civilisation musulmane, l'administration coloniale nomma et dénomma, suivant des critères, des principes et méthodes qui échappèrent à la logique de ces sociétés.

Par divers procédés (lois foncières, lois patronymiques), la colonisation créa une rupture aussi bien dans la reproduction de l'ordre spatial que dans l'ordre généalogique et toponymique de jadis.

Elle mit en place une nouvelle configuration généalogique, toponymique, et spatiale par la surimposition du cadre colonial sur l'espace et les réalités algériennes.

La puissance coloniale a bien saisi l'importance de la dénomination et l'importance du mythe des origines symbolisé par le nom que porte la tribu, car étant à la base de sa cohésion.

Ainsi, la détermination de nouveaux noms attribués aux douars (2) fut l'objet d'instructions particulières émises par le Général commandant la province d'Alger (instruction du 25/05/1866) dans lesquelles, il est précisé que les nouveaux noms doivent être choisis parmi les caractéristiques physiques du douar: Djebel (3), Oued (4), Source, etc. Où encore, plus rarement, Kouba (5), Zaouia (6).

La politique poursuivie dans ce domaine, consista à effacer toute référence à un passé, d'où pourraient surgir des sentiments nationalistes et "ne rappeler aux habitants aucun souvenir militaire ou religieux, dont on pourrait tirer part, dans un but de révolte". (Rapport du Sénatus Consulte sur les Hannacha, 02/03/1867 I. Urbain.). Les tableaux ci-après montrent l'évolution des différents toponymes. (cf. Tableaux pages suivantes).

On remarque que les toponymes se rapportant à la nature, enregistrent une forte augmentation, par contre, les toponymes ayant trait à des noms de personnes, enregistrent une nette diminution.

La conséquence est que les individus ne se reconnaissent plus par les noms de leur tribu mais ils s'apparentent à un douar créé artificiellement à cet effet; la référence aux noms et par la même l'appropriation de l'espace n'est plus la même.

Ainsi, les éléments de différenciation par rapport à autrui, ne sont plus les mêmes; par la perte de l'assise territoriale, la tribu perd sa cohésion, sa structure, par la perte de son nom elle perd son identité, sa solidarité, puisque les individus ne se reconnaissent plus dans le même ancêtre éponyme, et ne se sentent plus solidaires entre eux.

Désormais les intérêts du douar, passent avant ceux de l'ancienne tribu d'appartenance, et avec le temps, ceux de la Fraction de tribu avant ceux du douar et ceux de la famille avant ceux de la famille élargie etc.

1 Voir à ce sujet, Roland Pourtier: l'émergence de l'Etat territorial en Afrique noire. Espace Géographique n°4, 1983.

2 Douar: circonscription territoriale et administrative créée par la loi du sénatus – consulte de 1863.

3 Djebel: montagne

4 Oued: rivière

5 Kouba: lieux saint (tombe du marabout)

6 Zaouia: école coranique supérieure, oratoire.

**Tableau n° 1****Diminution du nombres des éthnonymes et des hagionymes**

Ethnonymes ayant pour bases et génériques:	Tribus et Fractions de tribu avant l'application de la loi du Sénatus-Consulte <sup>(1)</sup>	Douars: après l'application de la loi du Sénatus-Consulte
Bou (père de...)	74	24
Bel (fils de... au singulier)	15	06
Ben (fils de... au singulier)	334	72
Beni (fils de... au pluriel)	315	67
Ouled (fils de... au pluriel)	1181	207
Ait (fils de... au pluriel)	92	05
Si (monsieur, monseigneur)	05	06
Sid (monsieur, monseigneur)	00	02
Sidi (monseigneur)	46	39
Ouled-Sidi (fils de monseigneur)	108	17
Zaouia (école coranique supérieure, oratoire)	07	01
<b>Total:</b>	<b>2177</b>	<b>446</b>

**Tableau n° 2****Augmentation des toponymes ayant des caractéristiques physiques**

Toponymes ayant pour génériques:	Tribus et Fractions de tribu avant l'application de la loi du Sénatus-Consulte <sup>(1)</sup>	Douars: après l'application de la loi du Sénatus-Consulte
Oued (rivière)	34	54
Ain (source)	17	31
Bir (puits)	02	01
Hassi (puits)	02	01
Aghbal (source)	01	00
Djebel (montagne)	05	02
Hammam (bain)	02	00
<b>Total:</b>	<b>63</b>	<b>89</b>

<sup>1</sup> D'après le répertoire alphabétique des tribus et douars de l'Algérie par F. Accardo, 1879.



La désagrégation de la tribu fut également efficace à la suite, de l'application de la loi du 23 mars 1882, relative à la constitution de l'état Civil en Algérie. Désormais la généalogie n'enregistre que les descendants de celui qui à cette époque fit le choix d'un nom de famille. Marc Le pape mentionne dans son étude "Sites familiaux de l'Est algérien Yabous, douar des Aurès" (OPU, 1984) qu'une des conséquences de l'application de la loi citée ci-dessus, c'est "quoi qu'il soit, l'introduction de l'état civil détermine rigoureusement la structure diachronique de la répartition généalogique. Au-dessus de la génération des arrière-arrières grands-oncles, l'information disparaît pratiquement, reste deux ou trois noms constituant une simple lignée".

Tous ces paramètres ont abouti à l'effritement social de la tribu algérienne et à sa désagrégation.

L'individualisation de l'espace, par cette nouvelle référence toponomastique et onomastique, accélère davantage la décomposition et la dislocation des structures originelles de la société algérienne.

Le but de la colonisation fut donc d'effacer le nom de la tribu, car celui-ci symbolise aux yeux de toute la communauté tribale l'ensemble de ses ancêtres, et constitue pour elle un véritable patrimoine.

La nouvelle dénomination coloniale et par extension la nouvelle répartition des groupes dans l'espace répond donc à une nouvelle logique: la logique coloniale.

La notion territoriale, liée aux noms, n'échappa, pas non plus aux auteurs de la loi du cantonnement (loi du 16/06/1851) et du Sénatus-Consulte (1863).

Ces lois s'attachèrent à briser le cadre tribal, car les tribus constituaient "de véritables petits états ayant chacun leur origine, leur histoire, leur intérêt politique... Elles étaient la patrie, la nation... avec ses petites frontières, sa petite administration, ses petites alliances et sa petite vanité nationale": (R. Galissot, 1978.)

## Les centres et périmètres de colonisation et leur dénomination

Par la création de villages et périmètres de colonisation, l'Algérie connut de véritables ruptures dans le paysage bâti (villages aux rues orthogonales, aux maisons basses à toits rouges, églises, kiosques à musique européens). Elle subit également, de véritables ruptures dans le paysage toponymique.

Le régime colonial plaqua rapidement sur le paysage toponymique algérien une nouvelle dénomination. Par l'imposition d'une nouvelle toponymie, les autorités coloniales renforcent ainsi leur assise territoriale et en même temps elles affirment leur présence et leur occupation de l'espace.

L'espace est approprié linguistiquement; il est habillé désormais d'une nouvelle terminologie, marquage d'une appropriation politique, coloniale.

Cette toponymie est porteuse désormais, d'un nouveau discours et véhicule de nouveaux enjeux aussi bien politiques économiques que culturels. Elle est la marque et le symbole du nouveau pouvoir.

Les premières dénominations furent effectives dès 1832 et ont concerné les rues d'Alger; les premiers villages qui furent construits reçurent une nouvelle dénomination et portèrent désormais, des noms étrangers à la culture et à la civilisation des autochtones: Sainte Amélie, Jemmapes, Saint Arnaud, etc. Ces nouveaux espaces portent une identité et une dénomination particulière, par rapport au reste de l'espace environnant.

À Alger, Constantine, Tlemcen, principalement, mais aussi dans toutes les autres villes d'Algérie, les noms de rues étaient évocateurs: Es Sebahine (1), Es Sayaghine (2), Er Rassaisiya (3), qui attestent de l'existence de quartiers d'artisans. Tous ces toponymes ont été remplacés ou modifiés.

## Caractéristiques de cette toponymie

Cette toponymie coloniale se caractérise par des noms qui rappellent la mère patrie (Metz, Strasbourg, etc.) qui marque ses victoires (Rivoli, Arcole, etc.) qui honore la mémoire de ses héros (Kleber, canrobert etc.) mais aussi des savants, des scientifiques, des écrivains, des artistes etc. (Arago, Lavoisier, Pasteur, Ampère, Pierre-Curie, Montaigne, Corneille, Rabelais, Voltaire, Victor Hugo, Gounod, Prudhon, etc.).

Les toponymes religieux sont à l'inverse peu abondants: environ 25 noms. Ceci peut s'expliquer par le fait que le pays était doté d'une religion, très bien ancrée et que la colonisation française n'était pas religieuse, et par conséquent, les autorités ecclésiastiques n'ont pas eu un rôle important, tout au moins au début, pour pouvoir imposer des toponymes à caractère religieux.

Il est à noter que le nom de St Augustin, malgré qu'il soit un algérien n'a jamais été attribué à aucun lieu; seule sa mère, Sainte Monique, a vu son nom modestement d'ailleurs, attribué à une localité.

Également, ce toponyme est constitué à majorité de noms de personnes. Les noms descriptifs sont quasiment absents.

## Conclusion

La toponymie française, prend forme, en Algérie, dès 1830; date du début de la colonisation du pays. Cependant, durant toute la durée de la colonisation française, soit plus de 130 ans, elle est restée très modeste (environ 421 noms de localités administratives uniquement). Il est vrai que la population française ou européenne locale, en petit nombre, n'a eu qu'une influence mineure dans la désignation des noms de lieux, et que les noms français résultent en réalité d'une imposition; à l'inverse des Arabes qui lors de leur arrivée en Algérie au VII<sup>e</sup> siècle, malgré leur petit nombre, ont bouleversé radicalement la toponymie algérienne. Les toponymes français étaient souvent juxtaposés à des noms de lieux déjà connus des autochtones sous d'autres noms dans leur propre langue; après l'indépendance, ils ont été vite oubliés.

Toutefois, la marque toponymique française était quasiment seule dans la dénomination des noms de rues (odonymie); beaucoup de ces noms se sont maintenus vigoureusement; à l'heure actuelle, ils sont officiellement effacés et remplacés par d'autres noms algériens, mais dans l'usage, ils sont toujours vivants.

Ce double usage arabe – français est encore en usage un peu partout: on appelle beaucoup plus facilement, les rues par leurs anciens noms français que par leurs nouveaux noms arabes.

Cette toponymie coloniale participe à la dichotomie: à une toponymie coloniale s'oppose une toponymie autochtone, à une toponymie urbaine purement coloniale, s'oppose une toponymie de l'espace rural, purement autochtone, traduisant ainsi deux modes de vie, deux mondes appartenant à deux civilisations différentes.

(Article publié dans le numéro spécial "toponymie" de l'INCT, avec leur aimable autorisation. Il s'inscrit à la suite de la journée AFT de la toponymie.)

# Bienvenue sur le site de l'Associ@tion Fr@nç@ise de Topogr@phie.



Cette page est en cours de construction.  
Par conséquent, vos remarques  
et suggestions sont les bienvenues.

**Le site Internet  
de l'Association Française de TOPOGRAPHIE**

**<http://perso.club-internet.fr/aftopo>**

Dans le numéro 78, nous vous annonçons la préparation du site Internet de l'AFT.  
Plusieurs rubriques sont désormais accessibles :

- les sommaires de la revue XYZ
- les activités de l'AFT
- les statuts et l'histoire de l'Association
- les liens vers les sites de constructeurs et d'organisations professionnelles en rapport avec la Topographie
- les nouveautés (congrès, manifestations...)
- un résumé des activités de l'AFT en anglais et en allemand

La rédaction remercie Jean Baptiste HENRY, étudiant à l'ENSAIS (Filière Topographie) pour sa contribution.

Si vous souhaitez participer au développement de ce site, veuillez contacter Pierre Grussenmeyer ( [Pierre.Grussenmeyer@ensais.u-strasbg.fr](mailto:Pierre.Grussenmeyer@ensais.u-strasbg.fr) ) ou le secrétariat de l'AFT ( [aftopo@club-internet.fr](mailto:aftopo@club-internet.fr) ).

## **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.

la page



Géomètres Sans Frontières

**préparez  
vos vacances**

M. Frédéric HYVERT  
enseignant à Yvetot et  
chef du projet GSF-Bénin

M. Constantin BAH  
Directeur de l'École  
Saint-LUC de Cotonou

François BODIN  
Président de GSF



## Où l'AFT sert de détonateur ?

Le colloque récent des 5 et 6 octobre a été l'occasion pour Monsieur BAH, notre ami Béninois, de venir en France participer aux réflexions des conférenciers et de rencontrer les divers intervenants susceptibles de l'aider à mettre rapidement en place le cycle ingénieur qui manque encore à l'école créée par ses soins il y a quelques années à Cotonou.

L'AFT avait eu la bonne idée de demander à l'ESGT d'accueillir le colloque, ce qui a permis à Monsieur BAH de rencontrer Messieurs ROUSSELOT et NISSE afin de dresser le bilan pédagogique indispensable à l'obtention d'un titre d'Ingénieur, tant en terme d'heures d'études, matière par matière qu'en terme de contenu des programmes, complétant ainsi le schéma de formation élaboré par ses soins dans un esprit de coopération plus étroite, fruit de la longue histoire qui unit le Bénin et la France.

Une journée d'études avec le bureau de Géomètres Sans Frontières a été organisée à Paris pour définir les besoins et les prises en charge d'enseignants Français dont les interventions seraient nécessaires à la mise en route de cycle de formation, sachant qu'à l'horizon de quelques années cette formation sera prise en charge par les nouveaux ingénieurs géomètres topographes Béninois.

## Comment les membres de l'AFT peuvent prendre leur part de cette aventure humaine ?

Outre, bien sûr, le soutien constant et fidèle des adhérents qui permet aux volontaires d'œuvrer bénévolement, l'analyse a porté sur la sélection des matières dans lesquelles l'absence de formateurs locaux se fait sentir.

Ainsi les matières générales (*mathématiques, physiques,...*) ou spécifiques à chaque pays (*droit, législation,...*) sont du ressort des universitaires, ou professionnels locaux.

Par contre les matières professionnelles plus pointues demandent des intervenants extérieurs qui les maîtrisent parfaitement, qu'ils soient professionnels ou enseignants.

En première année de cycle ingénieur, nous recherchons des personnes susceptibles, de partager leur savoir dans les domaines suivants :

- Informatique générale et initiation à la programmation;
- Hydraulique et application à l'hydraulique agricole;
- Topographie de base pour mise à niveau des étudiants des classes DEUG Maths;
- Initiation à la télédétection, expression cartographique et géomorphologie;
- Topographie assistée par ordinateur (géocodification).

Chacun de ces modules peut être fragmenté en cycles correspondant à deux semaines de cours sur place, à l'exception de certains modules qui sont complétés par des travaux pratiques sur place en condition réelle à réaliser en partenariat avec une autre association locale de formation agricole; ces modules concernent plus spécifiquement l'hydraulique et la mise en place des applications pratiques impose des séjours plus longs qui peuvent parfaitement constituer des sujets de travaux de fin d'études pour les élèves de troisième année de nos écoles d'ingénieurs françaises.

## Où l'on espère ne pas trop crier dans le désert ?

Les conditions de ces échanges sont définies de la façon suivante: pas de rémunération et pas de frais pour les volontaires ce qui comprend une prise en charge du trajet par Géomètres Sans Frontières et une prise en charge du logement et de la nourriture par l'École de Monsieur BAH, ainsi que la mise à disposition de tout le matériel pédagogique.

La scolarité de cette première année cycle ingénieur débute en novembre 2000 pour se terminer en juillet 2001; elle n'est pas destinée exclusivement aux élèves béninois mais concerne les élèves des pays d'Afrique de l'Ouest.

Si vos compétences ou vos goûts correspondent à l'un des thèmes ci-dessus et que vous êtes susceptible de donner environ deux semaines de vos vacances, pour aider nos amis africains à mettre en place une formation sérieuse, vous reviendrez plus riche des amitiés nouées sur place; n'hésitez donc pas à contacter GSF.

Le bureau de GSF.

GSF - 56 rue Yves le Coz - 78000 Versailles

Président : F. Bodin - 15 rue Joyeuse - 18000 Bourges - Tél. 02 48 65 30 09 - Fax 02 48 65 05 19 - E-mail : fr.bodin@wanadoo.fr

# la page 4 X 4 SUZUKI IGNIS la multi- compact

Robert Chevalier



SUZUKI qui a longtemps été connu du grand public pour ses productions de motos, s'est créé rapidement une réputation dans le domaine des véhicules tous terrains légers. Le vrai début s'est concrétisé vers les années 77 avec le mini 4 x 4 LJ 80. Puis ce fut une floraison de modèles de cette catégorie tels que le SAMURAI, les VITARA, puis le JIMNY, ce qui permet d'affirmer qu'actuellement SUZUKI est le constructeur qui propose la plus large gamme de 4 x 4 légers.

Aujourd'hui, à l'occasion du Mondial de l'Automobile de PARIS, nous assistons à la présentation d'un nouveau concept qualifié de multcompact par le constructeur. Si ce véhicule a retenu notre attention c'est que dans ce terme de multcompact, il faut retenir la notion de polyvalence, tant recherchée par nos collègues géomètres-topographes.

Suzuki aurait-il résolu la quadrature du cercle ?

Nous avons en effet affaire à une auto aussi à l'aise en ville que sur les chemins de campagne associant l'efficacité et la commodité d'une compacte, l'attrait d'une voiture sportive et utilitaire et le grand volume de chargement d'un véhicule à hayon.

Déjà en deux roues motrices, c'est un véhicule qui se faufile aisément dans les chemins plus ou moins défoncés grâce à une garde au sol de 165 m/m. et un châssis robuste et rigide, mais il existe aussi et

surtout une version à 4 roues motrices permanentes et garde au sol de 175 m/m. Certes, ce n'est pas un 4 x 4 de franchissement destiné aux pistes africaines, mais dans la plupart des situations rencontrées par nos confrères dans les campagnes et sous-bois français, ce sera bien suffisant pour passer partout.

Les trajets routiers ne seront pas une corvée, grâce à un tout nouveau moteur 1,3 l. à double arbre à cames et 16 soupapes entièrement en aluminium équipé d'une injection multipoint à commande électronique. Il développe 83 CV DIN avec un couple de 110 NM à 3500 t/m. et permet une vitesse de 160 km/h (consommation moyenne: 6,4 l/100 km — donnée constructeur).

Les suspensions sont assurées à l'avant par un système Mac Pherson assorti d'amortisseurs comportant des ressorts anti-rebonds, tandis qu'à l'arrière on note la présence d'un système maison à 3 bras oscillants longitudinaux isolés, assurant une excellente stabilité et une tenue de route sans surprise.

Le freinage est assuré à l'avant par 2 disques de 257 m/m. ventilés, ce qui est rendu possible par l'emploi de jantes de 14 pouces. A l'arrière, ce sont 2 tambours à 2 segments.

L'habitacle de grande hauteur et l'empattement de 2360 m/m. procurent un sentiment d'espace, relatif cependant car l'IGNIS n'a qu'une longueur de 3 m

615 mais qui s'avère bien suffisante pour une équipe de 2 géomètres (poids moyen de l'auto: 1 t.) La hauteur des sièges très élevée (à 4 dossiers inclinables) ainsi que celle des passages des portières facilitent grandement l'accès. Le compartiment à bagages d'une dimension moyenne dans l'absolu mais très satisfaisante pour ce gabarit de véhicule voit sa capacité augmentée grâce aux sièges AR rabattables séparément (50 l/50) portant ainsi le volume disponible à 419 litres. N'oublions pas un petit coffre amovible de 19 l. sous le plancher du compartiment à bagages.

Tout ceci est très convenable pour le transport du tachéomètre, de son trépied et de ses accessoires. L'ABS est disponible sur certaines versions. La direction assistée et les airbags sont d'origine. Notons enfin la présence de très nombreux espaces de rangement, toujours bien pratiques.

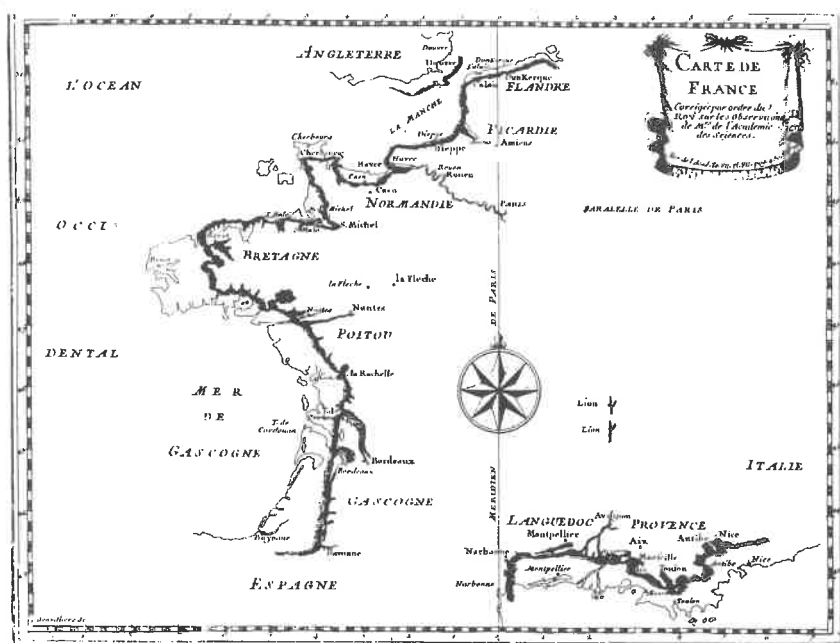
Depuis la Renault 4 si populaire et si appréciée dans nos professions, aucune alternative véritable ne s'était présentée. SUZUKI nous apporte peut-être la réponse avec un véhicule relevant un peu de la même philosophie, mais combien plus sophistiqué, avec une forte personnalité due à un look vraiment sympa. En fait un véhicule dans l'air du temps

Les prix vont de 64 900 F TTC  
pour les 3 portes de base  
à 92 900 F TTC pour les 5 portes  
4 x 4 série spéciale.



# brève histoire de la longitude à la mer

Bertrand C. Imbert  
Académie de Marine



Carte de la Hire - 1682

Le 4 novembre 1993, 500 personnes s'étaient réunies à Cambridge, USA, pour participer à un symposium sur la détermination de la longitude à la mer.

Le premier orateur a commencé en sortant de sa poche un petit récepteur GPS et en annonçant presque aussitôt que la longitude du lieu était de 071°06, 904'W.

Il n'en a pas toujours été ainsi : avec les grandes traversées océaniques inaugurées par Christophe Colomb et Vasco de Gama le Commerce maritime s'est développé, les naufrages n'ont cessé d'augmenter pendant trois cents ans de recherches d'une solution viable de

mesure de la longitude à la mer. C'est l'objectif de cet article d'exposer brièvement comment, en mettant l'accent sur les applications. Pour un exposé plus complet il est conseillé de lire l'article de l'ingénieur général Jean Bourgoïn (L'hydrographie française au XVIII<sup>e</sup> siècle, Mondes et Cultures XLV-2, 15 mars 1985) ou les différentes références données en fin du présent article.

Le principe de détermination de la longitude est très simple : il suffit de mesurer l'angle horaire du méridien du lieu avec celui d'un méridien d'origine (l'île de Fer, Paris ou Greenwich. Ce dernier adopté universellement à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle). L'application de ce principe sur un navire

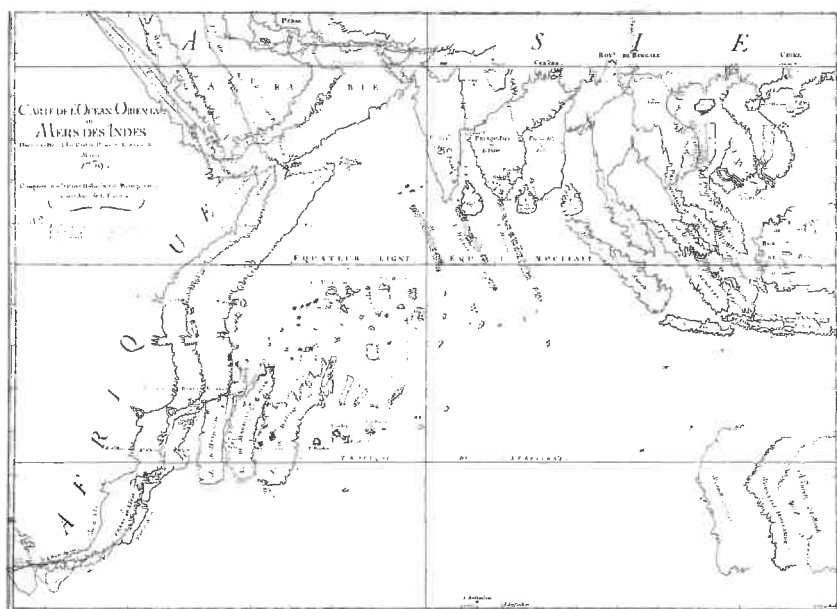
en mouvement a nécessité une meilleure connaissance du mouvement des astres, et des instruments de mesure précise de l'heure et des angles, trois développements qui ont abouti à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle.

Au cours de ces trois siècles il a fallu se contenter de naviguer à l'estime, recollée par des mesures de latitude.

Ce fut longtemps l'œuvre des pilotes et une source d'erreurs dangereuses. Le compas magnétique permettait de suivre un cap avec une marge d'incertitude provenant de la mauvaise connaissance des lignes isomagnétiques et de leur « déclinaison » par rapport aux méridiens géographiques, de l'influence directrices des masses magnétiques du bord, de la mauvaise qualité des compas de route.

La distance parcourue se mesurait avec un loch c'est-à-dire une cordelette filée le long du bord et graduée par des nœuds (120<sup>e</sup> partie du mille, mais quel mille ?), on comptait les nœuds à l'aide d'un sablier de trente secondes (120<sup>e</sup> partie de l'heure; nœuds inégaux, sabliers remplis de coquilles d'œuf et souvent mal étalonnés.

La latitude s'est d'abord mesurée avec un astrolabe de mer, Colomb en employait un sur la « Santa Maria » mais l'erreur pouvait atteindre plusieurs degrés, (1 degré = 111 km). L'arbalète plus précise fut employée, par les Hollandais jusqu'en 1790. Partout au début du XVII<sup>e</sup> siècle le navigateur anglais Davis invente le quartier de DAVIS ou quart de NONANTE qui permet d'observer le



Carte de la mer des Indes - Comparée avec les cartes hollandaises et Anglaises - 1739

soleil de dos pour éviter l'éblouissement. Suivra bientôt l'octant de bonne précision.

À la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle de brillants astronomes obtiennent en Grande-Bretagne comme en France des subsides des gouvernements. C'est ainsi que l'observatoire de Paris est créé en 1668 et confié aux Cassini famille d'astronomes d'origine italienne qui occupa le poste de directeur de l'observatoire de 1668 jusqu'en 1845. L'observatoire de Greenwich en Angleterre fut construit en 1675 et confié à Flamsteed qui publia en priorité des tables des mouvements célestes et des positions des étoiles fixes.

Enfin en 1713 Newton donna sa thèse de la lune calculée grâce aux observatoires de Flamsteed. Il faudra alors cinquante ans pour parvenir à une précision suffisante. En effet en attendant la construction d'un chronomètre embarqué les astronomes montraient que sur la voûte céleste, le mouvement de la lune représentait l'aiguille d'un tel chronomètre. Seulement le mouvement propre de la lune est seulement de 0,5° par heure comparé aux 15°/heure des étoiles ou du soleil. Autrement dit pour déduire une longitude d'un angle observé astrelune il fallait une précision trente fois plus grande sur les distances angulaires et longtemps des navigateurs n'espérèrent pas des longitudes à moins de 1 ou 2 degrés.

Avant d'exposer la méthode des distances lunaires il faut dire un mot de la méthode d'observation des éclipses des satellites de Jupiter. Galilée avait découvert ces satellites en 1610 avec une lunette de grossissement 40. À la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle Cassini publia des tables d'éclipse du premier satellite dans la « Connaissance des temps ». Cette mesure de lon-

gitude fut très utilisée à terre pendant tout le XVIII<sup>e</sup> siècle. Mais les mouvements du navire empêchaient l'emploi à bord.

Restait la construction d'un bon chronomètre embarqué: ce fut l'œuvre de Harrison à Londres et de Leroy à Paris. En Angleterre une pétition de commandants de navires marchands demanda au gouvernement d'encourager de bonnes mesures de longitude à la mer puis en 1707 l'amiral Sir Cloudisley Shovelle avec une flotte revenant de Gibraltar sans visibilité pendant 11 jours perdit 4 navires et 2000 hommes sur les rochers des îles Scilly à l'entrée de la Manche.

Encouragé par Newton le Parlement vota un acte en 1714 accordant un prix de 20000 livres (10 millions de francs actuels) pour la première personne déterminant la longitude à la mer avec une précision du demi-degré.

Il fallait que la méthode soit éprouvée sur un voyage transatlantique qui durait alors environ 42 jours (le voyage de Lorient à la Réunion durait à peu près le même temps).

Ce prix encouragea deux premiers résultats :

### 1. Chronomètres :

Harrison autodidacte ingénieur et obstiné obtint le résultat désiré dès 1736 mais ne reçut la totalité du prix que quarante ans plus tard en 1763. Malgré des oppositions des astronomes.

Nous verrons que le deuxième voyage de Cook rendit magnifiquement justice à Harrison en 1775.

En France quelques bons horlogers, Leroy, Berthoud et Bréguet réussirent, à peu près la même performance à la même époque. Comme Cook avec le chronomètre Harrison Lapérouse réussit la même preuve avec Leroy dans son voyage autour du monde dix ans plus tard (1785-88).



Portrait de Cook – Gravure de Bénard – Voyage dans l'hémisphère austral et autour du monde – Tome I – Paris (1778) – Musée de la Marine, J2223.



Portrait de Lapérouse d'après une miniature – Gravure de Tardieu (1793)  
Voyage de Lapérouse – Imprimerie de la République – Paris (1797) – Musée de la Marine, J3206.

## 2. Octants :

John HADLEY présenta en 1731 un cadran de bonne précision qui obtint rapidement du succès en Angleterre comme en France.

Un jeune précurseur de l'hydrographie française qui fit carrière à la compagnie des Indes orientales, Jean-Baptiste d'Après de Manneville (1707-1780) se procura à Paris un quadrant de Hadley (il est exposé au Musée de la Compagnie des Indes orientales à Port-Louis).

Dès ses premiers embarquements pour les Indes ou la Chine, d'Après mena simultanément son rôle d'officier ou de commandant de navire et celui d'hydrographe tel qu'on l'entendait à l'époque c'est-à-dire en effectuant des mesures mais également en rassemblant les journaux de bord des autres vaisseaux et même les cartes publiées en Angleterre par l'East India Company.

Ainsi malgré les vicissitudes des guerres, DALRYMPLE hydrographe de l'Est India Company, puis de l'Amirauté à partir de 1795, échangea librement avec d'Après les informations en océan indien comme cela se pratiqua également pour les grands voyages maritimes. Ces échanges continuèrent même pendant la guerre d'indépendance de l'Amérique où français et anglais se retrouvaient ennemis !

## Les grands voyages maritimes

Le voyage de Bougainville autour du monde (1766-69 avec la Boudeuse et l'Étoile fut le premier du genre mais malheureusement un peu trop tôt pour bénéficier des derniers développements techniques. Il en alla tout autrement, pour les magnifiques navigations de Cook (1728-1779) et de Lapérouse (1741-1788).

Cook fils d'un ouvrier agricole embarqua d'abord comme matelot sur un caboteur des côtes anglaises. Reconnu comme un être d'élite, assez rapidement il eut le courage de s'engager dans la Royal Navy, également comme matelot. En 1768 remarqué par l'amirauté, celle-ci le nomme officier et lui confia le commandement de l'Endeavour pour une mission scientifique autour du monde. Dès ce premier voyage il se rendit célèbre par le soin avec lequel il s'occupe de la santé et de la nourriture des équipages réduisant ainsi totalement les pertes provoquées par le scorbut.

Le deuxième voyage avec deux navires, Résolution et Adventure, fit grande impression car Cook était résolu à explorer les rivages de la « Terra incognita australis » un énorme continent qui aurait occupé une grande partie de l'hémisphère austral, du pôle sud jusqu'au tropique du capricorne.

Cette fois-ci de 1772 à 1775 Cook emportait pour la première fois un chronomètre de Harrison, le H4 et démontra magistralement que les incertitudes des navigations avaient été réduites par une estime soignée, et surtout des distances lunaires captées avec des mesures de latitude par chronomètre avoisinaient quelques minutes d'arc et celle de longitude un peu plus mais généralement à l'intérieur de 10' d'arc.

Pendant le troisième voyage, 1776 à 1779, il s'agissait de découvrir par l'océan Pacifique Nord une voie de passage, entre l'Atlantique et le Pacifique. Malheureusement au cours d'une deuxième escale aussi îles Hawaï, une algarade dégénéra : Cook et quatre de ses matelots furent poignardés par les indigènes.

La France elle expédia une mission autour du monde avec les frégates Boussole et Astrolabe. Commandées par Lapérouse\* munies comme les navires de Cook, d'objectifs scientifiques et destinées à compléter les voyages de Cook en particulier sur les côtes nord-est et nord-ouest de l'océan pacifique.

Louis XVI avait pris un intérêt personnel à cette mission et la veille de sa mort il demanda encore de ses nouvelles. Lapérouse en escale à Pétropavlosk au Kamtchatka envoya son interprète russe JB de Lesseps à Versailles avec les levés des côtes du Pacifique Nord. Heureusement car les deux navires coulèrent avec les journaux de bord sur les récifs de Vanikoro. Comme Dumont d'Urville le décrit sur des indices du Capitaine Dillon, en 1828. Des vestiges sont conservés au Musée de la Marine.

En tout cas Lapérouse a, comme Cook, atteint son objectif de précision des points astronomiques en mer. Une de ses dernières lettres à Fleurieu depuis Botany bay (Sidney) résume bien ce qu'il pense :

« Il me suffira de vous dire que la combinaison de nos deux moyens, les observations de distances (lunaires) et les horloges marines, a complètement résolu le problème ; nous avons constamment navigué avec moins d'erreurs de longitude qu'on en avait en latitude il y a dix ans, lorsqu'on observait avec des octants en bois, et quatre fois moins peut-être que lorsqu'on faisait usage de l'arbalétrille et du quart de nonante ».

Il restera au XIX<sup>e</sup> siècle à corriger les erreurs accumulées sur les cartes, à répandre les instruments et les méthodes modernes à un prix acceptable, puis au début du XX<sup>e</sup> siècle à profiter de la transmission radioélectrique pour diffuser l'heure exacte.

## Références

F. Marguet – Histoire générale de la navigation du XV<sup>e</sup> au XX<sup>e</sup> siècle – 1931 – Sté éditions maritimes et coloniales.

B.C. Imbert – Bering et Chirikov – découvreurs des côtes du Pacifique Nord – Navigation n° 158, avril 1992

Cahiers de la compagnie des Indes n° 3 – 1998

The Journals of Captain Cook – Penguin Classic – (à partir des manuscrits originaux présentés par J.-C. Beaglehole) – 1999.

Olivier Chapuis – À la mer comme au ciel – Presses de l'Université – Paris – Sorbonne 1999.

**Figure 1 : Carte de France corrigée par ordre du Roi sur les observations de MM. de l'Académie des Sciences. Paris. 1693.** La rectification du tracé des côtes septentrionales et occidentales de France au moyen de déterminations astronomiques (satellites de Jupiter) fut confiée à l'abbé Picard, secondé par l'astronome La Hire. Les opérations de terrain se déroulèrent pendant les années 1670 et aboutirent à la présentation de cette carte à l'Académie des Sciences en 1682 et à sa publication en 1693. Elle est surimposée à la carte de Sanson, qui était regardée jusqu'alors comme « la plus juste de toutes les modernes qui ont été données au public ». Le repli des côtes vers l'intérieur des terres était tel que Louis XIV en plaisant en disant que MM. de l'Académie lui enlevaient une partie de ses États. C'est la première carte de France établie sur le méridien origine de Paris et la dernière à représenter le littoral avant les grandes triangulations géodésiques.



## **l'avis et l'expérience d'annecy**

**Pascale Coudurier**  
Responsable du SIG d'Annecy

### **Présentation de la ville d'Annecy**

Annecy est une ville moyenne de 52 000 habitants à la fois touristique et industrielle.

Elle occupe un petit territoire: 1 375 ha de superficie terrestre, divisé en 5 500 parcelles.

L'organisation municipale montre un ensemble important de services permettant la réalisation en régie de nombreuses missions.

### **Les services techniques et l'informatisation du dessin**

Les outils informatiques graphiques ont commencé à faire leur apparition dans les services techniques il y a une douzaine d'années.

Chacun s'est équipé d'un logiciel de Dessin Assisté par Ordinateur (DAO) en l'occurrence AUTOCAD et WINCAD, complétés de logiciels DAO métiers répondant le mieux à ses besoins, besoins qui sont pour l'essentiel d'avoir accès aux différents plans d'état des lieux afin de connaître le territoire d'une part, et de pouvoir réaliser des projets techniques

d'autre part: projet de voirie, d'aménagement d'espaces verts, de réseaux d'eau potable et d'assainissement.

### **La mise en place du système d'information géographique**

Face à cette prolifération quelque peu désunie de l'équipement informatique graphique des services tant sur le plan des logiciels que des données, les utilisateurs ont ressenti le besoin d'harmoniser leurs actions et d'unir leurs efforts.

En 1997, le projet de mise en place d'un SIG est donc lancé dans le but principal de fédérer l'information géographique afin



d'améliorer la connaissance et la gestion du territoire communal.

Les objectifs majeurs sont tout d'abord de constituer une base de données unique et cohérente en récupérant les données existantes et en intégrant des données nouvelles, de façon à disposer d'informations structurées, non redondantes et à jour.

Un autre objectif c'est aussi d'assurer la diffusion des informations et la gestion des divers domaines d'activités.

C'est ainsi qu'ont été installés à partir de septembre 1998 :

- la base de données relationnelle ORACLE qui centralise toutes les données de manière sécurisée
  - le serveur de données géographiques SDE édité par ESRI
  - 13 licences du SIG bureautique ARCVIEW d'ESRI sur les postes utilisateurs, complétées par des applications métiers de la gamme IMAVUE d'IMAGIS MEDITERRANEE à savoir :
    - la gestion du POS
    - la consultation du CADASTRE
    - la gestion des réseaux d'ASSAINISSEMENT
    - la gestion des ESPACES VERTS
    - la gestion de l'occupation du DOMAINE PUBLIC
    - la consultation des ACCIDENTS
- et de l'exploitation graphique des données du droit des sols et de l'éclairage public.

Tous ces logiciels s'organisent selon une architecture client/serveur et se connectent à une seule et même base de données.

## La base de données

La base de données SIG comporte à ce jour 240 couches graphiques et tables alphanumériques ce qui représente un volume de 2 giga octets.

Pour la constituer et établir les différentes données référentielles, nous avons utilisé principalement les données graphiques existantes en DAO avant le projet SIG et procédé à un import massif.

### Le plan cadastral

C'est un référentiel incontournable qui satisfait la moitié des demandes de renseignements des services et du public en matière d'information géographique.

La Ville a fait réaliser la digitalisation de ce plan en 1989 avec le logiciel DAO WINCAD, et l'a mis à jour continuellement depuis cette date.

Par un export, les données géographiques ont été récupérées, puis nettoyées (suppression des recouvrements, comblement des trous) avec les outils

d'ARCVIEW et enfin identifiées avant d'être intégrées dans la base.

La jointure avec les données MAJIC2 livrées annuellement par la DGI a été faite, et les informations cadastrales sont maintenant consultées et exploitées à travers l'applicatif métier IMACAD.

Le cadastre DAO digitalisé avec Wincad.

Le cadastre SIG ARCVIEW consulté dans l'application métier IMACAD.

### Le POS

Il a été saisi en 1989 sur la base des données cadastrales, également avec le logiciel WINCAD en vue de réaliser l'édition du plan de zonage au 1/4000<sup>e</sup>.

Les outils de l'époque et la vocation du plan font que les données saisies ne répondent plus aux attentes d'aujourd'hui.

C'est pourquoi les données graphiques DAO du POS n'ont pas pu être intégrées dans la base, vue leur faible qualité.

Le POS a donc été régénéré dans le SIG à partir des objets parcelles et les caractéristiques des objets du POS ont été saisies au fur et à mesure.

### Le Plan Général de la Ville

En 1996, à la demande générale des services qui ne disposaient plus d'un plan fiable de la commune (le précédent datait de 1972), le plan photogrammétrique de la partie urbanisée de la ville (800 ha environ) a été réalisé à l'échelle du 1/500<sup>e</sup>.

Il se compose de 78 fichiers au format DXF, structurés selon une nomenclature classique répartie par métier (40 couches différentes), et ayant chacun une symbolique spécifique.

Cette numérisation est suffisamment universelle pour permettre un partage entre les différents domaines et une intégration transparente dans les applications métiers.

Ce plan est un référentiel pour un grand nombre d'applications et il offre une garantie de cohérence et d'homogénéité du système.

Il sert de support à la constitution de nombreuses études de faisabilité, de projets simples et d'avants projets.

Ainsi, toutes les données de l'application SIG de gestion des espaces verts ont été importées du plan photogrammétrique : les arbres, les espaces engazonnés, les allées, les massifs, les jardins, les bancs, les haies etc. soit 37 objets différents.

Certains objets ont dû être triés par symbole au préalable dans le logiciel DAO WINCAD. C'est le cas des arbres dont la représentation graphique du plan photo-

grammétrique est différenciée selon la nature de l'arbre feuillu ou conifère.

Le tri du symbole conifère a ainsi permis de renseigner automatiquement le renseignement « type » de l'objet « arbre d'ornement ».

Les arbres d'alignement qui sont une couche spécifique d'IMAGEV ont été intégrés dans la couche des arbres d'ornement puis triés manuellement et enfin intégrés dans la couche des arbres d'alignement.

L'intégration n'est pas toujours immédiate et automatique.

La géocodification des lampadaires a été réalisée simplement avec ARCVIEW grâce à l'import de la couche « lampadaire » du plan photogrammétrique.

À terme, il est prévu d'intégrer totalement ce plan d'état des lieux dans la base SIG.

Le plan photogrammétrique DAO au 1/500<sup>e</sup>.

Le plan SIG qui en découle dans l'application de gestion des espaces verts IMAGEV.

### Les plans topographiques

Le service de l'urbanisme et du plan établit ou fait établir par des géomètres des plans au 1/200<sup>e</sup> pour des projets spécifiques qui nécessitent une plus grande précision.

La surface couverte à cette échelle est de 40 ha soit 5 % du plan photogrammétrique.

Ces plans sont réalisés en DAO avec les logiciels AUTOCAD ou WINCAD, et sont structurés selon une nomenclature détaillée comportant 147 couches.

Ils sont tous intégrés dans une base de données DAO appelée TOPO200 et pour le moment aucun import dans la base SIG n'est effectué.

À terme, les données graphiques de ces plans seront intégrées directement dans la base SIG afin d'enrichir et de mettre à jour les données des différents métiers.

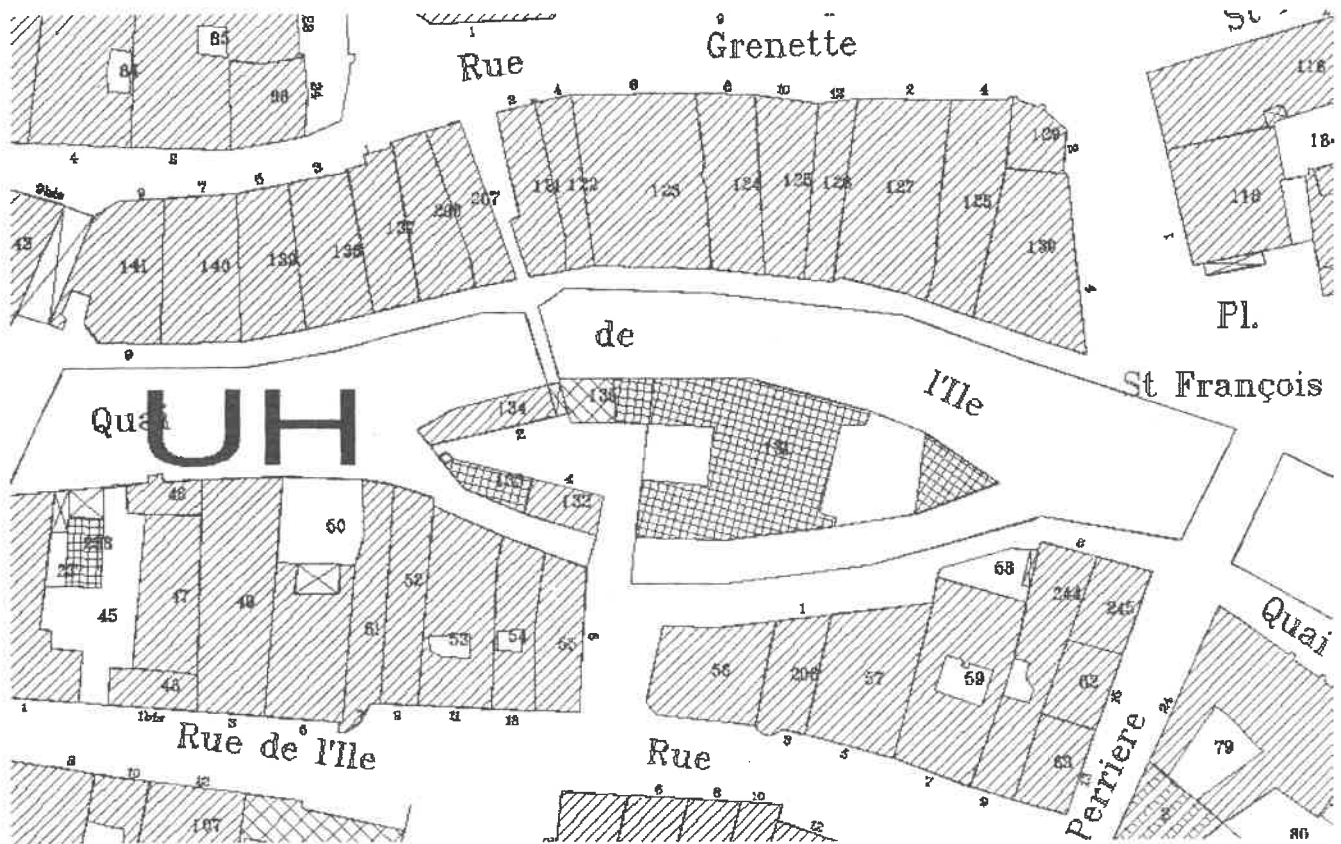
### Le plan de la Ville

Le plan de ville au 1/5000<sup>e</sup>, saisi en DAO avec le logiciel WINCAD, a été intégré dans le SIG ainsi que le fichier des adresses postales qui sont géoréférencées.

Ce plan sert de référentiel notamment pour la géolocalisation des objets accidents.

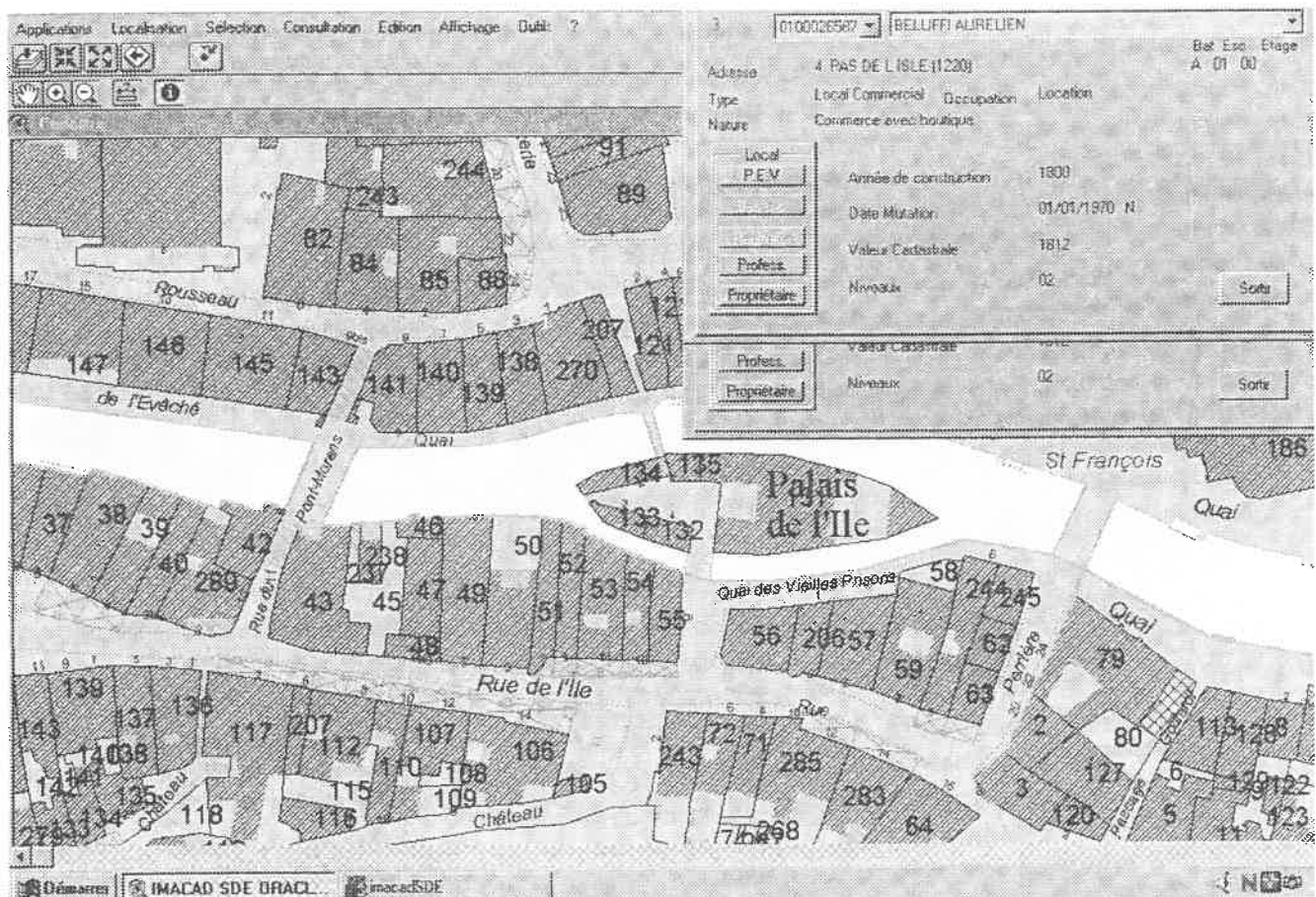
### Les cartes thématiques

Plusieurs cartes thématiques réalisées en cartographie avec le logiciel WINCAD ont été intégrées dans le SIG puis enrichies d'informations alphanumériques existantes ou saisies a posteriori.

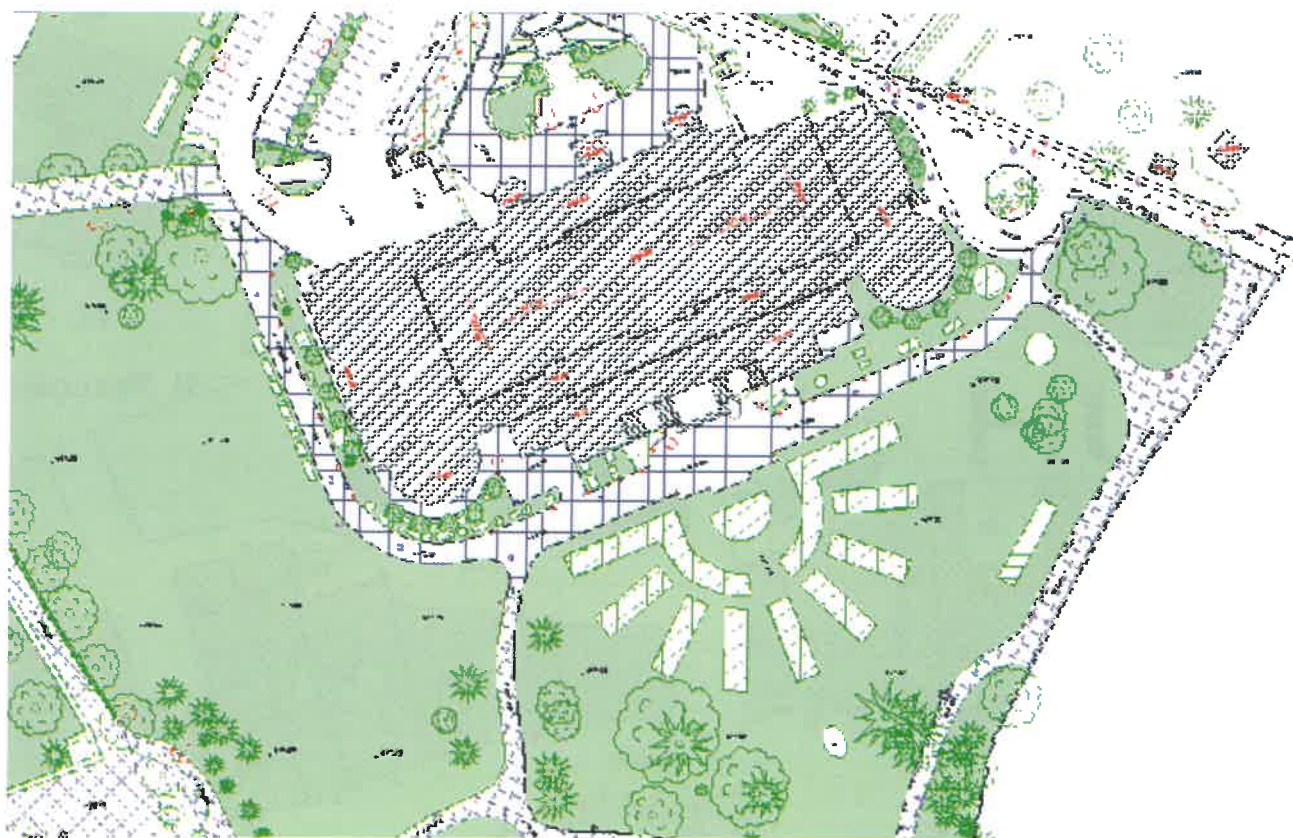


Le cadastre DAO digitalisé avec Wincad

Le cadastre SIG ARCVIEW consulté dans l'application métier IMACAD

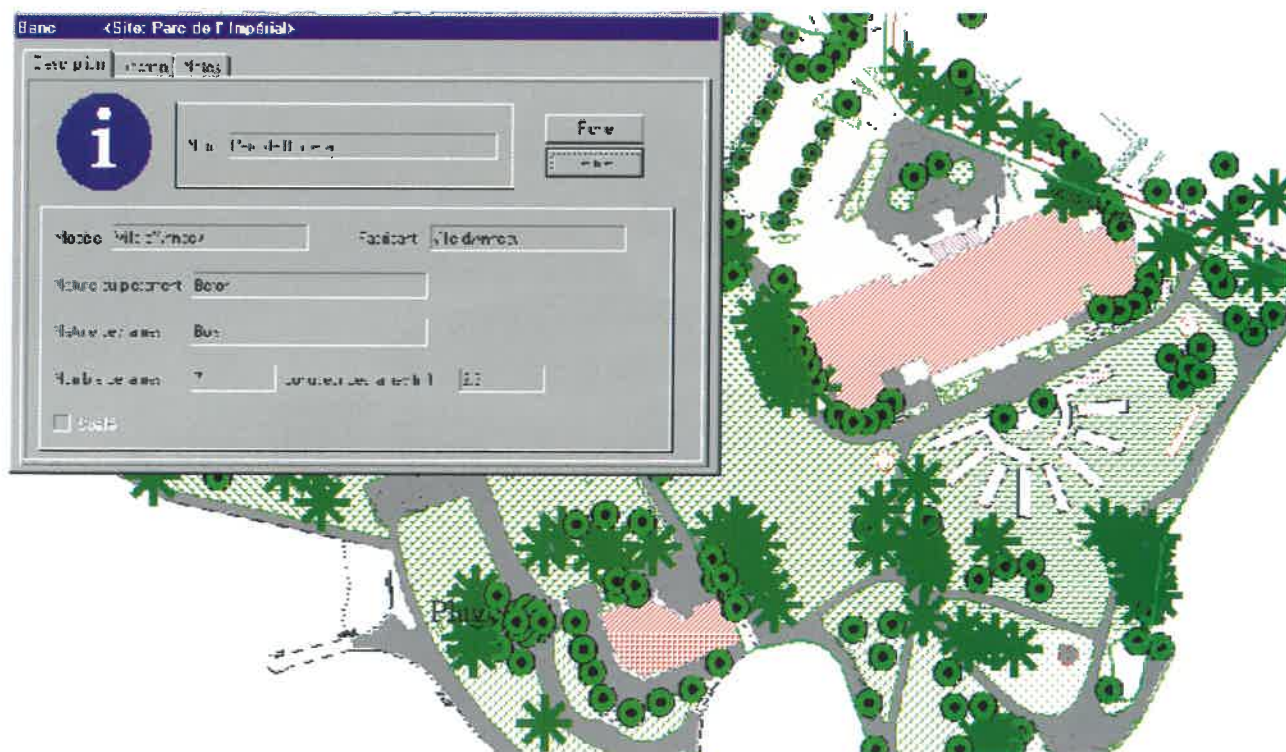






Le plan photogrammétrique DAO au 1/500<sup>e</sup>

Le plan du SIG qui en découle dans l'application de gestion des espaces verts IMAGEV



C'est le cas notamment de la thématique des îlots INSEE et des résultats du recensement. C'est également le cas de la carte thématique des équipements municipaux, de la carte scolaire et du fichier des élèves, de la carte électorale et du fichier des électeurs.

## Les échanges DAO et SIG

Maintenant que la montée en charge des données DAO existantes dans la base SIG est réalisée, on peut se demander quels échanges existent aujourd'hui entre les logiciels DAO et SIG.

Tout d'abord, les logiciels DAO sont utilisés pour effectuer la saisie précise des données.

C'est avec WINCAD qu'on effectue le vidage des carnets de terrain, les calculs, la codification, les constructions géométriques précises: application des documents d'arpentage, définition des alignements, etc.

Ces données sont éventuellement exportées vers le SIG pour mettre à jour le cadastre et le POS.

La réalisation de projets s'effectue toujours avec les logiciels DAO qui ont prouvé leur efficacité et pour le moment, les services n'ont pas ressenti l'utilité de les exploiter avec le logiciel SIG.

Enfin, c'est également avec les logiciels de DAO que nous réalisons les éditions graphiques complexes, vue l'élaboration de leurs fonctions de dessin.

C'est ainsi que nous éditons le POS avec WINCAD à partir des données exportées du SIG.

Le logiciel SIG quant à lui est utilisé pour la saisie d'objets simples dont la

localisation ne requiert pas une grande précision: par exemple, nous saisissons les accidents dans ARCVIEW, les adresses postales, les équipements municipaux.

La saisie et la gestion des attributs quant à elles, se font exclusivement avec le logiciel SIG dont c'est l'une des fonctions principales.

Les logiciels DAO que nous utilisons ne nous permettent pas de réaliser cela de façon intuitive et simple.

Les requêtes et les éditions graphiques qui en découlent sont effectuées avec le logiciel SIG.

Par exemple pour réaliser la carte des permis de construire délivrés dans la zone UX du POS depuis 1996 afin d'étudier une modification du POS, pour éditer la liste de tous les propriétaires fonciers dont un terrain est concerné par la zone ND du POS et classé en espace boisé à conserver afin de leur envoyer un courrier, pour faire la carte des accidents ayant occasionné des blessés graves pour les élus, la carte de la densité de la population par îlot INSEE, etc.

## Perspectives

Par notre expérience, nous avons pu constater que l'alimentation en données graphiques et alphanumériques d'une base SIG est un travail énorme et minutieux.

Dans le cas d'Annecy, l'apport des données DAO dans le SIG a été déterminant et a permis une montée en charge de la base relativement rapide en ce qui concerne les données graphiques.

La saisie des attributs est cependant laborieuse et certains services ont du mal à dégager le temps et le personnel nécessaire à cette tâche.

Les applications du SIG dans ces domaines se trouvent donc retardées, voire bloquées, et les retours qu'on en attendait ne se produisent pas: partage de l'information, optimisation et facilitation de la gestion des métiers.

L'idéal serait donc de pouvoir confier des missions de saisie d'attributs à des prestataires, à l'occasion de l'établissement des plans par exemple.

En relevant le banc, le géomètre pourrait saisir directement la nature du piétement, la nature et le nombre de lames.

Ces données seraient alors directement injectées dans l'application métier.

D'une façon plus générale, la saisie d'un attribut « identifiant » des objets graphiques permettrait de faire un lien immédiat avec des fichiers d'informations alphanumériques existants disposant du même identifiant.

Dans tous les cas, les logiciels DAO qui assurent la saisie des données géographiques précises nous faciliteraient la tâche en permettant l'acquisition et la gestion d'attributs de façon simple.

Le logiciel SIG que nous utilisons répond à nos attentes.

Cependant, certaines fonctions manquantes nous contraignent par moment à effectuer des manipulations supplémentaires d'import et d'export de données vers les logiciels de DAO.

C'est le cas des outils de saisie de données précises et complexes.

C'est aussi le cas des fonctions d'éditions cartographiques élaborées.

*Conférence présentée au séminaire de topographie ESRI-AFT "les nouvelles solutions géomatiques au service des professionnels" (PARIS – 8 juin 2000)*

# Le Caousou



# Toulouse

BTS Géomètre – Topographe sous contrat  
Préparation au concours d'entrée à  
l'Ecole Supérieure des Géomètres Topographe (ESGT)

- ☛ Les inscriptions sont ouvertes à partir du 15 janvier.
- ☛ Recrutement post Baccalauréat sur dossier.
- ☛ Possibilité de préparer simultanément le BTS et le concours d'entrée à l'ESGT.
- ☛ Internat permanent filles et garçons.
- ☛ Pour les internes, des répétiteurs assurent un soutien en Maths et en Physique.
- ☛ Entraînement aux examens et concours.

42, Av. Camille Pujol – BP 5210 – 31079 TOULOUSE Cedex 5  
Tel : 05.62.47.48.43. - Fax : 05.62.47.48.50.  
Site internet : [www.caousou.com](http://www.caousou.com) - Email : [scolarite@caousou.com](mailto:scolarite@caousou.com)

LE CAOUSOU

Etablissement d'enseignement privé sous contrat d'association



# la photogrammétrie au Cadastre

Michel Éliat  
Inspecteur du Cadastre

L'usage de la photographie pour mettre à jour le plan cadastral est loin d'être récente.

En effet, c'est à la fin du siècle dernier que les premières expérimentations eurent lieu: en 1891, M. Gaultier, éditeur géographe à Paris, au moyen d'un ballon et d'un appareil photographique réalisa une triangulation et un levé de plans.

Ses travaux furent transmis au Comité des essais de la Commission extra-parlementaire du Cadastre. Si celle-ci voyait dans l'usage du ballon un procédé peu praticable, son président, M. Janssen voyait la photographie apporter un concours très précieux pour la topographie et cela "dans un avenir pas trop éloigné".

Ultérieurement, le sieur Gaultier entreprit de lever à ses frais une zone de 70 hectares par procédé photogrammétrique. Après examen des travaux, le Comité des essais lui accorda une subvention car il jugea les travaux positifs et encourageants.

Ainsi, les travaux de levés par procédés photographiques recevaient leurs lettres de noblesse au même titre que les travaux d'arpentage classique.

C'est à partir de 1930, à l'occasion des opérations de rénovation que s'est posé le problème de l'usage de la photographie aérienne pour la mise à jour des plans cadastraux.

Dans un premier temps, la technique retenue fut le redressement de clichés pour des questions de coûts, le redressement des photographies étant réalisé par des sociétés privées spécialisées.

Progressivement, le cadastre a fait appel à ces techniques nouvelles.

La brigade topographique nationale du Cadastre, créée en 1948, avait été chargée de missions diverses et variées. Sa compétence s'étendait à l'ensemble du territoire et ses missions et attributions étaient surtout orientées vers les questions techniques. En particulier, elle avait des missions d'étude, d'expérimentation et d'animation, notamment en matière de photogrammétrie.

On peut mettre à son portefeuille l'ouverture et le suivi de chantiers expérimentaux. L'utilisation de la photogrammétrie a été dans un premier temps réalisée pour confectionner un plan d'ensemble au 1/2000 pour la région parisienne (plan cadastral normalisé) et pour rattraper les retards dans la mise à jour des plans cadastraux d'Île de France.

Le matériel utilisé alors était un stéréorestituteur type Wild A8. Étaient également utilisés pour réaliser une cartographie numérique: une table de numérisation et des enregistreurs adaptés, 2 traceurs à rouleaux et une table à plat Benson.

On peut dire que depuis les années 80, la photogrammétrie fait partie intégrante du paysage cadastral.

## Le travail dans les ateliers de photogrammétrie

À l'heure actuelle, le cadastre comprend 4 ateliers de photogrammétrie qui se dé-

coupent le territoire national en 4 zones géographiques: la partie nord et nord-est, le grand ouest, le sud-ouest et le sud-est.

Ces ateliers sont situés respectivement à St Germain en Laye, Rennes, Toulouse et Marseille.

Depuis le 1<sup>er</sup> septembre 2000, les ateliers de Marseille et Rennes sont rattachés au Service de la Documentation nationale du Cadastre, direction à compétence nationale de la DGI et qui comprend, entre autres, un des quatre ateliers de photogrammétrie.

Les travaux réalisés dans les ateliers de photogrammétrie sont de deux types: les travaux de remaniement et les travaux de mise à jour du plan.

### Les travaux de remaniement

Le remaniement du plan du cadastre consiste à réaliser un nouveau parcellaire cadastral plus lisible et permettant de mieux identifier la propriété foncière. Ce procédé a été autorisé par la loi du 18 juillet 1974.

Le remaniement qui est lié à une nouvelle rénovation du cadastre peut-être opéré sur la totalité d'une commune ou sur une partie. Selon l'ampleur et le type de paysage, les travaux seront réalisés soit par procédé terrestre soit par procédé photogrammétrique.

Ainsi, au-delà d'un seuil de rentabilité fixé à environ 100 hectares, le traitement par photographie aérienne est privilégié pour des raisons d'efficacité et de rapidité d'exécution.

Les chantiers sont proposés par les centres des impôts fonciers (CDIF) et les travaux réalisés par les brigades régionales foncières (BRF) pour l'essentiel, les CDIF ne participant qu'à des chantiers de faible superficie. La liste des chantiers est arrêtée annuellement par l'administration centrale.

Les brigades régionales foncières lancent les marchés de prises de vue aériennes qui sont effectuées par des sociétés spécialisées. Les vols sont réalisés d'après les éléments indiqués sur un extrait de la carte IGN au 1/25000 où figurent le périmètre du chantier, les axes de vol et les nadirs de prises de vue. Préalablement aux prises de vue, il est installé sur le chantier des plaquettes matérialisant les points d'appui et de contrôle





dont les coordonnées ont été déterminées par GPS.

En principe, les prises de vue sont réalisées aux périodes de l'année où la végétation est la moins dense et aux heures où le soleil est le plus haut dans le ciel pour minimiser les ombres portées (mars ou octobre, selon les régions).

Pour réaliser les travaux de restitution, chaque atelier reçoit un dossier comprenant l'ensemble des vues du chantier annotées de l'identification des points, le découpage en sections nouvelles, les négatifs, la mappe des sommets de canevas, les carnets d'identification des points et les coordonnées des points.

Au vu des dossiers transmis par les BRF, l'atelier vérifie le respect des spécifications du cahier des clauses techniques particulières<sup>(1)</sup>. Il peut, le cas échéant, refuser un vol si certains paramètres ne sont pas respectés par l'avionneur (recouvrements latéral et longitudinal, dérive...).

Préalablement à la restitution proprement dite, la première étape consiste à l'aérotriangulation. Ceci consiste à déterminer par le calcul et à partir d'un certain nombre de points connus dans le système Lambert, visibles sur les clichés, les points nécessaires à l'orientation absolue de chaque couple.

Plusieurs méthodes de calcul existent en la matière : la méthode par faisceaux et la méthode par modèles indépendants. C'est cette dernière technique qu'utilise le cadastre avec le logiciel de calcul PATM 43.

Dans un premier temps, un schéma du chantier organisé par couples et bandes de vol (appelé mappe de prise de vue) est dessiné. Sont ainsi indiqués les points d'appui en XYZ et les points en altimétrie ainsi que les points de calage.

Une fois l'observation des points réalisée, les paramètres d'orientation sont alors connus et les résidus calculés pour chaque modèle. La restitution peut alors commencer.

Le parc des stéréorestituteurs des ateliers comprend des appareils analogiques et des appareils analytiques. Seuls ces derniers permettent de travailler en mode numérique. On peut citer comme matériel : Zeiss P3 et P33, Leica SD2000, Wild BC 3.

Le travail est organisé pour les opérateurs en vacation (matinée ou après-midi), si bien que les appareils fonctionnent en continu de 6 heures à 20 heures.

La restitution correspond à la prise en compte de l'ensemble des éléments vus sur la photographie sans interpréter ce qui est masqué.

Ainsi, seules les parties visibles d'un bâtiment seront restituées : si un angle n'est pas observé, il ne sera pas dessiné.

Sont donc dessinés les diverses constructions, bâtiments importants ou non, l'emprise des voies, avec éventuellement le détail des bandes de roulement si besoin est, les détails topographiques tels que mares, étangs, poteaux électriques, pylônes, haies, murs, cheminées, etc. ; tous les détails nécessaires à la constitution du plan et utile au géomètre pour le post-complètement. Enfin, la stéréominute peut être complétée de points d'altimétrie, mais les courbes de niveau n'apparaissent pas au plan.

Par convention, les stéréominutes sont dessinées en rouge et les zones boisées en vert. Tout un ensemble de symboles régulièrement rencontrés est codifié pour le dessin.

Les ateliers interviennent en tant que prestataires pour les services territoriaux du cadastre et en fonction des demandes, ils peuvent parfois faire figurer certaines informations supplémentaires en matière de détails topographiques, selon les spécificités locales.

Les éléments ainsi constitués sont dessinés dans un fichier vecteur que le géomètre complètera avec un outil de DAO personnalisé pour le cadastre.

Le travail ainsi achevé par l'atelier de photogrammétrie permet de réaliser relativement rapidement un travail important en matière de remaniement. De plus, ces travaux qui exigent un matériel de pointe en terme de technique procurent un travail de qualité et de précision.

Toutefois, à ce niveau, le plan n'est pas encore dans son état définitif : un travail de post-complètement est encore à réaliser pour obtenir un plan achevé. (Voir illustration).

En effet, le plan cadastral ne représente que l'emprise au sol des bâtiments et les limites apparentes.

Aussi, convient-il notamment de mesurer pour chaque construction les débords de toit et de relever tous les détails n'ayant pas été vus sur les photos, nécessaires au positionnement des limites indiquées par les propriétaires dans la phase de délimitation contradictoire.

Un travail de finition important est donc à réaliser pour terminer le plan. Ce travail est réalisé par le géomètre du cadastre.

### **Les travaux de maintenance du plan par procédé photogrammétrie**

Par rapport aux travaux précédents pour lesquels il s'agissait de réaliser un

plan totalement neuf, ici, on part d'une feuille de plan existante que l'on met à jour au vu de la photo aérienne.

Par convention, on dessine ainsi les nouveaux éléments en rouge et l'on indique en vert ceux qui sont supprimés. Ainsi, toutes les modifications survenues sur le plan apparaissent (voir illustration).

Étant donné que les plans peuvent être d'origines diverses et, éventuellement, ne pas être géoréférencés, notamment pour les plans rénovés par voie de mise à jour, les seuls appareils permettant de réaliser pour le moment ce type de travail sont les appareils de stéréorestitutions analogiques qui autorisent le calage local.

Les appareils utilisés étant des Wild, A8 et AMH, ce dernier appareil étant plus sophistiqué (amortissement par procédé pneumatique) que le précédent.

La mise à jour ne concerne que les bâtiments et les détails topographiques importants (ronds points...), le cadastre n'étant pas habilité à modifier le parcellaire en dehors des opérations de remaniement (excepté dans quelques cas précis).

Pour la mise en place des couples une aérotriangulation légère est réalisée avec quelques points connus en altimétrie. Le calage de chaque feuille est opéré localement.

Les résultats dépendent de la précision du calage et donc de celle de la feuille.

Une fois la restitution effectuée, une opération de post-complètement est assurée par le géomètre.

Cette méthode est préférable au lever terrestre classique dès lors que le nombre de bâtiments à restituer est important (au moins 50 par feuille) et que la zone à traiter couvre plusieurs centaines d'hectares.

## **Conclusion**

Dans le contexte de la dématérialisation du plan cadastral les outils et les méthodes devront évoluer, notamment pour la mise à jour du plan par procédé photogrammétrie, afin d'être en mesure de restituer les éléments nouveaux en superposition d'un plan vecteur ou image.

L'administration centrale (Bureau F1) conduit actuellement une étude sur ce sujet, l'objectif étant de pouvoir continuer à utiliser le parc des restituteurs analytiques.

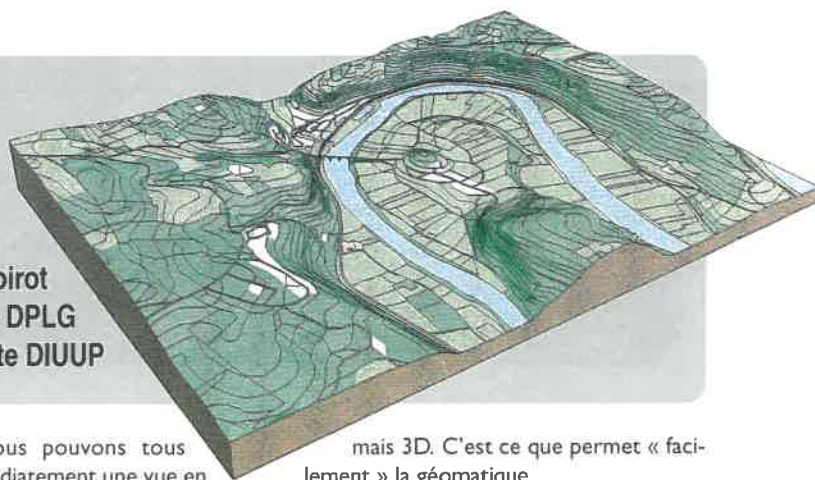
La Direction générale des impôts a acquis une grande expérience en matière de photogrammétrie pour l'exercice de la mission technique du cadastre qu'elle saura utiliser pour mener à bien cette évolution.

<sup>1</sup> CCTP DO3 relatif aux prises de vues aériennes effectuées pour le compte du cadastre.



# du plan au modèle

Claude Soiro  
Architecte DPLG  
Urbaniste DIUUP



La modélisation est une des très intéressantes techniques nouvelle offerte par l'informatique pour le traitement et la visualisation de l'information géographique, en milieu urbain comme en milieu rural.

Jusqu'à une date récente, l'information géographique était essentiellement disponible sous forme de plans et cartes éditées sur papier. Le monde en relief dans lequel nous vivons devait être représenté sur une surface plane de référence, avec les moyens offerts par le « dessin » et par le biais de conventions d'échelle, de symbolique, d'habillage, de cotation, de plan-coupe-élévation...

Les aménageurs, architectes, urbanistes, paysagistes et ingénieurs, ont dû se contenter de cette représentation « plane » incomplète et abstraite du milieu qu'ils étudient. Les plans de ville actuels ne renseignent en rien sur la hauteur des immeubles, sauf éventuellement un R + 3 ou R + 6 qui ne tient pas compte des caractéristiques architecturales des constructions.

La perception de l'espace en vue du dessus est insuffisante. Faut-il rappeler que seul un infime pourcentage de la population est capable de « lire » un plan ou de comprendre un schéma graphique,

alors que nous pouvons tous intégrer immédiatement une vue en perspective qui correspond parfaitement à notre moyen de perception naturel.

Pour un site urbain, construire une perspective manuellement est difficile, voire impossible car on manque de données altimétriques et de renseignements sur la volumétrie, et aussi parce que le temps de travail nécessaire est trop important. Alors que pour un ordinateur qui dispose de données 3D, il n'est pas plus difficile de calculer une vue en plan qu'une vue en perspective. C'est le même type de calcul, mais avec des paramètres différents. La perspective sous informatique doit être le moyen ordinaire de visualisation, le plan ou l'élévation 2D, sous-produit du 3D, n'étant que des moyens accessoires.

Maintenant, le support de l'information géographique n'est plus le papier. Le tirage graphique est l'expression d'un document numérique. Mais si la planche à dessin est avantageusement remplacée par le micro-ordinateur et si la photographie peut se substituer au trait, le plan et la carte restent dans le domaine de la représentation graphique.

Pour l'aménageur, il est essentiel que les données ne soient plus seulement 2D,

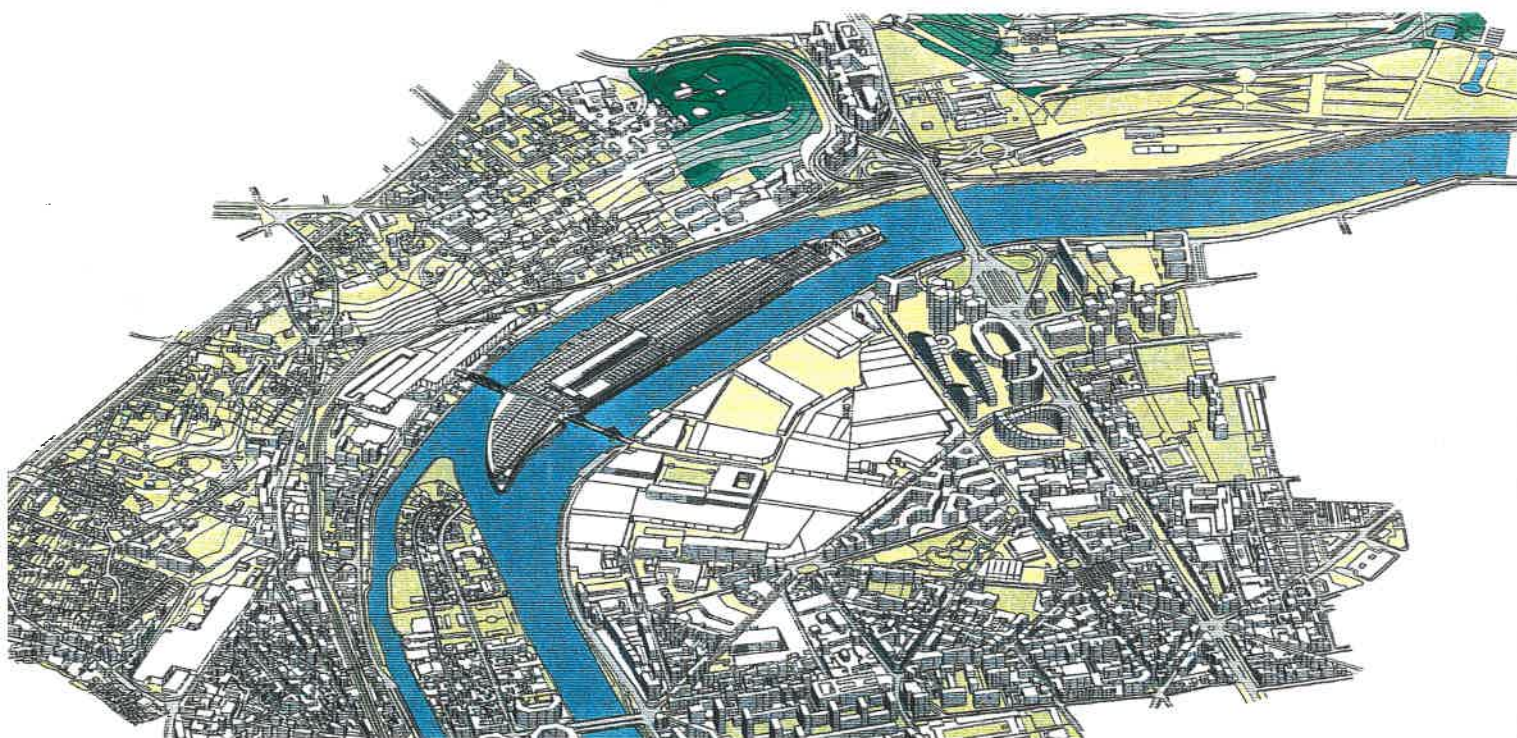
mais 3D. C'est ce que permet « facilement » la géomatique.

En cartographie comme dans beaucoup d'autres domaines industriels, les avantages du mode informatique sont évidents par rapport aux modes anciens de saisie, de conservation, d'étude et de diffusion de l'information.

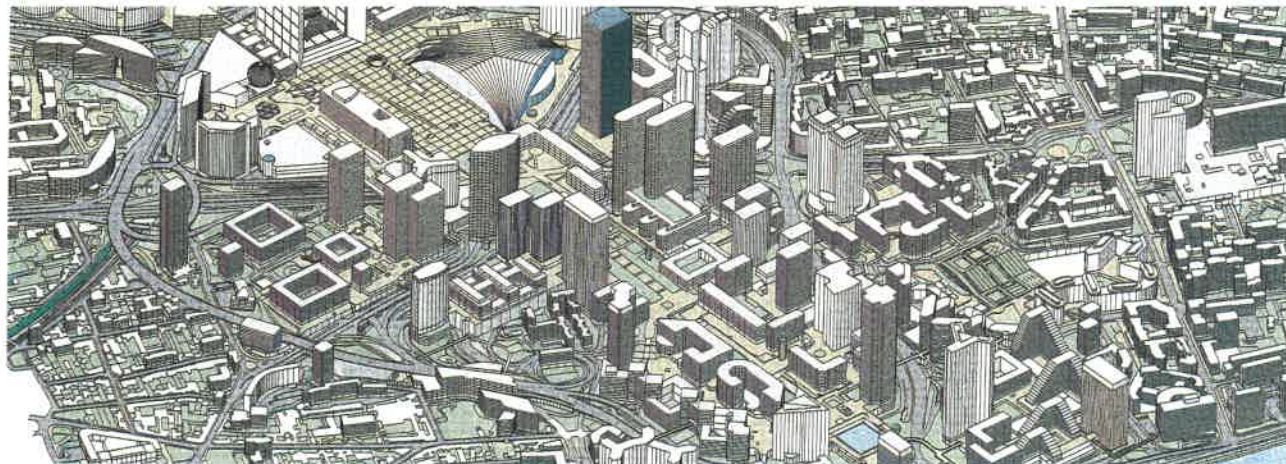
La géomatique est intégrée de par sa nature aux nouveaux domaines de la communication et de la diffusion des connaissances, qui sont numériques: archivage, cinéma, multimédia, interactivité... L'exemple des Systèmes d'Information Géographique est frappant. Ils transforment considérablement la gestion des collectivités territoriales, par exemple, et amènent à compléter l'information « planimétrique » disponible avec les cartes classiques numérisées par des éléments financiers, des statistiques, des photographies, des films, des sons même, assurant ainsi un élargissement extraordinaire du renseignement cartographique concret ou abstrait qui englobera à terme tous les domaines de l'activité humaine, du foncier à la construction, en passant par l'économie, la sécurité et la politique. Et les SIG seront un jour prochain en 3D.

Les capacités de stockage et la rapidité de traitement des données associées à la

Modélisation du site des usines Renault



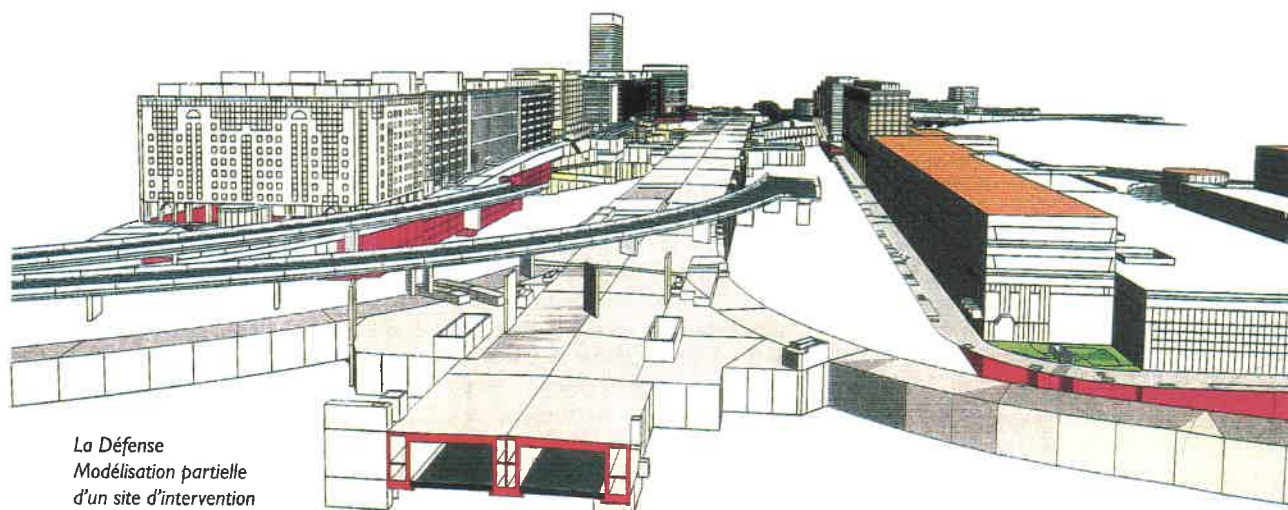




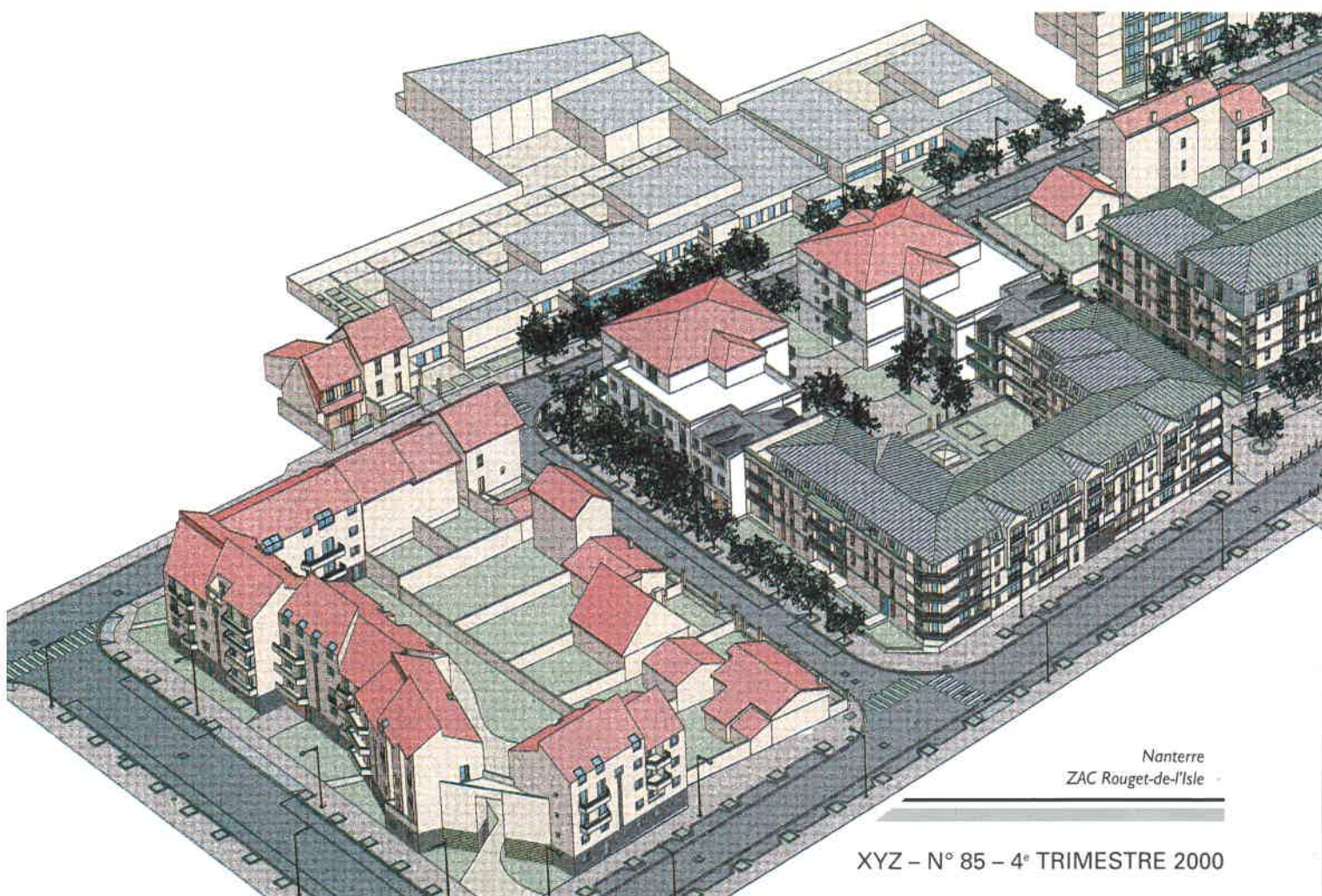
Base de données EPAD

## Les trois niveaux de modélisation

Modélisation : Claude Soiro



La Défense  
Modélisation partielle  
d'un site d'intervention



Nanterre  
ZAC Rouget-de-l'Isle



puissance et au faible prix des logiciels et des ordinateurs nécessaires permettent d'envisager la généralisation de la modélisation, c'est-à-dire de la transcription numérique en 3D de notre environnement.

L'information géographique change alors de nature. D'une interprétation de l'espace, on passe à sa description, qui devient de plus en plus fidèle et précise, non seulement pour la partie « géométrie », mais aussi pour la partie « renseignements ».

Dans une modélisation, la géométrie est saisie et mémorisée avec des dimensions et positions exprimées en grandeur réelles, abolissant ainsi toutes les conventions d'échelle et de normalisation représentatives. La base de données contient des informations « réelles » qui sont totalement constantes et indépendantes de la taille de sa représentation momentanément visible. Les coordonnées XYZ d'un point sont définitives et immuables.

On doit alors envisager une saisie extrêmement précise et complète sur le terrain, les documents finaux pouvant ensuite être déduits de cette base de données primaire par simplification en laboratoire.

Un problème intéressant apparaît alors : notre espace est un géoïde où les verticales ne sont pas parallèles entre elles mais concourent vers un point unique, le centre de la terre et où les lignes droites n'existent pas car elles épousent la courbure du globe. Dans quel espace virtuel transcrire cet espace réel : une espace de type cartésien « en XYZ », facile à modéliser, mais faux, ou bien un

espace sphérique, juste mais difficile voire impossible à traiter ?

Cette difficulté s'est posée réellement dans une étude de visibilité pour un projet de croix très monumentale en Normandie, intéressant un site d'au moins 100 km de rayon et où devait être prise en compte la courbure de la terre.

Une autre question est de définir non plus l'échelle des levés mais leur niveau de détail.

Diverses expériences en milieu urbain amènent à penser que 3 types de modélisation sont envisageables, en se référant par exemple au domaine bâti. Un premier assez simplifié, où les immeubles ne sont transcrits que par leur volumétrie générale, avec indication du nombre de niveaux et éventuellement les grands détails architecturaux caractéristiques. Un second plus fouillé, où sont indiqués les percements (mais sans les menuiseries ni les décalages de plans peu caractéristiques), les formes de toiture avec leurs accessoires majeurs (cages d'ascenseur, grosses cheminées, frontons...). Enfin un troisième très détaillé avec tous les détails architecturaux de plus de 5 cm, par exemple, les moulures, les menuiseries, les grilles et balcons, les descentes d'eaux pluviales... Une codification de ces niveaux de détail s'avère indispensable. Il est évident que le prix de la saisie sur le terrain et de la modélisation dépendent du choix de ce niveau de détail.

La saisie sur site doit être très complète, pour modéliser même les parties qui ne sont pas habituellement décrites sur les plans : sous-faces de ponts, profils latéraux des viaducs, mobilier urbain... Des saisies photographiques sont nécessaires, pour

éventuellement intégrer les couleurs et les matières des objets en vue de réaliser des images de synthèse par exemple, et pour faciliter l'interprétation des volumes et espaces.

Il faut souligner que la modélisation n'a pas qu'un aspect technique, mais que l'on y aborde des considérations d'interprétation, de compréhension, d'expression qui s'apparentent fortement aux techniques artistiques. C'est un nouveau domaine à explorer tout comme celui de l'expression des sorties informatiques qui ne satisfait pas encore le sens artistique de la majorité des aménageurs.

Quelques habitudes actuelles sont à modifier, comme le découpage de l'espace en feuilles rectangulaires coupant allégrement routes, ouvrages d'art et immeubles en plusieurs parties. Le découpage d'un modèle doit être cohérent et réaliste, suivant des axes de voirie, par exemple, et en englobant des secteurs homogènes. L'habillage des plans avec des hachures, des symboles, des textes incorporés au dessin n'ont plus de raison d'être dans une modélisation qui est associée à une base de données.

La richesse en renseignement d'une modélisation est sans commune mesure avec les plans et cartes actuelles comparables.

L'informatique permet maintenant la transcription complète, globale et en 3D de l'espace, avec toute la précision et les détails nécessaires. Les ordinateurs sont disponibles comme les logiciels et les techniques de stockage. C'est vraiment une technique d'avenir qu'il faut développer, codifier et enseigner.

(ccs.soivot@wanadoo.fr)



- PRISES DE VUES  
AÉRIENNES VERTICALES
- NUMÉRISATION DE PHOTOGRAPHIES  
AÉRIENNES SUR FILM
- AÉROTRIANGULATION NUMÉRIQUE
- ORTHOPHOTOPLANS

**Centre d'Exploitation : Aéroport de Nancy-Essey • F - 54510 TOMBLAINE**  
Tél. (33) 03 83 18 00 03 • Fax (33) 03 83 18 00 53  
e-mail : aeroscan@wanadoo.fr

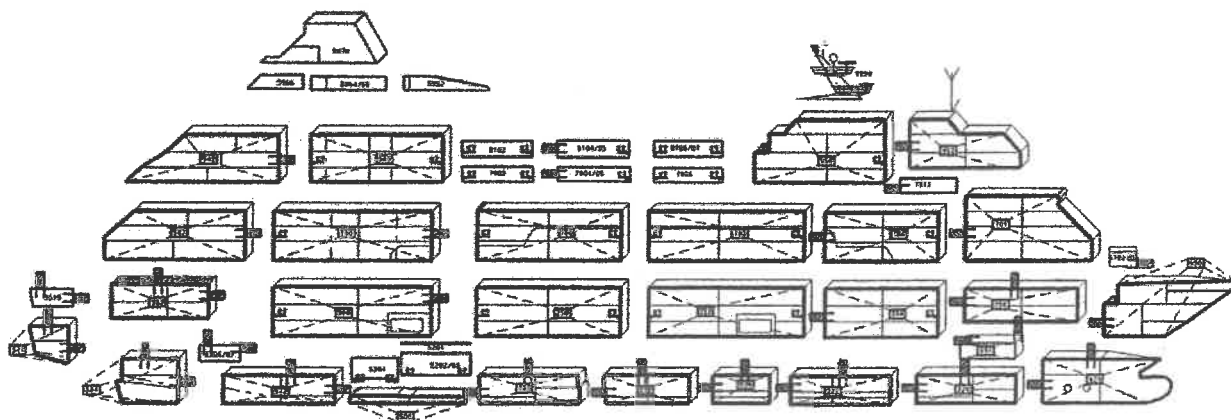


Fig. 1 - Division en blocs de la structure

# NAVMOD

**outil de modélisation  
graphique  
appliqué à la  
construction navale**

**Manuel Plusquellec  
Nicolas Dechenaux  
(ESGT - 2000)**

**Jean-Philippe Rodrigues  
(Responsable Qualité et Précision  
Coque métallique des Chantiers  
de l'Atlantique - ESGT - 1995)**

Depuis peu, le marché de la croisière connaît un réel renouveau même si les paquebots ne sont plus considérés comme un moyen rapide de rejoindre quelques terres éloignées. Les experts estiment que cet engouement de la part du public pour la croisière-loisirs n'est pas près de diminuer. Seulement 4 ou 5 chantiers navals européens se partagent 80 % de la production mondiale de paquebots. Situé à l'embouchure de la Loire à Saint-Nazaire, Chantiers de l'Atlantique, filiale de la division Marine du groupe ALSTOM, est l'un d'entre eux.

Depuis avril 1998, ce chantier naval s'est fixé des objectifs à la hauteur de son ambition : devenir le premier constructeur de paquebots au monde. Comment ? En réduisant en 3 ans de 30 % le coût de fabrication des navires, en augmentant la capacité de construction de navires de 2 à 3 par an à une capacité de 5 à 6 navires et en réduisant les frais généraux de 50 %. Cela nécessite aussi une réorganisation complète du site autour des 3 pôles représentant le cœur du métier des Chantiers de l'Atlantique : le projet, la coordination et la coque métallique.

La Coque Métallique, département composé de 1400 personnes, a lancé plusieurs actions stratégiques dans le cadre du Plan d'Entreprise CAP21 : l'une d'entre elle s'appelle l'Action Précision. L'Action Précision consiste à améliorer la précision à tous les stades de la production de la coque métallique, dans le but de réduire les coûts de soudage, de fabrication et de montage et de permettre aux études de proposer des solutions innovantes.

## I. Présentation de la fabrication de la structure d'un navire

La première étape dans la fabrication d'une coque consiste à diviser celle-ci en blocs (fig. 1), eux mêmes divisés en panneaux (fig. 2) qui sont assemblés à partir d'indices (fig. 3), indices constitués de pièces.

Des sur-longueurs sont utilisées dans la fabrication des blocs afin de compenser,

d'une part, les effets des déformations issues des opérations de soudage et de redressage et, d'autre part, limiter l'influence du cumul des écarts résiduels constatés tout au long du process. Ces sur-longueurs sont ensuite découpées lorsque le bloc est constitué afin de reporter les erreurs de géométrie d'un bloc contigu sur un autre, il s'agit de la « coupe-juste ».

Une première avancée importante a été faite en supprimant les sur-longueurs sur les blocs ne présentant pas de géométrie

en forme c'est-à-dire les blocs parallélépipédiques qui se situent au-dessus de la tangente de carène, limite entre les parties immergées et les parties émergées de la coque du navire. Ceci a permis de supprimer une opération de « retouche » non négligeable du processus de fabrication puisque cette opération était synonyme de coûts supplémentaires et introduisait une étape de plus située sur le chemin critique du planning général de la construction des paquebots.

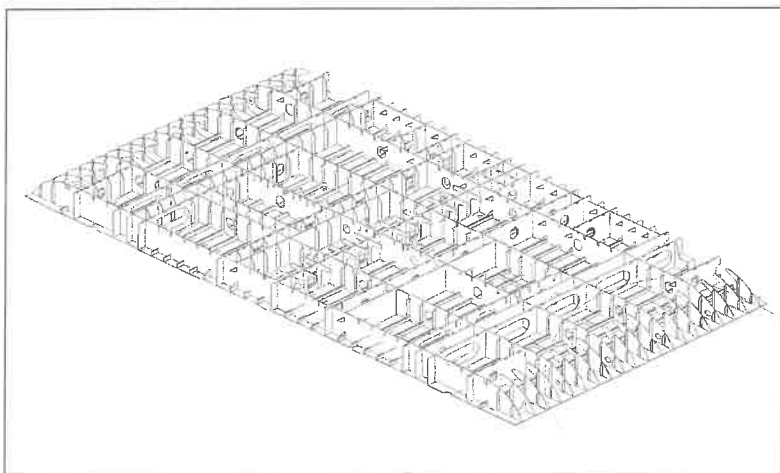


Fig. 2 - Panneau de fond à l'envers avant mise en place du bordé

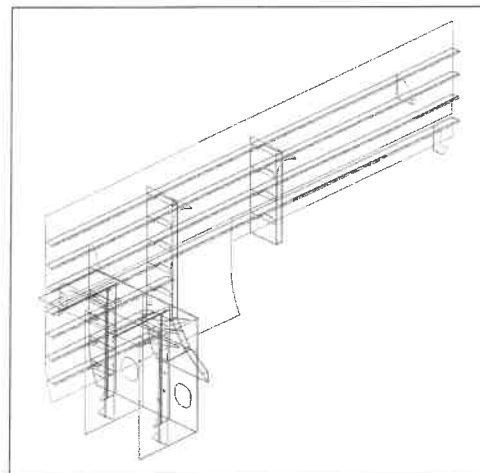


Fig. 3 - Exemple d'indice

Ce sont la maîtrise des retraits différentiels de soudure et leur prise en compte dès les études qui ont permis de faire ce premier pas mais, aujourd'hui, plusieurs besoins subsistent. En effet, face aux problèmes qui peuvent ponctuellement apparaître, les équipes sur le terrain ont besoin d'un outil d'analyse afin de modéliser les écarts observés pour émettre le diagnostic approprié qui, s'il est bien fait, permet :

1. de lancer des actions correctives efficaces dans le double but d'isoler les meilleures méthodes de travail et d'éradiquer les problèmes récurrents.

2. d'anticiper les écarts en production et de contribuer ainsi à la réduction des délais.

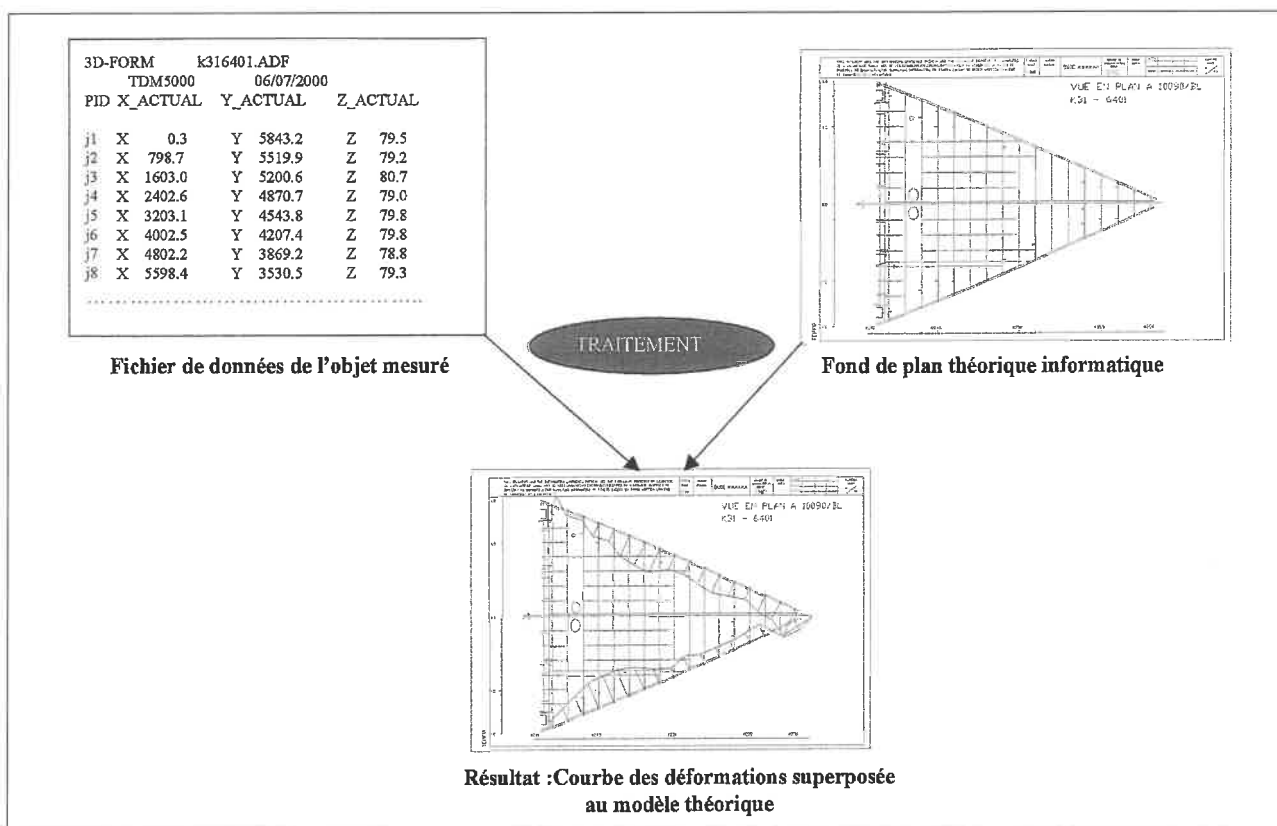
Pour que la mesure ne soit plus perçue comme un simple contrôle dimensionnel mais comme un véritable outil d'aide à la décision, il est primordial d'utiliser le mode de communication privilégié commun à tous les métiers de la coque métallique : l'expression graphique.

Quoi de plus naturel que de concevoir un logiciel répondant à ce cahier des charges ?

C'est ainsi que NAVMOD est né (MODélisation graphique appliquée à la construction NAVale).

## 2. Principe général du logiciel Navmod

Le principe du programme de visualisation des déformations est le traitement informatique des mesures tachéométriques pour représenter graphiquement les déformations des pièces constitutives de la coque des navires, par rapport à leurs formes théoriques :



⇒ Les modèles réels des objets mesurés sur le terrain sont superposés aux plans théoriques pour le dessin des déformations, selon un mode de représentation particulier.



Le processus global comprend un traitement analytique des coordonnées brutes X, Y, Z mesurées sur les panneaux et blocs dans des systèmes de coordonnées objets, et un traitement graphique de représentation automatisée des déformations sous plate-forme DAO.

Le rendu graphique a largement été privilégié dans la réalisation du logiciel NAV-MOD, le but étant de fournir des résultats compréhensibles par tous les corps de métier de la construction navale, afin de mener des études et réflexions collectives pour résoudre les difficultés liées aux déformations des pièces. Pour cela, les écarts entre les points mesurés modéli-

sant les objets et les formes théoriques de ceux-ci sont amplifiés de manière à figurer à l'échelle 1/1 sur les documents imprimés en sortie. Ce mode de représentation permet non seulement de localiser clairement les déformations, mais aussi de les quantifier.

### 3. Acquisition des données

Les mesures sont réalisées à l'aide de tachéomètres de précision de type Leica TDA/TDM 5005 offrant des précisions angulaires et sur les mesures de distances

permettant de déterminer des déformations millimétriques significatives ( $H_z, V = 0.15$  milligrades,  $D = 1$  mm). Les réflecteurs utilisés sont des cibles rétro-réfléchissantes aimantées se plaçant facilement sur les tôles d'acier.

#### Orientation dans des Systèmes de Coordonnées Objets:

Les tachéomètres sont équipés de logiciels internes permettant de s'orienter dans des repères cartésiens totalement liés aux objets mesurés, quelle que soit leur position. En particulier, l'axe Z des repères formés ne correspond pas forcément à la verticale:

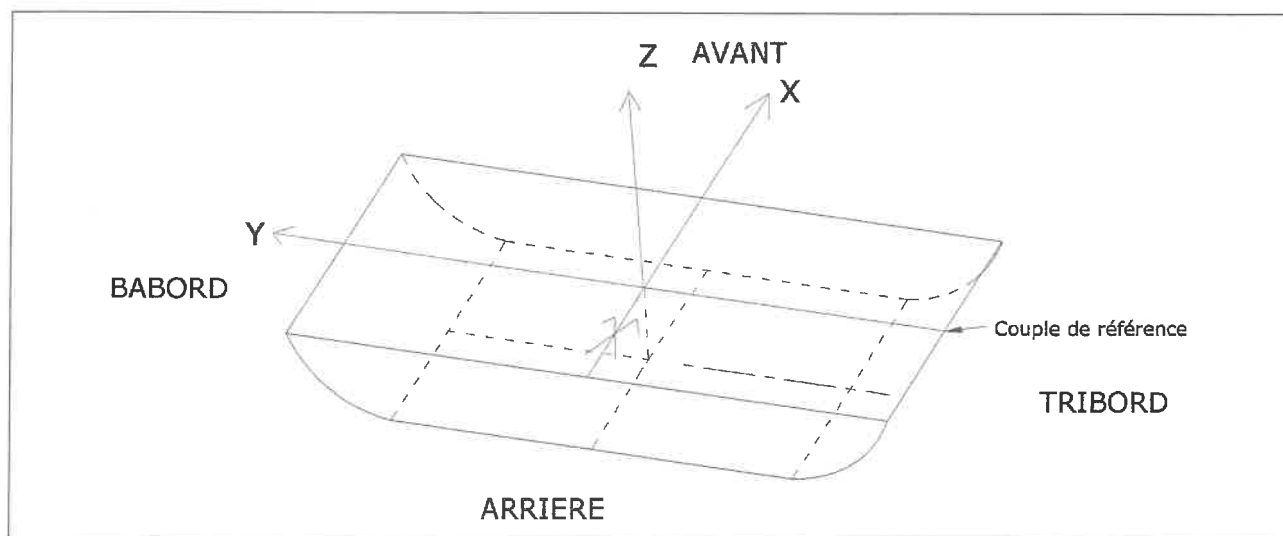


Fig. 4 - Exemple de repère objet : le repère panneau

⇒ Ce système permet de s'affranchir des défauts d'horizontalité des objets.

L'orientation réalisée est de type Plan – Ligne – Point qui se décline en trois étapes successives:

Définition du plan de projection (XY, YZ ou XZ) en visant 3 points ou plus, définition d'un axe de référence sur le plan formé en visant 2 points ou plus, et visée de l'origine pour figer la position du trièdre.

Ce mode d'orientation permettant de reproduire plusieurs fois le même repère sur un même objet, aux différents stades de production, est particulièrement adap-

té à la construction navale pour le suivi des pièces.

#### Mesure des points de calage:

Pour pouvoir comparer l'aspect réel de l'enveloppe métallique d'un module de navire à sa forme théorique, il faut que les coordonnées des points mesurés sur celui-ci soient exprimées dans les repères figurant sur les plans.

Ceux-ci contiennent en effet les cotations théoriques définissant géométrique-

ment les objets. Les repères cartésiens formés lors de l'orientation se rapprochent au mieux de ces systèmes théoriques, cependant les marques ou tôles servant de matérialisation des axes de référence et sur lesquelles s'appuient les orientations peuvent être entachées d'erreurs se répercutant sur les repères formés.

Les points choisis pour l'orientation peuvent également ne pas être suffisamment représentatifs de l'objet.

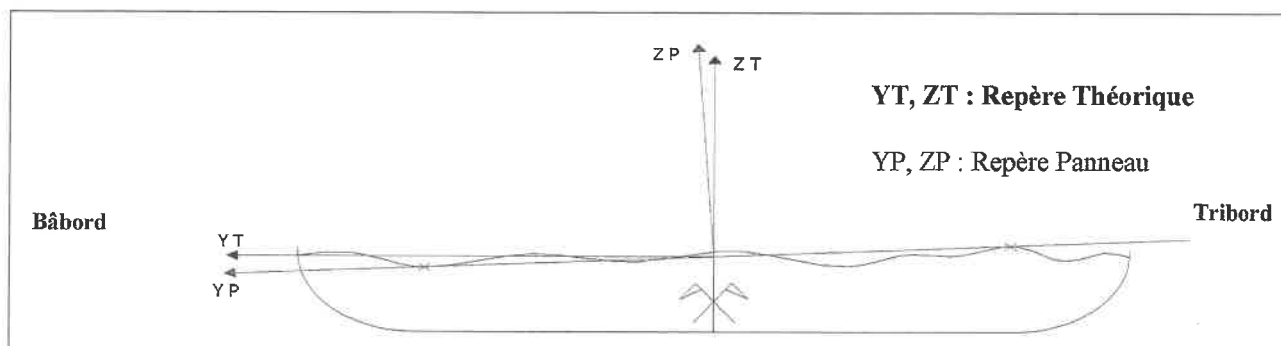


Fig. 5 - Repère objet formé avec une nappe de pont déformée sur un panneau de fond de paquebot

Pour s'affranchir de ces défauts de correspondance des repères, il faut mesurer des points de « calage » correspondant à des points durs de structure, des intersections de tôles, qui serviront à ajuster entre eux les modèles théoriques et réels des panneaux ou blocs mesurés.

Ces points de référence, dont les coordonnées théoriques sont connues par les plans de conception permettront le calcul de paramètres de changements de repères (2 translations, 1 rotation) pour exprimer les points de détail modélisant les objets dans les repères théoriques.

Les points de calage sont répartis de façon homogène sur les panneaux ou blocs mesurés et en nombre suffisant pour assurer une surabondance d'informations permettant de réaliser un ajustement par moindres carrés.

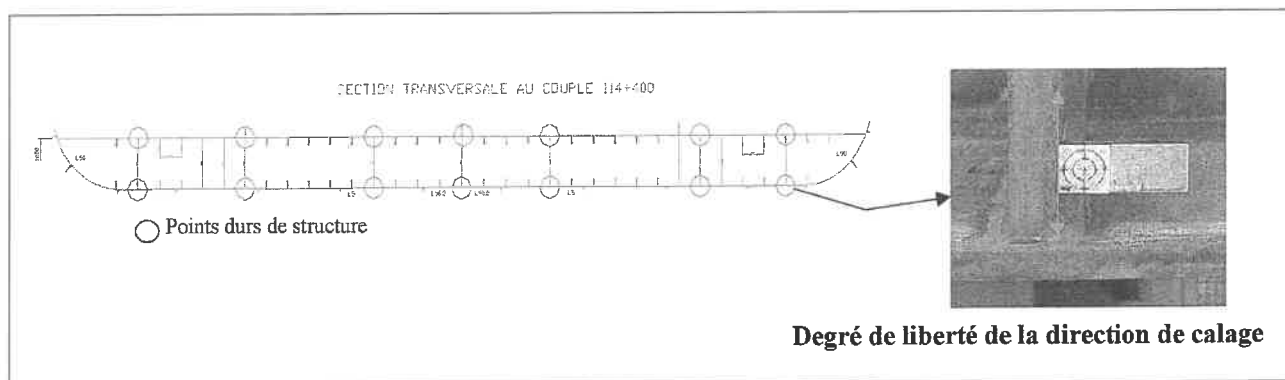
#### Adaptation de la méthode des moindres carrés aux contraintes liées aux objets mesurés:

Pour disposer de points de calage connus dans 2 coordonnées, il faut viser des intersections de renforts, mais il s'avère souvent impossible dans la pra-

tique de placer des cibles à ces points en raison des cordons de soudure qui les recouvrent.

Il était fondamental lors de la réalisation du logiciel de prendre en compte ces difficultés d'acquisition des mesures, liées à la spécificité des objets mesurés (blocs et panneaux).

Nous avons donc décidé de ne plus considérer des points de calage mais des directions, en positionnant les cibles le long des éléments de renforts comme illustré ci-dessous:



Il faut cependant veiller à placer les réflecteurs suffisamment proches des intersections pour s'affranchir des déformations locales des éléments (flambement des cloisons, flèches dans les nappes, etc.) et ne pas fausser la réalité de l'objet pris dans son ensemble.

L'originalité de la méthode réside dans le fait qu'on ne fixe pour chaque point de calage mesuré qu'une coordonnée théorique servant de référence pour le calcul d'ajus-

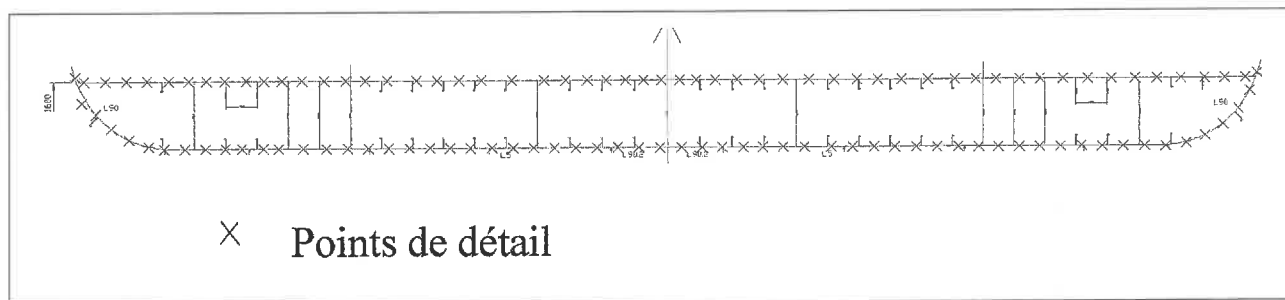
tement. Par conséquent le nombre d'équations servant au calcul des paramètres diminue, ainsi pour assurer une surabondance suffisante des informations, il faut augmenter le nombre de points mesurés.

#### Mesure des points de détail:

Les points de détail sont mesurés sur les enveloppes ou les nappes d'acier des panneaux et blocs pour modéliser leurs formes réelles, qui seront ensuite superposées aux formes théoriques.

Les intervalles entre points de détail sont choisis en fonction du degré d'analyse des déformations recherché.

Par exemple, pour les relevés que nous avons effectués sur les panneaux de fond de paquebots pour étudier l'influence des conditions de supportage sur les déformations, nous avons mesuré un point tous les 50 cm environ, ce qui représente 120 points.



## 4. Traitement final pour la visualisation des déformations

Les points de détail mesurés sur les panneaux et blocs subissent une transformation de leurs coordonnées avec les paramètres de transformation ajustés calculés à l'aide des points de calage. Cela

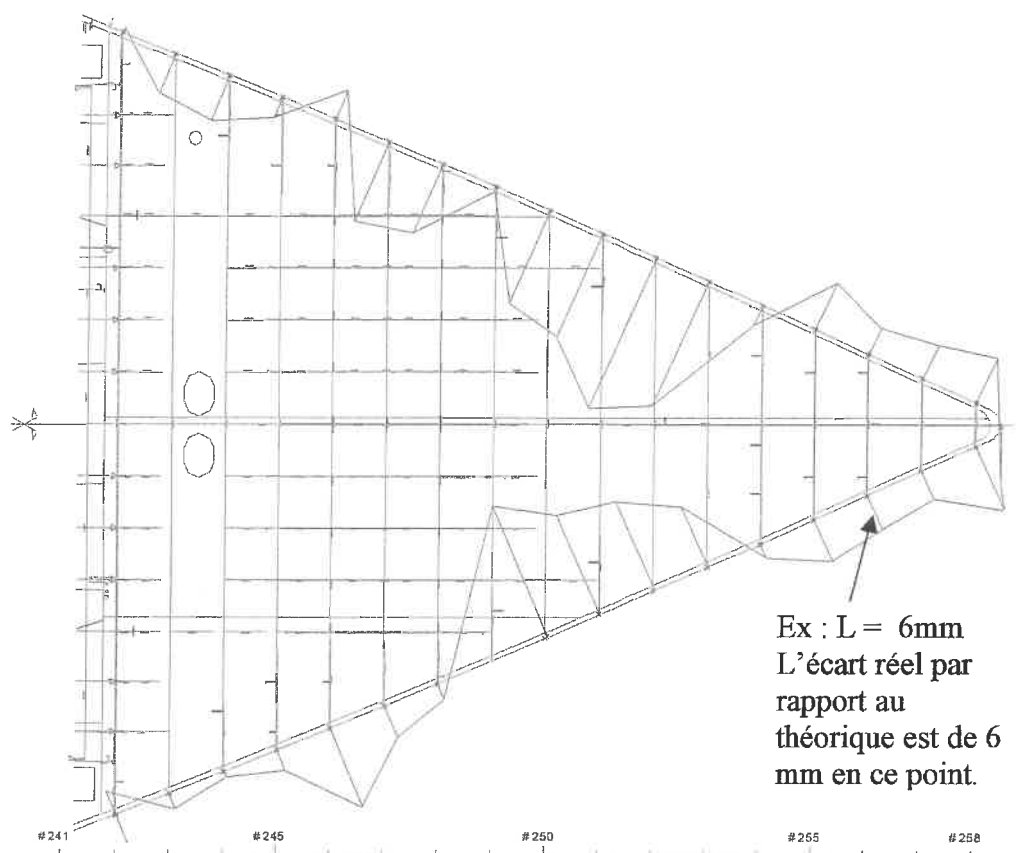
permet de les exprimer dans un système s'approchant au mieux du système théorique et de les comparer aux géométries théoriques données par les plans.

Les points sont alors automatiquement importés sur les fonds de plan informatiques représentant les sections de panneaux et blocs mesurés.

Les écarts entre chaque point et la courbe théorique de la coque sont ampli-

fiés perpendiculairement à celle-ci, de façon à apparaître à l'échelle 1/1 quelle que soit l'échelle du fond de plan. Ce processus entièrement automatisé est graphique, aucun calcul n'est réalisé

Une fois le document final imprimé, il suffit de mesurer à la règle les longueurs des barres de déformation pour obtenir les écarts réels, comme sur l'exemple suivant:



Déformations 0 10 mm

Bloc 670 (étrave)

Echelle du fond de plan : 1/100

Echelle des déformations : 1/1

*Cette cartographie des déformations permet de les localiser et de les quantifier immédiatement*

## 5. Conclusion

NAVMOD est un logiciel de représentation des déformations en 2D. Il fait intervenir les connaissances de base de la topographie adaptées à la métrologie: la mesure 3D, le calcul d'ajustement par moindres carrés et la représentation graphique à l'échelle. C'est sur ce dernier point que la valeur ajoutée du géomètre est importante car il a su adapter le symbolisme utilisé dans le domaine de la cartographie pour communiquer plus facilement. Ce type de représentation basique procure, en effet, une réalité à un jeu de

coordonnées 3D dont le niveau d'abstraction peut rebuter plus d'une personne qui ne fait partie du milieu fermé des hommes de la mesure.

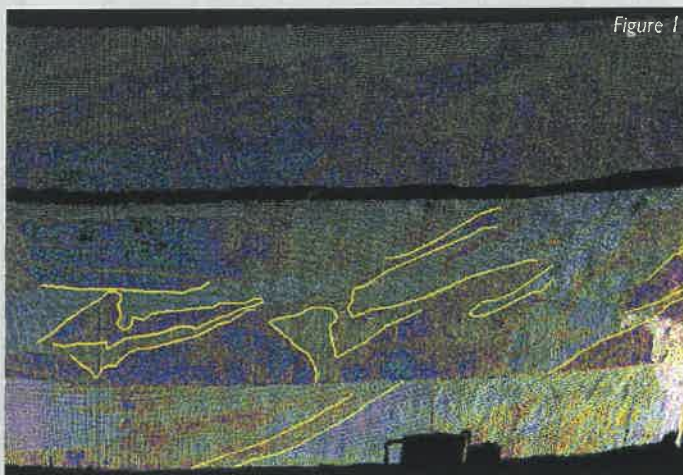
Enfin, NAVMOD est un logiciel adapté au milieu de la construction navale mais son utilisation peut potentiellement être développée pour tout projet faisant intervenir des constructions modulaires avec un découpage en 3D ou plus simplement un découpage linéaire. Cet outil pourrait ainsi être utilisé dans des milieux aussi variés que la construction d'avions, de trains ou de voussoirs de ponts quels que soient la précision voulue et le capteur utilisé. Les

problèmes budgétaires ainsi que les impératifs d'ordonnancement ou de capacité de production ne permettent pas toujours sur des projets importants de choisir les solutions techniques les plus simples.

C'est « à la technique » de s'adapter en proposant notamment des solutions originales pour simuler l'accostage de deux éléments contigus à structure complexe qui peuvent être construits à plusieurs milliers de kilomètres l'un de l'autre. Il s'agit d'un atout indéniable sur des projets ambitieux pour lesquels anticipation et juste-à-temps riment avec maîtrise des risques et profits.

# A U S T R A L I E

## I-SITE : un système pour la cartographie du gisement de « sunrise »



Le système d'imagerie laser I-SITE a permis aux consultants de Maptek de profiter de conditions favorables afin d'établir la cartographie des traits géologiques d'une mine d'or en Australie de l'ouest.

La mine Granny Smith est une société qui exploite un minerai d'or sur un site à quelques 950 km au nord ouest de Perth et à 23 km au sud de Laverton dans l'ouest de l'Australie. Le gisement de « Sunrise », situé à 35 km à l'ouest du site de Granny Smith, a constitué au cours des quatre dernières années l'exploitation minière dominante de la société. Cette opération est une exploitation conjointe entre les sociétés Placer Dome et Delta Gold.

Les consultants de Maptek ont utilisé le système I-SITE pour obtenir des données sur la paroi de la fosse dans le but d'identifier et de cartographier des traits géologiques du gisement de « Sunrise ». D'ordinaire, une épaisse couche de sel recouvre les parois de la fosse mais grâce à des pluies exceptionnellement importantes, elles avaient été laissées relativement propres, procurant des conditions idéales pour la scannerisation (cf. Figure 1). Du sel précipité, en provenance du lac salé voisin, obscurcit néanmoins certains traits géologiques.

Des données de scan levées depuis trois endroits ont été utilisées afin de produire un solide de la fosse. Par ailleurs, un

seul scan était utilisé pour la cartographie de structures complexes habituellement inaccessibles en raison de la couche de sel. Les méthodes de topographie traditionnelles furent utilisées afin de relier tous les scans entre eux permettant au logiciel I-SITE de les situer facilement au sein de grilles de coordonnées locales. La méthode la plus simple et la plus fiable était de faire un levé de l'endroit où se trouvait le scanner et d'un autre point dans la direction de visée du scanner.

Les deux autres scans de la fosse furent acquis avec une résolution moyenne, donnant un écartement de 18 cm entre les points acquis à une distance de 100 m. Cela constituait une précision suffisante pour la construction d'une triangulation solide et donnait juste le nombre de points nécessaires à la visualisation de structures au sein des parois de la fosse non couverte par le scan de haute résolution pris à partir de la pointe nord de celle-ci.

### Cartographie géologique

Un site approprié fut choisi pour le scan de haute résolution (sC2 dans la Figure 2). La levée de la partie la plus complexe de la fosse a pris à peine 1,5 minute et a permis l'acquisition de 476 000 points.

Après avoir « filtré » les points indésirables (tels que les véhicules et réservoirs d'eau), les données furent colorées afin de faciliter l'identification de structures et de limites géologiques pour la digitalisation.

- Le système I-SITE a de nombreuses applications dans les industries minières et de levé topographique. Comme cette topographie le montre, c'est un outil précieux aux géologues car il leur permet de souligner les structures. Quelques-uns des avantages du système I-SITE, comparé aux méthodes traditionnelles, furent démontrés lors du levé du gisement de Sunrise et comprennent notamment:
- Sécurité et accessibilité: en raison des hautes parois de la fosse, les géologues n'étaient pas en mesure d'accéder aux gradins en toute sécurité. Le levé à distance procuré par I-SITE supprime le risque posé aux opérateurs.
- Rapidité: en raison de la précipitation saline sur les parois, très peu de temps était disponible pour que les géologues soient en mesure de lever les changements géologiques. La durée de mise en place et d'acquisition des données de la paroi nord de la fosse a pris moins de 10 minutes. Cette durée incluait le levé dans la direction visée par le scanner et sa direction d'origine. L'utilisation de méthodes traditionnelles demanderait à un topographe deux jours de tra-



vail afin d'obtenir une cartographie appropriée et pour le levé des principales frontières géologiques.

- Précision : tous les scans étaient situés au sein de grilles de coordonnées de la mine, donnant des situations précises pour les scans précédents. Ceci permet aux géologues de superposer des informations d'autres provenances sur des données I-SITE. Les scans peuvent être situés au moment du levé des directions est, nord et élévation qui sont levés ultérieurement. La vérification de scan par rapport à des registres de systèmes de coordonnées locales avant le déplacement sur un autre site constitue une bonne méthode de travail. Un scan situé de manière incorrecte peut ainsi être repéré immédiatement dans le logiciel d'acquisition.

Pour la cartographie géologique, qu'il s'agisse de détails structuraux ou lithologiques, le système d'imagerie laser I-SITE combine une précision, une rapidité et une efficacité difficiles à égaler.

Maptek/KRJA Systems Ltd.

Minerva House, Spaniel Row – Nottingham, NG1 6EP

E-mail: dave@maptek.co.uk – Internet: www.isite3d.com



## Au service du **Bâtiment** et des **Travaux Publics** pour **former** **autrement**

*L'Ecole Chez Soi, pionnier de la formation professionnelle du BTP, est fière d'avoir préparé plusieurs générations de cadres et de techniciens du Bâtiment et des Travaux Publics. Plus de 20 000 anciens élèves de l'Ecole Chez soi sont actuellement en activité dans des bureaux d'études, cabinets d'architectes, cabinets topographiques, dans des entreprises de BTP ou encore, dans la fonction publique.*

*Elle forme des Ingénieurs, des Techniciens Supérieurs, des Techniciens. Elle dispense toutes les formations qualifiantes du Bâtiment et des Travaux Publics, elle prépare aux examens d'Etat.*

**Des experts vous forment !** Les formateurs sont des professionnels du BTP, reconnus pour leurs compétences.

**Des formations à distance.** La souplesse de la méthode laisse à chacun sa liberté.

**Des formations sur mesure !** Chacun peut se former en fonction de ses besoins personnels.

*Il existe un compagnonnage actif et dynamique entre anciens élèves et nouveaux. Celui-ci permet de faciliter :*

- l'insertion des jeunes dans le monde du travail,
- la réorientation et le plan de carrière des professionnels.

Informations et inscriptions

**Tél. 01 46 03 66 83**



**Ecole Chez Soi**



INSTITUT PRIVÉ FONDÉ PAR L. EYROLLES EN 1891

3615 Ecole chez soi\* • 92774 Boulogne Cedex  
Site internet : www.ecole-chez-soi.com

\* (1,20 €/m²) • E0110

**Succès à l'École Chez Soi** – Depuis la mise en œuvre du décret de 1997 prévoyant la possibilité pour les professionnels de la topographie de se présenter aux épreuves du DPLG, la première promotion de l'École vient de passer les épreuves : 10 candidats présentés, 8 admissibles, 7 reçus ! Ce bon résultat, fruit du travail des candidats, exprime aussi la bonne préparation grâce à la bonne coopération des trois grandes écoles : l'ESTP, l'ESGT et l'École Chez Soi.

le géomètre est un homme  
de l'art mais, a contrario,  
l'artiste, est-il un géomètre?

# AFT et géométrie

Jean-Pierre Maillard

## Art et géométrie

La réciproque ne semble pas souvent se vérifier puisque les créateurs sont d'abord sensibles à la matière, à la forme et à la couleur puis aux vibrations que dégagent leurs combinaisons. Cependant d'aucuns pourront penser qu'ils font régulièrement de la géométrie sans même le savoir, comme Monsieur Jourdain faisait de la prose. Cette approche révélera la formation, l'inconscient du plasticien et aussi la projection du spectateur dans l'œuvre. L'analyse correspondante sera certes intéressante et aura toute sa place dans une revue de beaux-arts. On pourrait ainsi confirmer toutes les vertus du nombre d'or, faire apparaître des lignes de construction, des points de fuite multiples, etc. Tel n'est pas l'objet du propos qui, simplement, veut voir la géométrie dans l'art comme source et expression de l'intention créatrice.

Il est proposé, au fil des numéros d'XYZ, de s'attarder, au gré des découvertes de l'auteur, sur tel ou tel tableau, telle ou telle sculpture, telle ou telle œuvre et faire connaissance avec l'artiste. On rencontrera aussi bien des peintres reconnus qui ne pensent qu'à ça, comprenez la géométrie, Mondrian, Sol Le Witt, Vasarely, des plasticiens ordonnés comme Buren, Raynaud... que des créateurs d'hier et d'aujourd'hui qui ont utilisé et mis en valeur la géométrie.

Partout où il se trouve, le géomètre cherche le Nord pour s'orienter. Il paraît donc bien normal que cette rubrique soit ouverte par la présentation du monu-

ment du sculpteur Piotr Kowalski "L'AXE DE LA TERRE" à Marne-la-Vallée d'autant que la ville nouvelle de l'Est parisien accueille par ailleurs un des fleurons de la profession, à savoir l'École Nationale des Sciences Géographiques. C'est d'ailleurs dans ses locaux, communs à ceux de l'École Nationale des Ponts et Chaussées que s'est tenue l'assemblée générale de l'AFT de novembre 1997.

## L'axe de la Terre

Dans l'Est parisien, à Champs-sur-Marne et au cœur de la Cité Descartes, un giratoire pas comme les autres... Pas le moindre gazon, pas la moindre fleur, ni la moindre expression du service Espaces verts de la mairie... seulement une gigantesque pointe d'acier tournée vers le ciel sortant d'un pavage chaotique, fichée en terre de travers comme une sorte de cadran solaire, paratonnerre démesuré au centre d'un quartier nouveau dévolu à l'enseignement et la formation accueillant l'Université de Marne-la-Vallée, des instituts et grandes écoles grouillant d'étudiants...

Mieux que personne, Piotr Kowalski peut parler de sa création:

« Cette œuvre a comme sujet la Terre, notre référence première et notre vaisseau fragile. Au milieu du Rond-Point, face à l'entrée de l'École supérieure d'ingénieurs en électronique et électrotechnique (ESIEE), s'élèvera une aiguille brillante en acier inoxydable de 30 mètres de long implantée parallèlement à l'axe de la Terre. Elle pointera donc, comme l'axe de révolution de la Terre vers





l'actuelle Étoile Polaire, l'Alfa de la Petite Ourse. Son inclinaison par rapport à l'horizon sera, vue de la latitude de la Cité Descartes, de 48° 51' vers le Nord géographique.

Autour de la pointe dorée de l'aiguille on suscitera des apparitions des feux de Saint-Elme.

Le sol rappellera par ses matériaux et sa configuration l'histoire des forces qui ont créé et formé les continents. Il sera en pierres d'origine volcanique, arrangées en vagues concentriques. Nous nous procurerons les pierres dans le Massif Central, sur les sites des anciens volcans. »

Ce monument, dépouillé, épuré accroche l'œil aussi bien le jour que la nuit grâce à un éclairage adapté et tire le regard vers le haut. Il s'élève face à l'ESIEE dont l'étude et la construction sont dues à l'architecte Dominique Perrault que son talent, parfois controversé, a conduit depuis à concevoir et édifier la bibliothèque de France, le projet le plus coûteux des travaux du président Mitterrand. À cet endroit, la toiture de l'école touche quasiment le sol pour donner au bâtiment une forme de clavier d'ordinateur de trois cent mètres de long. L'écrin volcanique de l'AXE DE LA TERRE souligne, en son milieu, l'entrée principale de l'équipement scolaire.

Tout est géométrie: le cône de l'aiguille, les vagues concentriques qui ordonnent le mouvement du basalte s'inscrivant dans un cercle parfait, l'angle d'inclinaison de l'axe, la superposition du centre du giratoire avec l'implantation de la flèche.

Cela renforce l'impression d'énergie dégagée par le monument qui s'arrache des entrailles de la Terre, et d'étonnement devant tant de perfection sorti du magma originel.

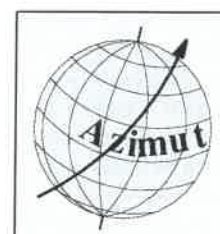
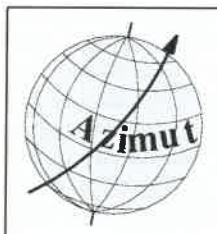
Piort Kowalski est né en 1927 à Lvov alors en Pologne aujourd'hui en Ukraine. C'est aux États-Unis qu'il étudie l'architecture et en France qu'il s'installe en 1952. Dès 1957 il quitte son métier d'architecte pour se consacrer depuis lors à la sculpture avec une prédilection pour le monumental.

Piort Kowalski a présenté ses œuvres dans les plus grands musées du monde. Il a enseigné à l'École nationale supérieure des Beaux-arts de Paris et a été de nombreuses fois honoré. Aujourd'hui il vit et travaille à Montrouge près de Paris.

On comprend ainsi que sa formation transpire dans son œuvre et en particulier la géométrie qu'il considère « comme un fait arbitraire et non arbitraire ». Son travail consiste notamment à la faire vivre, à l'utiliser comme une grammaire pour lui donner une matérialité et un souffle au-delà de son abstraction géométrique.

Les titres de ses œuvres sont significatifs à cet égard : *Sisyphé géomètre*, *Mesures à prendre*, *Projections d'un cube et surtout... XYZ!* Ce dénominateur commun avec la revue confirme la pertinence du choix de Piort Kowalski pour ouvrir la rubrique « Art et géométrie ». Cette dernière pièce simplement figurative des trois plans orthogonaux dont les intersections sont soulignées par des traits lumineux en néon coloré est complétée d'une symbolisation du point appelée *Ici* et d'une flèche horizontale dénommée *Là-bas*. Jean-Christophe Bailly auteur d'un ouvrage sur l'artiste aux Éditions Hazan explicite sa « grammaire d'espace » en voyant *Là-bas* comme le verbe, *Ici* comme le substantif et XYZ comme la syntaxe.

Les géomètres parlent-ils le même langage?



# AZIMUT

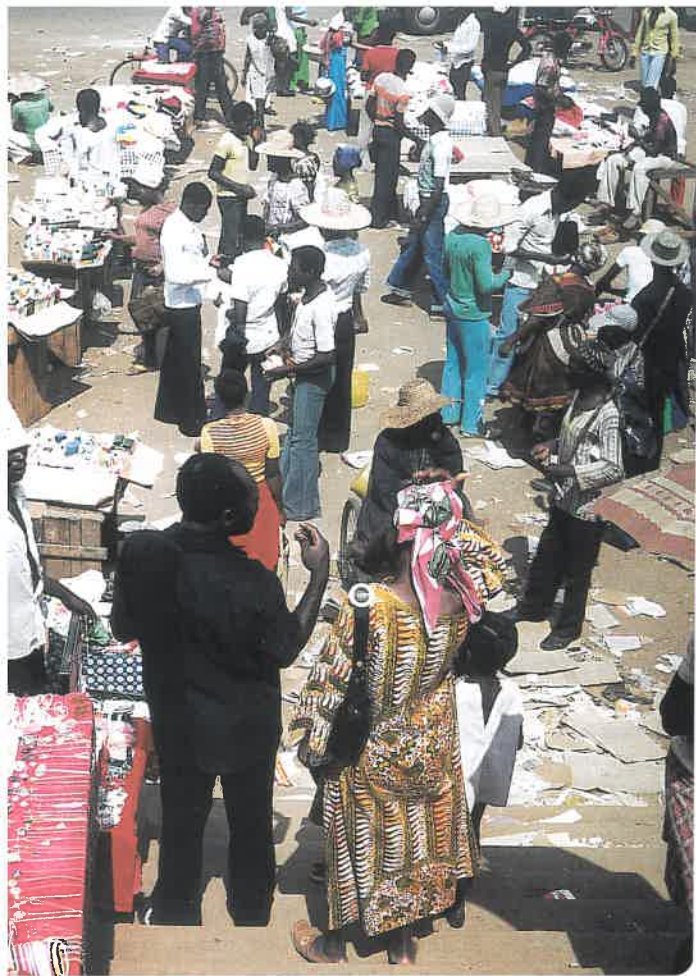
## Des outils adaptés à la fourniture de données cadastrales sous Microstation :

- **AZIDGI** module de calage de **Helmert**, structuration topologique des données, modélisation automatique de contours, saisie et exportation d'objets à la **norme DXF Cadastre**
- **GEDI** importation/édition/exportation de **données cadastrales** au format **EDIGEO**

**Donnez le bon cap à votre informatique !**

Jean-Claude Fischer 305 route de Schirmeck BP 45 67831 STRASBOURG-TANNERIES  
Jean-Marie Arsac Quartier Souliès 83440 SAINT-PAUL-EN-FORET  
[www.azimut.fr](http://www.azimut.fr)

Tél. : 03 88 78 40 50 Fax : 03 88 78 42 29  
Tél. : 04 94 39 06 61 Fax : 04 94 39 06 71  
[info@azimut.fr](mailto:info@azimut.fr)



# TOP O-vécue

*l'histoire,  
la profession,  
l'aventure sur le terrain*

**Robert Chevalier**

La topographie n'est pas la seule composante des souvenirs de missions réalisées dans le cadre de notre profession. La passion des voyages et les témoignages qu'on en rapporte en sont une autre.

Lors des nombreux déplacements que j'ai effectués de par le monde, une de mes préoccupations et de mes passions était la photographie, mémorisation permanente de ce que les yeux ont vu. Préoccupation sur le plan professionnel, car il était important de garder trace des sites reconnus, la mémoire étant sujette à défaillance, surtout quand il s'agissait de chantiers linéaires de plusieurs centaines de kilomètres, sur lesquels on rencontrait de multiples configurations de terrain.

Passion à titre personnel, car il est bien agréable, pour l' amateur d'immortaliser des paysages souvent originaux, parfois splendides, ainsi que des scènes typiques de la vie des habitants.

Tout le monde sait que ce dernier cas se complique dans des pays où les gens n'aiment pas être photographiés. Leurs raisons sont souvent religieuses, parfois de simples réflexes de pudeur.

Ce problème est bien connu de tous les touristes, mais dans les régions où on ne voit pas ou peu de touristes, et parfois même rarement des étrangers, où même on ne sait à peine ce qu'est un appareil photo, ça devient parfois franchement difficile, encore que parfois ça puisse être l'inverse.

Le réflexe fréquent du touriste consiste à monnayer la photo en donnant un pourboire au sujet photographié, mais à mon avis c'est la pire des méthodes, à la fois parce qu'elle engendre une escalade au bakchich, mais aussi parce qu'elle constitue un manque de respect vis-à-vis des individus.

Il vaut mieux toujours demander poliment et parlementer si nécessaire.

Les sujets que j'ai toujours affectionnés sont les scènes de marché, à la fois pour l'ambiance typique, mais aussi pour la richesse en couleurs et l'extraordinaire animation qui s'en dégage.

Pour faciliter les choses, il suffit souvent d'acheter quelques produits ou menus objets à un des commerçants pour obtenir en échange son autorisation. Parfois, il suffit d'être accompagné d'un indigène qui sert d'entremetteur en dialecte local.

Un auto-stoppeur récupéré au passage vous rend facilement ce service en guise de remerciement, et qui plus est sa compagnie permet d'apprendre beaucoup de choses sur le pays.

Une autre démarche, un peu plus compliquée, consiste notamment en Afrique, dans les villages les plus reculés, à identifier le chef de marché (il y en a toujours un) voir le chef de village, pour leur exposer ses intentions. Là commencent

**Y a pas photo !**





de longs palabres ayant pour objet d'expliquer pourquoi on veut faire des photos, ce qui échappe complètement à la logique de ces gens.

À chacun de trouver l'argumentation la plus convaincante sans garantie de succès.

Si l'on obtient enfin son accord, ce responsable vous accompagnera durant toute la durée de votre « reportage » et calmera les réactions de la foule devant tant d'indiscrétion.

Passer outre peut entraîner des incidents d'hostilité voir des gestes de violence, du genre bombardement du photographe avec des légumes ou même des pierres (Ça m'est arrivé!).

C'est pour avoir voulu ignorer ce genre de démarches, que j'ai connu un jour une belle émotion.

C'était au Cameroun, il y a pas mal de temps, pays dont les habitants sont au demeurant fort hospitaliers et généralement très sympathiques.

Je me trouvais à Yaoundé, la capitale, après une mission en brousse. Parcourant la ville en voiture, j'aperçois un grand marché au plein air, très coloré comme il se doit.

Beau sujet de photos! Je gare donc mon véhicule et me dis qu'en ville, les habitants sont plus évolués et plus habitués au comportement des étrangers, donc moins de risques de problèmes.

Par ailleurs, mon intention étant de photographier un ensemble et non des individus en particulier, je devais pouvoir m'affranchir de toute autorisation.

Je commence donc à photographier la foule.

Pas de réactions! Mais, alors que l'œil fixé au viseur, je suis sur le point d'appuyer sur le déclencheur, je sens une main puissante sur mon épaule.

Je me retourne et vois que c'est celle d'un gigantesque policier à l'air farouche. Sur un ton sans réplique, il me claironne qu'il est interdit de photographier et que je dois le suivre au poste. Je ne m'inquiète pas outre mesure, pensant que ça s'arrangera avec sa hiérarchie, ou à la rigueur avec un pourboire une fois hors de vue de la foule.

Mais justement cette foule commence à réagir, et de nombreux individus viennent faire cercle autour de nous.

On entend un murmure qui va en s'amplifiant, mais qui ne me semble pas réellement hostile, plutôt une sorte de manifestation de curiosité devant ce blanc qui se trouve en état d'infériorité, peut-être aussi une certaine réaction d'anticolonialisme, toujours plus ou moins latent, avec le secret espoir de voir l'étranger humilié.

Je commence à me faire du souci et surtout à me demander comment m'en sortir, qui plus est sans perdre la face, très important en Afrique... De vagues craintes de lynchage m'envahissent l'esprit!

Alors, comme souvent dans des situations difficiles, il me vient subitement une idée, peut-être un peu culottée, mais c'est le tout pour le tout.

Il se trouvait que le matin même, en réglant ma note d'hôtel, mon regard avait été attiré fortuitement, par une affichette au-dessus du comptoir du caissier, où il était question de la liberté de faire des photos sur tout le territoire national, à l'exception bien sûr des lieux « stratégiques », en fait un texte de loi signé par le Président de la République de l'époque.

Alors, me remémorant l'essentiel du message, et avec un aplomb dont je ne serais pas cru capable, je dis à mon policier, d'une voix forte et assurée, avec des accents d'indignation dans la voix: « J'ai l'autorisation du Président Ahidjo pour faire des photos! ».

Je sens un moment d'hésitation chez ce fonctionnaire zélé et le grondement des voix émanant de la foule baisse d'un ton. Je comprends que l'on pense que ce français a peut-être des relations et il y a un flottement dans l'air...

Alors, continuant sur ma lancée, je récite en improvisant un peu, mais avec conviction, le texte de loi vu à l'hôtel, et je termine par une phase choc:

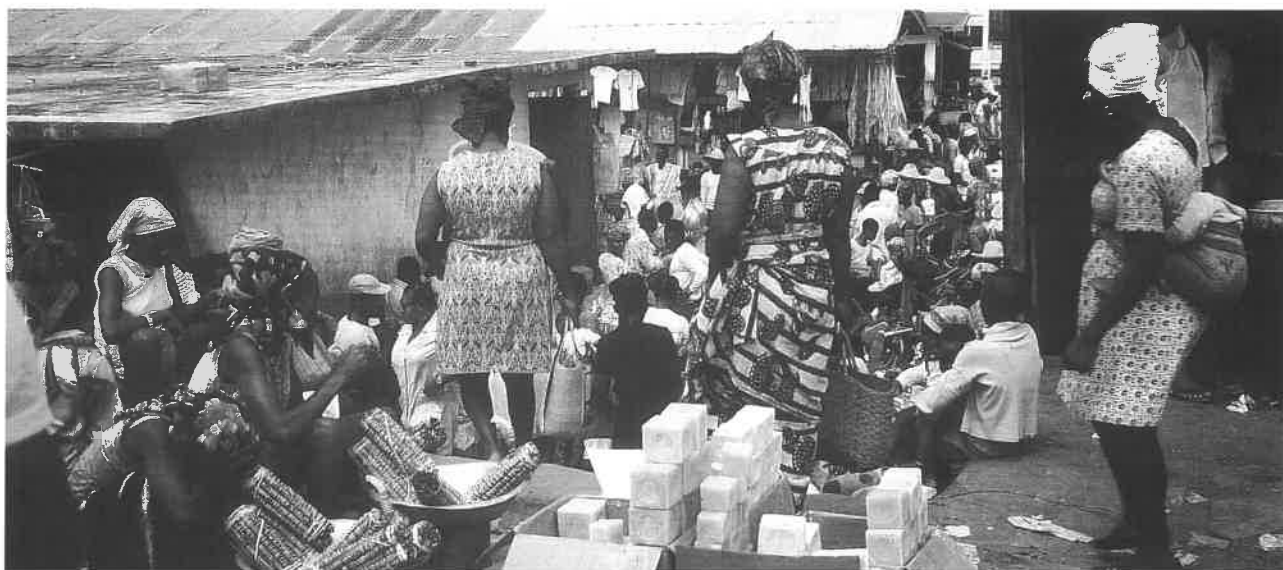
« Le Cameroun est un pays libre, le Président Ahidjo l'a dit et écrit ».

À ce moment, dénouement inattendu, mais typiquement africain, l'étreinte du policier se libère définitivement, il s'éloigne sans un mot, la foule se disperse, je soupire.

Inutile de préciser qu'après ce coup de bluff insensé, je rejoignis à grand pas la voiture pour m'éloigner au plus vite, en me jurant bien que ça me servirait de leçon.

Je ne garantirai pas qu'en utilisant la même recette, dans des circonstances semblables, ça marche à tous les coups.

J'ajouterai que ce jour-là, je voyageais avec un collègue, dont c'était la première mission en Afrique, qui prudemment (ou lâchement) était resté dans la voiture en me prédisant les pires ennuis... Il n'avait pas complètement tort!



# Stations Totales

## Caractéristiques:

- Système MS-DOS
- Carte mémoire PCMCIA
- Haute précision (ATS-101: 1")
- Ecran graphique
- Détecteur atmosphérique automatique
- Compensation triaxiale
- Télécommande alphanumérique

## Programme en français:

- Fichier
- Lever
- Relèvement
- Implantation
- Surface
- Distance entre points
- Axe
- Gabarit

**Série ATS**

**ATS-101  
ATS-102  
ATS-105**



# PENTAX®

CERTIFIE ISO 9001

## PENTAX France

12-14 rue Jean Poulmarch - BP 204 - 95106 Argenteuil cedex

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

Région Centre

P. Casas

Tél/Fax: 04 73 31 05 10

Région Sud-Est

A. Guirand

Tél/Fax: 04 42 50 68 83

Région Sud-Ouest

F. Bernata

Tél/Fax: 05 59 83 23 72



# images IKONOS

Laurent Marinelli  
Geoimage

## mesure de la hauteur du sursol en zone urbaine

Le marché des télécommunications est un gros consommateur de données géographiques. En effet, l'étape de planification du réseau cellulaire (positionnement des antennes, dimensionnement du réseau) nécessite la connaissance de différentes couches d'informations géographiques: le relief (Modèle Numérique de Terrain ou d'Élévation), l'occupation des sols (répartie en une dizaine de thèmes), et les réseaux linéaires (routes, voies ferrées, réseaux hydrographiques,...).

Pour répondre à cette demande la société GEOIMAGE a développé une offre contenant ces différents produits à différentes échelles à partir d'images satellites haute résolution (SPOT, Landsat, IRS,...): des bases de données à l'échelle d'une région ou d'un pays (résolution de 50 ou 100 m) et des bases de données urbaines (résolutions de 5 à 20 m).

Mais les nouveaux besoins en planification de réseaux téléphoniques en milieu urbain pour les applications microcellulaires (UMTS) et boucle locale nécessitent des bases de données métriques. Ceci a amené la société GEOIMAGE à s'intéresser aux données provenant du satellite IKONOS, aujourd'hui le seul satellite commercial à pouvoir acquérir des images à une résolution de 1 mètre.

Cet article après une présentation des caractéristiques du satellite IKONOS, va présenter la méthode "photogrammétrie" mise en œuvre par GEOIMAGE pour extraire un MNE en zone urbaine à partir de couples stéréoscopiques IKONOS.

Le satellite IKONOS a été lancé il y a un peu plus d'un an. Il est doté de deux capteurs numériques de type push-broom permettant l'acquisition simultanée d'une image panchromatique à une résolution de 1 m et d'une image multispectrale (bleu, vert, rouge, proche infrarouge) à une résolution de 4 m. Un enregistreur de bord lui donne accès à une couverture mondiale avec une fauchée de 11 km de large et jusqu'à 1000 km le long de la trace. Son orbite héliosynchrone quasi-polaire engendre une revisite exacte de 142 jours.

Sa capacité de travail à différents angles d'incidence (maximum 26 degrés) réduit cette période à 3 jours. La propriété la plus intéressante pour l'extraction du relief est sa capacité stéréoscopique, lui permettant d'acquérir des couples gauche-droite, mais aussi des couples le long de la trace (visée avant-arrière).

Afin de profiter de cette capacité stéréoscopique pour extraire le relief (MNE) en zone urbaine. GEOIMAGE a développé une méthodologie basée sur des couples IKONOS. L'altitude maximum de chaque bâtiment peut alors être obtenue, sachant que c'est cette information qui intéresse les utilisateurs de ce type de base pour la planification de réseaux cellulaires. Le procédé "photogrammétrie" suit les étapes suivantes:

- Modélisation 3D de la géométrie des images à l'aide de points d'appuis (points GPS, cartes 1/5000,...). Nous utilisons des images IKONOS montrant le niveau géométrique le plus brut (niveau « Geo »).

- Numérisation manuelle des contours de bâti dans les deux images.
- Appariement automatique des contours.
- Calcul pour chaque bâtiment de sa hauteur à l'aide des modèles 3D de chaque image.

Avec les images provenant d'IKONOS les données orbito-graphiques ne sont pas fournies, comme c'est le cas avec d'autres satellites optiques (SPOT, Landsat). Une modélisation physique sans points d'appuis n'est donc pas permise.

Un test de validation de cette méthodologie a été effectué sur la ville de Marseille. La différence d'angle d'incidence du couple est de 25°, ce qui implique une précision altimétrique théorique de 2 m. Les données de la BD topo@ign ont été utilisées à la fois pour la prise de points d'appuis, mais aussi comme référence lors de l'évaluation du produit obtenu.

La zone test choisie est localisée autour du vieux port et s'étend sur une surface de 4 km<sup>2</sup>. Le MNE produit montre sur 80 points de contrôle une erreur (écart type) planimétrique de 2 m et une erreur altimétrique de 1,9 m.

Ce résultat est tout à fait satisfaisant. En effet, en terme de planimétrie, il correspond au niveau de traitement le plus élevé des images IKONOS (« PrecisionPlus »). En terme d'altimétrie, il entre parfaitement dans le cadre d'utilisation pour la planification, puisque les spécifications demandées pour ce type d'application sont de 2,5 m. Le satellite IKONOS permet donc de répondre aux besoins de données très haute résolution, et ceci sans les restrictions (techniques, logistiques et réglementaires) propres à l'acquisition et aux traitements de photographies aériens.

([www.geoimage.fr](http://www.geoimage.fr))



Chromo-stéréoscope: Fusion hauteur-image sur le quartier du Prado.



# Géolandis France

Base de Données Occupation du Sol  
sur l'ensemble du territoire français

- ✓ en 10 à 45 thèmes
- ✓ à 25, 50 ou 100 m
- ✓ par département, région ou France entière
- ✓ à partir d'images satellites Landsat 7 et Spot 1999-2000

## Pour vos applications

- ✓ Environnement
- ✓ Urbanisme
- ✓ Agriculture
- ✓ Risques Majeurs
- ✓ Ressources Naturelles ...

## Géoméditerranée

Les espaces de Sophia - Bât.M9 - 80,Rte des Lucioles  
Sophia Antipolis - 06560 Valbonne - France  
Tél - 33(0) 4 93 00 40 01 - [www.geomediterranee.com](http://www.geomediterranee.com)





**Gris Kodak**

La portée d'une station totale conventionnelle sans réflecteur est de 60 m pour le Gris Kodak, la référence internationale pour déterminer la portée en réflexion directe. Le Gris Kodak a un coefficient de réflexion de 18%.

**Gris Kodak**

La portée de la station Geodimeter® System 600S DR 200+ est de 200 m pour le Gris Kodak, la référence internationale pour déterminer la portée en réflexion directe. Le Gris Kodak a un coefficient de réflexion de 18%.

20 m 40 m 60 m 80 m 100 m 120 m 140 m 160 m 180 m 200 m

Stations totales sans réflecteur conventionnelles

Geodimeter® System 600S DR 200+

Jusqu'à 400 m pour des objets blancs  
800 m pour une bande réfléchissante  
1.500 m pour un réflecteur en matière plastique  
5.500 m pour un seul prisme

# Mesurez l'inaccessible, avec la station Geodimeter® Direct Reflex!



- ✓ **Portée en mesure Direct Reflex de 200 mètres sur du gris Kodak (coefficient de réflexion de 18%) et jusqu'à 400 mètres sur des surfaces blanches (coefficient de réflexion de 90%) grâce à une nouvelle technologie de mesure électronique brevetée.**
- ✓ **Durée de la mesure: une fraction de seconde**
- ✓ **Portée sur un prisme: 5.500 mètres**
- ✓ **Précision sur la distance:  $\pm 3$  mm + 3 ppm**
- ✓ **Equippée en standard de servo-moteurs**
- ✓ **Logiciels de calculs intégrés pour vous aider à traiter les situations complexes**
- ✓ **Evolutif vers les modes Autolock et Robotique**
- ✓ **Productivité: vous n'avez encore jamais rien vu de comparable**
- ✓ **Système ouvert: compatible avec votre unité de contrôle et vos programmes actuels**



Tout ce que vous voulez savoir sur la station Geodimeter® System 600S DR200+, et réservez une démonstration à l'adresse suivante:

**[www.roboticsurveying.com/dr](http://www.roboticsurveying.com/dr)**

Ou encore, écrivez, envoyez un fax, ou téléphonez pour plus d'informations:

Spectra Precision S.A.

Parc Hightec VI; 9, Avenue du Canada, Les Ulis  
91966 COURTABOEUF CEDEX

Tél: 01 69 18 63 30 Fax: 01 69 18 63 27

E-mail: 114033.3241@compuserve.com



POSITIONING YOU FOR SUCCESS

Des informations supplémentaires sur l'alliance Trimble-Spectra Precision sont disponibles sur [www.spectraprecision.com](http://www.spectraprecision.com)

# Science Littérature Technique LES LIVRES

## ■ Le peintre et l'arpenteur



Est le titre d'une remarquable exposition qui se tient à Bruxelles aux Musées Royaux des Beaux Arts de Belgique. Cette exposition est consacrée à Bruxelles et à l'Ancien Duché de Brabant vu par les peintres et les arpenteurs.

Dans le cadre de BRUXELLES 2000, ville européenne de la culture, cette exposition, réalisée par M<sup>lle</sup> Véronique Van de Kerckhof et M<sup>me</sup> Hélène Bussers, et le conservateur-chef M<sup>me</sup> Éliane de Wilde, a fait appel aux instances des musées belges et étrangers pour rassembler les travaux scientifiques de l'école de Louvain, sous l'impulsion de Gemma Phrysius qui en 1533 écrit son "Libellus de locorum describendorum ratione" base scientifique des levés cartographiques depuis cette époque.

Le premier plan levé par Jacob de Deventer se basant sur ce principe, est exposé parmi d'autres levés. Parmi la très riche collection des tableaux du Musée même, ont été incluses des œuvres majeures de plus de vingt musées européens, de fondations ou collections réputées, dont les responsables ont aussi rédigé les notices explicatives dans la deuxième partie du catalogue.

La présence de quelques instruments scientifiques majeurs démontre à quel point ces accessoires des géomètres, appelés encore arpenteurs à l'époque, étaient l'objet de tous les soins de la part des constructeurs aussi réputés, que la famille des

Arsenius de Louvain au XVI<sup>e</sup> siècle, Tobias Volkmer à Brunswick au XVII<sup>e</sup> siècle, ou la famille Adams de Londres au XIX<sup>e</sup> siècle. Un des premiers théodolites au monde, de Augustin Ryther (1590), est présenté, venant du Musée d'Histoire des Sciences de Florence.

La première partie du catalogue comprend des essais illustrant les œuvres de l'exposition: David Buisseret "Traité de l'Art et la Cartographie: deux façons complémentaires de décrire l'Europe". Dans cet essai, l'auteur démontre l'évolution de la philosophie et de la méthodologie, de la représentation qui devient plus scientifiquement correcte avec les taux de Nicholas de Cusa; Léon-Battista Alberti, créateur du Vêlo ou grille transparente, utilisée également par Albert Dürer et la perspective "à vue d'oiseau" présentée par Léonardo da Vinci.

Antoine du Pirot écrit "Nul ne peut être bon chorographe, qui ne soit peintre". Ceci sans doute s'appliquait à merveille à Pieter Pourbus de Bruges, dont le beau-père Blondeel était également peintre et arpenteur et qui avait peint la carte du Franc de Bruges de 1571.

C'est surtout au XVI<sup>e</sup> siècle que les peintres exécutaient des plans cartographiques et que les arpenteurs excellaient en peinture.

L'exposition illustre cette période par des exemples remarquables:

- le Plan de Bruxelles de 1558 par Anton Van den Wyn-gaerde;
- le Plan de Bruxelles – Deventer (± 1555);
- la Furie de Lierre de 1595 (n° 14);
- la Gravure du Canal de Bruxelles de 1565 (n° 39);
- la Carte de la Forêt de Soignes de I. Van den Stock, date de 1661.
- Le Peintre et Chorographe: deux visions du monde par Lucia Nuti décrit surtout l'évolution au XVII<sup>e</sup> siècle.

L'usage de la planchette était particulièrement indiqué pour le levé et le dessin des villes. Cette planchette figure déjà en 1558 dans les travaux de Cunningham. L'auteur décrit la méthode de levés des arpenteurs-peintres, pour représenter en deux directions ce qu'ils observent en trois, et les artifices ou techniques qu'ils ont inventés pour satisfaire la représentation et la réalité d'observation: le ratio geometrica et le ratio perspectiva. Les techniques évoluant pour devenir la peinture géométrale. L'auteur cite plusieurs ouvrages anciens qui ont consacré un chapitre au lavis et mise en couleur des cartes, ouvrages rarement rencontrés.

• Luc Janssens décrit l'évolution de la profession de l'arpenteur à partir du Moyen Âge.

Se basant sur le catalogue "Géomètre-Arpenteur du <sup>xv</sup><sup>e</sup> au <sup>xviii</sup><sup>e</sup> siècle", par Jean Mosselmans et Roger Schonaerts, exposition organisée par l'Union des Géomètres-Experts de Bruxelles en 1976 à la Bibliothèque Royale, l'auteur ne se limite pas à l'explication historique des textes légaux qui ont réglementé la profession du géomètre, mais reprend également quelques textes qui ont décrit les instruments importants dans la pratique journalière.

L'auteur décrit plus en détail l'importance des centaines voire des milliers de cartes et plans que les géomètres-arpenteurs ont laissés à la postérité, et qui sont souvent les premiers (ou seuls) témoignages de l'iconographie et de la topographie locales.

La relation de client/arpenteur est soulignée par les commandes importantes, lors du procès, dans l'élaboration des cartulaires (des grands propriétaires, par exemple, la famille du Croy), les abbayes (Grimbergen, Grand-Bigard, e.a.) et les cartes dites militaires. Son dernier chapitre traite de la fiabilité et de la précision des cartes et plans, se référant aux derniers travaux à la KUI et autres.

- Joost Vander Auwera s'aventure dans les champs de mines que constitue l'identification des places militaires, son travail s'étend aux défenses des villes, surtout dans nos contrées qui sont restées un champ de bataille entre les traités de paix, et dont les défenses furent souvent reconstruites aussitôt qu'elles avaient été démantelées. Aussi, le donneur d'ordre a une importance non négligeable. La présentation iconographique devait essentiellement servir sa gloire bien plus que la représentation exacte de la réalité.

- Stefaan Hautekeete consacre son article à la ville et le pays du Brabant dans le dessin topographique, ayant servi de fond à des tableaux et aux tapisseries.

- Paul Janssens décrit les portraits des châteaux du 15 au <sup>xviii</sup><sup>e</sup> siècle.

- La deuxième partie se consacre à l'évolution de Bruxelles comme ville et capitale du Brabant, par Raymond van Bytven, qui décrit aussi les emblèmes de la ville de Bruxelles dans deux savants articles.

- Herman Pleij dresse l'ouvrage de Bruxelles dans la littérature de la fin du Moyen Âge aux Temps Modernes.

- Véronique Van de Kerckhof trace l'évolution de Bruxelles dans les cartes gravées et les profils de la ville de Bruxelles; animatrice de l'exposition. Cette partie est consacrée à la partie cartographique et l'évolution de l'image de Bruxelles.

- Krista de Jonge décrit l'importance de la cour sur l'évolution de la ville de Bruxelles et du château du Coudenberg, qui est représentée à l'exposition entre autres par les tableaux de Breughel où l'étude du détail permet d'examiner le cadran solaire, qui donnait les heures italiennes.

- Thomas Coomans décrit les portraits et les villes qui y figurent à l'aune de la topographie sociale des sujets peints.

- Sabine Van Sprang enfin décrit la Forêt de Soignes et son image dans un article qui met surtout l'accent sur des peintres des bois et paysages dont Louis de Vadder fut le fondateur (milieu du <sup>xvii</sup><sup>e</sup> siècle).

- Les essais sont clôturés par un article de Michèle Van Kalck qui décrit la collection d'une galerie historique, partie non négligeable du Musée des Beaux Arts et dont plusieurs trésors sont exposés à l'exposition.

## Conclusion

S'il y avait un "Michelin" pour les expositions, elle vaudrait une chaude recommandation non seulement pour les Bruxellois et Brabançons, qui y découvriront l'évolution de leur ville et pays, mais pour tous les amateurs de chorographie, de car-

tographie et de topographie dans le sens actuel, qui y découvriront des trésors de tableaux, de tapis, de gravures et des-  
sins et quelques instruments scientifiques remarquables.

Le catalogue, très bien illustré de photographies en couleurs de grande qualité, est édité en néerlandais et français (1450 FB). Il a été rédigé par des spécialistes dans ce domaine et répond pleinement aux normes de qualité que l'on peut attendre de cette institution. Une bibliographie soignée termine la présentation de ce catalogue, qui survivra à l'exposition et restera un témoignage et une référence pour des travaux futurs.

Si l'exposition est surtout consacrée à la peinture, le catalogue étudie plus les apports des arpenteurs dans l'art et l'iconographie.

\* \* \*

*Le Crédit Communal aujourd'hui "DEXTA-Banque" poursuit son œuvre de diffusion et d'étude cartographique de Belgique, par cette exceptionnelle exposition, joignant l'art des peintres et celle des arpenteurs. (Jusqu'au 17 décembre 2000).*

Jan de Graeve

GE-immobilier – Président du groupe "histoire" de la FIG

## ■ Guide des restaurants de Paris

### "ZAGATSURVEY"

Un guide original sur les restaurants de Paris, qui nous vient directement de New York. Nina et Tim Zagat ont eu l'idée de sonder les clients de près de 1000 restaurants de la capitale et de la région. Ce guide est le fruit du vote et des commentaires de 1260 clients dont 86 % de français (qui ont été en moyenne 3,2 fois par semaine au restaurant et pris 209 664 repas en 2000). Les restaurants sont notés pour la cuisine, la spécialité, le décor et le service, avec une note de qualité/prix. Un index les classe par type dont voici quelques-uns: au coin du feu, branché intello, caves remarquables, célibataires, dîner seul, en plein air, lieux de mémoire, original et dépayçant, prendre un verre, à thème, romantique, tête à tête tranquille, voir et être vu, vue superbe... ce qui n'est pas la moindre originalité de ce guide, toute une panoplie selon les besoins, les humeurs. M'est avis que le genre sera copié.

ZAGAT SURVEY

2001

GUIDE DES  
RESTAURANTS  
DE PARIS

Visitez notre site web  
zagat.com

(4 Colonbus Circle – New York 10019 – pariszagat.com  
Diffusion en France: Flammarion – 26 Rue Racine  
75006 Paris – Tél. 01 40 51 31 00)

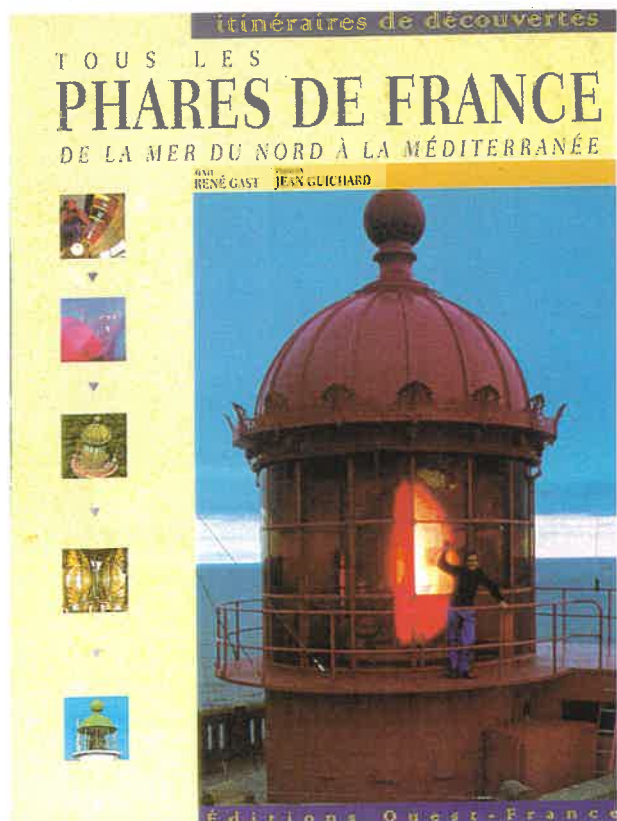
## ■ Phares de France, de la mer du Nord à la Méditerranée

Après la Grande Bretagne c'est la France qui a développé le plus tôt un système cohérent de balisage lumineux de son littoral. Cent vingt-quatre phares, plus les feux, tourelles et balises, assurent la sécurité de la navigation le long des rives



françaises. De plus en plus automatisés ils rendent de plus en plus rare le légendaire gardien de phare, mais rien ne permet de penser qu'ils disparaîtront un jour.

De Dunkerque aux îles Lavezzi, c'est à un tour de France des phares que nous convie cet itinéraire de découverte. Récits et anecdotes accompagnent la description de chacun des 124 phares photographiés un à un.



L'origine des phares se confond avec l'origine des navigations en mer. Le premier fut sans doute un simple feu de bois qu'on allumait occasionnellement.

Quand le commerce maritime s'amplifie, en Méditerranée surtout, naissent les premières tours à feu dont toute trace a disparu mais que les témoignages et les récits de voyageurs confirment.

Flammes de bûcher, torches imbibées d'huile, blanc de baleine, pétrole, tous les combustibles ont été employés pour créer et maintenir la lumière des phares, certains phares consommaient jusqu'à une tonne de charbon par nuit, mais étaient-ils très efficaces ?

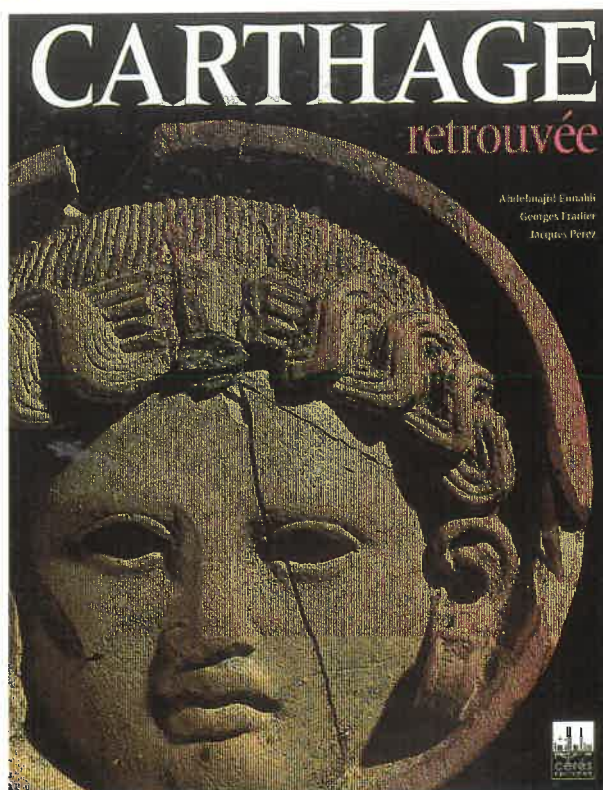
Les concepteurs et responsables de phares se heurtaient inmanquablement à la dérisoire luminosité et à la faible portée de l'éclairage.

Il faudra attendre Augustin Fresnel et ses travaux sur la diffraction en 1820. Fresnel a si bien pensé son invention qu'aucune amélioration n'a pu lui être apportée et que le système de lentilles porte toujours son nom. Sur un texte de René Gast et des photos splendides de Jean Guichard, vous pouvez faire ce voyage sur les côtes de France, plein les yeux et plein le cœur.

René Gast est journaliste, auteur d'une dizaine d'ouvrages dont deux sur les phares : des phares et des hommes (EMOM 1985), et les phares de France (Éditions Ouest-France, 1997). Jean Guichard est photographe grand reporter, auteur du très beau livre "phares", ses posters font le tour du monde.

(Éditions Ouest-France)

## ■ Carthage retrouvée



Fondée au VII<sup>e</sup> siècle AVIC par des Phéniciens, Carthage, selon Virgile dans l'Énéide, était dirigée par Didon et devint la capitale d'une république maritime très puissante puisqu'elle se substitua à Tyr en occident. Elle soutint contre Rome, sa rivale, les longues guerres puniques et fut finalement détruite dans un terrible siège à la fin de la troisième de ces guerres selon les imprécations de Caton l'ancien : "delenda carthago". Elle fut reconstruite et brilla du premier au sixième siècle, véritable capitale de la prospère Afrique romaine. Les fouilles, conduites par Gauckler et Delattre ont amené de précieuses découvertes. Patrie de St Augustin, refuge d'Ulysse, dernière étape de St Louis parti reconquérir les saints lieux, la ville appartient au patrimoine de l'humanité. Autour d'une iconographie exceptionnelle, les vestiges de ce passé prennent dans ce livre une vie toute contemporaine. L'ouvrage détaille les deux grandes périodes de la ville, l'orientale et phénicienne et l'autre occidentale et romaine. C'est aujourd'hui une banlieue résidentielle de Tunis, mais un grand laboratoire pour les archéologues en même temps qu'un lieu de méditation pour les voyageurs.

**Les auteurs :** Abdelmajid Ennabli, historien et archéologue et déjà auteur de nombreux ouvrages sur la ville, est conservateur du site et du musée. Il supervise depuis 1973 la campagne de fouilles internationales. Directeur de la recherche à l'institut national du patrimoine de Tunisie et correspondant de l'institut d'archéologie allemand. Georges Fradier est écrivain et auteur de plusieurs essais et romans. Chef du projet Unesco pour Carthage de 1970 à 1973. Aujourd'hui disparu il aura accompli pour la protection de ce site et son intégration dans le patrimoine universel de l'humanité, une mission qui, par sa témérité et son étendue demeure exceptionnelle. Jacques Perez, grand photographe, auteur de plusieurs livres et de nombreuses expositions locales et internationales. Sur le conseil scientifique de Alain Rebourg et la coordination de Karim Ben Smaïl, l'ouvrage est édité par "Sami Menif".

(Éditions Cérès)

## ■ OUDHNA, découverte d'une ville antique

Le site antique d'Uthina, l'actuel Oudhna, était parfaitement connu des archéologues depuis le XIX<sup>e</sup> siècle, mais tenu à l'écart de toute intervention, sans doute à cause d'un camp militaire important.

Les choses changèrent en 1992 quand un conseil des ministres décida la création d'un parc archéologique et un programme de mise en valeur du site, l'ensemble sous l'égide du président de la république. Depuis des travaux d'envergure ont été accomplis, fouilles, restauration, préservation et mise en valeur avec un partenariat entre les deux ministères de la culture tunisien et français. Le premier bilan de l'effort collectif de coopération est l'objet de ce livre qui permet, après les siècles d'oubli et d'abandon, la résurrection de cet ensemble archéologique, par Dany Barraud pour la direction de l'architecture et du patrimoine et par Habib Ben Hassen pour l'institut national du patrimoine.

Ce livre incite à prendre la mesure de l'ampleur et de la beauté du cadre naturel d'Uthina et de sa position géographique privilégiée. On y voit comment archéologues, architectes, topographes et aménageurs se sont associés pour tenter de restituer le tissu urbain d'une agglomération ensevelie, aboutissement de plusieurs années de travail en commun, l'exploration des environs de la ville a montré la densité des ruines et révéla l'écheveau des aqueducs qui l'alimentaient. Ce livre retrace aussi l'histoire de cet oppidum préromain qui vécut dans l'orbite de la Carthage punique et devint plus tard, par la volonté d'Auguste, une colonie de vétérans. Sous l'empire romain, elle occupait une position de premier plan dans le nord-Est de l'ancienne Afrique proconsulaire.

*(Études réunies par Habib Ben Hassen et Louis Maurin  
Institut National du Patrimoine – Ausonius)*

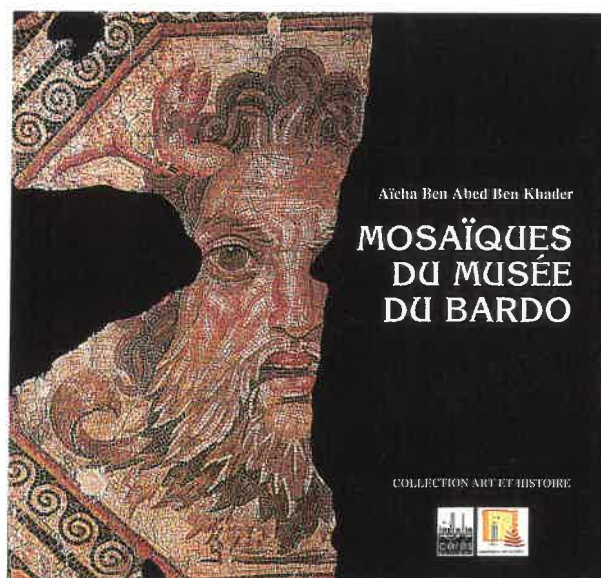
## ■ Les mosaïques du musée du Bardo (Tunisie)

Les mosaïques présentées ici le sont dans un contexte architectural bien précis: une maison privée, un marché, des thermes publics, une boutique, une basilique etc.. Elles ont été déposées selon des méthodes traditionnelles: on recouvre la mosaïque d'un tissu enduit de colle qu'on laisse sécher, on découpe ensuite en respectant la composition initiale du dessin et l'on procède à l'enlèvement des panneaux à l'aide de lames introduites sous les tesselles, on pose sur le nouveau support puis on effectue les raccords des panneaux.

La plus vaste des mosaïques du musée, exposée sur le sol, qui représente Neptune au centre qui triomphe sur son char entouré de son cortège marin, couvre 140 m<sup>2</sup> et provient de Poecus (la salle d'apparat) d'une habitation construite au III<sup>e</sup> siècle. À l'opposé le tableau le plus petit, qui appartient à la série des emblemata, équivalent des tableaux de chevalet, pro-

vient de Gightis, l'actuel Bou Chrara non loin de l'île de Djerba, et représente un pêcheur.

La mosaïque représente l'art par excellence de l'époque romaine. Conçues à l'origine pour recouvrir les sols, leur exposition sur des murs permet au visiteur du Bardo de mieux contempler ces véritables tableaux.



*(Éditions Cérès – Collection Art et Histoire)*

## ■ MicroStation par l'exercice (Pascal Legros et Alain Ruwet)

MicroStation par l'exercice a pour principal objectif l'apprentissage de la CAO (Conception Assistée par Ordinateur) dans sa partie bi-dimensionnelle. Son originalité réside dans une approche du software Microstation version J au moyen d'exercices judicieusement sélectionnés dont la réalisation permettra progressivement d'augmenter la difficulté d'apprentissage des fonctionnalités et de l'élaboration des dessins (CD ROM de démonstration fourni).

Cet ouvrage est particulièrement destiné à l'enseignement, mais chaque débutant y trouvera une manière attractive et efficace d'apprendre le software. La maîtrise de cet ouvrage apportera une connaissance 2D suffisante pour appréhender les exigences des divers métiers utilisant ce genre de software et ouvrira la porte à l'apprentissage individuel des fonctionnalités non étudiées.

### Les auteurs :

Pascal Legros est responsable de l'informatique graphique au sein de la Division Bâtiments et Infrastructures de Tractebel Development Engineering (bureau d'ingénierie multidisciplinaire). Il est aussi membre cofondateur du Groupe d'Utilisateurs de MicroStation (TMC – Wallonie).

Alain Ruwet est Chef d'atelier à l'Athénée Royale Madeleine Jacquemotte et professeur de DAO et CAO dans l'Enseignement de Promotion Sociale. Il participe à de nombreuses commissions de programmes et est chargé d'assurer la formation des professeurs des écoles de la Communauté française de Belgique dans le domaine de la DAO.

*(Commandes : Librairie W + B  
46 rue Quincampoix – 75004 Paris  
359 F + 25 F de frais de port – Fax 01 48 04 90 85)*



## ASSOCIATION FRANCAISE DE TOPOGRAPHIE

(association régie par la loi du 1<sup>er</sup> juillet 1901 - N° SIRET 31876201000029 - CCP 16 300 03 Y PARIS)

Siège Social : 138 bis, rue de Grenelle - 75007 PARIS

Adresse postale : 136 bis, rue de Grenelle 75700 PARIS 07 SP

Tel : 01.43.98.84.80 Fax : 01.47.53.07.10

E-mail : [aftopo@club-internet.fr](mailto:aftopo@club-internet.fr) - Internet : <http://perso.club-internet.fr/aftopo>

Secrétariat du lundi au vendredi de 9 heures à 15 heures

Association fondée en 1979

L'A F T est membre de la F I G (Fédération Internationale des Géomètres)

### L'ASSOCIATION FRANCAISE DE TOPOGRAPHIE a pour objet de (article 2 des statuts) :

1 - **Rapprocher**, en vue d'une meilleure compréhension et une plus large ouverture de part et d'autre, en les regroupant, tous les professionnels, praticiens, spécialistes, enseignants, utilisateurs, à quelque titre que ce soit de la TOPOGRAPHIE. Ce terme recouvre au sens des présents statuts les sciences permettant la définition physique et juridique de l'espace terrestre telles que : la géodésie, l'hydrographie terrestre et marine, la topographie, la photogrammétrie, la cartographie, l'expertise foncière et toutes activités parallèles ou d'application liées à ces spécialités.

2 - **Favoriser** le progrès technique, scientifique et pratique de la profession.

3 - **Faciliter** l'actualisation en ce sens des connaissances de ses membres ;

4 - **Promouvoir** une formation scientifique et technique de qualité et actualisée.

5 - **Entretenir** une collaboration avec des organismes similaires nationaux ou internationaux.

6 - **Défendre** et promouvoir le bon renom de la profession, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de la France.

**Adhésion à l'A F T** : Bulletin au verso. Droit d'inscription néant

### Cotisation à l'A F T pour l'année 2000 (en Francs français)

- Ingénieur, Cadre, Géomètre-expert, Indépendant, Personne morale	195	FFR
- Technicien, Agent de maîtrise, Enseignant, Retraité	35	FFR
- Étudiant, stagiaire, nous consulter		

### REVUE XYZ abonnement (pour l'année 2000, 4 numéros) (en Francs français)

- Membre de l'A F T	250	FFR
- Abonné simple, France, DOM, Europe	480	FFR
- Abonné simple, autres pays (envoi par poste aérienne)	500	FFR

Les abonnements rétroactifs sont acceptés.

Les renouvellements des abonnements simples sont à confirmer chaque année, sauf demande expresse.

Les annulations sont refusées en cours d'abonnement.

### AUTRES PUBLICATIONS éditées et/ou diffusées par l'A F T (prix en FFR port en sus)

- Annuaire de l'A F T - Édition 2000	200	FFR
- Mesurer la Terre, 300 ans de Géodésie française par J.J. Levallois (390 pages, broché)	230	FFR
- Lexique topographique (1200 mots ou expressions définis)	80	FFR
- Sciences Géographiques dans l'Antiquité (3 fascicules) par Raymond d'Hollander (fascicule I et II parus), le fascicule	70	FFR
- Maîtriser la Topographie (Éditions Eyrolles) par Michel Brabant (544 pages, broché)	240	FFR
- Les Astrolabes (Édition Institut Océanographique de Monaco) par Raymond d'Hollander (390 pages, relié)	320	FFR
- Atlas de la Méridienne (carte à 1/100 000 en 50 plis 20x30)	122,55	FFR

Les règlements sont à envoyer au nom et à l'adresse de l'Association Française de Topographie. Ils peuvent être effectués :

\* en Francs français ou en Euros:

- par virement à notre CCP PARIS 16 300 03 - Y  
RIP 30041 00001 1630003Y020 23

- par chèque payable sur une banque française

- par chèque payable sur une banque hors de France : ajouter 65 Francs français ou 10 Euros pour frais d'encaissement.

\* exceptionnellement, par chèque libellé en devises étrangères, payable sur une banque hors de France : ajouter 65 Francs français ou 10 Euros pour frais de change et d'encaissement





**ASSOCIATION FRANCAISE DE TOPOGRAPHIE**  
(association gérée par la loi du 1<sup>er</sup> juillet 1901 - N° SIRET 31876201000029 - CCP 16 300 03 Y PARIS)

136 bis, rue de Grenelle 75700 PARIS 07 SP

Tel : 01.43.98.84.80 Fax : 01.47.53.07.10 E-mail : aftopo@club-internet.fr

Secrétariat du lundi au vendredi de 9 heures à 15 heures

ne rien inscrire ici

## BULLETIN D'ADHESION 2000

### MEMBRE :

\* Nom 1 | \_\_\_\_\_  
M. Mlle Mme

\* Prénom | \_\_\_\_\_

\* RAISON SOCIALE | \_\_\_\_\_  
(Personnes Morales) | \_\_\_\_\_  
indiquer en ligne 1 le nom d'un correspondant SV

\* ADRESSE | \_\_\_\_\_  
(Personnelle ou Professionnelle) | \_\_\_\_\_

\* Code Postal | \_\_\_\_\_

\* Bureau Distributeur | \_\_\_\_\_

\* Téléphone | \_\_\_\_\_ Fax : | \_\_\_\_\_

\* E-mail | \_\_\_\_\_

\* Date de naissance | | | |

\* Langue parlée autre que le français  
Laquelle : ..... ..

* STATUT :	- Ingénieur, cadre	<input type="checkbox"/>	- Technicien, agent de maîtrise	<input type="checkbox"/>
	- Géomètre-Expert	<input type="checkbox"/>	- Enseignant	<input type="checkbox"/>
	- Indépendant, libéral	<input type="checkbox"/>	- Retraité	<input type="checkbox"/>
	- Personne morale	<input type="checkbox"/>	- Etudiant, stagiaire	<input type="checkbox"/>
			- ANPE	<input type="checkbox"/>

### RENSEIGNEMENTS UTILES :

■ Ecoles fréquentées : .....

■ Diplômes obtenus : .....

■ Qualifications professionnelles ou Domaines d'activité : .....

Date :

Signature :

Le Présent Bulletin d'Adhésion est à adresser au siège de l'AFT, indiqué à l'entête  
l'adhésion doit être accompagnée d'un chèque ou d'un virement à l'ordre de l'AFT (CCP-16 300 03 Y PARIS)  
voir le barème au dos