

Association Française de Topographie

XYZ

74

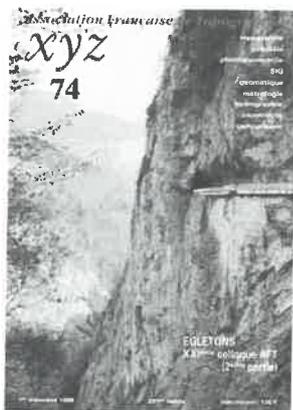
topographie
géodésie
photogrammétrie
SIG
géomatique
métrologie
hydrographie
topométrie
cartographie

EGLÉTONS
XXI^{ème} colloque AFT
(2^{ème} partie)

1^{er} trimestre 1998

20^{ème} année

ISSN 0290-9057 130 F



"Le pas du Frou", massif de la Chartreuse, gorges du Guiers Vif. Route des Echelles à Saint-Pierre-d'Entremont. "Profil en travers" exceptionnel, sur une paroi verticale haute de 150 m. "Frou" veut dire en patois : affreux, effrayant...

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
- Raymond D'HOLLANDER
Ingénieur Général Géographe-IGN
- Michel SAUTREAU
Directeur Div. honoraire Cadastre
- Robert VINCENT
Ingénieur ECP

COMITÉ DE LECTURE

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

MAQUETTE ET MONTAGE

Jack BIQUAND

CORRECTEUR

Jean-Marie THIRIET

ABONNEMENTS

Madame CABANETTES

Trimestriel – Le numéro : 130 F

Abonnement d'un an

France Europe (voie terrestre) : 480 F.

Étranger (avion, frais compris) : 500 F.

Les règlements payés par chèques payables sur une banque située hors de France doivent être majorés de 40 F.

L'AFT n'est pas responsable des 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

1 allée des Vinaigriers

44300 Nantes – ☎ 02 40 50 02 35

IMPRIMERIE MODERNE USHA

Aurillac 15 001

☎ 04 71 63 44 60 – fax 04 71 64 09 09

REVUE DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE DE TOPOGRAPHIE

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

Permanence : mardi et vendredi de 10 heures à 12 heures

ISSN 0290 – 9057 1998 • 1^{er} trimestre

n° 74 • s o m m a i r e

- **EDITORIAL**
 - 2000, le prochain millénaire ? 3
- **INFO-TOPO**
 - L'actualité topographique du trimestre, informations 5
- **EGLETONS, XXI^e COLLOQUE AFT (2^e partie)**
 - Convergence et nivellement optique de haute précision en tunnels et galeries
Charles Veillard 17
 - GPS, construction et génie civil
Mark Harper 24
 - Niveaux motorisés pour un confortement d'immeuble parisien
Daniel Schelstraete 28
- **DANS LA PROFESSION**
 - L'archéologue et le topographe
Interview de Patrick Deleuze par Jack Biquand 32
 - AFT : Assemblée générale 1997 35
 - Une nouvelle génération de cartes
Jacques Moschetti 36
 - La BD Topographique de l'IGN
Christophe Dekeyne 37
 - Proactive engineering symposium
Robert Chevalier 41
 - AFT, la vie des régions : PACA (Pierre Cecchinell) et Alsace-Moselle 44
 - Activités internationales, rapport moral du CFR-FIG
Michel Mayoud 47
 - La page de Géomètres Sans Frontières. Veine soum tao dai ?
Stéphane Frey 48
 - La page 4 x 4 : Freelander, le dernier-né de la famille Land-Rover
Robert Chevalier 50
- **SIG**
 - SIG-Europe, le CNIG et AFIGEO enquêtent 51
 - Systèmes d'information géographique, état, développement et perspectives
Alessandro Carosio 53
 - Les SIG dans les métiers de l'eau et de l'assainissement
Christian Westphal, Pascal Crouvezier, Philippe Berron 60
- **GPS**
 - ION/GPS/97
Claude Million 64
- **SCIENCE - TECHNIQUE**
 - SHOM : observation systématique du niveau de la mer
Serge Allain 71
 - La carte électronique au SHOM
Samy Youssef 77
 - L'art de digitaliser
Alain Bouvet 79
 - Résultats de l'intercomparaison dans le domaine de la métrologie 3D par procédés optiques
Alain-Martin Rabaud, Jean-Luc Lubawy 84
 - 9 000 étoiles vous attendent 86
- **L'HISTOIRE**
 - Cadastre et état, une histoire parallèle (1^{re} partie)
Mireille Touzery 88
 - Sciences géographiques, connaissance du monde et conception de l'univers dans l'antiquité
chapitre 18 (2^e partie)
Raymond d'Hollander (en encarté)
- **L'ART - LES LIVRES** 95

Changez avec nous nous relevons le défi



Série Atlas 410/420/430/450

Plus loin dans l'art d'innover,
les nouvelles stations totales
ATLAS 400, relèvent le défi
de la topographie d'aujourd'hui.

Station Setup
1: Known 3: S-P
2: 2-P 4: Def.
STN 01

ST: 1
HT: 1.300 m
Pt: BORNE-1921_
<123>

HA: 391.2168
VA: 98.7604
SD: 18.12
DSP1/3 SMMB

dHA + 93.6550
R + 10.00
IN ↓ 17.12
S-01/5 SMMB

Plus loin

- De 2 000 à 2 700 mètres selon modèle avec un seul prisme

Plus résistant

- Stations totales traitées "Tous Temps" selon standard (IEC 529) IPX4

Plus précis

- 1,3 à 0,5 mgr selon modèle

Plus compact

- Batterie intégrée
- Mémoire interne jusqu'à 2 000 points

Plus convivial

- Clavier alphanumérique
- Programme enrichi (station libre, relèvement, implantation...)

**La Topographie
c'est aussi
notre métier**

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

2000

Le prochain millénaire ?

*V*ous n'y êtes pas ! Bien plus important, c'est le 2000^e adhérent à l'AFT. Un jalon qui s'érige sur le long chemin parcouru depuis l'assemblée constitutive de novembre 1978.

Ce chemin a vu marcher ceux qui nous ont quittés depuis, trop tôt bien sûr. Ils nous ont laissé seuls pour continuer leur ambition, conséquence de l'amour de leur métier et de ceux qui l'exercent. Ils constituent notre mémoire parce qu'ils ont aidé, depuis le début, cette Association à prouver ses raisons d'être et son utilité, n'est-ce pas Bernard Dubuisson, Yves Alajouanine, Pierre de Fontguyon ou Pierre Girault et toi Clément Abel ?

Ils sont les anciens de ce métier difficile, peu connu, souvent sous-estimé, ils ont œuvré pour que l'AFT réunisse tous les acteurs de cette profession dont nous savons qu'elle touche la vie de près parce qu'elle aborde tous les aspects des activités humaines sur notre planète. C'était leur but et c'est notre ambition de l'AFT d'établir entre tous les nécessaires relations pour se mieux connaître, pour mieux travailler, mieux représenter la topographie française, et finalement mieux vivre notre métier à travers un spectre le plus large possible d'adhérents :

- *Les jeunes professionnels qui s'engagent dans le métier et les étudiants qui ont le projet de le faire, et nous voudrions être la liaison entre eux, entre les écoles et la vie active si tant est que nous sommes porteurs d'une certaine expérience et d'un certain savoir.*

- *Les professionnels aguerris, lourds déjà des joies et des peines de la technique sans cesse broyeuse de routine.*

- *Les utilisateurs et les fabricants qui, voulant toujours mieux, voulant toujours aller plus loin, torturent la science et la technologie pour donner à la topographie des outils efficaces.*

- *Et puis les retraités, ceux qui ont aimé ce métier et ne veulent pas perdre la richesse des relations sociales avec leurs collègues, ni perdre pied devant l'évolution des techniques. D'autant plus que leur expérience et souvent la sagesse que donne le recul, peuvent être d'un apport irremplaçable.*

C'est cette diversité qui fait la richesse de notre Association et en assure, nous en avons la certitude, sa pérennité.

Et, savez vous qui est notre 2000^e adhérent ? Nous sommes d'autant plus fiers de l'annoncer qu'il s'agit d'une adhérente, et que les dames sont de plus en plus présentes dans notre profession...

Bienvenue Madame Suzanne Débarbat, astronome de l'Observatoire de Paris.

XYZ

TPS-System 1000 - nouvelles perspectives avec RCS



Vous pouvez maintenant mesurer à partir de la cible, en toute confiance et avec toutes les informations supplémentaires

Le TPS-System 1000 vous ouvre de nouvelles perspectives: la télécommande RCS (Remote Controlled Surveying) est une option supplémentaire pour tous les tachéomètres TCA, qui permet d'effectuer de nouvelles mesures.



En utilisant un ordinateur externe, qui communique avec le tachéomètre via un modem, la mesure peut se faire à partir de la cible, et être contrôlée et codée.

Avec le RCS, vous pouvez réellement mesurer et avoir vos résultats sur le site. N'hésitez pas à vous renseigner. Cela en vaut la peine.

GEO-64-96

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

Leica

INFO TOPO

actualités
bloc-notes
flashes

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

Les nouvelles stations ELTA® Série S

Comme l'écrivait notre collaborateur dans un article sur le salon Intergéo dans notre dernier numéro, l'année 97 pourrait bien avoir été l'année de Carl Zeiss avec ses nouvelles stations ELTA® articulées autour d'un PC interne, intégrant toutes les fonctions actuelles techniques et de communication. Ces stations, produites à Jena, sont fort bien dessinées. Elles sont ouvertes aux concepts de positionnement globaux avec GPS et capteurs de métrologie.



En concevant ses « Systèmes Géodésiques », Zeiss tente de répondre aux exigences suivantes : choix, souplesse, fiabilité, productivité et gestion individuelle. Deux spécifications d'instruments disponibles : les ELTA® S10 = précision angulaire 1" (0,3 mgr) et 1 mm + 2 ppm en distance, et les ELTA® S20 = précision angulaire 3" (1,0 mgr) et 2 mm + 2 ppm en distance.

La modularité du système est assurée à travers le logiciel. Les instruments sont livrés avec un ensemble de base et peuvent être mis à jour pour des applications complémentaires orientées Métier avec les ensembles logiciels EXPERT, PROFESSIONNEL et SPÉCIAL. Chaque appareil est livré avec un kit d'outils WINDOWS permettant les transferts, les conversions de format, les configurations de stockage et les mises à jour de logiciel.



Ces nouvelles stations ne doivent pas faire oublier cependant les ELTA® 45, 55 et 50, pour les travaux quotidiens nécessitant une précision dite ordinaire ou elles s'illustrent fort bien. Légères et compactes elles semblent intéresser non seulement les géomètres, mais également les utilisateurs de chantier, d'autant plus qu'un nouveau développement est maintenant disponible incluant des fonctions supplémentaires augmentant l'efficacité (plus de mémoire interne, logiciel interne plus complet, portée du distance mètre augmentée etc.)



(Carl Zeiss France – Division géodésie. 60 route de Sartrouville – 78230 Le Pecq – Tél. 01 34 80 20 00 – Fax : 01 34 80 20 01)

SPECTRA PRECISION Sécurité laser à Batimat

A l'occasion du 50e anniversaire de l'OPPBT à BATIMAT 97, Spectra Precision a présenté son laser rotatif qui faisait partie de la gamme exposée sur son stand d'exposition à cette manifestation qui s'est tenue du 3 au 8 novembre dernier.

La société a expliqué aux utilisateurs de lasers l'importance d'une bonne connaissance des règles de sécurité qui s'appliquent à l'utilisation de ces appareils.

Kris Maas, directeur commercial France de la société, a précisé qu'il s'agissait de la première participation à ce salon sous ce nouveau nom. En effet, et nous en donnons l'information dans notre numéro XYZ de fin d'année 97, Spectra Précision est le nom de la nouvelle entité résultant de la fusion des sociétés « Spectra Physics Inc, Geotronics AB, Quadriga GmbH et Plus 3 Software. Sur notre photo, de gauche à droite : Philippe Le Gars, chef de produits lasers de la société, le docteur Serrano, madame Michel de l'OPPBT, et l'animateur de la conférence Batimat.



Nouveau logiciel ATLAS 400 (Nikon)

La série ATLAS de Nikon est composée de 4 modèles. Ces stations totales disposent d'un clavier



alphanumérique intégral permettant de coder avec une grande simplicité. La nouvelle version logiciel de la série ATLAS enrichit encore les possibilités de codification sur le terrain. Chaque code utilisé est stocké en mémoire et peut être rappelé à tout moment. Par ailleurs, cette nouvelle version logiciel est intégralement en français facilitant plus encore la prise en main et l'utilisation de la station.

Enfin, grâce à une procédure simple, l'utilisateur peut effectuer lui-même (sans frais), la mise à jour de sa station sans qu'il soit nécessaire de renvoyer le matériel chez Nikon.

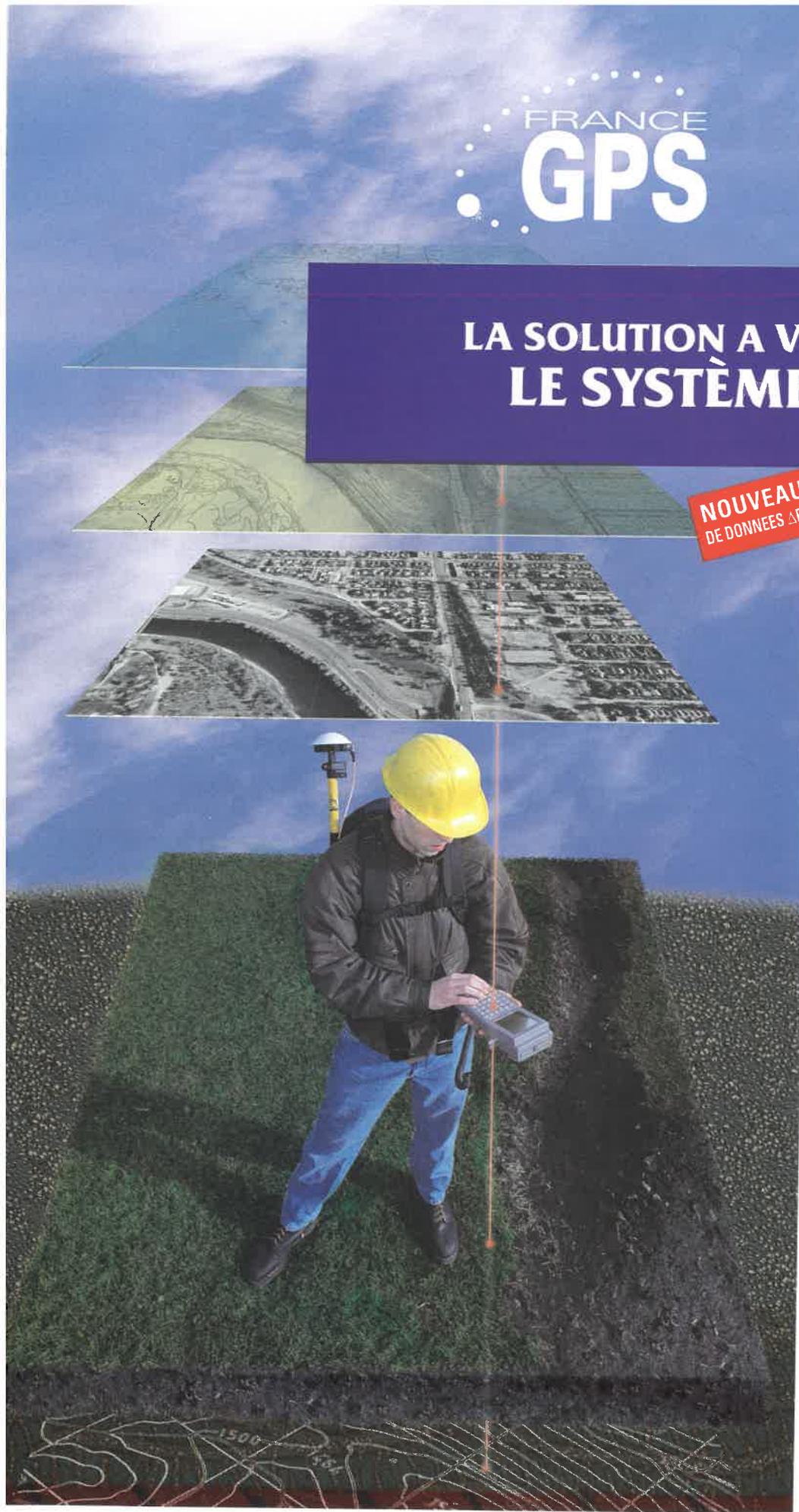
(Nikon France SA Département topographie – 191 rue du Marché Rollay – 94504 Champigny sur Marne CEDEX – Tél. 01 45 16 45 16 – fax 01 45 16 45 55)

GEOSYS DATA en région parisienne

Geosys vient de créer son antenne parisienne à Arceuil. Elle regroupe l'ensemble des activités de son département GEOSYS DATA, qui s'est adjoint les compétences de la société IMA/GEO pour la fourniture de données à grande échelle.

Le nombre et la diversité des données image et vecteur disponibles sur l'ensemble de la planète sont en pleine croissance, c'est ce qui permet à cette société d'offrir une gamme complète de données, des conseils indépendants et d'être l'interlocuteur unique pour les besoins en information géographique.

Parmi les produits offerts nous notons les photos aériennes numérisées GEOVUE, images actuelles en noir et blanc à un prix exceptionnel (prix fixes par blocs de 2,5 km²), suivant la taille du pixel.



FRANCE
GPS

LA SOLUTION A VOS BESOINS LE SYSTÈME Δ ELTA

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

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

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

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

France GPS, c'est tout à la fois:

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

TRIMEDIA DIRECT

FRANCE
GPS

France GPS - 204, bd Péreire 75017 PARIS - Tél. 01 45 74 24 00 - Fax 01 45 74 24 04
e-mail (CompuServe) : 100 765.2026 - e-mail (Internet) : 100 765.2026@compuserve.com.
Site WEB : <http://www.Francegps.com>

NovAtel

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 cédex

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

Région Centre P. Casas Tél/Fax: 04 73 31 05 10

Région Sud-Est A. Guirand Tél/Fax: 04 42 50 68 83

Région Sud-Ouest F. Bernata Tél/Fax: 05 59 83 23 72

C'est un nouveau concept de vente basé sur la répercussion des coûts d'acquisition sur un ensemble de clients et qui permet, pour des photos actuelles numérisées et rectifiées, de les proposer à un prix inférieur au coût de la prise de vue (pour un département de 5 000 km², le prix de la couverture GEOVUE de 1 mètre mosaïque est de 225 000 F, soit 45 F le km²).

Pour moins de 50 000 F, une configuration avec PC Pentium 200, imprimante jet d'encre 1 440 dpi et SIG ou CAO Standard permet de manier l'image, de surimposer les vecteurs, et de présenter un projet comportant toute la richesse de la photo.

90 jours de l'acquisition des données à la livraison, prises de vues garanties de moins de 2 ans (sinon, réalisation d'un vol à la prochaine saison propice sans supplément de coût).

(GEOSYS DATA – Immeuble Le Baudran, 28 rue Villa Baudran, 94110 Arceuil – Tél. 01 49 69 14 14 – fax 01 49 69 99 50 – E-Mail data @ geosys.fr)

Secondes journées cartographiques RADAR

En coordination avec Spot-Image et Aérospatiale, la Société Française de Photogrammétrie et de Télédétection (SFPT), a organisé les 16 et 17 septembre derniers les « secondes journées cartographie RADAR ». Elles faisaient suite à une première rencontre qui avait eu lieu en 1994 à Nice. Dans les locaux de Spot-Image à Toulouse eurent lieu les présentations dont l'objectif était de dresser un bilan sur l'état de la cartographie RADAR. Six ans de fonctionnement des satellites européens ERS et deux ans du satellite canadien Radarsat permettent d'apporter une information sur les résultats de ces nouvelles technologies.

Plusieurs méthodes de traitement des données SAR ont été testées pour la cartographie, l'agriculture, la géologie, l'hydrologie et la gestion des ressources forestières. Il est par exemple possible de discriminer les champs ayant été labourés entre deux dates, de distinguer des types d'occupation du sol. Des applications apparaissent pour la cartographie générale et topographique, surtout relief et planimétrie, l'exemple de la couverture de la Guyane française réalisée par mosaïquage de spatio-cartes au 1/200 000 à base de fond d'image RADAR ERS a montré qu'il était tout à fait possible de produire une cartographie RADAR. Pour le relief, trois techniques se dégagent : la radargrammétrie dont la stéréoscopie radargrammétrie dont la stéréoscopie radar permet la production de MNT avec une précision de 15 à 20 mètres en altitude dans des régions où il est difficile d'utiliser la stéréoscopie optique à cause des conditions climatiques, la deuxième technique est l'interférométrie, et la troisième la radarclinométrie, cette dernière établissant la corrélation entre la pente et le signal radar dans un paysage homogène.

Ces journées ont démontré qu'on pouvait parier sur la forte croissance de la stéréoscopie radar, ces nouvelles techniques et méthodologies arrivant à maturité. Nous en aurons confirmation aux prochaines journées.

(d'après SPOT-FLASH – magazine de SPOT Image – 5 rue des Satellites – BP 4359 F 31030 Toulouse – CEDEX 4)

Ortho-rectification de photos aériennes

Afin de compléter l'offre de traitement des données dans le domaine des Sciences de la Terre, les Éditions de la Boyère proposent un module d'ortho-rectification de photographies aériennes nommé Tera Vue-Ortho. Il s'intègre dans la famille de programmes Tera Vue et permet la rectification de photographie aérienne ou de cartes numérisées.

Ce logiciel offre la possibilité de conduire entièrement, dans l'environnement Windows 95, un projet d'ortho-rectification de photographies aériennes à partir des éléments suivants : fonds de carte, modèle numérique de terrain, photographie aérienne et paramètres optiques de la prise de vue.

Ses différentes fonctions en font un outil idéal pour construire des fonds raster pour l'intégration dans les systèmes d'information géographique.

Son prix est de 3 800 F HT.

(E.B. Ophira – 2 route des Dolines – 06560 Valbonne – Tél. 04 93 65 26 86)



SPOT Image - incendies

L'image SPOT est souvent utilisée pour constater les effets d'une catastrophe et permet une évaluation très rapide des dégâts. Pour donner un exemple précis, citons le cas d'incendie qui affola Marseille la dernière semaine de juillet 1996 : dès le départ du feu SPOT-Image programait et sortait une image de la zone. Un traitement spécifique était appliqué par la société spécialisée Géolmage, et un croisement était fait, grâce à un

SIG, avec les limites administratives, cela permettait, en quatre jours, de donner le chiffre des surfaces brûlées par commune, à un hectare près. En plus on a pu détecter un nouveau départ de feu au nord de la ville.

Cette information rapide et indiscutable permettait au Conseil Régional d'établir les chiffres officiels.

(SPOT-Image - 5 rue des Satellites - BP 4359 - F - 31030 Toulouse - CEDEX 4 - Tél. 05 62 19 40 40 - Fax : 05 62 19 40 11)

CalComp + Iris Graphics pour CrystalJet

La CrystalJet de CalComp est une nouvelle technologie de jet d'encre basée sur le piézo-électrique qui permet aux Systèmes d'impression numérique de produire des images couleur de qualité photographique à de grandes vitesses pour un prix assez bas - les imprimantes qui utilisent cette technologie sont conçues pour les grands formats, une impression autonome et pour des applications nécessitant une forte couverture d'encre.

Ces imprimantes sont commercialisées au premier semestre 1998 par l'intermédiaire du réseau de distribution mondiale de Scitex. Un accord vient en effet d'être signé entre CalComp Technology Inc. et Iris-Graphics, filiale à 100 % de Scitex. Cet accord constitue la première application commerciale de la technologie CrystalJet, la société Iris-Graphics y intègre son logiciel de colorimétrie - les conditions de l'accord n'ont pas été révélées.

(CalComp - Le Clémenceau 1 - 205 avenue Georges Clémenceau - 92024 Nanterre - CEDEX - Tél. 01 47 29 55 00 - Fax : 01 47 29 13 72)

Accord Dassault-Sercel NP avec Nikon, pour un GPS de pointe

L'accord signé entre les deux sociétés permet à Nikon-France de se doter de moyens techniques Sercel et de se constituer une palette complète de récepteurs GPS monofréquence et bifréquence, tant en post traitement qu'en temps réel. Déjà en pointe dans le domaine du temps réel monofréquence à longue distance, DSNP propose maintenant au travers de la structure Nikon des produits bifréquence utilisables sur des distances de 30 à 40 km dans des environnements encombrés qui nécessitent en temps réel des initialisations fréquentes.

C'est sur cet aspect que Dassault-Sercel Navigation Positionnement apporte les innovations techniques les plus significatives : initialisations possibles en conditions extrêmes (avec seulement 4 satellites) et initialisations très rapides, quelques secondes, en conditions normales (7 à 8 satellites).

Le point fort de ces systèmes GPS reste la portée radio, les fréquences, formats et modulations utilisées garantissant une fiabilité de transmission à plusieurs dizaines de kilomètres.

(Dassault-Sercel NP - BP 433 - 44474 Carquefou - CEDEX - Tél. 02 40 30 59 00 - Fax : 02 40 30 58 92)

Trimble : station Totale GPS 4800



La station totale GPS 4800 miniaturise et simplifie l'équipement de topométrie bifréquence. Taille et poids réduits, plus de câbles, plus de batteries, plus d'antennes extérieures ni de sac à dos, tout tient sur une canne !

Trois éléments constituent la station totale : un ensemble intégré 4800, un carnet de terrain TSC1TM, léger et robuste, et un logiciel de topographie et cartographie Trimble Survey Office, très convivial.

TSC1TM dispose d'un écran graphique pour une lecture directe des informations et offre un accès par icône aux contrôles et fonctions essentiels. Il dispose d'un port PCMCIA, la mémoire interne peut ainsi être accrue. Quant au logiciel de topographie, il permet de traiter les données brutes et les mesures GPS en temps réel. Compatible avec Windows 95 et Windows NR 4.0, il rend le transfert des données entre le chantier et le bureau plus simple et plus rapide.

(Trimble Navigation France - Espace entreprise du Ht Blosne - 34 rue Frédéric Le Guyader - 35200 Rennes Saint-Jacques - Tél. 02 99 26 31 81 - Fax : 02 99 26 39 00)

Les logiciels STAR pour le TGV belge

Le problème en Belgique était bien évidemment l'intégration du tracé dans un environnement urbanistique très dense. La société TUC Rail a donc rassemblé les spécialistes pour concevoir ce tracé et organiser les travaux. Pour l'aide aux décisions, on a exploité la cartographie en 3D grâce aux fonctionnalités techniques élaborées des programmes de conception, de calculs et d'implantations cartographiques de STAR INFORMATIC. Le tracé du train a été intégré dans le modèle tridimensionnel du terrain et les infrastructures existantes ont été présentées en volume, ce qui permettait une présentation très explicite aux politiques, aux fonctionnaires et aux habitants.

Pour illustrer les logiciels STAR, Star Informatique édite un CD Rom en format TIFF qu'on peut se procurer au siège belge de la société, Parc scientifique du Sart-Tilman, avenue du Pré Aily 24 - B-4031 - Angleur - Tél. 32 4 367 53 13



Numérisation du cadastre du Luxembourg

À la suite d'un appel d'offres européen, NMF (Network Mapping Facilities) a été retenu en décembre 1996 par l'administration du Cadastre et de la Topographie du Grand-Duché du Luxembourg pour réaliser la montée en charge et la constitution de la base de données nationale centralisée (projet BDN-SIT), basé sur le plan cadastral.

Étalé sur 4 ans, le projet consiste à numériser 1800 planches cadastrales d'origine napoléonienne (730 000 parcelles).

NMF est une société française de services en informatique basée à Montpellier, spécialisée dans l'ingénierie des données techniques de l'entreprise. (NMF – Tél. 04 67 06 89 30 – Fax : 04 67 06 89 49)

NMG reprend l'activité GeoCity de Clemessy

Clemessy SA et Network Management Groupe SA (NMG) ont signé un accord pour la reprise de l'activité GeoCity de Clemessy spécialisée en SIG. Ainsi NMG poursuit sa croissance dans le domaine des SIG, l'équipe GeoCity étant parfaitement complémentaire aux compétences de la société.

NMG se positionne sur le marché des systèmes d'information techniques à composante graphique, pour une cible clientèle internationale dans les secteurs des Télécommunications, l'Énergie, des Collectivités territoriales et autres domaines techniques (aéroports, autoroutes, défense, hôpitaux, etc.). NMG constitue une fédération de moyens, composée à ce jour autour de trois pôles de compétences, indépendants et complémentaires, et qui proposent un savoir-faire et des compétences en terme de Solutions (Network management Solutions SA – NMS), de Données (Network Mapping Facilities SA – NMF) et d'Outils (Network Management Tools SA – NMT). NMG est basée à Lyon (69 – Rhône) (NMG – 54 Cours Lafayette – 69003 Lyon)

CEIFICI – programme 98

Parmi le programme général, notons :

- 18 mars : « créer son emploi en reprenant une entreprise », conférence de Jean-François HEU, SID-ETP (n° 98/2)

- 13 mai : « équipement et environnement », journée d'études, coordinateur Daniel AUGER, Daviel SA (n° 454)
- 23 septembre : « Les enjeux des transports en Île de France », conférence de Gilles RICONO, DHR Île de France (n° 98/6)
- 30 septembre : « La convention de concession du tronçon Ouest du boulevard périphérique de Lyon », conférence de Georges BOLON, Conseil Général du Rhône (n° 98/7)
- 14/15 octobre : « EOLE et METEOR », journées d'études – Coordinateurs : Alain BALAN, SNCF et Gérard LEMOINE, RATP.

Les journées d'études et conférences se tiennent à la FNTF, 3 rue du Berri, 75008 Paris. Les conférences ont lieu de 17 à 19 heures. (Tél. 01 45 54 56 03 – Fax : 01 46 34 04 71 – Centre d'Études d'Informations et de Formation pour les Ingénieurs de la Construction et de l'Industrie)

IGSO : International Geodetic Student Organization

Les buts : regrouper les étudiants en géodésie du monde entier pour échanges, pour promouvoir les étudiants en géodésie et créer des liens entre pays membres et des relations avec les gouvernements, pour s'informer des conditions de chaque pays.

Les moyens : un regroupement international une semaine par an (IGSM), échanger via le courrier, internet, etc., les contributions professionnelles et financières.

Pour contacter cette association : ESGT – Association IGSO – 1 boulevard Phytogore – 72000 Le Mans – E-mail : ESGT IGSO @hotmail.com

10e bornes IGN de l'aventure

L'IGN récompense les aventuriers qui dépassent les bornes !

Fort du lien naturel qui existe entre la carte et l'aventure, l'IGN a créé en 1987 « les bornes de l'aventure » pour honorer chaque année celles et ceux qui, au risque de leur vie, ont réalisé les plus belles aventures sur TERRE, dans l'AIR et sur l'EAU, faisant ainsi bien sûr référence aux 80 000 bornes géodésiques implantées par l'Institut sur le territoire.

Ces 10^{es} bornes ont été remises le 4 décembre dernier au Carrousel du Louvre à Paris, dans le cadre d'une soirée télévisée présentée par Laurent Bognolas et qui a été retransmise sur France 3 le 28 décembre.

La borne IGN de l'aventure pour 1997 a été remise à Catherine Chabaud, première femme à avoir fait le tour du monde à la voile en solitaire et sans escale. Pour célébrer ce 10^e anniversaire des « bornes », trois bornes d'or ont été décernées aux meilleurs de la décennie dans les trois catégories, avec une « super borne d'or » qui a été attribuée à Gérard d'Aboville pour sa traversée du Pacifique à la rame en 1991.

Ont été élus par leurs pairs, à la majorité simple :

BORNE IGN DE L'AVENTURE 1997

Catherine CHABAUD

Première femme à avoir fait le Tour du Monde à la voile en solitaire et sans escale



SUPER BORNE D'OR IGN DE L'AVENTURE

Gérard d'ABOVILLE

Traversée du Pacifique à la rame fin 1991



**BORNE D'OR IGN DE L'AVENTURE
catégorie TERRE**

Christine JANIN

*Première et seule Française
au sommet de l'Everest en octobre 1990*

BORNE D'OR IGN DE L'AVENTURE catégorie EAU

Rémy BRICKA

*Traversée de l'Atlantique
sur skis flottants en survie d'avril à juin 1989*

BORNE D'OR IGN DE L'AVENTURE catégorie AIR

Jean-Marc BOIVIN (†)

*Saut en parapente
du sommet de l'Everest (8 848 m) en octobre 1988*

PRIX SPÉCIAL FRANCE-INFO DES AUDITEURS

décerné à :

Olivier de KERSAUSON

Record du Tour du Monde à la voile

*en moins de 80 jours (Trophée Jules Verne)
en équipage et sans escale.*

Trois prix spéciaux attribués :

Prix spécial « AVENTURE SCIENTIFIQUE »

Janot LAMBERTON

*Record du monde de descente sous-glaciaire
(- 190 m) au Groenland, au profit de la recherche
scientifique (septembre-octobre 1997)*

Prix spécial « INTERNATIONAL »

Borge OUSLAND

*Traversée intégrale de l'Antarctique
à pied en solitaire et sans assistance
(15 novembre 1996-17 janvier 1997)*

Prix spécial « SAUVETAGE »

Pete GOSS et Raphaël DINELLI

*Duo du sauvetage-exploit
du Vendée Globe Challenge 1996-1997*

Une enquête de IETI/Consultants

À l'automne 1997, IETI Consultants a réalisé, auprès de 11 experts européens du domaine des Systèmes d'Information Géographique, une enquête utilisant la technique DELPHI, pour cerner les perspectives de développement du domaine. Elle fournit des résultats intéressants sur le potentiel de développement de 25 segments, 6 types d'utilisateurs, 19 applications particulières, 18 technologies liées aux SIG, 10 prestations et 6 outils méthodologiques concernant les SIG.

Concernant le domaine, le géomarketing arrive en première position et la gestion de patrimoine en troisième place ; Il est donc logique que les entreprises constituent le type d'utilisateurs ayant le plus fort potentiel.

Les SIG sous Internet et la connexion des SIG aux outils multimédia sont les applications et les technologies les plus prometteuses.

Les progiciels applicatifs arrivent en tête des prestations et la constitution de bases de données standardisées en dernière position (une surprise).

Enfin, les outils complets de l'enquête sont disponibles au tarif de 3 000 F TTC l'étude.

La diffusion est assurée par :

*IETI Consultants, 17 boulevard des États-Unis, F-71000 Mâcon – tél. 03 85 21 91 91 – fax : 03 85 21 91 92
e-mail : ieti@wanadoo.fr*

ANNONCES

- JH en formation géomètre-topographe, cherche cabinet dans le cadre d'un contrat de qualification préparant au BTS. Écrire à la revue ou tél : 02 98 33 24 38.
- JH ayant deux années d'expérience cherche emploi de topographe. Écrire à la revue.
- Bureau d'études, recherche géomètre-expert (2 ou 3 ans d'expérience désirant se mettre à son compte et susceptible de reprendre le bureau, pour cause de cessation d'activité personnelle. Implantation à Rennes. Écrire à la revue pour communication de la fiche d'entreprise, ou tél. à l'entreprise : 02 99 51 05 04 – fax : 02 99 50 40 12.
- Technicien Géomètre Topographe – Licence de Géologie, stage FPA de TGT à Égletons, six ans d'expérience à l'étranger pour la Compagnie Générale de Géophysique (Amérique du Sud, Asie et Arabie). Langues : portugais, anglais, espagnol. Recherche emploi. Écrire à la revue ou tél. : 05 55 93 02 98.
- Cause décès, SARL cherche un géomètre reprenneur – Ouest de Paris – CA 1996 : 2 600 KF. Écrire à la revue.

SUR NOTRE AGENDA

- 17-20 mars** : MICAD, Paris, porte de Versailles.
- 26-28 mars** : Symposium de la "Associação Nacional de Topographos" – Portugal – En Oeiras.
Renseignements : Sousa Cruz, rua 9 de Abril 2-2° – 2700 Amadora – Portugal – tél : 351 1 4932329.
- 20-22 avril** : GEO 98 Bahrain – tél : 96(8)673 254 – fax : 96(8)677 340.
- 20-23 avril** : Symposium sur la géodésie des structures en ingénierie Eisenstadt (près de Vienne), Autriche
tél : 43(1)58801 3771 – fax : 43(1) 504 2721.
- 27-29 avril** : Journées DORIS, Toulouse/CNES – tél : 05 61 27 36 26.
- 20-22 mai** : 100 ans de photogrammétrie en Croatie Zagreb – tél : 385(1) 456 1203 – fax : 385(1) 445 410.
- 9-11 juin** : Infrastructures de données spatiales Ottawa – tél : 613 996 2817 – fax : 613 947 7059.
- 19-26 juillet** : XXI^e Congrès International de la FIG Brighton(GB) – tél : 44(171) 3934960 – fax : 613 947 7059.
- 15-18 septembre** : ION98 Nashville TN (USA) – tél : 1(703)683 7101 – fax : 1(703) 683 7105.
- 23-25 septembre** : Intergeo/Geodatentag. Wiesbaden(D) – tél. 49(72)931 3310.

Centre de formation professionnelle



Topographie de chantier (niv. I) :

Compagnon traçeur, maître ouvrier : 1 semaine (39 h), 12/16 janv., 2/6 mars, 6/10 avril, 11/15 mai, 8/12 juin, 7/11 sept., 7/11 déc. – 3750 FHT.

Topographie de chantier (niv. II) :

Chef de chantier, conducteur de travaux, suite du niveau I : 1 semaine (39 h), 19/23 janv., 9/13 mars, 20/24 avril, 15/19 juin, 14/18 sept., 14/18 déc. – 3850 FHT.

Topographie, implantation, traçage : 3 semaines (117 h, non consécutives). 5/9 janv., 2/6 fév., 23/27 fév., 5/9 oct., 26/30 oct., 30 nov./4 déc. – 10985 FHT.

Topographie de chantier (sondeur, foreur) : 2 semaines, du 16 au 27 nov. – 7690 FHT.

Topographie travaux de canalisation : 1 semaine (39 h), 16/20 mars, 19/23 oct. – 4420 FHT.

Technologie du laser (topo du bâtiment) : 2 jours, 14/15 avril et 9/10 nov. – 2265 FHT.

Technologie du laser (topo TP) : 2 jours, 16/17 avril, 12/13 nov. – 2265 FHT.

Topographie informatique : 2 semaines du 6/10 juillet et du 20/24 juillet – 12500 FHT.

Formation à l'utilisation de :

AUTOSCETCH DOS OU WINDOWS, 5 jours, 15/17 et 20/21 avril, 18/20 et 25/26 mai, 9/11 et 14/15 sept. ou date à la commande. – 15000 FHT.

AUTOCAD R13 SOUS DOS OU WINDOWS, 5 jours, 5/9 janv. et 9/13 mars ou calendrier sur demande. – 15200 FHT.

AUTOCAD R13 VERS R14 DOS OU WINDOWS, 2 jours, 16/17 avril, ou selon demande – 9700 FHT.

AUTOCAD LT SOUS WINDOWS, 5 jours, du 5/9 janv. et du 9/13 mars, ou selon la demande. – 15200 FHT.

AUTOCAD R14 SOUS WINDOWS, 5 jours du 23/27 fév. et du 19/23 oct. ou selon la demande. – 15200 FHT.

Renseignements et inscriptions : tél. 01 47 26 07 82 – fax : 01 47 26 06 67 – e-mail : snbati-formation@wanadoo.fr

Une thèse de doctorat de géographie sur l'information géographique pour l'aménagement

Monsieur Stéphane Roche, ingénieur ESGT, ATER, a soutenu cette thèse le 28 novembre dernier à l'université d'Angers.

Les questions posées...

Alors que les collectivités territoriales sont de plus en plus nombreuses à s'équiper d'outils SIG, notre connaissance demeure encore très lacunaire des liens qui existent au sein d'une organisation municipale entre les acteurs de l'aménagement, le territoire sur lequel portent leur réflexion et leurs actions et l'appropriation des technologies géomatiques qu'ils utilisent. Plus particulièrement, très peu d'études ont porté sur les facteurs et implications réels du développement d'un SIG et de la diffusion de l'information et des technologies associées dans la gestion et l'aménagement du territoire au niveau municipal.

La manière d'y répondre...

Placée dans une logique de découverte, cette thèse s'est donc fixée pour objectif de mieux comprendre les processus d'appropriation sociale des technologies de l'information géographique (TIG) par les acteurs de l'aménagement et leurs implications sociales et spatiales, mais aussi réciproquement le rôle du contexte culturel, organisationnel et spatial dans ces phénomènes d'appropriation. La méthodologie de recherche s'organise autour de quatre études de cas exploratoires comparatives sur deux villes françaises (Nantes et Mayenne) et deux villes québécoises (Québec et Charny), complétées par une enquête et des entretiens institutionnels.

Pour quels résultats ?

Les résultats obtenus démontrent qu'il existe des relations très étroites entre les perceptions des différents acteurs (du territoire, de leur rôle, de l'utilité des outils et de l'information géographique, etc.) et leur niveau d'utilisation de ces outils. Cette recherche permet par ailleurs de mettre en évidence que les SIG sont de véritables constructions sociales, le reflet de certaines pratiques spatiales, profondément ancrées dans leurs contextes de développement (local et national). Ils se caractérisent par

des modes d'appropriation sociale différenciés selon la nature des acteurs, lesquels marquent profondément les dynamiques socio-spatiales locales.

(pour une information plus complète contacter l'AFT).

Préparation au DPLG

Le décret 97-242 du 17 mars 1997 permet aux professionnels de la topographie de prétendre présenter le DPLG sur la base d'une expérience professionnelle reconnue et attestée.

Ce décret marque une étape importante pour la profession. Jusqu'ici l'expérience professionnelle n'était pas prise en compte pour prétendre passer le DPLG. Sur la base de certaines conditions le décret en question rend cela possible. C'est donc une réponse à une réelle attente de la part de nombreux professionnels qui pour parvenir au DPLG devaient jusqu'ici souvent y renoncer tant l'effort en temps ou en argent était lourd.

Reste à mettre en œuvre la formation qui permette à des professionnels motivés et dont l'expérience était reconnue de pouvoir se préparer aux épreuves écrites du DPLG.

Dans ce sens. L'École Chez Soi en association avec l'Ordre des Géomètres et l'ESGT vient de mettre en place un plan de formation à distance, complété par des stages qui permettra en deux ans aux professionnels de préparer l'examen. L'avantage pour les cabinets sera de pouvoir donner les moyens de formation à leurs meilleurs éléments sans pour autant à avoir à se séparer de leurs compétences pendant cette période. Parallèlement pour les professionnels salariés cette méthode leur permettra d'atteindre leurs objectifs sans remettre radicalement en cause leur vie personnelle et professionnelle.

Renseignements et inscriptions auprès de l'École Chez Soi : 01 46 03 66 83 ou 3615 ÉCOLE CHEZ SOI ou 92774 BOULOGNE CEDEX ou auprès de l'Ordre des Géomètres.

FIG : Exposition et conférences sur la topographie

Dans le cadre de son congrès à Brighton, la Fédération Internationale des Géomètres organise une journée-symposium à l'Université de Brighton, le 22 juillet 1998, avec pour thème « 2 000 years or measurement ». Parmi les conférenciers, notre collaboratrice membre de l'AFT, Suzanne Débarbat, astronome à l'Observatoire de Paris. Depuis le milieu des années 70, Suzanne Débarbat, à la demande d'historiens des sciences (René Taton, Pierre Costabel...) a ajouté à ses travaux spécifiquement astronomiques, des recherches de caractère historique, notamment en exploitant les archives de l'Observatoire de Paris, elle est l'auteur récemment d'un important article sur la longueur du mètre de 1795 à 1995, dans notre revue XYZ. Sa conférence de Brighton s'intitule « the linkage of Paris and Greenwich Observatories ».

Une exposition se tiendra pour l'occasion à l'université : « the Art and History of Surveying ».

(Pour informations et renseignements, s'adresser à l'AFT).

Trimble : nouvelle carte GPS



Trimble lance la nouvelle carte GPS, Pathfinder™ Card avec ASPEN™.

Pathfinder Card avec ASPEN est un système de collecte de données facile à utiliser qui améliore la cartographie et l'élaboration de SIG. Il est composé de la nouvelle carte GPS 8 canaux au format PCMCIA et du logiciel de collecte de données SIG ASPEN.

Pathfinder Card Aspen au format PCMCIA permet d'utiliser sur le terrain les applications SIG les plus sophistiquées sur un ordinateur portable. Son excellente sensibilité aux signaux de faible puissance la rend parfaitement opérationnelle dans des environnements difficiles tels que sous couvert forestier. Une précision horizontale de 1 à 3 mètres est aisément obtenue en temps réel et en post-traitement.

Il permet d'afficher, sur l'ordinateur de terrain les cartes vectorisées et « raster » permettant à l'utilisateur de se diriger facilement vers les sites de travail et d'enregistrer avec une grande précision des positions et leurs attributs. Lors de l'enregistrement des données, des symboles apparaissent sur la carte en surimpression ; ceci facilite la mise à jour des cartes ou des bases de données existantes.

Pathfinder Card avec ASPEN peut être utilisée avec un télémètre laser et des capteurs externes tels que caméra numérique, magnétomètre et écho-sondeur. Les données enregistrées par ces périphériques sont automatiquement intégrées et synchronisées avec les positions GPS.

Il comprend le logiciel Pathfinder Office de Trimble sous Microsoft Windows pour la préparation de missions, la création de dictionnaires de données et l'exportation de SIG. Il est compatible avec la plupart des formats SIG/CAD tels que ARC/INFO, ESRI Shapefile, AutoCad, Intergraph MGE, MicroStation et GRASS.

(Trimble Navigation France – tél. 02 99 26 31 81
fax 02 99 26 39 00 – Internet : <http://www.trimble.com>.)

Leica : nouveaux modèles de la gamme GPS-System 300

Les nouveaux modèles de la gamme, SR 399 et SR 9500, sont équipés d'une nouvelle technologie qui accroît la qualité et la rapidité d'acquisition du signal GPS. Les contrôleurs CR 344 disposent quant à eux d'une nouvelle version 3.50. Parmi les améliorations,

figure la version française du logiciel, et 3 nouvelles applications : un programme routier, l'implantation d'entrées en terre et l'implantation de MNT. On note également la possibilité d'utiliser les cartes PCMCIA de 20 MB.

Ces améliorations concernent aussi le logiciel SKI par l'introduction de la version 2.20 qui compte 26 nouvelles fonctionnalités (version française, disponibilité pour la connexion entre différents modules).

(Leica - 86 avenue du 18 juin 1940
92563 Rueil Malmaison CEDEX - tél. 01 47 32 85 42
fax 01 47 32 85 95)

In Roads, logiciel de Génie Civil d'ISS

Intergraph Software Solutions (ISS), l'une des Divisions d'Intergraph, développe, commercialise et supporte des logiciels dans les domaines de la conception mécanique, de l'analyse, de la fabrication, de la conception d'usines, de l'ingénierie, de l'architecture et de la Gestion Électronique de Documents, ainsi que pour la création de Systèmes d'Information Géographique. ISS fournit également des logiciels systèmes de base, des applications haut de gamme et des services de formation, de conseil et d'aide à la mise en œuvre.

(ISS) présente InRoads Survey, un logiciel de calculs topographiques permettant aux géomètres de transférer leurs informations entre, d'une part, leurs carnets électroniques de terrain (CET) et les récepteurs GPS et, d'autre part, leur environnement de CAO. InRoads Survey, fonctionne dans les environnements Windows 95 et NT.

(ISS) présente InRoads Draft, un logiciel de CAO fonctionnant sous Windows et compatible OLE, conçu pour la production de plans de génie civil. Outre ses fonctions de CAO, InRoads Draft permet d'exploiter non seulement des fichiers MicroStation, AutoCad, raster, Imagination Engineer, mais également tout autre fichier de type OLE utilisé pour la composition des documents de construction. InRoads Draft fonctionne sous Windows 95 et NT.

(Intergraph - France - tél. 01 30 64 14 20
fax 01 30 64 75 39
e-mail : ffoquet@symphony-communication.fr)

JS info - La Géo-Informatique

Depuis la sortie de sa version PC sous Windows NT, de nombreuses nouvelles licences du système Ascodes-3/Jiscad, développé par JSInfo, viennent d'être installées ces derniers mois : villes d'Amiens, de Brive, de Rennes, de Saint-Denis de la Réunion, de Praia (Cap Vert), la région du Piémont (Italie) ; entreprises de travaux publics Brault, Henry, Jean Lefebvre, Perrier ; le laboratoire Régional des Ponts et Chaussées à Blois ; la société d'Ingénierie Serete.

(JSinfo - 8 rue de la Maison-Rouge
77 185 Lognes - tél. 01 60 17 34 21
fax 01 60 17 27 58).

Pentax : niveau autofocus, série AFL, médaille d'argent Batimat



La nouvelle série de niveaux AFL de PENTAX est dotée d'un système de mise au point autofocus. Par une simple pression du bouton, la mise au point est faite en moins de 3 secondes. Alimenté par une pile au lithium permettant environ six mille opérations, l'instrument dispose en parallèle d'un système manuel traditionnel qui permet de continuer de travailler lorsque la pile devient faible jusqu'à son remplacement.

Trois grossissements différents sont disponibles : 24X, 28X, 30X. Tous ces instruments étant dotés d'un système standard à trois vis calantes, ils peuvent être utilisés tant sur un trépied à tête plate que sur un trépied à dôme.

L'instrument est doté d'une lunette étanche. Ceci permet le travail même par temps de pluie, tandis que la présence de gaz nitrogène dans le compartiment de la lentille prévient toute condensation lors de l'utilisation dans des conditions d'humidité importante ou de pluie.

L'AFL-240 a obtenu la médaille d'argent au concours de l'innovation à Batimat 97.

(Pentax-France - 12-14 rue Jean Poulmarch
BP 204 - 95106 Argenteuil CEDEX
Tél. 01 30 25 75 75 - Fax 01 30 25 75 77).

TOPO CENTER renforce son réseau

Un nouveau TOPO CENTER vient d'ouvrir ses portes dans la région Nantaise. Pour les utilisateurs de matériels Topographie, cette nouvelle adresse n'est pas inconnue puisqu'il s'agit de l'ancienne société Bertrand COLLINET qui, suite à la conjoncture économique a dû cesser son activité en octobre dernier. TOPO CENTER NANTES continuera d'assurer les services de ventes, réparations et locations d'instruments et accessoires de topographie, le personnel directement lié à ces activités ayant été repris dans la nouvelle société.

Le nombre des implantations de la société passe de 12 à 16 après la signature de 3 contrats de distribution avec des magasins à Nice, La Grande-Motte et Pontchâteau.

(Leica Geosystems – 86 avenue du 18 juin 1940
92593 Reuil Malmaison CEDEX
Tél. 01 47 32 85 90 – Fax 01 47 32 85 95)

ESGT : Une nouvelle École de 50 ans



L'ESGT avec son directeur Michel Kasser fêtait en 1997 son cinquantenaire en même temps, qu'elle inaugurerait ses nouveaux locaux décentralisés au Mans. Depuis les lendemains de la guerre qui voyaient installer au sein du CNAM une nouvelle formation d'ingénieur destinée aux géomètres, le chemin parcouru par l'école fut semé d'embûches à travers les arcanes de difficultés de statut et surtout de problèmes financiers. Ainsi en 1991 le financement public n'atteignait que 6 000 F/an par élève Ingénieur ! Triste record pour délivrer aux alentours de 35 diplômés annuels.

Cette délocalisation qui installe l'école en province s'inscrit dans le grand mouvement actuel de l'École qui vise à une remise à plat des modes de financement en synchronisation de la nécessaire fermeture de l'Institut de Topométrie (IT) en 93. En parallèle une évolution des études est en cours et l'école assure en outre la responsabilité de plusieurs autres formations techniques avec l'ENSG de l'IGN, l'École Nationale du Cadastre de la DGI, et développe ses relations et attaches internationales. (La création d'un Centre associé à Beyrouth, ESGT-Liban, est exemplaire en ce sens).

I²G : partenaire des Géomètres et des Collectivités Locales

La Société I²G (Ingénierie de l'Information Géographique) propose aux Collectivités Locales, soit directement, soit en partenariat avec les acteurs locaux (Géomètres-experts, Bureaux d'études,...) toute une gamme de progiciels développés à partir du SIG MAPINFO : gestion des parcelles cadastrales et des dossiers d'urbanisme, gestion de cimetière, gestion de patrimoine, gestion des réseaux,... L'entreprise, qui propose aussi des développements informatiques à façon, est également Centre de Formation Agréé.

Partenaire BENTLEY en Géo-Ingénierie et spécialiste DESCARTES (traitement d'images), I²G est également compétent pour la distribution et l'installation des produits de la gamme MICROSTATION, ainsi que pour la formation sur cette plate-forme (formateur agréé FAF-PL).

(291 Boul. Clémenceau – 59700 Marqen en Barœul
Tél. 03 20 65 03 44 – Fax 03 20 98 42 04
E-mail : info@i2g.fr

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

L'expérience professionnelle d'un ingénieur géomètre-topographe confirmé (CERN, EPF Zurich) au service de la compétence linguistique d'un traducteur diplômé.

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
Wartburgstrasse 8, D-10823 BERLIN*

Tél. (privé) : 00 49 30 47 48 11 15 - Tél. (prof.) et fax : 00 49 30 44 36 90 34 - E-mail : stolzel@t.online.de

L'expérience professionnelle d'un ingénieur géomètre-topographe confirmé au service de la compétence linguistique d'un interprète diplômé.

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

convergence et nivellement optique de haute précision en tunnels et galeries

Charles Veillard
Géomètre Expert DPLG diplômé de l'ESGT



Équipement de repères – Ligne B du RER – Paris

RÉSUMÉ

La réalisation d'ouvrages souterrains de plus en plus nombreux, y compris à faible profondeur en milieu urbain, nécessite des suivis minutieux du comportement des excavations et soutènements pendant et après les phases travaux. Cet article évoque les derniers développements de la méthode mise au point par le Cabinet VEILLARD et OLIVIER; depuis plusieurs années, une méthode fiable, précise et originale.

ABSTRACT

Construction of underground sites are more and more numerous, even in town planning with low depth. That needs to follow up possible distortions and settlements during and after works. This article deals with the last developments of the method perfected by VEILLARD and OLIVIER office. For several years, a reliable, accurate and original method.

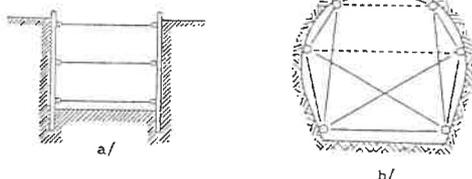
1 – PRÉLIMINAIRES

1 – 1 – Définitions

1 – 1 – 1 – Convergence :

Dans les travaux publics (TP), les mesures de convergence (ou convergencemétrie ou simplement convergence) ont pour but de mesurer le rapprochement ou l'éloignement relatif de deux éléments : parois de galeries, piédroits de tunnels, soutènements, blindages,...

figure 1



Les topographes chargés d'effectuer ces mesures déterminent les longueurs entre des éléments à un moment donné, puis redéterminent ces mêmes longueurs quelques temps après. C'est la variation de ces longueurs qui intéresse les responsables des Travaux

Publics ; il s'agit d'une mesure différentielle, la valeur de la longueur elle-même importe peu.

1 – 1 – 2 – Opto-convergence :

L'opto-convergence est la technique qui permet de faire des mesures de convergence par des procédés opto-électroniques, par opposition aux mesures de convergence mécaniques qui elles, utilisent un ruban en acier ou un fil en métal invar.

1 – 2 – Systèmes mécaniques de mesures de convergences.

1 – 2 – 1 – Généralités :

Ces systèmes réalisent des mesures directes immédiatement comparables aux précédentes, en première approximation. Il faut parfois, pour affiner les résultats, tenir compte de la température (ruban en acier) et de l'étalement.

Chaque mesure nécessite :

- la fixation des extrémités du fil invar ou du ruban d'acier sur le repère fixe scellé, opération assez délicate car il faut toujours appliquer la même force de serrage,

- la mise en tension du fil ou du ruban, soit par un ressort (système assez grossier et peu sûr), soit par traction du type vis-écrou sous le contrôle d'un dynamomètre de précision, soit par d'autres systèmes (balance,...),
- la lecture de la mesure avec un comparateur ou un compteur.

1 – 2 – 2 – Différents modèles :

Plusieurs fabricants ou organismes ont créé de tels systèmes, citons :

- **DISTINVAR** du CERN (conseil Européen pour la recherche Nucléaire) : fil invar, mise en tension par bascule. Dispositif lourd et peu pratique sur les chantiers.
- **DISTOMETRE ISETH** (École Polytechnique Fédérale de Zurich) : fil invar tendu à 8 kg sous contrôle d'un dynamomètre précis (70 g). Système souple, bien conçu, permettant des mesures dans toutes les directions d'un demi-espace, mais nécessitant un fil par distance à mesurer.
- **DISTOMATIC TELEMAT** (licence Coyne et Bellier) : fil invar, motorisé pour la tension, arrêt automatique commandé par un dynamomètre précis. Nécessitant un fil par distance et une implantation précise des repères.
- **INTERFELS** (Appareil austro-germanique) : ruban d'acier perforé tous les décimètres, tension par ressort. Moins précis mais très souple d'emploi.
- **DISTANCEMETRE ORIENTABLE** du CETE (Centre d'Études Techniques de l'Équipement à Lyon) : constitué d'une série de fils invar de différentes longueurs (10 m, 5 m, 3 m, 1 m, 0,5 m, 0,3 m,...) muni chacun d'un système d'accrochage très précis permettant de réaliser toutes les longueurs et éviter ainsi l'utilisation d'un fil par distance. La tension est contrôlée par un dynamomètre : ce système mesure dans toutes les directions d'un demi-espace.
- **INVAROMATIC** de la société GEOCIM allié à la fois la motorisation du DISTOMATIC et la souplesse du DISTANCEMETRE ORIENTABLE qui n'exige pas un fil par distance.

1 – 2 – 3 – Avantages :

L'avantage principal du fil invar réside dans sa précision, mais celle-ci ne peut-être obtenue que si les conditions de travail sont bonnes et si les opérateurs sont très soigneux. Autre avantage, le résultat est connu immédiatement et la comparaison avec la mesure précédente peut être faite sur le terrain. Le développement du fil invar est dû au fait que les méthodes optiques (intersection de visées de deux théodolites,...) étaient lourdes et longues.

1 – 2 – 4 – Inconvénients :

- lourdeur du procédé, surtout lorsque les points sont peu accessibles et qu'il faut utiliser de grandes échelles,
- impossibilité de travailler pendant qu'une circulation quelconque s'effectue sur le chantier (trains, engins divers ou personnel),

- utilisation interdite en présence de courants électriques (fils de trolley, de caténaies ou rails de traction),
- impossibilité de faire des mesures lorsque les points d'accrochage sont devenus inaccessibles (hauteur de terrassement trop grande, obstacles matériels entre points d'ancrage),
- difficulté de surveiller de longues portées de fil (>20 m),
- présence d'aération naturelle ou forcée faisant vibrer le fil et rendant la lecture très imprécise,
- lourdeur et encombrement du matériel,
- nécessité d'étalonner l'appareil sur un banc de contrôle,
- nécessité d'utiliser au moins deux opérateurs, les impératifs de temps conduisant plutôt à en employer trois ou quatre.

Enfin, il est très important de savoir que les systèmes mécaniques ne fournissent pas de nivellement précis des repères. Si celui-ci s'avère nécessaire, il doit être exécuté par des procédés traditionnels, ce qui allonge d'autant la durée d'intervention.

2 – L'OPTO-CONVERGENCE

Précisons en premier lieu que cette méthode n'a pu apparaître qu'avec les instruments modernes : les tachéomètres électroniques à distancemètre parfaitement coaxial à la lunette, ainsi qu'avec la précision atteinte par ces mêmes distancemètres.

En ce qui concerne la mesure des angles, la haute résolution des systèmes de lecture assurait depuis longtemps la précision nécessaire.

L'opto-convergence, contrairement aux systèmes mécaniques, ne donne pas directement tous les résultats, ces derniers provenant de calculs appliqués aux mesures électro-optiques.

2 – 1 – principe de l'opto-convergence :

Le principe simplifié est le suivant :

Avec un tachéomètre électronique de précision (T) mis en situation en un point quelconque, on vise une cible réfléchissante fixée en A. On note la distance suivant la pente $D_p = TA$, l'angle vertical VA et l'angle horizontal LA .

À partir de coordonnées quelconques du point T, il est possible de calculer des coordonnées XA, YA, ZA pour le point A.

De la même façon, en visant un point B depuis la même station affectée des mêmes coordonnées que précédemment, il est possible de calculer des coordonnées XB, YB, ZB .

On voit que depuis cette station T il est possible de calculer autant de groupes de coordonnées que l'on aura jugé utile de fixer de cibles réfléchissantes (C, D,...). Il est donc possible de calculer la longueur dans l'espace du segment AB, puis des segments BC, CD,..., AC, AD...

En revenant une heure, six heures, un jour, une semaine ou un mois plus tard, le tachéomètre T occupant une position quelconque par rapport à la précédente (à ceci près que les mêmes points doivent pouvoir être

visés) affectée de coordonnées quelconques, il sera possible de recalculer les cordes AB, BC, CD,... et les comparer aux mesures précédentes.

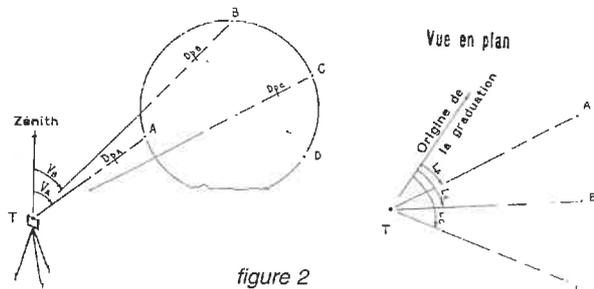


figure 2

2 - 2 - matériels :

Pour obtenir la même précision pratique qu'avec le fil invar, il faut des tachéomètres électroniques (stations totales) de haute précision nominale aussi bien en angle (résolution 1 à 2 dmgr) qu'en distance (résolution 0.1 à 0,2 mm).

Il est nécessaire que l'optique émettrice-réceptrice du distancemètre soit coaxiale à l'axe optique de la lunette afin d'éliminer les erreurs parasites d'excentricité, de parallaxe,...

Les instruments doivent avoir des corrections bi-axes (position de l'axe principal dans l'espace), et les mesures doivent être enregistrées sur un carnet électronique de terrain.

On recense par ordre alphabétique :

- GEODIMETER, modèle 540 ou 640. Appareil très puissant en distances, dispose en plus d'une touche D qui permet d'augmenter le nombre des mesures à distance.
- LEICA, modèle TC 2 002. Appareil de haute classe modèle TC1800.

Ces deux appareils nécessitent une lentille additionnelle pour les mesures sur cibles en papier rétro-réfléchissant sur des distances inférieures à 20 mètres.

- NIKON, modèle DTM 750.
- SOKKIA, modèle NET2 - 3D, fonctionne avec le système MONMOS, système conçu pour l'opto-convergence avec de nombreux accessoires.
- ZEISS, modèle REC ELTA 2, appareil puissant.

2 - 3 - Équipement

2 - 3 - 1 - Prismes :

- Le point de visée peut être constitué d'un prisme classique, d'un mini-prisme (moins cher) sur lequel il faut avoir dessiné une cible (croix, cercle,...) pour viser toujours le même point quel que soit l'angle d'incidence, puisque les stations sont libres.
- Ce type d'équipement est assez coûteux (2 500 F le premier, 1 300 F le second, prix HT 1995), surtout s'il n'est pas récupéré en fin de chantier, ce qui peut arriver s'il est devenu inaccessible ou trop onéreux à reprendre.
- L'avantage de ce type de matériel est que tout tachéomètre électronique coaxial est utilisable sans modification ni accessoire. De plus, les visées peuvent être longues bien que limitées par la qualité du pointé et l'imprécision sur la mesure de la distance.

2 - 3 - 2 - Autres cibles :

D'autres fournitures sont utilisées en raison de leur faible prix :

- catadioptrés (20 à 80 F HT suivant leur taille) sur lesquels il faut dessiner une croix (figure 3 a)
- papier autocollant rétro-réfléchissant genre SCOTCHLITE de 3 m, constitué de micro-prismes à raison de 100 à 400 par alvéole (15 à 25 F HT suivant la taille, vendue en feuille de 1 m² à 1 000 F HT).

a/

b/

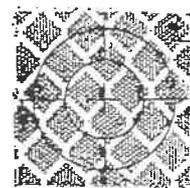


figure 3

2 - 3 - 3 - Repère de convergence et nivellement, breveté par Monsieur VEILLARD.

Les repères brevetés mis au point par Monsieur VEILLARD, sont constitués de deux pastilles en papier rétro-réfléchissant insérées dans un système de centrage très précis permettant de viser des deux côtés tout en conservant la haute précision du système (150 à 200 F HT en 1995).

Pour améliorer encore ses repères, Monsieur VEILLARD a mis au point des sphères brevetées de 16 à 50 m de diamètre.

En réalité, il s'agit d'une sorte de polyèdre formé de cercles constitués de pastilles de papier rétro-réfléchissant. Ainsi ce repère peut être visé de toutes les directions. C'est naturellement le centre du polyèdre qui est calculé (prix plus 30 % environ des repères ci-dessous).

Divers exemples :





Le faible coût de ces repères permet de les abandonner à la fin des mesures. Par contre tous les tachéomètres électroniques ne sont pas utilisables ; certains peuvent être modifiés, d'autres doivent recevoir des accessoires spécifiques.

2 - 3 - 4 - Installation des équipements :

Pour l'opto-convergence, les repères sont très légers, ne sont soumis à aucune contrainte, sont collés ou fixés avec des goujons dans des trous de Ø 10 mm réalisés avec une perceuse sur accus. Ils sont utilisables immédiatement après leur fixation.

Rappelons que pour les fils invar, les repères sont assez gros (25 mm de diamètre) et sont, soit scellés au mortier, à la résine, au soufre,... dans des trous faits au perforateur (respecter le temps de prise), soit vissés sur une douille autoforeuse genre SPIT ROC, Ø 20 mm mise en place à l'aide d'un pistolet électro-pneumatique assez puissant.

3 - ANALYSE DE LA MÉTHODE

La méthode repose sur la haute précision de mesure des distances et des angles, même si pour ces dernières elle était déjà acquise depuis un certain temps.

3 - 1 - précision théorique

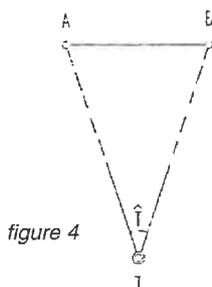


figure 4

Pour simplifier l'exposé, nous nous plaçons dans le cas d'un triangle où les points A et B sont situés à la même altitude.

La corde à mesurer est $AB = C$, le tachéomètre est en T, d'où l'on mesure l'angle T et les distances $TA = TB = D$

$$\text{On a : } C^2 = 2D^2 - 2D^2 \times \cos T = 2D^2 (1 - \cos T) \quad (1)$$

3 - 1 - 1 - Erreur due à la mesure de distance

On peut écrire :

$$C^2 = D^2 (1 - \cos T) + D^2 (1 - \cos T) \quad (1\text{bis})$$

Cette écriture met en évidence le fait que les longueurs TA et TB sont mesurées indépendamment et donc que les erreurs commises sur chacune d'elles ne s'additionnent pas mais se composent quadratiquement, d'où les calculs :

En différenciant (1bis) par rapport à D, on obtient :

$$2c \delta C D = 2D (1 - \cos T) \delta D + 2D (1 - \cos T) \delta D$$

$$\delta C D = \frac{D (1 - \cos T) \delta D + D (1 - \cos T) \delta D}{C}$$

et en appliquant la remarque ci-dessus :

$$\delta C D = \frac{D \delta D \sqrt{2} (1 - \cos T)}{C} \quad (2)$$

3 - 1 - 2 - Erreur due à la mesure de l'angle :

En différenciant (1) par rapport à T, on obtient :

$$\delta C T = \frac{2D^2 \times \sin T \delta T}{2C} \quad \text{avec } \delta T \text{ en radian}$$

$$\delta C T = \frac{D^2 \sin T \delta T'' \times \sin 1''}{C} \quad (3)$$

Le signe '' symbolise le décimilligrade (dmgr) qui vaut 0.0001 grade $\sin 1'' = 1.57 \times 10^{-6}$

$= \pi/2 \text{ } 000 \text{ } 000$ est le coefficient de transformation des décimilligrade en radian.

3 - 1 - 3 - Erreur sur la corde C

La composition quadratique des erreurs $\delta C D$ et $\delta C T$ nous donne l'erreur δC sur la détermination de la corde C.

$$\delta C = \sqrt{\delta C D^2 + \delta C T^2} \quad (4)$$

Il est rappelé que ces formules ont été établies pour le cas où les points A et B sont à la même altitude.

3 - 1 - 4 - Ordre de grandeur :

Pour une corde $C = 8 \text{ m}$, des distances $TA = TB = D = 20 \text{ m}$, l'angle T vaut 25.6 grades.

Si l'on prend comme erreur sur la distance

$$\delta D = \pm 1 \text{ mm} \text{ et comme erreur sur l'angle}$$

$\delta T = \pm 5 \text{ dmgr}$, on obtient :

$$\begin{aligned} \delta C D &= \pm \frac{2 \times 20 \times 0.001 \times (1 - 0.92)}{8} \\ &= \pm \frac{0.040 \times 0.08}{8} = \pm 0,0004 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\delta C \delta = \pm 0,4 \text{ mm}$$

$$\delta C T = \pm \frac{20^2 \times 0.39 \times 5 \times 1.57 \times 10^{-6}}{8}$$

$$= \pm 19.5 \times 5 \times 1.57 \times 10^{-6} = \pm 0,00015 \text{ m}$$

$$\delta C T = \pm 0,15 \text{ mm}$$

L'erreur résultante sera :

$$\delta C = \sqrt{0.4^2 + 0.15^2} = \pm 0,43 \text{ mm}$$

On voit dans cet exemple la prépondérance de l'erreur sur la distance. En réalité, l'erreur $\delta D = \pm 1 \text{ mm}$ est trop forte car les distances sont courtes, mesurées plusieurs fois, (d'où une amélioration par la moyenne) et les conditions atmosphériques sont le plus souvent homogènes du fait des courtes distances. La pratique montre une erreur $\delta D' = \pm 0,5 \text{ mm}$.

3 – 1 – 5 – Tableau des valeurs :

Le tableau ci-dessous reprend quelques dimensions de figures, et nous nous sommes placés dans deux cas de précision :

1^{er} cas (K1) - erreur sur les distances D :

$$\delta D = \pm 1 \text{ mm}$$

– erreur sur l'angle T :

$$\delta T = \pm 5 \text{ dmgr}$$

Ce cas correspond aux précisions données par les constructeurs.

2^e cas (K2) - erreur sur les distances D :

$$\delta D = \pm 0,5 \text{ mm}$$

– erreur sur l'angle T :

$$\delta T = \pm 3 \text{ dmgr}$$

Ce cas correspond aux précisions observées dans la pratique (répétition des mesures) en apportant un grand soin aux observations. (cf. tableaux ci-dessous)

D (m)		CORDE 5 m			CORDE 10 m				
		T (gr)	δC_D (mm)	δC_T (mm)	δC (mm)	T (gr)	δC_D (mm)	δC_T (mm)	δC (mm)
10	K1	32.2	0.36	0.08	0.36	66.7	0.71	0.07	0.71
	K2		0.18	0.05	0.18		0.36	0.04	0.36
20	K1	16.0	0.18	0.16	0.24	32.2	0.35	0.16	0.39
	K2		0.09	0.09	0.13		0.18	0.09	0.20
30	K1	10.6	0.12	0.24	0.26	21.3	0.24	0.23	0.33
	K2		0.06	0.14	0.15		0.12	0.14	0.18
40	K1	8.0	0.09	0.31	0.33	16.0	0.18	0.31	0.36
	K2		0.04	0.19	0.19		0.09	0.19	0.21
50	K1	6.4	0.07	0.39	0.40	12.8	0.14	0.39	0.42
	K2		0.04	0.24	0.24		0.07	0.23	0.24
60	K1	5.3	0.06	0.47	0.47	10.6	0.12	0.47	0.48
	K2		0.03	0.28	0.28		0.06	0.28	0.29

D (m)		CORDE 20m			CORDE 30 m				
		T (gr)	δC_D (mm)	δC_T (mm)	δC (mm)	T (gr)	δC_D (mm)	δC_T (mm)	δC (mm)
10	K1	200.00	1.41	0.00	1.41				
	K2		0.71	0.00	0.71				
20	K1	66.7	0.71	0.14	0.72	108.0	1.06	0.10	1.07
	K2		0.35	0.08	0.36		0.53	0.06	0.53
30	K1	43.3	0.47	0.22	0.52	66.7	0.71	0.20	0.74
	K2		0.24	0.13	0.27		0.35	0.12	0.37
40	K1	32.2	0.36	0.30	0.47	48.9	0.53	0.29	0.61
	K2		0.18	0.18	0.25		0.27	0.18	0.32
50	K1	25.6	0.28	0.38	0.48	38.8	0.42	0.37	0.57
	K2		0.14	0.23	0.27		0.21	0.22	0.31
60	K1	21.3	0.24	0.46	0.52	32.2	0.35	0.46	0.58
	K2		0.12	0.28	0.30		0.18	0.27	0.33

3 – 1 – 6 – Configurations optimales

L'examen des tableaux ci-dessus montre que la résultante δC décroît, passe par un minimum, puis croît à nouveau. Ceci laisse pressentir qu'il existe une configuration dans laquelle la relation entre la longueur de la corde C et les distances D est telle que l'on obtient une erreur minimale.

Cette configuration est réalisée lorsque les erreurs dues à la distance D et à l'angle T sont égales, ce qui permet d'écrire :

$$\sqrt{2} \times D \times \frac{\delta D}{C} (1 - \cos T) = \frac{D^2}{C} \times \sin T \times \frac{\delta T}{C}$$

$$\text{ou } \sqrt{2} \delta D (1 - \cos T) = D \times \sin T \times \delta T$$

$$\text{mais } (1 - \cos T) = \sin T \times \text{tg} \frac{T}{2}$$

$$\text{d'où } \sqrt{2} \delta D \sin T \times \text{tg} \frac{T}{2} = D \times \sin T \times \delta T$$

$$\text{ou en simplifiant et en remarquant que } \text{tg} \frac{T}{2} \approx \frac{C}{2D}$$

on peut écrire

$$\frac{\sqrt{2} \times \delta D \times C}{2D} = D \times \delta T \text{ ou } 2D^2 \times \delta T = \sqrt{2} \times \delta D \times C$$

$$\text{et enfin } D^2 = \frac{\sqrt{2} \times \delta D \times C}{2 \delta T} \quad (5)$$

Dans l'option K1 du paragraphe 3 – 1 – 5, en sachant que :

$$\delta T = \pm 5 \text{ dmgr} = \pm 7.85 \times 10^{-6} \text{ rad}$$

on aura

$$D^2 = \frac{0.707 \times 0.001 \times C}{7.85 \times 10^{-6}}$$

$$D = \sqrt{90,077 \times C} = 9\,490,906 \sqrt{C}$$

d'où le tableau :

C	5 m	10 m	20 m	30 m
D	21,2 m	30,0 m	42,4 m	52,0 m

Dans l'option K2, en sachant que :

$$\delta T = \pm 3 \text{ dmgr} = \pm 4,71 \times 10^{-6} \text{ rad}$$

on aura $D = 8,661777 \sqrt{C}$

d'où le tableau :

C	5 m	10 m	20 m	30 m
D	19,4 m	27,4 m	38,7 m	47,4 m

3 – 2 – QUELQUES RÉSULTATS PRATIQUES

3 – 2 – 1 – Présentation des mesures effectuées pour la RATP

En juin 1994, lors du passage du tunnelier de METEOR (Métro Est-Ouest Rapide) au-dessus de la voie 2 du RER B (Réseau Régional, ligne B) entre la station CHÂTELET et SAINT MICHEL- NOTRE DAME, huit auréoles ont été installées pour surveiller le mouvement éventuel du tunnel de la ligne B en exploitation.

Il est précisé :

- que les mesures ont été faites quatre fois du 13 au 23 juin,
- que les mesures étaient rattachées en nivellement sur des zones stables car on craignait surtout des mouvements verticaux,
- qu'à titre d'essai, un grand nombre de visées atteignaient 50 m et que le rattachement en nivellement était très important (voir autre application au paragraphe 4 – 2).

3 – 2 – 2 – Résultats

Les mouvements constatés ont été négligeables, de l'ordre de la précision de la méthode. Dans les zones situées au dehors de l'influence du passage du tunnelier, 47 cordes observées quatre fois ont été calculées, ce qui a permis de déterminer 148 écarts par rapport à la moyenne arithmétique de chacune des cordes, ce qui est autant plus justifié que dix jours seulement séparent les premières mesures des dernières.

Le classement de ces écarts a donné l'histogramme ci-dessous, en sachant que les écarts (exprimés en dixièmes de millimètre) ont été regroupés de la façon suivante :

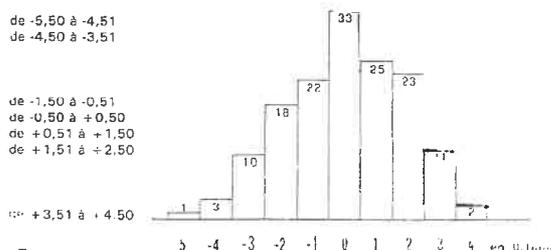


figure 5

On constate une très belle répartition campaniforme des écarts, ce qui montre l'homogénéité des résultats et la sûreté de la méthode.

L'écart moyen arithmétique de ces 148 mesures est $e_a = 0,16 \text{ mm}$, avec 73 écarts négatifs (maximum : $-0,475 \text{ mm}$) et 70 écarts positifs (maximum $+0,425 \text{ mm}$) (des décimales superflues ont été conservées).

L'erreur moyenne quadratique (ou écart-type) est

$$e_{mq} = \pm 0,194 \text{ mm, retenons :}$$

$$e_{mq} = \sigma = \pm 0,2 \text{ mm}$$

3 – 3 AVANTAGES DE L'OPTO-CONVERGENCE

3 – 3 – 1 – Rapidité

La rapidité est l'une des premières qualités de la méthode. Elle est présente dès l'installation des repères (voir 2 – 3 – 3). Lors de l'opération citée au paragraphe 3 – 2 – 1, les huit auréoles ont été équipées et observées lors de la première nuit, durant la coupure de courant de traction (de 1 h 30 à 4 h 30), coupure nécessaire uniquement lors de l'équipement (personnel au voisinage de la caténaire). Il est juste de préciser qu'un certain nombre de personnes était sur le site dans le seul but de s'informer sur la méthode. Lors des opérations suivantes, la méthode fait gagner encore plus de temps en raison du matériel réduit (un tachéomètre et un trépied) ; il est alors inutile de transporter des échelles lourdes et encombrantes, ce qui économise du temps et la main d'œuvre.

Enfin l'opto-convergence se révèle plus rapide sur les mesures elles-mêmes que le fil invar qui nécessite des vissages sur des boulons d'ancrage, la mise en tension correcte, la lecture, les transcriptions et les dévissages. Cette rapidité est également due à l'enregistrement informatique et automatique des données ; le technicien n'a qu'à faire la visée, assurer un bon pointé et appuyer sur une touche pour lancer toute la série des mesures d'angles et distances ainsi que leur enregistrement.

Si l'on désire avoir une information plus globale sur les mouvements de l'ouvrage ausculté, il est nécessaire de niveler des repères, or l'opto-convergence le fait automatiquement si on le désire, et sans supplément de temps.

La publication quasi-automatique des résultats par usage l'informatique est très rapide.

3 – 3 – 2 – Souplesse

Le fait majeur de ne pas être obligé de se mettre en station sur un point déterminé, de pouvoir faire une station libre, de laquelle il faut seulement voir les points à ausculter offre un gros avantage à la méthode : il est même primordial sur les chantiers d'ouvrage en construction.

Cette liberté de station permet de ne pas gêner le passage des voitures en ville, des engins sur les chantiers, des trains ou des métros sur les voies ferrées, ... et de se tenir à l'écart des zones dangereuses : rivières, canaux, caténaires, rails traction, ...

La souplesse de la méthode se trouve dans la faculté de viser des points d'abord dangereux ou difficilement accessibles dès leur installation, ou qui le sont devenus à la suite de travaux (par exemple, cas de terrassements entre deux parois moulées).

Sur les chantiers, il arrive que de lourds coffrages en attente, des déblais, un engin en panne, ... empêchent de tendre un fil invar entre les repères, ce qui entraîne l'impossibilité de la mesure qui est généralement possible avec l'opto-convergence. Avec celle-ci, le nombre d'impossibilités de mesures est de l'ordre de 1 % (dû le plus souvent à la destruction des repères) sur les chantiers très encombrés alors qu'il atteint 20 % avec le fil invar.

3 – 3 – 3 – Rentabilité

La conjugaison de la rapidité et de la souplesse de la méthode entraîne naturellement une bien meilleure rentabilité que le fil invar.

Les expériences ont montré qu'un seul opérateur en opto-convergence mesure plus de cordes que quatre personnes mesurant au fil invar durant le même laps de temps ; le rapport de productivité est de huit à vingt fois

supérieur pour l'opto-convergence. La supériorité est d'autant plus marquée que l'environnement des zones de mesures est plus difficile (points en hauteur, peu accessibles), plus dangereux (caténaïres, rails de traction, piles de pont,...) ou plus mal desservi (zone de galerie, de tunnel éloigné d'un accès,...).

Il est à noter que le matériel du fil invar coûte environ quatre fois moins cher que celui de l'opto-convergence (tachéomètre et logiciels), mais pour ce dernier il n'est pas spécifique et est utilisable par toutes activités topographiques.

3 – 3 – 4 – Informatisation

L'opto-convergence utilise du matériel électronique totalement informatisé. À son retour du terrain, le technicien « vide » le carnet informatique de l'appareil dans un micro ordinateur qui va faire les calculs et établira les tableaux des résultats ainsi que les graphiques si nécessaire.

3 – 3 – 5 – Sûreté, sécurité

L'informatisation totale de l'opto-convergence assure au procédé une grande sûreté, présente dès la saisie des données (aucune faute de lecture ou de transcription possible), puis au moment des calculs et enfin à la sortie des résultats. Quand à la malveillance, il faudrait de bonnes connaissances topographiques à la personne mal intentionnée pour « corriger » des lectures afin d'obtenir un résultat convenu à l'avance.

3 – 4 DÉFAUT DE L'OPTO-CONVERGENCE

3 – 4 – 1 – Risques et remèdes

Avec le matériel utilisé par cette méthode, les causes d'erreurs ou de fautes sont principalement humaines et la réussite repose donc sur le technicien qui doit être sérieux, consciencieux et très informé des conséquences graves que peuvent avoir des résultats erronés. En conséquence, de bonnes conditions de travail doivent être assurées.

On peut recenser commé fautes :

a) pointé fait à la croisée d'un fil stadimétrique vertical avec le trait horizontal du réticule. Cela peut se produire lors des travaux dans l'obscurité, bien que maintenant les réticules soient éclairés.

Les réticules avec des cercles concentriques gravés peuvent éviter cette faute, la simple suppression des traits stadimétriques verticaux et horizontaux réglerait ce problème. L'observation des points dans les deux positions de la lunette peut pallier cette faute.

b) usage d'un appareil déréglé (collimation horizontale ou verticale...). Un tel appareil mal utilisé, c'est-à-dire sans respecter les procédés opératoires adéquats, entraîne des résultats douteux.

c) réfraction du rayon lumineux. Le passage d'une visée très près d'un obstacle dont la température diffère de la température ambiante (cas d'un tuyau transportant un fluide plus chaud ou plus froid que la galerie) dévie la visée, d'autant plus que la visée est plus proche ou que l'écart de température est plus grand.

Cette anomalie est difficile à déceler car la répétition des mesures ne la révèle pas. Il faut s'astreindre à faire passer les visées à plus de 10, 20 voire 30 cm d'un obstacle suivant la différence de température.

d) repère mal scellé. Le scellement dans un support instable fait que le repère bouge sous l'effet de son propre poids (exemple d'un scellement dans une croûte de bentonite sur une paroi moulée).

Informers les techniciens qui posent les repères de la possibilité de ce type d'incident.

e) confusion d'un repère avec un autre dans un ouvrage ou beaucoup de repères sont scellés (*voir tunnel, en début d'article*).

Un numéro sur les cibles, lisible par l'opérateur, doit éviter ce genre de problème. Des cibles de couleur (inexistantes en 1995) seraient très utiles. Ici encore, la répétition des mesures devrait révéler la visée fautive.

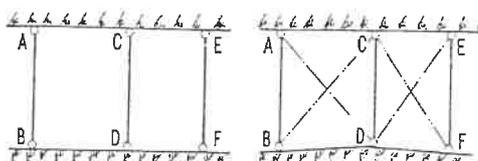
D'une façon générale et surtout dans les cas a), e) et peut-être b), si l'instrument est très déréglé, les anomalies entraînent une absence de calculs de la corde, ce qui est certes gênant, mais beaucoup moins grave que l'annonce d'un résultat faux.

3 – 4 – 2 - Interprétation

En calculant des cordes d'une auréole à l'autre (à condition qu'elles soient toutes observées depuis la même station) on peut confirmer des résultats surprenants et même préciser laquelle des deux extrémités bouge.

Par exemple, *figure 6*, on constate que la corde CD, « tendue » entre deux parois moulées diminue. Il est impossible de dire si c'est le point C qui se déplace vers l'intérieur, ou le point D, ou bien les deux.

En calculant les cordes AD, ED, et BC, FC et selon leurs vérifications, on peut par déduction préciser laquelle des extrémités se déplace. Pour continuer l'exemple ci-dessous, les cordes AB et EF sont constantes donc a priori les points A, B, E, F sont stables (ou alors ils bougent deux à deux en même temps et dans le même sens !...) mais les cordes AD et ED diminuent alors que les cordes BC et FC ne varient pas, on déduit logiquement que c'est le point D qui se déplace.



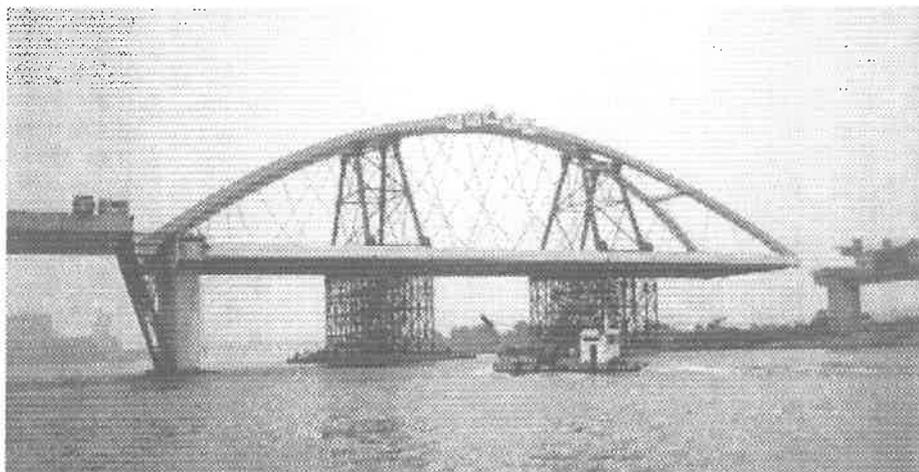
Pour résoudre le cas vu ci-dessus, on peut également travailler dans un système local X, Y, Z, mais toujours dans le même. La ou les positions du tachéomètre sont toujours libres, mais elles sont déterminées par relèvement dans l'espace sur deux, trois, quatre,... points fixes connus dans les trois coordonnées.

4 – ÉVOLUTION ACTUELLE DE LA CONVERGENCE MÉTRIE OPTIQUE

À la date où nous mettons sous presse, le Cabinet VEILLARD et OLIVIER, travaille au développement d'un module de semi-automatisation des mesures s'appuyant sur l'utilisation des appareils de la génération qui utilise une caméra et un écran CCD permettant un pointé automatique des repères.

Ce module est en phase d'étude et nous pourrions sans doute évoquer plus tard les possibilités réelles que ce nouveau type d'appareil peut présenter. En particulier nos recherches s'orientent, bien sûr, vers un gain de temps appréciable des mesures sur le terrain et aussi la disparition de la partie fastidieuse de ces mesures. De plus le système peut fonctionner sans aucun éclairage.

GPS construction et génie civil



Mark Harper
(Trimble)

Les techniques de topographie par GPS ont progressé à un rythme accéléré depuis ces dernières années, tant en terme de technologie, que de capacité et plus récemment par leur acceptation par le monde de la topographie. La principale raison de ce changement est le bénéfice substantiel en terme de productivité offert par ce nouvel outil et, lié à cela l'impact du GPS sur les techniques topographiques et leurs usages.

Où le GPS révèle son intérêt profond c'est en offrant une base commune à de nombreux domaines utilisant cette nouvelle technologie dans les projets de génie civil. Les outils GPS topographiques peuvent être utilisés pour augmenter la productivité à tous les niveaux d'un projet, du lever topographique à l'implantation du chantier, jusqu'au contrôle direct de la lame d'un engin de terrassement — et même gérer au plus juste le départ d'une toupie de l'entrepôt au chantier.

Le système GPS lui même est composé d'une constellation de 24 satellites et a été conçu pour être utilisé pour la navigation, le suivi de mobiles et le positionnement partout dans le monde, 24 heures sur 24, quelles que soient les conditions climatiques. Pour fonctionner le système nécessite au moins 4 satellites « toujours » visibles par les utilisateurs qu'ils soient sur ou proche de la surface du globe. Le réseau de satellites est utilisé comme un système de points de références à partir desquels les récepteurs sur terre calculent leurs positions.

La technologie GPS temps réel permet de convertir ces mesures en coordonnées tri-dimensionnelles sur n'importe quelle projection avec une précision de 10 millimètres 5 fois par seconde. De plus ces calculs peuvent être réalisés même dans les environnements les plus exigeants puisqu'il n'est pas nécessaire de viser. Donc même dans un environnement urbain où les bâtiments et les machines peuvent gêner les équipements tradition-

nels, l'équipement conçu avec du GPS reste opérationnel — et par conséquent c'est un outil bien adapté à de nombreux chantiers de construction et projets d'ingénierie.

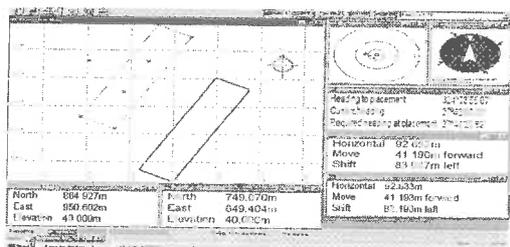
La large gamme de systèmes GPS disponible sur le marché propose aux utilisateurs des solutions très précises, fiables, éprouvées et pratiques pour de nombreuses industries incluant l'industrie de la topographie et de la cartographie. Ils sont utilisés dans une grande variété d'applications incluant les chantiers d'ingénierie, du cadastre et de contrôle aussi bien que la surveillance et l'implantation.

MISE EN PLACE DE STRUCTURE ET CONSTRUCTION DE PONT

Même dans les zones les plus complexes, le GPS de topographie peut apporter un bénéfice significatif. Par exemple, en utilisant un équipement GPS pour la mise en place précise et sécurisée de grandes structures préfabriquées de béton ou d'acier, vous pouvez assurer un positionnement avec une exactitude conforme au projet théorique. Et cela fonctionnera même en région côtière ou éloignée traditionnellement limitée à l'intervisibilité avec la base. De plus, il est possible de réaliser un suivi continu de la structure pendant sa mise en place. Ainsi la construction du pont et de son tablier peut être réalisée en parallèle et de ce fait plus rapidement. Le GPS permet ainsi le positionnement rapide et précis du tablier sur la structure du pont. Par conséquent le constructeur recueille les bénéfices de son approche parallèle : réalisation plus rapide du projet et réduction des coûts de construction.

En juin 1996, Hyundai Engineering and Construction Co. Ltd a utilisé le nouveau logiciel Target : Structures™ avec du GPS RTK dans la construction du Grand Pont de

Seo-Kang à Séoul, Corée. Le système conçu à partir de récepteurs GPS était utilisé pour guider avec précision une portion de pont de 150 mètres de long sur une distance de 2 km. Le GPS surveillait les mouvements de cette structure, avec une précision centimétrique, dans les trois dimensions aussi bien qu'en orientation. Les informations du mouvement de la structure et de la distance à parcourir étaient diffusées au chef d'équipe, qui pouvait alors modifier les paramètres pour la mise en place de la structure si nécessaire.

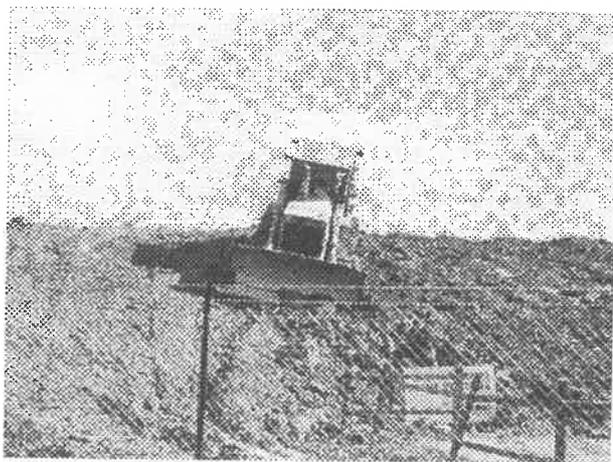


La mise en place a été réalisée en deux heures. Au cours de celle-ci, Target : Structures™ a enregistré vingt minutes de données de positions et a délivré un rapport.

VERTICALITÉ DES STRUCTURES DE HAUTE TAILLE

Le GPS centimétrique temps réel peut être utilisé pour le contrôle de la verticalité de structure de grande taille. Il permet une amélioration significative de la précision comparée aux méthodes traditionnelles lorsque la structure dépasse 60 mètres de hauteur. À la différence du chantier traditionnel, laser, fil à plomb, et théodolite, la précision du GPS ne se dégrade pas avec la hauteur, ce qui fait de lui la plus précise des méthodes pour le contrôle de verticalité des grands édifices. La Sky City Tower érigée en 1997 à Auckland, Nouvelle Zélande, est la sixième plus haute tour du monde avec 328 mètres. Les topographes de la société Harrison Grierson Consultant Ltd. en coordination avec le maître d'œuvre Fletcher Construction Ltd., utilisent GPS et inclinomètres pour assurer la verticalité de la tour, et pour mesurer les forces extérieures dues aux vents sur la tour. Le système basé sur le GPS compare la véritable position des points caractéristiques avec les positions théoriques, et détermine la valeur du glissement à imposer au coffrage pour le placer dans la bonne position.

INTÉGRATION DES DONNÉES ET GUIDAGE D'ENGINS

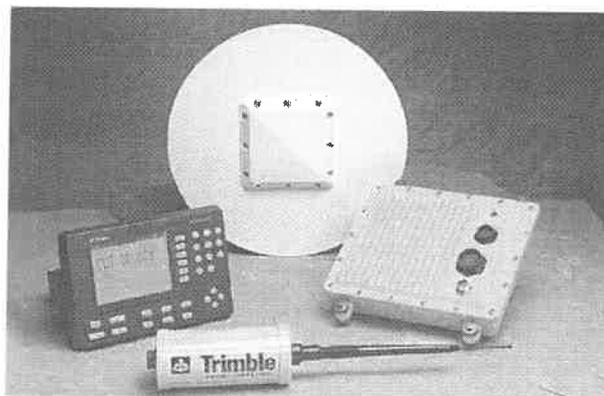


Avec l'émergence d'un nouveau type de sociétés de construction, qui livre une solution « clé en mains » comprenant le plan et la construction à leurs clients, la façon de travailler de l'industrie est en train de se modifier. L'ensemble de l'industrie insiste actuellement sur les flux de données, beaucoup plus que sur les éléments isolés du projet, et l'un des facteurs qui permet aux sociétés d'assurer la réussite des flux de données est l'intégration de l'étude de construction et des systèmes GPS.

Le transfert des dessins du bureau d'étude à partir d'une planche à dessin ou d'un ordinateur vers le chantier est traditionnellement lié à la précision du positionnement des jalons implantés par les équipes de topographes. Ces jalons sont souvent détruits ou ne peuvent pas être localisés au bon endroit à cause des obstructions physiques. Cependant, avec la mise en place de guidage centimétrique embarqué sur les engins de terrassement, l'opérateur peut visualiser la position de la lame et combler les surfaces en accord avec le projet théorique. Cela permet une liaison numérique complète depuis le dessin jusqu'au terrain et réduire le temps coûteux des engins inoccupés ou nécessaires pour déplacer les matériaux une seconde fois.



Les systèmes GPS centimétriques embarqués ont déjà permis de placer très précisément les piliers sans avoir recours aux techniques traditionnelles. Le travail de fondation peut être réalisé en temps et en heure sans soucis des conditions météorologiques. La perte accidentelle d'un jalon n'est plus un problème, ainsi le GPS devient un outil diminuant les dangers associés à l'implantation de jalon près des engins en mouvement. L'ordinateur de bord guide l'opérateur vers le pilier sélectionné avec un écran graphique convivial. Des capteurs auxiliaires, incluant inclinomètres et contrôleurs de profondeurs peuvent être interfacés. Toutes les données sont mémorisées pour fournir des comptes rendus de production et les dessins du tracé. *Bench Guide Système*



SETUP/SLOPE		Fine
METHOD	Pt&Az 2 Points	Here1 Return
PT1 NORTHING	+00700123.12m	
PT1 EASTING	+00297123.34m	
PT1 ELEVATION	+00545.00m	
SLOPE AZIMUTH	090.0°	
SLOPE	-1: 0005.00	
CROSSFALL	+00.00%	
CROSSFALL DIRECTION	Left Right	
Press > to edit a number		

USER2	Fine
FILL	5.00m
DESIGN	545.00m
MODE	Fine
Left	74.39m

L'étape finale dans le processus d'intégration des systèmes GPS dans le contrôle et le guidage de machine est le contrôle total de la machine. Il y a déjà des études pilotes et des systèmes prototypes en opération. Sur un projet récent se déroulant près d'un volcan actif, au Japon, on voyait les conducteurs assis confortablement à côté du site où les GPS guidaient les véhicules par télémétrie et liaison radio. Les données de la lame et du remplissage étaient graphiquement représentées sur un écran disposé au poste de contrôle du chantier.

Les possibilités d'améliorer l'efficacité et la productivité en utilisant les techniques GPS dans l'industrie du génie civil sont importantes et la technologie a le potentiel pour former les bases des modes opérationnels qui amèneront l'industrie jusqu'au prochain millénaire et au delà. La seule question est le temps qui sera nécessaire pour étendre l'usage de cette technologie à travers l'ensemble des opérations de topographie et de cartographie.

ÉCOLE NATIONALE DES SCIENCES GÉOGRAPHIQUES

LES ÉCHANGES DE DONNÉES
GÉOGRAPHIQUES NUMÉRIQUES
du 2 au 3 avril 1998
3 200 F

*** SYSTÈME DE RÉFÉRENCE
ET DE COORDONNÉES
du 18 au 20 mars 1998
5 500 F**

*** PRATIQUE DE L'ESTIMATION STATISTIQUE
EN GÉODÉSIE ET TOPOMÉTRIE
du 4 au 6 mars 1998
3 400 F**

*** PRATIQUE DU GPS
EN GÉODÉSIE ET TOPOMÉTRIE
du 23 au 27 mars 1998
9 000 F**

*** CES FORMATIONS GROUPEES SONT OFFERTES À 15 000 F**

Commencez bien l'année
en formant vos équipes
dans ces technologies
d'avenir

Centre de Formation Permanente
Cité Descartes - Champs-sur-Marne
77455 Marne-la-Vallée Cedex 2
Tél : (33) 1 64 15 31 20 - Fax : (33) 1 64 15 31 27
Mel : Cfp@ensg.ign.fr
Internet : [http : //www.ensg.ign.fr](http://www.ensg.ign.fr)



UNE ÈRE NOUVELLE en Topographie par GPS Bi-fréquence



Temps réel... Mobilité, Productivité

Confirmant encore son avance en matière de topographie par GPS, Trimble vous offre la solution RTK/OTF la plus légère, compacte et innovante du marché

- Plus besoin de câbles entre l'opérateur et l'équipement
- Plus besoin de sac à dos
- Une nouvelle antenne "Micro centrée" avec plan de masse intégré
- Un nouveau logiciel "Trimble Survey Office" encore plus convivial
- **ET... RÉVOLUTIONNAIRE: le carnet de terrain TSC1 avec son environnement multitâche, son écran graphique, un temps d'affichage ultra rapide et sa version en FRANÇAIS**



Trimble Navigation France S.A.
34, rue Frédéric Le Guyader
35200 Rennes Saint-Jacques
Tél : 02 99 26 31 81
Fax : 02 99 26 39 00
<http://www.trimble.com/survey>

Station Totale GPS 4800®
Changez vos habitudes

Géologiquement, la partie nord-est de l'immeuble située en haut reposait sur une dalle calcaire réputée stable, tandis que les zones sud et ouest reposaient sur des éléments hétérogènes composés d'éboulis, de remblais et de restes de fondations d'édifices plus anciens. Le glissement de terrain provoquait donc une « ouverture » de l'immeuble à sa base

Les travaux devaient être réalisés dans les sous-sols constitués de deux parkings réalisés dans le sens de la longueur et couvrant la surface de l'immeuble mais situés à 7 m de dénivelée. Du fait des autorisations d'accès, le suivi altimétrique devait être réalisé dans ces parkings, et la seule liaison verticale n'était possible que par l'intermédiaire du rang de piliers commun.

Les travaux comportaient des phases d'affouillement préalable des zones d'interventions, de réalisation des micros pieux, de liaisonnement des micros pieux avec les structures de l'immeuble et entre les deux niveaux de parkings après affouillement complémentaire du terrain, et de vérinage. Ces phases n'étant pas globales mais réparées afin de minimiser les risques de mouvements de terrain. Le risque de tassement subsistait jusqu'au vérinage.

LES RÉSEAUX DE SUIVI ALTIMÉTRIQUE

Suivi du site

Un réseau altimétrique hiérarchisé préexistait du fait de l'existence d'un chantier actuellement en attente, situé en contrebas de l'immeuble.

- Un réseau d'appui ceinturait le site, du bord de Seine au sommet coteau, en se raccrochant à l'est, à un réseau RATP lui même créé quelques années auparavant pour des problèmes de stabilités.
- Différents sous réseaux couvrait les zones du chantier et les zones sensibles dont l'immeuble concerné.

La fiabilité était d'ordre millimétrique pour les altitudes absolues estimées à partir des éléments statistiques fournis par les calculs et les analyses de résultats, du fait de l'imprécision des mesures et de l'instabilité des repères liée à l'environnement saisonnier, à la météo, au niveau de la seine, etc...

Ce réseau dont le schéma est joint, a été utilisé sans modifications de manière périodique pour recalibrer les altitudes absolues du sous-réseau local de l'immeuble lors de ses reprises de fondations.

Suivi de l'immeuble

Le réseau préexistant comprenait 44 repères altimétriques répartis sur les façades et environ le quart des piliers de l'immeuble dans les parkings, les altitudes références étant issues du réseau principal.

Le suivi demandé concernait 110 piliers et les murs. Un nivellement manuel s'avérant réducteur, il a été décidé de coupler des nivellements traditionnels références pour recalibrer les altitudes en absolu, avec un système automatique par parking fournissant les variations relatives d'altitudes.

Pour le nivellement traditionnel, la totalité des piliers a été équipée, et pour le suivi global continu, des solutions avec inclinomètres, niveaux hydrostatiques et théodolites robotisés ont été éliminés pour des raisons de coûts au profit des niveaux motorisés.

Le suivi a été conçu de la manière suivante :

- Les altitudes références sont fournies par le nivellement de précision sur tous les piliers.
- Dans chaque parking, un niveau fixé en hauteur du fait de la présence d'engins, réalise plusieurs fois par jour des lectures sur l'ensemble des piliers visibles avec calcul automatique des variations d'altitudes.

Soit par rapport à la moyenne des lectures pour détecter quels piliers « montent » ou « descendent » par rapport aux autres. Cette méthode s'est avérée la plus appropriée en général pour le parking inférieur comprenant un grand nombre de points sans assises stables a priori.

Soit par rapport à un pilier estimé comme fixe. Cette méthode était plus appropriée pour le parking supérieur comprenant trop peu de points pour générer une moyenne représentative, et pouvait s'appuyer sur l'affleurement calcaire réputé stable.

– Périodiquement, les altitudes devaient être recalées en absolu par un nivellement de précision traditionnel programmé ou justifié par les variations altimétriques importantes fournies par les systèmes automatiques.

LE SUIVI AUTOMATIQUE DE L'IMMEUBLE

Pour la description du système, nous renvoyons le lecteur à l'article « Surveillance automatique d'ouvrages au moyen du GéoMonitor et de niveaux digitaux motorisés » paru dans XYZ n° 70 du 1^{er} trimestre 1997.

Le choix du niveau s'est porté sur le Zeiss Dini 10 à lunette panoramique qui effectue ses lectures sur des réglets code barre de 0,4 m environ quelle que soit la distance (il aurait fallu des mires allant jusqu'à 1 m pour les instruments concurrents ayant une lunette à champ constant).

De tels réglets n'étant pas disponibles dans le commerce ont été réalisés sur des plaques en aluminium chevillées-collées dans la mesure du possible sur les piliers, ou décalées par l'intermédiaire de potences.



L'équipement de l'immeuble

- Une cabine mobile située dans le parking inférieur contient l'ordinateur pilote capable de piloter consécutivement les deux niveaux, ainsi que le modem pour les communications et commandes à distances via les télécomm. Elle est munie d'un gyrophare pour alerte sur site en cas de dépassement de seuils spécifiés dans les mouvements relatifs ou absolus.
- Parking inférieur, environ 70 repères répartis en 17 profils sont concernés. Certains sont masqués par des piliers, et d'autres dont le profil commun avec le garage supérieur ont été masqués après installation sans concertation du système par des installations de tuyauteries diverses de diamètres importants. De ce fait, la solution adoptée a été le contrôle automatique et continu de 45 points, et un contrôle manuel des repères complémentaires par nivellement par rapport aux piliers voisins surveillés en continu, aux seules périodes utiles, par une personne du chantier spécialement formée.
- Parking supérieur, 41 piliers étaient concernés dont 30, puis moins de 20 sont restés visibles du fait de la pose de poutres métalliques liaisonnant certains piliers.

Les mesures étaient articulées comme suit :

- Des nivellements références traditionnels avec une périodicité de 1 à 3 mois.
- Le suivi automatique continu par niveaux motorisés, 1 à 6 fois par jour.
- Le suivi manuel complémentaire en fonction des besoins ponctuels.

L'ensemble des mesures étant traitées puis conservées sous forme informatique à l'IGN.

Les résultats comprenaient :

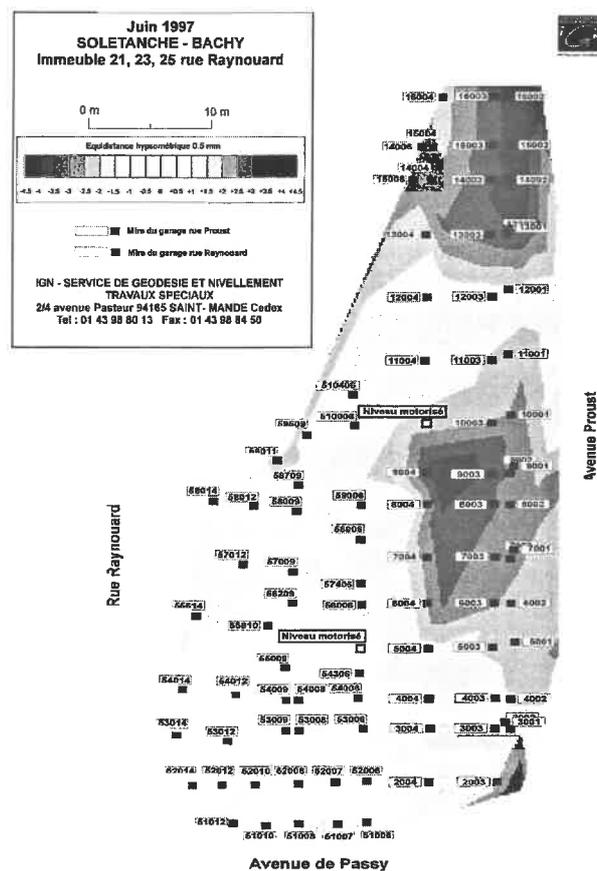
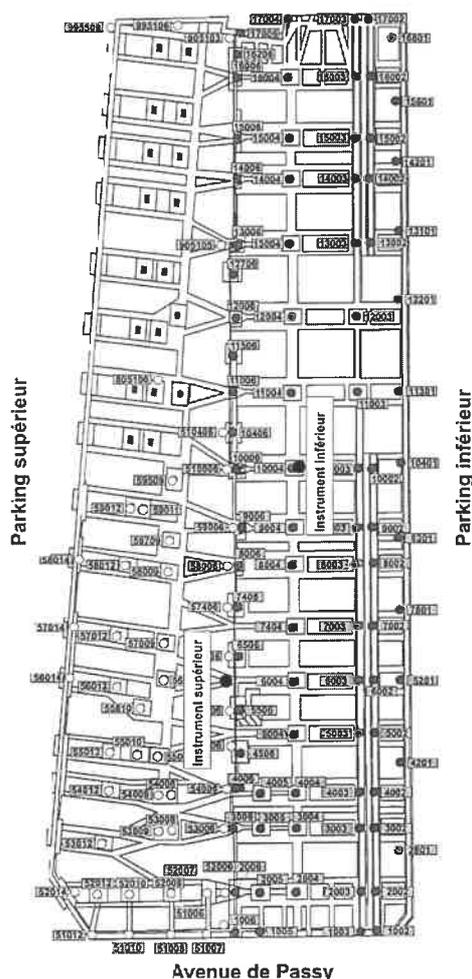
- Par semaine, des graphes globaux regroupant les profils d'évolution des points.
- Par mois, un document de synthèse en teinte hypsométriques.
- En complément, la publication détaillée des profils de points ayant présenté des mouvements inhabituels ou dépassant les seuils.

Le déroulement du chantier

Au cours du chantier, le concept de travail s'est révélé correct et le système efficace. Le niveau s'est révélé particulièrement apte à différencier des mires en enfilade, côte à côte, et le logiciel à gérer les deux niveaux. Des difficultés certaines de mise en œuvre, de par sa nouveauté, et du fait du chantier difficile sont cependant apparues.

Le chantier en sous-sol consistant à la réalisation de micro pieux, avec de nombreux déplacements d'engins dans un environnement souterrain de poussière et boue entraînait des modifications permanentes de l'environnement et de luminosité, avec l'apparition fréquente de masques et des heurts de cibles assimilés à des mouve-

SCHEMA D'IMPLANTATION DES REPERES DE NIVELLEMENT



ments parasites. Le nivellement traditionnel lui-même a parfois posé des difficultés en particulier dans le parking supérieur du fait des conditions dans certaines phases de terrassements, ce qui a parfois affecté la précision. De ce fait, et dans la mesure où une imprécision apparaissait au cours du temps, dans son exactitude, certaines altitudes du réseau d'origine, une liaison verticale directe au fil invar a été réalisée pour garantir la précision millimétrique requise entre les deux garages.

Le système lui-même, employé jusqu'à présent dans des environnements relativement propres et avec un nombre de points réduits a dû être adapté à ce chantier plus important. Le logiciel qui positionnait le niveau de points à points avec une désorientation progressive du niveau a été modifié pour travailler en absolu et empêcher une lourdeur de réglage certaine. La modification sur un point affectait tous les suivants. Mécaniquement, le réglage de la netteté de l'image était trop juste pour les points proches du fait d'un pas trop large du moteur pilotant cette fonction.

LE BILAN

Il concerne le chantier bien sûr mais il est intéressant de faire le point par rapport aux chantiers ayant déjà utilisé cette technique et de juger de son intérêt face aux techniques concurrentes.

Pour le présent chantier, le choix initial découlait directement du ratio coût/précision par rapport aux théodolites motorisés totalement maîtrisés par l'IGN. Seule l'altimétrie était demandée, et la précision millimétrique demandait une résolution proche de 0,1 mm fournie par

les niveaux. Par contre les frais en personnels étaient plus élevés pour les réglages et mises au point. Les théodolites auraient apporté un confort de mise en place et de souplesse par rapport aux évolutions, et les coordonnées auraient pu déclencher un intérêt pour les destinataires des mesures. Par contre, le nombre de points observables serait resté identique, et couplé avec des mesures manuelles ponctuelles pour les piliers masqués.

Le concept général de suivi continu calé sur des opérations références périodiques n'est pas lié aux instruments et aurait dû être conservé.

Niveaux comme théodolites restent les seules techniques qui permettent d'appréhender avec confiance la globalité d'un tel chantier par rapport au nivellement hydrostatique ou inclinomètres, de coût inabordable à notre connaissance pour environ 150 points de mesures. Bien géré, le remplacement des nivellements manuels ponctuels pourrait être envisagé avec prudence par des inclinomètres.

En regard des autres chantiers réalisés à Zurich et Berlin avec les mêmes instruments, nous proposons le tableau joint qui permet de cerner les caractéristiques de choix pour les niveaux motorisés.

- Z précis à courtes distances, de l'ordre de 30 m et 40 m maximum.
- 25 points maximum par niveau du fait de la lourdeur de mise en œuvre actuelle.
- La motorisation ajoutée sur des instruments standards, reste imparfaite.
- Le Software parfois rustique est néanmoins efficace.

ANALYSE DE CHANTIERS

LIEU	NATURE	NIVEAUX	MIRES	AUTRES	TASSEMENTS (mm)	PRECISION (mm)
Chantier n°1 (SOLEXPERTS)						
ZÜRICH 1995	Excavation Bezirksgebäude	1 NA3000	10	non	1	0,1
<ul style="list-style-type: none"> . Plus avantageux que lasers tournants ou niveau hydrostatique (pour ce cas) . Précision de l'ordre de 0,1mm avec plusieurs pointés . Mires de 0,3 à 1m selon distances 						
Chantier n°2 (SOLEXPERTS)						
BERLIN 1996	RER Postdam	3 Dini 10	41	oui inclin	60	0,1 à 0,5
<ul style="list-style-type: none"> . Exactitude fonction de la distance . Le dérèglement étant non constant, correction par mires ± lointaines . Cette surveillance ne supplante pas les mesures traditionnelles 						
Chantier n°3 (IGN - SOLEXPERTS)						
PARIS 1997	Immeuble Raynouard	2 Dini 10	80	non	4	0,3 à 1
<ul style="list-style-type: none"> . Chantier instable : 400 micropieux pour fondations . Choix du niveau pour faible coût et Z seul . Conditions très dures : poussière, chaleur, jets de boue . 47 points pour un niveau est actuellement une limite mécanique 						

profession – dans la profession – da

l'archéologue et le topographe

une interview de
Patrick Deleuze
par
Jack Biquand



*La nécropole des Chats
où Maïa dans sa tombe retrouve Râ absent depuis 3000 ans.
Saqqara. Photo CNRS.*

LA TOPOGRAPHIE, TECHNIQUE INDISPENSABLE À L'ARCHÉOLOGIE

Nous avons rencontré Patrick Deleuze dans les bureaux de l'AFAN (Association pour les Fouilles Archéologiques Nationales), après un dédale de couloirs digne des boyaux conduisant au cœur des pyramides ou des nécropoles pharaoniques. Il revenait tout juste d'une mission à Saqqara où, dans la nécropole dite « des chats », on venait de rendre au jour après 3 000 ans de sommeil, la tombe de Maïa, celle qui a « nourri » le roi, qui a bercé l'enfant Toutankhamon.

Patrick Deleuze est géomètre-expert DPLG. C'est lui qui a créé le laboratoire topographique du CNRS des temples de Karnak et celui de l'Institut Français d'Archéologie Orientale du Caire. Il a, parallèlement aux relevés topographiques, participé à de nombreuses publications de fouilles et d'études architecturales. Avant d'être détaché du ministère de l'enseignement supérieur auprès de l'AFAN, il a participé aux relevés des vestiges sous-marins du phare antique d'Alexandrie. Il effectue actuellement à l'AFAN un audit sur la topographie et les relevés en archéologie. L'AFT est honorée de le compter parmi ses adhérents.

Comment un géomètre, dont au premier abord le métier est de mesurer l'existant actuel ou de cadener le futur dans l'entrelacs de ses piquets intangibles, est-il amené à fouiller le passé pour le fossiliser une seconde fois pour les archives humaines ? C'est la première question que nous lui avons posée :

« ...Les circonstances, dit-il, tout au moins au début. Un hasard a voulu en effet que j'exerce mon métier dans le secteur de l'archéologie où l'on utilisait jusqu'alors les seules compétences de l'architecte. Le topographe n'intervenait que pour effectuer le plan d'ensemble du site et implanter un carroyage rattaché aux points géodésiques. »

Il s'agissait pourtant de lever des objets, des vestiges, sur le sol. Pourquoi une arrivée aussi tardive des « topo » sur les sites ?

« Il faut dire d'abord qu'il y a une vingtaine d'années les relevés en archéologie étaient l'œuvre des archéologues eux-mêmes mais que, pour des opérations plus délicates on avait recours aux architectes. Or, l'acte de fouille, il ne faut pas l'oublier, est un acte irrémédiablement destructeur. Il est donc de première nécessité de ne rien perdre d'une information que le temps a déjà rendu lacunaire et la fouille idéale serait celle où dix ans après on pourrait remettre le moindre objet à sa place d'origine. Entre la mise à nu des vestiges et avant le dégagement de la couche suivante tout doit être enregistré, mesuré, répertorié, photographié ; et placé sur un plan. Or est apparue au fil du temps la certitude que seul l'outil topographique permettait une situation spatiale des objets les uns par rapport aux autres. Je peux ajouter en plus que

la topographie nous apportait sa science et sa technique comme outil de recherche.

« À l'issue d'une fouille archéologique en France, le responsable d'opération doit remettre au service régional de l'archéologie la totalité de la documentation rassemblée, ainsi qu'un document final de synthèse diffusé à l'ensemble de la communauté archéologique. Il est donc primordial d'apporter la meilleure assistance à l'archéologue qui la rédigera. Celui-ci, comme tout scientifique, doit savoir se remettre en question, à la fois sur ses méthodes et sur son organisation. La topographie archéologique peut l'aider dans cette démarche notamment en le rendant plus disponible pour un travail de réflexion et de synthèse puisqu'elle épargne le temps qu'il est amené à passer aux relevés de fouilles et qu'elle met sa technique à son service. Et la topographie en archéologie est une technique bien spéciale qui doit aussi être plus près du terrain que dans ses autres secteurs d'application ».

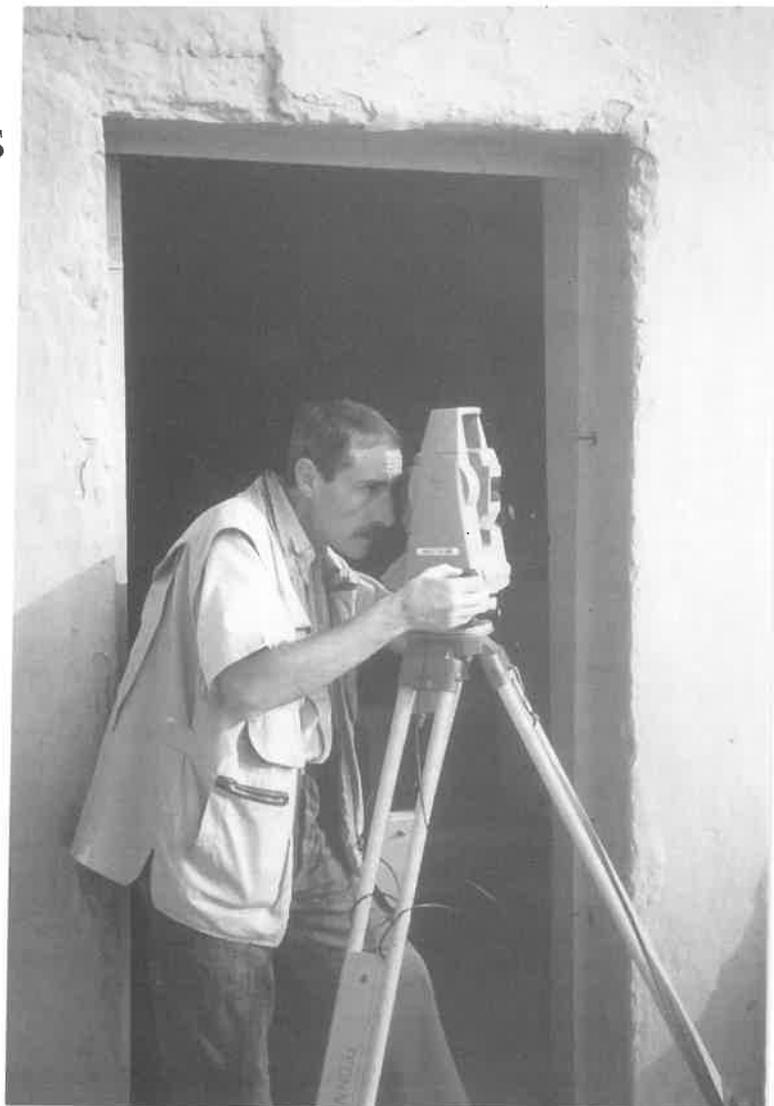
« C'est pourquoi se pose maintenant avec acuité le problème de la topographie en archéologie. Jusque dans les années soixante-dix, s'il était possible d'atteindre une bonne précision dans la mesure des angles horizontaux et verticaux avec les théodolites optiques, la difficulté était de mesurer les distances avec précision. Pour les

ession – dans la profession – dans

calculs on venait tout juste de troquer les tables de logarithmes pour les valeurs naturelles bientôt supplantées par les premières calculettes programmables. Les calculs devenaient enfin plus faciles. Il ne restait plus que le délicat problème du report des coordonnées et du dessin final, difficultés qui ont été vite résolues par l'arrivée de l'ordinateur personnel, des logiciels de calcul et de dessin, puis, enfin, des tables traçantes. Enfin, dernière révolution en topographie, le stockage des données électroniques ! ».

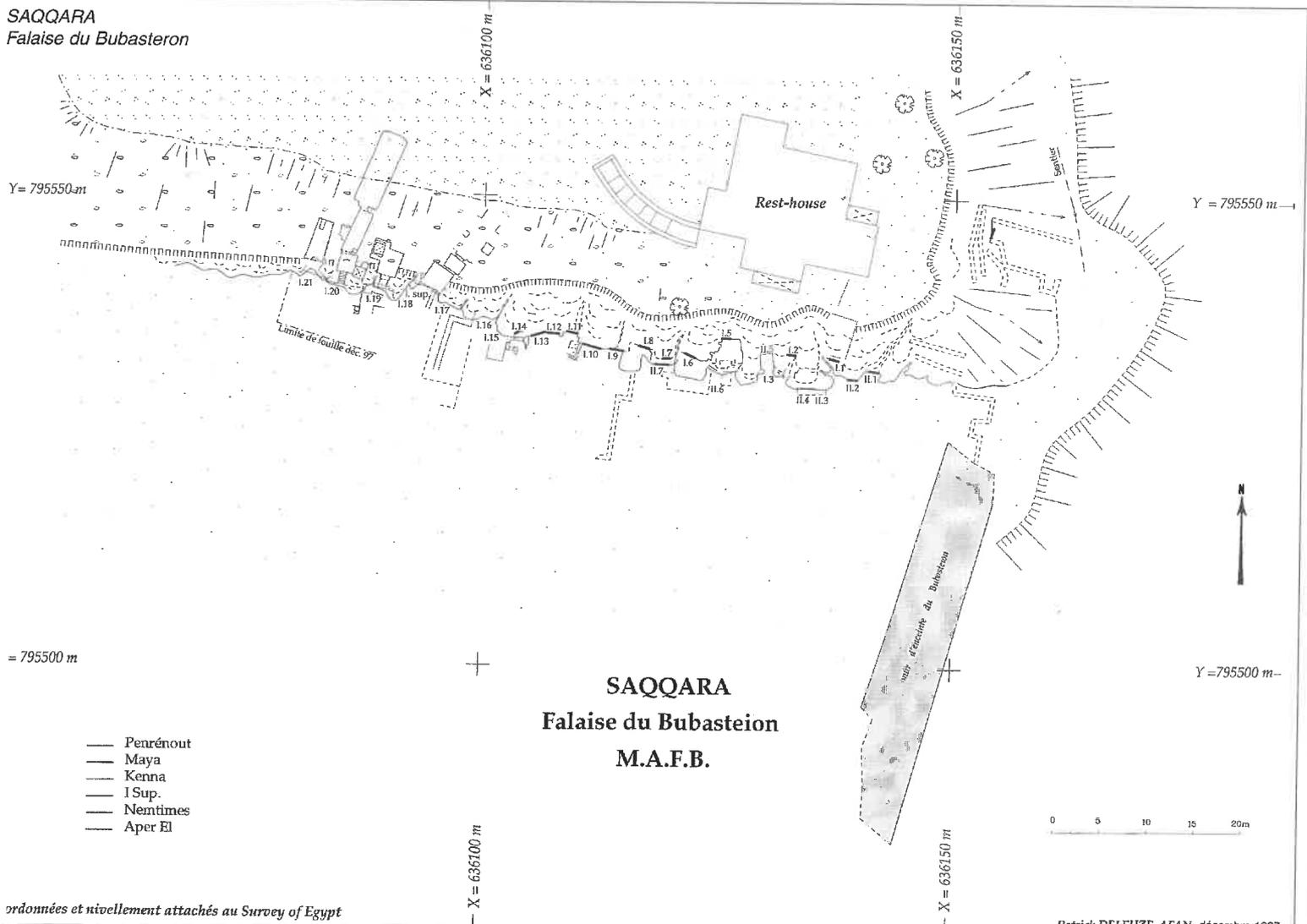
« Hier les carnets de terrain étaient manuscrits et devaient être recopiés à la main dans un logiciel de DAO avec tous les problèmes de lecture et d'erreurs que cela impliquait. L'arrivée des carnets de saisie électronique enregistrant directement les lectures des angles et des distances en éliminant à ce stade l'intervention humaine fait du théodolite une station totale où la sécurité de conservation des données est assurée. Il évite ainsi toutes les erreurs de retranscription manuelle et permet d'augmenter considérablement le nombre de points levés par jour ».

« Cette méthode de saisie profite aux fouilleurs et donc à l'avancement du chantier, mais également au dessin informatique et à l'archivage des objets. Les archéologues ont troqué leur décamètre pour des théodolites électroniques dont l'emploi est de plus en plus simple. Mais, et c'est le revers de la médaille, si les mesures deviennent faciles et exactes pour les non professionnels, les difficultés de la méthodologie demeurent avec un cortège d'imprécision, d'erreurs et de fautes. Si le lever de détails ne pose aucun problème aux archéo-



Patrick Deleuze au viseur...

SAQQARA Falaise du Bubasteron



logues ayant quelques notions de géométrie plane avec les outils topographiques électroniques, il leur est beaucoup plus délicat de réaliser un plan topographique cohérent d'un ensemble rattaché au système « Lambert » à l'aide de polygonations, rattachements et nivellements ».

« D'où la nécessité d'avoir recours à des topographes spécialisés bénéficiant d'un matériel répondant aux dernières avancées technologiques. »

XYZ : Vous parlez de topographes « spécialisés » : ne pourriez-vous pas, à chaque fois qu'il y a nécessité, faire appel à un cabinet de géomètres comme on peut le faire habituellement pour les chantiers que ce soit de travaux publics ou autres ?

« Je pense qu'il y a nécessité de topographes spécialistes internes formés à notre spécificité. La topographie est devenue une technique indispensable à l'archéologie, et l'on ne s'improvise pas topographe même si les appareils modernes font beaucoup de travail à notre place, mais l'ennui c'est que, aussi performants qu'ils soient, ils ne pensent pas, et n'appliquent que les méthodes que nous leur proposons. Les interventions du topographe se retrouvent tout au long de la chaîne des opérations de fouilles préventives en milieu rural, urbain et tracés linéaires (cartographe lors des études documentaires, topographe lors des phases de prospection, d'évaluation, de relevés de fouilles, dessinateur en post-fouille). Je me dois de rappeler que le plan topo ne doit pas seulement se limiter à la zone fouillée mais si possible tenir compte de son environnement, du parcellaire, de tous les indices apportant un plus à la fouille (sources, vestiges, sommets de collines, fossés...), ceci permet de se situer dans l'espace et le temps ».

« Quand l'archéologue a bien défini ce qu'il recherche, quelles mesures lui sont nécessaires, de quelles lignes, points, alignement, il a besoin selon la finalité de son relevé, le topographe peut alors répondre par un choix de méthodes en définissant à chaque fois la précision adéquate, engageant ainsi, par son professionnalisme, sa propre responsabilité. Le fouilleur ne doit avoir qu'à fouiller, observer, comprendre. Les opérations de mesure et d'orientation des structures, des objets, doivent être assurées par des méthodes fiables et rapides et à l'aide de ce qui est, quand même, un métier, et pas des plus simples ! Il y a là la nécessité d'une étroite collaboration et d'un contact fréquent et attentif, aussi bien sur le terrain qu'au bureau en période de post-fouille, avec une habitude de langage, entre les archéologues et les topographes pour un dialogue répondant le mieux aux objectifs communs ».

« La topographie en archéologie n'est pas la simple application d'une technique commune à tout ce qui est fabrication d'un « plan ».

Et puis la topographie c'est aussi un investissement des hommes, et dans notre cas la première des qualités est d'aimer l'archéologie, c'est très ingrat vous savez d'aller à la recherche du passé, à la découverte de ce qui a été, avec si peu d'éléments visibles, et l'on est souvent dans un environnement exotique, inhabituel, parfois hostile avec un climat inconfortable, les éléments défavorables, pluie, vent, température. Nous sommes amenés à vivre en petite collectivité, en vie commune avec tous les problèmes du quotidien qui ne sont pas tous des problèmes topographiques ou archéologiques ! Alors il faut aimer la vie de terrain, comme sans doute devaient la vivre les topographes d'antan, et c'est peut-être plus important que d'être un bon ingénieur. La sociabilité du topographe, en l'occurrence, vaut diplôme ».

XYZ : Avec cette arrivée de la topographie dans votre science, comment voyez-vous l'avenir et qu'en attendez-vous ?

« L'avenir nous en vivons déjà les prémices. L'informatique, les SIG, le GPS, sont des outils qui nous projettent loin en avant de ce que nous imaginions. En pouvant croiser nos informations avec une quantité d'autres données, nous faisons des pas de géants dans la connaissance. Récemment et pour ne citer qu'un exemple, c'est grâce à des SIG que nous avons pu interroger les immenses blocs de pierre épars sous la mer et en déterminer un alignement qui nous a indiqué que ce ne pouvaient être que des blocs du célèbre phare antique d'Alexandrie ».

« La topographie en archéologie doit devenir une technicité particulière, avec un matériel bien adapté et des techniciens formés, avertis, conscients de leur rôle et de leurs responsabilités, je dirais même motivés. Nous travaillons parfois avec GSF, Géomètres Sans Frontières, qui sont des habitués de votre revue et de l'AFT. Actuellement à l'AFAN une trentaine de topographes participent aux travaux, ce sont souvent des archéologues ou des architectes qui se sont spécialisés dans la profession, une dizaine seulement sort des écoles de topographie. C'est une raison pour ces écoles d'investir peut-être un peu plus de leur enseignement dans cette spécialité. Nous sommes là aussi pour les y aider. »

L'AFAN. L'Association pour les Fouilles Archéologiques Nationales est une association de droit privé (loi 1901), sous la tutelle de l'état. Employant 1 200 archéologues elle réalise environ 900 opérations par an, dont beaucoup pour l'évaluation du risque archéologique sur les chantiers de bâtiments et de travaux publics. Ces travaux d'archéologie préventive ou de sauvetage ont permis, depuis une vingtaine d'années, le repérage de plus de vestiges que les deux siècles passés. Ses personnels scientifiques interviennent sur n'importe quel type de recherche en archéologie, prospection, fouille, rapports d'étude et de publication, dont le principe est arrêté par le ministère (services régionaux de l'Archéologie).

Six antennes interrégionales couvrent le territoire français et sont les interlocuteurs des aménageurs qui doivent suivre les prescriptions du ministère de la culture.

Relevés de blocs immergés du phare antique d'Alexandrie. Dans le cercle, la mire est visible. CNRS



A.F.T. assemblée générale

17 décembre 1997



Edmond Barbacanne
Secrétaire général de l'AFT

En y tenant son Assemblée Générale, l'AFT découvrait les nouveaux locaux de l'École Nationale des Sciences Géographiques, l'ENSG, installée depuis peu citée Descartes à Marne-la-Vallée (cf. XYZ n° 71). André Bailly présidait cette réunion. Le rapport moral fut présenté par le secrétaire général Edmond Barbacanne. Ce texte est disponible dans son intégralité au siège de l'AFT. Il reflète un fonctionnement satisfaisant malgré les faiblesses décelables dans l'activité des commissions et l'activité régionale, c'est pourtant cette vitalité de la représentation régionale qui pourrait porter l'association à un niveau supérieur. Notons la bonne tenue du secteur publications, l'année a vu l'achèvement du « lexique topographique », l'une des missions confiées à la commission enseignement, et la continuation de la parution par chapitre de l'ouvrage de Raymond d'Hollander « sciences géographiques, connaissance du monde et conception de l'univers dans l'antiquité ». La première référence de notre association est sans conteste notre revue XYZ qui en est à son 73^e numéro, sa parution régulière et son contenu sont en grande partie le travail de Robert Chevalier.

Le rapport financier a été présenté par Robert Vincent et contrôlé par les leux vérificateurs aux comptes. Il a suggéré de continuer à diffuser la revue dans les pays francophones d'Afrique quand ceux-ci ne sont pas à jour de leur cotisation, ce qui serait une manière de soutenir nos collègues de ces pays parfois en difficulté.

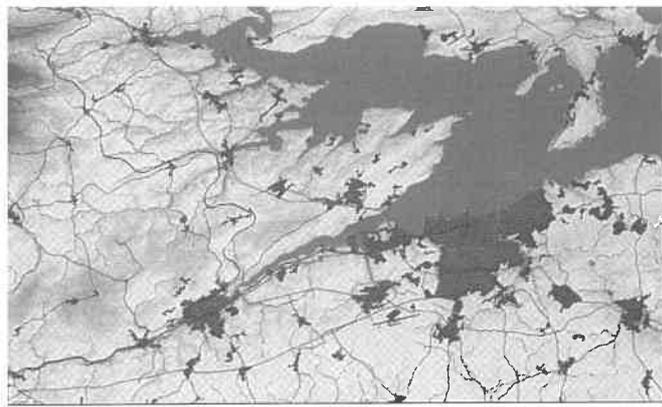
Les deux rapports sont approuvés à l'unanimité.

Le conseil de l'AFT a adopté les statuts du CFR-FIG dans sa séance du 3 décembre 96 rappelons que l'AFT et l'OGE en sont les deux membres associés et que AFIGEO est un membre correspondant. C'est par cette instance que la France est représentée à la Fédération Internationale des Géomètres, Michel Mayoud en est le président pour deux ans, il a fait le compte-rendu de l'activité 96 au cours de l'assemblée, (*disponible à l'AFT*).

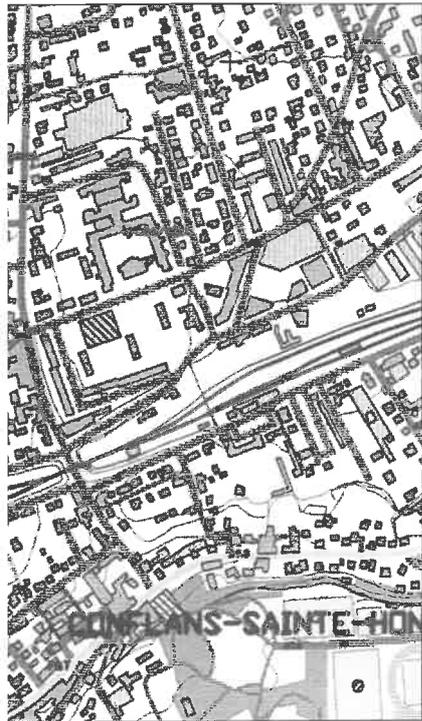
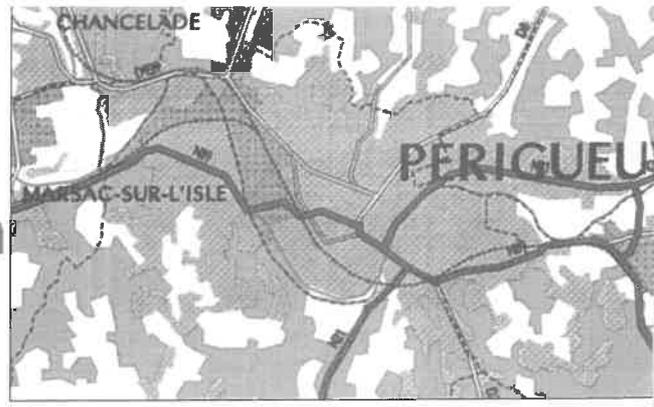
Évoquant d'autre part le problème de la nécessité d'avoir, pour le matériel topographique de mesure, une base d'étalonnage nationale certifiée et agréée selon les normes qualité ISO 9000, il propose que l'AFT adresse au ministère de l'industrie une motion pour qu'une telle base soit installée en France avec l'appui financier des pouvoirs publics.

Après diverses interventions ayant trait à la vie de l'association, le président a conclu cette assemblée en insistant sur le mode de fonctionnement de l'AFT qui est basé essentiellement sur le bénévolat. Celui-ci doit se renforcer si l'on veut que la présence active de l'association sur les scènes nationales et internationales se poursuive et s'amplifie. Des groupes de travail actifs, un recrutement continu et une réelle activité par région, en sont les conditions.

L'assemblée générale était précédée d'une conférence de Christophe Dekeyne, ingénieur à l'IGN, sur la BD-TOPO. Nous publions cet exposé ci-après, préfacé pour notre revue par le Directeur Général Adjoint de l'Institut, Jacques Moschetti.



une nouvelle génération de cartes



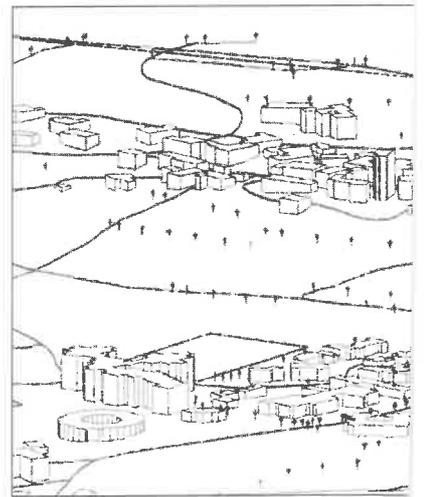
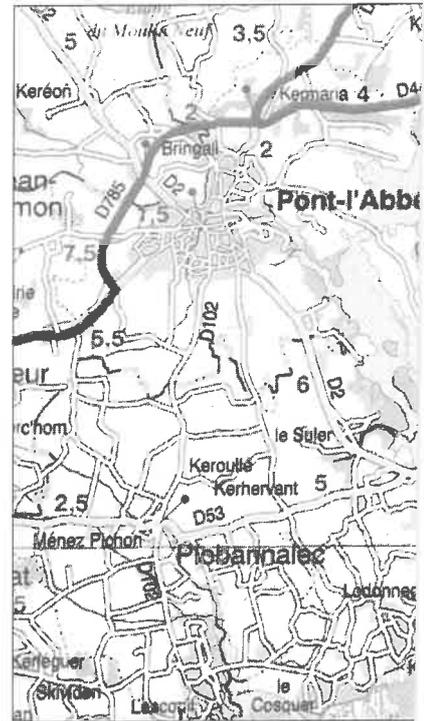
Aujourd'hui encore, la notoriété de l'Institut Géographique National est fondée sur la qualité et l'esthétique de ses cartes et plus particulièrement sur celles de la carte de base au 1 / 25 000° (série bleue et TOP 25) que certains appellent encore la carte d'État Major.

Si elles sont de plus en plus utilisées par le grand public pour se déplacer et randonner, il est apparu depuis quelques années pour les professionnels que l'information géographique sous forme numérique présentait une souplesse d'utilisation sans commune mesure avec l'information géographique figée sur son support papier. C'est pourquoi l'IGN s'est résolument engagé depuis une quinzaine d'années dans la constitution d'une nouvelle génération de cartes sous forme de bases de données numériques, afin de mettre à la disposition des décideurs et des techniciens, l'outil de base qui leur permet de mettre au point un projet d'aménagement et d'explicitier une décision en l'illustrant.

Aujourd'hui c'est une véritable panoplie de bases de données que l'IGN met à disposition des utilisateurs. Ces bases sont largement utilisées pour la gestion routière (c'est la base de données cartographiques dite BD CARTO) et pour la gestion du trafic automobile (base de données GEOROUTE). Elles sont devenues des référentiels permettant aux différents services de mettre en commun ou d'échanger des informations spécifiques ce qui facilite le travail en équipe et améliore la qualité de la décision. On citera également la base de données altimétriques (BD Alti) qui a été la première base de données de tout le territoire achevée en 1989, la base de données toponymiques, la base de données géodésiques, la base de données des prises de vue..., mais, pour l'IGN, le projet le plus ambitieux de par son ampleur et les investissements qu'il sous-tend est la réalisation de la base de données topographiques considérée comme la quatrième génération de la carte de base (après celle de Cassini, de l'État Major et de la série bleue).

Au delà du cercle des décideurs et des techniciens les bases de données s'inscrivent dans un mouvement d'évolution de la demande d'informations pratiques de l'homme moderne qui, demain, muni d'un micro-ordinateur et d'un téléphone portable aura l'habitude, en tout lieu et à toute heure, d'appuyer sur un bouton pour avoir l'information qu'il souhaite : chercher le meilleur itinéraire, éviter un embouteillage ou choisir un hôtel.

Jacques MOSCHETTI
Directeur Général Adjoint de l'IGN



ession – dans la profession – dan

La BD
topographique

Christophe Dekeyne
IGN

INTRODUCTION

La couverture de la troisième carte de base du Territoire, après celle de Cassini et celle dite "de l'État Major", l'actuelle carte de base à 1 : 25 000 s'est achevée en 1980. Mais dès la fin des années 1960, l'IGN a commencé à réfléchir à l'apport de l'informatique pour la modernisation de ses outils de production. La première application concrète fut la création de la base de données altimétriques (BD ALTI®), entre 1977 et 1984, par numérisation des courbes de niveau du 1 : 25 000.

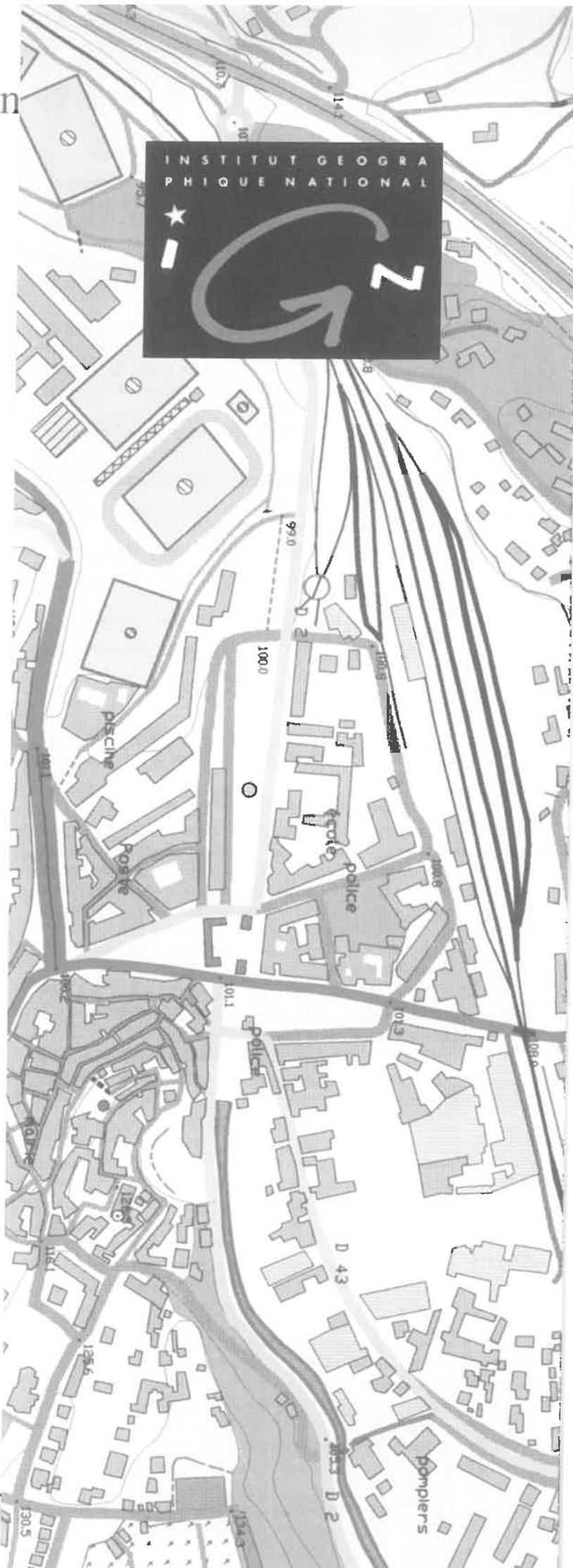
Le projet complet d'une nouvelle cartographie numérique sur l'ensemble du territoire aura mis pratiquement 10 ans à se lancer. Entre 1982, date de la création de la Commission Nationale de l'information Géographique qui engagera ce projet et 1991, date de la sortie de la première feuille BDTopo, les actions marquantes ont été les suivantes :

- en 1984, la décision fut prise de lancer un projet de base de données topographiques dont l'objectif prioritaire était la production par voie automatique de la carte à 1 : 25 000, et corrélativement de celle à 1 : 50 000. L'intérêt de cette base de données pour la réalisation d'un plan de base à grande échelle était également souligné.

- en 1987, à la suite d'une enquête menée par le CNIG auprès de 600 utilisateurs potentiels, les premières spécifications de la BDTopo ont été rédigées et validées. Il faut cependant noter que les besoins exprimés étaient relatifs à un plan topo foncier numérique plutôt qu'à une base de données topographiques.

- entre 1987 et 1991, l'IGN s'est attaché à réorganiser totalement son outil de production autour du projet de saisie de la BDTopo qui était parti pour durer une trentaine d'années. Durant cette période, de nombreux essais de saisie ainsi que la restitution effective de quelques feuilles, avec les moyens de production de l'époque, ont été réalisés.

Où en sommes-nous en 1997 ? Cet article tentera de faire un point complet sur l'avancement du projet (spécifications du produit BD TOPO®, produits, moyens de production, avancement de la production, diffusion et utilisation qui en est faite à l'extérieur).



SPÉCIFICATIONS DE LA BASE DE DONNÉES

La BD TOPO® correspond globalement au contenu traditionnel de la carte au 1 : 25 000 avec une précision bien supérieure. La source principale de l'information étant une saisie photogrammétrique, la plupart des points de la base sont connus par leurs 3 coordonnées. Détaillons ces spécifications selon trois aspects : le contenu, la structure et la qualité.

Le contenu de la BD TOPO® a été défini à la suite de l'enquête effectuée par le CNIG en 1986 (*cf. introduction*). Les objets retenus (190 classes d'objets) peuvent être présentés par regroupement en dix thèmes, pour plus de clarté :

Voies de communication routières : routes, chemins, sentiers.

Voies ferrées - Transport d'énergie : électrique et matières premières

Hydrographie : cours d'eau, lacs...

Lignes et limites diverses : murs, talus, haies

Bâtiments - Équipements divers : bâtiments, mairies, écoles, stades...

Végétation : bois, broussailles, vignes, vergers.

Orographie : lignes caractéristiques (cuvettes, glaciers.)

Limites administratives : communes, arrondissements.

Toponymie : les noms de certains objets et des noms traditionnels de la carte, non-attachés à un objet de la base.

Altimétrie : points cotés, courbes de niveau...

La structure de la base fait intervenir les notions de modèles de données, de niveau, de couche et de topologie. Ainsi les thèmes sont répartis en 2 couches topologiquement indépendantes. La couche planimétrique regroupe les neuf premiers thèmes. La couche altimétrique comporte le seul thème Altimétrie. Les 2 couches ainsi définies sont géométriquement et topologiquement indépendantes.

À l'intérieur de chacune de ces 2 couches, les informations sont structurées en 2 niveaux. Cette structure est décrite par un modèle de données :

- le niveau géométrique est composé de surfaces, d'arcs (composés de points) et de sommets. Ces informations composent un graphe.

- Le niveau sémantique, ou chaque objet présent dans la BDTopo est décrit. Un objet appartient à une classe d'objet (par exemple TRONÇON-ROUTE) et possède des attributs (par exemple "nombre de voies", "importance"). La plupart des objets de la BDTopo sont des objets simples. Ils sont reliés dans la base de données à un ou plusieurs éléments du niveau géométrique du même type (surfaces, arcs ou sommets). Il existe également quelques objets complexes, qui sont composés d'objets simples et possèdent des attributs. Les C-ROUTE (par exemple la Nationale 7) va être composée de plusieurs objets TRONÇON-ROUTE qui vont correspondre à des viabilités différentes. Enfin, quelques liens sémantiques sont gérés entre différentes classes d'objet, notamment des liens indiquant les niveaux de franchissement entre différents objets (par exemple, une route "passe-sur" ou "passe-sous" un pont).

La précision géométrique de la BDTopo est de l'ordre du mètre sur les objets clairement identifiés, aussi bien en altimétrie qu'en planimétrie. Pour chaque entité de la BDTopo (objet, attribut, lien), des critères de qualité attendus sont rédigés dans les spécifications. Il concerne aussi bien la précision géométrique que la précision sémantique de ces entités.

La BDTopo est la plus volumineuse de nos bases de données. À terme, elle devrait représenter environ 500 Go de données (au format EDIGéO) sur l'ensemble du territoire. Mais il est plus juste de dire que la BDTopo est une juxtaposition de base de données, chacune correspondant à un rectangle du découpage à 1 : 50 000 traditionnel. Les raccords entre ces 1 096 bases de données sont assurés tant au niveau descriptif que géométrique, toutes les différences devant être justifiées par les différences de dates des prises de vue.

GAMME DE PRODUITS ET DISPONIBILITÉS

Forte de ces critères de précision et d'exhaustivité, la BDTopo doit pouvoir constituer le référentiel géographique utile à tout projet d'équipement ou d'aménagement, de la Commune au Département. C'était là en tout cas le deuxième objectif de la constitution de cette base de données après la réalisation d'un nouveau 1 : 25 000. Pour cela, une première gamme de produits, tant graphiques que numériques est proposée à la clientèle.

Actuellement sur le marché professionnel, trois types de produits numériques sont offerts et un produit graphique :

- la BD TOPO® gestion, dont le contenu et la structure des données sont similaires à ce qui est fabriqué dans les ateliers de production. Ce produit est proposé au format EDIGéO, standard français d'échanges de données numériques. Récemment, une version simplifiée (Gestion B) a été élaborée pour s'intégrer facilement sur les principaux SIG du marché.

- la BD TOPO® vision qui se voulait à l'origine plus proche de la demande actuelle, est destiné avant tout à générer toute sorte de dessins et de cartes. Le contenu est réduit, la structure des données est simple et le format d'échange est le format DXF, standard industriel de fait.

- le BD TOPO® MNT, modèle numérique de terrain calculé à partir des courbes de niveau de la BDTopo.

- Fort de sa précision métrique, la BDTopo peut servir de fond topographique à tout levé d'étude dont l'échelle varierait du 1 : 5 000 au 1 : 25 000. Un produit graphique au 1 : 5 000, le plan BD TOPO® qui représente l'ensemble du contenu de la BDTopo dans une symbolisation originale a été défini.

L'utilisation de ces formats standards ne suffit pas pour répondre à l'attente des utilisateurs : Ils ne sont, pour bon nombre d'entre eux, ni informaticiens ni cartographes et souhaitent s'affranchir de contraintes de chargement et d'édition de nos données.

- L'opération SAPHIR, lancée en 1993, doit conduire à l'apparition sur le marché de logiciels qui intègrent sans aucun problème les données BD TOPO® vision et permettent sans effort de soigner leurs présentations.

- Une autre démarche visant à proposer des produits standards aux formats compatibles avec les principaux SIG du marché est en cours.

PROCESSUS DE PRODUCTION

La chaîne de production de la BDTopo doit se voir comme le résultat d'une mutation du processus de fabrication de la Carte de Base, mais non comme un bouleversement : le découpage en cinq grandes phases de travail est resté (prises de vue aériennes, aérotriangulation, restitution photogrammétrique et complètement sur le terrain). Même si les métiers attachés à chacune de ces phases de travail ont évolué, ont intégré la manipulation d'outils informatiques, le savoir-faire et les connaissances de base sont toujours nécessaires !

Seule la cartographie classique, dernière étape du processus ancien, a été remplacée par des traitements informatiques liés à la fabrication de données numériques, le contrôle de ces données, la structuration et leur mise au format d'archivage. Ces données sont ensuite exploitées pour la fabrication du nouveau 1 : 25 000, la nouvelle Carte de Base issue de la BDTopo.

Le Service de l'Information Topographique (SIT - 300 personnes) est le service maître d'œuvre de la fabrication de ce produit et assure les principales tâches de production mais fait appel à quatre sous-traitants internes dans le processus :

D'abord, le Service des Activités Aériennes réalise les couvertures aériennes au 1 : 30 000 ou 1 : 20 000 des chantiers du programme BDTopo de l'année, élaboré par MODV et la DC. Chaque chantier correspond à une coupe 1 : 50 000 du territoire, ce qui représente en moyenne une surface de 550 km². Un programme annuel BDTopo, c'est actuellement une cinquantaine de nouveaux chantiers.

Vient ensuite la réalisation de la stéréopréparation et de l'aérotriangulation de chacune des missions photographiques, c'est-à-dire la détermination, pour chacun des clichés, de coordonnées précises de points repérables sur les clichés, sans lesquels l'exploitation cartographique de la mission photo est impossible. Le SPCN réalise également les opérations de numérisation des clichés pour les besoins des unités de production numériques (*voir ci-dessous*).

C'est à ce niveau que le SIT débute son travail : chaque atelier (les LPI, au nombre de neuf) a un programme de cinq chantiers par an à réaliser, chacun représentant environ 5 500 heures de travail.

La restitution, la mission de terrain, la numérisation du complètement (ces deux dernières étant en cours de remplacement par le complètement numérique) et la mise en base sont les quatre phases de travail qui s'étaleront sur 1,5 à 2,5 années en LPI. Chacune de ces phases a évolué techniquement entre 1991 et 1997. On a principalement observé :

- l'apparition progressive de la photogrammétrie numérique : il y a maintenant trois ateliers de production équipés de ce type d'appareil qui permettront progressivement d'automatiser la saisie de certains thèmes. En 1998, des premières saisies semi-automatiques de courbes de niveau seront réalisées dans ces ateliers. Ces appareils, intégrés par la société SYSECA, sont une association entre l'appareil photogrammétrique numérique d'HELAVA et le SIG Géocity de NMG.

- la fusion des phases de complètement et de numérisation de ce dernier. Maintenant, les topographes emmènent sur des PC portables un extrait de la base de

données correspondant à leur zone de travail. Ils peuvent ainsi directement numériser ce qu'ils ont collecté et ne pas procéder à une phase de mise au net de leurs documents en vue d'une numérisation ultérieure. Le SIG choisit pour ces opérations est GEO CONCEPT d'ALSOFT.

Vient ensuite l'archivage des données finales de la BDTopo sur le serveur général de l'IGN puis la diffusion de produits numériques (BD TOPO® gestion et vision) vers nos clients internes, ou externes. La diffusion inclut les activités de conditionnement des produits livrés.

LA QUALITÉ EN PRODUCTION BDTopo

Pour obtenir, à la sortie des LPI, une feuille BDTopo dont la qualité soit conforme à ce que l'on attend, le SIT s'est donné un certain nombre de procédures et d'outils. L'état d'esprit qui a guidé la réflexion sur ce sujet est "l'assurance qualité", c'est-à-dire que l'on cherche à identifier systématiquement les causes possibles de non-qualité, et à y remédier. La qualité d'une feuille BDTopo est le résultat du travail des opérateurs d'une LPI, dans le cadre du système d'assurance qualité ; l'entretien et l'évolution de ce système sont deux tâches essentielles de l'équipe produit BDTopo. Elles se déclinent en la rédaction de procédures de contrôle, de documentation opérateur, de plan de formation. Dans le même état d'esprit, des missions d'assistance technique au chef de mission ont été définies.

La démarche qualité entreprise pour la production de la BDTopo inclut de plus en plus de ces procédures d'assurance qualité mises en place a priori, des contrôles qualité, permettant de vérifier a posteriori le résultat final obtenu. Le contrôle final est le seul moyen de connaître la qualité du produit, et de valider les procédures d'assurance qualité mises en place. Connaître la qualité de la BDTopo est indispensable.

Le contrôle s'effectue en fin de chaîne de production, c'est-à-dire sur les données finales. Le terrain réel filtré par les Spécifications à une date donnée est appelé terrain nominal. La qualité d'un jeu de données géographiques est l'écart entre ce jeu de données et le terrain nominal.

La qualité se mesure au moyen de critères ; jusqu'à présent les évaluations successives ont permis d'estimer puis d'affiner les chiffres des critères de qualité. Ces chiffres sont désormais des objectifs de production.

L'AVANCEMENT DE LA PRODUCTION

La saisie de la BDTopo est une entreprise de très longue haleine. La carte qui présente l'avancement de la saisie de la BDTopo montre bien l'ampleur du travail restant à faire. Au 1er janvier 1998, environ 14 % du territoire a été couvert (représentant plus de 50 % de la population : les zones urbaines ont été saisies les premières). L'avancement de la saisie initiale, malgré l'extension du potentiel de production et la sous-traitance qui doit se mettre en place, est ralenti par les besoins de mise à jour des données, tant pour nos clients existants que potentiels, qui souhaitent à juste titre disposer de données actualisées.

D'abord prévu pour s'étaler sur 30 ans puis 15 ans, les dernières prévisions les plus réalistes font état de 20 ans pour couvrir tout le territoire national, à partir de

1991. Les estimations les plus optimistes ne prévoient donc pas de fin de réalisation de la BDTopo dans sa forme actuelle avant 2010.

LA MISE À JOUR DE LA BDTOPO

Pour mettre à la disposition des usagers des informations topographiques aussi proches que possible de la réalité, il est nécessaire d'actualiser régulièrement la base de données topographiques. Afin de répondre à cet objectif, un processus de mise à jour a été mis en place. Le produit BD TOPO® résultant d'une mise à jour est théoriquement équivalent à celui qui serait issu d'une saisie initiale à la même date. Le travail consiste bien sûr à actualiser la zone en fonction des évolutions du paysage, mais aussi à mettre à niveau les anciennes données en fonction des spécifications en vigueur à la date de la mise à jour.

Le processus de production s'apparente à celui de la saisie initiale. Une restitution photogrammétrique permet de saisir la géométrie des évolutions ; leur identification est facilitée par l'utilisation d'appareils de restitution permettant une superposition stéréoscopique de l'ancienne base de données sur les nouvelles photographies aériennes. Ensuite, un passage sur le terrain permet de vérifier, renseigner et éventuellement de lever tout ce qui n'est pas visible sur les photos.

La principale difficulté de la mise à jour est de définir précisément le travail des opérateurs dans le but de faire de la qualité sans faire de la sur-qualité. En effet, les outils actuellement utilisés permettent d'identifier les moindres erreurs ou imprécisions de l'ancienne base de données, il est donc nécessaire de déterminer les seuils à partir desquels une reprise est nécessaire.

Le coût de production de la mise à jour de la BDTopo est encore relativement élevé, il correspond à quarante pour cent de celui d'une saisie initiale. Il devrait rapidement baisser grâce à des améliorations du processus et à une meilleure formation du personnel à cette nouvelle technique.

Les données de la BDTopo seront ainsi actualisées selon un rythme moyen de huit ans ; ce rythme sera variable selon l'évolutivité de la zone : quatre ans lorsqu'elle est très évolutive et douze ans si elle l'est peu.

Les outils de production évolueront très certainement dans les années à venir. Leur ergonomie est sans doute le point faible actuel. Il est d'ores et déjà prévu d'adapter le processus de mise à jour à la chaîne "tout numérique". L'utilisation d'ortho-images est également envisagée, de même que l'adaptation des méthodes de révision classique ou l'utilisation de travaux de recherche dans le domaine des images numériques.

La mise à jour est l'avenir de la BDTopo, c'est grâce à elle que le produit conservera toute son actualité. Dans les prochaines années, le nombre de feuilles produites par ce processus augmentera considérablement ; selon les estimations actuelles, en 2010, les deux tiers de la production BDTopo seront de la mise à jour.

LES PRINCIPALES UTILISATIONS DE LA BDTOPO

Le produit BD TOPO® peut être utilisé pour une large gamme d'applications : aménagement du territoire, urbanisme, architecture, gestion routière, gestion de réseaux, transport, environnement, paysage, secours, incendie,

risque naturels, nuisances sonores, cartographie... Ses utilisateurs sont tout aussi variés : villes, prestataires de services rattachés à des collectivités locales, parcs naturels, districts, communautés urbaines, conseils généraux, DDE, DDAF, conseils régionaux.

Jusqu'en 1995, l'essentiel de la diffusion de la BD TOPO s'est fait auprès de trois Conseils Généraux de l'Hérault, du Vaucluse et de la Martinique. Depuis, les utilisateurs se sont diversifiés et même si leur nombre et la surface de données diffusées sont encore faibles, de nombreux signes encourageants ont été observés ces deux dernières années :

- la création d'un cercle utilisateurs BD TOPO qui se réunit deux fois par an.

- le lancement de trois opérations pilotes. La première en milieu rural (avec 12 organismes de Vendée), la deuxième avec le Conseil Régional du Nord-Pas-de-Calais sur le parc naturel régional et la troisième sur la gestion d'un POS dans le conseil Général du Bas-Rhin.

- une application de gestion contre le bruit a été développée d'abord sur la ville de Châlon-sur-Saône puis maintenant en Île de France (DREIF).

- La DDE de Thann dans le Haut-Rhin a acquis la BD TOPO® pour détecter et prendre en compte rapidement les projets d'aménagement du territoire de la zone. Ces nouvelles méthodes de gestion pourraient être étendues à d'autres subdivisions.

- en octobre 1996, un protocole a été signé entre l'IGN et l'OGÉ pour l'exploitation des données BDTopo. Un plan de formation va être mis en place à l'usage des cabinets de géomètres souhaitant signer ce protocole. Les principales applications visées dans le métier des géomètres sont la gestion de la voirie communale, la gestion du POS, l'établissement de plan de recollement, l'établissement de plan de préventions des risques (PPR) en particulier dans le domaine de l'eau, la lutte contre le bruit et la pollution.

- fin 1997, acquisition par les services de l'équipement de l'Île-de-France (DREIF) de la BD TOPO® sur 9 540 km² de la région.

- début 1998, acquisition par un groupe de 25 utilisateurs de la BDTopo sur l'ensemble de l'île de la Réunion.

CONCLUSION

Malgré ces signes encourageants, les délais de réalisation et le coût de fabrication (et de mise à jour) du produit actuel restent un frein au développement de la diffusion de la BDTopo, notamment en zone rurale. De nombreuses réflexions sont en cours actuellement pour réduire les délais de couverture du territoire et accroître notre réactivité pour la mise à jour.

À plus long terme, la définition de nouveaux produits issus de la BDTopo dépendra bien sûr des résultats commerciaux sur la gamme actuelle, mais on peut déjà raisonnablement penser que cette gamme de produits se verra plus souple et plus simple à utiliser par le client, comprendra un service "accompagnement de livraison" et sera dotée d'un réel Service Après Vente.

Bien sûr, toutes ces perspectives optimistes ne pourront se réaliser que si l'IGN garde le cap sur la BDTopo et si le produit s'impose à l'extérieur comme référentiel géographique numérique.

BENTLEY CONTINUUM

Faisant suite au Proactive Engineering Symposium qui s'était tenu à PALM SPRINGS le 16 octobre dernier, BENTLEY organisait pour ses partenaires et clients européens une autre édition de cette manifestation les 4 et 5 novembre 1997 à ROME.

Les représentants de la presse technique (dont XYZ) y étaient présents ainsi que plus de 650 représentants des bureaux d'études et gestionnaires de biens immobiliers et industriels les plus représentatifs en Europe.

Ces deux journées de conférences non-stop ont permis à l'état-major de BENTLEY de présenter les grands axes de leurs stratégies visant à couvrir les besoins de l'ingénierie et des systèmes d'information.

Le point original de cette stratégie est le concept BENTLEY CONTINUUM.

Keith BENTLEY, Président de BENTLEY SYSTEMS INC a tout d'abord défini les étapes à franchir pour permettre aux entreprises de tirer le meilleur parti de BENTLEY CONTINUUM.

Celui-ci s'appuie sur l'idée que l'ingénierie des complexes architecturaux ou de production n'est pas une fin en soi mais un processus continu. L'originalité de BENTLEY CONTINUUM est de préserver et valoriser l'ensemble de la continuité du processus de l'ingénierie.

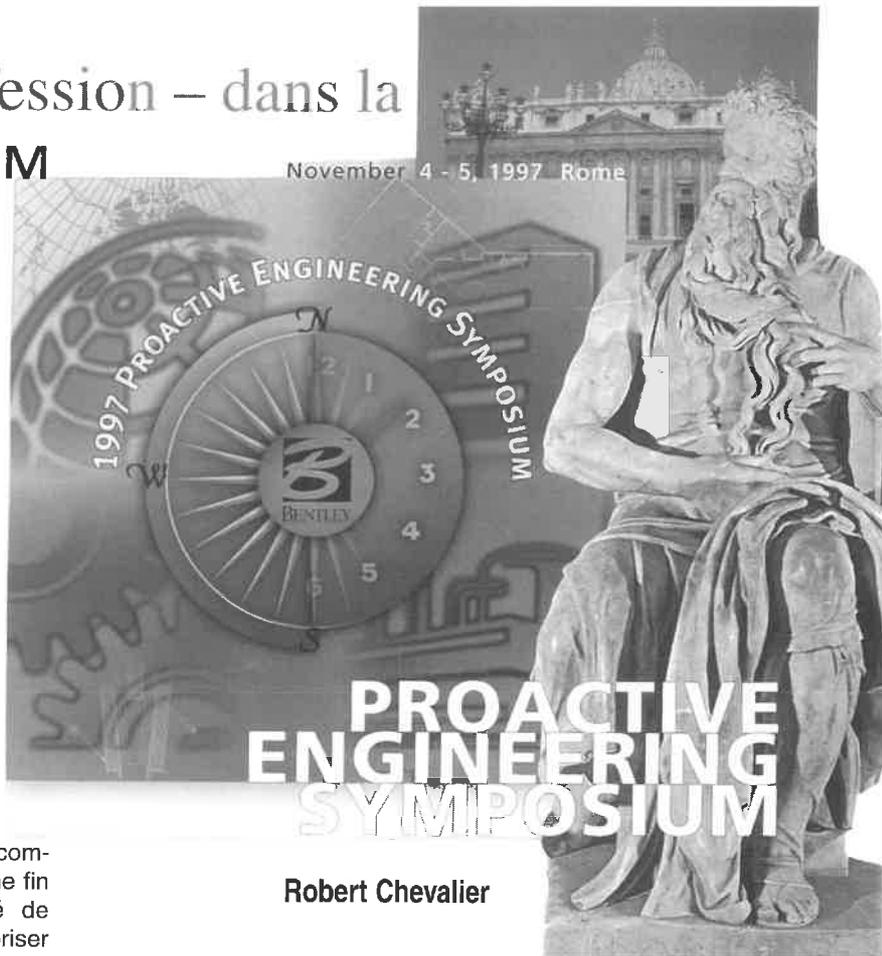
Keith BENTLEY souligne la nécessité de la mise en place d'une stratégie de technologies de l'information qui complète les stratégies institutionnelles pour une durée et un ensemble d'entreprises données.

Rappelons que le concept de Géolngénierie a pour objet de regrouper tous les métiers sur une même plateforme (MicroStation®).

Les composants en sont : la CAO, les SIG, la topographie, la télédétection, le WEB, l'imagerie, la bureautique, la gestion des documents...

Nicolas LOUBIER, Ingénieur d'application chez BENTLEY FRANCE précise que les outils actuels pour sa mise en œuvre se répartissent entre :

- MicroStation Descartes® pour l'imagerie et le génie civil,
- MicroStation GéoGraphics®, pour l'intégration totale et unique d'un SIG et d'un système de CAO
- MicroStation géocordinator pour la conversion d'un système de projection dans un autre
- MicroStation géooutlook, outil d'analyse et de révision des données.



Robert Chevalier

BENTLEY CONTINUUM est défini par les besoins d'une continuité des technologies de l'information en 5 dimensions :

1 — durée de vie : ses modèles logiciels tiennent compte de toutes les caractéristiques de durée de vie du patrimoine.

2 — utilisateur : le réseau Internet sert de base à la communication dans l'entreprise et à la disponibilité de l'information tous azimuts et sur tous supports (nécessité de sa gestion, de sa maintenance, de son évolution, des prises de décision).

3 — information : fichiers de projets gérés par outils au niveau serveurs, données bureautiques stockées dans les serveurs d'entreprises, pour satisfaire la nécessité de communiquer efficacement entre : propriétaires, maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, bureaux d'études, architectes, ingénieurs, partenaires...

4 — continuité informatique : les logiciels BENTLEY sont compatibles avec les standards de l'architecture client/serveur, permettant l'évolution de la technologie de l'information (nouveaux systèmes d'exploitation, progrès des télécommunications, indexation spatiale des systèmes de données, progrès du "génie logiciel", puissance croissante des ordinateurs...).

5 — Logiciel : le programme de support total BENTLEY SELECT permet une amélioration constante des installations et une avancée par petites étapes plus faciles à gérer.

En résumé, les protagonistes de BENTLEY CONTINUUM sont :

1. ceux qui créent l'information liée à l'ingénierie
2. ceux qui consultent pour une action hors ingénierie
3. tout un spectre d'utilisateurs pouvant : consulter, annoter, comparer, décider.

Ainsi BENTLEY CONTINUUM répond plus facilement au problème posé par la dissémination des données relatives à un projet ou à un modèle. Il se focalise plus sur l'ensemble d'un processus d'ingénierie que sur la conception de base.

Le proactive Engineering de Rome aura aussi été l'occasion pour BENTLEY d'annoncer de nouveaux produits tels que :

- Modelserver Discovery™, Serveur d'application permettant aux projeteurs, ingénieurs et responsables de rendre leurs projets de géoingénierie disponibles sur un serveur WEB,

- Modelserver TeamMate™, Serveur d'application destiné à la gestion de fichiers et projets d'ingénierie fondés sur microstation.

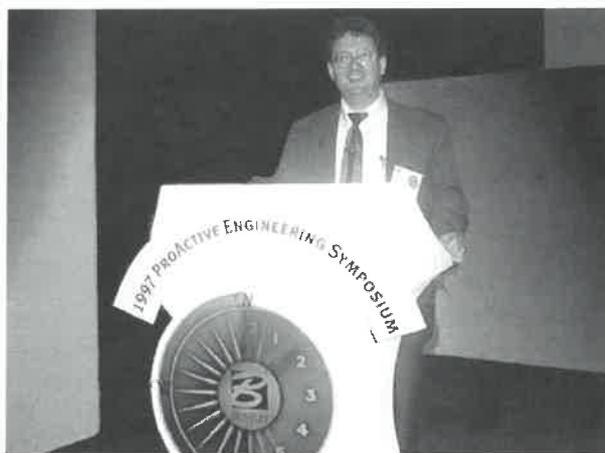
- Modelserver Publisher™, Serveur de données qui intègre de nouveaux applets d'annotation Java.

- MicroStation SE, une nouvelle édition SELECT dédiée à MicroStation, incluant de nombreuses caractéristiques nouvelles telles que la signature numérique, le traitement d'images raster et le rendu réaliste.

Deux informations de dernière minute intéressant tout particulièrement les professionnels français sont apportées par Georges BRONOFF, Directeur Général BENTLEY FRANCE

- La générale d'Infographie vient de signer le premier contrat français GEOSOURCE SM (programme destiné aux développeurs d'entreprises, intégrant une procédure de qualification très stricte)

- le groupe SCETAUROUTE, développeur des logiciels MACAO destinés aux études de projets routiers a signé un accord de collaboration avec GEOPACK® partenaire stratégique de BENTLEY, afin de mieux cibler le marché européen.



TOPOCALC

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

Avec TopoCalc, enfin l'assurance de :

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

TopoCalc, la meilleure solution métier pour seulement 19 000 F HT

GéoP▲xel - Les Gipières Vieilles - 83390 CUERS

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

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

TopStation

Par JSInfo



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



par JSInfo

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

TopStation traite, à ce jour, les aspects suivants :

Base de données tridimensionnelles
alphanumérique, géographique, topologique

Topométrie

traitement complet de la chaîne des calculs topométriques

Gestion de plans

cadrage, orientation, habillage, carroyage

Géométrie

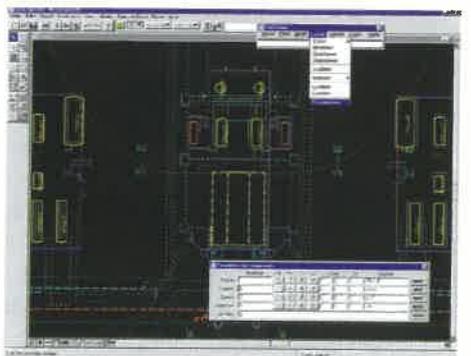
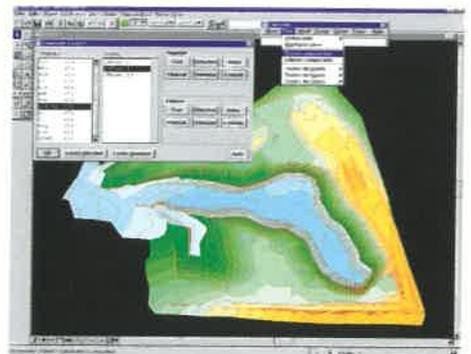
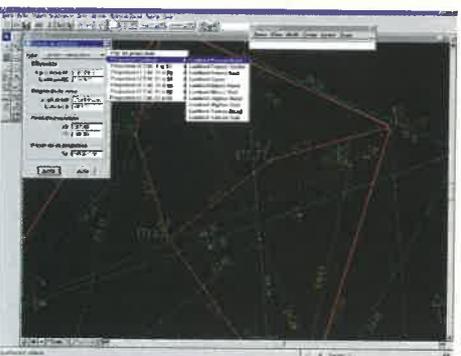
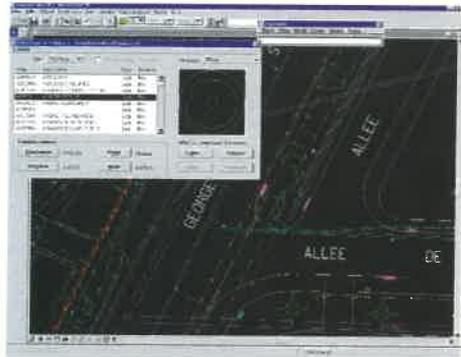
COGO, constructions de points, droites, cercles, lignes, clothoïdes, constructions sur les lignes ...

Modélisation de surfaces

interactivité sur le MNT et les courbes

Cartographie

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



TopStation-Topo

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



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



Demande de documentation TopStation à découper et retourner à JSInfo

Nom : _____ Prénom : _____

Société : _____

Adresse : _____

Code Postal : _____ Ville : _____

Tél.: _____ Fax.: _____

AFT
AFT
AFT

TGV Méditerranée la vie des régions

RÉGION PACA Pierre Cecchine

Une journée consacrée aux chantiers du TGV-méditerranée, le deux décembre dernier. Avec l'AFT trente personnes ont visité la construction du viaduc de Vernègues au Nord-Ouest de Lambesc (section de Sénas, lot 36), et le tunnel d'arrivée sur Marseille, avant de se retrouver à Sénas pour un tour de table gastronomique.

En direction de Marseille, après avoir franchi la Durance à hauteur de Cavaillon, le tracé du TGV-Méditerranée se poursuit par le viaduc de Vernè-

gues qui traverse une vallée agricole parallèlement à la N7. Sa longueur de 1 210 m comporte deux tabliers en alignement droit (364 m au Sud et 846 m au Nord), reposant sur 27 appuis de 12 à 35 m de hauteur avec des portées de 15 à 80 m, (surface totale de 18 000 m²). Le viaduc c'est 40 000 m³ de béton, 6 100 t d'acier et 1 000 t de précontrainte. Les risques sismiques du site ont forcé à la prise de mesures préventives adaptées. Il a fallu tenir compte d'une région aux nombreux vestiges archéologiques qui ont justifié l'importante recherche architecturale et paysagère de l'implantation de ce viaduc, sans arêtes agressives, avec des formes courbes et des teintes de béton adaptées aux collines.

En arrivant sur Marseille, le tracé traverse le Sud des Bouches du Rhône entre le CD60 à Cabriès et les Tuileries de Marseille près du quartier St André, sur une longueur d'environ 8 km, entièrement en ouvrages souterrains (2 tunnels et 2 tranchées couvertes). L'ensemble constitue un ouvrage souterrain continu de 7 834 m qui, lors de sa mise en service, sera le plus long ouvrage souterrain ferroviaire de France.





À NOTRE AMI CLÉMENT ABEL

C'est avec tristesse que je résume en ces quelques phrases la vie professionnelle si riche et généreuse de Clément ABEL.

Notre Ami avait 14 ans à la déclaration de la guerre et c'est pendant les dures années de l'occupation qu'il se prépara à l'exercice de notre profession en suivant les cours préparatoires de Géomètre du Centre TURQUETIL et de l'École DORIAN à PARIS.

À la libération il intégra l'Institut de Topométrie et pendant 3 années tout en travaillant, il réussit à obtenir le diplôme de Géomètre-Expert DPLG.

Sa personnalité lui valu alors d'être chargé au Cabinet GILBERT, de missions à l'étranger, à la Réunion, à Madagascar, au Maroc en Mauritanie, en Algérie où associé à de grands bureaux d'étude comme le BCOM, il fut chargé de réaliser des projets concernant les infrastructures de ces pays en voie de développement, tout en mettant au point des méthodologies nouvelles se rapportant aussi bien à l'emploi des photos aériennes, des relevés bathymétriques en mer ou au pilotage de tunnels de grande longueur pour des barrages hydrauliques, ou la mise au point de relevés par photo-profil pour la SNCF Ces recherches l'amènèrent à rédiger de nombreux articles dans les différentes revues professionnelles et très récemment il mettait au point une étude sur les critères d'emplois des systèmes par satellites GPS appliqués à notre profession.

En 1960, il créait la Société EGETO qui très rapidement eue près de 30 collaborateurs. Ces activités n'ont pas freiné sa participation à la vie des Associations Scientifiques et techniques. Il fut Président du Syndicat des Photogrammètres, participa activement à la création de l'Association Française de Topographie, à ses réunions et à la rédaction de son bulletin XYZ il faisait partie du Comité de rédaction de la revue de l'Ordre des Géomètres-Experts où sa présence active et autorisée était appréciée de tous par son esprit d'équipe.

Notre Ami était un chercheur qui voulait avant tout élever notre profession par la mise au point de techniques et méthodologies nouvelles, dans ce sens nous lui devons beaucoup. Si nous ajoutons qu'il fut toujours un ami fidèle et aimant à rendre service on comprendra que ses Collègues ne peuvent l'oublier. Mais c'est surtout au point de vue humain que nous devons rendre hommage à Clément ABEL, sa gentillesse extrême, sa rigueur morale, sa grande honnêteté, son sens humain et surtout son sens de l'amitié qu'il savait créer par sa présence, sont pour ses Amie, Collaborateurs et Collègues une réalité édifiante. C'est qu'il y a dans l'amitié un mystère insondable, une sorte d'appel vers son prochain, une connivence singulière et mutuelle que seul les esprits nobles sont capables de créer. Ce mystère de l'amitié, notre Ami en connaissait la valeur et il savait qu'une amitié vraie ne s'entretient et ne se mérite pas sans une volonté assidue et tenace.

A. CHAPRON

LA VIE DES RÉGIONS section Alsace-Moselle

Le 4 octobre dernier s'est tenue l'assemblée générale de la section « Alsace-Moselle ». Elle avait été précédée de la visite des installations techniques de la société STRACEL par Patrick Metz, ingénieur responsable de la maintenance. L'usine papier journal de STRACEL est l'une des plus performantes d'Europe. La pâte circule à plus de 1 500 m/mn, soit 90 km/h à l'intérieur d'un système mécanique d'épuration et d'assèchement qui forme la feuille de papier dont les qualités d'opacité et d'impression sont réglées par des appareils électroniques, ultra-performants. Les rouleaux ont une largeur de 8 mètres et il s'agit évidemment que les réglages et les alignements soient installés et contrôlés avec précision. Jean Legorgeu, géomètre-expert à Strasbourg en a exposé les méthodes.



La consommation totale de papier journal en France est de 760 000 tonnes, soit une moyenne de 14 kg par habitant (Mondial : 35 millions de t. – Europe : 9 millions de t.) STRACEL se positionne comme l'un des leaders des producteurs européens avec 250 000 tonnes par an. Ses atouts sont multiples, notamment sa technologie de pointe et sa capacité élevée de production pour des produits de qualité supérieure réalisés à base de pâte thermomécanique. Avec ses grammages légers de gamme étendue, elle s'enorgueillit d'une prestigieuse clientèle européenne.

GEO 2000

PRISES DE VUES AERIENNES METRIQUES

COULEUR • NOIR ET BLANC • INFRA-ROUGE



LA PREUVE PAR x 40 ...



*L'objectif le plus performant.
Le Scanneur photogrammétrique
le plus évolué, pour le meilleur
de l'image numérique.*

*Contacts : Roger NOBLE
Vincent BERTHIER (ESGT 92)*

**SCANNEURISATION
de 7 à 112 microns**



CD ROM - DAT 4 mm - DAT 8 mm

**23, Grande Rue - Villemeneux - 77170 BRIE-COMTE-ROBERT
Tél. : 01 64 05 38 60 - Fax : 01 64 05 38 35**

activités internationales



Fédération
Internationale des
Géomètres

Éléments du rapport moral du CFR-FIG pour 96/97

Michel Mayoud

1. La déclaration des statuts du CFR-FIG,

en tant qu'Association (loi 1901) a été publiée officiellement au JO du 25 septembre 1996 sous le n° 1221. L'OGÉ et l'AFT sont seuls « membres adhérents » et cotisants à la FIG, au prorata de leurs adhérents individuels déclarés. L'AFIGEO était initialement le seul « membre correspondant ». Chaque organisme-membre (AFT et OGÉ) dispose d'une seule voix de vote au sein du Bureau et de l'Assemblée Générale, la voix du Président est prépondérante en cas de divergence, et les membres correspondants n'ont qu'une voix consultative.

2. La réunion plénière du 14 novembre 1996

a tenu lieu d'assemblée générale constitutive. Un nouveau Bureau a été formé comme suit : M. Mayoud (AFT), Président ; B. Bour (OGÉ), Vice-président ; A. Bailly (AFT) Secrétaire Général ; D. Lenoir (OGÉ), Trésorier ; J.-P. Picavet (OGÉ), membre exécutif. Un budget prévisionnel a été voté. J.-P. Picavet, Président sortant, fut élu Président d'honneur DU CFR-FIG, avec des remerciements chaleureux pour son action conciliatrice et constructive. Les délégués aux commissions scientifiques et techniques, commissions ad hoc ou Institutions permanentes sont confirmés dans leur mandat (cf. annexe) ;

3. Évolution du CFR-FIG :

- La SFPT et la Section Géodésie du CNFGG sont désormais membres correspondants, en sus de l'AFIGEO ;

- Une demande d'adhésion — au même titre de membre correspondant — est aussi formulée par le CFC.

4. Les objectifs essentiels du CFR-FIG sont les suivants :

- susciter et favoriser la présence et l'expression des professionnels français dans les diverses manifestations de la FIG (congrès, colloques, séminaires, groupes de travail, etc) ;

- organiser en France des manifestations professionnelles à caractère international sous le patronage (ou copatronage) de la FIG, comme par exemple la dernière CITOP, des séminaires et colloques de Commissions ou plus spécialement le Comité Permanent de la FIG en 2003 (proposition) ;

- maintenir et renforcer les liens avec les pays francophones, notamment par des rencontres spécifiques en français.

5. Les actions et réflexions principales ont porté sur de nombreux sujets :

- points (souvent fondamentaux) figurant à l'ordre du jour du Comité Permanent de Singapour — le Bureau Anglais proposant des réformes structurelles et statutaires ;

- préparation du congrès de Brighton et recherche d'intervenants français (10 propositions de communication : 9 via l'AFT, 1 via l'OGÉ) ;

- échanges de points de vue et expression de la position française avant, pendant et après ce Comité Permanent, notes et discussions dans les « task forces » et dans les commissions ;

- réactions aux tentatives « dominatrices » de certaines délégations voulant imposer leurs spécifications nationales comme des standards à imposer internationalement via la FIG ;

- préparation d'une première rencontre francophone en Afrique de l'Ouest — suite à l'accord FIG-ONU et avec le support d'un spécialiste du CNRS, réflexion sur d'autres sujets (éducation professionnelle en français), idée d'un groupe francophone au sein de la FIG (supportée par le Président Peter Dale et par d'autres délégations partiellement francophones — telles que Belgique, Canada, Suisse), proposition d'un Forum Francophone International de la Géomatique.

6. Implications formelles du CFR-FIG :

- le colloque francophone en Afrique est inscrit officiellement dans le programme FIG-ONU, révisé à Durban lors du colloque « ikusasa » ;

- le Président Marty a proposé de parrainer la candidature du Liban à la FIG ;

- Michel Mayoud a été nommé membre du Conseil de l'IUSM par le Bureau de la FIG ;

- son groupe de travail dans la commission 6 assurait le parrainage de la FIG (avec l'AIG) du cinquième « International Workshop on Accelerator Alignment » qui s'est tenu près de Chicago du 14 au 17 octobre 1997.



veine soum tao dai

à quelle hauteur est le prisme ?

Stéphane Frey



INTRODUCTION

Forespace est un projet novateur qui concilie des thèmes souvent jugés contradictoires : Développement rural et Préservation de l'environnement. (voir XYZ n° 72)

Cette approche nouvelle apporte une solution durable et pragmatique à ces deux enjeux dans la réserve nationale NAM KAN, Province de Bokéo (Laos). Son originalité en fait également un projet médiatique. Forespace a reçu le soutien de nombreuses organisations internationales, publiques ou privées telles que le Muséum d'Histoire Naturelle de Paris (expertise faunistique), Orstom (ethnologie), Pronatura International (agronomie forestière), le Programme des Nations Unies pour le Développement, le Ministère français des Affaires Etrangères, l'Ambassade d'Australie, l'Ambassade de Nouvelle Zélande au Laos, les Assurances Générales du Laos, etc...

Il est 7 heures du matin, quand J. F. RIEUMAUX, Président de Forespace (un projet d'écotourisme en pleine jungle LAO) vient me réveiller en disant : « Il n'y a plus de place dans le coucou pour Houaixay, il te faut partir en Speed Boat et remonter le Mékong, il y en a pour 3 jours ! Dépêches toi, tu pars tout de suite ! ».

Je saute dans ma tenue de G.S.F., pas le temps de déjeuner et je m'installe dans le premier Touk — Touk (pousse pousse motorisé) avec mes 50 kg de bagages en direction du port.

Trois jours plus tard, arrivé dans le triangle d'or, le dos « en compote », G. MAURER, le second Président de Forespace me réceptionne et m'annonce que la route jusqu'au village de Bantoup, situé à 70 km, est coupée en 8 endroits à cause des inondations et qu'il est impossible de se rendre sur le site en voiture. Il nous faudra donc marcher cinq jours sous la pluie et surtout traverser 8 rivières à gué avec un fort courant. L'exercice n'est pas facile car il nécessite de parcourir à chaque fois une vingtaine de mètres avec de l'eau jusqu'au torse et 50 kg à bout de bras, le tout avec seulement un bol de riz dans le ventre en guise de carburant. Le cinquième jour, un des porteurs, fatigué, sera entraîné par le courant, perdant un sac de riz. Heureusement, nous le retrouvons 100 mètres plus bas, accroché à une branche, il n'a rien mais se sent honteux d'avoir perdu le ravitaillement et d'être tombé devant deux « falangs » (les Blancs), lui qui est d'ici ! Nous le rassurons très vite et l'Aventure continue !



Durant ces 5 jours, nous dormions, le soir venu, dans des villages et jouissions de l'hospitalité Mong, une des 57 ethnies recensées au LAOS. Dès lors, il ne sera pas rare de voir des contrebandiers, des trafiquants d'opium et des Kalachnikovs, tout ceci faisant couleur locale. Un soir, nous avons fait connaissance avec « un ancien », tout fier de nous dire qu'il avait fait la guerre aux côtés des Français et, forte coïncidence, sous les ordres d'un certain Capitaine MAURER.

Finalement, après de nombreuses péripéties, nous atteignons le lieu de travail, les pieds en sang à cause des sangsues et trempés jusqu'à l'os ! Le soir, nous nous endormons, épuisés, après le traditionnel bol de riz, dans une nature où de nombreux yeux nous observent et où le silence est signe de danger car synonyme de prédateurs.

Durant cette mission, j'ai dû apprendre le LAO, langue simple sur le principe car ne comportant pas de conjugaison ni de temps, mais où un même mot peut changer de sens selon la prononciation. Ainsi, vous avez vite fait de provoquer l'hilarité, pensant dire : je veux boire « YAK KIN NAM », ce qui peut aussi signifier : je veux téter !

La première partie de la mission a consisté à déterminer la distance entre des grands arbres, afin de construire des ponts suspendus. Ensuite, il a fallu fournir les plans topographiques de huit parcelles pour des architectes chargés d'implanter des Bungalows. Enfin la mission s'est achevée avec le levé d'une bande de terrain sur 26 km, nécessaire à la construction d'une route.

Les principales difficultés techniques furent souvent liées au climat et à l'environnement. En effet, la mission s'est effectuée dans une jungle très dense, réduisant notre progression et notre visibilité. Il fallu, par ailleurs s'orienter à la boussole car il n'existe bien entendu, aucun repère remarquable dans la jungle. Le sol, souvent marécageux et boueux, rendait chaque mise en station des plus délicates. Enfin, un moment inoubliable aura été la formation de quelques villageois à la fonction d'opérateur.

En ce qui concerne le matériel, il a énormément souffert de l'humidité :

- le trépied en bois a doublé de volume et fut très apprécié des insectes locaux
- le distance-mètre électronique est souvent tombé en panne à cause d'un taux d'humidité trop élevé
- notre chargeur de batteries artisanal nécessitant des volontaires pour pédaler pendant 8 heures, et ce, pour moins de 5 heures de levé (très difficile de trouver des cyclistes dans la jungle), m'a contraint à acheter une batterie de camion pour une autonomie de 2 mois et à louer les services de 2 porteurs.

C'est après trois mois de jungle que je retrouve l'aéroport *Charles de Gaulle* via PHOM-PEN et KUALA LUMPUR, la tête chargée de souvenirs et l'envie de repartir au plus vite...

*GSF – Géomètres Sans Frontières
Maisons des Professions Libérales
285 rue Alfred Nobel – 34000 Montpellier
<http://www.geometre.iplus.fr/gsf>*

VUES AERIENNES METRIQUES

TOUTES ÉCHELLES - TOUTES ÉMULSIONS :
POUR TOUTES APPLICATIONS

• PHOTOTHÈQUE • TRAVAUX DE PHOTO-CARTOGRAPHIE DE PRÉCISION •



AU SERVICE DES AMENAGEURS

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

Téléphone : 04.42.60.05.45 • Télécopie : 04.42.24.26.04

la page

FREELANDER le dernier né de la Famille land-rover

4 X 4

Robert
Chevalier



FREELANDER XE di / XE i 5portes

Land-Rover, marque légendaire dans le domaine du 4X4, se devait de compléter son offre par un véhicule de loisirs polyvalent, bien dans l'air du temps.

C'est chose faite avec le « Freelander », digne descendant des Defender, Range et Discovery, dont on retrouvera différents rappels de style dans le look de ce 4X4, l'avant en particulier présentant un air de famille incontestable... Doté du confort et de la tenue de route qu'on attend d'une berline moderne, le Freelander n'en est pas moins un authentique et robuste tout terrain. Berline par sa carrosserie monocoque à châssis intégré (innovation sur ce type de voiture) et par sa suspension indépendante sur les quatre roues, il reprend la technologie des 4X4 grâce à sa transmission intégrale « intelligente » comportant un viscocoupleur entre les différentiels avant et arrière. Il est par contre volontairement dépourvu de tous les éléments (réducteur de boîte, blocage de différentiel...) propres à embarasser une clientèle non spécialiste, visée par ce véhicule.

Au niveau de la sécurité et de la facilité de conduite, il est équipé sur les modèles haut de gamme (XEi/XE di) de trois dispositifs importants (en option sur les modèles de base i/di) : ABS, système maintenant bien connu, ETC qui contrôle le patinage des roues et s'adapte automatiquement à toutes les conditions de conduite et HDC. Ce dernier système breveté (contrôle d'adhérence en descente) conçu encore une fois pour faciliter la conduite des non-initiés, permet un contrôle optimum lors de la descente des pentes glissantes, cas le plus dangereux rencontré en tout terrain. Par simple enclenchement d'une bague sur le levier de vitesse, il adapte automatiquement l'ABS, sélectionne le premier rapport et ferme le papillon des gaz afin de limiter les dérobades en maintenant la vitesse à 9 km/h (7 km en virage) par le jeu des capteurs de roues.

Trois types de carrosseries existent sur la même plate-forme : 3 portes, 3 portes découvrables et 5 portes. Malgré l'impression visuelle la longueur est la même pour toutes les versions (4,38 m). Les 5 portes se présentent davantage comme un véhicule familial, alors que les modèles 3 portes soulignent le côté fonctionnel et aventureux du véhicule.

Les motorisations sont bien connues dans le groupe Rover : Une version essence reprenant le moteur K de 120 CV de la voiture de sport MG/F (1,8 l, double arbre 16 soupapes, entièrement en aluminium), 165 km/h. Et une version diesel motorisée par le 2 l série L déjà disponible sur les Rover 200, 400 et 600, et dont la puis-

sance a été ramenée de 105 à 97 CV, mais dont le couple a été porté à la valeur remarquable de 210 Nm à seulement 2 200 t/mn, la consommation moyenne s'établissant à 7,7 l/100 km à 155 km/h. La direction est assistée sur tous les modèles, freins à disque ventilés à l'avant et freins à tambour (Ø254mm) à l'arrière, air-bags conducteur et passager. La vitre du hayon arrière (sauf sur 3 portes i) est descendante par télécommande ou depuis le tableau de bord, ce qui permet d'accéder facilement au coffre sans ouvrir le hayon, en particulier dans les parkings encombrés.

En ce qui concerne les structures de carrosserie, la plupart des panneaux emboutis sont en acier zingué sur les deux faces, gage de longévité, tandis que les ailes avant, les plus vulnérables, sont en polymère, matériau joignant la légèreté à une grande résistance aux chocs accidentels. De série le Freelander comporte (entre autres) un impressionnant dispositif antiviol, des jantes en alliage de 16 pouces, un prééquipement radio avec 4 haut-parleurs (combiné radiocassette stéréo sur les versions XE).

Pour ceux qui voudraient encore mieux équiper ou personnaliser leur Freelander, plus de 100 accessoires sont au catalogue.

Disponible sur le marché français à partir d'avril 1998, les prix s'échelonneront de 130 000 F à 173 000 F. TTC.

Toujours dans la lignée des 4X4 de la marque, deux véhicules de ce type participeront à l'édition 98 du Camel-Trophy, véritable baptême de l'extrême, prouvant ainsi la confiance de Rover en leur réelle personnalité de tout terrain, conjuguée au confort et à l'agrément d'une voiture familiale ou de loisirs.



FREELANDER XE i 3 portes découvrable

SIG europe

le CNIG et AFIGEO enquêtent

Le Conseil National de l'Information Géographique a souhaité connaître le marché français des SIG dans une perspective européenne. Cette démarche se situait dans la continuité de l'action de la précédente Commission Économique qui, avec le professeur Didier avait démontré la valeur économique de l'Information Géographique.

Avec l'aide, la participation et le soutien financier d'AFIGEO plusieurs enquêtes et études ont été effectuées en 96 et 97. Malgré leurs imperfections elles montrent que le secteur, dominé actuellement par les producteurs publics, est porteur d'espoir à la condition que rapidement soient complètes sur le territoire les données de base à grande échelle et que l'état conforte cela d'une réelle stratégie d'ouverture au secteur économique, créant de la valeur ajoutée. AFIGEO va lancer cette année un débat autour d'un livre blanc résultant de ces travaux.

Les nouvelles technologies de l'information et de la communication ouvrent des possibilités mais sont aussi porteuses de risques. Les propositions des États-Unis visant à l'institution d'une zone de libre échange sur Internet concernent tout particulièrement les données, qui peuvent être transportées sur le réseau à très faible coût.

Depuis deux ans un débat est ouvert sur la nécessité de définir une politique européenne de l'information géographique (GI2000). Des études ont été réalisées sur les données de base (GI Base), la protection légale des données géographiques (EUROGI) et le cadre légal et réglementaire.

L'étude générée par le CNIG et AFIGEO est basée particulièrement sur cinq marchés : Allemagne, Espagne, Pays-Bas, Royaume Uni et Suède, s'appuyant sur les travaux d'EUROGI et de la commission européenne. En complément a été entreprise une étude sur le prix de la donnée d'information géographique numérique et les stratégies possibles pour la France.

Les enquêtes ont été confiées à des entreprises consultantes qui ont déposé des rapports, des conclusions et des synthèses. Trois textes sont parus et nous en avons extrait quelques idées force. Les conclusions des autres enquêtes seront présentées dans le cadre du prochain salon MARI.

Pour cadrer le marché européen des SIG une estimation de la taille des marchés a été faite mettant en lumière un chiffre global de 5 940 MF, la France venant au troisième rang (1040) après l'Allemagne (2400) et le Royaume Uni (1680). Ces chiffres sont le résultat d'une étude faite à partir de l'estimation du marché par la commission européenne, et ne peuvent être qu'une indication car on se heurte à un problème de définition du marché : certaines études ne retiennent que les données « sur étagère », mais d'autres ajoutent les données produites sur mesure et même les marchés passés pour la numérisation des cartes et plans papier, on passe ainsi de la notion étroite de marché à celle plus large d'activité de production de données. Ce qui met en évidence l'un des principaux enjeux du développement de ce marché qui est de faire évoluer l'offre pour qu'elle réponde mieux aux besoins et pour diminuer la part des données sur mesure et des données autoproduites, qui reste considérable dans tous les pays.

Un large consensus existe par contre pour les prévisions de croissance jusqu'en 2001, avec un chiffre de 14 % par an, soit un doublement en 5 ans.

Les données de base qui sont le support général et indispensable de toute l'information géographique se répartissent ainsi :

- le réseau géodésique qui relève dans toute l'Europe d'un organisme public national. La coordination de tous les réseaux est d'ailleurs en cours.

- la base de données topographiques qui relève exclusivement des instituts cartographiques nationaux ou régionaux (länder allemands), à l'exception des grandes échelles qui sont souvent réalisées par les collectivités locales ou territoriales. La source principale de l'information est la saisie photogrammétrique.

- les limites zonales. Il s'agit de limites administratives ou de zones diverses comme le découpage en zones de codes postaux qui est spécifique à chaque pays. Il est fin et homogène aux Pays-Bas et au Royaume Uni mais hétérogène en Allemagne et en Espagne.

- les images satellitales et les photos aériennes sont une industrie de prestation de services très développée, en particulier la production d'orthophotos sur mesure connaît une croissance importante.

- le cadastre : dans tous les pays la numérisation est engagée et même en voie d'achèvement en Suède et aux Pays-Bas où elle est en très forte liaison avec la base de données topo. Le Royaume Uni n'a pas de plan cadastral national, mais les limites parcellaires apparaissent sur les plans à grande échelle de l'*Ordnance Survey*. Un projet est à l'étude dans le cadre d'une base nationale de données géospaciales.

Toutes les autres données sont thématiques et ont une grande variété de situation selon les pays.

Dans tous les pays les grands utilisateurs sont l'état et les collectivités locales (30/40 %), les gestionnaires de réseaux (10/20 %) et les télécommunications (5/10 %), viennent ensuite les banques, les assurances et la distribution, mais tous limités par les règles protectrices qui en régissent l'utilisation (voir la CNIL en France).

Le cœur de toutes les données sont les données topographiques, avec des échelles moyennes qui vont de 1/75 000 à 1/5 000. Les données à valeur ajoutée se caractérisent par contre par un marché privé plus important mais qui, souvent, est alimenté par le secteur public.

Tous les pays étudiés sont placés sous le régime du droit d'auteur ou du copyright et de la concurrence. Le socle juridique commun de protection est la Convention de Berne et le traité de Rome (*art. 90*), les directives

européennes définissant la concurrence. Mais dans beaucoup de pays l'exception est la règle et des monopoles de droit et de fait s'établissent (en particulier pour des missions de services publics).

Pour les secteurs de données à valeur ajoutée entrent en jeu des règles de protection de données personnelles, moins contraignantes et en facilitant la constitution. Ces secteurs sont cependant de taille modeste, mais se caractérisent par l'arrivée d'acteurs nouveaux, tant du côté des producteurs que des utilisateurs, citons surtout le Royaume Uni, l'Allemagne, les Pays-Bas et l'Espagne.

De nombreux freins empêchent un développement plus important des SIG et les mêmes obstacles ont été recensés dans l'ensemble des pays : au-delà du problème de l'insuffisante sensibilisation à l'intérêt de l'information géographique, les principaux sont : l'indisponibilité ou l'inadaptation de certaines données, la non interopérabilité des formats d'échange, le manque de convivialité des matériels, trop sophistiqués, les prix d'acquisition et les coûts d'utilisation. Il faut y ajouter l'hétérogénéité du marché européen et l'effet de certaines mesures légales et réglementaires.

Cette étude très complète met bien en lumière le flou et l'ambiguïté de la situation présente des SIG et du marché qui en découle. Il s'agit de construire une véritable prise de conscience par les acteurs de l'utilité et de la valeur de l'information géographique. Il sera sans doute dans les intentions du CNIG d'approfondir ces analyses afin qu'elles permettent une vision plus nette, car il semble bien que le premier besoin est d'y voir clair et qu'il faille délimiter clairement le marché, peut-être par la mise en place d'observatoires.

Comme il apparaît que le manque de sensibilisation est un des freins principaux, il faudrait faire entrer les SIG à l'école et dans l'enseignement à l'université, former de nouveaux métiers, éduquer les utilisateurs. Ensuite décloisonner le marché européen, créer un ou des lieux d'échanges et harmoniser l'ensemble en vue d'une véritable industrie européenne. Il faudrait pour cela une implication forte de la commission européenne et des états pour dégager des perspectives, définir des stratégies, lever les obstacles et mobiliser les acteurs sur des objectifs clairs et reconnus.

Systemes d'Information Géographique

État développement et perspectives

Prof. Dr. Alessandro Carosio
Institut Für Geodäsie und Photogrammetrie
École Polytechnique Fédérale – Zurich

RÉSUMÉ

La majorité des ingénieurs géomètres est aujourd'hui concernée par les systèmes d'information géographique (SIG). La technologie des SIG, en constante évolution, est amenée à se développer pendant plusieurs décennies encore. L'état actuel du développement, les perspectives qui s'esquissent ainsi que les interactions existant entre différentes composantes des SIG font l'objet du présent article.

INTRODUCTION

Les systèmes d'information géographique (SIG) jouent un rôle chaque année plus important dans notre société basée sur l'information. La technologie des SIG est considérée, en Europe principalement, comme un secteur d'avenir dans lequel il faut investir à long terme. Il incombe à l'État d'établir des conditions permettant la réalisation et l'exploitation de tels systèmes. La Commission de l'Union européenne soutient les efforts de normalisation entrepris dans le domaine de l'information géographique, ceci pour éviter qu'il résulte une quantité innombrable de solutions incompatibles de la variété des besoins. Tous les États européens réalisent actuellement leurs propres SIG, à différents niveaux de généralisation, sur lesquels se basent toutes sortes de développements spécialisés.

La géo-informatique (on parle de plus en plus fréquemment de géomatique) est devenue une discipline indépendante, représentant un défi pour les sciences géodésiques de même qu'une réelle opportunité à saisir par tous les professionnels de la géodésie appliquée.

1. COMPOSANTES MATÉRIELLES ET IMMATÉRIELLES DES SIG

Les systèmes d'information géographique se composent d'éléments techniques, instrumentaux, organisationnels et méthodologiques, complétés par les données spatiales et thématiques (ou sémantiques). Les progrès de la technologie des SIG ne dépendent ainsi pas exclusivement de la recherche informatique. Ils sont également influencés par l'état des sources d'information, par les nouveautés en matière de méthodes d'acquisition de données (topographie, mensuration), par les besoins des utilisateurs et les outils dont ils disposent de même que par les structures juridiques et organisationnelles existantes. Seule une vision globale de la problématique permet de comprendre pourquoi certains résultats de la recherche s'imposent si difficilement alors que d'autres ont très vite des effets positifs.

Le schéma suivant résume les principales composantes matérielles et immatérielles d'un SIG :

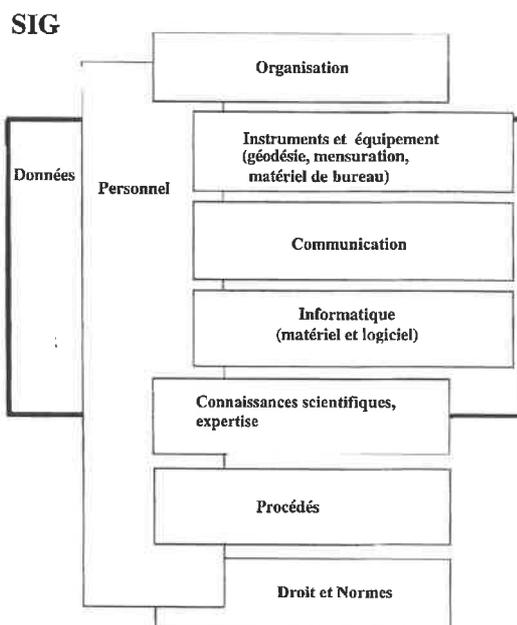


Fig. 1 – Composantes matérielles et immatérielles d'un système d'information géographique

La saisie et la structuration de l'information (spatiale et sémantique) constituent l'investissement le plus important lors de la mise en œuvre d'un SIG. La mise à jour des données représente par la suite une partie considérable des coûts d'exploitation. Une analyse complète et approfondie des problèmes d'acquisition, de gestion et de représentation des informations à référence spatiale est la base de tout projet de SIG/Bartelme 1995/.

Un système d'information géographique est un concept logique global dans lequel une entreprise ou une organisation s'engage, mettant son personnel administratif et technique à contribution pour exploiter ses outils, ses installations et ses moyens informatiques en utilisant des méthodes de travail et des connaissances spécifiques, ceci pour saisir, traiter, gérer, analyser et livrer des informations à référence spatiale.

Les bases juridiques et organisationnelles ont la même importance que la qualification et la compétence du personnel ou que les performances du logiciel et du matériel du SIG.

Des SIG à l'échelle d'un pays, tels que la Mensuration Officielle en Suisse ou ATKIS en Allemagne, sont souvent conçus comme des réseaux d'unités indépendantes utilisant des logiciels et du matériel différents. Il est par conséquent nécessaire de disposer de normes techniques ou de prescriptions légales qui définissent directement ou indirectement le contenu d'information et standardisent les protocoles de communication.

L'acquisition d'un système informatique (logiciel et matériel) n'est donc qu'une petite partie de la mise en œuvre d'un SIG. Les composants informatiques ont cependant un poids considérable dans le développement technologique et méthodologique du domaine des SIG.

Les considérations suivantes sont centrées sur la partie informatique des systèmes d'information géographique. Le lecteur doit tenir compte du fait qu'il ne s'agit que d'un aspect particulier, à mettre en relation avec toutes les autres composantes influençant la structure des systèmes, y compris les méthodes géodésiques et l'informatisation de toute la chaîne de traitement.

2. ARCHITECTURE DES COMPOSANTES INFORMATIQUES DES SIG

Les systèmes d'information géographique se sont développés parallèlement au progrès de l'informatique, moteur et force d'intégration de cette technologie. Les bases de données, l'infographie, les processeurs toujours plus performants, la variété des périphériques et l'offre de logiciels SIG très complets sont à l'origine de la croissance importante que l'on observe depuis quelques années.

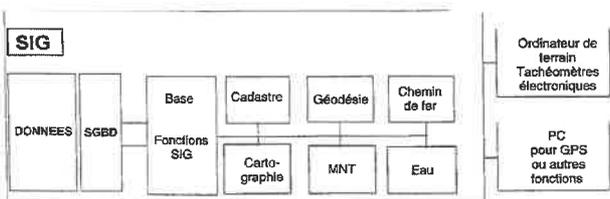


Fig. 2 - Composantes informatiques d'un système d'information géographique

3. HARDWARE ET SYSTÈME D'EXPLOITATION

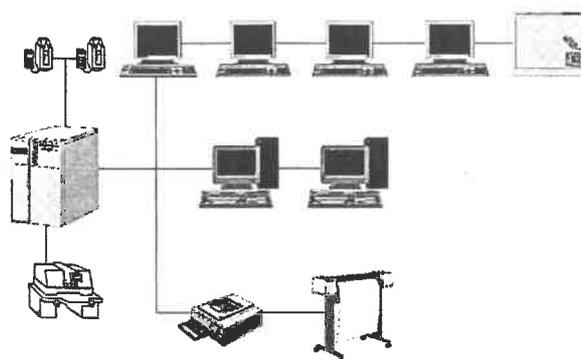


Fig. 3 - Matériel d'un SIG

3.1 Stations de travail et processeurs

Un système d'information géographique est habituellement équipé de plusieurs postes de travail depuis lesquels les opérateurs commandent le système et visualisent les informations.

La puissance de calcul nécessaire provient, en règle générale aujourd'hui, de stations de travail très performantes connectées en réseau. Les données, communes à tout le système, sont gérées sur un serveur disposant d'une grande capacité de mémoire sur disques magnétiques.

On trouve actuellement, et de plus en plus fréquemment, des systèmes avec des serveurs (à un ou plusieurs processeurs) dotés d'une très grande puissance de calcul reliés à des terminaux graphiques (X-Terminaux) ou à des PC capables d'émuler le protocole X. Cette solution très moderne présente l'avantage de réduire fortement les tâches d'administration du système.

Les processeurs appartenant à la catégorie RISC dominent le marché des stations de travail et des serveurs pour les SIG. Les grands systèmes utilisent plusieurs processeurs en parallèle.

La performance des processeurs des PC s'étant également accrue de façon considérable, l'offre de solutions utilisant des PC comme station de travail croît constamment.

3.2 Systèmes d'exploitation

Le fait que les logiciels SIG soient en majorité implémentés sur des processeurs à architecture RISC implique qu'ils fonctionnent avec le système d'exploitation UNIX. Certaines solutions utilisent cependant des systèmes d'exploitation exclusifs (VMS de DEC, BS2000 de Siemens, etc.).

L'emploi de Windows ou de Windows 95 n'a pas été possible jusqu'à présent. Les performances des processeurs de PC, en constante progression, ainsi que l'extension de Windows NT à d'autres processeurs très performants (Alpha de DEC ou RS6000 d'IBM) montrent que Windows NT pourrait devenir le système d'exploitation des SIG du futur. Certains fabricants offrent déjà leurs logiciels SIG sur des plates-formes fonctionnant avec Windows NT (Intergraph par exemple).

3.3 Mémorisation des données

La gestion de l'information à référence spatiale exige la mémorisation à long terme de grandes quantités de données et un accès très rapide aux informations. Les

mémoires à disques magnétiques sont à présent la solution la plus performante pour des quantités de données de l'ordre de 20 à 50 gigaoctets. Des disques magnéto-optiques interchangeables permettent d'organiser l'archivage de volumes de données encore bien supérieurs (de l'ordre du téraoctet) ; l'accès est moins rapide que dans le cas de disques magnétiques mais ils peuvent être introduits soit manuellement dans le système lorsqu'ils sont requis soit automatiquement par une unité multi-rique (Juke Box).

Pour l'archivage ou les copies de sécurité, on utilise des cassettes Vidéo 8 ou DAT issues de l'électronique grand public et permettant la mémorisation de 2 à 5 gigaoctets par cassette. Des quantités supérieures nécessitent des cassettes spéciales à bande magnétique plus large d'une capacité de 20 à 40 gigaoctets par unité.

3.4 Saisie des données

On utilise une grande variété de solutions techniques pour acquérir les données à référence spatiale. Les instruments géodésiques modernes tels que les récepteurs GPS, les stations totales (tachéomètres électroniques) font déjà partie des composantes informatiques ; ils sont périodiquement connectés au SIG pour y transférer les données saisies sur le terrain.

Les techniques de la photogrammétrie se basent aujourd'hui sur des restituteurs analytiques ou numériques connectés directement ou indirectement à un SIG.

Les tables de digitalisation sont les outils classiques pour transformer des informations graphiques (plans, cartes topographiques etc.) en données numériques. Pour de grands travaux de numérisation (séries de plans), on préfère aujourd'hui une saisie au scanner suivie d'une digitalisation à l'écran des informations désirées. L'analyse et l'interprétation automatique d'une image raster ne sont que partiellement possible actuellement. Les techniques nécessaires à cet effet sont continuellement perfectionnées. Elles ne sont adaptées qu'aux grands projets.

3.5 Sortie des données

La sortie graphique des données reste la forme la plus importante de communication entre le système d'information géographique et l'utilisateur, même si la demande de données numériques pour des traitements ultérieurs a augmenté de façon exponentielle au cours des dernières années.

L'interaction à l'écran exige des images cartographiques de haute résolution calculées rapidement. Les terminaux utilisés actuellement ont des caractéristiques inchangées depuis longtemps (tube cathodique, résolution de 1280 x 1 024 pixels). Aucun bouleversement n'est attendu concernant l'usage normal dans un futur proche. Les prix des grands écrans (20") ont baissé et une fréquence des images plus élevée stabilise la luminosité et rend le travail moins astreignant.

La sortie papier reste très demandée. La couleur est devenue pratiquement indispensable. Le développement de la technique du jet d'encre a été très important. On peut maintenant produire des plans en grand format avec une bonne résolution (16 pixels/mm, c.-à-d. 400 pixels/pouce). Les appareils les moins chers peuvent imprimer les 4 couleurs de base dans toutes les combinaisons raisonnables,

soit 8 couleurs différentes. Les autres couleurs sont obtenues par un choix approprié de couleurs dans un groupe de pixels proches avec perte de résolution.

Cette nouvelle technique a remplacé, pour de nombreuses applications, les traceurs à plume, les imprimantes électrostatiques et celles à transfert thermique. Ces outils continuent à satisfaire des besoins spécifiques plus limités.

La technique du jet d'encre est aussi employée dans les imprimantes de très haute qualité (Iris, Storch). Elles utilisent une unité de contrôle du jet d'encre perfectionnée pour imprimer les 4 couleurs de base avec une intensité variable (jusqu'à 32 valeurs). Cela permet d'obtenir des pixels avec une énorme variété de couleurs. Le prix de ces imprimantes à grand format est très élevé (200 000 \$).

L'impression laser noir et blanc est très intéressante même aux grands formats (A0). L'impression en couleurs de très bonne qualité est aussi possible mais seulement jusqu'au format A3.

4. LOGICIEL D'UN SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE

Le logiciel d'un système d'information géographique se compose d'une variété de modules comprenant soit des fonctions de base soit des fonctions spéciales pour des applications particulières.

4.1 Fonctions de base

L'interface utilisateur gère la communication entre l'opérateur et le système d'information géographique. Dans le passé, on utilisait des menus en tableaux à l'écran ou sur une table de digitalisation, des touches de fonction ou le clavier. Se conformant aux tendances de l'informatique actuelle, les logiciels reprennent les solutions adoptées par des produits de grande diffusion (Word, Excel, etc.) dont les barres de menus permettent la commande via des sous-menus (pop-up menus), des boutons, des curseurs pour varier les paramètres, etc. L'ensemble est géré par les déplacements de la souris et par une pression sur ses touches. Cette forme d'interaction est devenue prépondérante et peut, le cas échéant, être complétée par des commandes introduites au clavier. L'utilisateur peut définir de nouvelles fonctions sous forme de chaînes de fonctions existantes (macros) et augmenter ainsi la performance du dialogue. Le rendement du travail dépend très largement de l'interface utilisateur.

Introduire, modifier ou éliminer des données géométriques ou thématiques, telles sont les opérations principales requises par la mise à jour d'un système d'information. Elles comprennent aussi les contrôles de consistance qui ne peuvent pas être exécutés par le système de gestion de la base de données. Un grand choix d'opérations géométriques permet de construire et de calculer la géométrie des objets.

Les requêtes, les analyses et la visualisation sont des opérations fondamentales pour l'exploitation des informations géographiques. Les résultats des requêtes sont souvent des listes d'informations écrites (tables d'objets avec leurs attributs), pour lesquelles des outils permettant la libre définition de ces tables sont néces-

saies. Le résultat d'une requête est plus fréquemment une combinaison d'informations géométriques et thématiques, que l'on peut mieux représenter graphiquement. Des outils permettant de définir la représentation graphique en fonction des besoins font également partie des fonctions de base d'un SIG. Une première définition des règles de représentation des éléments a lieu parallèlement à l'introduction de la structure des données dans la base de données. À ce niveau déjà, il peut être indiqué de préparer plusieurs formes de représentation pour les différentes échelles et applications. Plus tard aussi, au moment de l'exploitation du système, il faut pouvoir disposer de fonctions graphiques pour visualiser objet et attribut sur demande, en fonction de la forme de sortie prévue (papier, écran, diapositive etc.), de l'échelle, de l'application etc. Actuellement, on trouve encore plusieurs systèmes sur le marché reliant la représentation à la structure des données, la tendance allant cependant dans la direction opposée : séparation nette entre structure de données et représentation pour permettre l'utilisation des mêmes données dans toutes sortes d'applications différentes.

4.2 Système de gestion des données

La gestion des données dans un système d'information géographique, qui permet de définir la structure de l'information en fonction des besoins, se conforme au concept bien connu des bases de données. Les logiciels SIG ont été conçus selon les mêmes principes pour pouvoir être employés dans différents domaines d'application. Les informations nécessaires sont déterminées au cours de la phase de planification, la structure des données correspondantes peut alors être définie (modèle conceptuel), à la suite de quoi elle pourra être implémentée dans le système (modèle logique) pour permettre la gestion à long terme de ces données.

Les informations à référence spatiale possèdent toutefois certaines caractéristiques qui rendent la réalisation de cette idée difficile. Il faut en particulier surmonter les obstacles suivants :

- Chaque requête exige la recherche d'un grand nombre d'éléments géométriques
- Les critères de recherche sont spatiaux (espaces à deux ou trois dimensions)
- Les conditions de consistance sont complexes.

Dans la plupart des cas, ces problèmes sont résolus par la combinaison d'un espace mémoire local, géré directement par le logiciel SIG, et d'une base de données. La mémoire locale sert principalement à mémoriser et à retrouver l'information géométrique avec une rapidité suffisante pour permettre le travail à l'écran. La base de données sert surtout à la gestion à long terme de l'information ainsi qu'aux requêtes et aux analyses thématiques (propriétaire, diamètre d'une conduite, numéro d'une parcelle, utilisation du sol etc.). La plupart des systèmes utilisés aujourd'hui se base sur cette architecture de logiciel et utilise un système de gestion de base de données relationnelle.

Les diverses composantes, la gestion des données et les procédures de travail peuvent être très différentes d'un logiciel SIG à un autre.

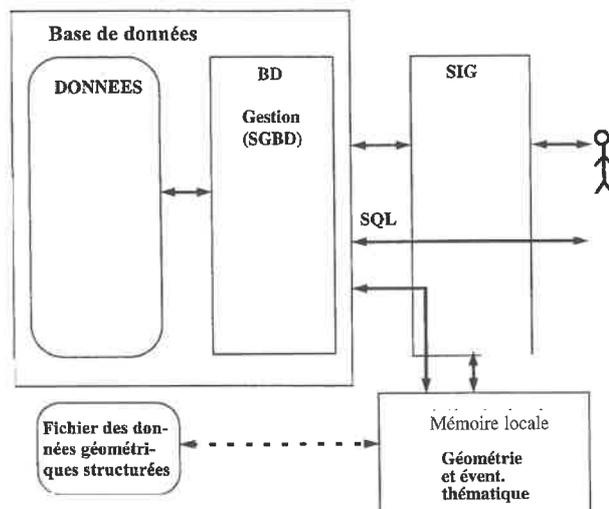


Fig. 4 – Logiciel et gestion des données dans un système d'information géographique

Certains systèmes utilisent également la mémoire locale pour la gestion à long terme des données géométriques. Le contenu est copié dans un simple fichier au lieu d'être structuré et introduit dans la base de données relationnelle. Il en résulte par conséquent une gestion séparée des données thématiques (sémantique) et géométriques.

D'autres systèmes procèdent à une copie, dans la mémoire locale, des données du territoire à traiter avant le début de tout travail. Cela permet d'accéder aux informations très rapidement pendant le traitement. À la fin du travail le nouvel état des informations est introduit dans la base de données. Les données géométriques peuvent être structurées et gérées dans les tables (entités, attributs) de la base de données ou y être mémorisées en plusieurs blocs sans restructuration préalable.

Seuls quelques systèmes gèrent toutes les données dans la base de données relationnelle dès le traitement. Il faut, pour ce faire, disposer d'un système de gestion de base de données permettant un accès très rapide aux données selon des critères multidimensionnels (accès spatial). Il s'agit là de bases de données à noyau modifié.

Les SIG actuels permettent à l'utilisateur de définir librement les données à gérer (entités, attributs, relations). Ils ne lui permettent toutefois pas de définir des opérations spécifiques pour les données. Celles-ci sont programmées dans les modules de base du logiciel SIG. Les données thématiques (sémantiques) qui ne sont habituellement que mémorisées ou recherchées, peuvent être structurées en fonction des besoins de départ et complétées ultérieurement le cas échéant. Les données géométriques, au contraire, qui nécessitent des opérations spécifiques (par ex. intersections, constructions, surfaces etc.) ont actuellement une structure de données rigide, fixée par le fabricant du système (logiciel) et ne pouvant pas être adaptée à des besoins particuliers. Seuls les systèmes de gestion de bases de données orientées objet (SGBDOO) permettent la définition d'objets totalement nouveaux (y compris les opérations). Cette solution entraîne un énorme surcroît de travail au moment de la structuration des données. Il est donc peu probable que toutes les possibilités des bases de données orientées objet soient utilisées dans les SIG.

La recherche actuelle en bases de données se concentre sur les thèmes suivants :

- Les systèmes de gestion à noyau modifié
- Les modèles à attributs à leur tour structurés (modèles NF²)
- Les bases de données orientées objet
- Les bases de données extensibles

Ces nouveaux concepts de bases de données n'ont actuellement qu'une modeste influence concrète. Ils pourraient toutefois servir à gérer les données spatiales des SIG du futur.

Les bases de données relationnelles ont été continuellement développées, en tant qu'outils universels. Leurs performances ont considérablement augmenté et les types de données ont été étendus (aux données spatiales p. ex.). En outre, elles satisfont toujours mieux aux exigences de rapidité requises par les systèmes d'information géographique, si bien que la combinaison avec une mémoire locale, utilisée jusqu'à présent, pourrait devenir superflue.

Les bases de données orientées objet renoncent à l'idée d'atomes d'information des modèles relationnels pour traiter des objets de tout niveau de complexité. Les objets ne sont pas seulement définis par leur structure de données (relations comprises), mais aussi par toutes les opérations possibles qu'ils permettent, celles-ci pouvant être librement programmées. On obtient ainsi une liberté illimitée dans la définition des types de données géographiques ainsi que dans celle de leurs conditions de consistance. L'inconvénient principal des modèles orientés objet réside dans le volume de travail nécessité par la définition des objets. Le gain de flexibilité entraîne des coûts exorbitants, tant pour le projet que pour l'implémentation.

Les bases de données à **attributs structurés** (modèles NF²) constituent une troisième possibilité. Cette forme de base de données utilise un modèle relationnel dans lequel les attributs ne sont pas des informations élémentaires (atomes d'information) mais peuvent avoir un contenu de complexité quelconque. Des hiérarchies de données peuvent ainsi être mises en place, permettant des recherches en bloc. La gestion de grandes quantités de données raster ou d'objets tridimensionnels en sont des exemples.

La quatrième proposition présentée ici est constituée par les bases de données extensibles/Schek, Wolf 1992/. L'idée consiste à étendre les fonctionnalités d'une base de données relationnelle à l'aide d'opérations, celles-ci pouvant être très complexes, en introduisant dans le système de gestion de la base de données les interfaces et les ordres servant à activer ces opérations, les opérations elles-mêmes étant des programmes indépendants externes à la base de données. De telles opérations peuvent par exemple être la compression ou la décompression d'images, le calcul de volumes ou de surfaces, les interpolations, etc.

Les nouvelles formes de bases de données telles que les bases de données relationnelles objet combinent la structure logique des modèles relationnels avec la flexibilité des modèles orientés objet. Ces solutions prévoyant la libre définition de nouveaux types de données abstraits avec leurs opérations sont en voie d'élabora-

tion dans le cadre des standards SQL3/Mitschang, Jaedicke 1996/.

4.3 Forme et structure des données

L'information thématique (sémantique) se laisse facilement représenter sous forme de tables relationnelles pouvant être considérées comme des objets thématiques simples. Des groupes d'objets simples peuvent définir des objets complexes qui, à leur tour, possèdent des attributs et sont en relation avec d'autres objets. Suivant le logiciel SIG utilisé, les objets complexes peuvent être définis soit hiérarchiquement, soit en réseau.

Les informations géométriques sont en revanche séparées en composantes métriques et topologiques pouvant également être gérées sous forme de tables relationnelles.

Les systèmes d'information géographiques contiennent de plus en plus fréquemment aussi **d'autres catégories de données**, en particulier :

- Des images géoréférencées (p. ex. orthophotos) en format raster
- Des données cartographiques en format raster (cartes pixels)
- Des modèles numériques du terrain, MNT (à mailles régulières ou irrégulières)
- Des informations multimédia.

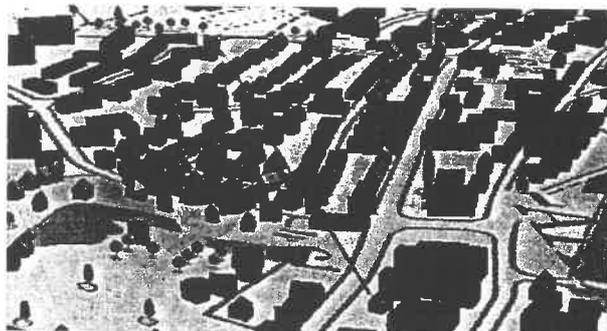


Fig. 5 – Combinaison d'informations planimétriques, d'un MNT et d'objets tridimensionnels

Ces données non standards sont actuellement gérées par des programmes spécialisés qui les mémorisent dans des fichiers ordinaires. La recherche dans le domaine des bases de données s'occupe intensivement de cette question et il sera intéressant de voir si les modèles relationnels améliorés ou les nouveaux concepts de bases de données seront utilisés à cette fin.

L'extension des données géométriques à la troisième dimension est toujours plus demandée/Carosio, Zanini 1996/. La tendance est à une combinaison de différentes structures :

- Les modèles actuels de SIG (avec des éléments topologiques et métriques) pour la planimétrie
- Les mailles des modèles numériques du terrain pour la composante altimétrique et soit les modèles utilisés en CAO soit des volumes simples pour les objets véritablement tridimensionnels (bâtiments, installations, arbres etc.)/Carosio 1995/.

Le domaine multimédia est une source de développement complémentaire. Les données géométriques et thé-

matiques peuvent être complétées soit par des séquences vidéo ou sonores (mots, musique, bruits), soit par des images photographiques ou de synthèse devant toujours être géoréférencées. Les structures de données utilisées se basent sur les standards actuels de ces types de données (TIFF, GIF, PostScript etc.). Les animations (avec variation géométrique ou thématique) ainsi que les simulations d'événements gagnent également en importance.

5. COMMUNICATION

Les systèmes d'information ne sont efficaces que s'ils sont facilement accessibles par un grand nombre d'utilisateurs. Le problème de la communication est donc d'une importance fondamentale. Des données géographiques structurées et complètes ne pouvaient jusqu'à présent être échangées facilement qu'entre systèmes disposant du même logiciel et de la même structure de données. Il fallait, dans le cas contraire, recourir à une procédure très lourde, l'écriture de programmes de conversion, nécessaire par exemple au moment d'un changement de système informatique.

Pour faciliter les transferts on peut imaginer définir des **formats d'échange** par des normes techniques. Cela n'est possible que si le contenu des données à transférer est connu d'avance. Une telle solution est donc indiquée pour les activités d'organisations très centralisées et pour des domaines d'application précis (p. ex. DIGEST de l'OTAN).

Si le contenu en informations est variable et si des structures de données différentes peuvent être supportées, on préfère aujourd'hui un **transfert de données basé sur le modèle**. Cette forme d'échange repose sur deux composantes fondamentales : d'une part, sur un langage de description des données, employé pour décrire la structure des informations à transférer, et d'autre part sur les règles pour dériver le format d'échange de la descriptions des données.

Un fichier de transfert contient la description des données suivie des données à échanger dans le format dérivé de la description.

En suivant ce principe, le CEN (Comité européen de normalisation) s'emploie à réglementer les échanges de données entre SIG. Le TC 287 (Technical Committee 287) a choisi le langage de description de données EXPRESS et travaille intensivement à la norme de transfert.

L'ISO au niveau mondial suit la même direction et a créé le TC 211 qui travaille dans le même domaine.

Pour la Mensuration officielle suisse (cadastre) un langage de description de données (INTERLIS) a été défini il y a plusieurs années et les règles pour dériver les formats ont été formulées indirectement en réalisant un compilateur/Gnägi 1995/.

6. CRITÈRES DE QUALITÉ ET GESTION DE LA QUALITÉ

Les données sont la partie fondamentale d'un système d'information pour laquelle d'importants investissements ont été consentis. Leur qualité doit satisfaire aux exigences imposées par les applications prévues et détermine en fait l'utilité même du système. Il est difficile

de définir la notion de qualité et de formuler des exigences de qualité pour l'information géographique en raison de la complexité et de l'extension de ce domaine/Giordano, Veregin 1994/.

Les normes internationales (ISO 9000-9004) fournissent des solutions complètes pour la gestion de la qualité. Elles permettent de garantir la qualité de processus de production, de prestations d'ingénieur etc. La méthode utilisée dans ces normes prévoit l'exécution de contrôles pour chaque activité du processus de production ou de prestation, leur documentation par des protocoles de contrôle et l'adaptation du catalogue des risques par des responsables indépendants. Cela signifie en fait que le producteur de l'objet ou le prestataire du service fait l'objet du contrôle et non pas le produit ou le service. Cette forme de gestion de la qualité a beaucoup d'importance aujourd'hui, y compris pour le domaine géographique. En Suisse, plusieurs bureaux d'ingénieurs ayant une activité dans le domaine des SIG, ont déjà obtenu la certification ISO 9001.

Il est bien plus difficile de formuler des critères objectifs avec lesquels on puisse décrire directement la qualité des données d'un SIG. Les caractéristiques suivantes sont de possibles critères :

- *La provenance des données*

- Les sources primaires et secondaires

- Les procédés de saisie des données (méthodes, instruments)

- La fiabilité des procédés d'acquisition

- L'organisme responsable

- *Les caractéristiques des données*

- L'exactitude (contrôles, échantillons, précision des données métriques)

- La consistance (état et méthodes de contrôle)

- La validité (en projet, à jour, en vigueur, valeur historique, etc.)

- La complétude

- La généralisation (échelle)

- L'extension du territoire représenté

- *L'entretien des données*

- L'actualité

- Le procédé de mise à jour

- *L'accessibilité*

- La description des caractéristiques des données (méta données)

- La description de la structure des données (entités, attributs avec leurs désignations)

- Les méthodes d'accès au système d'information

- Les mesures de protection des données

- Les droits de licence et les prix

Les informations sur les données (méta données) prennent toujours plus d'importance. La description de la qualité en fait partie. Une conclusion positive des efforts de normalisation dans ce domaine serait très souhaitable.

7. ANALYSE DES DONNÉES ET APPLICATIONS

Les gros investissements nécessaires à la mise en œuvre des systèmes d'information géographique ne peuvent se justifier que si les données mises à disposition et les services offerts correspondent à la demande du marché. Il est d'autre part difficile de procéder à une classification systématique de tous les traitements d'analyse et de toutes les applications possibles. La technologie des SIG se développe dans les domaines et disciplines les plus divers et chaque secteur a sa méthodologie et ses exigences propres. On renoncera donc à énumérer et définir des catégories dans le cadre du présent article.

Il est important de reconnaître que les besoins et les problèmes des utilisateurs sont à l'origine du développement de la technologie des SIG.

8. CONSÉQUENCES ET ATTENTES

L'informatique moderne met des instruments performants à la disposition des professionnels du domaine géodésique et à tous ceux qui s'occupent d'informations à référence spatiale, ceux-ci les mettent à profit pour satisfaire les besoins en information géographique de toute la société.

Les systèmes d'information géographique sont cependant bien plus qu'un système informatique sophistiqué. Ils sont bien sûr une combinaison d'ingénierie du logiciel, de technologie de bases de données, de paradigmes d'interaction, de matériel informatique performant etc. Mais ils dépendent simultanément du prix des composantes, du niveau de formation des spécialistes, du droit qui régit la diffusion de l'information spatiale, des méthodes géodésiques et de saisie de données en général, de l'organisation de la cartographie officielle et du cadastre ainsi que de beaucoup d'autres éléments.

Les succès attendus ne pourront se concrétiser que si les progrès nécessaires sont parallèlement accomplis dans tous les secteurs précédemment énumérés et si la technologie des SIG considérée comme système complexe peut globalement en profiter. Si ces conditions sont satisfaites, les systèmes d'information à référence spa-

tiale seront l'opportunité à saisir par l'ensemble des professions intéressées par la géomatique.

Bibliographie :

/Bartelme 1995/: Geoinformatik Modell, Strukturen, Funktionen. Springer-Verlag.

/Bill, Fritsch 1992/: Grundlagen der GeoInformationssysteme, Hardware, Software und Daten. Wichmann-Verlag.

/Carosio 1994/: Architektur von Geo-Informationssystemen. Bericht 237, IGP, ETH Zürich.

/Carosio 1995/: Three-Dimensional Synthetic Landscapes : Data Acquisition, Modelling and Visualisation. Photogrammetric Week'95, Fritsch/Hobbie (Eds.), Wichmann 1995.

/Carosio, Zanini 1996/: Landscape Modelling and Visualisation. International Journal for Geomatics 5-96.

/Carosio 1996/: Geo-Informationssysteme. Stand der Entwicklung und Perspektiven. Ingenieurvermessung 96, Band 2, Dümmler Bonn 1996.

/Giordano, Veregin 1994/: Il controllo di Qualità nei sistemi informativi territoriali. Il Cardo-Verlag, Venezia.

/Göpfert 1991/: Raumbezogene Informationssysteme. Wichmann-Verlag.

/Gnägi 1995/: Datenmodelle und Datenaustausch, Grundlagen. Proceeding der COMETT Tagung Kommunikation und Geo-Informationssysteme, Basel.

/Mitschang/Jaedicke 1996/: Grundlagen relationaler und objektorientierter Datenbanktechnologie.

Ingenieurvermessung 96, Band 2, Dümmler Bonn 1996.

/Schek, Wolf 1992/: Weiterführende Datenbankkonzepte für räumliche Informationssysteme. ETH Zürich.

Adresse de l'auteur :

Prof. Dr Alessandro Carosio

ETH Hönggerberg

Institut für Geodäsie und Photogrammetrie

CH-8093 Zürich

e-mail : alessandro Carosio@geod.ethz.ch



- PRISES DE VUES
AÉRIENNES VERTICALES
- NUMÉRISATION DE PHOTOGRAPHIES
AÉRIENNES SUR FILM
- AÉROTRIANGULATION NUMÉRIQUE
- ORTHOPHOPLANS

Centre d'Exploitation : Aéroport de Nancy-Essey • F - 54510 TOMBLAINE

Tél. (33) 03 83 18 00 03 • Fax (33) 03 83 18 00 53

les SIG dans les métiers de l'eau et de l'assainissement



**l'exemple de la CGE
du pays de Montbéliard**

**Christian Westphal – Générale d'infographie
Pascal Crouvezier – District du Pays de Montbéliard
Philippe Berron – Compagnie générale des eaux**

LE PREMIER PAS VERS LE SIG

Une adresse, un lieu, un plan sont autant d'informations géographiques. Celles-ci sont emmagasinées et retrouvées dès qu'en existe le besoin. Mais les décisions à prendre par les collectivités locales ou les gestionnaires de réseaux vont bien au-delà de la capacité d'une simple mémoire.

Lorsque la somme d'informations dépasse la capacité humaine, lorsqu'il s'agit de construire un équipement, d'aménager une zone, de gérer un service, de retrouver les tenants et aboutissants d'un réseau..., les informations papiers ne s'avèrent pas toujours faciles à regrouper, organiser ou modifier. Une solution doit alors être trouvée pour une gestion efficace des informations.

Depuis le début des années quatre-vingt, cette problématique est celle de la Compagnie Générale des Eaux. Comment le premier gestionnaire de réseaux en France ne pouvait-il pas être concerné par la pérennité de ces informations ?

Dès lors, la Compagnie Générale des Eaux retient la solution d'une informatisation de ces plans et réseaux. Une idée naît avec le regroupement de compétences de différentes filiales du groupe : la création d'un outil informatique alliant informations géographiques et données textuelles relatives à la gestion des réseaux d'eau.

En 1991, le projet aboutit avec la création d'une société (Générale d'Infographie) dont le métier est l'Information Graphique et Géographique. Une gamme de produits « métiers » naît alors afin de structurer des données repérées dans l'espace de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision : GIRIS.

Parce que chaque métier a ses caractéristiques propres, parce que les outils trop généralistes ne sont

pas destinés à des utilisateurs mais plutôt à des spécialistes informatiques, le produit est décliné en métiers adaptés aux interlocuteurs. On y retrouve l'eau, l'assainissement, l'éclairage public, et plus tard l'urbanisme, le patrimoine industriel et tertiaire...

LA COMPAGNIE GÉNÉRALE DES EAUX DU PAYS DE MONTBÉLIARD INITIALISE SON PROJET

La mise en place d'un Système d'Information Géographique entraîne de nombreux défis pour les distributeurs d'eau et les collecteurs d'assainissement. C'est avant tout faire le choix d'une amélioration de la qualité de services aux clients, de la qualité de l'eau, d'une réduction des coûts et de marquer une avancée technologique par rapport à un marché où la compétition est grandissante.

Ce choix la Compagnie Générale des Eaux du Pays de Montbéliard (Département 25), l'a fait en 1994.

Cette opération s'inscrit dans une démarche globale du Pays de Montbéliard. Elle fut lancée en parallèle avec le District Urbain soit 28 communes.

PRÉSENTATION DE LA DÉMARCHÉ

La première étape obligatoire pour la réalisation d'un SIG est la définition des éléments d'information la composant.

Forte de nombreuses mises en œuvre réussies sur le territoire français et international, la Compagnie Générale des Eaux a su définir un cadre global décrivant les bases nécessaires pour la gestion des réseaux d'eau et d'assainissement.

S'appuyant sur cette expérience, l'agence de Montbéliard a choisi de décrire dans un premier temps,

les composantes essentielles de son réseau telles les tronçons ainsi que les différents équipements qu'ils supportent.

Conscients de l'enjeu important que constitue la création d'une base de données S.I.G., les services concernés par la gestion de ces informations ont réalisé une étude les amenant à recenser différentes sources de données existantes exploitables, à savoir :

- Le District Urbain du Pays de Montbéliard pour les fonds de plans cadastraux ainsi que différents plans de recensement
- Des cabinets de géomètres pour la description précise des réseaux assainissement intégrant les éléments de type cote NGF des tampons,...
- Des entreprises de travaux publics disposant de plans divers.

Soucieuse de disposer rapidement d'une synthèse de ces informations, la CGE a décidé de sous-traiter les saisies des réseaux afin de privilégier la validation des données introduites dans le système.

Cette démarche a ainsi permis l'économie d'investissements lourds en matériels et formations, et l'intégration de près de 1 700 km de réseaux en moins de 18 mois.

Passée la phase d'intégration des données, toute l'attention des responsables du S.I.G. s'est focalisée sur la validation des informations saisies provenant de plans ou de croquis d'âges différents.

Afin de privilégier une fois de plus la célérité dans cette démarche, il a été choisi de mettre à disposition des fontainiers, un poste de consultation leur permettant de réaliser, avant tout départ sur le terrain, une impression de leur zone d'intervention.

Dès lors, à chaque sortie d'équipe, le service cartographie peut disposer, dès leur retour, de croquis ou annotations définissant les corrections à apporter dans le système.



ÉCHANGE D'INFORMATION ET RELATION AVEC LE DUPM

Le système d'information géographique a été expérimenté avec succès dans le District du Pays de Montbéliard grâce à la passion et aux compétences d'une équipe regroupant un fédérateur, la Direction Générale des Impôts et trois partenaires majeurs, à

savoir, le District Urbain du Pays de Montbéliard, EDF-GDF Services Franche-Comté Nord et France Télécom.

Aujourd'hui, le Système d'Information Géographique est opérationnel, il permet de connaître le territoire avec la perception et l'acuité des moyens techniques les plus modernes.

Présentation du DUPM et de sa démarche

La mise en place du Système d'Information Géographique sur le District Urbain du Pays de Montbéliard (DUPM) est issue d'une longue réflexion des différents services afin de trouver la meilleure solution pour la gestion d'un certain nombre des compétences du District, comme :

- La Gestion du Service des Eaux et de l'Assainissement dont le concessionnaire est la Compagnie Générale des Eaux.
- La Gestion du service Incendie.
- Le traitement des ordures ménagères.
- L'exploitation du réseau de transport en commun.
- L'agence Urbanisme....

Fort de cette problématique de gestion de leur patrimoine, c'est en 1986 que débute la réflexion sur la mise en place des banques de données urbaines au District.

En 1987, les premiers postes de DAO arrivent dans les Services Techniques.

Entre 1991 et 1993, après une étude d'opportunité d'un S.I.G., l'élaboration d'un cahier des charges et la signature des différents partenaires de la convention de digitalisation, le DUPM fait le choix et met en œuvre une solution S.I.G. Par la suite, il réalise une campagne de photogrammétrie sur l'ensemble du territoire auquel il est rattaché.

C'est en 1996, une fois intégrées les données provenant de la photogrammétrie et l'ensemble des planches cadastrales des 28 communes affiliées au District que l'exploitation interne des données peut débuter.

Aujourd'hui, la mise en service du S.I.G. apporte une révolution dans la manière de représenter les informations relatives à un territoire.

Par le passé, les données géographiques étaient dispersées sur différents documents. Souvent redondantes, leurs représentations n'étaient pas normalisées. Depuis que le Système d'Information Géographique est opérationnel dans le District du Pays de Montbéliard, ses potentialités permettent de s'affranchir des limites communales.

Cet outil permet d'intégrer et de centraliser, au sein d'un système numérique unique et homogène, des données diverses tels que les propriétés foncières, les dessertes et voiries, les réseaux divers (eau, assainissement, gaz, électricité, télécommunication). Désormais, ces informations peuvent être analysées séparément ou superposées afin d'offrir dans des délais beaucoup plus brefs qu'auparavant, une véritable aide à la décision.

Les données auxquelles le S.I.G. permet d'accéder sont toutes référencées à partir du canevas géodésique du District du Pays de Montbéliard. Ainsi, selon la même référence physique, il est possible de travailler sur différents thèmes dont les couches principales sont :

- La photogrammétrie
- Le cadastre
- Le levé de détail
- Les réseaux divers
- Le plan d'occupation des sols (POS)

Le S.I.G. permet également de croiser d'autres informations de natures différentes tels que des renseignements administratifs, urbanistiques, statistiques et iconographiques autorisés.

Le S.I.G. n'est pas une base de données statique mais un service mis à jour en temps réel qui suit la vie et le développement de l'agglomération.

Le canevas géodésique est représenté par un relevé GPS de 270 points répartis sur l'ensemble du territoire d'une précision x, y, z de 4 cm.

La photogrammétrie est une prise de vue aérienne au 15 000e ramenée au 5 000e, digitalisée et non mise à jour sur l'ensemble du District. Ce qui représente 53 planches au total.

Quand aux planches cadastrales du District, elles ont été digitalisées à la norme DGI 1 par la société Générale d'Infographie avec une précision au 1000e. La mise à jour des 65 000 parcelles pour 160 m2 est réalisée par la DGI en temps réel grâce à une liaison Numéris entre la DGI et le District.

C'est également Générale d'Infographie qui a équipé le District et la DGI avec sa gamme de logiciels GIRIS.

Les données alphanumériques du District sont basées sur les fichiers de la DGI. On y retrouve les informations suivantes :

- Les propriétés bâties
- Les propriétés non bâties
- Les propriétaires
- Les rues

Pour cette partie de l'information, c'est également la DGI qui en assure les mises à jour.

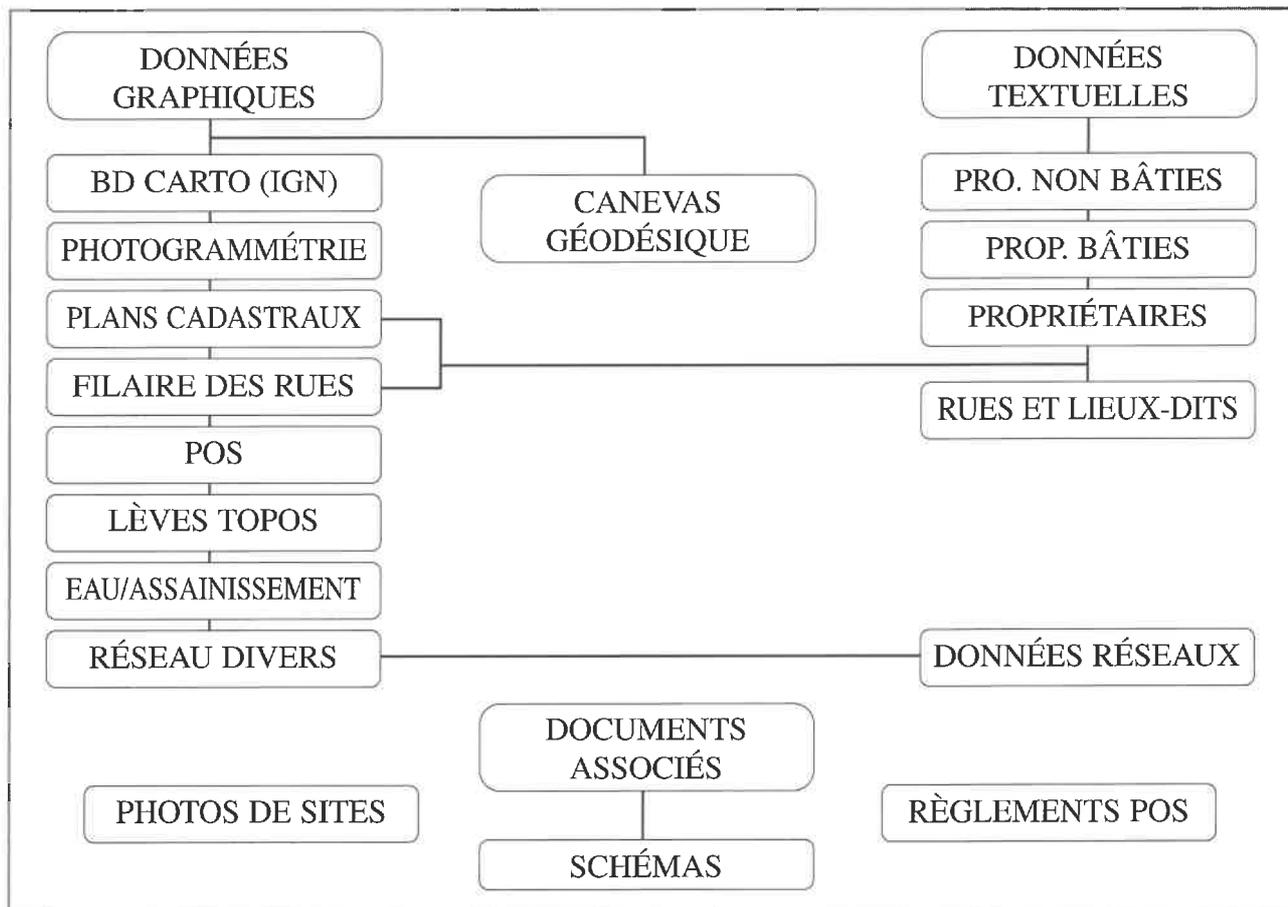
ÉCHANGE D'INFORMATION ENTRE LA CGE ET LE DUPM

Démarches complémentaires et pourtant totalement différentes pour ces deux entités, elles s'inscrivent chacune dans une volonté des hommes de disposer de données opérationnelles pour les équipes techniques et les décisionnaires.

Afin de garantir la pérennité et la qualité des informations, il a été convenu de réaliser des échanges entre les deux structures en s'appuyant sur des solutions de communication à base de routeur Numéris.

Fortes de cette richesse et cette densité d'informations, ces deux entités sont à même d'exploiter pleinement et dès aujourd'hui le réel trésor que constituent ces systèmes.

THÈMES ACTUELLEMENT DISPONIBLES OU EN COURS D'ACQUISITION



Aujourd'hui l'exploitation du Système d'Information Géographique est une réalité au quotidien

Depuis 1992, les évolutions des lois de l'eau ont amené les responsables de la gestion des réseaux d'eau et d'assainissement à intégrer dans leurs démarches les outils cartographiques autant pour les aspects de schéma directeur que pour les aspects de gestion des périmètres de protection des zones de captage.

La CGE Voujeaucourt ne déroge pas à cette règle et repose dès aujourd'hui l'ensemble de ses projets et échanges avec les services du District du Pays de Montbéliard sur des données au format numérique, à savoir fichiers dessins au format Microstation et données littérales structurées dans des fichiers textes ou dump ORACLE.

En outre, cette nouvelle forme de communication permet, au-delà des services techniques du District, de garantir un transfert optimum depuis les entités compétentes vers les différents acteurs amenés à manipuler ces données, à savoir :

- Les bureaux d'études extérieurs,
- Les communes du District pour la connaissance des réseaux couvrant leur juridiction.

Perspectives d'avenir

Jamais l'industrie de l'eau n'a manifesté une telle volonté de parvenir aux plus hautes performances (satisfaire le consommateur, protéger l'environnement et maximiser les investissements).

Le Système d'Information Géographique n'est qu'un maillon de cette chaîne, et peut s'intégrer dans des études diagnostic poussées faisant appel à de nouvelles compétences.

L'intégration d'un système informatique modulaire de gestion et d'ingénierie destiné à la maîtrise de l'eau devient l'étape suivante du Système d'Information Géographique. Elle permet à la fois de gérer les ressources au jour le jour et d'établir une stratégie pour planifier à long terme les services qui interviennent aux différentes phases du cycle de l'eau.

Les utilisateurs peuvent ainsi étudier avec la plus grande précision des hypothèses formulées sur le comportement des réseaux d'eau et d'assainissement. Les enregistrements des bases de données relatives aux regards de visite des égouts sont intégrés pratiquement sans modification. Le logiciel établit une corrélation directe entre les données du monde réel et les structures modélisées. Il permet également d'optimiser le réseau en réduisant au minimum les interventions coûteuses et perturbatrices.

En outre, la grande variété des informations fournies sur les performances des réseaux, existant ou à l'étude, permet d'élaborer les rapports relatifs à l'environnement et les programmes d'information du public.

Parmi différents projets, les logiciels de modélisation savent identifier les meilleurs scénarios. Les respon-

sables sont ainsi à même d'éliminer dès le début les plans peu performants. Cela permet de diminuer le coût induit par les analyses détaillées et d'établir une stratégie d'utilisation des ressources. En mettant l'accent, par exemple, sur les égouts critiques et les zones à problèmes, ils permettent encore de réduire les frais de maintenance et de réhabilitation.

Les applications de ces logiciels de modélisation sont nombreuses. Ainsi, un module de simulation de la qualité de l'eau peut être intégré. C'est l'outil indispensable dans les programmes pour la protection de l'environnement et l'entretien des égouts. Il sert à contrôler l'impact des polluants sur les eaux de réception ou à localiser les problèmes d'ensablement dans les réseaux d'égouts. Utilisé avec les modèles de stations d'épuration et de rivières, cela permet la gestion intégrée d'un bassin hydrologique.

L'apport du Système d'Information Géographique au sein de la Compagnie Générale des Eaux du Pays de Montbéliard est double :

- l'outil Système d'Information Géographique dispose des fonctionnalités d'import pour construire un modèle hydraulique à partir des fichiers d'exploitation du logiciel de modélisation.
- Le Système d'Information Géographique apporte également des possibilités de consultation rapide des données, de génération de plans thématiques, de superposition de différents types d'informations (fond de plan, réseau, modèle, thématiques) et d'édition de plans.

Conclusion

La constitution d'un SIG s'inscrit donc dans une démarche globale intégrant de nombreux acteurs et partenaires et dont la réussite repose avant tout sur la mise en commun du travail de toutes ces structures.

Ce passage obligé, qui représente l'investissement initial minimal à effectuer pour débiter la démarche, reste avant tout un travail de longue haleine où il peut s'avérer nécessaire de s'appuyer sur des structures extérieures spécialisées dans l'intégration de données.

Dès lors ce cap franchi, il devient possible de passer au stade de l'exploitation, du croisement de thèmes et de la synthèse des informations.

Reprises dans le contexte de la CGE, la mise en œuvre des SIG apporte ainsi des réponses immédiates aux grandes questions actuelles développées autour de la législation régissant les métiers de l'eau

En complément de ces applications d'actualité, l'évolution des technologies, l'explosion des sources de données sur le marché et la baisse globale des coûts liés à la mise en œuvre de ces systèmes devrait amener avant le deuxième millénaire la démocratisation de cette technologie vers de nouveaux secteurs d'activité et cela, notamment par le biais d'un acteur devenu incontournable dans le monde de l'informatique : INTERNET.

Claude Million
(*compte-rendu sommaire*)

**10^e réunion de la
division des satellites
de l'Institut de Navigation**
(*Kansas-City - 14/19 sept. 1997*)



**ION
GPS
1997**

INTRODUCTION

On écourtera la présentation qu'on avait déjà faite, une première fois l'année dernière (XYZ 1997.1 pour ION-GPS-96), en outre un compte rendu sur le vif, de la réunion de 1997, a été fait par le Dr Pascal WILLIS dans la publication précédente, voir (XYZ 1997-4).

Ce qu'on va présenter est l'analyse sommaire des publications des interventions des participants qui ont retenu notre attention, soit pour leur qualité soit par la spécificité du sujet, notamment les deux sessions de topographie et géodésie, soit, encore, pour leur caractère de généralité.

On indiquera d'abord le nom de la session à laquelle appartenait la communication, puis le nom des auteurs, enfin un bref résumé dont le plan sera fort simple : d'abord un exposé du problème, puis la solution que les auteurs ont tenté de lui apporter.

Il s'agissait, rien moins que de résumer 2 000 pages en anglais, en cinq pages !

B1 - EFFETS ATMOSPHÉRIQUES

S. SKONE et M. E. CANNON.

*Les consignes opératoires dues aux limitations
ionosphériques dans la zone
où se produisent les aurores boréales.*

La zone des aurores boréales, comprise entre 65 et 72° de latitude magnétique, est le siège d'orages magnétiques qui provoquent des variations brusques et importantes des réfractions ionosphériques, ceci concerne le nord de l'Europe, le Canada et l'Alaska, et, probablement, le nord de la Russie.

Dans ces régions l'approche de la période de maximum d'activité des taches solaires qui est prévue autour de l'an 2000 (Cycle solaire N° 23) pousse les utilisateurs de G P S à se préoccuper dès maintenant de ce qui se passera alors.

En utilisant des récepteurs G P S bifréquence, couplés à des magnétomètres, bien répartis dans les zones intéressées il est possible de transmettre les coefficients

d'un développement en harmoniques sphériques de la réfraction ionosphérique aux récepteurs éloignés qui déterminent des positions inconnues.

B3 - TOPOGRAPHIE ET GÉODÉSIE 1

*Stephen MALYS, James A. SLATTER, Randall W. SMITH,
Larry E. KUNZ, Stephen C. KENYON.*

*Améliorations apportées
au Système Géodésique Mondial W G S 84.*

Les auteurs rappellent les définitions de W G S 84 et ses origines : C'est un système de référence, un ellipsoïde avec un ensemble cohérent de constantes fondamentales, un modèle de géoïde, et un ensemble de coefficients gravitationnels qui en assurent la définition.

Les nouveautés incluent une révision de toutes ces définitions, à commencer par le système de référence lui-même qui a subi deux révisions successives. Bien entendu le système de référence n'est défini qu'indirectement par les coordonnées d'un ensemble de stations de poursuite qui étaient au nombre de cinq et qui sont bien connues de tous. À partir de ces stations les positions des satellites sont déterminées par voie inverse et leurs positions, calculées à partir de ces stations, dont les coordonnées sont considérées comme définitives, les décalages d'horloges etc., sont réexpédiées par voie ascendante, pour être rediffusées dans les messages que les satellites envoient aux utilisateurs. Le système de référence ce sont les coordonnées de ces cinq stations.

La révision a porté sur les coordonnées de ces stations qui ont été rap prochées des valeurs admises internationalement par les géodésiens. Puis on a augmenté le nombre des stations qui définissent ce système de référence afin qu'elles soient mieux réparties. Actuellement, on peut considérer que les stations de références du système international ITRF 94, et celles de WGS 84 (USA seuls) sont cohérentes à 0,10 m près. Pour l'instant il paraît impossible de faire mieux et il est déconseillé d'essayer. Il existe donc douze stations de référence qui poursuivent les satellites, et dont les positions sont connues avec un écart-type de 5 cm.

Pour conserver une telle précision il devient nécessaire de tenir compte du mouvement des plaques tectoniques ; la nouvelle définition de WGS 84 comporte une délimitation de ces seize plaques et une estimation de leurs mouvements.

Le nouveau système comprend une meilleure définition du géoïde auquel est associé l'ellipsoïde qui lui sert de référence, ceci est effectué en donnant un ensemble plus important de coefficients servant au développement en harmoniques sphériques du potentiel terrestre, ces coefficients sont non seulement dus à l'observation des satellites GPS mais des mesures laser sur satellites, des mesures du programme de définition du géoïde marin de TOPEX-POSEIDON, ERS 1, etc.

Ce qui permet de définir un géoïde connu avec un écart-type de 2 à 6 mètres.

Cela n'a pu se faire qu'au prix d'un ajustement entre les anomalies de hauteur et les hauteurs du géoïde en retranchant 0,53 mètre au grand axe de l'ellipsoïde dont la valeur devient : $a = 6\,378\,136,47$ mètres.

*Peter J G TEUNISSEN et Denis ODIJK
Dilution de la précision de l'ambiguïté
Définitions, propriétés et applications.*

Les auteurs introduisent une nouvelle notion pour définir de façon simple la précision d'une détermination d'un vecteur GPS, l'ADOP, qui remplace le GDOP dans tous les cas où la détermination des ambiguïtés de phase est devenue indispensable. Rappelons que la notion de GDOP et toutes ses dérivées se trouvent liées à l'utilisation des pseudo-distances pour la détermination des coordonnées ou des différences de coordonnées. Or depuis la mise en service de l'accès sélectif on ne se sert plus de ce moyen qui est volontairement rendu très imprécis. Au contraire, on a tendance à n'utiliser que les mesures de phase qui, par nature, ne peuvent pas être brouillées.

Par conséquent, l'ambiguïté de la phase devient une inconnue entière dont la détermination conditionne la précision du résultat.

L'ADOP est la racine nième du déterminant de la matrice des variances des ambiguïtés, où n est l'ordre de la matrice des variances des ambiguïtés, il est égal à la moyenne des écarts types des ambiguïtés, si celles-ci ne sont pas corrélées, ou si on les a décorréélées. Il peut être utilisé pour calculer le volume dans lequel la recherche sera faite, il est indépendant des modèles de calcul utilisés, et du satellite de base.

Son calcul n'est pas très compliqué dans la mesure où on fait une décomposition de CHOLESKY pour résoudre les équations normales des moindres carrés.

D1 - SEGMENT DE COMMANDE, ESPACE

*Srini H RAGHAVAN, Jack K HOLMES,
Steve LAZAR, Martin BODGER*

Une modulation hexaphase Tricode pour GPS.

On voudra bien se rappeler nos interventions (XYZ 1997-2 et XYZ 1997-4 page 48) sur le sujet de la recherche d'une nouvelle longueur d'onde pour émettre soit un code exclusivement réservé soit aux militaires soit aux civils, la décision prise a été que, pour les prochains lancements de satellites GPS, il n'était pas raisonnable d'escompter obtenir rapidement satisfaction.

Une solution « provisoire » a été proposée qui consiste à émettre le code C/A sur L2 pour que les civils puissent calculer des corrections ionosphériques et de faire en sorte qu'aucune interférence de l'émission destinée aux uns ne se fasse sentir par les autres. Il est décrit une méthode qui a de grandes chances d'être adoptée.

Rappelons que pour ne pas se gêner les codes C/A et P (Y) sont émis en quadrature, c'est-à-dire à un quart d'onde d'intervalle, de cette manière ils ne sont jamais en phase et ne se superposent pas.

La nouvelle méthode proposée utilise essentiellement deux moyens :

1°/ Les deux modulations de la même porteuse utilisent le fait que les codes actuels C/A et P (Y) utilisent un « format ne revenant pas à zéro ». Un nouveau code qui ne serait utilisé que par les militaires appelé nu-code comprendrait deux phases un seul pour les codes habituels, sa valeur passant de +1 à -1 alors que les codes traditionnels passent de +1 à 0 ; il pourra donc être ajouté aux anciens codes sans la moindre gêne.

2°/ Les fréquences des codes C/A et P (Y) sont dans le rapport de 1 à 10. Ceci permet de séparer les signaux reçus, un bit C/A ne peut pas être suivi d'un autre bit de même famille s'il n'est séparé du précédent d'un temps inférieur à celui de la cadence propre de ce signal (1,023 Mcps) entre temps cinq signaux nus seront passés sans l'affecter.

Si on examine le spectre global de puissance des différents codes on remarque que les « signaux » sont bien séparés.

Le code nu aura une amplitude de +2 à -2, les anciens codes de +2 à 0. C'est-à-dire qu'un changement de bit a cette amplitude. Ils sont ainsi faciles à identifier.

L'utilisateur civil recevra le code C/A sur deux longueurs d'ondes L1 et L2 et pourra ainsi calculer des corrections ionosphériques sur le code.

Ce nouvel avantage est loin d'être négligeable, car nous allons entrer dans une période de forte activité des taches solaires.

Par ailleurs les possibilités de lissage du code par la phase ne seront plus limitées en précision par une mauvaise connaissance de la réfraction ionosphérique. Après la fin de l'accès sélectif, promis avant 2006, on pourra, à nouveau, accéder à la détermination des ambiguïtés entières par le code lissé.

A4 - APPLICATIONS DE LA MESURE DU TEMPS

*W. LEWANDOWSKI, J. AZOUBIB, G. de JONG, G.
NAWROCKI, J. DANAHER : Une nouvelle approche
pour les comparaisons internationales des temps et des
fréquences des satellites : des observations sur tous
les satellites visibles multicanaux GPS + GLONASS.*

Cette communication montre que, malgré les différences des deux systèmes GPS et GLONASS, il est possible de transférer les temps et les fréquences en utilisant des récepteurs propres à recevoir ces deux types de signaux.

En théorie, on peut observer simultanément douze satellites GPS et autant de GLONASS (sic), en pratique on n'observe couramment que cinq satellites de chaque constellation, au-dessus de 15°.

Une des principales différences entre les deux constellations tient à l'utilisation de deux réalisations différentes, en temps et en espace, des référentiels internationaux.

En temps, GPS est fondé sur le temps UTC (USNO), C'est-à-dire le temps UTC tel qu'il est observé par l'Observatoire de la marine américaine, alors que GLONASS s'appuie sur la réalisation d'UTC par la Fédération de Russie : référentiels identiques, mais réalisations différentes.

Les différences GPS – UTC sont de l'ordre de 20 ns, en revanche, en novembre 1996 les différences UTC – UTCSU avoisinaient 8000 nanosecondes. Les opérateurs de GPS font en sorte que l'écart ne dépasse jamais 100 ans. En septembre 1996 la 85^e réunion du comité international des poids et mesures a recommandé que les systèmes de temps de tous les systèmes de navigation soient synchronisés modulo 1 seconde aussi près d'UTC que cela est possible, que les systèmes de référence militaires soient transformés pour se mettre en conformité avec la référence du service international de rotation de la terre ITRF, et que les récepteurs GPS et GLONASS soient utilisés dans tous les laboratoires de conservation des temps. Depuis GLONASS ne diffère d'UTC que de moins de 200 ns. Toutefois des différences subsistent, malgré toutes les marques de bonne volonté, tant dans le système de temps que dans le référentiel terrestre.

Pour les référentiels terrestres, l'intégration de GPS dans ITRF peut être considérée comme faite avec une marge de 10 cm, en sorte que l'impact en temps est inférieur à 1 ns, en revanche la situation est différente pour GLONASS dont le système de référence PZ-90 s'en écarte de 20 m et aucune relation précise n'est connue pour passer de PZ90 à ITRF, le seul moyen pour connaître les coordonnées GLONASS est de faire une moyenne d'une série de solutions de navigation, on ne peut compter que sur une précision de plusieurs mètres.

Lorsque GPS n'est pas affecté par les mesures d'accès sélectif (S/A) la précision des éphémérides diffusées est de 5 à 10 m, alors que les éphémérides de GLONASS sont précises à 15 ou 20 m. Les éphémérides disponibles en différé après quelques jours sur GPS sont précises au décimètre près, rien de semblable n'existe pour GLONASS.

S. DEINES : Corrélation apparente entre le systématisme en Y et les divergences des échelles de temps.

N d T : Cette contribution met en œuvre des notions fondamentales sur la définition des temps, d'où son intérêt.

Avant de parler d'un systématisme en Y il faut définir l'axe Y en cause :

Dans ce qui va suivre la direction Z à pour origine le satellite et comme direction le centre de la terre. Si on considère le plan défini par les centres du satellite, de la terre et du soleil l'axe X lui est perpendiculaire ; l'axe Y forme un référentiel direct avec les deux axes précédents.

L'observation des satellites permet d'analyser toutes les forces qui « perturbent » leur orbite képlérienne.

Pression de radiation solaire, comprise, sur des panneaux solaires mal orientés. Toutes ces forces ont été analysées, expliquées, mesurées sauf une qui a pour effet de perturber les orbites, dans le sens du déplacement des satellites, en les retardant. Les chercheurs ont envisagé toutes les causes possibles, y compris les plus improbables, mais le fait que tous les satellites, bien qu'ils soient de masse, de conception, et de fabrication différentes laisserait à penser que les écarts seraient de nature aléatoire, alors qu'ils sont tous identiques. On sait qu'une force peut être développée par l'accélération d'une masse, dans ce cas les différences de masse des satellites devraient faire apparaître des forces différentes, or il n'en est rien. En outre, une accélération agirait comme le carré du temps, or l'erreur est proportionnelle au temps : on sait que si une force appliquée est constante, on peut avoir :

$F = m \cdot x''$, cas qu'on vient d'envisager, mais aussi $F = b \cdot x'$, produit d'une résistance visqueuse b par une vitesse, enfin $F = c \cdot x$, c étant, alors, un coefficient de ressort. Il n'y aurait d'explication correcte qu'une résistance visqueuse ce qui ne peut être physiquement envisagé.

En revanche, une surprenante corrélation apparaît quand on compare une apparente décélération des satellites GPS et les divergences observées entre le temps universel (TU) et le temps atomique international (TAI).

Si le temps de référence s'écoule plus vite qu'il le devrait, le temps d'arrivée se produira plus tôt que le temps actuel. Par conséquent les prédictions-satellites via les éphémérides seront uniformément en avance des observations, alors une erreur d'échelle du temps de référence utilisé par GPS pourrait exister.

La plus ancienne base de conservation du temps, s'appuyait sur la rotation de la terre autour de son axe, c'est le temps universel (TU ou TU1 pour être plus précis). Le jour solaire réel varie constamment, les angles sous lesquels les rayons du soleil sont vus de la terre changent lorsqu'elle se déplace sur son orbite elliptique et inclinée. Le jour solaire moyen est établi à partir du jour sidéral moyen que met la terre pour faire un tour complet sur son axe, les repères n'étant pas le soleil, mais des astres tellement lointains qu'on les considère comme fixes.

Comme la rotation de la terre n'est pas uniforme, un temps plus précis peut être obtenu par l'observation des corps célestes en la comparant avec ceux déduits de la théorie. Cette méthode est assez comparable aux aiguilles d'une montre passant devant les chiffres du cadran, les positions observées ou éphémérides des corps célestes déterminent les temps des événements et par cela définissent une échelle des temps, à laquelle on se réfère comme le temps des éphémérides (TE). Ce temps est, évidemment, étroitement lié à la théorie en vigueur.

En 1957-1958 des études d'étalonnage ont précédé l'établissement du temps atomique international (T A I) pour définir la seconde. Depuis, on a constaté un glissement uniforme entre le temps universel (TU) et le temps atomique international (TAI). Les deux échelles correspondaient le 1er janvier 1958 à 0 h TU, depuis le TU se traîne à 31 secondes derrière le TAI.

Des sauts de secondes sont insérés les 30 juin et le 31 décembre quand cela est nécessaire pour tenir TUC à moins de 0,9 seconde de TU1 la divergence est de

0,784861 seconde par année tropique, ce qui représente 365,2421897 jours solaires moyens de nœud ascendant à nœud ascendant.

Alors qu'en navigation les positions sont déterminées d'après la rotation de la terre selon l'échelle TU, les positions GPS sont calculées d'après l'échelle TAI qui est plus précise. Les prévisions GPS sont donc en avance sur les observations GPS, c'est pourquoi il fallait inventer une force négative pour expliquer ce ralentissement.

L'auteur propose de lisser le temps universel et de recalculer les erreurs.

Changdon KEE et Doohee YUN : Un modèle de correction ionosphérique locale pour les utilisateurs de récepteurs GPS différentiels monofréquence.

L'idée générale est d'utiliser un récepteur bifréquence et de tirer les corrections ionosphériques de ses observations faites sur un très grand nombre de satellites sous différentes inclinaisons, pour, ensuite, les modéliser sachant qu'on estime l'altitude de la couche ionosphérique à 350 km.

On passe de la réfraction verticale à la réfraction inclinée selon le vecteur satellite-récepteur par une fonction de la distance zénithale seule. On traite la correction de réfraction ionosphérique verticale seule, en passant de l'une à l'autre en utilisant cette fonction.

Le modèle utilisé est un développement en harmoniques sphériques, avec pour paramètres la latitude géomagnétique du point de passage du vecteur récepteur-satellite au travers de la couche ionisée et l'heure locale de ce point en lieu et place de la latitude et de la longitude. Le développement est réduit à deux termes $m = 0, 1, 2, n = 0, 1$. les coefficients sont compensés par les moindres carrés et diffusés aux utilisateurs de récepteurs monofréquence.

Les auteurs font la distinction entre la correction à long terme, sur 24 heures et une perturbation de cette correction à court terme.

B4 - TOPOGRAPHIE ET GÉODÉSIE 2

Janusz B. ZIELINSKI, Anna SWIATEK, Ryszard ZDUNEK : Un système de référence par GPS pour l'étude des changements du niveau de la mer.

L'application se fait sur le cas de la mer Baltique, trois campagnes ont été faites en 1990, 1993, et 1997.

l'intérêt de l'utilisation de GPS tient en ce que tout changement du niveau de la mer constaté sur un marégraphe ou un médimarémètre peut avoir deux causes indiscernables : le mouvement du socle continental ou le mouvement du niveau moyen de la mer (Voir : XYZ 1997-4, Robert VINCENT : Il y a 100 ans le marégraphe de Marseille).

Toutefois il est montré que se référer, comme le fait GPS, au centre des masses de la terre revient peut-être à reporter un peu loin le référentiel de la Baltique, dont les côtes elles-mêmes ne peuvent servir de repère puisqu'elles sont instables, les auteurs proposent de se rapporter au socle européen tel que défini par EU REF et ETRS qui sera la réalisation d'un référentiel Européen EU VN.

*V. ASHKENAZI, A. H. DODSON
T. MOORE et G. W. ROBERTS :*

Le suivi des mouvements des grands ponts par GPS.

Il s'agit de l'étude des mouvements de deux ponts suspendus sous les effets du vent par DGPS. Le bruit de fond est de l'ordre de 2 à 3 mm il ne peut être distingué d'une situation stable. Il est étudié les déplacements verticaux, latéraux et longitudinaux des ouvrages, ceux-ci sont de l'ordre de plusieurs mètres. Les appareils ont aussi été placés sur les pylônes portant les câbles. Bien que quelques « anomalies » n'aient encore pu être attribuées soit aux mouvements soit aux erreurs de mesure, les auteurs en concluent que GPS est utilisable pour assurer le suivi des mouvements des grands ponts.

*J-Paul COLLINS et Richard B LANGLEY :
L'estimation du retard troposphérique résiduel en GPS différentiel aéroporté.*

Lorsqu'on utilise des récepteurs bifréquence et qu'on parvient à éliminer presque totalement la réfraction ionosphérique, l'erreur commise sur le retard ionosphérique résiduel sur les doubles différences devient la principale source d'erreur. Cette erreur peut atteindre plusieurs centimètres.

Rappelons que la troposphère n'étant pas un milieu dispersif il n'est pas possible d'appliquer à cette erreur les solutions qui permettent si bien d'éliminer la réfraction ionosphérique.

Une caractéristique importante de cette contribution tient à son application à la photogrammétrie ou à la gravimétrie aéroportée.

Aux deux termes d'une base, pas trop longue, les conditions d'observation sont géométriquement trop voisines, même si les conditions météorologiques y sont très différentes, pour connaître séparément les deux retards. En revanche, si on se fixe un retard troposphérique standard à une des deux stations d'une base il est plus facile d'estimer la différence de retard de la seconde station.

En bref, les valeurs absolues sont inaccessibles alors que leur différence le devient, si on fait les mesures météorologiques, en temps réel ; à la station fixe.

Il apparaît essentiel, pour obtenir une modélisation correcte de différence de retards, d'avoir des mesures à des inclinaisons de moins de 10° (NdT : ce qui est facile en avion où on peut faire des observations sous l'horizon). Sans ces précautions opératoires, et les traitements préconisés par les auteurs, il paraît très difficile de réduire cette erreur à moins de 10 cm.

C4 - LES POLITIQUES GLOBALES CONCERNANT GNSS, GPS, ET GLONASS.

*Karl L. KOVACH et Karen L. Van DYKE :
GPS dans dix ans.*

Après un vaste rappel de la situation passée de GPS, les auteurs tentent une prévision sur son devenir d'ici à dix ans, tout en restant dans le cadre nécessairement restreint de ce qui est connu aujourd'hui.

Ce délai, en dehors du fait qu'il constitue un compte rond, paraît dicté par la directive de décision présidentielle du président des États Unis qui a dû prendre des leçons chez la Pythie, en déclarant en 1996 :

« Nous avons l'intention de ne pas continuer l'accès sélectif au cours de cette décennie », les auteurs en concluent que l'accès sélectif sera supprimé avant dix ans, si le Monde reste en paix.

Ils poursuivent en évoquant la certitude qu'une seconde fréquence civile sera installée et que ce sera le code en clair (C/A) qui sera installé sur L2 ; essentiellement pour les besoins de l'Aviation Civile, bien entendu tous les utilisateurs de GPS en profiteront.

Pour la même raison, ils prévoient que des lancements opportuns de satellites seront effectués pour « boucher » les zones d'ombre » où la réception est mauvaise.

De même, ils prévoient une amélioration notable de la précision sur les mesures de code, à moins de 1,90 m après 2007. Ce qui offrira une nouvelle jeunesse aux méthodes de lissage de code par la phase, et, par conséquent, l'accès à la détermination des ambiguïtés entières par ce moyen fort simple.

Ils prévoient le maintien en orbite de plus de 24 satellites en sorte que le nombre de 24 soit assuré même en cas de défaillance de l'un d'entre eux.

En matière de navigation, surtout aérienne, et sur le plan militaire, qui sont largement développés, les auteurs regrettent que les tendances actuelles reviennent à mettre « tous ses œufs dans le même panier ».

A5 - APPLICATIONS TERRESTRES

Jingjun GUO : Recherche sur les déplacements et les fréquences propres des grands bâtiments sous les effets de vents violents par GPS.

L'application est faite sur la Tour DIWANG construite dans la ville de SHENZHEN en Chine du sud qui comprend un bâtiment de bureaux de 324,95 m de hauteur. Sa section forme un rectangle dont les petits cotés sont en demi-cercle.

Les mesures ont été faites à l'aide d'un récepteur fixe bifréquences au voisinage du bâtiment étudié et des récepteurs identiques placés sur le bâtiment étudié lui-même.

Les mesures ont été faites au cours d'un cyclone le 9 septembre 1996, les déplacements maximaux ont été de 10,7 cm dans le sens E-O et 7 cm dans le sens N-S, à ces déplacements d'ensemble se superposaient de petites ondulations plus fréquentes de respectivement +/- 17 mm, et +10 mm.

L'auteur se plaint des effets des multitrajets, il note que la cadence de réception doit être supérieure ou égale à 10 Hz et que le nombre des satellites observés doit être supérieur ou égal à six avec un GDOP compris entre 2 et 3. Enfin, les logiciels de calcul du commerce sont impuissants à traiter des mesures faites à une telle cadence, il faut donc rédiger le sien propre.

Les enregistrements des déformations ont été traités en analyse de Fourier afin de déterminer le spectre de fréquence des vibrations : les plus petites fréquences sont de 0,2 Hz (cycle de 5 secondes).

Le bâtiment est plus rigide que prévu, en revanche, son amortissement doit être plus important que celui escompté, ce qui fait que sa fréquence propre mesurée correspond à celle qui était prévue dans les calculs.

B6 - RESOLUTION DES AMBIGUÏTÉS ET LOCALISATION CINÉMATIQUE.

René GOUNON et Jean-Pierre BARBOUX : La technique KART de Dassault Sercel NP étendue aux réceptions bifréquences :

De nouvelles applications sont possibles.

Cet article est cité pour mémoire, car les lecteurs de XYZ en ont eu connaissance, les premiers, dans le n° 73 (1997-4) page 33.

B. FORSELL, M. MARTIN-NEIRA, R. A. HARRIS : Résolution des ambiguïtés de phase dans GNSS2.

Il s'agit de la suite de la communication de RR. HATCH « The promise of a third frequency » : GPS World mai 1996 qu'on avait évoquée dans XYZ N° 71 1997-2, et du développement de cette idée.

L'agence spatiale européenne (ESA) étudie, en vue du lancement de satellites européens civils, les potentialités de l'utilisation de trois fréquences d'émission judicieusement espacées. Il s'agit de la description préliminaire, en vue de sa validation expérimentale, de la méthode des trois porteuses (TCAR).

Cette méthode est simplement une extension de la méthode bien connue de la voie large. Les trois porteuses sont espacées de telle sorte que leurs différences de fréquences forment une progression régulière. Les deux fréquences « extérieures » forment un « chemin large » conventionnel, alors que les deux fréquences les plus voisines forment un chemin « super large ». Dans la mesure où le bruit et les systématismes entre les échelons sont suffisamment petits, l'entier d'ambiguïté à chaque étape du calcul peut être estimé à l'aide de la pseudodistance de l'étape précédente.

Le calcul se fait en quatre étapes :

1^{ère} étape

On estime la pseudodistance par le code de f1. Ceci forme le terme de référence (ref) qui est une forme biaisée de la distance géométrique réelle avec des facteurs d'erreurs et des systématismes résiduels. Les systématismes de ref se propagent jusqu'à la dernière étape, où elles sont éliminées (NdT : On n'a vraiment pas compris pourquoi on ne les élimine pas tout de suite, il peut s'agir d'une obscurité dans la rédaction).

$$pd = ref + erreurs$$

2^e étape

Des mesures de phase sur les porteuses sont faites sur f1 et f2, avec un oscillateur de référence commun. En prenant la différence, en termes de cycles, entre les deux phases, phase 12, chacune exprimée dans sa propre fréquence soit f1 ou f2, on peut former une pseudodistance en termes de longueurs d'onde N12, à la fréquence de « la voie super large » f_{12} , avec $f_{12} = c/112$ et $f_{12} = f_1 - f_2$. Le terme « super large » indique que, si les deux fréquences f1 et f2 sont voisines, la longueur d'onde N12 sera très grande par rapport aux longueurs d'ondes N1 ou N2. Il est alors plus facile, avec une estimation un peu imprécise de la distance géométrique de calculer l'entier d'ambiguïté N12.

Si distance = pd = N12. (N12 + phase 12), si N12 est un entier.

On calcule $N12 = \text{arrondi de } (pd/112 - \text{phase } 12)$.

3^e étape

On recommence comme à l'étape 2, mais en utilisant une valeur plus proche de la vérité que la pseudodistance pd , mais cette fois-ci avec la combinaison $f1-f3 = f13$, et $113 = c/f13$, c'est la « voie large » :

On calcule $N13 = \text{arrondi de } (N12 + \text{phase } 12) \cdot 112/113 - \text{phase } 13$.

4^e étape

La mesure de phase sur 11 permet d'estimer le nombre de cycles entiers de $f1$ soit $N1$:

On calcule $N1 = \text{arrondi de } (113/11 \cdot (N13 + \text{phase } 13) - \text{phase } 1)$.

Enfin distance = $(N1 + \text{phase } 1)$. Il, après estimation des erreurs de réfraction ionosphérique, ce qui est facile car ce qu'on pouvait faire avec deux fréquences est encore plus facile avec trois.

Il ne reste que les erreurs de modélisation de réfraction troposphérique qui doivent rester inférieures à la moitié de 11, soit environ 10 cm, ce qui paraît facile.

Ces idées devraient être concrétisées par des essais sur satellites.

Il s'agira de trouver trois créneaux radioélectriques, ce qui est une toute autre histoire...

LA PHOTOGRAMMETRIE NUMERIQUE EVOLUE...

C.H.S. remercie les 3 000 internautes qui ont visité son site

www.chs-carto.fr

en décembre 1997

Continental Hightech Services
370, avenue Napoléon-Bonaparte
92500 Rueil-Malmaison
Tél. 01 47 51 57 47

Zeiss.

Liberté de choix. Liberté en Topographie.

Carl Zeiss présente une autre première mondiale : Elta® S, la station totale avec le viseur global unique le Quick-Lock. Ce système rétablit le pointé sur le prisme requis. Mais l'Elta® S ne se contente pas seulement de cela : son système de fin pointé automatique FineLock se centre précisément, même sur la plus petite des cibles, en quelques secondes. Utilisé ensemble avec l'unité de contrôle RecLink-S, il vous laisse libre d'organiser les procédures, et même de travailler avec vos propres méthodes. En ajoutant le système SearchLight, une aide à la recherche de la cible par mauvaises conditions atmosphériques, et le système Position-Light, l'outil rapide pour orienter le porte-prisme lors des

implantations, vous obtenez ainsi un système intelligent de solutions d'ensemble. Sélectionnez les fonction de vos besoins d'aujourd'hui avec les options vous, ou vos im-geants. Essayez de sembler. possibilités en de mise à jour pour demain. Comme pératifs, ils deviendront plus exi-l'Elta® S : la première station totale au monde avec un système de viseur de prisme global. Le système qui vous laisse mesurer ce que vous voulez, de la manière dont vous voulez.

Les nouvelles stations totales orientées Systèmes Carl Zeiss :
Elta® S 10 1" et 1 mm + 2 ppm
Elta® S 20 3" et 2 mm + 2 ppm

Qualité certifiée suivant norme DIN ISO 9001 / EN 29001



Présent à l'A.G. de la Fédération des Géomètres-Experts à Paris, les 23 et 24 janvier



Carl Zeiss France S.A.

Division Géodésie

F-78230 Le Pecq

Tel.: ++33-1-34 80 20 03

Fax: ++33-1-34 80 20 01

E-mail: cabane!@zeiss.fr

Systèmes Géodésiques Zeiss. Pour avoir de bonnes cartes en main.

S.H.O.M.

observation systématique du niveau de la mer

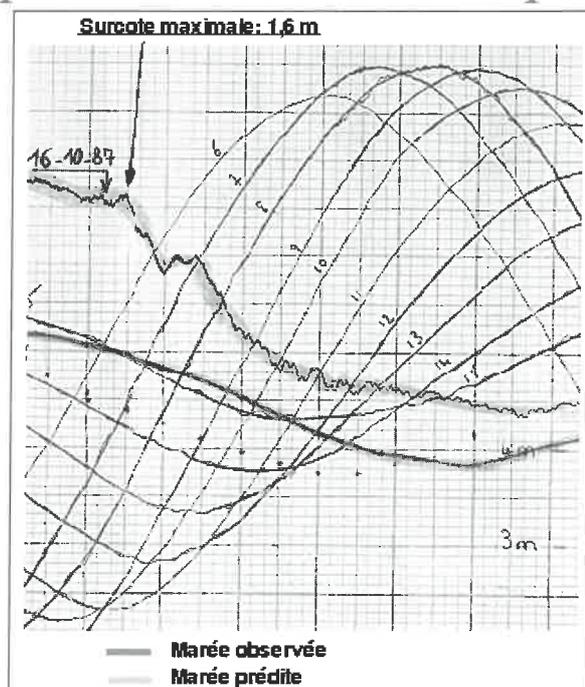


Fig. 1 – marégramme
enregistré
le 16 oct. 1987
à Brest

Serge Allain – Ingénieur des Études et Techniques de l'Armement
Service Hydrographique et Océanographique de la Marine

INTRODUCTION

La marée influence la vie quotidienne de milliers de personnes, des navigateurs aux simples baigneurs. La marée intéresse aussi les scientifiques qui travaillent sur les phénomènes marins.

La marée dont le marnage peut atteindre les 14 mètres dans la baie du Mont-Saint-Michel est générée par l'action de l'attraction gravitationnelle de la Lune et du Soleil à la surface de la Terre. Les déplacements des ondes de marée sont aussi influencés par la forme du plateau continental et de la côte.

On peut prédire la marée en un lieu lorsque, après l'avoir observée assez longtemps, on détermine les ondes élémentaires qui la composent, mais la variation du niveau de la mer ne se limite pas à la marée prédictible. Les mers sont soumises en permanence à des forces diverses périodiques ou aléatoires. En particulier, l'atmosphère et l'océan sont deux milieux en interaction permanente. Les vents, les tempêtes provoquent des surcotes, qui peuvent être lourdes de conséquence (Pays-Bas 1953, Bretagne, octobre 1987). Les tremblements de Terre sous-marins peuvent créer des ondes qui provoquent les tsunamis. Les pays du Pacifique ont mis en place pour prévenir les populations riveraines un réseau d'alerte centralisé par l'université de Hawaï.

Au delà de ces variations quasi-immédiates et ponctuelles, on a déterminé par l'étude des observations de longues durées (la France dispose de la plus longue série d'observations dans le Monde, à Brest depuis 1806), une augmentation de l'ordre de 1 à 2 mm par an du niveau moyen des océans.

L'étude des variations du niveau de la mer, la description des phénomènes marins, même statistiques est essentielle. Cet article présente les objectifs du programme d'observation continue du niveau de la mer mis en place par le SHOM.

Les raisons d'observer les variations des hauteurs d'eau sont bien plus nombreuses qu'il n'y paraît au premier abord. Outre la nécessité d'assurer la sécurité de la navigation (détermination des composantes harmoniques pour des prédictions de marée fiables et précises, réduction des sondages bathymétriques, ...), ces mesures sont tout aussi indispensables, pour l'étude des variations du niveau moyen des océans et de l'évolution des conditions océano-climatiques, pour l'exploration et la calibration des mesures altimétriques et de façon plus directe pour les études statistiques des niveaux extrêmes en un point donné (décotes – surcotes). Ces différents objectifs ne peuvent être atteints que si les observations de niveau de la mer sont suffisamment précises.

Pour répondre à ces exigences de qualité exprimées par les usagers des informations nautiques, les autorités portuaires et les scientifiques, le SHOM a entrepris de mettre en place un réseau d'observatoires de marée d'une nouvelle génération : les Marégraphes Côtiers Numériques (MCN). Depuis 1992, six ports français en sont dotés : Dunkerque, Le Havre, La Rochelle, Brest, Cherbourg et Le Conquet. Quatre autres vont être sous peu placés à Calais, au Crousty, à Toulon et Marseille. De nombreux autres ports ont été contactés et sont intéressés par ce projet national.

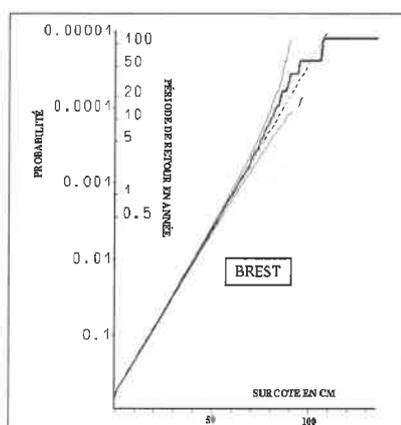
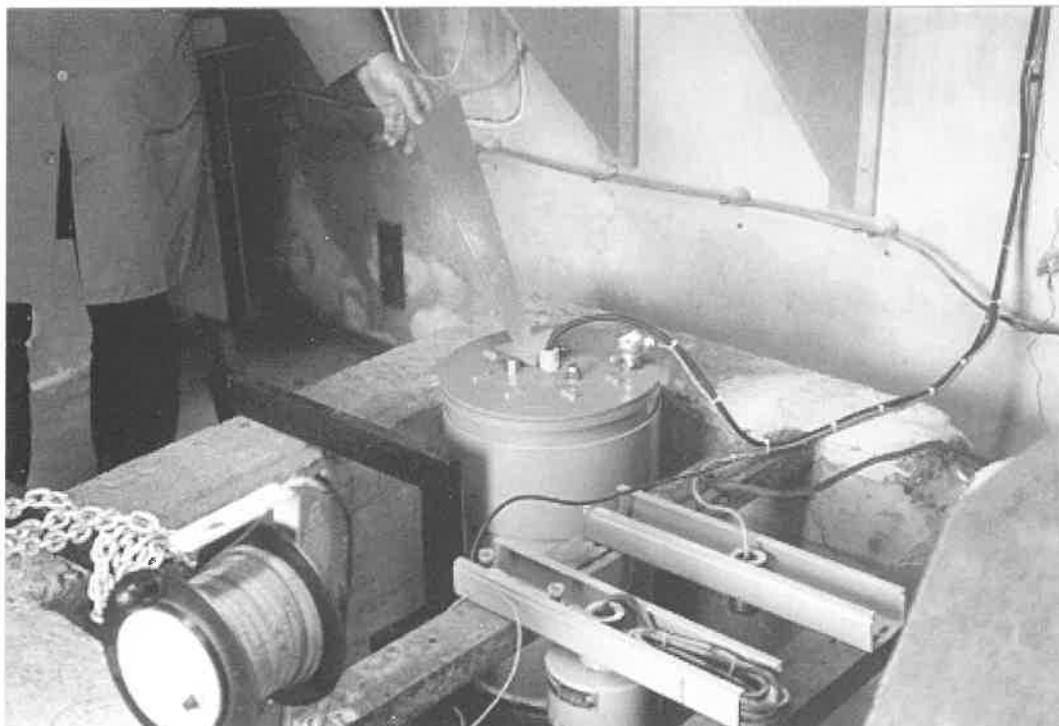
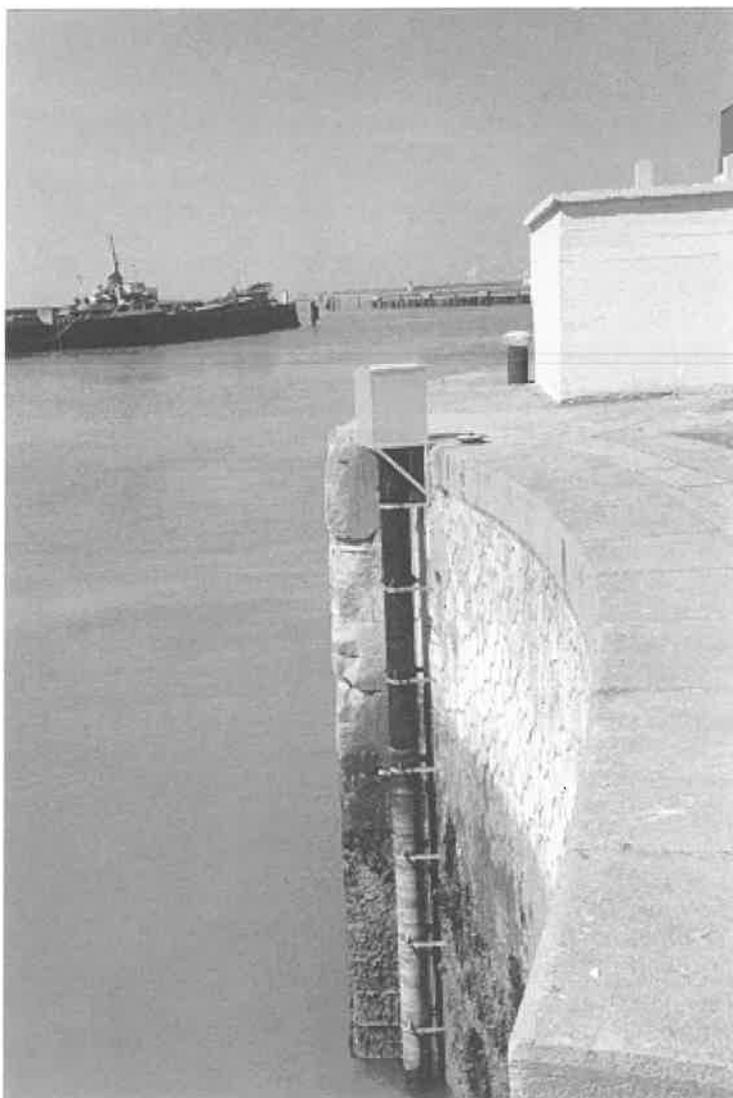


Fig. 2 – extrait du rapport sur la statistique
des niveaux extrêmes le long des côtes de France



*À l'observatoire de Dunkerque,
le transducteur ultrasonore du MCN est placé
dans un tube en PVC
en parallèle du capteur du marégraphe
du port autonome toujours en fonction.*



*À l'observatoire de La Rochelle,
le capteur ultrasonore est placé dans le boîtier jaune,
le tube en polyéthylène haute densité sert à filtrer
la houle et de guide à l'onde émise par le transducteur ;
la centrale d'acquisition est installée
dans un abri annexe
éloigné d'une vingtaine de mètres.*

LES MARÉGRAPHES CÔTIERS NUMÉRIQUES

La technique employée par les MCN est basée sur la mesure de tirant d'air par ultrasons.

Le MCN est équipé d'un transducteur ultrasonore ; ce transducteur, placé au-dessus de la surface de l'eau, émet un court train d'impulsions (40-50 kHz) et détecte le signal réfléchi. Le temps écoulé entre l'émission et la réception du signal est traduit en hauteur d'eau ; la variation de cette hauteur d'eau est liée directement à la marée.

Le transducteur est placé dans un puits de tranquillisation ou dans un tube extérieur (voir photo, observatoire de La Rochelle). Ce puits ou ce conduit permet de filtrer la houle et le clapot. Ils servent aussi de guide d'onde et évitent à l'onde ultrasonore d'être perturbée par les flux d'air (vent).

Le MCN enregistre une mesure moyenne périodiquement, toutes les 10 minutes. Ces données sont stockées dans une centrale d'acquisition, puis retransmises régulièrement par modem, via le réseau téléphonique, vers l'Établissement Principal du SHOM basé à Brest et/ou vers les autorités portuaires intéressées par ces données pour leurs propres usages (réduction de sondage hydrographique).

Par ailleurs, il est possible de placer en parallèle à la centrale d'acquisition en sortie du transducteur un répéteur d'information qui permet l'affichage des hauteurs observées en continu et en temps réel ou l'envoi de cette information via un système VHF vers des navires

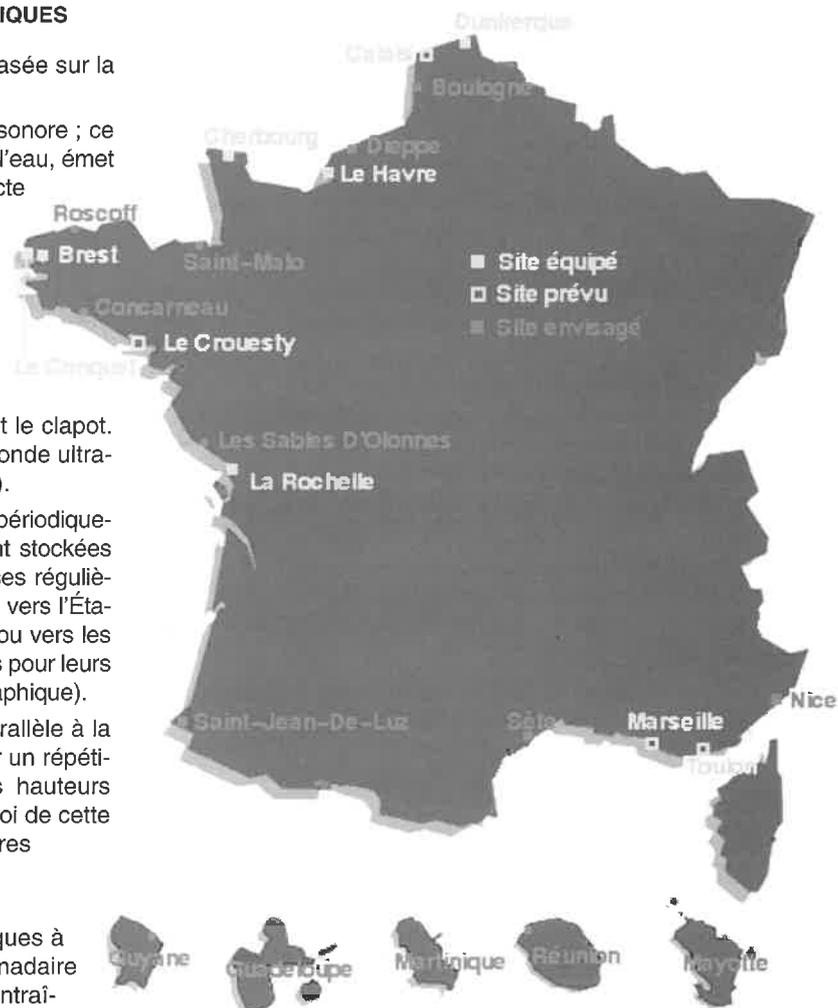
Ce marégraphe à enregistrement numérique permet de diminuer la fréquence des contrôles par rapport aux marégraphe classiques à flotteur. Il évite aussi le changement hebdomadaire des marégrammes (avec les erreurs qu'ils entraînent) et de leur expédition périodique vers l'EPSHOM.



La centrale d'acquisition MCN-HT200 et son armoire de commande

Un partenariat avec le SHOM au-delà de l'installation d'un observatoire permanent.

Le partenariat entre les autorités portuaires et le SHOM se veut équilibré. Il permet aux ports d'avoir accès à des données fiables et de connaître et afficher la hauteur d'eau en temps réel, tandis que le SHOM recueille des données de bonne qualité au bénéfice de tous et en particulier des usagers des ports concernés à travers la qualité des informations nautiques.



Le réseau MCN actuel et futur

Les services ou études proposés par le SHOM sont de plusieurs niveaux :

- recueil des séries temporelles d'observation de la marée, utiles lors de sondage ou de dragage ;
- prédictions de marée fiables grâce à des logiciels de prédiction performants et par la détermination la plus fine possible des composantes harmoniques ;
- études spécifiques relatives aux surcotes et décotes ;
- aide technique ou d'expertise relative à la détermination des niveaux de référence ;

Pour en savoir plus sur la marée, des explications plus détaillées sont placées sur le Serveur Internet du SHOM : <http://www.shom.fr>.

Bibliographie — Référence

1. Rapport d'étude « Statistique des niveaux marins extrêmes le long des côtes de France » par Bernard Simon. 001/94 SHOM ;
2. guide technique sur la marée, EPSHOM/CH/GG, 1997 ;
3. serveur Internet du SHOM ; adresse URL : <http://www.shom.fr>
4. guide du SHOM : "la marée".

5. Annexe :

Que sont les surcotes et les décotes ?

Les surcotes et décotes sont les différences entre la marée prédite et la hauteur d'eau observée. Les surcotes sont des différences positives (plus d'eau que prévu), les décotes des différences négatives (moins d'eau que prévu).

Les décotes et surcotes sont causées essentiellement par la météorologie ; une dépression provoquant un effet de surcote et un anticyclone provoquant un effet de décote.

Il est aujourd'hui possible de déterminer les périodes de retour et les probabilités d'observation de ces niveaux exceptionnels. Ces données statistiques permettent de déterminer la cote des plus hautes mers et indirectement la limite des domaines terrestre et maritime.

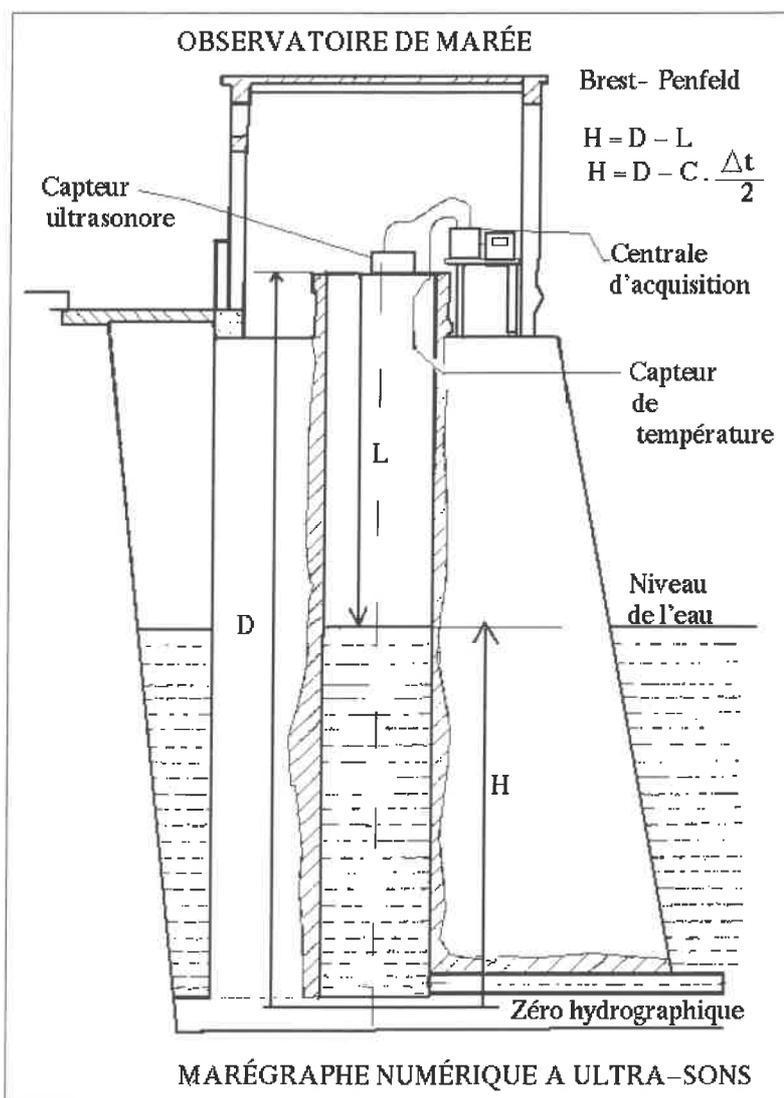
La période de retour est la période pour laquelle on a observé en moyenne une fois la hauteur d'eau donnée sur une longue durée de mesures.

La probabilité d'observation des surcotes est la probabilité d'observer une hauteur supérieure à la surcote (par exemple, une chance sur 100 d'avoir une surcote supérieure à 50 cm à Brest).

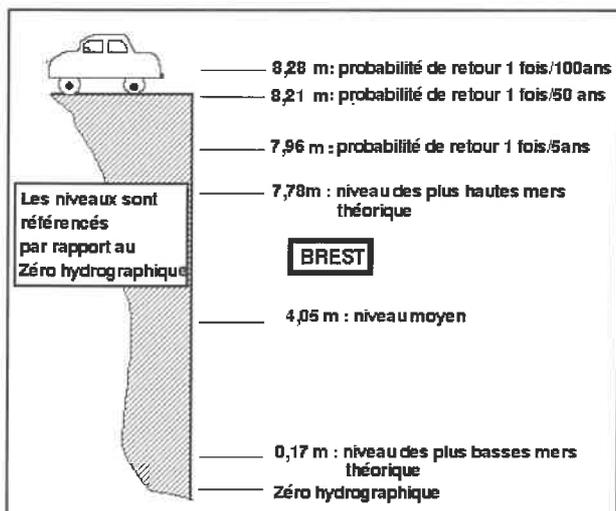
On a vérifié, hors zone d'estuaire, que la probabilité d'observation des surcotes est indépendante des hauteurs d'eau prédites.

La probabilité d'observation portant sur les hauteurs d'eau est la probabilité d'observer une hauteur de Pleine Mer supérieure à une valeur donnée (par exemple, une chance sur 100 d'observer une hauteur supérieure à 7,8 m à Brest).

La probabilité d'observer une Pleine mer supérieure à une valeur donnée est la combinaison de la probabilité d'avoir une hauteur d'eau prédite (marée) et de la probabilité d'observer une surcote donnée. Cette combinaison est le résultat, non pas d'une simple sommation de ces deux probabilités mais le calcul d'un produit de convolution.



L'observatoire de Brest a été le premier équipé. Le MCN installé utilise les infrastructures existantes de l'observatoire traditionnel de marée du SHOM à Brest-Penfeld, mais d'autres types d'installations sont envisageables selon les situations existantes



Extrait du rapport sur la statistique

Des niveaux extrêmes le long des côtes de France

Les résultats de ces études sont statistiques et sont d'autant mieux estimés que la durée d'observation est longue.

Certains événements exceptionnels tels que l'ouragan d'octobre 1987 échappent aux statistiques. La surcote de 1,6 m observée à Brest cette nuit du 16.10.1987, en est un exemple probant. Elle dépasse de plus de 50 cm la surcote plausible tous les 100 ans. La situation de morte-eau (faible marnage) qui régnait ce jour-là a limité son impact mais une situation similaire pour un coefficient de 115 à Brest et une pleine mer prédite de 7,5 m aurait provoqué une pleine mer d'environ 9,1 m (référéncé par rapport au zéro hydrographique) soit plus de 80 cm du niveau probable tous les 100 ans.

La violence de cette tempête était un événement d'une ampleur qui fut, malgré le choc affectif relayé par la presse, totalement sous-estimé.

AVOIR 2 HEURES DE RETARD TOUS LES MATINS.



*Avec la fonction servo du
Geodimeter System 600,
vous serez 30% plus productif.*

QUE DIRIEZ VOUS DE RENTRER CHEZ VOUS APRES DEJEUNER TOUS LES JOURS ?



*Equipez votre
Geodimeter System 600
de la fonction AUTOLOCK,
et vous serez 50% plus productif.*

POURQUOI ALLER TRAVAILLER TOUS LES JOURS ?



*Equipez votre
Geodimeter System 600
de la fonction robotique,
et vous serez 80% plus productif.*

Geotronics is now



Spectra Precision S.A., Groupe Spectra-Physics,
Z A de Courtaboeuf - BP 28, 2 av. de Scandinavie, 91941 LES ULIS CEDEX
Téléphone 01 69 18 63 63 Télécopie 01 69 18 63 60
Internet: <http://www.spectraprecision.com>

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

Fable aquatique

L'aigrette et le bathymètre

Une aigrette que la faim guette,
Du fleuve arpente le cours.
"L'onde est trouble, même le jour,
et sa profondeur m'inquiète.
Dans la vase le ver s'est niché
où mon bec ne peut le trouver."
Un bathymètre passait par là,
Avisé la belle et dit "Hola,
Bec et pattes ne savent montrer
Ce que cartographie peut révéler.
Vieux capteurs dois remplacer
Nouvelles méthodes dois adopter."
L'oiseau, loin d'être sot
Se gratte la tête un court instant,
Puis convient qu'il est grand temps
De revoir ses moyens hydro.

Enfin... presque tous.



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

Distributeur officiel des marques Applied Acoustic Engineering Benthos, Trimble, Odom Hydrographic Systems, C-Max, Trittech International, Ore International, Woods Hole Instruments.

téléphone 01 69 91 43 43
mobile 06 07 44 07 31
télécopie 01 69 91 43 44



Samy Youssef
ingénieur au SHOM

(Chef de la division production carte électronique)

la carte électronique au Service Hydrographique et Océanographique de la Marine

Si l'informatique est aujourd'hui présente dans presque tous les domaines d'activités, le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM), comme la plupart de ses homologues Étrangers, ne fournit aujourd'hui des cartes marines que sous forme papier. L'intérêt d'outils informatiques pour la navigation est cependant nettement perçu ; aussi, la communauté hydrographique internationale, dont le SHOM, s'est elle depuis plusieurs années investie dans un projet de carte électronique, baptisé ECDIS. ECDIS est un sigle anglo-saxon pour « Electronic Chart Display and Information System » ou système de visualisation de carte électronique et d'information. Initié il y a maintenant plus de dix ans, ce projet doit se concrétiser en 1998 pour les usagers.

LA NÉCESSITÉ DE MODERNISER LES OUTILS DE NAVIGATION...

La navigation internationale a bien évolué : intensification du trafic, tirants d'eau plus importants et faible manœuvrabilité pour de nombreux navires, transportant parfois des matières dangereuses pour l'environnement, apparition de navires à grande vitesse et enfin réduction des effectifs, qui se traduisent par des tâches de plus en plus lourdes pour le chef de quart. Pour répondre à ces nouveaux besoins, le concept d'ECDIS a été mis au point.

Dans les années quatre-vingt, l'idée a fait son chemin d'afficher sur un écran l'image de la carte marine conjointement à la position du navire, fournie par un système de positionnement tel qu'un GPS. Les industriels mirent alors sur le marché les premiers systèmes de ce type.

Conscients des dangers inhérents à une cartographie sur écran et l'illusion de facilité qu'elle génère, l'OMI et l'OHI ont défini pour l'ECDIS un certain nombre de normes. Ces normes assurent l'existence légale du système qui devient alors l'équivalent des cartes marines officielles. En 1995, l'OMI a défini officiellement l'ECDIS.

LE CONCEPT D'ECDIS

Si les systèmes à base de carte scannée (rastrées) sont aujourd'hui assez répandus sur les navires de pêche et de plaisance, leurs limites ont été rapidement ressenties.

La première de cette fonctionnalité est bien sûr l'affichage intégré de la cartographie et de la position. La symbolique et les couleurs utilisées sont fortement réglementées par la norme S-52 de l'OHI. (cf. écrans 1, 2 et 3)

Peut-être moins attentif qu'à une carte papier, le navigateur doit également être averti par l'ECDIS des dangers et des dysfonctionnements du système. Prenant en compte le tirant d'eau du navire, l'ECDIS déclenche alarmes et indicateurs à l'approche des hauts fonds, ou des zones à réglementation particulière.

L'ECDIS comprend un logiciel offrant ces fonctionnalités, présentées sur une console, et reçoit en entrée des données cartographiques appelées ENC (Electronic Navigational Charts), ainsi que la position fournie par un système automatique. L'ECDIS peut, de façon optionnelle être connecté à un radar, de façon à recalculer la position ou gérer l'anticollision sur le même écran que la carte.

(cf. schéma page suivante)

Sur l'écran de l'ECDIS, divers affichages sont possibles pour une même carte



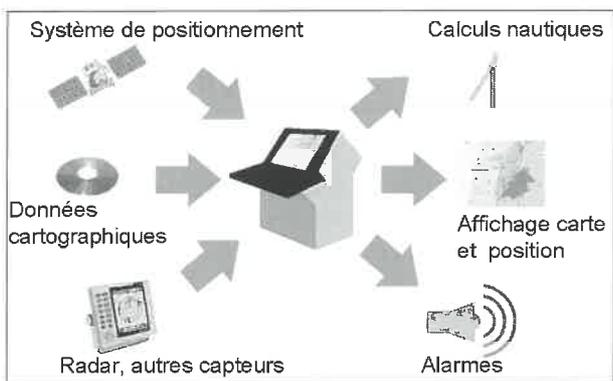
Écran 1



Ecran 2



Ecran 3



DES DONNÉES COMPLEXES

Pour obtenir de l'ECDIS les fonctions citées plus haut, les données cartographiques sont dans un format de type dit « vecteur topologique » : le format S-57 de l'OHI. La « carte » utilisée dans l'ECDIS est en réalité une base de données géographique structurée qui peut être interprétée de façon dynamique. À partir d'un affichage simplifié, l'utilisateur peut accéder par simple requête à l'information détaillée sur un objet de la base de données : caractéristique d'un phare, réglementation d'une zone, qualité de l'information bathymétrique, etc.

UNE BASE DE DONNÉES MONDIALE POUR ECDIS

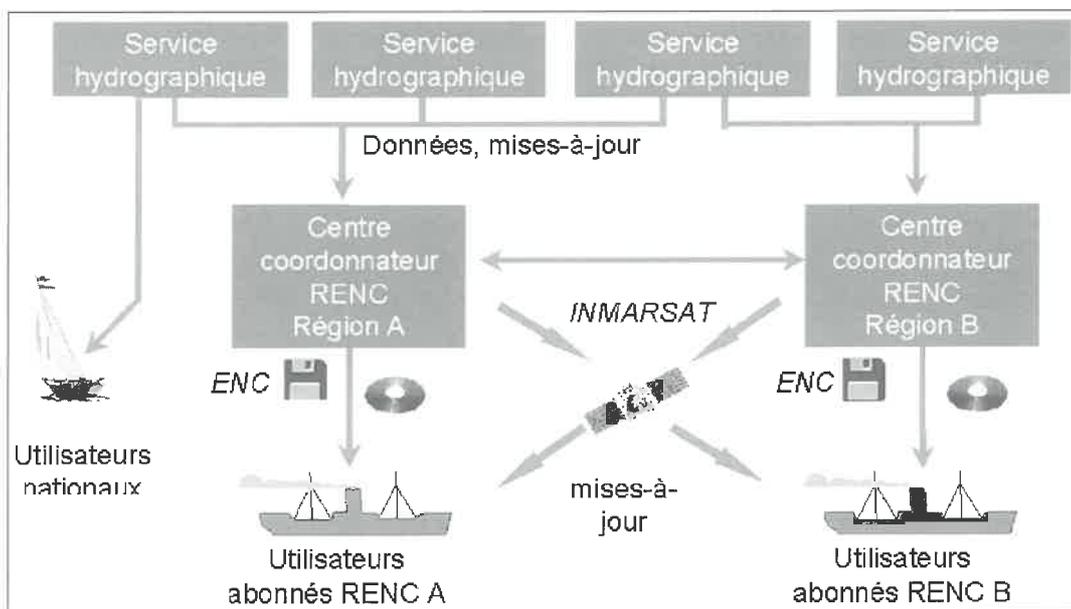
Définies dans un contexte international, les données pour ECDIS sont diffusées selon un schéma particulier. Elles sont produites par les services hydrographiques officiels, puis regroupées dans une base de données mondiale et diffusées via des centres régionaux appelés « RENC » (Regional ENC Center). Les mises à jour périodiques sont diffusées via le réseau de télécommunications maritimes Inmarsat.

DU PROJET À LA CONCRÉTISATION

Depuis plusieurs années, les services hydrographiques, dont le SHOM, ont participé au développement des normes relatives à l'ECDIS, mais ont dû également mettre en place des systèmes de production d'ENC. La production opérationnelle des ENC a débuté en fin 1997 pour les services les plus avancés, dont le SHOM.

Alors que les industriels achèvent la mise au point des systèmes embarqués ECDIS, les services hydrographiques produisent les premières ENC, et le premier RENC, créé pour l'Europe, s'apprête à les diffuser en 1998.

**EP SHOM, 13 rue du Chatellier BP 426 — 29275 BREST CEDEX ; téléphone : 02 98 22 03 24 ; e-mail : youssef@shom.fr ; serveur Internet: http://www.shom.fr*



l'art de digitaliser

Alain Bouvet

ingénieur conseil

Techniques infographiques

PROCÉDÉS DE NUMÉRISATION

La scannerisation et la digitalisation sont les procédés les plus connus pour numériser une image ou un plan. Les scanners commencent à pénétrer chez les particuliers, et ce procédé est probablement le mieux compris du fait de son mode d'emploi proche de la photocopie. L'utilisateur sait que s'il veut modifier l'image il doit agir après coup au moyen de logiciels spécialisés.

La digitalisation reste encore confinée chez les professionnels. Ce que l'on en sait généralement se résume à ceci :

L'instrument est une table qui renferme un réseau de fils relié à un ordinateur, ainsi capable de connaître la position sur cette table d'un curseur spécial tenu par l'opérateur. En suivant un tracé avec le curseur l'opérateur va envoyer des séquences de couples X-Y repérés par rapport à la table. En appliquant une formule de transformation de coordonnées, après ou en cours de digitalisation, on obtient un plan ou un graphique dans le système de coordonnées que l'on veut.

Les différences avec le scanner sont nombreuses. L'opérateur peut choisir ce qu'il numérise, tel trait et pas tel autre ; il peut indiquer la nature des tracés, ceci est un mur, cela est un trottoir, etc., enfin il peut lire les textes et les rentrer sous une forme « Texte ». Ainsi le procédé introduit une certaine intelligence et pour la majorité des utilisateurs la digitalisation est donc une copie informatisée intelligente.

PRATIQUE DE LA DIGITALISATION EN CARTOGRAPHIE

Intelligence peut-être, mais d'abord copie.

Ce qui signifie que si un plan à digitaliser est faux, la copie digitalisée répercutera fidèlement toutes les erreurs, même si on le sait auparavant. La majorité des bases de données de plans de rues utilisées par les mairies, EDF, etc. sont constituées à partir de plans digitalisés, quelquefois justes, souvent passablement faux.

La façon dont ces plans sont digitalisés pour être numérisés en coordonnées géographiques est la suivante :

- Le géomètre relève un canevas de points remarquables sur le terrain ; 50 points au kilomètre sont un chiffre courant.

- Le digitaliseur effectue un calage de chaque plan sur par exemple 3 à 10 points et applique la méthode dite des "moindres carrés", dont la principale vertu est de permettre des calculs faciles.

Cette méthode permet d'installer le plan à peu près au mieux dans l'espace des coordonnées géographiques, ce qui est l'opération de calage, et fournit en plus une mesure de précision de l'ensemble du plan. On peut connaître les écarts entre les futures positions digitalisées des points du canevas qui ont servi au calage et leur position mesurée sur le terrain.

On se fixe un seuil de rejet du plan, par exemple 40 cm, ce qui signifie que si un écart constaté dépasse 40 cm le plan sera rejeté. Les taux de rejet observés sont alors d'environ 40 à 50 %.

Telle est la pratique courante, qui est restée inchangée depuis une dizaine d'années.

VERS UNE DIGITALISATION PLUS INTELLIGENTE

Cette pratique est critiquable sous de nombreux aspects.

- L'information que constituent les mesures de points sur le terrain n'y est utilisée que de façon statistique.

- Il n'y a aucune tentative de déceler les causes des écarts et de les corriger. Ces écarts peuvent être dus à une inexactitude de tracé, à une modification sur le terrain ou à une erreur de notation du point mesuré, trois causes de natures entièrement différentes qui devraient entraîner des traitements correctifs bien distincts.

Prenons une méthode d'amélioration du calage que l'on rencontre assez fréquemment, et montrons que ses résultats peuvent être fictifs. Le calcul des moindres carrés faisant la somme des carrés des écarts, l'algorithme peut être programmé de façon que les points de calage soient listés par écarts croissant à l'issue d'un premier calage d'essai. On recommence ensuite le calage en éliminant les points qui ont donné de forts écarts.

Appliquons maintenant cette méthode à un plan qui comporte un angle de deux rues. Les points mesurés sur le terrain sont A, B, C, D, E et F comme le montre la figure 1.

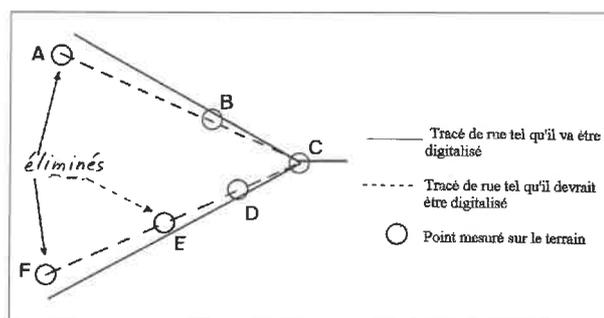


figure 1

Une caractéristique des anciens plans levés à la chaîne est que les distances y sont localement justes, tandis que les angles y sont généralement erronés. La situation après le premier calage sera donc comme l'illustre la *figure 1* qui met en évidence l'erreur d'angle. L'élimination des points à forts écarts conduira à éliminer les points A et F et peut-être E, porteurs de l'information qu'il y a erreur d'angle, et le calage sera repris avec les seuls points centraux B, C, et D.

Le procédé n'apporte aucune amélioration. On peut dire que l'utilisateur a reçu un message d'erreur, et qu'il a répondu "Je ne veux pas le savoir".

Il y a une démarche qui, sans être très rigoureuse, permet de comprendre facilement comment il faut progresser. Prenons un plan au 1/200^e sur lequel le calage ne signale que des écarts de 30 cm. Il passe donc le test et sera digitalisé. Supposons que ce plan soit en fait au 1/2000^e ; les écarts sont alors de trois mètres et le plan est refusé. Serait-ce l'échelle qui est en cause ? Non, c'est simplement la distance couverte par le plan, ce qui s'explique assez bien en voyant que les écarts sont en gros représentés par le produit :

Tangente d'erreur d'angle X Portée de l'angle.

Suivant cette idée, lorsqu'un plan se trouve refusé il suffit de le couper en deux pour que chaque moitié passe séparément le test. Ce qui est statistiquement vrai ; et on continuera de diminuer les écarts en continuant de couper le plan en sections plus petites, à condition que l'on ait dans chaque section des points de canevas permettant un calage.

Il est évidemment inutile de couper physiquement les plans, il suffit de les considérer comme une suite de sections ; et il est inutile de matérialiser rigidement ces sections, il suffit de décider que le calage dépendra de l'endroit sur le plan qui est en cours de digitalisation.

C'est là le principe de la digitalisation à calage variable.

DIGITALISATION À CALAGE VARIABLE

La façon dont procède la digitalisation par cette méthode est montrée par l'organigramme.

C'est l'opérateur qui décide du passage d'un calage à un autre, et ceci dans le cours même de la digitalisation d'une ligne. Le calage automatique est une impossibilité du fait que tous les points du canevas ne sont pas utilisables de la même façon.

Deux éléments importants viennent compléter la méthode.

Le premier est une session de contrôle des points de canevas qui s'est révélée indispensable et très productive. Les points sont répartis en groupes-polygones de 5 à 10, chaque groupe est digitalisé, et par un logiciel spécialement créé à cet effet le polygone digitalisé est comparé au polygone levé sur le terrain. Les erreurs de notation et les modifications sur le terrain sont très facilement détectées, entraînant des actions de correction. Les points à retenir pour servir aux calages sont ainsi triés.

Le second élément important est la prise en compte des mises à jour. Quand le géomètre trouve une modification sur le terrain par rapport au plan, il en dresse un croquis sur le plan et en mesure les points caractéris-

tiques. À la digitalisation la modification est alors construite et non digitalisée.

Il est clair que ces points ne doivent pas servir à un calage, ce qui illustre bien à nouveau l'impossibilité de modifications automatiques du calage.

Une dizaine de communes de la couronne parisienne ont été digitalisées en utilisant le calage variable, et sans aucun rejet de plan. Des erreurs d'angle quelquefois considérables ont pu être corrigées, les plans étant alors réarticulés, un peu comme on réarticulerait à la main un mètre pliant.

Le coût au kilomètre de cette méthode est environ moitié du coût d'un levé de détail précis. Le digitaliseur doit faire preuve d'attention, de savoir faire et même de perspicacité à un degré évidemment supérieur à ce qui est requis dans la digitalisation courante. Le coût de la digitalisation ne s'en trouve pas augmenté, du fait que l'assemblage des plans est remarquablement exempt de défauts et ne nécessite aucune réparation par DAO.

LE POSTE DE TRAVAIL EN DIGITALISATION

Il est bon de jeter un regard d'organisateur sur le poste de travail du digitaliseur.

Situation et attitudes sont similaires à ce que présentait un poste de dessinateur, ce qui permet de faire des sessions assez longues sans fatigue particulière.

Par contre dans la pratique courante le digitaliseur n'utilise qu'une seule main, ce qui pourrait être admis pour un travail d'amateur mais semble déséquilibré pour un travail professionnel continu.

Aucun instrument n'est conçu pour être utilisé avec une aussi sérieuse limitation, et seul un tout débutant jouera du piano avec la seule main droite.

On a donc conçu un poste de digitalisation employant les deux mains, maintenant utilisé avec succès depuis plus de deux ans. Le poste fonctionne avec deux écrans, le digitalisateur tient en main gauche une souris qui adresse l'écran de gauche, et en main droite un curseur à 16 boutons qui adresse l'écran de droite réservé au graphique. Les deux mains fonctionnent en fait en alternance plutôt qu'en véritable simultanéité, et l'apprentissage assez rapide ne demande pas d'être jongleur.

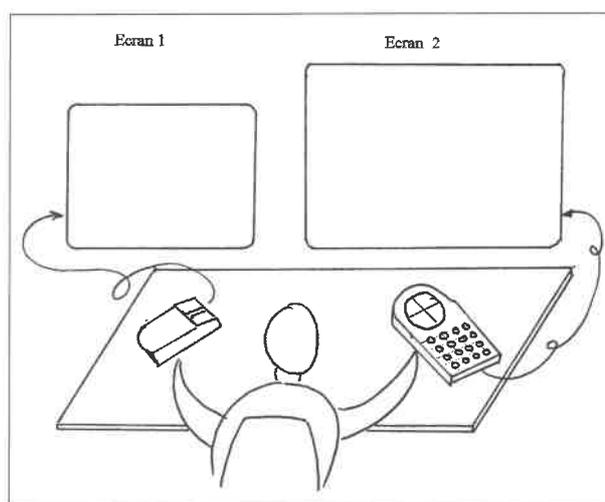


figure 2

Le travail des deux mains est bien distinct : choix de fonctions et de paramètres à gauche, digitalisation proprement dite à droite. C'est une organisation assez différente du modèle généralisé par Windows, dans lequel la seule main active navigue continuellement dans la cascade des menus, et dont on ne pense pas qu'il soit la panacée. À l'expérience, le papillotement des menus sur l'écran et le nombre de pointages requis de la main paraissent induire une fatigue supérieure à ce que l'on éprouve dans une organisation plus statique.

Les boutons du curseur graphique changent de signification suivant la fonction dans laquelle on se trouve, un aide-mémoire rappelant sur l'écran de gauche à quoi ils servent selon le moment. L'opérateur a ainsi sous les doigts une douzaine de possibilités dans la fonction de placement de texte (calé à gauche, à droite, parallèle à, perpendiculaire à, etc.), une douzaine d'autres possibilités dans la fonction de cotation après que la main gauche ait pointé à la souris le type de cotation à prendre parmi 6 schémas, et ainsi de suite.

Il est intéressant d'utiliser le son pour donner des informations. Cette petite innovation est plus qu'un gadget en ce qu'elle dispense l'opérateur de fixer constamment les écrans. L'échec d'une opération, la demande d'une précision, etc sont signalés par de petites notes distinctes.

Sans aller plus loin dans la description de cette ergonomie, il doit être clair que le mode d'emploi d'un instrument ou d'un logiciel ne devrait pas être le même pour une utilisation constante et pour une utilisation occasionnelle. On constate que les opérateurs n'ont généralement pas la technicité qui leur permettrait de suggérer ou de concevoir des modifications productives, et il peut être bon que l'ingénieur fasse un stage en production pour voir comment améliorer l'ergonomie. Devant la masse de données graphiques qui devront être saisies au cours des prochaines années, l'étude en profondeur de la conception du poste de digitalisation n'est pas superflue.

DIGITALISATION DE RÉSEAUX

On imagine bien que le clic de l'opérateur sur la table ne signifie pas uniquement "changer les coordonnées" ; il peut signifier poser le point sur une ligne, à distance de..., en prolongement de..., de multiples opérations commandées par les boutons du curseur. Cela veut dire qu'il n'y a pas de limite précise entre digitalisation et construction, et que l'opinion bien répandue selon laquelle on copie sur la table à digitaliser et on construit à l'écran est donc simpliste.

En contradiction avec cette opinion, l'expérience conduit à la conclusion que pour des travaux de numérisation par construction, l'utilisation de la table à digitaliser peut-être le moyen le plus approprié.

Le cas de la saisie des réseaux en est une bonne illustration. Chaque type de réseau a ses problèmes de saisie dus au métier concerné : empilements d'accessoires sur les canalisations gaz, routage en nappe des câbles électriques, etc. Les méthodes de saisie doivent être très différenciées. Mais il y a un problème commun à tous les types : dessinés sur un fond de plan ils doivent le plus souvent être numérisés sur un autre saisi antérieurement. Les câbles électriques seront par exemple numérisés sur le fond de plan du gaz, les canalisations

de gaz seront numérisées sur des levés, ou encore le réseau d'assainissement sera reporté sur le cadastre informatisé.

Comme on ne peut pas superposer le fond de plan sur lequel on a le réseau au fond de plan déjà numérisé que l'on a à l'écran, la solution offerte par tous les logiciels est de construire le réseau à l'écran. Cette méthode est lente, exigeante en détail de fond de plan et peu appropriée car la saisie de réseaux n'est pas de la CAO mécanique. Tout point non coté y est hasardeux à saisir, ce qui place l'opérateur dans une difficulté permanente. Chez les opérateurs qui n'ont que l'écran on observe des blocages, et ailleurs on voit des allers-retours laborieux entre poste de digitalisation et poste de construction à l'écran seul.

On résout beaucoup plus aisément ce problème de numérisation de réseau sur table à digitaliser.

La méthode s'appuie sur un mixage de construction et de digitalisation constamment recalée, le travail s'effectuant à la fois à l'écran et sur la table à digitaliser. Le logiciel force le fond de plan qui est sur la table à digitaliser à coïncider localement avec le fond de plan à l'écran, dans une opération qui est une variante du calage variable décrit au début de cet article, et qui est schématisée sur la figure 3.

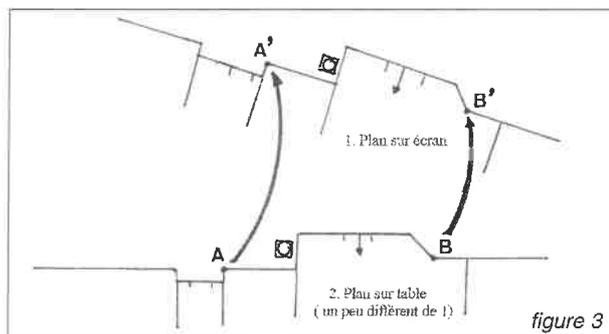


figure 3

L'opérateur utilise les deux mains, la main gauche adressant l'écran de gauche avec la souris pour les commandes et certaines modalités, et la main droite adressant l'écran de droite avec un curseur à seize boutons.

Pour les réseaux de gaz et les réseaux d'électricité l'ergonomie est particulièrement étudiée pour donner à l'opérateur toute l'aide nécessaire.

L'opérateur commande le changement de coordonnées qui va appliquer les points A et B du plan papier sur leurs homologues A' et B' du fond de plan déjà numérisé. Plus ces deux versions de la réalité du terrain sont dissemblables et plus le tronçon AB doit être court. Au contraire, au cas où ces deux versions seraient identiques, un seul calage global est évidemment suffisant.

La vitesse de saisie est plus de deux fois celle des saisies à l'écran. D'autres avantages importants tiennent à la dimension de l'espace de travail, plus grand sur la table qu'à l'écran à lisibilité égale.

CONCLUSION

La digitalisation est une méthode appropriée à de nombreux problèmes de saisie numérique, et capable de fournir des solutions économiques et de qualité. Il est surprenant que le savoir faire dans ce domaine ait peu évolué depuis l'apparition de l'instrument, alors que les besoins justifieraient des développements qui seraient vite rentables.

PROCÉDURE DE DIGITALISATION.

La procédure de digitalisation à calage flottant se déroule selon l'organigramme ci-joint.

Le strict respect de cette procédure constitue un engagement de qualité.

Mesures de points sur le terrain

La fréquence est d'environ 150 à 200 points au kilomètre. À 50 points au km la possibilité de calage flottant disparaît. Forcer la densité vers 500 points alourdit fortement le travail : le levé de détail est alors préférable.

Contrôle de cohérence entre les mesures et le plan

Les points sont constitués en groupes de 5 à 20 dans des rayons de 20 à 40 mètres. Chaque groupe est digitalisé sur les plans où il apparaît et son polygone comparé par un logiciel spécial au polygone des mesures. Des écarts de 20 cm sont bien perceptibles. Pratiquement 95 % des incohérences décelées peuvent être résolues à ce stade.

Préparation 1 et préparation 2

Les plans sont préparés : ils sont numérotés et repartis en grandes zones, leur couverture est étudiée, leurs relations de voisinage sont notées, ainsi que les groupes de mesures les concernant.

Les interfaces sont précisées en relation avec les mesures. Ce travail débouche sur un dossier de préparation qui est alors saisi en fichier de base de la digitalisation.

Prédigitalisation et contrôle d'échelle associé

On procède alors à une phase de prédigitalisation qui fixe informatiquement les interfaces. L'échelle trouvée sur la table à numériser est constamment affichée, et constitue un instrument de contrôle très efficace. Toute anomalie d'échelle, par exemple 205 au lieu de 200, doit être élucidée à ce stade.

Digitalisation

La phase de digitalisation proprement dite intervient en fin d'une succession de contrôles et de travaux de mise en place. Son trait le plus marquant est le "calage flottant".

Les coefficients de transformation des coordonnées de la table à numériser vers les coordonnées géographiques (système Lambert) dépendent de l'endroit du plan où l'on digitalise, et sont donc en constante modification au cours de la phase de digitalisation. La numérisation remodèle le plan, ou l'édite, de façon qu'il coïncide avec les mesures bien contrôlées faites sur le terrain.

Dans cette phase on construit également les modifications rencontrées et mesurées sur le terrain, telles qu'un recul de clôture ou un nouvel immeuble.

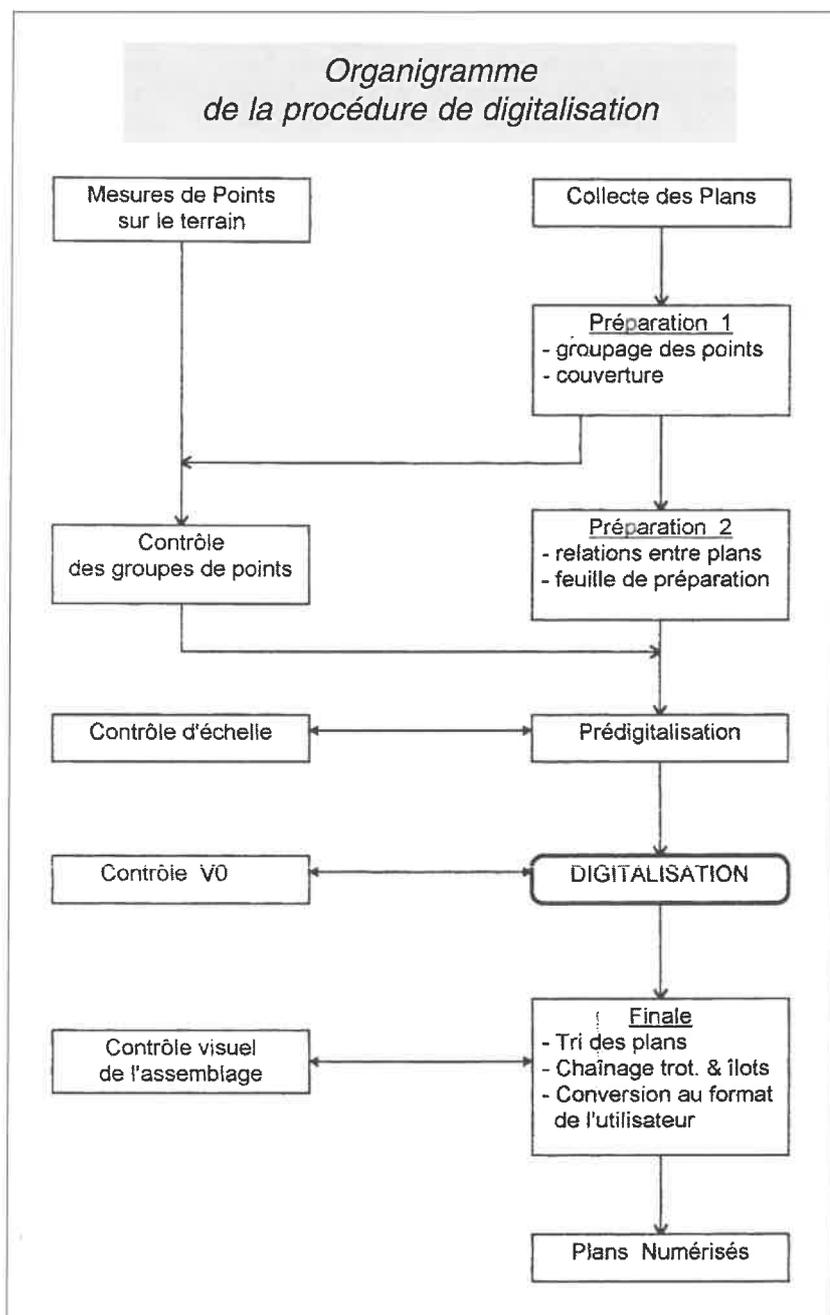
La digitalisation remplit donc les deux fonctions de correction et de mise à jour.

Ce travail s'effectue sous le contrôle constant de l'opérateur, qui dispose d'un écran de contrôle indiquant les échelles et les distorsions rencontrées, et qui décide des opérations et des transformations à mettre en œuvre. La technique est nettement plus spécialisée qu'en digitalisation traditionnelle.

Assemblage des plans. Mise au format utilisateur

Les plans sont assemblés, et les grandes lignes telles que trottoirs et contours d'îlots sont chaînées.

Après vérification visuelle globale de l'ensemble, zone ou commune, la numérisation est transformée vers le format du système de l'utilisateur final.



*Techniques infographiques – 8 rue Charles Jacques – 77630 Barbizon
tél./fax 01 60 66 40 16*

10^{ème} EDITION

MARI EUROPE

CONFERENCES-EXPOSITION

► CARROUSEL DU LOUVRE - PARIS - FRANCE

27-28-29 AVRIL / APRIL 1998

LE MARCHÉ EUROPÉEN DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE

with the participation of



CNIG



and the cooperation of

GIS Europe

Marketing Direct

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE
DES FINANCES ET DE L'INDUSTRIE

**Marketing
magazine**

Pour toute information :

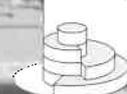
Ortech

+33 (0)1 45 23 08 16 -

Fax : +33 (0)1 48 24 01 81

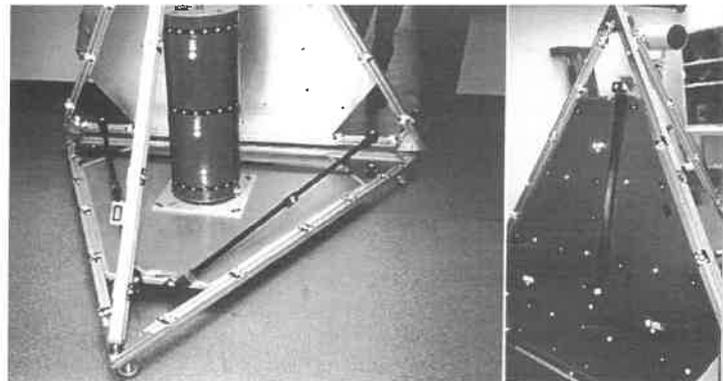
E-mail : ortech@easynet.fr

ORTECH
ORGANISE & COMMUNIQUE



m é t r o l o g i e 3 D

résultats de l'intercomparaison dans le domaine de la métrologie 3D par procédés optiques



Alain-Martin Rabaud (Métride)
Jean-Luc Lubawy (EDF CNEPE)

RÉSUMÉ

Le groupe de travail Mesures Tridimensionnelles par Procédés Optiques (MTPO) du Collège de Métrologie du Mouvement Français pour la Qualité (MFQ) a réalisé une intercomparaison des méthodes employées dans l'industrie : mesures polaires par tachéomètre, intersection spatiale par théodolites, par photogrammétrie et les méthodes plus récentes telles que vidéogrammétrie, balayage laser... Un tétraèdre de 2 m d'arête a été mesuré par 36 participants. Les résultats de ces mesures démontrent une bonne maîtrise des techniques de mesure, avec quelques disparités, mais montrent aussi que l'incertitude de mesure est difficile à appréhender, tant au niveau des points élémentaires que des calculs géométriques.

POURQUOI UNE INTERCOMPARAISON ?

La mise en œuvre de mesures par procédés optiques dans le domaine de la métrologie dimensionnelle en milieu industriel est de plus en plus fréquente. Le groupe de travail MTPO a été créé en 1992, au sein du Collège de Métrologie du MFQ, à l'initiative des différents utilisateurs de ces techniques.

La préoccupation principale commune est l'assurance de la qualité de la mesure, du fait de son existence contractuelle et de sa nécessité technique. L'opération de mesurage étant généralement destinée à prouver la conformité d'un produit à sa spécification, la connaissance du niveau d'incertitude et les conditions de traçabilité deviennent indispensables.

Compte tenu de la complexité des techniques mises en œuvre, il n'existe pas de principe validé et reconnu tant au niveau national qu'international pour estimer ces incertitudes et garantir la traçabilité. Pour identifier et quantifier les différents paramètres, le groupe de travail propose une approche globale qui repose sur une intercomparaison.

L'OBJET DE L'INTERCOMPARAISON

Il s'agit d'un tétraèdre de 2 m d'arête, réalisé en profilés d'aluminium. Il est constitué de deux triangles dont la partie intérieure est remplie par un plan en composite aluminium et d'une barre de liaison entre les deux triangles pour le mettre en place lors de la mesure. L'ensemble est démonté pour le transport d'un site de mesure à l'autre.

Les points sont matérialisés pour la plupart par des inserts. Les éléments tels que le plan et le cylindre seront ciblés par les participants selon les méthodes conventionnelles qu'ils utilisent pour la mesure de surfaces ou de volumes. Enfin, trois inserts servent à constituer le référentiel de l'objet dans lequel seront exprimés tous les résultats de mesure.

LA PRESTATION DE CHAQUE PARTICIPANT

Une spécification est remise à chaque participant. Après avoir installé le tétraèdre en position de mesure et initialisé son système de mesure, il doit réaliser la mesure des inserts, la mesure du plan et du cylindre. Le traite-

ment des résultats consiste à exprimer tous les points dans le référentiel de la pièce, puis à calculer quelques caractéristiques géométriques (distances, planéité, diamètre, volume...).

À chaque point mesuré et caractéristique calculé, le participant évalue l'incertitude de mesure associée.

Avec le rapport fourni, un questionnaire comprend des informations sur les matériels et logiciels utilisés, le suivi périodique, et les méthodes employées.

LES MÉTHODES DE MESURE UTILISÉES

La répartition entre les méthodes utilisées est la suivante :

• Théodolite par intersection	22
• Tachéomètre	4
• Photogrammétrie	4
• Vidéogrammétrie	3
• Autres méthodes	3

La méthode par théodolites est la plus utilisée pour cette intercomparaison. C'est le reflet de la réalité dans les différentes industries représentées :

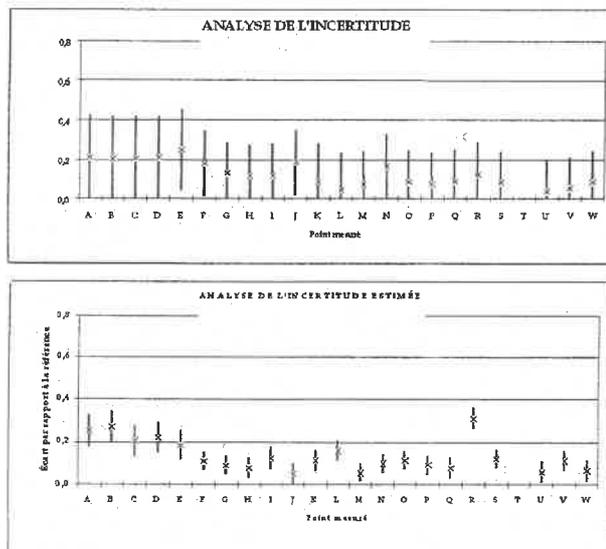
- L'aéronautique.
- La construction navale.
- L'automobile.
- L'énergie.
- Les prestataires de service.

LE PRINCIPE DE L'ANALYSE DES RÉSULTATS

Le principe de l'analyse a été de vérifier, en préambule, les points suivants :

- L'objet, pendant toute l'intercomparaison, est resté répétable dans la limite de l'incertitude des méthodes employées.
- La répartition des résultats correspond à une loi normale.

Ensuite, pour chaque résultat de participant, il a été établi un graphique de la répartition des résultats, associé à l'intervalle de confiance déclaré.



Ces deux graphes illustrent les différences notables sur la maîtrise de l'incertitude selon les participants.

Enfin, pour chaque type de résultat, un graphique est édité pour visualiser, pour chaque famille de méthode, le niveau d'incertitude obtenu. De même, pour les résultats de calculs, des graphiques permettent de visualiser la propagation de l'erreur élémentaire sur la caractéristique finale.

CONCLUSIONS

Les premières analyses permettent de tirer les conclusions préliminaires suivantes :

- L'objet utilisé pour l'intercomparaison a conservé ses caractéristiques.
- Le niveau d'incertitude pressenti pour chaque méthode est à peu près respecté.
- La maîtrise de la mesure des points élémentaires est évidente pour l'ensemble des participants, mais des points aberrants peuvent apparaître.
- La maîtrise de la détermination de l'incertitude est moins évidente, surtout lorsqu'il s'agit de résultats de calculs de caractéristique (évaluation de la propagation des erreurs).

L'ensemble de ces résultats, après finalisation de l'analyse, a été présenté, lors d'un séminaire, le 23 janvier 1998, à TOURS (37) dans les locaux d'EDF-CNEPE. Un recueil est édité à cette occasion et disponible auprès du MFQ.

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.

À Paris, au Palais de la Découverte

9 000 étoiles vous attendent

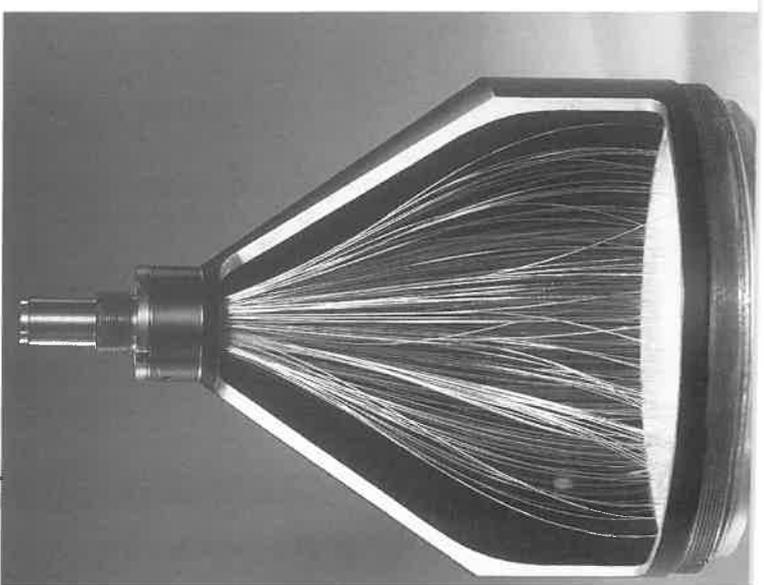
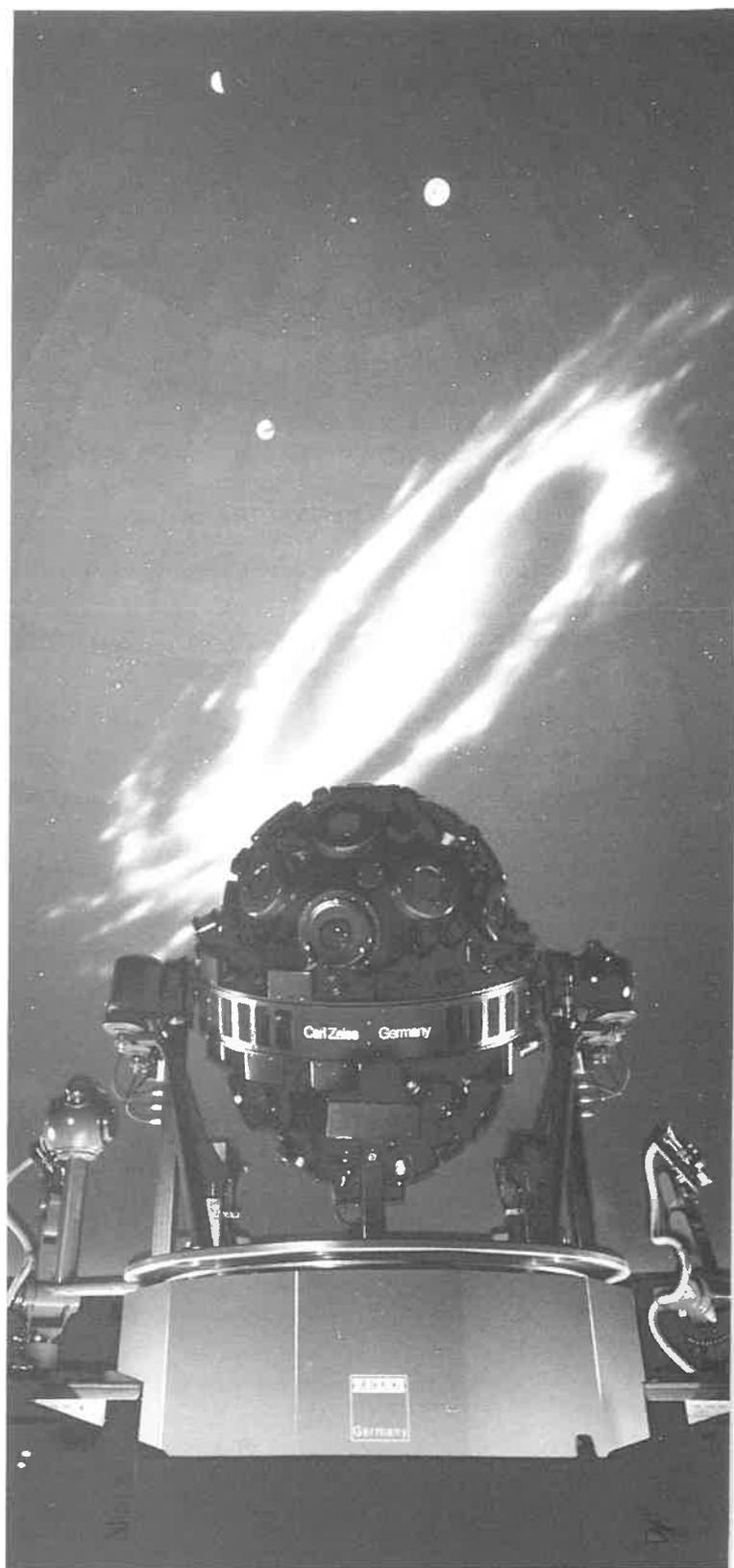
Avec l'installation d'un nouveau projecteur astronomique mis au point par la firme Carl Zeiss, le Palais de la Découverte nous propose la vision d'un ciel de rêve d'une pureté totale et d'une luminosité surprenante dans son planétarium rénové. La qualité de la voûte étoilée atteint un réalisme exceptionnel. Les étoiles, certaines colorées, sont reproduites grâce à des fibres optiques ce qui les rend parfaitement ponctuelles et d'une luminosité extrême.

Le mouvement des planètes est considérablement amélioré, chaque planète est figurée par un projecteur indépendant. On peut simuler avec une précision extrême le déplacement des astres au cours du temps, aussi bien à l'époque des Babyloniens que dans 8 000 ans, et ce du pôle nord au pôle sud, mais également on peut voir le système solaire depuis Saturne ou Mercure ou d'un vaisseau spatial imaginaire.

LA SOLUTION ZEISS

La réalisation d'un ciel fascinant était l'un des objectifs de la société grâce à la mise au point du projecteur « starmaster » pour les coupoles d'un diamètre moyen. La lumière doit être amenée directement et précisément à ses coordonnées sur la voûte, une tâche apparemment simple, qui exige pourtant une technologie très sophistiquée : un projecteur à fibres optiques capte tous les rayons émis par la source lumineuse d'où ils sont dirigés vers les trous aménagés dans les masques stellaires. Le gain de luminosité ainsi obtenu est énorme. Même s'il est ingénieux, le principe est simple mais sa technologie est d'autant plus compliquée. 900 fibres de verre doivent être alignées sur une surface de 30 cm² avec une précision de quelques microns pour projeter un ciel étoilé naturel. Il faut en effet projeter les étoiles avec une résolution angulaire qui est inférieure au pouvoir résolvant de l'œil humain. C'est ce que réalise le « Starmaster », même les

(photo Kabelka)



étoiles les plus brillantes de la magnitude 1 sont inférieures à deux secondes d'arc présentant ainsi un aspect ponctuel comme dans la nature...

De New York à New Delhi, de Berlin à Sao Paulo, en passant par Paris, 500 grandes métropoles ont opté pour ce planétarium. Starmaster existe en différentes versions, depuis l'universarium de modèle VIII jusqu'au Starlab, petit planétarium portable, en passant par le Skymaster ZKP3 et le Starmaster ZMP.

Thèmes des séances au Palais de la Découverte :

Le ciel des tropiques, le mouvement de la lune et les éclipses, les mouvements de la Terre, les mouvements des planètes et le système solaire, les saisons, étoiles et galaxies, initiation à l'astronomie, notre satellite la Lune, reconnaître les planètes, notre étoile le Soleil, les phénomènes astronomiques en 1998.

(Avenue Franklin Roosevelt,
75008 Paris,
tél : 01 40 74 81 73)

*Le Starmaster
de Zeiss*

(photo Kabelka)



LEXIQUE TOPOGRAPHIQUE

Un lexique topographique édité par l'AFT, fruit du travail de la "commission d'enseignement" de l'association, a vu le début de sa parution dans le numéro 47 d'XYZ, sous forme de fascicule et par chapitre.

L'ouvrage est aujourd'hui achevé en 12 chapitres totalisant 116 pages. Le nombre total de termes recensés est de 1 200. Un index général va paraître dans un prochain numéro de notre revue.

Plan général du lexique : 1. Généralités, 2. Mesures des longueurs, 3. Mesures des angles horizontaux, 4. Mesures des altitudes, 5. Canevas, 6. Cadastre et travaux fonciers, 7. Lever tachéométrique, 8. Lever au goniographe (planchette), 9. Implantations, 10. Calculs, 11. Représentation cartographique, 12. Photogrammétrie.

Rédigé et vérifié par les professeurs et professionnels les plus "pointus" de la topographie, ce lexique est un instrument que nous avons voulu exhaustif dans la mesure où les procédés anciens ou classiques sont abordés pour mieux introduire et approfondir ce que la technologie moderne tendrait, par le perfectionnement de son automatisme, à oblitérer. Nous pensons que le professionnel ne doit pas perdre ses "marques", même si l'ordinateur s'y substitue avec performance (nous pensons ici en particulier aux élèves des écoles de géomètres et topographes).

Ce lexique est à disposition à l'AFT.

J. B

cadastre et état une histoire parallèle

éléments pour une
analyse
de longue durée,
de Rome à Napoléon

Mireille Touzery

Université Paris XII

Val de Marne

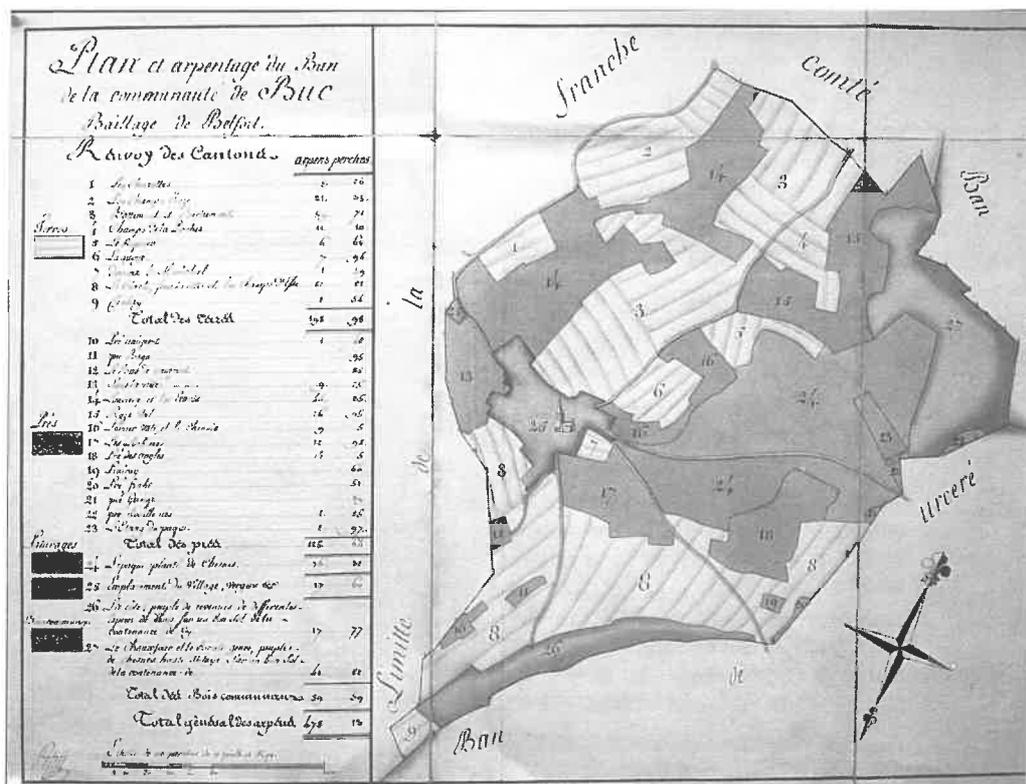


Planche 7 – Cadastre d'Alsace 1750 – Arch. dép. du Ht Rhin – Cliché : E. Marbach

1ère partie

INTRODUCTION

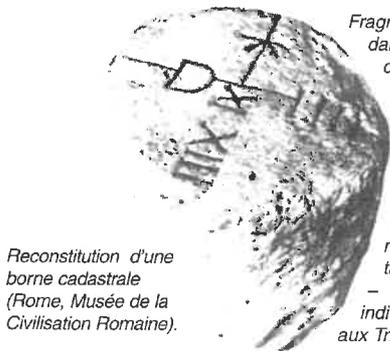
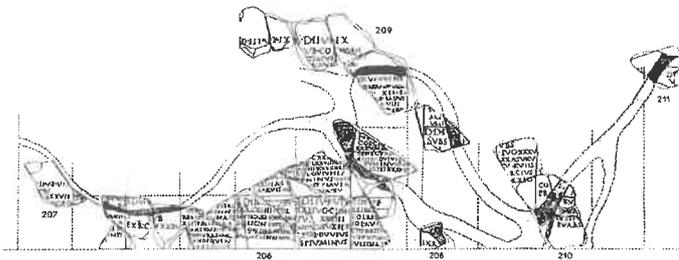
Avant l'explosion des produits cartographiques grand public à partir des années soixante dix dont le premier best-seller fut la carte Michelin, n'en déplaise à l'IGN, les Français, dans leur ensemble, ne connaissaient guère qu'un seul document géographique : le cadastre de leur commune et, pour les plus curieux, la carte dite d'État-major au 1/80 000°. Pourtant l'équation carte = cadastre n'a rien d'évident. Depuis Napoléon, le cadastre français se structure autour de deux éléments principaux : la matrice, liste des habitants, et le plan. Même si cette réalité nous est aujourd'hui relativement familière, il fallut des siècles pour aboutir à cette situation. Et les cadastres existèrent d'abord sans cartes. Mais qu'est-ce qu'un cadastre ?

Reprenons d'abord la définition des termes et pour cela, laissons la parole à Turgot, futur ministre des finances de Louis XVI, dans ses écrits de 1763 rassemblés sous le titre de Matériaux pour un mémoire sur les Impositions : "Il faut distinguer le terrier, le cadastre et le tarif. Le terrier est le dénombrement exact des biens-fonds. Le cadastre est le tableau de comparaison de la valeur des biens-fonds. Le tarif est la proportion dans laquelle les différents fonds devront être taxés suivant leur nature et suivant les privilèges de leurs possesseurs." Il n'y a pas de trace de représentation géographique dans cette phrase. Il n'y est question que de liste : liste des terres, le terrier ; liste de leurs valeurs, le cadastre. Nous avons pourtant dans ces quelques mots comme un résumé de l'histoire de l'Ancien régime. Turgot parle en effet d'abord en terme de listes qui sont depuis le Moyen Âge le mode habituel de la connaissance, à l'encontre de toute représentation graphique ou cartographique. Il évoque ensuite l'impôt à travers l'exigence duquel va se construire l'État centralisé moderne qui fera passer, pour le sujet qui nous intéresse, la connaissance du contribuable de la liste à la carte. Le tout pour aboutir à la définition contemporaine : le cadastre est un document fiscal qui se compose à la fois d'une liste et d'une carte, qui vise à connaître non seulement des contribuables mais aussi un espace. Enfin, lui-même, Turgot, est un grand commis de l'État et qui écrit comme tel, alors intendant de la province de Limousin. Il donne par là même le point de vue qui est celui du document cadastral, le point de vue du pouvoir. Le cadastre n'est donc pas une carte neutre, si tant qu'une quelconque carte puisse l'être, il répond à un besoin étatique. Et comme tel, faire l'histoire du cadastre revient pour une part essentielle à faire l'histoire de l'État. Aussi, je considérerai dans une première partie comment le passage du cadastre de la liste à la carte, correspond à une mutation dans l'histoire politique mais aussi sociale et culturelle de la France et quelles résistances ont pu s'y manifester et pourquoi, et dans un deuxième temps, j'étudierai le cas exemplaire qu'offre à cet égard le cadastre réalisé par l'intendant de Paris, Bertier de Sauvigny, de 1776 à 1789.



dans " G. Chouquer et F. Favory"
les paysages de l'antiquité, terres
et cadastres de l'Occident romain.

Planches 1 et 2



Reconstitution d'une
borne cadastrale
(Rome, Musée de la
Civilisation Romaine).

Fragment du plan cadastral B d'Orange,
dans la région du Logis-de-Berre, au
cœur du pays Tricastin. Le nord est
vers la droite. On observe :

- en haut, le kardo maximus ;
- puis la première rangée des
centuries situées en deçà du
kardo : dans la 4e centurie depuis
la gauche, le cours de la Berre
croise la voie d'Agrippa ; plusieurs
mentions de Iulius Florus, adjudica-
taire de terres ;
- la répétition du signe INC, qui
indique les terres "incultes" laissées
aux Tricastins après estimation.

I. LE CADASTRE : DE LA LISTE À LA CARTE.

1. Les antécédents romains : le droit des choses.

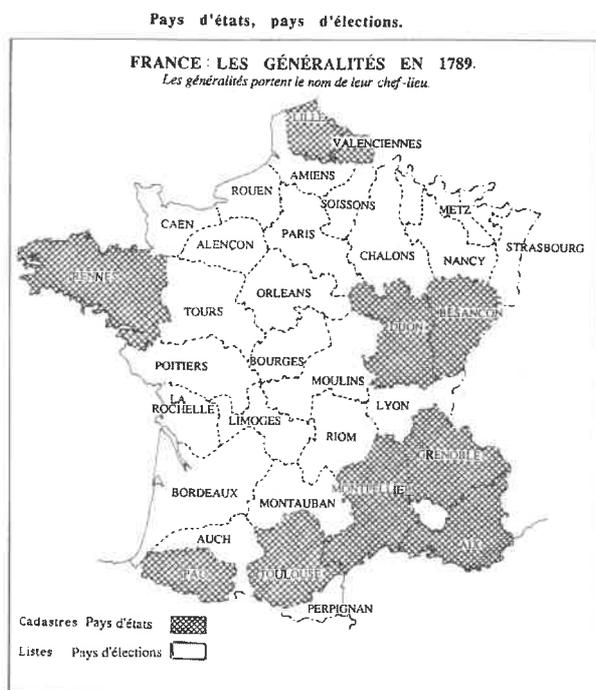
L'histoire commence bien entendu par une contradiction. Les plans cadastraux n'ont pas attendu le XVIIIe siècle pour faire leur apparition en Europe, puisqu'ils existaient sous l'Empire romain. Au fur et à mesure de leurs conquêtes, les Romains, confisquant une bonne partie des terres, les redistribuaient à des colons, le plus souvent des soldats vétérans, ainsi récompensés de leurs campagnes, et chargés d'asseoir la domination romaine par une prise de contrôle de l'exploitation agricole. Pour cette raison, les autorités romaines furent amenées à faire des lots de terre, le plus souvent quadrangulaires, préalablement à la distribution. Le découpage territorial nouveau était reproduit sur de grandes plaques de marbre, les forma, exposés dans des espaces publics. Le plus célèbre de ces premiers cadastres, parce qu'il est parvenu jusqu'à nous, est celui de la ville d'Orange (Vaucluse) dont il reste des fragments qui étaient fixés sur le mur extérieur du théâtre antique, à la vue des passants, et sur lesquels sont bien dessinées les limites du parcellaire colonial (planches 1 et 2). Mais avec la chute de l'empire romain (476), disparaissent ces documents ainsi que l'approche juridique des rapports entre personnes qu'ils supposent.

2. Le Moyen Âge : le droit franc, droit des personnes.

- En effet, avec l'invasion franque, se met en place un droit des gens, coutumier et non écrit qui réduit considérablement le droit des choses développé par le droit romain. Ce qui prime dans le monde du haut Moyen Âge mérovingien, carolingien et primo capétien, ce sont les rapports d'homme à homme et les liens de fidélité individuels entre suzerains et vassaux, ainsi que les liens de dépendance entre un seigneur et ses serfs, relations personnelles établies d'abord au sein d'un groupe de conquérants, venus d'ailleurs, et non pas relations à un territoire. C'est à partir de ce moment que, en Europe occidentale, le pouvoir commence à se mesurer en liste d'individus fidèles, puis en liste de paroisses, et plus en superficie. La carte n'a plus de sens, ne répond plus à un besoin dans un univers culturel qui a changé de droit et largement bousculé toutes les structures du quadrillage de l'espace des Romains. De façon significative, on ne trouve pas d'article "cadastre" dans le récent Dictionnaire de la France médiévale de Jean Favier. Tout l'Ancien régime fonctionnera sur cette base d'un classement des individus, ce seront les trois ordres (noblesse, clergé et tiers état), et non d'un classement des espaces. Par voie de conséquence, les documents fiscaux que nous appelons cadastres disparaissent pour laisser place à des listes d'individus redevables de droits divers autant à leur seigneur, qu'à l'Église ou au roi. C'est sur ces bases que prendra son essor l'État monarchique qui, jusqu'à la fin, prendra en compte ses sujets, sur la base de distinctions individuelles traduites dans des privilèges, au sens de statut particulier. Il faudra attendre la Révolution pour voir resurgir une approche territoriale du fait politique, et non plus personnelle, justement pour défendre l'individu contre des lois personnalisées et inégales. Alors, seulement, pourra s'opérer le retour de la carte, symbole de l'égalité républicaine parce qu'elle ne connaît pas les individus.



D'après L. et A. Mirot, *Géographie historique de la France.*



Planches 3 et 4

- À ce paysage général de l'Ancien régime, il fallait bien sûr une exception : les pays du midi de la France, restés profondément imprégnés de droit romain, à savoir essentiellement Languedoc, Haute-Guyenne, Provence et Dauphiné, auxquels il faut ajouter l'Artois et la Flandre, régions de tradition espagnole (planche 3). Ces régions, pays d'États, ne connaissaient pas tout à fait le même régime politique que le reste du royaume, et partant la même fiscalité. Il n'y avait en particulier pas de fiscalité personnelle, imposant le revenu des individus, per-

sonnes physiques, telle la taille personnelle des roturiers, nobles et religieux étant exempts. Mais, avec la taille réelle, ces régions connaissaient un impôt foncier, portant sur les terres déclarées roturières, seulement, quelle que soit la situation de leur propriétaire. Cet impôt foncier, pour être établi, réclamait un document dénombrant les dites terres, et finalement un cadastre : ce sont les fameux compoix, dont un nombre important est parvenu jusqu'à nous, conservé dans les dépôts d'archives départementaux.

Que sont les compoix ? Il s'agit toujours de listes établies sur des registres, mais cette fois-ci, ce ne sont plus des listes d'individus mais de parcelles de terre décrites et estimées, à des fins fiscales, dont le total constitue le terroir d'un ressort déterminé avec mention de leur propriétaire. Ces compoix ont d'abord existé dans le cadre de seigneuries, dans le sud comme dans le nord du royaume où ils portent plus fréquemment le nom de terriers. Pour le fisc royal, ils n'existent que dans le sud. Ce n'est qu'au XVIII^e siècle que des plans seront adjoints aux listes, permettant de localiser les parcelles, ainsi que des cahiers séparés des terres nobles, non imposées (planche 4). Pour régler objectivement l'assiette de l'impôt, les compoix nécessitaient des refontes régulières qui posaient problème (c'est déjà la question de la mise à jour du cadastre). D'une part, elles étaient coûteuses, et, réalisées aux frais des habitants, elles conduisaient les paroisses à s'endetter. Pour éviter ce processus, la monarchie, à partir du règne de Louis XIV, obligea les paroisses à demander l'accord de l'intendant de la province avant de se lancer dans toute réfection de compoix. D'autre part, chaque réfection mettait en question des rapports sociaux, en révisant des situations qui, au fil des années, avaient pu devenir très avantageuses. Ainsi, en Flandres, au XVIII^e siècle, certaines terres gagnées sur la mer et bien productives échappaient à toute imposition, car le compoix, réalisé en 1569, à une époque où elles étaient encore sous l'eau, n'avait pas été tenu à jour. Il est clair que les propriétaires indûment avantagés par une telle situation, faisaient preuve d'une grande énergie pour éviter toute reprise du document original (on trouve la même situation aujourd'hui avec la taxe foncière, par exemple, qui porte sur des valeurs locatives non réévaluées). Entreprises tous les 30 à 50 ans aux XV^e et XVII^e siècles, plus rares au XVIII^e, les refontes reprennent dans les années 1775, les mutations rendant inutilisables les documents. La confection d'un compoix se faisait par adjudication, à l'initiative des communautés et, pour l'imposition des sommes nécessaires, avec autorisation de l'intendant de la province. Au XVIII^e siècle, la monarchie, après avoir tenté vainement de copier la dime de l'Église, tenta de généraliser les compoix en un cadastre général du royaume. Ceci devait permettre à la fois de dresser un tableau agricole du royaume, permettant de régler une véritable politique économique (but des physiocrates), et d'améliorer les recettes de la couronne, en répartissant plus rationnellement, estimait-on, l'impôt.

3. Les projets monarchiques.

a. Ce que veut le roi.

En 1663, dans le contexte financier et politique désastreux de la fin de la guerre de Sept ans qui imposait de trouver de nouvelles ressources, Louis XV annonça, par la voie de son contrôleur général des finances Bertin, un cadastre parcellaire général du royaume. "Qu'il serait procédé au dénombrement et à

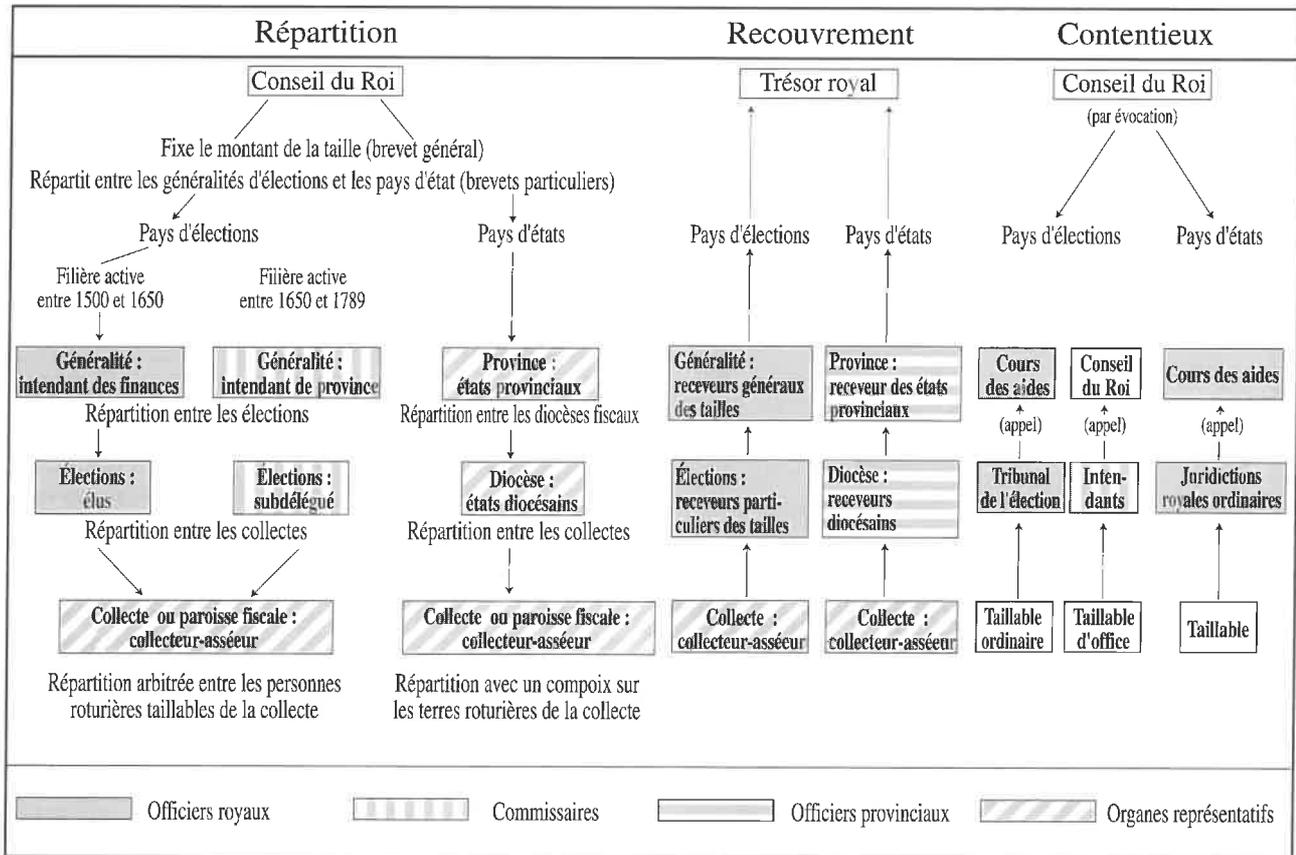


Planche 5

l'estimation de tous les biens-fonds même ceux du domaine, des ecclésiastiques, nobles et privilégiés, sans aucune exception, pour être les impositions qui seraient nécessaires, réparties proportionnellement sur lesdits biens". La démarche est nouvelle. Elle part d'une vision globale géographique du royaume et non des individus. L'angle d'attaque de Bertin n'est plus la fraude du taillable mais la répartition générale de l'impôt. Comme Turgot, comme plus tard l'administration de Napoléon, Bertin apparaît convaincu que le document géographique est le mieux à même de fournir les données nécessaires à la répartition globale, en établissant les facultés contributives foncières de chaque région, plus que les déclarations de revenus individuelles. Les déclarations individuelles de revenus, exigibles depuis 1715 dans les pays de taille personnelle, ne sont cependant pas supprimées ; elles restent essentielles pour la répartition paroissiale (voir tableau, planche 5). Mais les enjeux d'un cadastre systématique : assiette générale de l'impôt, possibilités de son augmentation, justice, développement du royaume, sont de plus d'importance, et soulignent, pour la première fois, les dimensions économiques et sociales de la gestion de l'impôt. C'est pourquoi, peut-être pour mettre toutes les chances de son côté et contre l'habitude, Bertin commande une enquête aux parlements sur les conditions d'installation d'un cadastre parcellaire. Dans les derniers mois de 1763, le parlement de Toulouse fait savoir qu'il est effrayé de la dépense ; celui de Dijon répond qu'il est arrêté par la difficulté. Bertin commande enfin à ses services d'enquêter sur les systèmes fiscaux des autres états européens.

Les entreprises de cadastration sont en effet un mouvement général des monarchies européennes du siècle des Lumières. En Espagne, l'administration de Philippe V

a fait lever le cadastre fiscal de Catalogne entre 1716 et 1718. En Castille, le cadastre, levé sur l'ordre du marquis de La Ensenada, est achevé depuis dix ans, prélude à l'établissement d'une contribution unique. En Italie, les cadastres milanais et sarde pour le Piémont et la Savoie (planche 6), sont autant d'exemples possibles pour l'administration de Louis XV, pour ne citer que les pays frontaliers de la France. Les ambassadeurs en poste hors du royaume ont donc été priés de rendre un mémoire sur le fonctionnement du régime des impositions dans les pays de leur ambassade et s'il y existe un cadastre, c'est-à-dire un dénombrement des biens-fonds estimés à des fins fiscales. Les réponses arriveront échelonnées sur toute l'année 1764, positives pour le Danemark, la Norvège, la Silésie, l'Autriche et la Bohême, notamment.

Pour plus de précision encore, une mission est envoyée en tournée pour s'instruire directement des cadastres italiens. Son voyage dure presque un an, de juillet 1763 à avril 1764 et l'emmène à Turin, Milan et Rome, des états de Sa Majesté Sarde à ceux du Pape. Elle part munie d'un questionnaire à travers lequel on lit les difficultés de l'administration française. La quatrième question, par exemple, fait apparaître le débat sur la limitation des privilèges : si on a arpenté tous les fonds, a-t-on estimé ceux des privilégiés ? Si oui, comment a-t-on fait par rapport à leurs privilèges ? Est-ce la personne qui exempte le fonds ou est-ce le fonds qui est exempt, quel que soit le propriétaire ? Les fonds nobles sont-ils exempts de tout impôt ?

Sont-ils exempts indéfiniment ou y a-t-il une limite de superficie ? Dans la septième question, apparaît le problème de l'attribution du contentieux du cadastre. Il faudra s'enquérir dans chaque état ayant cadastre, où il est déposé, "dans quelques juridictions ? Quelle est la compétence des juges ? Il faut approfondir le plus qu'il



Planche 6 – Cadastre Sarde
Mappe de Chindrieux
Arch. dép. de Savoie

sera possible ce qui sera réservé à l'administration et ce qui est abandonné aux juges comme contentieux".

En juin 1763, un questionnaire sur le cadastre est aussi envoyé aux intendants de province. Il touche surtout aux problèmes de réalisation technique et fait appel à l'expérience de terrain des intendants, c'est-à-dire :

1. quels sont les moyens sûrs et faciles pour réaliser le dénombrement et l'estimation des biens ?
2. Comment nommer les arpenteurs, experts et indicateurs ?
3. Est-il opportun de regrouper plusieurs paroisses pour former une unité plus grande pour ce cadastre ?
4. Si le cadastre est invariable, comment tenir compte des changements annuels dans les revenus ?
5. Comment tenir compte des mutations et des améliorations de terre ? Faut-il faire réestimer les terres à chaque mutation, éventuellement par un syndic de la paroisse agréé par l'intendant et chargé de la manutention du cadastre ?
6. Après le cadastre, pourra-t-on supprimer les collecteurs et trouver un autre système de recouvrement ?
7. Comment prévenir les abus des privilégiés ?

Les réponses des intendants sont autant d'échos de la diversité des situations fiscales dans le royaume. L'intendant de Paris Louis Jean de Bertier de Sauvigny, fort d'une longue pratique sur ce sujet — "Il y a quinze ans que je m'en occupe" — répond au ministre parmi les premiers. La difficulté, souligne-t-il, n'est pas dans le dénombrement des fonds, "objet mécanique", mais dans l'estimation. C'est là que la fraude est la plus sensible,

phénomène universel et constant. "Personne n'ignore, constate-t-il, que dans tous les états du monde et principalement dans l'état monarchique, où le particulier sépare toujours le Roi de l'État, chacun sans excepter les plus honnêtes gens, cherche à se soustraire aux contributions publiques". Les réticences au cadastre viendront en priorité des privilégiés, mais il ne faut pas non plus négliger l'obstacle mis par les collecteurs d'impôts qui, d'après Bertier, n'ont jamais cherché à avoir une connaissance véritable de la valeur des fonds de leur paroisse. Trop de monde a, en effet, intérêt à l'arbitraire et ceci rend l'opération aléatoire. Le cadastre n'est cependant pas forcément la solution idéale. Il peut ne pas être juste, faute de système de mise à jour régulière, pourtant indispensable pour corriger les fraudes, rectifier les estimations et, en pays de taille personnelle, enregistrer les changements de statut de terres qui de privilégiées peuvent devenir taillables et vice versa suivant l'identité du propriétaire.

L'intendant de Bretagne, Le Bret, ignore quant à lui quels sont les principes qui y ont présidé à la répartition de l'impôt. Il constate seulement que "cette répartition est très mal faite. Mais les gens puissants de la province seraient bien éloignés de se prêter aux moyens de découvrir la véritable valeur de leurs biens."

Quant à l'Alsace, ancienne terre d'Empire, c'est paradoxalement là que la situation est la plus favorable à l'implantation du cadastre. Relevant de multiples princes, la province ne connaissait aucun règlement uniforme avant son rattachement à la France sous Louis XIV. L'administration monarchique s'est donc trouvée en position de faire du neuf. À l'occasion de l'implantation de l'impôt du vingtième dans les années 1750, l'intendant, Chaumont de Lucé, y a déjà lancé la réalisation d'un cadastre. Mais il s'agit d'un arpentage par masse de culture de chaque communauté (*planche 7, voir en début d'article*). Son but est de déterminer la superficie et la valeur des biens-fonds pour, muni de ces éléments objectifs, perfectionner la répartition de la charge fiscale entre les paroisses. Contrairement aux initiatives de Tourny et de Turgot (*planches 8 et 9*), tous deux intendants de Limoges et aux projets de Bertin, qui visaient un cadastre parcellaire pour étayer la répartition de l'impôt, à l'exemple des cadastres italiens et espagnols, le cadastre d'Alsace, comme plus tard celui de Bertier de Sauvigny fils, intendant de Paris, ignore autant le propriétaire que l'exploitant et les parcelles. L'intendant a procédé en divisant sa province en quatre cantons, qu'il a distribués à des ingénieurs des ponts et chaussées. Ceux-ci ont levé les plans de chaque communauté les superficies des prés, bois, labours etc., figurés sur chaque plan en différentes couleurs.

Cependant tout ce travail d'enquête restera sans utilité. Quand la mission d'information rentre du Piémont en avril 1764, le cadastre est ajourné depuis déjà près de six mois et le Contrôleur général des finances a été renvoyé.

b. Les résistances au cadastre parcellaire

Elles furent de trois types : sociale, politique et fiscale.

- Avec la réalisation d'un cadastre parcellaire général, on pouvait craindre la mise en cause de la société d'ordres. En effet, une approche territoriale de la chose fiscale, avec recension de tous les biens, passait par-dessus les distinctions de statut personnel (exempts et imposés). Les privilégiés étaient donc en droit de redouter, à terme, par suite de l'inventaire de leurs biens,

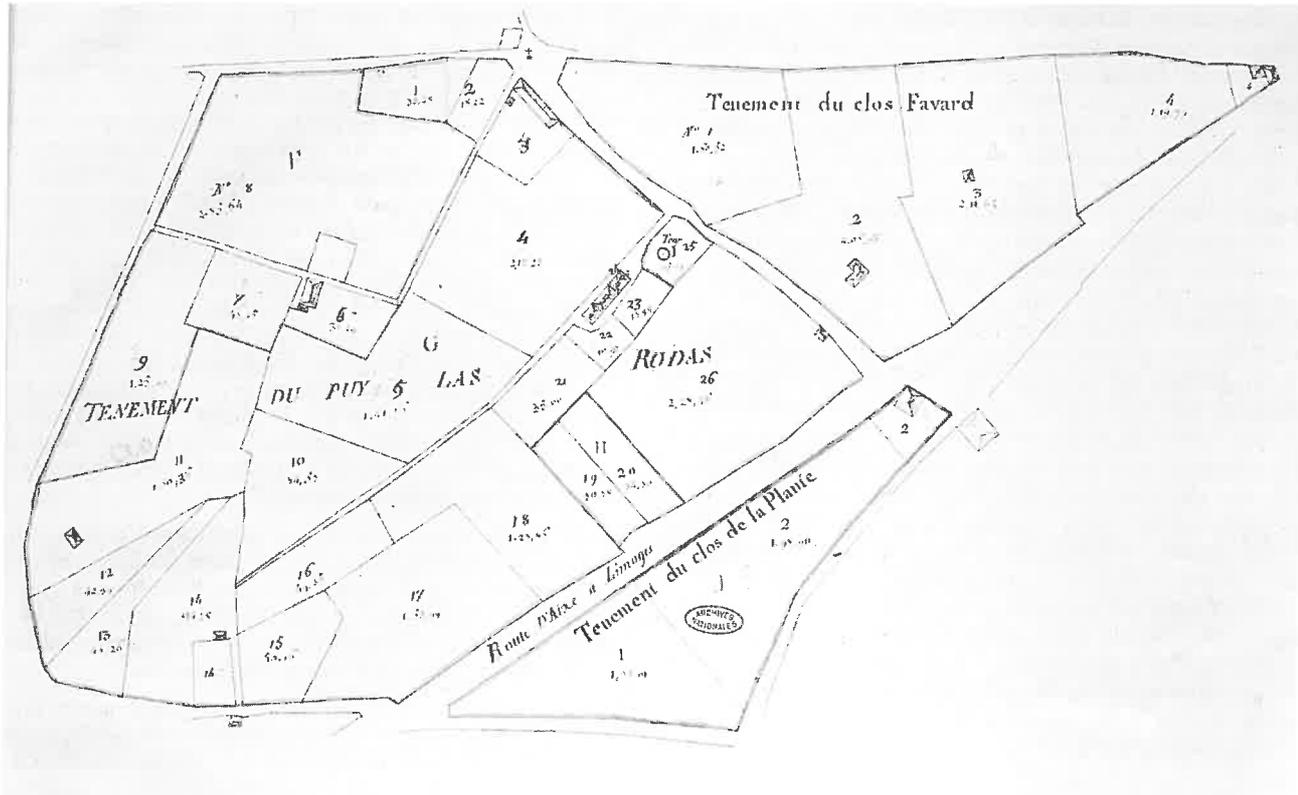


Planche 8 et 9

TEUEMENT DE MAZAT

Voies et nature des héritages	Noms des Propriétaires	Culture	Observations	Feuille
1 Tous communaux à des héritages réservés par le seigneur Surface Pertes 229,55 Secteur Revenu Estimation Fond Revenu 5 ⁰⁰			Les communaux ont été assignés par le seigneur au seigneur en 1790. Les autres ont été assignés par le seigneur en 1791 par le seigneur au seigneur en 1792 par le seigneur au seigneur en 1793 par le seigneur au seigneur en 1794 par le seigneur au seigneur en 1795 par le seigneur au seigneur en 1796 par le seigneur au seigneur en 1797 par le seigneur au seigneur en 1798 par le seigneur au seigneur en 1799 par le seigneur au seigneur en 1800	A
2 Tous de la Mazat réservés par le seigneur Surface Pertes 150,40 Secteur Revenu Estimation Fond Revenu 6 ⁰⁰ 80	de la Mazat de Mazat			B Tous de Mazat
3 Tous de la Mazat réservés par le seigneur Surface Pertes 50,90 Secteur Revenu Estimation Fond Revenu 35 ⁰⁰	de la Mazat de Mazat			
4 Tous de Mazat réservés au seigneur réservés par le seigneur de Mazat Surface Pertes 25,00 Secteur Revenu Estimation Fond Revenu 15 ⁰⁰	de la Mazat			
5 Tous de Mazat réservés par le seigneur réservés par le seigneur de Mazat Surface Pertes 20,00 Secteur Revenu Estimation Fond Revenu 10 ⁰⁰	de la Mazat de Mazat			

Cadastre de Turgot

Spécimen de la paroisse
de Sainte Claire Soubrevas
Archives Nat., N/IV / Haute Vienne / 1-2-3

la suppression de leurs exemptions fiscales, et par suite de leur place particulière au sommet de la société, situation qui prévalait finalement aussi dans le sud du royaume, où certes, ce n'était pas l'individu qui était distingué mais sa terre, mais où, de fait, la majorité des terres nobles était possédée par des individus nobles. Le texte royal d'avril a beau préciser que le cadastre sera fait "sans donner aucune atteinte aux privilèges bien établis", l'inquiétude n'en est que grandie devant le sous-entendu : les privilèges mal établis seront supprimés. La radicalisation de certains membres de l'administration n'est pas pour rassurer. Si l'intendant de Paris, Bertier de Sauvigny, suggère la suppression du seul privilège d'exploitation, Harvoine, l'envoyé à Turin, penche, lui, pour une suppression totale des privilèges si l'on veut que le cadastre soit efficace. Mais "je pense, écrit-il de Rome le 2 février 1764, qu'il y a lieu à beaucoup de réflexions sur les moyens à employer". Avec le cadastre, c'est donc la fin de relations de pouvoir personnelles, d'homme à homme, s'incarnant dans les privilèges fiscaux, remontant à l'époque franque et le retour d'un état à la Romaine. Les privilégiés n'ont pas tort de redouter cette démarche de la monarchie. Celle-ci, depuis Richelieu, travaille avec constance à l'uniformisation du royaume et à la centralisation. C'est la longue genèse de l'État moderne qui passe entre autres, par le cadastre, instrument d'unification des contribuables dans une même approche géographique.

- L'accroissement de la centralisation politique provoqué par la réalisation d'un cadastre général avait surtout été perçu par les magistrats des parlements et par les magistrats des tribunaux spécialisés dans les questions fiscales : les cours des Aides, relayées en première instance par les tribunaux d'élection. D'une part, les opérations de levée du cadastre vont amener dans les campagnes une "invasion" des agents royaux. Par là était menacée l'autonomie d'administration des paroisses et des pays d'états qui ne connaissaient que des agents provinciaux (tableau, planche 5). D'autre part, le cadastre, donnant au Roi connaissance précise de toutes les facultés du royaume, sera dans sa main un instrument dangereux, vu le contexte d'accroissement de la pression fiscale, sans contre-pouvoir. À cause de l'objectivité et de la systématisation du document géographique, il deviendra impossible d'échapper à l'œil de l'administration. Les magistrats comme les collecteurs y perdront leur rôle d'arbitre. Avec la disparition ou du moins la réduction importante du contentieux grâce au cadastre, les tribunaux d'élections, spécialisés dans le contentieux fiscal, sentaient leur existence approcher de sa fin. Aussi, dans ces conditions, l'opposition parlementaire devait être particulièrement brutale. Le 6 juin 1763, la Cour des Aides de Paris refuse absolument d'enregistrer l'édit d'avril malgré le lit de justice tenu par le prince de Condé. Elle vilipende le projet de cadastre comme gros de tout l'arbitraire royal et d'une inquisition fiscale intolérable. Et de conclure que le cadastre n'est un bon projet que réalisé sous l'autorité des cours supérieures. Pour la première fois, à l'occasion de ce projet de cadastre, les magistrats parisiens réclament la tenue des États généraux, demande qui ne devient systématique que dans les années 1770

Les parlements et Cours des Aides de province suivent la ligne de la Cour des Aides de Paris. Le parlement de Rouen estime le 16 juillet que le dénombrement et l'estimation "exposent tous les propriétaires aux vexations d'une administration militaire dont la forme toujours illégale ôte le pouvoir de faire le bien aux administrateurs qui en auraient la volonté". Au même moment, le parlement de Besançon s'exprime de façon aussi radicale que les magistrats parisiens. "Loin que cette opération (le cadastre) pût être utile, elle ne ferait qu'ouvrir une nouvelle voie aux vexations les plus criantes. La seule voie pour parer à ces inconvénients est de confier l'exécution du cadastre aux Cours supérieures". À Grenoble, c'est l'indignation contre l'administration sur le thème : le Roi est mal entouré, mal informé. "Il est effrayant pour nous, s'étonne le parlement auprès de Louis XV, qu'on vous ait laissé ignorer en quelles mains serait confiée l'exécution d'un pareil projet si digne de votre sagesse. Verrons-nous une opération de cette importance livrée à un tas d'avidés préposés ?".

- Dernier risque du cadastre : fournissant pour la première fois à l'administration un instrument statistique et systématique d'analyse, il risquait par son recensement systématique des biens fonciers de révéler au grand jour des possibilités d'imposition beaucoup plus considérable des propriétaires comme des exploitants agricoles.

Comme les plus gros propriétaires étaient encore protégés par le privilège, il était à craindre que les taillables non privilégiés, les exploitants agricoles, supportent, une fois de plus, une nouvelle augmentation d'impôt ; ceci à l'encontre de l'avis des intéressés, évidemment, mais aussi des principaux théoriciens de l'économie du moment : les physiocrates. Ceux-ci faisaient de l'exploitation agricole le moteur du système économique et souhaitaient l'exempter, ou au moins l'alléger considérablement du poids de l'impôt, qui serait reporté sur les propriétaires seuls.

Aussi le projet de cadastre général, soutenu par la seule administration monarchique, réussit-il à faire l'unanimité contre lui, supportant la colère des privilégiés, des magistrats, des taillables (peu consultés il est vrai mais capables de paralyser l'entreprise par leur inertie), et des penseurs économiques du moment. Le cadastre parcellaire général du roi n'aboutit donc pas, non plus qu'aucun autre projet de parcellaire régional, se révélant instrument de révolution fiscale et, par suite, politique. Finalement, le 21 novembre 1763, le Roi retire l'édit du 13 avril.

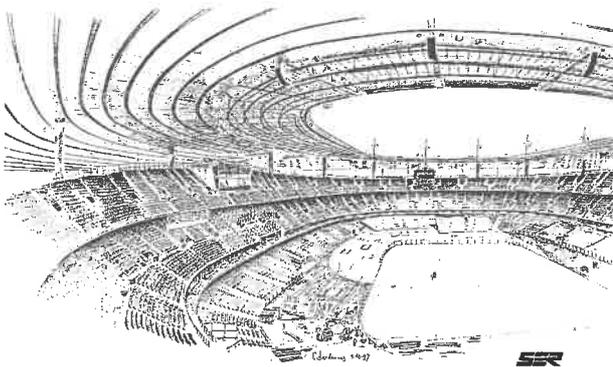
Pour aboutir, le parcellaire, réclamé à cors et à cri dans les Cahiers de doléances de 1789, devra être précédé de la Révolution, de l'égalité des citoyens devant l'impôt et du contrôle de ces mêmes citoyens sur le montant de l'impôt et l'administration fiscale. Alors seulement, il deviendra un simple instrument d'administration. Tant que ces conditions n'étaient pas remplies, le parcellaire n'était pas acceptable car perçu comme subversif d'une situation connue et comme un instrument supplémentaire et singulièrement efficace au service de l'absolutisme monarchique d'une part et d'une société inégalitaire d'autre part. La monarchie gardait pourtant quelques possibilités d'actions qui lui permirent de réaliser avant sa mort trois cadastres.

Voyons ces réalisations.

Note de l'AFT : Pour détails voir les ouvrages de Mireille Touzery : "L'invention de l'impôt sur le revenu. La taille tarifée, 1715-1789", Comité pour l'histoire économique et financière de la France, Paris 1994, et "Cadastre Bertier de Sauvigny. Dictionnaire des paroisses fiscales de la généralité de Paris", Caen, éditions du Lys, 1995.

L'ART-LES LIVRES

■ **Stade de France** de *Christian Dardennes*



Il perd son emploi à la caisse des dépôts en 1991. Il se retrouve nanti d'une préretraite dont il ne sait que faire. Il flâne, regarde, et fréquente les chantiers des grands travaux du siècle. Il ne sait comment l'idée lui vient, mais il demande l'autorisation de grimper sur les échafaudages, et il emporte un crayon avec un carnet à dessin, il « croque » les travaux du Grand Louvre, il trouve cela bien, il continue sur d'autres chantiers, la Grande Arche, Météor, Eole, la nouvelle aéroport de Roissy. On lui signale l'ouverture du chantier du Grand Stade, son talent séduit les présidents de l'œuvre et il se lance dans la description minutieuse et chronologique de ce gigantesque travail. Une véritable aventure qui s'achève avec le Stade et son 130^e dessin.

Le résultat est une traduction en dessins des transformations successives, du chantier nu à l'envolée finale de ce grand voile de métal et de béton qui abritera la coupe du monde de foot.

Réunis dans ce livre, les trois quarts de ces dessins nous apprennent à regarder sous un angle nouveau des détails techniques ou des moments forts d'une construction hors du commun, les formes, les courbes, les volumes, nous fascinent.

Une aventure vécue et des dessins qui parlent mieux que des photos.

(Société d'Éditions Régionales, SER, 26 rue Duvivier 75007 Paris. Broché, 225 F, relié sous jaquette, 300 F)

■ **L'Atlas céleste de Flamsteed** d'*André Le Bœuffle*

L'Atlas Céleste de Flamsteed fut publié pour la première fois, à Londres, l'an 1729, en vingt-huit cartes, grand format, d'après le grand Catalogue Britannique. À son époque, sans contredit, on le recherchait pour sa précision et son exactitude.

Flamsteed était le premier directeur de l'observatoire de Greenwich.

En 1776, l'ingénieur Français J. Fortin entreprit de réduire les cartes du tiers afin de rendre la lecture de cet atlas plus commode.

Oublié peu à peu du public et des cartographes, l'Atlas Céleste de Flamsteed est devenu introuvable ; rangé au rang des livres de collection.

Ce livre présente pour la première fois depuis la fin du XVIII^e siècle, le fac-similé de l'œuvre de l'un des plus célèbres astronomes de son époque, où la qualité des images s'unit à l'exactitude scientifique.

En première partie de l'ouvrage, sous la plume d'André Le Bœuffle, figure un texte de légendes sidérales dans lequel les êtres qui peuplent les planches de l'Atlas s'animent dans des aventures et exploits que racontent les poètes.

Ils se chargent de symbole, à la mesure de l'immensité cosmique. Le lecteur y retrouvera l'histoire de constellations ayant disparu, tels le Messier, le Mural, la Tête de Méduse, les Télescopes d'Herschel, etc.

André Le Bœuffle est l'un des rares spécialistes de l'astronomie antique. Professeur émérite à l'Université d'Amiens, nous lui devons la traduction des principaux textes romains qui traitent d'astronomie (Hygin, Germanicus, Pline l'Ancien). Il est aussi l'auteur de plusieurs traités, dont sa thèse d'État sur « l'origine des noms Latins d'astres et de constellations », ainsi que son dernier ouvrage, « Astronomie, les noms des étoiles », petit traité d'étymologie stellaire, qui rencontre un vif succès auprès du public, deux livres sont nous avons déjà parlé dans ces colonnes de l'Art – les Livres.



PUBLICATIONS 1998

DEVELOPPEMENTS DU MARCHÉ DES SIG EN EUROPE

Enquête DELPHI réalisée à l'automne 1997 par la société IETI *Consultants* pour cerner les développements par segments, applications, technologies, utilisateurs et prestations.

OBSERVATOIRE GEOMATIQUE 1998

- Nouvelle présentation, nouvelles rubriques
- Plus de 500 nouvelles références de sites en France
- Adresses et sites Internet des fournisseurs.

SIG, POUVOIR ET ORGANISATIONS

géomatique et stratégies d'acteurs - (Editions l'Harmattan)

Henri Pornon utilise les concepts de la sociologie des organisations pour mettre en évidence l'impact organisationnel des SIG et la façon dont ils sont introduits dans les organisations.

✂-----

BON DE COMMANDE	PU TTC	Q	TTC Franco
Développements du marché des SIG en Europe	3 000 F		
Observatoire Géomatique 1998	650 F		
SIG, Pouvoir et Organisations : géomatique et stratégies d'acteurs	140 F		
LES 3 PUBLICATIONS	3 600 F		
MONTANT TOTAL TTC FRANCO DE PORT			F

Nom

Société

Rue

Code Postal

Ville

A retourner avec votre règlement par chèque bancaire par chèque postal (à l'ordre de IETI)
 Je désire recevoir une facture acquittée.

IETI Consultants - 17 Boulevard des Etats Unis - 71000 MACON

Téléphone 03.85.21.91.91 - Télécopie 03.85.21.91.92 - E-mail ieti@wanadoo.fr



■ Le voyage en Égypte
de Strabon :
(préface de Jean Yoyotte)

Commentée par Jean Yoyotte et Pascal Charvet, qui en a assuré la traduction, la description de l'Égypte que fait Strabon dans le livre xvii de la « géographie ». C'est la première fois en France que l'ouvrage est édité avec commentaires d'après le texte grec, et cela donne une vision qui juxtapose trois perspectives : celle de l'observateur actuel, celle de l'égyptologie et celle du gréco-romain Strabon.

Strabon est né en -64 à Amasée sur les bords de la mer Noire. On ne peut déterminer avec précision la date à laquelle il rédige l'œuvre de sa vie, sa « géographie universelle » qu'il termine vers l'an 30. La monographie que Strabon écrit sur l'Égypte et ses confins immédiats occupe la majeure partie du livre xvii/1/2 de son œuvre. Il dut y voyager et y séjourner vers -30, à l'époque où s'achevaient l'Égypte ptolémaïque et le règne de Cléopâtre.

Strabon est le troisième classique obligé de l'égyptologie, après Diodore de Sicile (*bibliothèque historique*) et Hérodote (*histoires*). Son séjour en Égypte a duré, suppose-t-on, cinq années, avec une remontée du Nil qu'il décrit vers -26 ou -27. On a dit de façon pertinente que l'ouvrage de Strabon est une préfiguration de nos guides touristiques pour le Nil : notions générales sur les phénomènes géographiques et humains, informations concrètes sur l'histoire et les curiosités.

Ce regard romain sur un passé millénaire est un classique de l'égyptologie, il est à l'origine d'importantes découvertes archéologiques. On lira avec un grand intérêt ce voyage d'un autre temps qu'une préface magistrale de Jean Yoyotte éclaire avec érudition et intelligence, et que prolonge avec la même autorité un texte postface de Stéphane Gompertz qui s'intitule « voir l'Égypte hier et aujourd'hui ».

À ces commentaires sont ajoutés des poèmes, décrets, épitaphes, inscriptions qui viennent en écho ou en contrepoint de cet univers dont Strabon se fait l'interprète.

Une abondante iconographie et de nombreuses cartes illustrent avec clarté le parcours du savant voyageur. Un très beau livre, aux éditions « NIL ÉDITIONS », dirigées par Marie-Claude Char. (169 F)

■ Nantes et sa conquête de l'eau :
de Claude Richomme

Claude Richomme, né à Nantes en 1927, est aujourd'hui ingénieur retraité. Curieux de technique, épris de sa ville et amateur d'histoire, il a patiemment dénoué l'écheveau de cette conquête.

De l'approvisionnement individuel par puits, fontaines et rivières, jusqu'à l'usine moderne de la Roche, de la concession accordée en 1854 à une Compagnie Générale des Eaux naissante, à la création en 1895 d'un grand service municipal autonome, voici au travers de l'évolution des connaissances, des progrès de l'hygiène et des choix politiques, toute l'aventure de la distribution d'eau potable à Nantes.

Dans ce parcours, deux figures attachantes, peu connues des Nantais, se distinguent : Auguste Jégou et Gaston Michel. Avec ces « conquérants de l'eau », Polytechniciens et Ingénieurs des Ponts et Chaussées, se déroule sous nos yeux, pas à pas, non seulement le cheminement d'une technique qui s'affine, mais aussi, par petites touches, l'évocation d'une ville et de sa croissance, depuis le xix^e siècle industriel et capitaliste, jusqu'à nous jours.

(Éditions Opéra – 1 allée des Vinaigriers – 145 F)

■ L'effet Calypso :

À l'image des appréciations mitigées et controversées qu'inspira le personnage public, il est malaisé et trop tôt, de porter un jugement serein sur ce que certains hésitent à appeler l'« œuvre scientifique » de Cousteau. Pour ce faire, il faut renoncer au vitriol ou à l'encens, oublier ses approximations imprudentes au-delà d'un domaine qui n'était pas le sien. Certes, ses relations avec les scientifiques, au rang desquels il ne s'est pas compté (en témoigne la liste de ses « travaux ») sont devenues, après les années 70, plus distendues, et même tendues durant sa « dérive médiatique ». Mais restera-t-il toujours, entre les chercheurs et lui, la distance et les liens d'une sympathie agacée, cet homme d'instinct comprenant mieux que quiconque leurs besoins en moyens, en engins et en audience.

Dans leur mémoire, il restera le commandant de la mythique *Calypso* et un instrumentiste habile, toujours à l'affût d'innovations, de perfectionnements qui, peu à peu, enrichissent, encombrèrent son pont et ses cales. Bricoleur doué, il se fit, dès les années 50, créateur, promoteur et exploiteur de ce qu'il appelait des « techniques secondaires », destinées à faciliter, diversifier, étendre le travail en station et en croisière. Parmi ces appareillages, citons le câble de nylon pour le mouillage et le dragage de grands fonds ; ou les émetteurs sonores dont les « tic-tic » localisent les engins la mer. Même généralisation de la caméra pour étudier les eaux et les fonds : la photo prise par le scaphandrier ou par la « troïka » (traîneau tracté au ras du fond) ; la télévision et le cinéma dont il fut un producteur prolifique. Dans ce métier de chasseur d'images, il a beaucoup retiré de ses relations avec des Américains, comme, entre autres, Harold Edgar Edgerton (1903-1990), appelé « Papa Flash », professeur au MIT, qui, durant les années 60, construisit pour la *Calypso* des caméras sensibles et résistantes, capables de photographier les animaux pélagiques et benthiques jusqu'à plus de 7 000 m. C'est par plus de 7 500 m de fond, dans la « fosse de La Manche », qu'il établit son record (Atlantique équatorial, juillet 1956).



SETAM Informatique

2, rue du Square Jean-Gibert - 78114 Magny-les-Hameaux

☎ 01 30 52 40 49 Fax 01 30 52 11 25

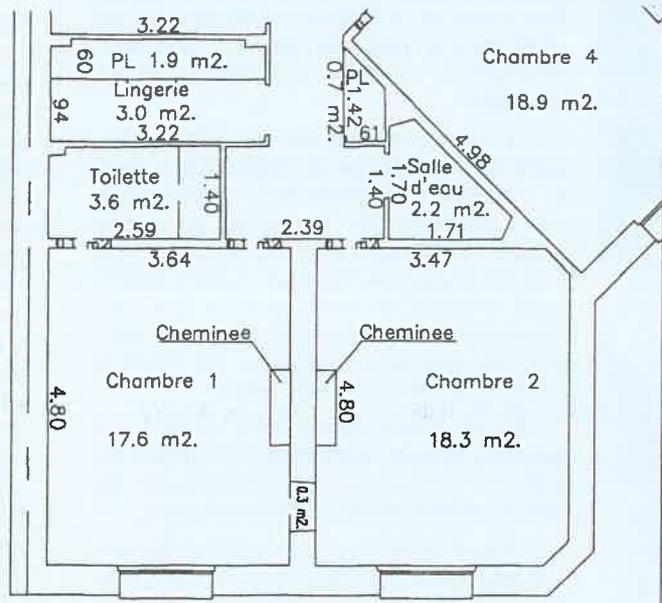
Conseils Assistance Développement Formation

Donnez-vous les moyens - Financement personnalisé

<input type="checkbox"/> Clé en main à 79.900 fht ↓ ◆ Micro H.P. Pentium II 6/300Mhz Mini Tour Disque Dur 4,5 Go Smart EIDE sur bus PCI 64Mo SDRAM (Ext à 192Mo) Carte graphique hte résolution 64bits 4Mo de Vram sur bus AGP / Lecteur 3"1/2 1,44Mo / CD ROM (24x) / Carte son intégrée / CLAVIER Souris - / Windows NT 4.0 Souris <i>Garantie 3 ans sur site</i> ◆ Ecran 21" NOKIA ◆ AutoCAD MAP2 (V14+SIG) ◆ TopoLISP V14 complet (TopoLISP2D+3D+Proj 3D) ◆ Installation sur site	<input type="checkbox"/> Clé en main à 55.000 fht ↓ Micro H.P. Pentium 200Mhz Desktop Disque Dur 2,1 Go EIDE sur bus PCI 64Mo SDRAM (Ext à 192Mo) Carte graphique haute résolution 64bits 2Mo . sur bus PCI Lecteur 3"1/2 1,44Mo / Lecteur CD ROM (24x) CLAVIER, Souris - Windows 95 - ou Windows 3.11 Souris <i>Garantie 3 ans sur site</i> ◆ Ecran 17" NOKIA ◆ AutoCAD MAP2 (V14+SIG) ◆ TopoLISP 2D Les Applicatifs Géomètre ◆ Installation sur site
<input type="checkbox"/> AutoCAD LT 97 (4.235fht) ↓ <input type="checkbox"/> Package à 9.500,00 fht. <i>avec</i> <ul style="list-style-type: none"> • AUTOCAD LT 97 (compatible 12-13 et 14) • TopoLISP-LT 97 (l'applicatif de base pour LT) • TOOLBOX 97 (la boîte à fonctions pour LT) • COTES-LT (cotations/superficies automatiques) <input type="checkbox"/> avec MAJ AUTOCAD LT 97 = -6.500 fht. <input type="checkbox"/> <u>Prix M.A.J. d'AutoCAD LT (Toutes versions)</u> <u>en AutoCAD LT-97 = 1.073.00 fht</u>	<input type="checkbox"/> PROMOTIONS ↓ 39.900 fht ☞ AutoCAD MAP 2 + TopoLISP V14 2D+3D Complet (28.990fht) (25.000fht) avec-Installation sur votre matériel (frais réel de déplacement à votre charge) 35.000 fht ☞ AutoCAD MAP 2 + TopoLISP 2D (le Top en 2D) (28.990fht) (15.000fht)

NOUVEAU Module de TopoLISP sous AutoCAD

« Loi CARREZ »
3.900,00 fht
 Logiciel de traitement
 des superficies
 par pseudo-plan modulaire
rapidité, précision et sécurité dans l'édition



Votre cachet SVP ↑

Cochez pour recevoir documentation des produits

Stages conventionnés DAO/ AutoCAD initiation /Perfectionnement/ TopoLISP/MAP2

Stages non conventionnés DAO/et autres logiciels professionnels

Bien sûr, à ses yeux, la « technique première » sera toujours l'engin de plongée et la vision humaine directe, par le scaphandre autonome dont il adapta et popularisa l'emploi hors des sphères scientifiques (comme dans les « maisons sous la mer » des opérations « Précontinent » I, II et III qui ont apporté d'utiles informations sur la physiologie de la plongée et la géologie pré littorale) et, surtout, par le sous-marin, vite appelé « soucoupe plongeante » en ces temps d'engouement extra-terrestre. À plus d'un tiers de siècle de distance, on mesure mal ce que le nouveau type de submersible apportait, aux pétroliers en quête d'un véhicule pratique pour reconnaître et visiter les champs offshore comme aux scientifiques insatisfaits de l'emploi des pesants bathyscaphes. Conçues vers la fin des années 50, mises au point et construites durant la décennie suivante, les virevoltantes « SP » : 350 puis 3 000 (achetée, perfectionnée par le CNEXO qui l'exploita sous le nom de *Cyana*) furent à l'image et à l'origine de toute une généalogie de submersibles en Amérique et en Europe. Les chercheurs, les prospecteurs, le public adoptèrent d'emblée ces étonnantes boules aplaties et légères, élégantes sous leur coiffe et leur visière de plastique, capables de toutes les prouesses d'escalades, auxquelles on doit des découvertes qui firent date (canyons, vallée centrale des dorsales, sources abyssales).

Ce n'est pas diminuer les mérites pionniers de Cousteau de dire qu'il illustra et fut porté par un mouvement semblable en d'autres pays. Sans l'audience qu'il lui impulsa, peut-être eut-il progressé à pas plus mesurés. Il restera le symbole d'une époque désormais révolue : celle de la première génération de l'image, qui eut besoin de l'émerveillement et du spectacle pour porter la découverte des profondeurs à l'avant-garde du savoir moderne ; celle qui précéda l'imagerie satellitaire et automatique, l'invasion de l'ordinateur et l'informatisation intégrale des navires. C'est en faisant de la plongée en submersible le merveilleux scientifique de ce temps-là qu'il demeurera à jamais un de nos derniers « savanturiers ».

Jean-René Vanney. Professeur à la Sorbonne

■ **Manuel de photogrammétrie :**
de Karl Kraux et Peter Waldhäusl

C'est en 1982 que parait la première édition de ce traité, publié en allemand par les éditions Dummer, à Bonn. Les deux auteurs, Karl Kraux et Peter Waldhaus, sont professeurs à l'Institut de Photogrammétrie et de télédétection de l'Université technique de Vienne. Plusieurs rééditions sont nécessaires ainsi que la parution d'un deuxième tome.

En France, l'ENSAIS est en relation étroite avec cet Institut viennois, notamment dans le cadre de programmes européens d'échanges de recherches et de circulation d'étudiants, et c'est dans cette mouvance que s'inscrit l'édition franc aise qui vient de paraître et dont les traducteurs, Pierre Grussenmeyer et Olivier Reis, sont des adhérents de notre association et des habitués des colonnes de XYZ.

Nous connaissons peu d'ouvrages en France sur la photogrammétrie. Le dernier en date est celui de l'Ingénieur Général Géographe de l'IGN Henri Bonneval, qui a vu sa dernière édition en 1972. C'est pourquoi cette traduction française de ce manuel est une bonne nouvelle pour notre pays, de nombreuses écoles l'utilisaient et l'utilisent dans les versions étrangères pour la recherche appliquée et l'enseignement, et cette absence en France était vivement ressentie.

Ce manuel aborde les principes fondamentaux et s'attache à faire le point sur l'état actuel de l'art, puis esquisse les perspectives d'avenir. Il est articulé autour de six chapitres traitant des fondements mathématiques, des chambres photogrammétriques et des techniques photographiques qu'elles impliquent, de la stéréorestitution, de l'aérotriangulation, des techniques numériques où les performances des ordinateurs et la généralisation des méthodes de traitement d'image ont profondément modifié les processus de restitution désormais en grande partie assistés par ordinateur.

(Éditions Hermès, 8 Quai du Marché Neuf, 75004 Paris)

■ **Manuel d'optique :**
de Germain Chartier

Sa méthode de présentation prend le parti de « raconter » l'optique plus que la déduire des lois fondamentales et l'effort est méritoire pour que l'outillage mathématique entrave le moins possible la compréhension des phénomènes.

Ouvrage pivot d'un exposé général et moderne de l'optique, il est quand même le point d'entrée de thèmes plus pointus. Depuis la découverte des lasers en 1960 et des fibres optiques en 1970, l'optique a subi des mutations qui ont accentué sa pluridisciplinarité. Ce livre fait le point sur les connaissances actuelles, fournit et ordonne les notions indispensables à la compréhension de l'optique moderne. L'auteur, Germain Chartier, est professeur à l'Institut National Polytechnique de Grenoble.

(Hermès, 14 rue Lantiez 75017 Paris)

■ **3 nouvelles publications « IETI Consultants »**

Développements du marché des SIG en Europe :

À l'automne 1997, IETI Consultants a réalisé, auprès de 11 experts européens du domaine des SIG, une enquête utilisant la technique DELPHI, pour cerner les perspectives de développement du domaine. Elle fournit des résultats intéressants sur le potentiel de développement de 25 segments, 6 types d'utilisateurs, 19 applications particulières, 18 technologies liées aux SIG, 10 prestations et 6 outils méthodologiques concernant les SIG. (3 000 F TTC)

Observatoire Géomatique 1998 :

Une nouvelle présentation plus lisible en format A4, de nouvelles rubriques (logiciels SIG raster, adresses et sites internet des fournisseurs), des index par produits et par fournisseurs, plus de 500 nouvelles références de sites en France (dont de nombreux services administratifs) et toujours, la présentation de l'offre en logiciels, applications et bases de données. (650 F TTC)

SIG, POUVOIR ET ORGANISATIONS : géomatique et stratégies d'acteurs :

Ouvrage tiré de la thèse de doctorat soutenue par Henri Pomon à l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne. Cet ouvrage fait appel aux concepts de la sociologie des organisations pour mettre en évidence l'impact organisationnel des Systèmes d'Information Géographique et la façon dont ils sont introduits dans les organisations.

*(Éditions l'Harmattan – Commander à IETI Consultants
7 boulevard des États-Unis – 71 000 Mâcon – 140 F TTC)*

■ **Les noms de lieux en France, glossaire de termes dialectaux : de André Pégorier**

Font Vieille, Pech Redon, Raz, Etchegaray, Casa Mozza, Feixa Llarga, Frohnhof, ces mots et ces noms ne reflètent-ils pas le langage multiple d'une unique nation ? Les langues régionales donnent une saveur personnalisée à chaque terroir du pays, en font la richesse et fleurissent bon nos racines. Perdre leur usage et leur connaissance, effacer leur souvenir, serait perdre le goût d'un bon pain au feu de bois.

Si, du nord au sud, de Watrelos à Prats-de-Mollo, de l'ouest à l'est, de l'Aber Wrach à Schiltigeim, la langue française s'enseigne et se parle, les noms des lieux, des hameaux, des montagnes et des rivières, reflètent l'histoire des hommes qui y ont vécu dans leurs différences et leurs variétés. Là réside un trésor qu'il faut bien se garder de perdre, il est une mémoire précieuse, irremplaçable, qui fait de nous ce que nous sommes.

Voilà le mérite, s'il n'y en avait qu'un, de l'ouvrage d'André Pégorier que l'IGN a la bonne idée de rééditer en ce temps présent où des milliers de toponymes sont menacés de disparition par négligence ou uniformisation. La carte et le cadastre, en particulier le 1/25 000, témoignent des plus anciennes installations humaines sur notre sol, et l'IGN a estimé qu'il y avait grand intérêt à établir un fichier de termes dialectaux attestés en toponymie. On a constaté en effet que le risque était grand d'altération du

toponyme, de déformation par transcription, d'adaptation phonétique, voire de francisation abusive.

Publié dans une première édition en 1963 ce « glossaire des termes dialectaux » sous la direction du président de la commission de toponymie de l'époque, André Pégorier, voulait répondre à la préoccupation des géomètres et topographes dans leur tâche de recueil et de notation des noms de lieux qui n'existaient le plus souvent que sous une forme orale. Toute la carte de base, maintenant achevée, est baignée de ce travail méritoire qu'il faut saluer comme l'une des plus belles réussites de l'Institut, et ce n'est pas par hasard si le CNIG a souhaité que ce glossaire puisse, sous sa forme actuelle enrichie, être mis à la disposition des érudits, des chercheurs, mais aussi des randonneurs et du tourisme, et prenne sa place au coin de la mémoire de notre patrie. Ces noms, liés à notre histoire, doivent contribuer à l'effort entrepris par d'autres instances, en particulier les universités, envers les langues régionales.

Préfacé par le directeur général de l'IGN, Jean Poulit, cet ouvrage est enrichi des recherches complémentaires sur les genres des noms par Marie-Rose Simoni-Aurembou, il a subi une relecture complète du spécialiste Charles Mestrallet et sa mise en forme a été assurée par Roger Serre.

(148 F dans tous les points de vente IGN en France, ou commandes à l'ENSG).

REPertoire DES ANNONCEURS - N° 74

BENTLEY	2° couv.
GEOMEDIA.....	3° couv.
TOPO CENTER.....	4° couv.

ACTHYD.....	76	GEOPIXEL	42
AERIAL.....	49	IETI.....	96
AEROSCAN.....	59	JS INFO	43
CHS.....	69	LEICA.....	4
ENSG.....	26	NIKON	2
FRANCE-GPS.....	7	ORTECH.....	83
GEO 2000.....	46	PENTAX.....	8
		REIS (Stölzel).....	16
		SETAM.....	98
		SPECTRA-PRECISION.....	75
		STOLZEL (Reis).....	16
		TRIMBLE.....	27
		ZEISS.....	70