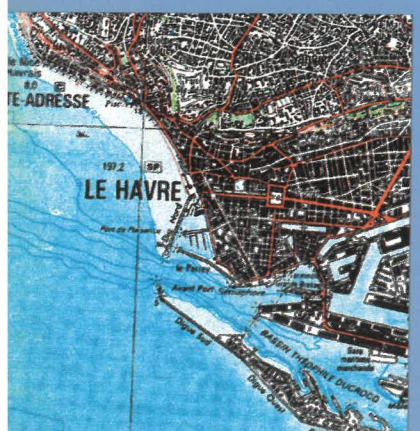
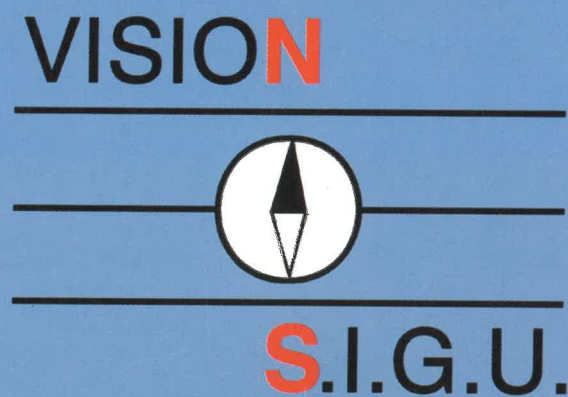
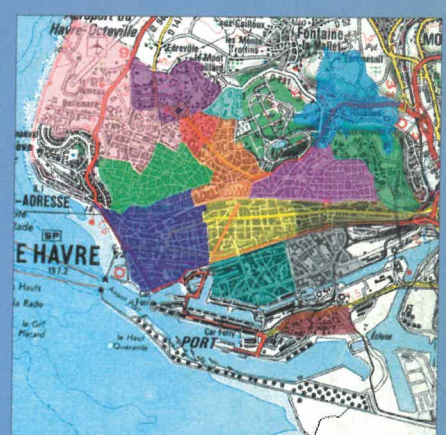
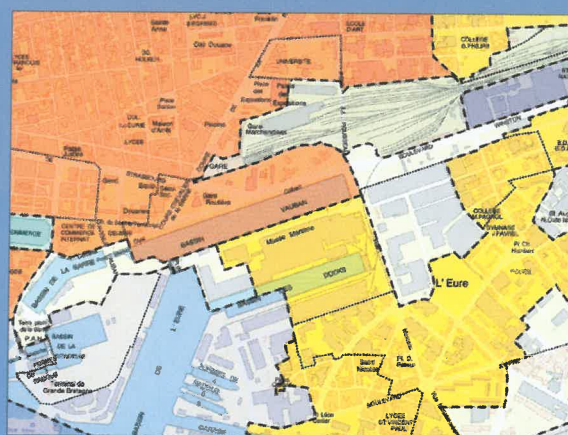


Association Française de Topographie

xyz

n° 82

topographie
géodésie
photogrammétrie
SIG
géomatique
métrologie
hydrographie
topométrie
cartographie
génie civil





Extrait de la page d'accueil du module "Vision SIGU", comportant, à l'écran, une boussole animée qui se bloque sur le Nord quand on "clique" dessus, pour lancer une session de consultation géographique générale sur la ville du Havre et ses environs (hormis les données propres à la ville, fonds tirés de SCAN 50*, SCAN 100*, BTOPO*, MNT BD ALTI*, SPOTView* et cadastre). Voir l'article de Franck Perdrizet, page 65.

L'AFT est membre de la FIG

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION

André BAILLY

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION ET DE LA PUBLICITÉ

Robert CHEVALIER

COMITÉ DE RÉDACTION

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

COMITÉ DE LECTURE

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

MAQUETTE ET MONTAGE

Jack BIQUAND

ABONNEMENTS

Evelyne MESNIS

e-mail : aftopo@club-internet.fr

Trimestriel – Le numéro : 130 F / 20 €

Abonnement d'un an

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

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

Les règlements payés par chèques payables sur une banque située hors de France doivent être majorés de 40 F / 6 €

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

Tous droits de reproduction ou d'adaptation strictement réservés.

COMPOSITION CD GRAPH – GRAND LARGE

9 rue Hélène Boucher – 44115 Haute-Goulaine

☎ 02 40 06 10 00 – fax 02 40 06 00 88

IMPRIMERIE MODERNE USHA

Aurillac 15001

☎ 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

E-MAIL : aftopo@club-internet.fr • SITE INTERNET : <http://perso.club-internet.fr/aftopo>

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

L'AFT est membre de la FIG

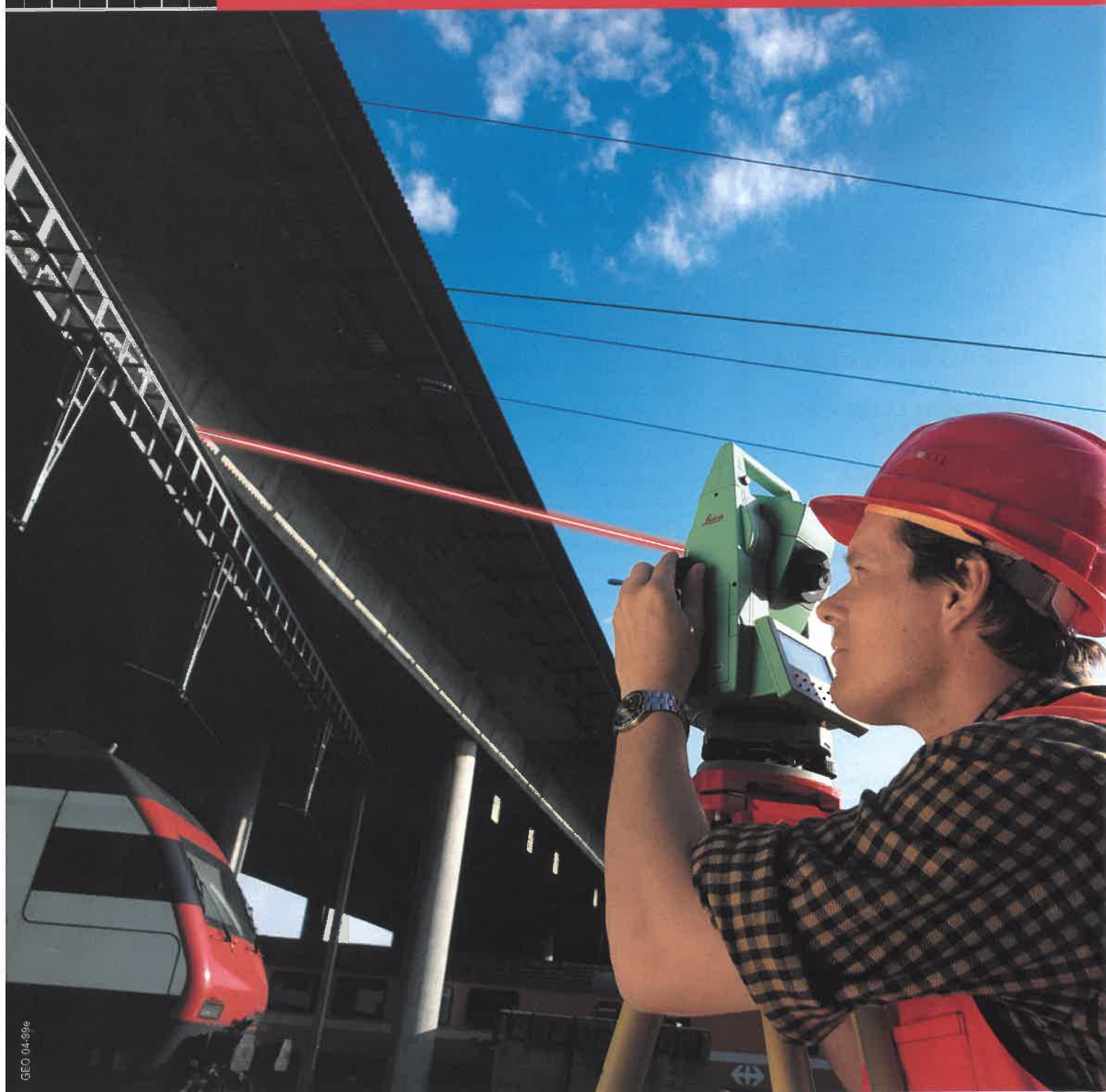
ISSN 0290 – 9057

2000 • 1^{er} trimestre

n° 82 • s o m m a i r e

– Editorial : A cheval sur le méridien vert	5
– Info-Topo	7
– AFT, assemblée générale	17
– Le système d'information sur les évolutions du lit de la Loire Didier Reinbold, Lydia Sacco, Elisabeth Lauriol	20
– Observations magnétiques de la Terre Miora Mandéa	24
– Le cadastre numérisé	28
– Photogrammétrie et micro-ordinateur Yves Egels	31
– Voyage au cœur "d'I-SITE", le scan laser révolutionne la topographie Rob Airey	37
– Enquête : les performances des logiciels de photogrammétrie à courte distance Pierre Grussenmeyer	40
– Le profilomètre ferroviaire SURVER Philippe Hallé	43
– Le SIG bien tempéré. "Préludes et fugues en XYZ mineur" Michel Bernard	46
– Le choix d'un GPS (analyse multicritères) Jean Clerget	49
– Transformation des réceptions GPS en coordonnées cartographiques Henri Dufour	54
– Bug ? vous voulez dire Bogue Claude Million	57
– Rattachement ESTP/ENSAM	59
– La page GSF. Au départ d'une mission François Bodin	60
– Un apport de la photogrammétrie : suivi de l'évolution morphologique des dunes flamandes Philippe Clabaud, Hervé Marteel	61
– Le système d'information de la ville du Havre Franck Perdrizet	65
– Maroc : la normalisation dans le domaine de l'information géographique, états et enjeux M.El-Ayachi, T. Benali, H. Biar	71
– Japon : surveillance tectonique par GPS Gilbert Ferhat	77
– Suisse : le nouveau géoïde de la Suisse, CHGEO 98 Urs Marti	81
– Royaume Uni – Irlande : installation du réseau différentiel GPS des phares et balises Duncan Hawksbee, Nick Ward	85
– TOPO VECUE : "Le lion est mort ce soir" Robert Chevalier	89
– Le pied Claude Million	92
– Les livres Jack Biquand	98
– Pour la recherche de nos annonceurs consultez la page 75	

TCRA, la station totale universelle de Leica



Tachéomètre TCRA. Le nouvel atout de la série professionnelle TPS1100. Lui seul peut saisir automatiquement des points visés depuis l'instrument ou depuis une télécommande. Il peut aussi mesurer avec un laser, sans réflecteur. Cette polyvalence est unique ! Même les mesures de points inaccessibles ne lui posent aucun problème, mais représentent au contraire un exemple de travail au quotidien. Cela vaut la peine de se familiariser avec ses propriétés "magiques". Allez les découvrir dès aujourd'hui chez votre

représentant Leica Geosystems et laissez-vous agréablement surprendre par le prix très accessible de cette haute technologie.

Leica

MADE TO MEASURE

à cheval sur le méridien vert

En cette année 00 du siècle XXI (ap.J.-C.), celle du méridien vert et d'après la tem-pête, en cette année du Dragon, l'événement pour l'AFT est la mise sur orbite de deux ouvrages qui sont la face visible d'un travail accompli par l'association. Ils vont prendre place aux côtés de XYZ, en position géostationnaire, à l'aplomb de la topographie.

L'annuaire 2000 de l'AFT, rénové dans une troisième édition. Vous y rencontrerez vos collègues, bien rangés dans leurs cases, à leur place dans la profession, dans leur secteur d'activité, dans leur pays, dans leur région. Vous connaîtrez les fournisseurs et les écoles du métier, les administrations qui les concernent et vos homologues à l'étranger. Nous ambitionnons qu'il soit le témoin de l'adaptation de l'AFT à l'évo-lution de la profession, le compagnon du topographe au plus près des avancées tech-nologiques d'allure souvent supersoniques.

Le lexique topographique, fruit du travail collectif de la commission enseignement, longuement mûri dans l'atelier de nos têtes puisqu'il a fait l'objet d'une parution pé-riodique dans XYZ de 1991 à 1995, et qu'il était en gestation depuis 1985. Le voici au complet avec ses douze chapitres réunis, et déjà en succès pédagogique au vu des commandes des écoles. A l'heure du GPS et de l'Ordinateur, grands mâcheurs de travail, il n'est pas sans nécessité de savoir "comment et pourquoi ça marche", il n'est pas sans intérêt de se ressourcer en cotangentes et cosinus, avec des outils de base au parfum de terrain. Allez à la rencontre des mots de notre métier.

XYZ 82. Le compte à rebours est commencé, le remplissage est terminé. Il va vous entraîner à l'étranger, reflet de l'activité et de la présence internationales de l'AFT qui s'est d'ailleurs récemment entretenue avec une délégation albanaise en projet de cadastre pour son pays. Vous irez au Japon où l'on surveille la tectonique au GPS, au Maroc pour connaître l'état et les enjeux de la normalisation de l'Information Géo-graphique, en Suisse pour son nouveau géoïde CHGEO98, au Royaume Uni et en Ir-lande pour l'installation du réseau différentiel GPS des phares et balises, au Maroc encore pour y apprendre "la mort du lion" dans notre chronique "topo-vécue".

Autres voyages étranges : "au cœur d'I-SITE" où le scan laser révolutionne la topo-graphie au dire de son auteur, mais aussi dans le rêve d'Yves Egels et de son restituteur portable avec, à la clé, sa recette personnelle de l'anaglyphe, à visionner chaud. En plat de résistance, la photogrammétrie, avec une enquête de Pierre Grussenmeyer sur les performances des logiciels de photogrammétrie à courte distance et l'apport de la photogrammétrie dans le suivi de l'évolution morphologique des dunes flamandes, un article de Philippe Clabaud et Hervé Marteel.

Si vous avez un GPS portable vous savez que le report des coordonnées sur le fond de carte peut poser un problème pratique. Henri Dufour nous livre des programmes rédigés sur une simple calculette (HP 32 SI) et qui peuvent être d'une utilité, non seulement pour les randonneurs, mais aussi pour tout utilisateur des deux systèmes projectifs de France (Lambert et UTM). Ceci dit si, professionnellement, vous avez besoin d'un GPS, consultez donc l'étude faite par Jean Clerget et son analyse multi-critères sur les choix possibles.

Vous apprendrez également par Franck Perdrizet comment le Service d'information Géographique Urbain du Havre (SIGU), réalise une chaîne géomatique cohérente au cœur d'un réseau logique interconnectant les différents services municipaux de la ville.

Enfin savez-vous qu'une perche fait seize pieds ? Que le méridien de Paris est passé au milieu de l'assemblée générale de l'AFT avant de fleurir en été ? Que la Loire sauvage est un fleuve poète ? Qu'au cœur de la forêt d'Orléans on mesure le magné-tisme terrestre ?

Et surtout ne vous privez pas de la page musicale offerte en cadeau d'étrennes "Pré-ludes et fugues en XYZ mineur". Un bijou !

XYZ

PS : L'article de Yves Egels (photogrammétrie et ordinateur, page 31), est enrichi de lunettes anaglyphes grâce au concours et à l'amabilité de l'IGN.

L'INTERFACE GEODIMETER®



**Topographie
GPS**



Une Unité de Contrôle (PC avec écran tactile) basée sur Windows® et conçue pour passer facilement d'une Station Totale à un système GPS, sans calculs supplémentaires.

Véritable outil de terrain pouvant subir des conditions extrêmes de température et d'étanchéité, le Geodimeter® Geodat® Win est doté de toutes les fonctions de DAO permettant l'élaboration d'un plan directement sur le terrain. De plus, ce PC peut être chargé avec des programmes d'applications et des fonctions de calculs topographiques.

Robuste, puissant et souple, il vous permettra d'accéder à une productivité à ce jour inégalée !



**Topographie
Station Totale**

www.geodat.com/geowin

ou tél: 01 69 18 63 30

ou e-mail: geoinfo@geotronics.com



INFO actualités bloc-notes flashes

TOPO

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.

Disto™ classic3 : 3^e génération

Dernier né de la gamme de lasermetres Leica, DISTO™ classic3 surprend par sa taille : 172 x 66 x 42.

Outre les qualités de ses prédécesseurs, DISTO™ classic3 a bénéficié des avancées technologiques en matière de mesure laser : le rayon laser visible permet de viser facilement la cible et de voir exactement où le point de la mesure va se porter. Il mesure des distances, mêmes supérieures à 100 m, à l'intérieur comme à l'extérieur avec une précision de ± 3 mm, et il affiche le millimètre. De plus, il possède un écran large qui s'éclaire dans l'obscurité pour assurer une lecture exacte de la mesure. Son retardateur permet d'effectuer tous les types de levés, même dans des conditions difficiles.

DISTO™ classic3 a été doté de fonctions de calculs : détermination d'une hauteur à l'aide de deux ou trois mesures (Pythagore), addition de hauteurs ou distances partielles, calcul d'une diagonale en mode continu. Il est également possible d'enregistrer une constante que l'on peut rappeler aussi souvent que nécessaire (exemple d'une hauteur de bâtiment réutilisée systématiquement pour les calculs de volumes).

Prix : 3 500 FHT.

(Dans les TOPOCENTER – À Paris : 01 56 53 72 72
et dans 17 grandes villes de France).

La géographie dans la rue à Toulouse

Par définition « la rue » est un lieu de géographie présente, et pourtant, pendant longtemps tout au moins en France, la géographie restait bien au chaud dans les Universités, enseignement mineur qui ne servait qu'en culture générale. Tout change aujourd'hui, la géographie fait les gros yeux, affirme son importance et sort du bois. Déjà des grandes manifestations, comme celles de St Dié chaque année dans les Vosges, démontrent que la géographie est une discipline de plus en plus prégnante dans tous les domaines économiques.

Ainsi les « Cafés Géographiques » à Toulouse proposent de faire découvrir une façon de faire de la géographie et lancent un regard géographique sur les réalités du monde par des débats et des échanges entre géographes et non-géographes, et cela dans un lieu public et convivial : le café.

Deuxième université de France et, de plus, ville de l'IGN et du CNES de SPOT, de l'aéronautique et de l'Espace, la ville est un tissu économique unique par ses implications géographiques, et ce n'est pas par hasard que soit née ici cette initiative.

(Tous les 1^{ers} mercredis de chaque mois à "Mon Caf"
20 place du Capitole, à 18 h 30 – Entrée libre – Un thème à chaque fois) Site : www.café-geo.com – Tél. 05 61 22 75 50

ESRI-France : démocratie pour l'info. géographique ?

Depuis 10 ans en France la société ESRI propose des services complets de SIG : vente de logiciels, développement d'applications, fourniture de données, support technique. (Voir notamment l'article ci-dessous).

La société annonce aujourd'hui la disponibilité gratuite sur son site d'ArcExplorer, permettant de visualiser et de manipuler tout type d'information géographique :

www.esrifrance.fr/arcexplorer.htm.

Ce logiciel de consultation de données géographiques fonctionne en simple logiciel ou en client d'un serveur Internet. Dans ces deux modes le logiciel accède et lit les multiples formats de données : fichiers ArcView, couvertures ARC/INFO, couches SDE (qui peuvent venir de MicroStation ou AutoCad) et d'images de divers formats (satellites, fichiers TIFF...).

Au-delà de cette utilisation, ArcExplorer peut être utilisé comme un navigateur cartographique WEB lorsqu'il est connecté à un serveur WEB ESRI (via Internet Map Server). Il permet aussi de télécharger des données vectorielles au format standard public. shp (Shape Files d'ArcView).

Il semble qu'ArcExplorer se situe dans la tradition ESRI de favoriser la diffusion gratuite des données géographiques.

Version GEOKIOSK 2.0

Toujours chez ESRI, Geokiosk est un média de diffusion pour tout type d'information graphique et géographique pour tout public, collectivités, infos touristiques, localisation, CD ROM multimédia... Dix secondes sont suffisantes, sans aucune compétence, pour naviguer, interroger, se localiser sur terre ou dans le quartier. Ces possibilités viennent d'être encore étendues avec une nouvelle version 2.0 qui apporte une inter-



LES ATOUTS QUE VOUS OFFRE LA SOCIETE Z/I IMAGING :

La pointe du progrès technique : liées par une longue et étroite coopération, les entreprises Carl Zeiss et Intergraph sont la référence obligée dans le secteur très élaboré des systèmes d'informations et des traitements d'images. La société Z/I IMAGING qui dispose de la technologie et d'un grand savoir-faire dans le domaine de la reconnaissance aérienne va commercialiser à l'avenir de nouveaux produits numériques.

L'accès global aux prestations de service : où que vous vous trouvez, nous vous garantissons notre soutien dès que vous le sollicitez. La société Z/I IMAGING vous offre un réseau d'assistance mondial, afin de satisfaire toutes vos exigences.

Des équipements complets : la société Z/I IMAGING vous propose une vaste panoplie d'instruments pour la saisie des images jusqu'à leur traitement numérique. Elle allie à merveille l'optique de Zeiss de haute qualité à la compétence d'Intergraph en matière de logiciels. Elle réunit ainsi les conditions idéales pour réaliser les systèmes numériques de demain.

De plus amples renseignements peuvent vous être fournis par :
Z/I IMAGING, Didier Kopf, 1, impasse des Saules,
67118 Geispolsheim/Strasbourg. Tél./Fax : 03 88 68 82 07.



face refondue, une lecture directe du format Shape, de nouvelles représentations des couches vecteurs et l'ouverture à tout le multimédia.

SIG et catastrophes

Le produit ArcView est utilisé pour effectuer une estimation globale des dégâts des crues de novembre 1999, en association avec les outils spécifiques de l'Association Départementale pour l'Aménagement des Structures des Exploitations Agricoles (GeoDASEA).

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

D'actualité : diffusion de données pour les SIG, les informations contenues dans l'Inventaire Permanent du Littoral (IPLI)

Dans le guide de l'Inventaire Permanent du Littoral (IPLI) édité en 1980, le littoral est présenté comme un espace de vie pour les populations qui y résident et y travaillent mais aussi un espace de détente pour un nombre sans cesse croissant de touristes. Avec cette cohabitation, le littoral est parfois l'objet d'attentes contradictoires qui induisent des conflits au niveau de l'occupation du sol. Ceci a conduit les pouvoirs publics à mener une politique spécifique d'aménagement du littoral. Mais si l'on veut pouvoir juger à la fois de la cohérence des différentes politiques menées et de leur résultat, un investissement complémentaire s'avère nécessaire. Cet investissement est celui qui est fait à travers l'IPLI qui doit permettre, à tous et à tout instant, de disposer d'un ensemble de données sur l'état du littoral et son évolution passée ou prévisible.

Réalisé pour la première édition en 1977 sur support papier, l'IPLI couvre le littoral français sur une distance minimale de 5 kilomètres à l'intérieur des terres par rapport au trait de côte ou au moins une commune entière (exemple d'Arles, commune de superficie importante). Au total, cela représente 147 feuilles au 1/25 000.

Depuis 1982, date de la dernière mise à jour partielle de cette couche d'occupation du sol sur le littoral français, aucun travail d'actualisation n'a été réalisé. Or la connaissance de l'état de l'occupation du sol à un moment donné (état de référence) est une information nécessaire à l'appréciation de la situation actuelle, à l'analyse de l'évolution des milieux littoraux ainsi qu'à l'évaluation de leur dynamique.

Pour répondre à cette problématique, la Direction de l'Aménagement Foncier et de l'urbanisme a confié au Centre d'Études Techniques de l'Équipement Normandie Centre (CETE) la mise en œuvre de la base de données d'occupation du sol IPLI 1977.

Géoréférencée en Lambert 2 étendue, cette base de données a été numérisée puis structurée par département sous ArcInfo, le logiciel phare de ESRI.

La table attributaire de polygones de cette couverture contient un attribut permettant de connaître le numéro de feuille IGN. Un second attribut contient le code d'usage du sol de chaque surface. 10 postes de légende renseignent sur le thème habitat, espaces urbanisés; 5 postes décrivent les espaces agricoles; 7 postes distinguent le milieu naturel et 4 postes le milieu aquatique.

Dans la table d'arcs, un attribut permet de distinguer les ouvrages artificiels (endiguage).

Donnée publique, elle est diffusée gratuitement sous forme de CD-ROM avec un guide technique détaillé.

Pour une meilleure convivialité et afin de favoriser une certaine homogénéité des produits cartographiques dérivés de cette base, il est fourni aux utilisateurs une bibliothèque de couleurs directement chargeables sous ArcInfo ou ArcView.

Cette diffusion permet de mettre en place des observatoires et ainsi d'effectuer des mises à jour de l'IPLI. Plusieurs projets d'actualisation sont en cours mais d'ores et déjà l'ensemble du littoral haut et bas normand a été actualisé sous ArcInfo à partir d'une photo-interprétation de clichés aériens de 1995.

Ce travail répond au besoin de savoir où se sont faites les évolutions et quelles transformations le littoral a subi.

Cette donnée originale sur l'espace littoral français complète utilement l'information disponible dans les autres bases de données nationales (BD Cart® et Corine Land Cover®). Il s'agit d'un véritable "état de référence" indispensable pour suivre l'évolution des milieux littoraux et aider à la mise en application, puis l'évaluation spatiale de la « Loi littoral ». Ces données peuvent aussi nourrir des réflexions en matière d'aménagement (schémas directeurs, directives territoriales d'aménagement,...) et permettre l'évaluation des impacts des grands équipements d'infrastructures linéaires ou portuaires.

Directement utilisables avec les logiciels ESRI, ArcInfo et ArcView. Gratuitement diffusé auprès des collectivités littorales :

M. Vigné – CETE Normandie – Tél. 02 35 68 82 24

E-mail : pierre.vigne@equipement.gouv.fr

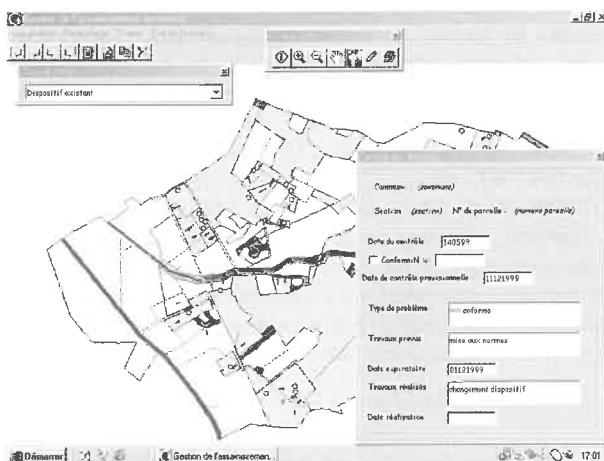
**Banque d'images ESRI-France sur Internet :
www.esrifrance.fr/banque-images**

AZA 2005 et CLICLAD, chez "Générale d'Infographie"

Pour les collectivités locales, AZA 2005, un logiciel de gestion de l'assainissement autonome, alternative au "tout collectif". La société "Générale d'Infographie" possède une expertise dans ce domaine, expérience de 10 années. AZA 2005 remplace une infrastructure lourde par un système simple, il répond à la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 qui prévoit une obligation générale d'assainissement sur l'ensemble du territoire avant le 31 décembre 2005, c'est un choix de proximité lorsque le réseau collectif est éloigné.

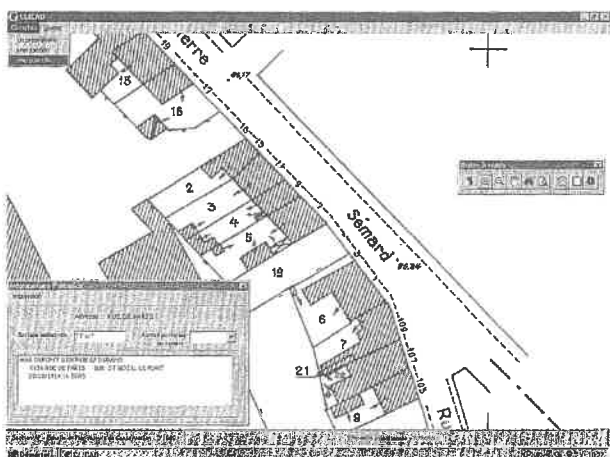
AZA 2005 veut répondre aux obligations légales obligatoires en 2005 en les anticipant. Sa mise en place requiert un PC sous Windows®95 (Pentium 166 minimum) installé en quelques minutes et simple d'utilisation (1 journée de formation).

*Prix de la 1^{re} licence selon la taille de la collectivité.
(8 000 FHT pour une commune de moins de 3 000 habitants).*



D'autre part, pour la consultation locale des informations cadastrales, Générale d'Infographie propose le logiciel CLICAD qu'elle a réalisé grâce à la connaissance acquise de ce type de logiciel par l'expérience avec la DGI. Cette dernière a confié à la société la réalisation d'un logiciel de mise à jour et de consultation de plans « raster », après appel d'offres sur performance. Ce logiciel est accessible par toutes les communes de France avec sa grande simplicité de mise en œuvre et son utilisation. Comme AZA 2005, il requiert un PC sous Windows®95 (Pentium 166 minimum). De même le prix de la première licence est proportionnel à la taille de la commune

(environ 12 000 FHT pour moins de 2000 habitants.)



(Générale d'Infographie – Novaxis II – 2 allées des Gémeaux
72 100 Le Mans – Tél. 02 43 39 20 00 – Fax 02 43 39 20 01)

GeoConcept s'associe à Global Geomatics

Le groupe français GeoConcept, éditeur de SIG sur plateforme PC, annonce un accord de partenariat avec la société canadienne Global Geomatics pour l'intégration d'un nouveau protocole Web dans sa gamme de produits.

Cette alliance apporte à la technologie GeoConcept une interopérabilité accrue en fournissant un accès complètement transparent à plus de 80 % des formats de données géographiques, en permettant un accès universel aux données géographiques que ce soit en local, via un Internet ou via un Intranet corporatif et en offrant aux utilisateurs un environnement ouvert facilitant les échanges.

La technologie de Global Geomatics permet aux utilisateurs du SIG GeoConcept d'accéder directement à un grand nombre de formats de données géographiques : les formats natifs d'ArcInfo, d'AutoCad (DWG), et de Microstation (DGN), ainsi qu'un grand nombre d'autres formats dont VMAP0, VMAP1, VMAP2, VRF, MIF/MID, Idrisi, GRASS, CCOGIF, PCI Pamap, DXF, CEOS Satellite Imagery, DOQ, GeoTIFF/TIFF, MrSID, DCW, ADRG, RPF, CADRG, CIB, DTOPN, WVS, DNC, DTED 0-1-2, USGS DEM, ETOPO5, GTOPO30, GXF. Très bientôt s'ajouteront à cette liste les formats natifs MapInfo, les formats ASRP, USRP et S57. Ces jeux de données seront désormais accessibles depuis GeoConcept dans leur format natif à l'endroit même où ils sont maintenus, soit via un intranet corporatif, soit via l'internet.

(GeoConcept – 25/27 rue de Tolbiac – 75 647 Paris CEDEX 13
Tél. 01 53 94 57 00 – Fax 01 53 94 57 99
<http://www.geoconcept.com> – E-mail : info@geoconcept.com)

Chez intergraph : SEDMS et Mfworks

Un nouvel outil SIG, le SEDMS, fourni par intergraph est accessible via le web. Il offre aux collectivités locales, aux administrations et aux gestionnaires de réseaux, la possibilité d'accéder rapidement et facilement aux informations fondamentales pour leur activité, via leur réseau d'entreprise intranet ou extranet. Cet outil est un concentré des technologies utilisées dans les solutions GeoMedia, Panagon Document Services et Spatial Enterprise. Il fait partie d'un ensemble de solutions qu'Intergraph veut offrir à ses utilisateurs du secteur public, des transports et de la gestion des réseaux.

Par ailleurs la société génère un nouveau logiciel pour l'analyse matricielle : Mfworks pour GeoMedia. Il permet aux professionnels qui utilisent ces données d'accéder à la puissance des outils de visualisation, de cartographie et d'analyse de GeoMedia.

Tous ces outils étaient présentés au Salon des Maires et de Collectivités Locales.

(Intergraph-France – <http://www.intergraph.com/france>
Tél. 01 30 64 14 20 – Fax 01 30 64 75 39
E-mail : ffouquet@symphonie-communication.fr)

L'intelligence des cartes topo sur Internet

L'AFT assistait (Robert Chevalier) à une conférence de presse de « Tele Atlas » qui présentait le 30 novembre dernier les applications de ses partenaires développées à l'aide de ses cartes numérisées accessibles via Internet.

Ces cartes sont à la base de nombreuses applications, performantes et simples d'utilisation, s'appliquent à de nombreux domaines.

Citons en particulier :

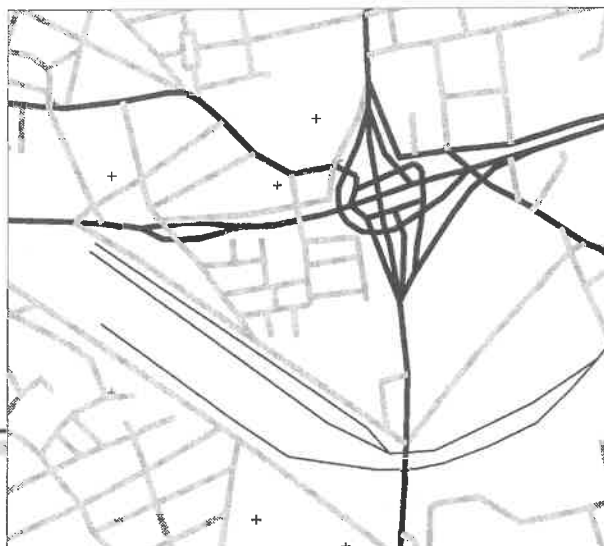
ismap : www.ismap.com

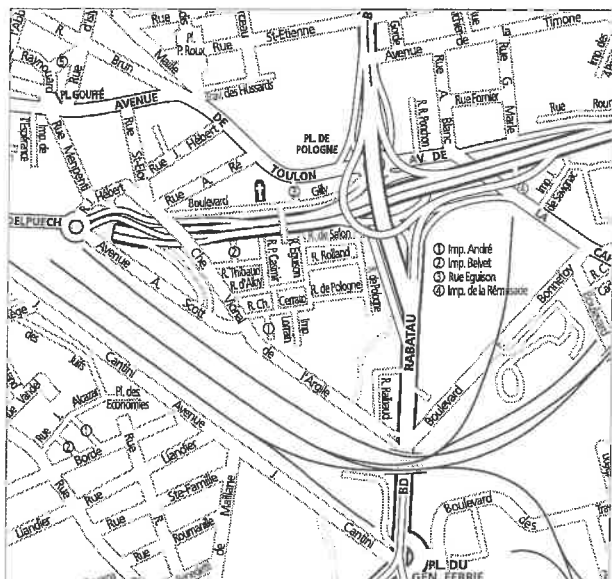
Créée en 1997 cette société a conçu un moteur de recherche cartographique unique en son genre : les sites web recherchés sont localisés sur des cartes urbaines. ISMAP génère un plan à partir d'une carte et d'une base de données, le résultat apparaît à l'écran sous forme d'icônes, cliquable qui renvoie à la page web de l'établissement cherché. Les internautes peuvent ajouter gratuitement leur icône sur ISMAP, insérer des cartes dans leurs sites et les envoyer par E-mail.

Rassemblant actuellement principalement les points de transports, les monuments, les hôtels ou les salles de spectacles, il répond aux attentes de citoyens, d'hommes d'affaires, de touristes, etc.

Il diffuse plus de 1 million de pages mensuelles couvrant toute la France, neuf villes en détail, et deux villes européennes, Londres et Bruxelles.

(Europarc C-Technopole de Château Gombert
13013 Marseille – Tél. 04 91 95 50 14)





Planfax.com

La société Planfax travaille à partir des données Tele Atlas dans le domaine de la cartographie numérique et fournit des plans d'accès sur son service Minitel 3617 Planfax. Aujourd'hui elle décline son application sur Internet en proposant les "Plans Jaunes", issus des cartes routières France et Europe numérisées de Tele Atlas.

Le service permet de localiser 36 000 communes et d'obtenir le détail des rues principales. Les plans sont expédiables par E-mail.

(Tele Atlas-France – 47 avenue Carnot – 94230 Cachan
Tél. 01 49 08 53 53 – www.planfax.com
E-mail : richard.d'humieres@teleatlas.com)

Chez Bentley Systems : ModelServer Continuum/J™

C'est un logiciel serveur de données pour les projets de géo ingénierie, nouvelle famille pour la gestion de projets dans l'entreprise. Il réunit l'avantage de la gestion de projets dans l'entreprise, l'avantage de la gestion de projets multi-disciplinaires et multi-utilisateurs avec ceux d'une synchronisation des Systèmes d'Informations Techniques avec les bases de données de l'entreprise. Ce nouveau produit s'appuie sur la puissance d'Oracle 8i, de Jserver d'Oracle Spatial, à travers des outils de navigation et d'édition sur le web, sur la technologie Project-Bank™ de Bentley, et cela dans un seul système ouvert.

Ce logiciel est un environnement flexible, en cas d'absence de données spatiales au niveau de l'entreprise, il travaille avec ses propres informations stockées en permanence. Mais Bentley propose un mode hybride d'utilisation : une partie des informations provenant de la base de données de l'entreprise, et l'autre partie de ProjectBank, banque de données techniques de Bentley.

Par ailleurs, ModelServer Continuum/J™ s'interface très facilement avec d'autres produits géospatiaux utilisant la technologie Java.

Notons également la nomination de Thierry Vaisse au poste de Directeur Marketing Europe-Sud de la société. Cette création d'entité regroupe outre la France, l'Italie, l'Espagne, le Maroc, la Grèce, la Tunisie, la Croatie et la Slovaquie.

(Bentley Systems – CNIT – BP 424 – 92053 La Défense – Paris
Tél. 01 46 92 40 92 – Fax 01 46 92 40 93 – www.bentley.com)

De nos amis anglais

Le 25 novembre dernier l'association anglaise « AGI », Association pour l'Information Géographique qui regroupe 300 membres du Royaume Uni, récompensait les meilleurs SIG anglais du pays pour 1999. Le prix a été décerné à la société APIC pour la technologie SIG la plus innovante et le meilleur projet SIG pour le compte du gouvernement. Ces récompenses couronnent le travail réalisé pour le compte de l'Autorité Minière Anglaise fondée en 1994.

La société APIC conçoit et édite une gamme de logiciels pour l'exploitation de l'information géographique. Filiale de Matra-Systems et de Suez-Lyonnaise des Eaux, elle a son siège en France, elle peut se prévaloir aujourd'hui d'une base installée dans plus de 400 sites dans 20 pays du monde entier.

(APIC-SA – 113 avenue Aristide Briand – 94117 Arcueil CEDEX
Tél. 01 49 08 83 00 – Fax 01 49 69 92 93
E-mail : infoapic.fr – Site : <http://www.apic.sa.com>)

Nikon : DTM500, Station Totale récompensée



Chaque année se tient en Pologne, "KATOWICE", la plus importante exposition de matériel de Topographie du pays.

À l'issue de cette exposition, la revue Polonaise de Géodésie "GEODETA" publie un article spécialement dédié à cette exposition : "Lors de cette exposition, deux statues du GEA ont été décernées pour récompenser le meilleur produit de topographie de l'année, dans les catégories : Meilleur équipement et Meilleur logiciel".

Au cours de cette exposition, les visiteurs ont voté pour élire le meilleur produit dans chaque catégorie.

À la fin du deuxième jour d'exposition, un comité composé de cinq personnes représentant, le Département Topographie du Ministère de la Construction, la Société des Géomètres Experts Polonais, et les organisateurs, ont procédé au dépouillement des votes afin de déterminer les gagnants.

L'annonce officielle des gagnants s'est faite lors de la soirée au "Jazz Club" organisée en l'honneur de toutes les personnalités, les exposants et les invités. **La série station totale DTM500 a été élue meilleure station totale dans la catégorie équipement.**

(191 rue du Marché Rollay – 94504 Champigny-sur-Marne
CEDEX France – Tél. 01 45 16 45 16 – Fax 01 45 16 00 33
Site : <http://www.nikon.fr>)

ArcIMS 3.0 : une nouvelle génération de SIG pour Internet/intranet

Développé par la société ESRI ArcIMS 3.0 fait évoluer la façon de partager, d'accéder et d'utiliser les informations d'un SIG. On peut accéder en transparence totale à des informations réparties sur plusieurs serveurs localisés tout en les associant à des données stockées localement. Outre la souplesse liée au partage de l'information, ce mode de fonctionnement permet de disposer de performances exceptionnelles.

Dans sa conception retenons les critères suivants : prêt à l'emploi sans programmation, les pages Web peuvent être personnalisées et intégrées avec d'autres outils internet. Il fonctionne sur systèmes d'exploitation Windows NT et Unix et est supporté sur les serveurs Web les plus populaires. Il est en compatibilité avec les formats de fichiers ESRI.

Pour trouver les illustrations d'ArcIMS 3.0, la banque d'images ESRI-France sur Internet :

www.esrfrance.fr/banque_images

(ESRI, 21 rue des Capucins - 92 190 Meudon
Tél. 01 46 23 60 60 - Fax 01 45 07 05 60
e-mail : info@esrfrance.fr)

GEOID et l'extension du port de Monaco

La société GEOID, spécialisée dans le positionnement de précision terrestre et maritime vient de signer un contrat de deux ans concernant l'extension du port de la Condamine avec Bouygues Offshore, Bouygues TP, GTM construction, Dumez GTM, Impreglio, Serimer. GEOID fournira toutes les prestations relatives aux travaux de positionnement de surface, sous marins, de bathymétrie, de topographie, de cartographie. (Montant : 2,50 MF).

(GEOID - Montpellier Technopole
3 rue Jean Monnet - 34830 CLAPIERS)

Leica Geosystems : une gamme complète de stations totales

Dans toute sa gamme de stations totales la société propose sa "version R" qui possède un rayon laser visible pour mesurer sans réflecteur. Le choix est donc possible avec la mesure traditionnelle avec prisme et à partir de 44000 FHT.

La série basique TPS300 pour les levés d'intérieur, les levés de points inaccessibles, est intéressante sans réflecteur. Ces stations, petites et conviviales, sont équipées d'un plomb laser pour la mise en station. Transport simple dans une seule boîte, écran large, menus simplifiés.

La série TPS700 utilise la plate-forme des gammes existantes fondée sur le même concept logiciel que la gamme TPS300 avec deux atouts supplémentaires : le clavier alphanumérique et les programmes intégrés. Pour tous travaux de topo classique petits et moyens. Plomb laser, vis de commandes sans fin, écran large. Trois classes de précision : 2", 3", 5". Codage rapide enregistré directement avec le bloc code. Le format de



sortie de données est paramétrable pour simuler tous type de station, se connecter à tous les carnets de terrain.

Le TPS1100, issu de la gamme des tachéomètres électroniques TPS1000, mais plus petit, plus léger, plus ergonomique, plus rapide et plus simple d'utilisation. Cette gamme se décline en 5 modèles proposant des précisions de 1,5" à 5" (0,5 mgon à 1,5 mgon), allant du plus classique tachéomètre (TC) au tachéomètre électronique automatique (TCA/TCRA). La télécommande RC51100 est très novatrice, elle réunit le contrôleur, la batterie, le modem radio et l'antenne en un ensemble compact de moins de 1 kg où les câbles ont disparu.

(Leica-geosystems - Parc du Saint Laurent
54 route de Sartrouville Bât. Le Québec
78232 Le Pecq CEDEX
Tél. 01 30 09 17 52 - Fax 01 30 09 17 01)



Cad Cam Systems au MICAD 2000

CAD CAM SYSTEMS va exposer lors du prochain MICAD 2000 qui se déroulera du 28 au 30 mars prochain au Parc des Expositions de la porte de Versailles. CAD CAM SYSTEMS y présentera des solutions particulièrement adaptées pour les topographes, les géomètres et les cartographes.

Ainsi pour l'acquisition numérique des cartes, plans, et autres documents, CCS propose des scanners grand format de la marque CONTEX, gamme couleur et monochrome. Ces scanners sont fournis avec les logiciels Widelimage (pilotage du scanner) et JetImage (gestion de reproductions couleurs grand format).

Le logiciel Vectory permet lui de vectoriser automatiquement les documents raster (images tramées). Il existe une gamme complète Vectory répondant aux besoins des professionnels en termes de fonctionnalité (Vectory LT), de taille (Vectory B), et de budget (Vectory S40). Vectory intègre de nouvelles technologies qui garantissent une efficacité maximale et une réduction des coûts. G/Color complète cette gamme, ce logiciel permet la réduction et la séparation chromatique. Des informations sont ainsi extraites des documents, des plans, ou des cartes numérisés en couleur, par la création d'une palette de couleurs qui réceptionnera les objets que vous lui assignerez selon ces couleurs. Ce produit répond totalement aux besoins des utilisateurs de SIG.

Le logiciel Dataplan Manager est un logiciel de gestion électronique de documents. Pour faciliter le stockage et la recherche de documents, Dataplan Manager utilise un classement de données du type arborescent. À chaque document est associée une fiche descriptive qui peut être indexée. Il permet en outre de gérer facilement le processus d'approbation et de diffusion des documents. Dataplan Manager est un outil adaptatif puisqu'il tient compte de la structure organisationnelle mais aussi de la méthode de travail propres à chaque entreprise.

Vous pourrez assister à des démonstrations sur le stand CAD CAM SYSTEMS au Micad : stand n° C52.

(CAD CAM SYSTEMS - CCS 72 rue Baratte-Cholet
94 100 Saint-Maur - Tél. 01 45 11 19 00 - Fax 01 45 11 19 09
e-mail : CADCAMS.VENTES@WANADOO.FR)

STUTTGART 99

47^e semaine photogrammétrique



le professeur Dieter Frisch

Instaurée en 1909, la semaine photogrammétrique organisée conjointement par l'université de Stuttgart et l'entreprise Z/I Imagine (née de l'association des divisions photogrammétrique de Intergraph et de Carl Zeiss) s'est tenue en septembre dernier. 500 spécialistes issus de 54 pays ont débattu des nouvelles perspectives offertes par les procédés de prise de vue et de restitution numériques, sous l'égide de Rudolf Spiller, président et directeur adjoint de la société Z/I Imagine, et du professeur Docteur-Ingénieur Dieter Fritsch de l'université.

La société présentait la conception d'une caméra de prise de vue aérienne numérique fondée sur un capteur à couplage de charge CCD disposé sous la forme d'une matrice. Ce principe permet de générer des clichés numériques directs parallèlement aux données de satellite à des fins topographiques et dans le cadre de missions de reconnaissance à des altitudes de moins de 100 mètres à 10 km, avec l'avantage de cycle de restitution accéléré et de disponibilité plus rapide de données.

Les méthodes numériques s'adaptent parfaitement en photogrammétrique à l'extrême complexité mathématique des algorithmes de procédure, facilitant ainsi l'exploitation des données et ouvrant la voie à de nouvelles applications.

La photogrammétrique numérique est de plus en plus élargie à d'autres objets que la surface terrestre, jusqu'aux images virtuelles multimédias de villes et de paysages. La production et l'utilisation de tels modèles urbains tridimensionnels font l'objet de travaux de recherche au sein de l'université de Stuttgart. Les données en sont accessibles, via Internet par exemple, à l'urbaniste, au planificateur de circulation, au promoteur immobilier, à l'investisseur, voire au simple utilisateur.

Destinés à des usages civils et militaires, les systèmes de prise de vue occupaient une place de choix dans la gamme des produits proposés. Des analyseurs à balayage de haute résolution fournissent les données aux systèmes de restitution photogrammétrique numériques exploités sous UNIX et Windows NT.

Le potentiel croissant de débouchés commerciaux n'émane plus désormais des seuls experts, mais aussi des utilisateurs finaux des données. Le réseau Internet y jouera sans doute un rôle déterminant.

Nouveauté SOPPEC

SOPPEC, entreprise française, formule, fabrique, et conditionne, les outils indispensables à votre profession : les peintures de marquage en aérosols.

Variés, ces derniers vous permettent de procéder à différents marquages d'une qualité exceptionnelle, sur chantiers, en ville ou sur sites classés.

Conscient de leur responsabilité d'industriel, SOPPEC a le seul souci de développer des produits respectueux de l'environnement, de la santé, et de la sécurité des utilisateurs.

C'est pourquoi, SOPPEC met à votre disposition, 24 h/24, gratuitement et immédiatement ses fiches de données de sécurité : minitel : 08 36 05 10 12 - internet : www.quick-fds.com

Documents indispensables pour une utilisation des produits dans les conditions optimales de sûreté. Ainsi, vous seront indiqués : les conditions de stockage, d'utilisation des mesures de prévention, mesures d'urgence... car pour SOPPEC qualité et sécurité sont les priorités.

(SOPPEC - ZI - 16 440 NERSAC
Tél. 05 45 90 93 12 - Fax 05 45 90 58 67)

Remise des prix de la Société de Géographie

Le 27 novembre dernier avait lieu la séance solennelle de remise des prix de la Société de Géographie, en son hôtel prestigieux du Boulevard St Germain à Paris.

Jean Bastié, président de la société, présidait cette séance dont le palmarès 99 comportait entre autres :

- Le prix Henri Duveyrier, attribué à Edmond Bernus et Jean-Marc Durou pour leur ouvrage « Les Touaregs un peuple de désert », dont nous avons discoursé dans les colonnes d'XYZ.
- Le prix Georges Erhard, attribué à notre collègue de l'AFT Raymond d'Hollander pour « L'Astrolabe, histoire, théorie et pratique ».



Raymond d'Hollander est bien connu des lecteurs d'XYZ. Ingénieur Géographe à l'IGN, issu de l'École Polytechnique, il a parcouru une carrière brillante d'homme de terrain mais aussi de professeur (ENSG, ESGT, CNAM, ENSTP...). Ses travaux sur l'astrolabe sont ici couronnés, mais il est également l'auteur d'autres ouvrages importants, citons en particulier la volumineuse étude « Sciences Géographiques, connaissance du monde et conception de l'univers dans l'antiquité » parue par chapitre dans notre revue dont il fut par ailleurs un dirigeant et un animateur. Il a également participé au « Lexique topographique », paru de même par chapitre dans XYZ et dont nous annonçons aujourd'hui l'édition en volume complet.

Au cours de la même cérémonie, la Grande Médaille des Explorations et Voyages de découverte fut remise à Georges Pernoud, le producteur TV bien connu de nos écrans et la Grande Médaille à titre exceptionnel pour services rendus à la Société à Monique Pelletier dont nous nous honorons de la collaboration pour plusieurs numéros d'XYZ.

Claude Rousselot, directeur de l'ESGT

Michel Kasser, ingénieur-géographe, quitte la direction de l'École Supérieure des Géomètres et Topographes pour réintégrer son corps d'origine l'IGN.

L'Ingénieur Divisionnaire des Travaux Géographiques et Cartographiques Claude Rousselot est nommé directeur de l'ESGT.

La gestion de l'école située au Mans concerne 240 élèves en trois promotions, une vingtaine d'agents administratifs et 115 professeurs. C'est l'ESGT qui forme la majorité des Ingénieurs Géomètres-Topographes en France et qui anime un cycle très important de formation continue en Aménagement Foncier et Systèmes Cadastreux, photogrammétrie. Elle assure, en partenariat avec « l'École chez soi », la préparation au diplôme de Géomètre-Expert-Foncier DPLG.

Notre collègue Claude Rousselot est l'un des plus anciens adhérents de l'AFT.



AFT/Internationale

Visite d'une délégation albanaise en France

L'AFT, représentée par André Bailly et Edmond Barbacanne a reçu une délégation albanaise invitée par IGN-France International. Les responsables albanais ont présenté un projet de mise en place d'un cadastre dans leur pays et la création d'un service du cadastre en Albanie. La délégation a été plus particulièrement intéressée par la photogrammétrie et ses possibilités d'applications pour les besoins du pays.



LES LIVRES

Jack Biquand

Dernière minute !

■ La Méridienne de Denis Guedj

Ce voulait être un scénario de film, et il fut effectivement récompensé comme tel. Mais la réalisation n'eut jamais lieu. C'est donc devenu un roman passionnant, car il raconte une véritable histoire, une histoire de notre Histoire.

Delambre et Méchain... Méchain et Delambre..., ces deux astronomes chargés d'une mission révolutionnaire par l'assemblée du même nom, s'embarquent en 1792 dans une véritable expédition, mesurer l'arc de méridien qui permettra de déterminer la nouvelle unité de mesure: LE MÈTRE.

Dans la tourmente de l'époque, ils vont s'efforcer de réaliser leurs travaux, ils vont s'efforcer de survivre. Ce n'est pas gagné d'avance. Entre condamnations et accidents, ils seront marqués pour la vie.

Avec eux, nous plongeons dans la vie quotidienne et terrible de l'époque, nous croisons les noms les plus illustres, les plus tristement célèbres aussi...

De Paris à Dunkerque, de Rodez à Barcelone, des Tuileries à l'appartement de Madame Vernet, ils sont tous là, Arago, Borda, Condorcet, Lavoisier, Bailly, et combien d'autres qui n'arriveront pas au terme de l'histoire...

Embarquez, embarquez dans une de ces deux berlines qui emportent l'esprit scientifique de l'époque, et accrochez-vous, cela secoue, cela décoiffe, c'est une belle aventure. L'histoire est là, le film reste à faire.

(Éditions Robert Laffont - Septembre 1999 - 302 pages - 139 F)

LEXIQUE TOPOGRAPHIQUE

Douze chapitres et un index recensant 1 200 termes. Figures et croquis explicatifs, formules et calculs. Les mots et les définitions choisis en vue de la formation des topographes à tous niveaux.

Édité par l'AFT (janvier 2000).

L'exemplaire 80 F TTC (frais d'envoi 20 F). 5 exemplaires 50 F TTC l'unité (envoi + 40 F).

Prix "étudiant" : 50 F TTC (envoi + 20 F).

AFT - LA VIE DES RÉGIONS : Alsace-Moselle

Le 22 octobre 1999, l'ENSAIS et la Région Alsace-Moselle ont eu l'honneur d'accueillir M. Jean-Marie Becker (ancien de l'ENSAIS), président de la commission 5 (positionnement et mesures) de la Fédération internationale des géomètres (FIG). Devant un auditoire composé d'étudiants de la filière Topographie et de membres régionaux de l'AFT, Jean-Marie Becker a présenté une conférence portant sur :



Le professeur
Jean-Marie Becker

- la FIG et les activités de la Commission 5;
- le NLS (National Land Survey) de Suède et ses activités géodésiques : réseaux et techniques de nivellement;
- l'évolution des techniques altimétriques au cours des dernières décennies.

L'assemblée générale annuelle de la région Alsace - Moselle, organisée par le Président de région (Pierre Grussenmeyer) s'est tenue à l'issue de la conférence. En début de séance, R. Schaffner a communiqué le message de soutien du président national André Bailly, retenu à Paris.

Les principaux points de l'ordre du jour étaient les suivants :

1 - Informations concernant la FIG

Jean-Marie Becker a complété les informations fournies lors de sa conférence par quelques remarques relatives au fonctionnement de la FIG (notamment la semaine de travail prévue à Prague au printemps 2000) et à ses perspectives de développement.

À son sens, la FIG doit s'intéresser davantage aux développements techniques et réduire le volet « politique » voire social des congrès et manifestations qu'elle organise.

J.-M. Becker a également mis l'accent sur les difficultés de certains pays notamment d'Afrique et d'Amérique du Sud, où l'absence de crédits empêche toute participation aux activités de la fédération. Son avenir semble alors passer par :

- la promotion de conférences consacrées à des thèmes précis rassemblant les spécialistes mondiaux du domaine concerné
- un intense travail de préparation de ces manifestations de sorte qu'elles suscitent l'intérêt du plus grand nombre
- la recherche, par ailleurs de plus en plus ardue en particulier pour les jeunes adhérents, de financements pour assister à ces congrès.

Le problème des délégués nationaux fut ensuite évoqué, de même que celui de la mise sur pied d'une liste de distribution (mailing list) à laquelle il serait possible d'adhérer dans le cadre d'un groupe de travail et permettant aux personnes travaillant sur un même sujet et confrontées aux mêmes problèmes de s'entraider de manière à trouver des solutions communes. P. Grussenmeyer a cité l'exemple du Comité international de photogrammétrie architecturale (CIPA) qui a mis une telle structure en place.

2 - Dictionnaire multilingue de la FIG

L'état d'avancement actuel du dictionnaire a été présenté par Roger Schaffner, coordinateur, pour l'AFT, des propositions de correction des traductions françaises, l'essentiel du travail étant à la charge du Bundesamt für Kartographie und Geodäsie allemand. Les tomes 3 à 6 et 10 à 15 sont imprimés, les volumes 1, 2, 7 et 8 restant en cours de correction.

3 - Activités de l'année 1999

Olivier Reis a présenté les activités de l'année 1999, au premier rang desquelles figura la visite du service du cadastre du canton de Bâle-ville (Suisse) effectuée le 31 mai 1999. Le groupe était principalement constitué d'étudiants de l'ENSAIS et renforcé de quelques membres de l'AFT, tous vivement intéressés par les diverses présentations qui leur ont été proposées. Un bref compte rendu de la visite a été publié dans le n° 80 de XYZ (p. 88).

Pierre Grussenmeyer et Olivier Reis ont également été présents, aux côtés d'André Bailly et de Robert Chevalier, sur le stand de l'AFT à l'occasion d'Intergéo qui s'est tenu cette année du 1er au 3 septembre à Hanovre. Les visiteurs, de toutes nationalités, ont été nombreux à s'intéresser aux activités de notre association.

4 - Site Internet de l'AFT

Pierre Grussenmeyer a rapidement présenté le site Internet de l'AFT, son agencement et les possibilités qu'il offre aux visiteurs.

5 - Propositions d'activités ou de visites pour l'an 2000

Différentes propositions ont été faites sans qu'aucune n'ait été retenue de manière définitive. Les divers grands chantiers en cours dans l'agglomération strasbourgeoise (tramway, pont sur le Rhin, multiplex du port du Rhin) ainsi que le musée de l'optique à Biesheim (Haut-Rhin) figuraient parmi les possibilités évoquées.

Olivier Reis, secrétaire de la section locale et Pierre Grussenmeyer

- Un lecteur, le professeur Dr Ing. Hans Fröhlich, **recherche un portrait de B. Delaunay** qui a développé en 1934 la méthode « Delaunay-Triangulation ».

Adresse : Universität GH Essen (Allemagne) Henri Dunant - Strasse 65 - 41 131 Essen

Fax ++49 (0)201 1837379 - E-mail : hans.frohlich@uni-essen.de

- **AFT, région PACA** : Les adhérents et amis de la région AFT-PACA, sont informés d'une visite organisée des chantiers TGV le 14 mars 2000 à 9 heures RDV base TGV à Cheval Blanc (Vaucluse). La visite sera axée sur la pose des voies en automatique (responsable Pierre Cecchinel). Tél. 04 42 68 06 70

SUR NOTRE AGENDA

- 21-12-99/04-2000** Expo « Dessiner le monde, de l'aquarelle au pixel ou l'histoire de la cartographie »
Cité des Sciences et de l'Industrie - Paris
- 9/10-03-2000** Géomatique 2000 - Montréal (Canada) - Tél. 1 (450) 463 2988 - Fax 1 (450) 463 0055
- 28/30-03-2000** MICAD 2000 - Paris - Porte de Versailles
- 3/6-04-2000** 4^e semaine géomatique et exposition Barcelone - Tél. 34 (93) 425 2900 - Fax 34 (93) 426 7442
- 11/13-04-2000** GIS/Sit 2000 : Forum sur les Systèmes d'Information du territoire - Fribourg (Suisse)
Tél. 41 61 686 77 77 - Fax 41 61 686 77 88
- 18/19/20-04-2000** Salon MARI - Carrousel du Louvre - Paris - Ortech - Tél. 01 45 23 08 16 - Fax 01 48 24 01 81
- 19-04-2000** Journée de la Toponymie organisée par l'AFT - Lycée Brétigny 'l'Orge
- 2/3-05-2000** Journées DORIS - CNES/IGN - Toulouse - Tél. 0 561 273 626 - Fax 0 561 282 939
- 4/6-05-2000** Journée de la géomatique 2000 - Hauptversammlungen - Thune (Suisse) - Tél. 33 225 40 50
- 13/19-05-2000** FIG Commission 7 - Hambourg - Fax 49 (40) 42826 5963
- 16/21-05-2000** INTERMAT - Paris Nord - Villepinte
- 22/27-05-2000** Semaine de travail - Commission 7 FIG et 23^e assemblée générale - Prague (Rép. Tchèque)
- 24/26-05-2000** Geodentag autrichien - Bregenz (Autriche) - Tél. 43 (5522) 761 111 - Fax 43 (5522) 761 115
- 14/16-06-2000** Congrès OGE - Tours - « Les géomètres-experts au cœur du partenariat »
- 20/21-06-2000** Journées GPS 2000 LCPC - Nantes - Tél. 02 40 84 56 23 - Fax 02 40 84 59 92
- 26/30-06-2000** Conférence annuelle ESRI - San Diego (USA) - Tél. 1 (909) 793 2853 - Fax 1 (909) 793 5953
- 3/6-07-2000** 2^e conférence européenne sur le contrôle des structures (ENPC - Champs sur Marne)
- 16/23-07-2000** ISPRS 2000 - « Geoinformation pour tous »
Amsterdam (Hollande) - Tél. 31 (53) 487 43 58 - Fax 31 (53) 487 43 35
- 18/22-09-2000** Séminaire des commissions FIG n° 2, 4, 5, 6, 7 - Malte
- 19/22-09-2000** ION GPS 2000 - Salt Lake City (USA)
- 11/13-10-2000** INTERGÉO 2000 - Berlin (Allemagne) - 84^e Geodentag
- 8/9-11-2000** G2C - Colloque sur le risque et le génie civil - UNESCO Paris - Tél. 01 44 13 32 79 - Fax 01 43 59 68 30

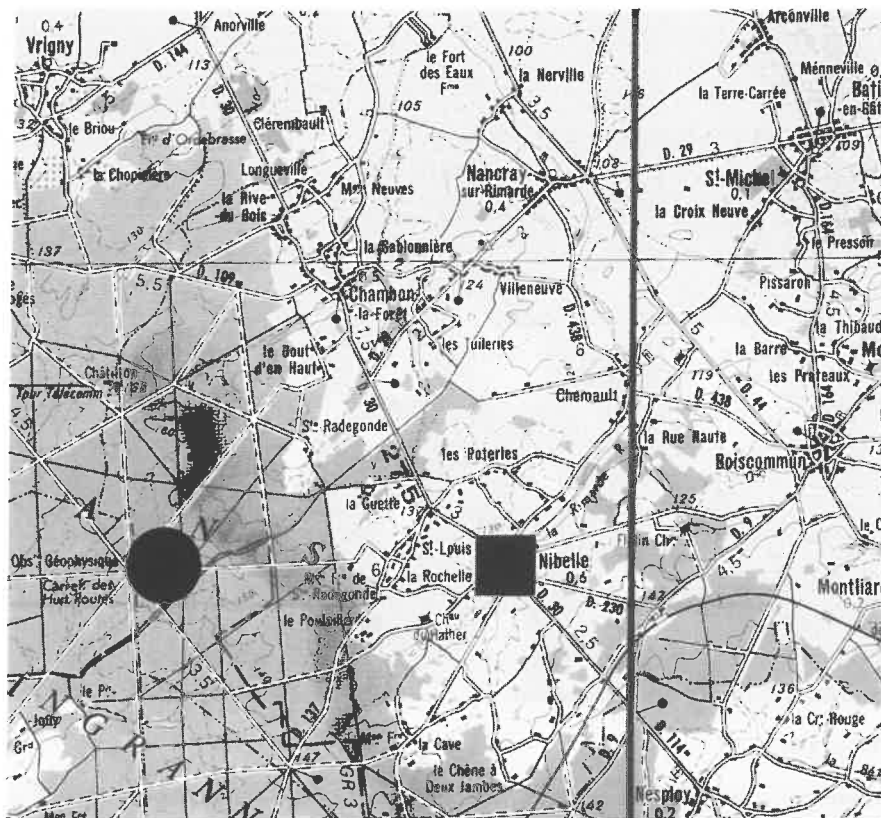
ANNONCES • Demandes d'emplois

- (82-1) J.-H. Brevet technicien-géomètre – BTS Topographie. Plusieurs stages CDD en cabinets de géomètre, connaissance sur DAO et Autocad, programmation en langage BASIC.
Cherche emploi de géomètre ou de métreur. Écrire à la revue ou Tél. 01 60 82 66 34.
- (82-2) J.-F. BEP Construction et topographie. BAC professionnel « bâtiment, étude de prix et organisation et gestion des travaux ». Différents stages et formations dans bureaux d'études et DDE.
Disponible avec véhicule, cherche emploi. Écrire revue ou Tél. 03 44 50 41 47.
- (82-8) J.-F. Ingénieur ENSAIS, cherche contrat (CDD ou CDI) : topographe, cartographe ou technico-commerciale. France ou étranger (bilingue anglais). Écrire revue ou Tél. 01 30 57 12 59.

ANNONCES • Offres d'emplois

- (82-3) Employé géomètre. Poste d'opérateur sur Station Totale LEICA (assistant technicien), libre de suite.
Écrire à la revue ou Tél. 02 41 47 22 77
- (82-4-5-6) Contrats CDD 2 ans, évolutif en Polynésie française et Îles sous le vent. Siège à Raiatea :
– Ingénieur-géomètre ou diplômé INST
– BTS Technicien-infographe, poste de CAO-DAO
– BTS Géomètre-topographe, chef de brigade, levers topo, cadastre, implantations, foncier.
Expérience souhaitée. Écrire revue ou Tél. et Fax 00 689 66 31 87 - E-mail : acfpas@mail.pf
- (82-7) Assistant technicien-géomètre, libre de suite. CDD. Foncier, topographie, VRD (bureau d'études).
Matériel récent et postes informatiques AUTOCAD 14. Écrire à la revue ou Tél. 02 41 47 22 77 - Fax 02 41 47 64 25
- (82-9) H. Ing. ETP géomètre-topographe (ESTP) - Connaissances informatiques : MAC et PC = Word, Excel, DAO (Autocad, Minicad), LisCad (Leica). Tous matériels topo, dont GPS. Expérience professionnelle à l'étranger (Caraïbes, Arabie Saoudite, VietNam, Proche-Orient) - Langue anglais, espagnol scolaire - Cherche emploi en France. Écrire à la revue ou tél. 01 34 17 79 12.

AFT



Assemblée Générale

NIBELLE : cherchez sur la carte la longitude 0, une petite commune au cœur du Loiret cachée dans une enclave de la forêt d'Orléans et du massif d'Ingranne, un village matiné de Sologne et de Gâtinais, avec des fragrances de miel et de gibier, on y affiche 600 habitants.

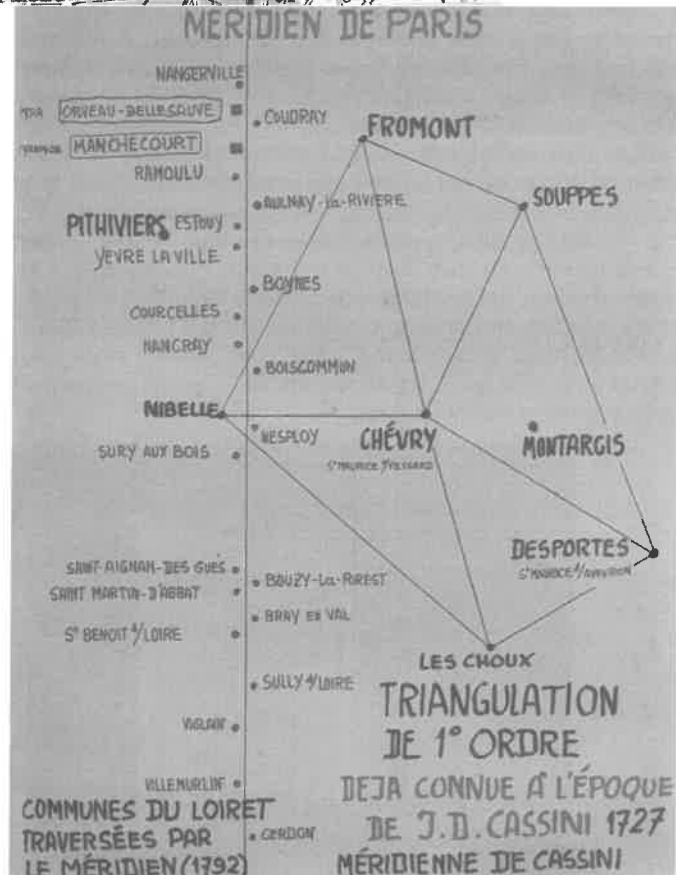
Aux derniers jours de ce siècle, le 20 novembre exactement, l'AFT y a nichée son assemblée générale, à cheval sur le Méridien zéro, celui de Paris, avec, à portée de main, un point géodésique de premier ordre (dit des Caillettes) de cette méridienne de France. Que voilà une raison suffisante au plaisir du topographe !

Nibelle est très fière de son auréole géographique. Une association se voue à "la recherche, la conservation et la diffusion de témoignages, d'objets et de documents en rapport avec la vie et l'histoire de Nibelle et des nibellois", elle se nomme "Histoire et Patrimoine". En cette année 2000 de la Méridienne Verte, le projecteur passe par le village où se tient, organisée par ladite association, une série de conférences sur le thème : "le méridien, le mètre et nous" assortie d'une exposition de documents et instruments d'époque, et d'un coup d'œil sur le bicentenaire du mètre (loi du 19 Frimaire, an VIII).

Deux sessions de 200 personnes, salle comble pour les conférences ! sur la mesure du méridien, sur l'aventure du système métrique, sur le contexte historique et politique et ses anecdotes, sur les instruments de mesure (par notre collègue Robert Vincent). Etonnant de déplacer ainsi "les foules" dans le Loiret profond !

Pour compléter le travail et la fête, l'observatoire magnétique, situé à deux pas dans la forêt, nous ouvrit ses portes et ses secrets sous la houlette de l'Institut de physique du globe en la personne de Mioara MANDEA dont vous pouvez lire un article sur le sujet dans nos pages suivantes.

Nous ne parlerons pas ici du repas qui suivit au restaurant, aussi français que notre méridienne et que sa Carte (au sens de menu !), comme savent en dénicher les topographes que nous sommes. D'ailleurs, peut-être y étiez vous ?





Les conférences

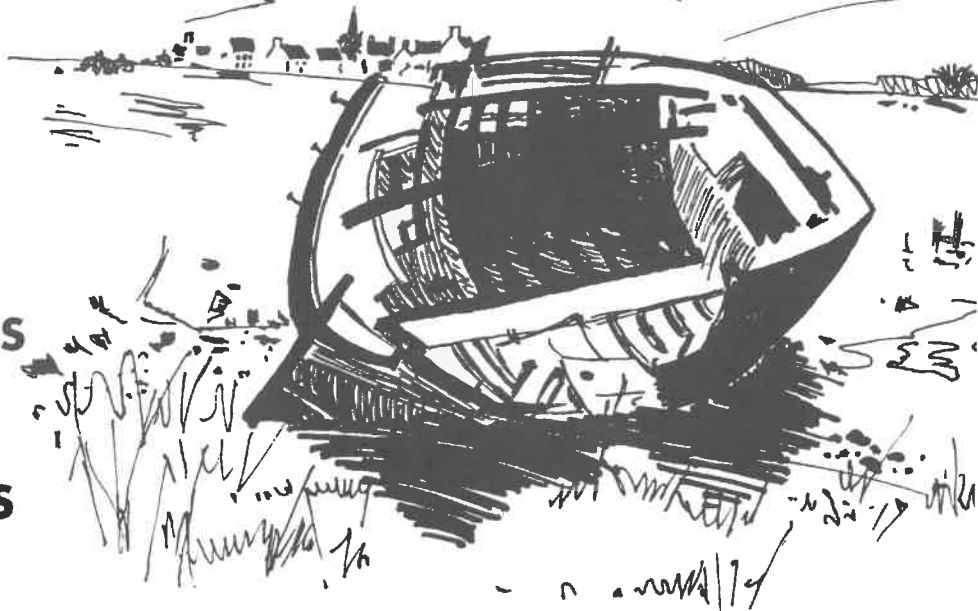
Histoire et Patrimoine", l'association citée plus haut, était représentée par Jacques Greibill. Elle était l'organisatrice, avec l'AFT, l'Observatoire de Paris, l'IGN et le bureau international des poids et mesures, de cette journée sœur siamoise de l'assemblée générale, sur **"le méridien le mètre et nous"**. De Jean Picard à Jean-Baptiste Delambre et à Méchain, Jean Thévenot de l'université Henriot Rouard de Montargis, nous conta l'histoire du méridien qui traverse Nibelle par l'Est et René Doussaint celle de l'aventure du système métrique. On sait que le ministre de la culture Catherine Trautmann a décidé de matérialiser cette ligne purement mathématique par des arbres qui seront l'objet de célébration à l'entrée du troisième millénaire. Le système métrique ne date pas, comme en court la légende, de 160 ans, mais réellement de 40 seulement en tant que système international. D'ailleurs pendant longtemps les français ignorèrent le mètre dont la présentation des étalons avaient pourtant eu lieu le 22 juin 1799, ainsi que nous l'a rappelé le bicentenaire célébré l'an dernier. Ensuite notre collègue Robert Vincent, président honoraire de notre association nous parla des instruments de mesures dont il est un spécialiste émérite et reconnu. Il précédait l'intervention de Jacques-Henri Bauchy, historien et juriste, qui fit intervenir le contexte historique et l'anecdote dans l'aventure de Delambre et Méchain pour la mesure du méridien de Dunkerque à Barcelonne, de 1792 à 1799.

L'exposition qui encadrait et illustrait cette journée resta ouverte plusieurs jours, notamment pour les écoles. On y vit même un bureau de poste temporaire avec cachet commémoratif. Merci au maire de Nibelle, Monsieur Bonis-Charancle pour son très aimable accueil.



une histoire ... en marge de l'AG-AFT de bornes

LA LOIRE ET LES BORNES QU'ON RENCONTRE SUR SES RIVES



Les bords de la Loire, ce fleuve poète qui a su garder dans son long parcours de la France une indépendance enviée de tous les cours d'eau, qui ne s'est jamais soumis à des domesticités, gardant ses liens avec son sol, son lit, ses climats et ses berges qu'il entend maîtriser tout seul.

La Loire s'étire, s'étale, se creuse, s'ensable, façonne sa propre végétation, se repose ou se fâche, n'hésitant pas à changer de visage, se masquant parfois. Les rois et les princes ne s'y sont pas trompés qui en ont fait leur jardin pour y poser leurs châteaux, comme une offrande pour apprivoiser ces eaux et ces ciels qui coloraient les douceurs d'y vivre.

C'est en randonnant sur ces rives que Gérard Robineau a rencontré "les bornes", écoutons le :

"C'était sur le coteau, entre Saint AY et MEUNG-SUR-LOIRE, rive droite du fleuve, un jour de randonnée.

Arrêt devant une borne quadrangulaire portant le nombre 64 et la lettre D, sur deux faces; à quelques mètres une borne cylindrique avec le nombre 111...

Un quart d'heure plus loin les 65D et 112...

Encore un quart d'heure plus loin les 66 D et 113...

"Des bornes kilométriques !" ...annonça péremptoirement un de mes équipiers. Soit ! mais trois questions se posèrent :

- 111, 112, 113 kilomètres depuis quelle origine ?
- 64, 65, 66 Kilomètres à partir de quel endroit ?
- et que signifiait la lettre D ?

Aucune réponse ; une seule certitude, la numérotation se développait d'amont en aval.

Je décidai donc d'aller aux nouvelles". Mais nous étions à la mi-décembre 1991. Certains ont pensé à un "feu de paille". Ce qui était simple "curiosité" au début est devenu rapidement "intéressant" puis "passionnant..."

Et la dessus il écrit un livre, un travail d'historien. Il interroge les berges du fleuve, y cherche la trace des hommes qui mesurent, marquent, bornent. Mais pourquoi ? Mais comment ? Un à un il découvre les bornes, les principes qui les ont édifiés, et leurs raisons, les décrets les lois. Ces recherches systématiques sont faites aux Archives Départementales du Loiret.

Il peut affirmer que ces bornes commencent à Iguerande, kilomètre 0 au nord de Roanne, pour s'achever au kilomètre 698 au fort de Mindin, face à Saint Nazaire. Les modèles différents sont répertoriés ainsi que leur implantation. On peut supposer que c'est à la suite du rétablissement du système métrique que le service des Ponts et Chaussées décide de l'implantation des bornes kilométriques sur les bords de Loire. Un document établi à Nevers indique que ce bornage fut réalisé de 1841 à 1844. A partir de 1850 l'auteur n'a plus trouvé d'informations importantes.

Evidemment on ne peut accomplir une telle recherche sans rencontrer sur son chemin Paul-Adrien Bourdalouë dont une biographie écrite par notre collègue Robert Vincent est parus dans XYZ.

Ces 70 pages de textes sont la seconde édition de cette étude que l'auteur qualifie avec modestie de "travail d'amateur", et c'est la raison pour laquelle il ne veut pas commercialiser son travail. Pour tous renseignements, le contacter par l'intermédiaire de l'AFT.

Observations magnétiques de la terre

Mioara MANDEA

Institut de Physique du Globe de Paris

INTRODUCTION

L'étude du champ magnétique terrestre est l'une des plus anciennes disciplines de la physique du Globe. Dans le passé les mesures du champ géomagnétique, qui ont mobilisé de nombreux observateurs et exigé beaucoup d'efforts et de temps, ont servi surtout à des descriptions du champ, de sa variation temporelle et à des calculs de modèles de potentiel géomagnétique. C'est au cours des dernières décennies que le géomagnétisme a apporté des informations essentielles à une meilleure compréhension de la dynamique de la planète : en tirant des mesures faites dans les observatoires et à bord des satellites de précieuses informations sur les processus qui ont leur siège dans le noyau fluide de la planète, sur les interactions entre le noyau et le manteau et sur certaines propriétés du manteau profond ont été obtenues. La théorie "dynamo", qui tente d'expliquer le mécanisme qui maintient le champ magnétique terrestre a, dans le même temps, commencé à prendre en compte l'ensemble des observations terrestres et spatiales disponibles.

Le champ magnétique terrestre est un phénomène complexe, riche d'échelles spatiales et de constantes de temps variées. Il est la somme, en un point de la surface de la Terre, de deux parties, dont la première a ses sources à l'intérieur de la Terre (\vec{B}_i), la seconde à l'extérieur (\vec{B}_e).

Le champ interne est lui-même la somme de deux parties : le champ principal et le champ crustal.

- Le champ principal (\vec{B}_p) aussi appelé champ nucléaire, a son origine dans le noyau terrestre. En première approximation sa géométrie générale à la surface de la Terre est celle du champ d'un dipôle qui serait situé, au centre de la planète et dont le support ferait un angle de 11° avec l'axe de rotation. Son intensité varie entre environ 60 000 nT aux pôles et 30 000 nT à l'équateur.

Le champ principal, représentant en moyenne plus de 90% du champ observé à la surface du Globe, est engendré par des courants électriques circulant dans la partie fluide du noyau de la Terre composé principalement de fer conducteur. Si le noyau était au repos, ces courants disparaîtraient en quelques dizaines de milliers d'années par effet Joule. Mais le fluide conducteur en mouvement coupe les lignes de force du champ magnétique et de nouveaux courants électriques sont induits comme lorsque l'on modifie la géométrie d'un circuit conducteur fermé placé dans un champ magnétique. Ce processus permet de transformer de l'énergie mécanique en énergie magnétique, c'est la géodynamo. La variation temporelle du champ principal sur des périodes

de quelques dizaines à quelques centaines d'années est connue comme "la variation séculaire". Si, en première approximation, l'évolution du champ principal apparaît régulière, il est possible de constater, à intervalles irréguliers, des changements de tendance très rapides de cette évolution (1-2 ans), quasi-simultanés en de larges domaines de la surface de la Terre. Le champ principal possède, en outre, la possibilité remarquable de s'inverser. Ces inversions de polarité s'accompagnent d'une baisse significative de son intensité. Durant les derniers millions d'années, les inversions de polarité se sont produites en moyenne tous les 200 000 ans mais avec une cadence irrégulière. Ainsi, la dernière inversion observée remonte à 780 000 ans.

- Le champ crustal (\vec{B}_c) a ses sources dans la croûte terrestre et est beaucoup plus faible, en moyenne, que B_p mais il peut néanmoins atteindre, par endroits, à la surface du Globe, plusieurs milliers de nT. Il est engendré par les roches aimantées de la croûte terrestre situées au-dessus de la surface isotherme dite de Curie. L'étude de ce champ, connu aussi sous le nom de "champ anormal", est réalisée à partir des levés magnétiques terrestres et aéroportés, des profils magnétiques en mer et des mesures fournies par les satellites de basse altitude. Une de ses applications importantes a été la mesure de la vitesse de dérive de continents à partir de la cartographie des anomalies magnétiques marines.

Le champ externe (\vec{B}_e) est engendré par des courants électriques circulant au-delà d'une altitude de quelque 100 km. Si la Terre était seule dans l'espace, son champ magnétique se propagerait à l'infini dans l'univers. En théorie, ce champ serait celui d'un dipôle incliné par rapport à l'axe de rotation de la Terre. Mais en réalité, la Terre baigne dans un environnement magnétique, du en partie au vent solaire. Ce vent empêche le champ magnétique terrestre de s'étendre à l'infini et le confine dans une cavité appelée magnétosphère. Le bord intérieur de cette cavité est l'ionosphère. La géométrie de la magnétosphère est liée à sa position par rapport au Soleil.

Le vent solaire est composé de particules ionisées, essentiellement des protons et des électrons, expulsés de la couronne solaire. Ces particules se déplacent avec une certaine énergie cinétique. En suivant l'axe Soleil-Terre et repoussent les lignes de champ terrestre. Le bord extérieur de la magnétosphère, appelé la magnétopause, est, en première approximation, imperméable aux particules du vent solaire. On compare ainsi la magnétosphère à un bouclier protégeant la Terre des particules à haute énergie du vent solaire.

En cas de forte activité solaire, certaines particules pénètrent dans la magnétosphère. A la surface de la Terre, cela se traduit par des phénomènes parfois spectaculaires comme les aurores boréales et les orages magnétiques.

L'OBSERVATION DU CHAMP GÉOMAGNÉTIQUE

Fonctionnant depuis plus d'un siècle, les observatoires géomagnétiques enregistrent de façon continue le champ magnétique terrestre et ses variations temporelles en un site donné dans le but de mesurer les éléments permettant de définir à chaque instant le vecteur champ magnétique. La détermination complète du vecteur champ magnétique en un point nécessite la mesure de trois composantes indépendantes (**Figure 1**) parmi les sept suivantes: la déclinaison D , l'inclinaison I , l'intensité totale F , la composante horizontale H et les composantes cartésiennes X (nord géographique), Y (est géographique) et Z (verticale). Un observatoire doit être en opération durant plusieurs décennies. La cartographie du champ magnétique terrestre et sa mise à jour régulière ont nécessité la mise en place de "réseaux magnétiques de répétition" là où les observatoires faisaient défaut. Les sites retenus pour les stations d'un réseau doivent constituer un échantillonnage représentatif de la zone étudiée, le choix et la conservation des sites de mesure sont particulièrement importants. Les éléments du champ magnétique y sont en général mesurés une fois tous les deux à cinq ans, la plupart des pays disposant d'un réseau magnétique de répétition sur leur territoire.

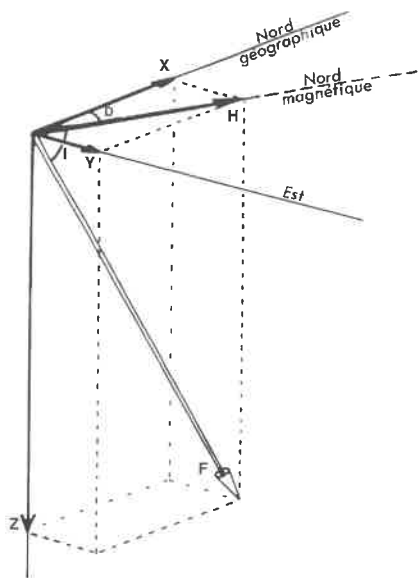


Figure 1 : Les composantes du champ magnétique dans un système géocentrique.

Les éléments géomagnétiques, définis dans la **figure 1**, ne sont pas complètement déterminés que depuis quelque 150 ans. À notre connaissance, c'est seulement au XVI^{ème} siècle que l'on a mesuré la déclinaison magnétique. Les séries de mesures les plus longues dont on dispose sont celles de Paris et de Londres qui couvrent quasiment 400 ans. On a pu, à partir de celles-ci, reconstruire une courbe de la variation temporelle de la déclinaison et ainsi mieux comprendre la variation séculaire (variation temporelle du champ en un point donné P à l'instant t , c'est à dire la dérivée première par rapport au temps du champ principal en P) du champ principal durant les quatre derniers siècles (**Figure 2**)

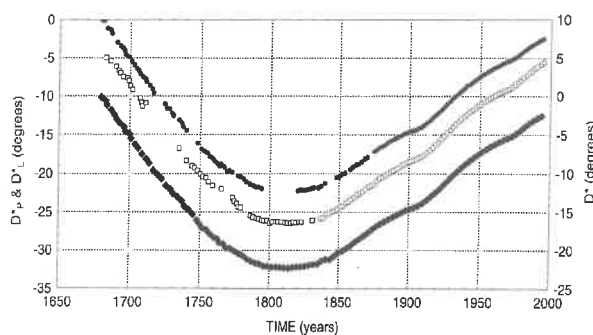


Figure 2 : Courbes des moyennes annuelles de la déclinaison, corrigées et ajustées aux repères de l'observatoire de Chambon la Forêt (D_p - courbe du haut) et à celui d'Hardland D_L - courbe intermédiaire). La courbe inférieure représente la courbe synthétique de la déclinaison.

LES OBSERVATOIRES MAGNÉTIQUES

Le réseau mondial comporte environ 200 observatoires dont la distribution à la surface de la terre et l'équipement sont très hétérogènes. Le programme d'observation, fixé par l'Association Internationale de Géomagnétisme et d'Aéronomie (AIGA) demande :

- la mesure absolue des éléments du champ terrestre et l'enregistrement continu de ses variations temporelles (observatoires permanents et stations de répétition).
- la mise à la disposition des centres mondiaux (World Data Center - WDC) et sur une base annuelle, des données utilisées dans les applications traditionnelles (valeurs moyennes destinées à la mise à jour régulière des modèles de champ magnétique, valeurs instantanées et indices d'activité).

L'idée d'un programme international qui permette de relier entre eux l'ensemble des observatoires géomagnétiques a été exposée des 1987 au cours de l'assemblée de l'Union Géodésique et Géophysique Internationale (UGGI). La Division V de l'AIGA a alors émis le vœu que la communauté géomagnétique installe des observatoires automatisés, avec transmission des données par satellite. Suivant cette résolution, mais à sa propre initiative, le programme INTERMAGNET (International Magnetic Observatory Network) s'est fixé comme objectifs généraux de maintenir et créer des observatoires pour compléter le réseau mondial, d'encourager l'installation d'observatoires numériques dans les pays en voie de développement avec la volonté de contribuer à l'élévation du niveau de la science et de la technologie dans ces pays, d'établir un système global d'échange rapide de données en ligne pour tous les observatoires du réseau et de produire des modèles et indices globaux avec la collaboration des institutions participantes. INTERMAGNET est donc un réseau global d'observatoires magnétiques numériques transmettant leurs données en temps quasi-réel par satellites ou par Internet.

Les critères retenus pour un observatoire du réseau INTERMAGNET vont au delà des recommandations de l'AIGA citées plus haut, ils exigent : la mesure vectorielle et scalaire du champ magnétique terrestre, l'échantillonnage des données toutes les minutes avec une résolution de 0,1 nT, la détermination absolue régulière de la valeur des éléments du champ magnétique (les dérives instrumentales doivent être contrôlées de façon

à ce que 95% des données définitives soient comprises dans une fourchette de ± 5 nT par rapport à la valeur absolue de l'élément mesuré), la transmission des données dans des formats de dissémination standards dans un délais inférieur à 72 heures et la mise à disposition des données définitives dans un délais de six mois après la fin de l'année pour archivage sur CD-rom. Les données sont transférées vers des centres d'information géomagnétiques régionaux (GINs) qui fonctionnent à, Golden (États-Unis), Ottawa (Canada), Kyoto (Japon) Édinburgh (Grande Bretagne) et Paris. Un comité des opérations fixe les standards instrumentaux (INTERMAGNET Technical référence manual, 1996) et contrôle annuellement la qualité des données. Les observatoires du réseau qui sont présentés sur la **Figure 3a** ; leur nombre a constamment augmenté depuis la création du réseau : de 44 observatoires en 1992, à 70 en 1998.

Compte tenu des exigences de qualité imposées, le programme INTERMAGNET constitue un outil remarquable tant pour des objectifs de recherche fondamentale concernant la Terre profonde, que pour l'observation et la prévision de l'environnement électromagnétique de la Terre (Space Weather), dont l'impact est chaque jour plus considérable.



Figure 3a : Distribution des observatoires (cercles pleins), des GINs (triangles ouverts) du programme INTERMAGNET.

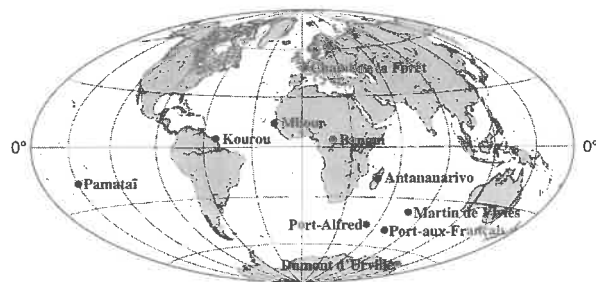


Figure 3b : Distribution des observatoires du Bureau Central de Magnétisme Terrestre.

Quatorze observatoires (**Figure 3b**) font partie du "Bureau Central de Magnétisme Terrestre" (BCMT) : observatoires français ou en coopération destinés à mesurer le champ magnétique terrestre. Tous les observatoires du BCMT sont aux normes INTERMAGNET et leur équipement est relativement homogène. La transmission des données en temps quasi-réel par satellites permet une surveillance continue et efficace du fonctionnement des observatoires lointains. Un simple coup d'oeil à une carte représentant la distribution des observatoires montre combien l'hémisphère Sud est encore mal couvert et combien les stations françaises sont importantes.

L'OBSERVATOIRE MAGNÉTIQUE NATIONAL DE CHAMBON LA FORÊT

Parmi les quatorze observatoires, CHAMBON LA FORÊT est l'observatoire magnétique national perdu au milieu de la forêt d'Orléans, à une vingtaine de km de PITHIVIERS (**Figure 4**). L'observatoire de CHAMBON LA FORÊT a été construit en 1935. Installé tout d'abord à St-MAUR de 1883 à 1900, un déménagement a dû être envisagé : la raison était l'installation du tramway qui perturbait les mesures : ensuite à VAL JOYEUX (Yvelines) de 1901 à 1934, et on a dû une fois de plus penser à un autre lieu car c'est l'électrification du train qui était cette fois-ci l'élément perturbateur ! Alors pourquoi CHAMBON LA FORÊT : situé à plusieurs km de l'habitation la plus proche, le site possède un autre sol dont la nature ne crée pas de fortes anomalies locales.



Figure 4 : Site de l'observatoire de Chambon la Forêt.

Aujourd'hui ce sont les variomètres magnétiques qui font les enregistrements en permanence des variations du champ magnétique. Mais ces instruments ne restent pas stables dans le temps et ils doivent être étalonnés par des mesures dites "absolues". La valeur exacte des trois composantes du champ magnétique est donc déterminée par ces mesures absolues faites deux - trois fois par semaine. Les appareils utilisés pour les mesures absolues ont été très différents au cours du temps. Notons, par exemple, que pour mesurer la déclinaison, on a passé de l'utilisation du théodolite à aimant suspendu au très moderne déclinomètre - inclinomètre à vanne de flux (**figure 5**).

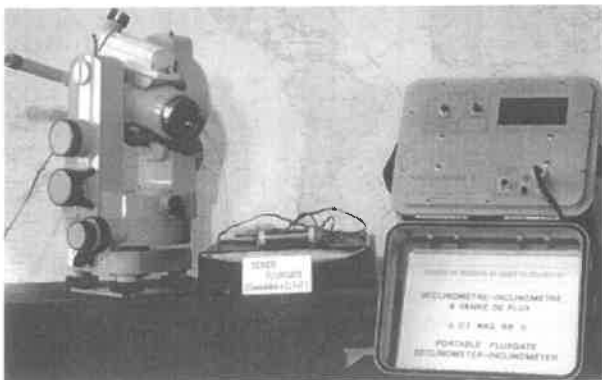


Figure 5 : Déclinomètre-Inclinomètre portable utilisé dans les observatoires magnétiques français.

Une poignée de personnes sont les "gardiens" du champ magnétique... Ils sont perdus au milieu de la forêt d'Orléans pour veiller à la bonne marche de l'observatoire, dont la tranquillité ne doit être troublée que par les orages magnétiques que provoquent parfois notre soleil...

LES DONNÉES GÉOMAGNÉTIQUES - QU'EN FAIRE ?

Les données d'observatoire sont diffusées systématiquement dans les centres mondiaux (WDC, INTERMAGNET). Ces données sont régulièrement utilisées pour étudier d'une façon plus précise le champ magnétique terrestre.

CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DE LA TERRE PROFONDE

Parce que, jusqu'à aujourd'hui aucun forage terrestre n'a dépassé 15 kilomètres de profondeur, nous n'avons accès qu'à des informations indirectes sur la Terre profonde, fournies par la sismologie, la géodésie ou la géochimie. A partir des modèles du champ principal et de sa variation séculaire, modèles contraints essentiellement par les données d'observatoires magnétiques, une grande quantité d'informations complémentaires à ces disciplines peut être extraite. Nous retiendrons en particulier l'étude de la conductivité du manteau profond et celle des mouvements qui animent la surface du noyau.

Les variations du champ géomagnétique, entre le noyau où elles sont engendrées et la surface de la terre où elles sont observées, sont atténuées par la présence du manteau conducteur, et cela d'autant plus fortement que la conductivité du manteau serait plus élevée. L'expérimentation en laboratoire, utilisant des "cellules à diamant" capables de reproduire des conditions thermodynamiques comparables à celles qui règnent dans le manteau, conduit à estimer la conductivité électrique du manteau profond à environ 10 siemens/mètre. En caractérisant, à partir des données d'observatoires, la secousse magnétique observée en 1970, il a été possible de calculer une valeur de conductivité moyenne d'environ 15 siemens/mètre pour le manteau inférieur, valeur en remarquable accord avec celle obtenue en laboratoire. Par ailleurs une étude récente a été menée sur la conductivité de la partie supérieure du manteau inférieur, (jusqu'à 870 km). Les longues séries de valeurs mensuelles de 78 observatoires, obtenues entre 1974 et 1987, ont été utilisées dans une inversion 3-D. Les modèles pour des profondeurs de 470-670 et de 670-870 km sont en bon accord avec les images connues de la tomographie sismique du manteau.

Les modèles de champ sont un intermédiaire nécessaire au calcul des mouvements qui animent la surface du noyau. Le modèle de Terre utilisé pour le calcul de ces mouvements est constitué d'un noyau conducteur et d'un manteau parfaitement isolant. L'équation qui gouverne l'évolution du champ montre que ses changements dans le noyau résultent d'une "compétition" entre le mouvement du fluide créant le champ par l'induction et la diffusion qui tend à détruire ce champ par effet de dissipation ohmique des courants électriques. Aujourd'hui on cherche à préciser la relation entre les différents composantes des mouvements à la surface du noyau et les phénomènes observés à la surface de la Terre, en particulier les secousses affectant la variation séculaire. Dans cet objectif les données de 160 observatoires ont été analysées pour caractériser la géométrie des secousses reconnues en 1970, 1979 et 1992.

CONTRIBUTION À LA DÉTERMINATION DES INDICES D'ACTIVITÉ MAGNÉTIQUE

Les valeurs minute fournies par les observatoires de Crozet, Kerguelen et de l'île Amsterdam et transmises par satellite sont utilisées pour le calcul en temps quasi-réel de l'indice planétaire am. Pour cela le Service International des Indices Géomagnétiques (SIGG), utilise un réseau mondial constitué par 24 observatoires dont 9 seulement dans l'hémisphère sud (d'où l'importance des trois observatoires subantarctiques français).

Depuis 1989 les données recueillies à l'île Amsterdam sont également utilisées pour le calcul des "Mid-Latitude Geomagnetic Indices ASY et SYM", élaborés mensuellement par le centre mondial WDC-C2 à Kyoto (Amsterdam est l'un des deux observatoires de l'hémisphère sud utilisé, pour le calcul de ces indices). En 1996 on a proposé un nouvel indice représentatif de l'activité magnétique dans les régions de hautes latitudes sud (Southern High Latitudes Index AES-80), l'observatoire de Dumont d'Urville fait partie des cinq observatoires antarctiques retenus pour cette étude. Ces trois exemples, ainsi que des études, montrent bien la contribution essentielle des observatoires magnétiques dans un domaine où les applications à la prédiction des perturbations qui affectent l'environnement électromagnétique de la Terre sont en plein développement.

PARTICIPATION AU PROGRAMME ORSTED

Le projet ORSTED est un satellite géomagnétique de recherche pour la période 1999-2000 (lancement Le 23 février 1999), ce projet associe certains observatoires sol du réseau mondial (ceux du réseau INTERMAGNET en particulier).

Les objectifs d'ORSTED intéressent à la fois les études du champ magnétique principal, du champ d'anomalies et les interactions entre le vent solaire et la magnétosphère. La participation des observatoires du BCMT a été sollicitée compte tenu de leur position géographique et géophysique privilégiée. Les données sol sont rassemblées à Copenhague (ORSTED Data Centre). Par ailleurs le Centre de données géomagnétiques (GIN) de Paris a été choisi pour assurer le maintien en ligne des données définitives de tous les observatoires participant à INTERMAGNET en attendant qu'elles soient disponibles sur le CD-rom annuel. Ces données seront utilisées par les principaux investigateurs du programme ORSTED pour valider ou corriger rapidement les données reçues des instruments embarqués.

CONCLUSION

Surveiller le champ magnétique sur des échelles temporelles allant de la seconde au siècle, en des points régulièrement distribués à la surface de la terre, représente une contribution importante à la connaissance de notre planète et à la surveillance de son environnement. L'étude de la variation séculaire reposera toujours en partie - même quand aura été décidé le lancement d'une série de satellites magnétiques de longue durée - sur les données des observatoires géomagnétiques. Depuis peu, quelques observatoires sont en danger de fermeture pour des raisons financières ou politiques. Des efforts doivent être menés pour les maintenir et aussi pour installer de nouvelles stations dans les zones mal couvertes.

L'étude de la variation séculaire reposera toujours en partie - même quand aura été décidé le lancement d'une série de satellites magnétiques de longue durée - sur les données des observatoires géomagnétiques. En effet, un réseau complet, bien instrumenté, d'observatoires, sera essentiel pour réduire les données fournies par les satellites (SAC-C et CHAMP sont des missions satellitaires prévues pour l'année 2000). A long terme, les connaissances sur le champ magnétique terrestre issues des observations, ainsi que les résultats des modèles numériques et des montages expérimentaux devraient nous conduire à comprendre le fonctionnement de la géodynamo encore énigmatique...

le cadastre numérisé

Introduction

On prétend que nous sommes bien informés, c'est probablement vrai, le tout est de savoir où trouver l'information qu'on cherche. La multitude des offres est telle que "tout est dans tout" (L'humoriste Pierre Dac ajoutait "et réciproquement"!).

C'est donc de façon tout à fait fortuite que l'on est tombé, par hasard, sur une information importante sur Internet laquelle concernait l'avenir du plan et des documents cadastraux, dans l'optique de ce que l'Administration appelle : "La dématérialisation des documents administratifs", comme si un disque magnétique n'était pas une chose matérielle. Mais acceptons le langage tel qu'il se propose à nous, d'autant qu'il est rare de trouver autant d'informations sur un sujet qui a donné lieu à tant de fausses nouvelles rapportées par le bouche à oreille et qui se sont révélées par la suite sans fondements. Ce document nous indique clairement les projets et les hésitations des responsables de la Direction Générale des Impôts (DGI) et de leurs partenaires.

Le document dont on va citer des passages en italique date de la réunion de la Commission Topo-Foncière du CNIG du 3 juin 1998 qui était destiné à faire le point sur un protocole mis en place en 1993, lequel devait être réorienté. Les caractères normaux sont utilisés pour le texte réécrit et les commentaires.

L'historique

Fin des années 80, début des années 90, une forte demande d'outils géographiques informatisés a émergé notamment de la part des collectivités territoriales et des gestionnaires de réseaux. Cette demande s'est intéressée plus particulièrement au plan cadastral qui constitue le seul référentiel à grande échelle couvrant l'intégralité du territoire national.

Si la DGI n'avait pas, pour ses besoins propres fiscaux et fonciers, l'utilité de numériser ce plan, elle s'est néanmoins mise en mesure, dès 1991 par une décision du ministre, de répondre à l'attente des utilisateurs en facilitant sa dématérialisation.

De cette décision a résulté le protocole d'accord du 14 janvier 1993. Ce protocole prévoyait que si l'initiative des opérations dépendait des collectivités territoriales et des gestionnaires de réseaux, la DGI apporterait son soutien technique en qualité d'administration gestionnaire de ce plan.

Dès l'origine du dispositif, la DGI envisageait que si l'évolution de la technologie le permettait à moindre coût, elle pourrait se montrer plus volontariste en matière de dématérialisation du plan et prendre à sa charge les travaux.

Il avait été convenu, en outre, d'accompagner financièrement les conventions de numérisation ainsi conclues qui initialement devaient concerner des portions du territoire dont l'intérêt économique et urbanistique serait avéré.

Par ailleurs, la DGI avait décidé de se doter de son propre outil de gestion du plan cadastral informatisé, l'application PCI Gestion et Diffusion, de manière à pouvoir assurer la mise à jour du plan numérisé et à en faire bénéficier ses partenaires conventionnels.

L'exécution du protocole

En janvier 1998, on dénombrait déjà 250 conventions couvrant 4000 communes sur 75 départements ce qui correspondait pour la DGI à 185 CDIF pour 80 Directions des Services Fiscaux. La couverture géographique du territoire était de 15 % représentant 86000 feuilles de plan dont la moitié était déjà vectorisées et labellisées par les services de la DGI.

Sur les 250 conventions, seulement 110, mais couvrant 80 % de la surface concernée, ont fait appel à la participation financière de la DGI. Alors que plusieurs grandes agglomérations n'ont pas demandé la participation financière de nombreuses conventions de groupement de communes rurales ou établies sur l'initiative des Conseils Généraux pourtant non-signataires du protocole de 1993, ont bénéficié de ladite participation.

La baisse spectaculaire des coûts de stockage de données a permis de passer de la représentation vectorisée de l'espace à une représentation par une image simplement scannée; on assiste à l'émergence de techniques efficaces de gestion d'image à l'écran et par suite, à une mutation des besoins, notamment l'utilisation du plan comme simple support cartographique des travaux des services techniques des collectivités, ou comme outil d'aide à la décision.

Il s'est avéré, en outre, que le système d'exploitation UNIX était trop coûteux.

Ce choix qui pouvait paraître pertinent et financièrement supportable dès lors qu'à l'origine il ne s'agissait d'équiper que les grandes agglomérations, c'est-à-dire une cinquantaine de CDIF, fut remis en cause du fait de la lente dérive de la politique de conventionnement qui s'est dispersée sur une large partie du territoire national.

Dans ces conditions, la DGI a décidé de suspendre l'extension de l'application PCI Gestion et Diffusion dans sa version UNIX et de procéder à son portage sous environnement Windows. La nouvelle application PCI-Windows disponible dès 1999 pourra dès lors être installée dans tous les CDIF pour un coût beaucoup plus acceptable.

Nouvelles dispositions

Depuis les décisions des 23 et 27 avril 1998 de nouvelles dispositions ont été acceptées par le Secrétaire d'État au Budget et mise en place par la DGI qui est le gestionnaire du plan cadastral.

Jusqu'à présent la DGI ne faisait qu'accompagner la politique conventionnelle basée sur la vectorisation du plan **pour répondre aux attentes externes** et non pour ses besoins

propres, elle a pris la décision de procéder, en interne, au **scannage de la totalité du plan cadastral** non concerné par les conventions, afin de prendre en compte l'évolution des technologies et d'inscrire les services du cadastre dans sa politique générale de dématérialisation des divers supports papier qu'elle gère.

Ce scannage qui devrait être terminé le 31 décembre 2000, aura un haut niveau de précision et sera accompagné par la constitution de localisants pertinents, voire d'une localisation exhaustive du parcellaire.

Conjointement, la DGI se dotera d'un outil de gestion des plans scannés, qui devait être opérationnel dans la première moitié de l'année 1999 en intégrant toutes les fonctionnalités de mise à jour, de consultation et de diffusion papier et magnétiques du plan.

La politique conventionnelle est confirmée. Si la DGI renonce à apporter sa participation financière, elle va renforcer son soutien technique en mettant à disposition des partenaires des copies magnétiques des plans scannés en lieu et place des Plans Minutes de Conservation en assurant la labellisation de la vectorisation et au terme des travaux, en gérant les données vectorisées sur son application PCI-Windows afin de fournir les mises à jour aux partenaires.

Pour faciliter cette récupération des données vectorisées, la DGI, tout en confirmant l'utilisation de la norme d'échange EDIGÉO, entend ouvrir ses possibilités d'importation et d'exportation de données à un autre standard dont la description technique reste encore à finaliser.

Il est prévu un dispositif d'archivage et de mise à disposition des plans de bornage. Les CDIF détiennent des plans d'arpentage et de bornage dont la propriété intellectuelle revient à leurs concepteurs, c'est-à-dire les géomètres-experts. Dans ces conditions, la DGI n'est pas habilitée à en assurer la diffusion, mais leur consultation depuis les CDIF est libre.

De son côté l'Ordre des Géomètres-Experts a mis en chantier la constitution d'un fichier des plans de bornage la DGI ne remet en cause l'utilisation de la norme d'échange EDIGÉO sur laquelle de nombreux partenaires ont investi.

Contrairement à ce qui figure dans le cadre des conventions actuelles, les mises à jour du plan cadastral continueront à être délivrées gratuitement quand la DGI aura mis en place son propre outil de gestion PCI-Windows.

Pour les conventions dont les travaux de numérisation qui sont arrivés à leur terme alors que la DGI n'a pu encore équiper le Centre des Impôts Fonciers (CDIF) concerné de l'application PCI-Windows, l'Administration recherchera une solution évitant les opérations de doubles mises à jour du plan papier et numérique par les services du cadastre, en sorte de dégager plus de moyens pour assurer l'actualisation en temps réel des données des partenaires.

Les partenaires pourraient mettre à disposition de la DGI, comme le prévoit la convention, du matériel et un logiciel de mise à jour mais également des logiciels de leur choix permettant au CDIF d'assurer sa mission de consultation et de diffusion du plan, le matériel nécessaire, étant financé par la DGI.

Mais la DGI n'ayant pas pour vocation d'enrichir le plan cadastral en fonction des besoins d'autres administrations ou de collectivités territoriales, elle n'a pour mission de service public que la tenue à jour et la mise à disposition du plan cadastral en l'état. C'est dans cet esprit que, pour les plans scannés, la DGI procédera, dans un premier temps, à l'ajout de points de localisation permettant la navigation entre le tableau d'assemblage et les feuilles cadastrales ou entre les feuilles elles-mêmes et dans un deuxième temps, à la localisation de tout le parcellaire ce qui autorisera une liaison avec les données littérales.

La transformation ultérieure des plans scannés

La DGI continuera à respecter ses obligations de mise à jour des plans vectorisés dans le cadre conventionnel. Les conventions déjà passées seront menées à leur terme et les données résultantes continueront à être gérées en mode vectoriel sur l'application PCI-Windows. Plus tard, si une vectorisation est réalisée à partir des fichiers scannés, le produit résultant sera également pris en compte et maintenu par la DGI sur son application PCI-Windows.

Dans le cas de travaux de vectorisation du plan cadastral à partir des fichiers scannés et si une convention a été passée avec la DGI, cette dernière intégrera les données vectorisées dans son application PCI-Windows et assurera les mises à jour qui seront alors normalement mises à disposition gratuitement des partenaires associés.

"La Lambertisation"

Actuellement seulement 45 % des feuilles cadastrales sont référencées dans le système Lambert il est évident que le projet de simple scannage n'inclut pas la lambertisation des 55 % de feuilles restantes.

Toutefois, une réflexion, induite par le terme prochain du plan DRAPPE qui organise, jusqu'en l'an 2000, les travaux de confection de plans neufs (remaniement), est en cours à la DGI pour fixer de nouvelles priorités. Ainsi la future application PCI-Windows continuera d'accepter en entrée et en sortie des fichiers dans ce format. Toutefois, on recherche la possibilité qu'à terme de 2 ans, cette application permette en import et en export l'échange de fichiers établis dans un DXF raisonnablement structuré.

Dans le cas de travaux de vectorisation du plan cadastral à partir des fichiers scannés, et si une convention a été passée avec la DGI, cette dernière intégrera les données vectorisées dans son application PCI-Windows, et assurera les mises à jour qui seront alors normalement mises à disposition gratuitement des partenaires associés.

Le continuum géographique qui est demandé par de nombreux utilisateurs de SIG, devrait constituer la priorité.

Le rôle de l'IGN

Les plans simplement scannés pourront être améliorés l'IGN sera, dans un partenariat privilégié avec la DGI, un de ceux qui pourra valoriser la donnée publique cadastrale.

Deux techniques de valorisation sont actuellement envisagées :

- Une vectorisation automatique des plans scannés dont les premiers tests apparaissent assez concluants sous réserve de son coût et de l'intérêt porté à ce produit par les utilisateurs finaux;
- Un recalage des feuilles, c'est-à-dire la superposition du plan cadastral sur la BD-Topo à la précision de celle-ci (1 m, 1,5 m).

Le financement de ces travaux pourrait se faire à 50 % sur le budget de l'état et à 50 % par des licences d'usage.

Ce support, plan cadastral + BD Topo, pourra supporter de nouvelles couches d'information, notamment communales. Le produit ne sera pas fermé et rien n'interdira de continuer sa valorisation notamment rien ne s'opposera à ce que de nouvelles couches d'information viennent se superposer au produit de l'IGN qui pourrait être une intégration d'éléments du plan cadastral recalés dans ses propres produits.

Il est prévu de constituer une BD-Topo allégée car la fin des travaux normaux n'interviendrait que fin 2017. Une nouvelle

piste technique est recherchée dans les zones rurales à faible évolutivité, notamment la reconnaissance automatique du plan au 1/25 000 avec un recalage sur orthophotoplan. Un test en grandeur réelle a été mené en octobre 1998. Les résultats étant concluants, le prix de revient de l'opération en zone rurale serait divisé par 5 et le délai de réalisation divisé par 2.5 ce qui ramènerait le terme des travaux de constitution de la Bd-Topo au niveau national à la fin de l'année 2005.

Le plan cadastral ne permettant plus de lire le paysage, il est prévu pour l'actualisation de ces données l'utilisation des orthophotoplans qui seront effectués tous les 5 ans.

Les missions des collectivités territoriales sont nettement définies il fallait rechercher à obtenir une complémentarité des différents produits en fonction des besoins des collectivités qui recherchent, par ailleurs, un certain degré de précision. Sans vouloir rechercher une précision globale irréalisable, il reste essentiel de ne pas perdre les richesses en la matière qui peuvent exister sur des zones précises.

Certains, notamment le Ministère de l'Équipement, voudraient assurer une précision de l'ordre de la dizaine de centimètres sur le domaine public c'est possible même si l'ensemble du plan n'a pas cette précision.

À titre d'exemple, la banque de données de Lille n'a pas une précision fine globale mais intègre, sur des zones sensibles prédéfinies, des levés de haute précision. La précision n'est pas un problème en soi puisque les logiciels permettent d'estimer et d'enrichir celle-ci sur des points précis.

En milieu rural la précision planimétrique est certainement moins importante qu'en milieu urbain. Par contre, le monde agricole recherche en permanence une grande précision dans les surfaces.

Mais l'objectif premier de la DGI constamment rappelé est la mise à disposition de tous du plan cadastral existant dans son état afin que son utilisation se développe. La mission de la DGI est de tenir à jour un plan parcellaire de la propriété foncière. Ainsi, l'exigence de précision n'est pour elle qu'une exigence de travail bien fait qui permet, subsidiairement, d'assurer la confrontation cohérente du plan cadastral avec d'autres données.

La DGI qui n'a pas pour mission d'assurer la représentation du domaine public si elle le considère comme du détail topographique. C'est à ceux qui l'utilisent de le valoriser avec l'aide des services du cadastre pour une meilleure intégration dans le plan cadastral. De plus, un enrichissement du domaine public, très demandé, pourrait être réalisé facilement pour la végétation par lecture automatique, plus difficilement en ce qui concerne les limites de chaussée.

La diffusion des nouveaux documents cadastraux

Les collectivités locales, les mairies, pourront obtenir comme actuellement, le plan sur papier, mais aussi sa version numérique sur Cédérom ou par le réseau. La DGI n'imposera pas aux mairies de se doter d'un équipement informatique.

Souvent les services territoriaux du cadastre se retranchent derrière la confidentialité des informations pour ne pas donner suite à des demandes d'accès aux données littérales qui est plus restrictive et qui peut expliquer des incompréhensions. Ces données sur les personnes ne peuvent pas faire l'objet d'un enrichissement par des intervenants externes.

Conclusions

On constatera, à nouveau, "l'exception française" pour ce qui concerne les documents cadastraux. On notera, qu'à l'étranger, on dispose souvent des plans cadastraux très précis et très riches sur Internet, notamment au Danemark et aux Pays-Bas, probablement aussi en Allemagne et en Suisse. Il est normal de préciser le rôle de chaque Administration ou Collectivité Territoriale notamment en matière financière dans la réalisation d'un produit considéré comme un service public tel que le cadastre. Les demandes des administrations sont constamment croissantes notamment le Ministère de l'Équipement pour la réalisation des POS et de tous les autres documents dont l'importance supplante largement le modeste rôle uniquement fiscal du cadastre d'origine qui, lui-même, on l'oublie trop souvent, a s'est considérablement élargi avec la réforme foncière sans que la DGI n'intègre réellement cette nouvelle dimension dans ses réflexions, il est normal que les contributions de chacun soient à la mesure du service qu'il tire de ces documents. Tombera-t-on un jour tous d'accord sur ce qu'est un cadastre en France ?

Un document fiscal ?

Une preuve de la propriété et de la consistance d'un bien ?

Un plan de base pour repérer les droits de construction et les servitudes d'urbanisme ?

Un plan topographique à grande échelle ?

Un plan de base pour projeter et repérer les réseaux ?

Un plan à vocation agricole forestière ou écologique ?

Etc.

(Synthèse de la rédaction XYZ)

N.D.L.R. : « La rédaction d'XYZ souhaite vivement que la tribune, ainsi ouverte, le demeure, et que nos lecteurs n'hésitent pas à nous faire part de leurs contributions ou informations à ce sujet. Nous leur réserverons le meilleur accueil dans les colonnes de la revue, considérant qu'elle remplira ainsi naturellement sa mission à l'égard des usagers et professionnels. Nous vous en remercions par avance... »

Le site Internet
de l'Association Française de TOPOGRAPHIE

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

photogrammétrie et micro-ordinateur

outils de formation
(et de production ?)

Yves EGELS
ENSG

Le cahier des charges

Depuis que j'enseigne la photogrammétrie, je rêvais d'un restituteur que je puisse transporter et faire fonctionner sans contrainte, en un mot d'un restituteur portable. J'avais bien tenté (sans grand succès!) de construire un petit appareil analogique fonctionnant dans un seul plan (il ne permettait que des coupes dans un plan parallèle à la base). Mais il ne pouvait s'agir que d'un jouet pour photogrammètre bricoleur, sans aucune utilité réelle.

La récente montée en puissance des micro-ordinateurs a permis de reprendre l'idée avec plus de chances de réussite. Le cahier des charges est simple; les fonctions seront celles d'un appareil de restitution analytique traditionnel : orientations interne et externe de photographies aériennes ou terrestres (pourquoi pas aussi les images spatiales, en développement constant), saisie et codification d'objets, saisie de mesures d'aérotriangulation ou de MNT.

Nombreux sont les éditeurs de logiciel à s'être penchés sur cette question, que ce soit dans le domaine commercial, ou dans les organismes de formation. Mais aucune réalisation ne convenait réellement au but fixé : les logiciels commerciaux nécessitent généralement des configurations informatiques bien définies (machines multiprocesseurs, cartes graphiques et écrans spécifiques), ce qui exclut pratiquement la transportabilité du système. De plus leur coût de licence est élevé, et le coût d'installation d'une salle de travaux pratiques de photogrammétrie devient prohibitif. Enfin, ces systèmes sont relativement fermés, et il est difficile d'y incorporer de nouveaux algorithmes en un temps compatible avec les impératifs d'une formation; ils comportent des modules fonctionnant en « boîtes noires », assez incompatibles avec la pédagogie.

Dans le domaine universitaire, la situation est à peu près inverse, et la consultation d'Internet montre plusieurs tentatives de répondre à ce besoin. Mais je n'ai pas trouvé de système permettant une visualisation stéréoscopique confortable, comparable à un bon vieux (vingt-cinq ans déjà!) restituteur analytique. Une seule solution : se mettre à l'ouvrage (d'autant plus que c'est quand même la meilleure façon d'apprendre). Ainsi est née l'idée du Poivilliers E, ainsi nommé en souvenir des séances de torture oculaire des travaux pratiques de photogrammétrie.

Réalisation d'un restituteur numérique sur PC

Les caractéristiques d'un restituteur sur PC : temps réel, vitesse d'affichage et de réaction, gros volume de données, commande interactive, relative indépendance de la machine, sont proches de celles que l'on demande à un jeu vidéo, et c'est du côté de ces techniques de programmation qu'il faut

regarder, d'autant plus que l'on commence à trouver des jeux vidéo stéréoscopiques (même s'ils sont aujourd'hui encore très fatigants...).

Du côté des périphériques, deux problèmes indépendants se posent :

a) L'entrée de coordonnées en trois dimensions

(Les deux manivelles et la pédale des Z chères aux restituteurs). Si l'on exclut le recours à des périphériques spécialisés, les solutions sont peu nombreuses : la souris fournit deux coordonnées, restent les flèches du clavier, ou les boutons de la souris pour monter et descendre le ballonnet. Ces deux méthodes fournissent malheureusement un déplacement pas à pas, assez peu pratique pour suivre une route de montagne.

Des moyens testés, le plus confortable semble être l'addition d'une seconde souris – ce n'est pas prévu par les fabricants des pilotes, c'est au logiciel de s'en charger – qui présente l'avantage supplémentaire de permettre le fonctionnement en stéréocomparateur lors de l'orientation, qui nécessite quatre coordonnées.

b) La visualisation stéréoscopique

Là aussi, le confort doit primer. Il existe deux méthodes principales : deux fenêtres séparées sur l'écran, une pour l'image gauche, une pour l'image droite. Le fusionnement stéréo nécessite un dispositif optique (à moins de compter sur le strabisme de l'observateur...) placé devant l'écran. On pourrait bien sûr se passer de vision stéréoscopique et compter sur la mémoire visuelle pour identifier les points homologues sur les images (coin Nord de la deuxième maison du lotissement), ou utiliser massivement la corrélation automatique – mais on retombe alors dans un système boîte noire.

L'autre solution est la superposition des deux images dans une seule fenêtre, un système de codage permettant à chaque œil de recevoir l'image qui lui est destinée. Les moyens les plus courants sont l'anaglyphe (codage rouge-vert des deux images, observées à travers deux filtres de couleur complémentaire) ou l'alternance de trame, où les deux images sont affichées alternativement (ce qui amène à doubler la fréquence de rafraîchissement de l'écran) l'opérateur portant alors une paire de lunettes dont chaque verre est alternativement opaque ou transparent.

Ces deux solutions ont leurs avantages et leurs inconvénients : les anaglyphes sont très bon marché – quelques francs – et fonctionnent bien sûr les ordinateurs portables, dont l'écran à cristaux liquides n'est pas compatible avec les lunettes obturatrices, ou en vidéo-projection; par contre il paraît difficile de conserver plusieurs heures de suite des lunettes rouge et vert sur les yeux. On trouve maintenant avec certains jeux des lunettes obturatrices actives à un prix très raisonnable (quelques centaines de francs). Par contre, les lunettes passives, plus confortables mais qui nécessitent un

filtre actif devant l'écran, sont nettement plus onéreuses (de l'ordre de la dizaine de milliers de francs). Heureusement, toutes ces techniques de superposition d'images sont compatibles, et l'on pourra choisir en fonction de l'utilisation prévue (et de sa bourse).

c) Images fixes ou mobiles

Les photogrammètres sont habitués à observer un ballonnet fixe, derrière lequel se déplacent deux images mobiles. Les informaticiens préfèrent déplacer un ballonnet (quelques pixels) devant des images fixes (quelques centaines de millions de pixels). Qui a raison? Encore une fois, le critère à retenir est le confort.

L'image fixe a deux inconvénients majeurs : si l'on ne fait pas de rééchantillonnage épipolaire, la parallaxe transversale ne peut être annulée en tout point. Comme le calcul des épipolaires nécessite au moins une orientation relative correcte, on ne pourra pas prendre cette solution dans la phase de calage des couples. De plus, la fenêtre d'affichage est souvent beaucoup plus petite que l'image (environ un million de pixels sur l'écran contre 250 millions pour une photo aérienne). Il va

donc falloir régulièrement décaler la fenêtre écran dans l'image, ce qui gêne considérablement la restitution (l'image disparaît, puis réapparaît à une autre place).

L'image mobile élimine ces deux inconvénients, au prix de contraintes informatiques plus sévères. Pour afficher 200 000 pixels (une fenêtre 500 x 400) 120 fois par seconde (fréquence imposée par la visualisation en alternance de trame), on ne dispose que de 40 ns par pixel. Le temps de lecture ou d'écriture mémoire sur les PC est actuellement de 10 ns (60 ns il n'y a pas si longtemps), et il y a beaucoup d'autres choses à faire... L'informaticien devra optimiser son code!

d) Zoom ou déplacement subpixelaire?

Avec les appareils traditionnels, la mesure de position des points image (la fonction comparateur) et la résolution de l'image (qui reste analogique) ne sont pas liées. Dans un système numérique, il n'en va pas de même : la taille du pixel est à la fois l'unité de mesure des déplacements de l'image et l'unité de résolution.

Or, sur une image argentique, il est bien connu que l'on peut mesurer des points bien définis (des prébalises par exemple)



Fig. 1 - Image initiale

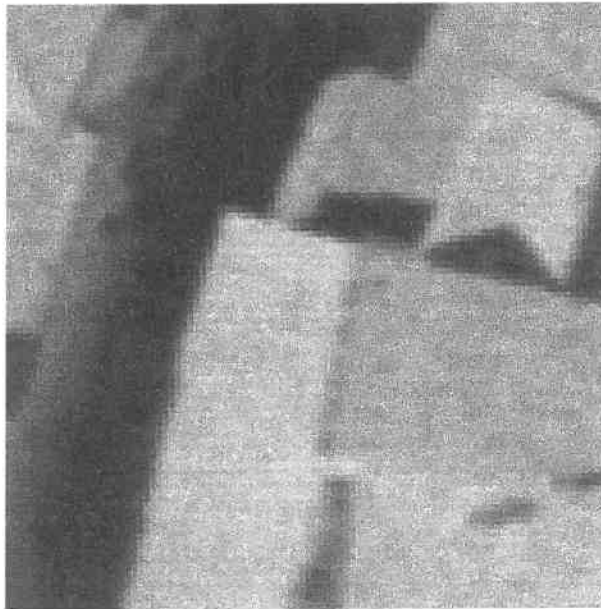


Fig. 2 - Zoom 4 au plus proche voisin

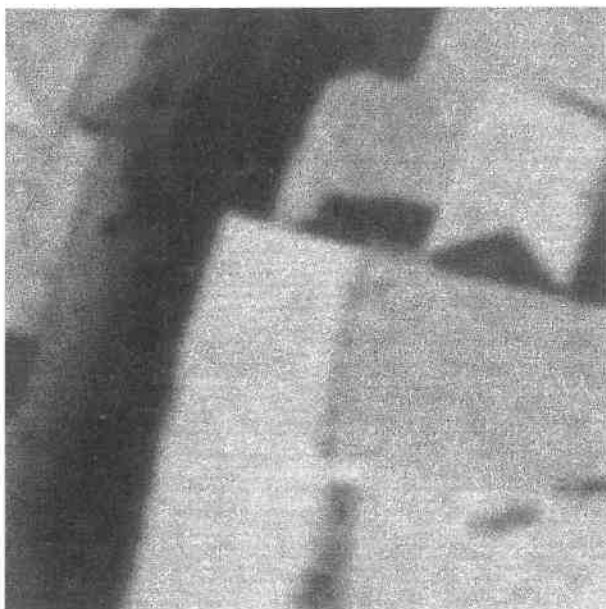


Fig. 3 - Zoom 4 bilinéaire

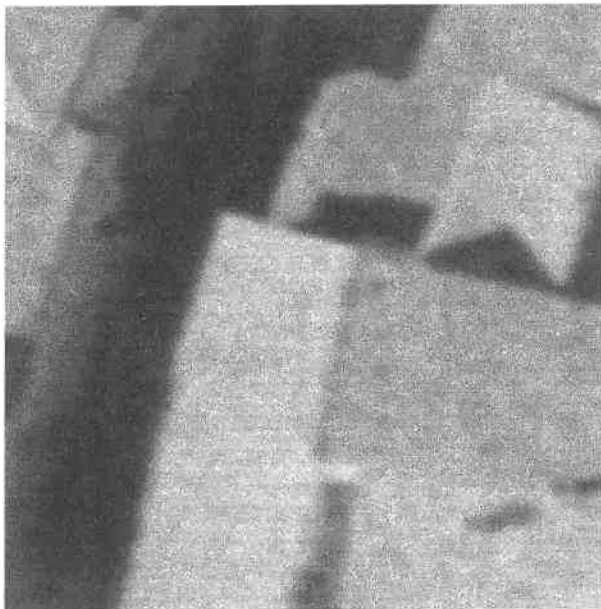


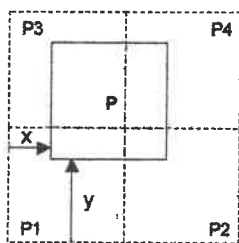
Fig. 4 - Zoom 4 bicubique

avec une précision de quelques microns, alors que la résolution même de l'image est bien moindre (de l'ordre de dix fois). On peut bien sûr numériser les images argentiques avec un pixel de quelques microns, mais avec un pixel de 2 microns, une photo aérienne ferait 10 giga-octets en noir et blanc, et une fenêtre 1000 x 1000 couvrirait un champ de 2 mm par 2 mm. Ce n'est pas bien raisonnable !

Une autre solution est le zoom numérique : on conserve un pas de scannage raisonnable, mais on interpole à l'affichage, de façon à permettre un déplacement plus précis. Malheureusement, en interpolant, on n'invente pas l'information absente, et l'opération, en même temps qu'elle réduit proportionnellement le champ, rend l'image très floue et difficilement interprétable. Les quatre images ci dessous correspondent à une fenêtre carrée de 400 pixels de côté. La figure 1 est l'image originale (image argentique aérienne à l'échelle de 1:17000, numérisée avec un pixel de 20 µ, soit environ 15 cm au sol). Les figures 2 à 4 montrent la même zone zoomée d'un facteur 4 (pixel résultant de 5 µ), avec une interpolation au plus proche voisin (figure 2), bilinéaire (figure 3) et bicubique (figure 4).

Pour contourner cette difficulté, il existe une autre méthode qui consiste à déplacer les images d'une fraction de pixel. Cela avait déjà été mis en application dans le restituteur Matra Traster T10. Mais la puissance de calcul insuffisante des ordinateurs de l'époque n'avait pas permis une réalisation suffisamment fluide sur toute l'image, et seule la partie centrale de l'image se déplaçait de cette façon. Cette méthode peut paraître surprenante, dans la mesure où l'on considère intuitivement le pixel comme la plus petite entité disponible dans l'image. En fait, le principe en est très simple : le déplacement subpixelaire revient à calculer par interpolation la quantité de lumière qu'aurait reçu le capteur si on l'avait déplacé d'une fraction de pixel. L'image n'étant pas zoomée, l'interpolation bilinéaire est bien suffisante (le plus proche voisin, qui ne déplace pas l'image, est totalement inadapté à ce but). La radiométrie du pixel P, décalé en x et y, deviendra :

$$P = (1-x)(1-y)P_1 + x(1-y)P_2 + (1-x)yP_3 + xyP_4$$



Sous cette forme les PC actuels ne sont toujours pas capables de réaliser l'interpolation en temps réel sur la totalité de l'affichage (rappelons que l'on ne dispose que de quelques cycles mémoire par pixel pour toutes les opérations). Heureusement, pour satisfaire les gourmandises des applications multimédia (surtout les jeux vidéo...), les microprocesseurs Pentium ont été dotés rapidement d'un jeu d'instructions (instructions MMX) permettant de paralléliser (exécuter simultanément une même opération sur plusieurs données) certaines opérations sur les octets. Il n'y figure malheureusement pas de multiplication complète, mais seulement des additions et des décalages (multiplication/division par une puissance de deux).

En prenant un pas de déplacement inverse d'une puissance de deux ($1/2, 1/4, \dots$), et en remaniant la formule pour interpoler d'abord en y, puis en x (x et y sont alors des entiers inférieurs à 2^n : le calcul peut être fait sur 8 octets en parallèle, en conservant tous les résultats intermédiaires dans les 8 registres

du processeur MMX (donc sans accès mémoire), et avec les seules instructions disponibles dans ce processeur.

$$P' = \frac{(2^n - y)P_1 + yP_3}{2^n}$$

$$P'' = \frac{(2^n - y)P_2 + yP_4}{2^n}$$

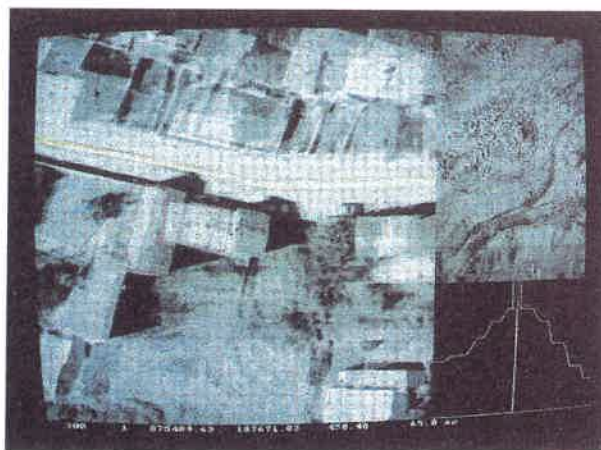
$$P = \frac{(2^n - x)P' + xP''}{2^n}$$

Le temps de calcul est alors de l'ordre d'un cycle mémoire par pixel, ce qui en permet l'utilisation en permanence sans ralentissement de l'affichage. On concilie ainsi la précision du déplacement (actuellement $1/4$ de pixel, mais le huitième sera sans doute nécessaire), la conservation d'un champ de vision confortable, et l'absence de flou visible. Le compilateur utilisé (Borland Pascal), antérieur aux Pentium, ne gère bien entendu pas ces instructions, et il a fallu les programmer directement en binaire. Mais le résultat obtenu méritait cet effort.

Qu'apporte le numérique ?

Il aurait été dommage de se restreindre aux fonctionnalités déjà disponibles sur les restituteurs analytiques, même si leur réalisation numérique permet de se passer de tout matériel spécifique, onéreux et lourd. Tout d'abord, le numérique rend très simple l'injection stéréoscopique de la saisie dans le modèle, déjà disponible sur les analytiques, au prix de l'addition de périphériques spécialisés très coûteux. Mais on peut aussi envisager des aides à la restitution tirant parti de la présence de l'image sous forme numérique.

Dans ce domaine, outre les possibilités de traitement radiométrique en temps réel des images, la première idée est d'im-



Visualisation stéréo	Vue générale
	Graphique de corrélation
Affichage des coordonnées	

planter un corrélateur numérique. L'aspect temps réel qu'on a voulu conserver au système empêche d'utiliser les algorithmes les plus courants, qui créent automatiquement un modèle numérique de terrain à partir d'images ré-échantillonnées suivant les épilobaires. Le corrélateur doit pouvoir fonctionner sur des images en géométrie brute et suivre les mouvements de l'opérateur en temps réel. Il fournit en permanence pour une position planimétrique donnée, l'altitude la plus vraisemblable du sol; il s'agit donc d'un corrélateur « en ascenseur », qui recherche le maximum de corrélation sur une verticale donnée. Pour donner une altitude précise, il faut bien entendu lui fournir des images issues du déplacement subpixelaire.

On peut songer à d'autres aides à la restitution, mais les plus prometteuses en terme de productivité sont celles qui relèvent de l'interprétation automatique des images (suivre les routes, extraire les maisons, la végétation...) et qui nécessitent encore des puissances de calcul que nos modestes PC ne peuvent fournir dans des temps raisonnables. Seule l'orientation automatique des modèles par recherche de points d'intérêt devrait être à la portée de ces machines. S'il y a des volontaires...

Et les applications?

Le système n'a pas été développé initialement dans un but de production. Il est aujourd'hui systématiquement utilisé pour l'enseignement de la photogrammétrie, aussi bien à l'ENSG, qu'à l'ESGT ou l'ESPT, de même que dans de nombreuses formations continues. Mais, au fur et à mesure de l'évolution informatique, il est apparu de plus en plus évident qu'il pouvait satisfaire des besoins variés, et même sans doute ouvrir des nouveaux horizons à la photogrammétrie.

a) En cartographie

Les applications actuelles de la photogrammétrie dans ce domaine sont surtout la création et la mise à jour de bases de données géographiques. Aussi est-il apparu intéressant de tester la liaison du Poivilliers E avec un logiciel SIG. Une version client-serveur, liant le restituteur à Geoconcept est en cours de validation par la société 3Dimages, filiale de Geoconcept. Elle devrait être bientôt commercialisée, et permet la création ou la mise à jour directe des données du SIG par photogrammétrie.

Des évaluations doivent également être menées dans un proche avenir pour l'entretien des bases de données et des cartes de l'IGN par les unités régionales. La faiblesse de l'investissement et la simplicité d'emploi sont ici des arguments très forts.



Prototype de la connexion Poivilliers E - Geoconcept

b) Les autres domaines

La disponibilité d'un restituteur photogrammétrique très bon marché (le Poivilliers E est actuellement mis gratuitement à la disposition des organismes d'enseignement et de recherche) et simple d'emploi permet à la photogrammétrie

de pénétrer des domaines d'application où elle était restée marginale, sinon totalement absente, en raison de la spécialisation et des investissements qu'elle supposait.

Mais il y a une autre raison, plus profonde, à son faible usage par certaines professions : je prendrai l'exemple d'un géotechnicien, qui n'a souvent besoin pour étudier un risque naturel que des coordonnées de quelques points bien choisis (par lui) sur une pente; commander une prise de vue, écrire un cahier des charges de restitution et confier le travail à un entrepreneur de photogrammétrie est pour lui une tâche d'autant plus difficile que seule son expertise au vu des photos lui permettra de sélectionner les quelques données pertinentes. Il est donc bien plus intéressant pour lui de réaliser la totalité des opérations, de la prise de vues à la restitution. Cet inconvénient de la spécialisation des photogramètres a été particulièrement remarquable dans la photogrammétrie architecturale et archéologique (n'oublions pas que la photogrammétrie a été, à ses débuts, développée essentiellement pour des applications terrestres, militaires ou architecturales).

Aujourd'hui, ce handicap peut être surmonté, d'autant plus que la technologie des images numériques permet aussi de résoudre de façon efficace la question de la prise de vue photogrammétrique. On trouve maintenant sur le marché des appareils photographiques numériques d'excellente qualité, qui peuvent servir au photogrammètre. En fait, les matériels bien adaptés à nos besoins ne sont pas très nombreux, car nos exigences ne coïncident pas avec celles du marché grand public. Nous voulons une géométrie d'image la plus mieux connue possible (pas de zoom par exemple), et un grand champ (au moins équivalent 28 mm en 24 x 36), alliés à la meilleure résolution possible. J'ai personnellement testé sur un polygone d'étalonnage un modèle du commerce (Minolta Dimage EX Wide 1500) qui combine toutes ces caractéristiques et qui est très bien adapté à la terrestre (même si sa distorsion atteint environ 35 pixels dans les angles de l'image). Pour la photo aérienne, rien n'est vraiment industriellement opérationnel (même si on voit se développer de la photo en drones, en ULM ou en cerf-volant).



Polygone d'étalonnage photographié au Minolta Dimage

Je ne citerai pas tous les travaux déjà réalisés avec cette technique (qui a servi de support aux stages de fin d'études de plusieurs élèves ingénieurs de l'ESGT), mais, puisque XYZ relate très souvent dans ses colonnes des applications archéologiques (et que je suis moi-même affligé d'un penchant du même style...), je mentionnerai quelques exemples en cours de réalisation dans le domaine de la préhistoire.

En premier, le relevé du sol d'habitat solutréen de Fressignes, dans l'Indre, fouillé par l'équipe du Professeur Denis Vialou, de

l'Institut de Paléontologie humaine du musée d'Histoire Naturelle. Les photos ont été prises avec un Hasselblad équipé d'un objectif de 40 mm, tenu à bout de bras, en une après-midi d'un Dimanche pluvieux, sans interrompre les fouilles plus de deux heures, la stéréopréparation était simultanée, par relevé tachéométrique de quelques cibles posées au sol. Puis aéro-triangulation, restitution par les préhistoriens eux-mêmes, tout cela devant déboucher sur une intégration des objets relevés dans une base de données du sol archéologique.

Enfin, dans le courant de cette année 2000 devrait débiter le relevé volumétrique complet d'une grotte ornée située à mi-distance du Mans et de Laval, à la demande de Romain Pigeaud, jeune préhistorien qui en a fait son sujet de thèse sous la direction de Denis Vialou. En avant-première, j'y ai fait quelques prises de vue stéréoscopiques, assemblées en anaglyphes avec Photoshop. Le relevé proprement dit devrait démarrer dans les jours qui viennent, servant là aussi de travail de fin d'études à deux jeunes ingénieurs de l'ESGT.

Egels@ensg.ign.fr



Prise de vue et mosaïque du sol de Fressignes

RECETTE DE L'ANAGLYPHE À LA MODE PHOTOSHOP

Temps de préparation : 15 minutes

- Prenez une image gauche, scannez la proprement (en couleur de préférence).
- Ouvrez-la sous Photoshop.
- Copiez la délicatement dans un calque neuf, puis mettez de côté le bleu et le vert (menu Image/Réglage/Courbe).
- Procédez de même pour l'image droite, en la copiant dans un second calque, que vous aurez rendu semi-transparent, et retirez cette fois le rouge.
- Annulez la parallaxe à l'aide de l'outil déplacement.
- En cas de gros écart d'échelle ou de rotation entre les images corrigez l'assaisonnement grâce à la transformation manuelle.
- Répétez ces deux opérations jusqu'à ce que la mixture vous semble à point.
- Aplâtr violemment l'image, vérifiez la radiométrie, et enfournez dans l'imprimante.



Jument et mammoth affrontés (Grotte Mayenne-Sciences)



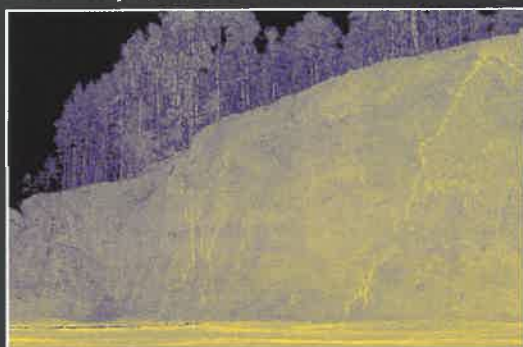
Maptek annonce une révolution dans la topographie!

1ère étape, saisie des données in-situ avec le laser monté sur trépied

Grâce au nouveau système d'imagerie laser I-SiTE de Maptek, il est désormais possible de relever 6000 points/ seconde même dans les endroits réputés dangereux ou difficiles d'accès! Les données ainsi relevées peuvent être visualisées immédiatement en 3 dimensions dans VULCAN.



2ème étape, visualisation 3D avec le logiciel VULCAN



Imagerie I-SiTE:

- laser de classe 1 (sans danger pour les yeux)
- distance max. 350m
- 340° à l'horizontale, 80° à la verticale
- Résolution et précision: 2,5cm ±



Pour de plus amples informations, contactez Maptek/KRJA Systems:
Tel: +44 (0)115 975 3300 / Fax: +44 (0)115 975 4400
info@maptek.co.uk ou visitez notre site internet www.maptek.com/bsite



- 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
e-mail : aeroscan@wanadoo.fr

le scan laser révolutionne la topographie



Rob Airey (Maptek)

Le nouveau système d'imagerie laser I-SiTE de Maptek est un moyen d'acquisition rapide et direct des données en 3 dimensions dans tout type d'environnement de grande échelle. Le système enregistre avec précision l'emplacement des détails et surfaces dans des environnements urbains ou industriels, sur des sites miniers tant en surface qu'en souterrain. Les points relevés sur place sont utilisés pour construire un set de données qui constitue une reproduction 3D de la scène. La visualisation interactive des données par l'intermédiaire du logiciel intégré au système permet de voir la scène d'une façon qui serait autrement impossible.

Bien que des systèmes de mesure laser aient été disponibles sur des projets d'ingénierie de petite dimension, leur utilisation dans des environnements à grande échelle est peu répandue.

Descriptif du système

Le système I-SiTE se constitue d'un équipement (hardware) et d'un logiciel. L'équipement comprend un appareil de scan laser, un ordinateur portable qui contrôle l'appareil et permet l'acquisition des données, ainsi qu'un poste de travail 3D. Allié au logiciel Vulcan 3D de Maptek, l'environnement graphique représente l'ultime système pour le traitement, la gestion et la manipulation des données.

L'appareil permet la mesure de distances par un rayon laser pulsé et un système de scan mécanique qui est capable de relever un set de points 3D dans n'importe quel environnement.

La mesure des distances s'effectue par une pulsation laser qui illumine le point sur la surface à mesurer. Une partie de l'énergie de la pulsation retourne au scanner et y est détectée. Le temps écoulé entre l'émission de cette pulsation et sa détection permet le calcul de la distance. La quantité d'énergie réfléchie dépend des caractéristiques de la surface, telles que la couleur ou la rugosité. L'amplitude de la pulsation renvoyée procure une valeur d'intensité ou de luminosité. Il n'est pas nécessaire d'utiliser des réflecteurs ou autres sur le site à mesurer.

Le laser est opérationnel dans une région proche de l'infrarouge à $0.9 \mu\text{m}$. Le système d'imagerie est un produit laser de classe I, sans danger pour les yeux. Selon la lumière ambiante, le scan peut se faire jusqu'à une distance de 350 m, la distance minimale étant de 2 m. Les mesures effectuées sont précises à 2,5 cm près sur la distance entière. La largeur du rayon de l'appareil de mesure est de 0,17 degré ou de 30 cm à une distance de 30 m, permettant l'enregistrement de détails même très petits lors de scans plus larges.

Un miroir rotatif de la forme d'un polygone dirige le rayon dans le sens vertical (scan rapide) pendant que la tête de l'appareil effectue une rotation dans le sens horizontal (scan lent). Des enregistreurs d'angle relèvent l'orientation du miroir et de la tête pour chaque mesure créant un "raster" de motifs sur les valeurs de distance et d'intensité avec un positionnement unique pour chaque point en 3D. La distance à la verticale est de 80° centrés horizontalement et un scan horizontal couvre 340° .

Comme le laser est capable d'émettre des pulsations à un rythme allant jusqu'à 20 kHz, des données peuvent être relevées jusqu'à un maximum de 6000 mesures par seconde. Les données peuvent être acquises sous des résolutions d'angle varié, à plus ou moins grands intervalles. Un petit angle permet l'acquisition d'une plus grande quantité de points.

Le système de scan, de mesure des distances et le mécanisme électronique se situent dans un cylindre métallique de 21 cm de diamètre, mesurant 44 cm de haut et pesant 13,5 kg.

Le système de scan laser est entièrement contrôlé à partir d'un ordinateur portable connecté à l'appareil par des câbles de série et parallèles. L'opérateur définit les paramètres du scanner et transmet les données sur son ordinateur en temps réel. Le processus d'acquisition des données peut être surveillé en 3D sur l'écran.

L'opération en elle-même

Le système peut être mis en place sur site par une personne seule. Le scanner laser est monté sur un trépied classique de géomètre et connecté à un ordinateur portable. L'appareil requiert une source d'énergie de 12 V en courant continu, connecté soit à une pile à plomb/acide rechargeable de 12 V, soit à une batterie de voiture par l'intermédiaire d'un adaptateur branché sur l'allume-cigares. L'ordinateur portable s'en remet à ses propres piles.

L'opérateur peut sélectionner les angles du scan ou utiliser les angles définis par le système. Les extrémités gauche et droite de l'angle du scan horizontal ainsi que le haut et le bas



Scan de bâtiment

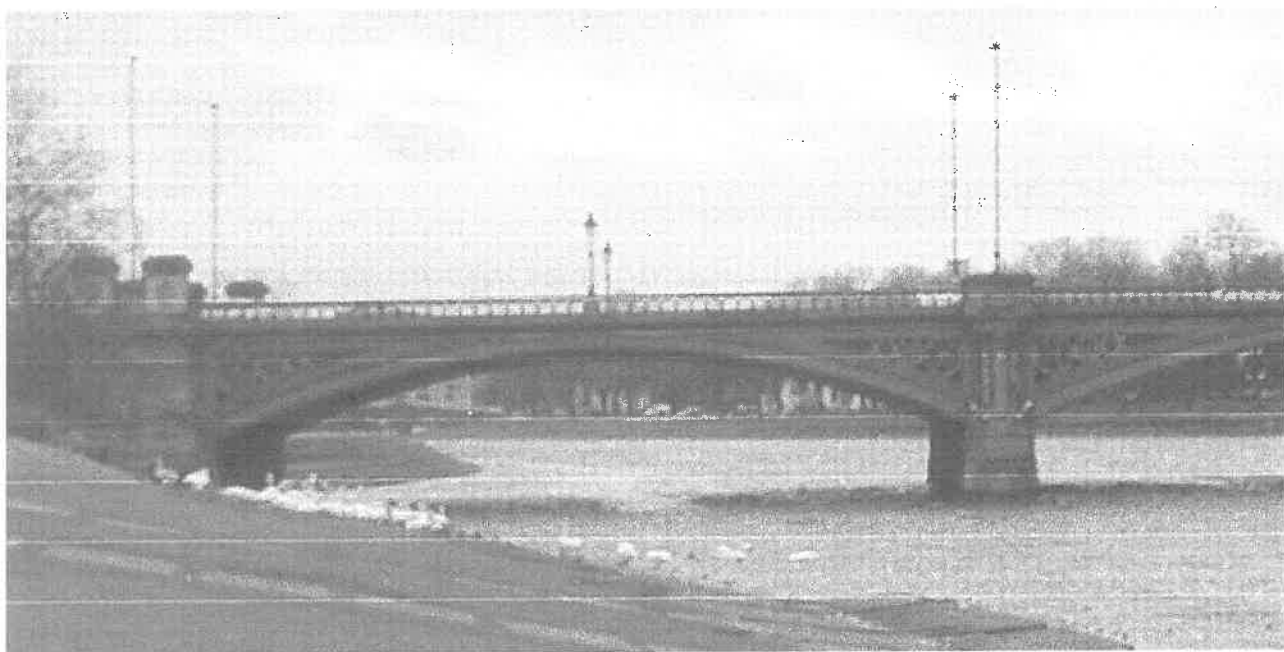
du scan vertical sont visibles à l'écran. Ainsi, prenons l'exemple d'un angle de 80° à la verticale et de 180° à l'horizontale, une faible résolution de $0,43^\circ$ (ce qui équivaut à une séparation des points tous les 75 cm à une distance de 100 m), une quantité de quelques 75 000 points serait mesurée en environ 15 secondes. Si nous augmentons la résolution à $0,1^\circ$ (soit 19 cm et 100 m respectivement), 1 200 000 points seraient mesurés en moins de 4 minutes. Le système rassemble des données rapidement et facilement.

Les données peuvent être visualisées immédiatement en 3D en utilisant le logiciel I-SiTE. Les données peuvent être visualisées de n'importe quel point, y compris depuis le scanner. Tout point peut être interrogé sur sa distance à partir du scanner; les distances entre deux points peuvent être mesurées. La vue en 3 dimensions permet à l'opérateur d'évaluer rapidement la qualité des données et si nécessaire de modifier les paramètres de mesure et de recommencer son scan. La vue

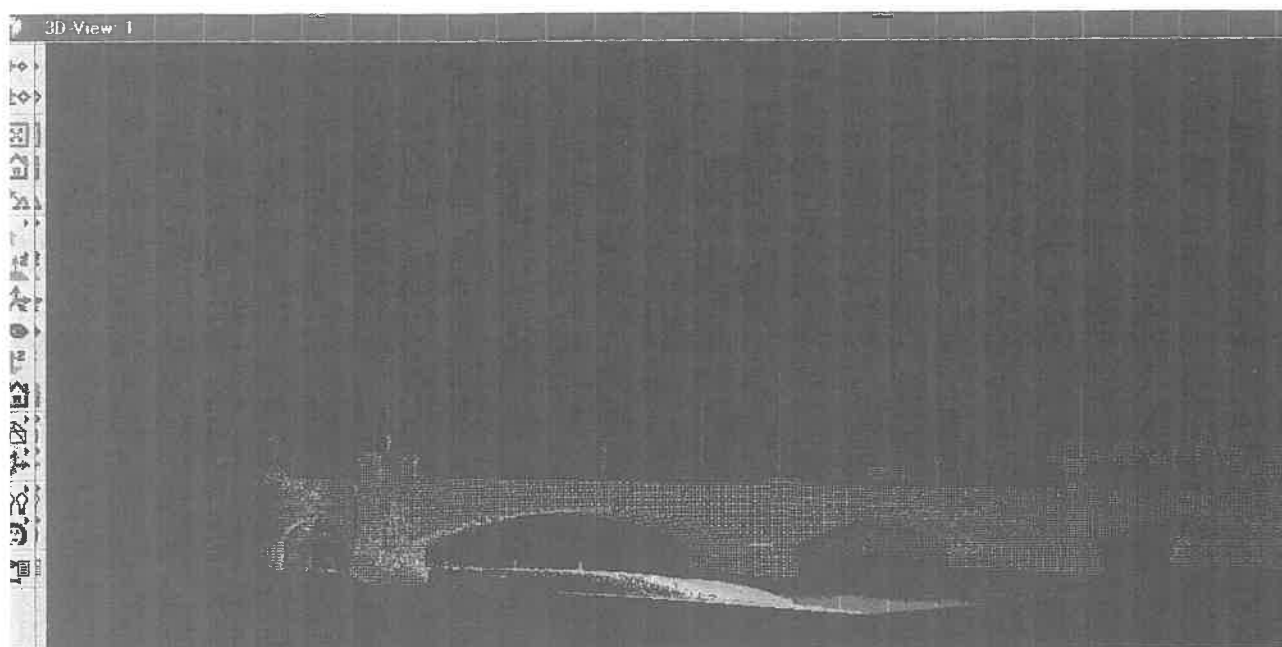
permet aussi de souligner les parties manquantes de la scène. Étant donné que le scanner ne peut mesurer que les parties directement dans sa ligne de visée, les parties restantes peuvent être prises en compte en déplaçant l'appareil vers une position optimale ou en rassemblant des données relevées depuis plusieurs positions de mesure.

Chaque point du set de données a une couleur différente selon l'intensité de la réflexion. L'observation des données à partir du scanner équivaut à voir une photographie monochrome de la scène. Les données peuvent être colorées par l'association de couleurs aux différentes valeurs d'intensité, ce qui souligne les petites variations d'intensité rencontrées dans les données.

Si la position du scanner sur le site est connue, les données peuvent être positionnées par rapport à ce point. Ainsi, chaque point aura une position absolue dans le système de coordonnées mesurées. Bien qu'il ne soit pas nécessaire d'utili-



Trent Bridge à Nottingham



Scan du même pont

liser des réflecteurs pour effectuer les mesures, ils peuvent être utiles pour "l'interconnexion" de plusieurs sets de données. Les réflecteurs apparaissent comme des points brillants.

Comme initialement chaque point est mesuré par rapport à la position du scanner, en sélectionnant des points identifiables qui sont communs aux deux scans, ou en nommant des points de position connue, l'opérateur peut interconnecter toutes les données au sein d'un système de coordonnées commun. Ce procédé signifie que l'appareil de mesure n'a pas besoin d'être mis à niveau pour son utilisation. En fait, il peut être penché pour faire en sorte que certaines parties du site soient également visibles au scan.

Lorsque les données ont été relevées sur le terrain, elles peuvent être transmises à un ordinateur disposant de graphiques plus puissants pour le traitement, le développement et l'intégration avec d'autres données spatiales existantes.

Manipulation des données

Bien qu'il soit possible de manipuler les données sur le terrain, l'environnement idéal reste le logiciel Vulcan 3D de Maptek sur un poste de travail. Au sein de Vulcan, les points peuvent être édités et filtrés pour se débarrasser des données superflues. L'utilisation des options de modélisation de Vulcan permet de trianguler les données afin de créer des surfaces qui sont faciles à utiliser pour la construction de modèles plus complets.

Comme les données sont enregistrées dans leur position spatiale correcte, elles peuvent être comparées à des données similaires telles que modèles SIG ou CAD.

Applications et bénéfices

Les applications du système I-SiTE au niveau cartographie, opérations minières et travaux publics comprennent :

- Topographie des mines et carrières pour l'analyse structurale et géotechnique
- Mesure des déchets de lavage et intercalaires (mines)
- Stabilité des pentes et surveillance des cavités
- Surveillance des piles de stock et intercalaires (mines)
- Mesures volumétriques
- Analyse de sites (planifiés contre construits y compris usines et machines)
- Surveillance de l'équipement spatial, détection des modifications
- Cartographie précise des pentes dangereuses et instables
- Travaux publics
- Cartographie des chemins de fer, des réseaux routiers et modélisation
- Modélisation de l'infrastructure industrielle, construite contre géométrie planifiée
- Planning urbain, cartographie des bâtiments.

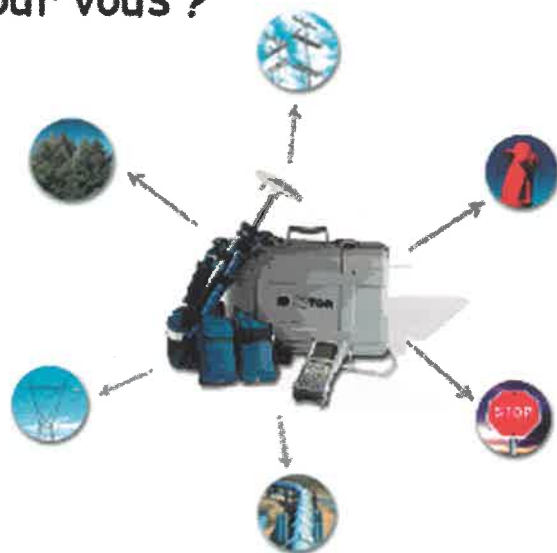
Le système est idéal pour les environnements dangereux où il serait impossible autrement de prendre des mesures, tels que des faces rocheuses instables ou des zones où l'accès n'est pas possible.

L'acquisition rapide des données est utile dans tous les environnements changeants. Il n'y a pas de perte de temps dans le traitement ultérieur des données car celles-ci sont disponibles immédiatement. La rapidité du système signifie aussi que des données plus précises peuvent être obtenues dans un temps donné.

Dans les zones de construction, l'accès immédiat à des données 3D dans un système de coordonnées commun simplifie la tâche de comparaison entre sites construits et concepts. Des détails qui n'auraient pas été relevés lors d'une topographie manuelle seront enregistrés.

Pour de plus amples informations ou une démonstration, contacter Maptek au +44 115 975 3300 Fax +44 115 975 4400 ou par E-mail : info@maptek.co.uk

Que peut faire ce système GPS pour vous ?



Léger et simple d'utilisation, le système GPS Lo.K.tor sera votre outil idéal de levé.

Sa précision est métrique à centimétrique suivant la version choisie.



POSEa
Entre Terre et Mer...

33 Avenue Philippe Auguste 75011 PARIS
Tel: 01 48 05 11 00 Fax: 01 48 05 11 22
www.posea.com

Enquête : les performances des logiciels de photogrammétrie à courte distance

Par Pierre Grussenmeyer

**Enseignant-chercheur
ENSAIS**

**Membre du Comité International
de Photogrammétrie
Architecturale - CIPA**

Résumé

À l'occasion du dernier Congrès du Comité International de Photogrammétrie Architecturale (CIPA, le comité ICOMOS & ISPRS pour la documentation du patrimoine culturel) organisé à Olinda au Brésil en octobre 1999, deux groupes de travail (groupes n° 3 : méthodes simplifiées de photogrammétrie architecturale et n° 4 : traitement d'image numérique) ont présenté une série de données (téléchargeable à l'adresse <http://cipa.uibk.ac.at>) pour tester et évaluer les performances des logiciels de photogrammétrie à courte distance [Streilein, Grussenmeyer, Hanke, 1999]. L'objectif principal des données du « Zurich city hall » réalisé avec des appareils photographiques numériques d'amateur est de réunir les avis des utilisateurs des différents logiciels commerciaux et universitaires en leur proposant un questionnaire. Les conclusions de l'étude seront publiées sur le serveur du CIPA au cours de l'année 2000.

Mots-clés

Photogrammétrie numérique non métrique, courte distance, dessin assisté par ordinateur, restitution, jeu de données.

1 – Introduction

Les méthodes de travail en photogrammétrie sont étroitement liées au développement des nouvelles technologies et des techniques d'acquisition (caméras CCD, appareils photographiques numériques, photo-CD et scanners), de traitement des données (vision par ordinateur), de structuration et de représentation (DAO/CAO, simulation, animation et visualisation), d'archivage et d'analyse de l'information (systèmes d'information). Ces thèmes sont développés par les groupes de travail du Comité International de Photogrammétrie Architecturale (CIPA), fondé en 1969 par Maurice Carbone (ingénieur général de l'IGN et Président Honoraire du Comité). Le CIPA fonctionne sous la forme d'un comité mixte constitué de membres du Conseil International des Monuments et Sites (ICOMOS) et de la Société Internationale de Photogrammétrie et de Télédétection (ISPRS). Ses objectifs principaux sont :

- de promouvoir le relevé, la documentation et l'analyse du patrimoine par le développement des applications photographiques, photogrammétriques et des techniques associées;
- de proposer des programmes d'étude et de recherche destinés à favoriser les échanges d'information et la promotion des techniques;
- de développer les coopérations internationales.

2 – Contexte de l'étude proposée

Les objectifs de la série de données proposée par l'étude (dédiée particulièrement à la photogrammétrie architecturale à courte distance) fait suite à un premier test initié par le CIPA [Waldhäusl, 1991]. Ce test, dont les résultats ont été publiés lors du Congrès de l'ISPRS en 1996 à Vienne (Autriche) consistait à comparer des appareils photographiques (métriques et

d'amateur), des logiciels de photogrammétrie, l'étalonnage des chambres de prises de vue, différents systèmes de mesure et leur précision [Almagro et al., 1996]. En 1999, la majorité des applications étaient encore réalisées à l'aide de pellicules photographiques (films ou diapositives) et cela compte tenu du coût encore élevé des appareils photographiques numériques. En effet pour des applications professionnelles, des appareils à plus de 6 millions de pixels sont nécessaires pour enregistrer les détails des objets à courte distance. Mais le prix des systèmes offrant des images d'environ 3000 par 2000 pixels est encore de l'ordre de 100 kF actuellement (Kodak DCS 560 par ex.). Cependant, la photogrammétrie numérique devient accessible à de plus en plus d'utilisateurs dans un marché où la demande de modèles tridimensionnels ou de photo-modèles est de plus en plus forte.

3 – Une enquête sur les logiciels dédiés aux applications à courte distance

Les données du « Zurich City Hall » sont réalisées avec des appareils photographiques numériques standards (images d'environ 1,3 Mpixels) et n'ont aucun objectif de précision. Il s'agit plutôt d'étudier les capacités des logiciels à traiter différentes configurations de prises de vues à courte distance (par couples stéréoscopiques ou par relevés multi-images). En effet, la plupart des logiciels du marché sont conçus pour la photogrammétrie aérienne et leur utilisation pour des applications en photogrammétrie terrestre ou architecturale s'avère souvent limitée voire impossible. L'enquête s'intéresse également aux possibilités offertes par les logiciels en vue de la modélisation géométrique, topologique et thématique des objets (constructions, ouvrages, monuments) et des possibilités de stockage, d'archivage et de mise à jour des données.

Dans le questionnaire [Cipa, 1999] joint aux données disponibles sur le site internet du CIPA (<http://cipa.uibk.ac.at>), l'utilisateur est invité à considérer les points suivants :

- la convivialité du logiciel;
- la méthode de gestion du projet;
- les méthodes de traitement des données;
- l'importation et l'exportation des données (formats d'images, paramètres d'orientation interne et externe, données utilisées pour le calcul du projet, points de calage, fonctions de DAO/CAO internes au logiciel);
- l'orientation interne, l'orientation externe (différentes méthodes de calcul proposées par les logiciels), l'étalonnage des appareils;
- la reconstruction en 3-D de l'objet, le redressement d'images simples;
- les résultats en termes de topologie, de fiabilité et de précision.

4 – Description sommaire de l'objet choisi pour l'étude

L'ancien hôtel de Ville de Zurich (Suisse) datant de 1694-98 a été relevé en mai 1999. Le bâtiment est situé au centre de la ville le long de la rivière Limmat (figure 1). Les dimensions du bâtiment sont de l'ordre de 35x12x18 mètres. Les quatre façades de l'immeuble ont été photographiées. Le jeu de données comprend des couples destinés à des stéréorestitutions ou des vues convergentes destinées à des restitutions multi-images. Chaque partie de l'objet est photographiée avec deux images au moins. On dispose d'une vingtaine de points de calage (d'une précision a priori de 5 cm) pour l'ensemble du projet. Rappelons que la précision ne constitue pas la priorité de ce projet.



Fig. 1 – Ancien hôtel de Ville de Zurich (vu du sud-ouest)

5 – Les données téléchargeables (<http://cipa.uibk.ac.at>)

La série de données du projet « Zurich City Hall » est destinée à tester les fonctions de restitution photogrammétrique ou de reconstruction en 3-D de l'objet. Elle comporte :

- deux ensembles d'images réalisés avec des appareils Olympus DI400L et Fuji DS300 (figures 2 et 3);
- une description détaillée des données d'orientation interne des appareils photographiques numériques utilisés;

- des coordonnées de points de calage relevés par voie géodésique;
- un questionnaire destiné à guider l'utilisateur dans son étude.



Fig. 2 – Olympus DI400L



Fig. 3 – Fuji DS300

Les deux appareils utilisés pour le relevé sont à classer dans la catégorie des appareils d'amateur. Pour permettre leur utilisation en photogrammétrique, le zoom de chaque appareil doit être bloqué (sur la plus courte focale dans notre cas). La mise au point a été fixée sur la position infinie dans le programme de configuration des appareils. Ces réglages manuels sont malheureusement impossibles sur de nombreux appareils photos numériques commercialisés actuellement, ce qui limite leur utilisation pour des travaux photogrammétriques. Le prix des appareils utilisés pour l'étude était de l'ordre de 10 kF. Les 15 images prises avec l'appareil Fuji DS300 (1280 x 1000 pixels) ont été enregistrées au format TIFF (env. 3,75 MB par image) et celles (16) prises avec l'appareil Olympus DI400L (1280 x 1024 pixels) au format compressé JPEG (env. 0,8 MB par image).

6 – Conclusion

L'objectif principal de cette étude du CIPA est de partager les expériences et de perfectionner les méthodes de documentation numérique en photogrammétrique architecturale. L'évolution rapide des performances des appareils photographiques numériques ainsi que la commercialisation de nombreux nouveaux logiciels (dont plusieurs à moins de 1000 Euros) devrait encourager les topographes ou les architectes à intégrer l'image numérique dans leur offre de service à très court terme.

7 – Références

Almagro, A., Patias, P., Waldhäusl, P., 1996. The CIPA « O. Wagner Pavillon » TEST. Dans : Archives Internationales de Photogrammétrique et de Télédétection, Vol. 31, Tome B5, pages 463-470.

CIPA, 1999. Questionnaire on the processing of the data set « Zurich city hall ». Édité par le CIPA Groupes de travail n° 3 & 4 (A. Streilein, P. Grussenmeyer and K. Hanke) 1999, 14 pages.

Streilein, A., Grussenmeyer, P., Hanke, K., 1999. "Zurich city hall" – a reference data set for digital close-range photogrammetry. XVII CIPA International Symposium, October 3-6, 1999. Olinda, Brazil. Archives du Comité International de Photogrammétrie Architecturale.

Waldhäusl, P., 1991. A test object for architectural photogrammetry : Otto Wagners underground station Karlsplatz in Vienna. Proceedings of the XIV. International Symposium of CIPA, October 2-5, 1991, Delphi, Greece, pp. 247-251.

Note de l'auteur :

Compte tenu du volume des données (env. 48 MB) difficile à télécharger par modem, Pierre Grussenmeyer se tient à la

disposition des lecteurs intéressés par une copie du CD-Rom du jeu de données du CIPA (participation aux frais 40 F, port inclus).

Adresse de l'auteur :

Pierre Grussenmeyer, Maître de Conférences – École Nationale Supérieure des Arts et Industries de Strasbourg – Laboratoire d'Études et de Recherches en Génie Civil (LERGEC) – Équipe Photogrammétrie et Géomatique – 24, Boulevard de la Victoire – F – 67084 STRASBOURG CEDEX

E-mail : Pierre. Grussenmeyer@ensais. u-strasbg. fr
Tél. : 03 88 14 47 33 – Fax : 03 88 24 14 90

Olivier Reis

Ingénieur géomètre-topographe ENSAI Strasbourg

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

9, rue des Champs F-57200 SARREGUEMINES

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

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

Reinhart Stölzel

Ingénieur géomètre-topographe

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

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

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

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

Paul Newby

Membre de la Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS)

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

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

Téléphone : 00 44 1794 322 993 Télécopie : 00 44 1794 324 354 E-mail : xav40@dia1.pipex.com

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

Des topographes traducteurs à votre service

le profilomètre ferroviaire SURVER

Philippe Hallé (ing. division topographique SNCF)



Préambule

La pose et l'entretien de la voie ferrée nécessitent une connaissance de sa position avec une précision millimétrique. Un engin de métrologie appelé « voiture Mauzin », équipé de capteurs et circulant à une vitesse pouvant atteindre 200 km/h, mesure des défauts géométriques et millimétriques de la voie, en position relative. Il détecte des défauts de flèches, de variations de dévers, de nivellement en charge, sans rattachement à un référentiel extérieur à la voie.

Pour maîtriser la géométrie de la voie sur de grandes longueurs, par rapport à son environnement, définissable par un référentiel extérieur, la Division de Topographie de la SNCF s'est dotée d'un profilomètre ferroviaire, le SURVER. Développé par la société allemande GEO ++ et adapté aux spécificités françaises en collaboration, cet appareil mesure, en dynamique, la position de la voie en 3 dimensions, sur les lignes ferroviaires, avec une précision inférieure au centimètre.

La description du matériel, la méthodologie d'utilisation, ainsi que divers renseignements comme la précision, les fonctionnalités, ... ont fait l'objet du mémoire de fin d'études de Monsieur Fouzi Smaili (ESGT 99).

Principe de fonctionnement

Le fonctionnement du profilomètre ferroviaire repose sur l'utilisation de la mesure GPS Temps Réel « RTK-DGPS ». Une antenne GPS est mise en station sur un point connu. Le profilomètre est poussé par un opérateur, à une vitesse de 2 à 3 km/h. Il est équipé principalement d'une antenne, d'un récepteur radio, d'un inclinomètre, d'un extensomètre et d'un ordinateur. Il calcule sa position en utilisant les données transmises par la station fixe, et fournit les informations principales suivantes :

- Position planimétrique et altimétrique de l'axe de la voie ou d'une file de rail,
- Dévers,
- Écartements des rails.

L'ensemble des informations nécessaires au levé de la voie (coordonnées du point de référence, paramètres de transformations WGS84- > Système local,...) est saisi au niveau de l'ordinateur qui pilote le SURVER et la référence, et donne en permanence la situation satellitaire des deux capteurs GPS.

Le levé de la voie peut être fait de deux manières différentes :

- Si la position théorique de la voie est connue, le levé est comparé au tracé en temps réel. Les écarts sont affichés en continu sur l'ordinateur et informent l'opérateur de la qualité de la voie,
- Sinon, l'ordinateur affiche les points levés.

Traitement des données

Les données des différents appareils de mesure sont synchronisées sur le temps GPS. L'ordinateur du Surver qui fonctionne sous environnement OS/2, multi-tâches, permet de gérer simultanément les mesures, à partir de dix modules différents. Ces modules sont regroupés en 3 entités :

- Les modules de calculs qui traitent les mesures GPS et résolvent les ambiguïtés entières,
- Les modules de gestion des données mesurées,
- Les modules de visualisation et d'affichage.

En marge de ces modules utilisés en cours de mesures, il existe un module de gestion des résultats comportant notamment les informations liées au système de projection utilisé.

Le levé de la voie

Le levé de la voie débute par une phase d'étalonnage (détaillée au paragraphe « précisions »).

Si le tracé théorique n'est pas connu ou facilement récupérable, ce qui est généralement le cas des lignes actuelles hormis les lignes nouvelles à grande vitesse (LGV), le levé de la voie continue par la détermination d'un tronçon de quelques dizaines de mètres. Ce tronçon sert à initialiser le Surver en fournissant un tracé de référence (qui est le tracé théorique pour les LGV). Ce tracé va permettre de déterminer par des mesures en aller-retour le défaut de verticalité du mat de l'antenne GPS. La calibration terminée, l'enregistrement des données de la voie, référencées par rapport au point kilométrique, peut commencer.

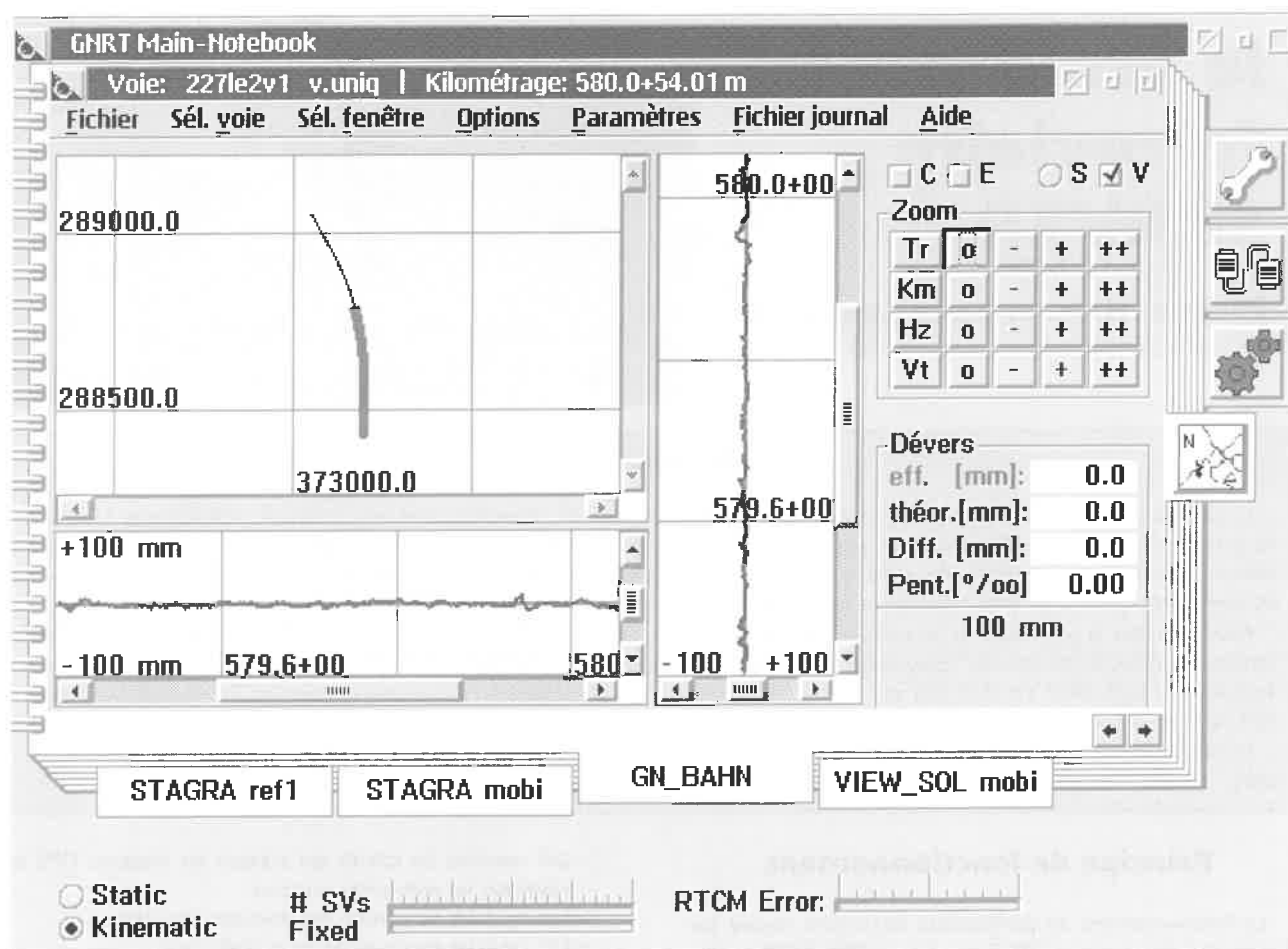
Ainsi, le levé est référencé par son abscisse curviligne et par les coordonnées déterminées.

La vitesse de progression permet à une fréquence de 1 seconde un enregistrement cadencé inférieur au mètre.

Chaque levé génère 5 fichiers de résultats :

- Un fichier graphique de type binaire, destiné à fournir un tracé théorique pour des levés ultérieurs de la voie.





Visualisation du levé de voie sur l'écran de l'ordinateur

Ce tracé interpolé par une courbe spline est paramétrable par l'utilisateur (10 m par défaut),

– Un fichier de mesures où les données GPS peuvent être ou non enregistrées en vue de d'un traitement ultérieur;

– Trois fichiers textes de résultats comprenant :

– Un fichier protocole qui enregistre les paramètres actifs durant les mesures ainsi que différents événements survenus pendant le levé. Ces événements (interruption d'enregistrements pour cause de franchissement d'obstacles, par exemple) sont datés et géoréférencés par l'abscisse curviligne,

– Un fichier de coordonnées comprenant notamment :

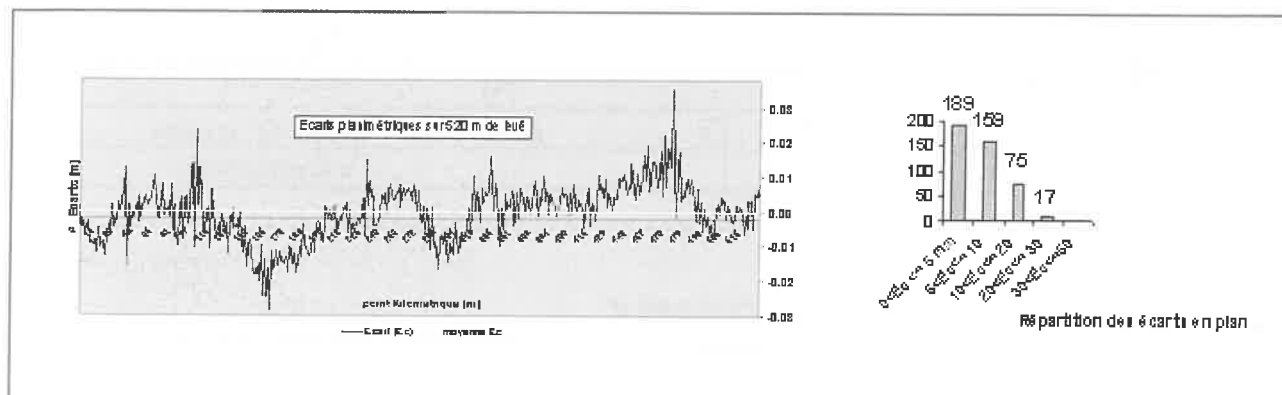
- Le kilomètre,
- Les coordonnées planes réduites à l'axe,
- L'altimétrie réduite à l'axe,
- Le dévers de la voie,
- La précision des coordonnées,
- L'écartement des rails,
- La position de l'antenne au-dessus de la file de rail concernée,...

– Un fichier d'erreurs avec les écarts entre le levé et le tracé théorique.

Les résultats sont ensuite exploités en DAO, sous Autocad, où une polygline est créée (2D ou 3D suivant les besoins) avec une densité de points choisie par l'utilisateur.

PK en m	X en m	Y en m	Z en m	Dévers en m	Emq X	Emq Y	Emq Z	Écart. Rails	Pos. GPS/rail
577777.6911	373098.8799	290044.933	12.082	-0.0459	0.003	0.006	0.011	1.435	-1
577778.2909	373098.5749	290044.4164	12.0748	-0.0472	0.003	0.006	0.01	1.436	-1
577779.01	373098.2196	290043.7911	12.0758	-0.0462	0.003	0.005	0.01	1.435	-1
577779.7528	373097.8393	290043.153	12.0701	-0.0477	0.003	0.005	0.01	1.436	-1
577779.7528	373097.8393	290043.153	12.0701	-0.0477	0.003	0.005	0.01	1.436	-1
577783.6314	373095.8816	290039.8049	12.0559	-0.0492	0.003	0.005	0.009	1.435	-1
577784.5008	373095.4402	290039.0561	12.041	-0.0496	0.004	0.008	0.015	1.435	-1
577785.3898	373094.9969	290038.2857	12.0449	-0.0506	0.004	0.008	0.015	1.435	-1

Extrait d'un fichier résultat



Écarts planimétriques entre un levé du profilomètre et un levé GPS temps réel ponctuel

Précisions

Pour obtenir des résultats avec une précision inférieure au centimètre, il est indispensable de suivre un mode opératoire rigoureux intégrant l'étalonnage de chaque appareil de mesures. Les antennes GPS Leica AT303-chokering sont orientées avant les mesures sur un site dégagé pour la station de référence.

L'inclinomètre est étalonné par des mesures de dévers dans deux positions opposées.

L'extensomètre est étalonné par comparaison avec une lecture directe de l'écartement des rails.

L'étude de différents sites d'interventions où nous avons pu comparer plusieurs systèmes de mesures optiques, GPS temps réel ponctuel et Surver donne une précision par rapport à des bornes d'un canevas d'une densité d'un point tous les 2 km, implantées le long de la voie, de +/- 8 mm en planimétrie et +/- 1 à 2 cm en altimétrie. Des difficultés à maîtriser l'altimétrie conduisent à recalculer régulièrement les mesures GPS, par des mesures de nivellement direct tous les 100 mètres environ.

Impératifs

Les mesures dynamiques en temps réel ont été privilégiées aux calculs différés des données pour 2 raisons majeures :

- Il n'est pas nécessaire de solliciter pour chaque levé un spécialiste du traitement GPS pour calculer et interpréter les résultats,

- L'affichage immédiat des résultats à l'écran permet à l'opérateur de vérifier que toutes les zones ont été traitées (absence d'oubli ou de masque). Il est impératif que chaque mission soit entièrement terminée avant de quitter le site, compte tenu de notre rayon d'action et des contraintes d'intervention.

Perspectives de développements

Opérationnel depuis septembre 1999, le profilomètre ferroviaire nécessite quelques développements pour une utilisation optimale :

- Adaptation du Surver à la réception de correction GPS issue de différentes stations de références, utilisant le format standard RTCM. Cette homogénéisation permettra de lever la voie et les points de détails simultanément,
- Amélioration de l'alimentation en énergie qui pénalise actuellement le poids de l'appareil (45 kg),
- Filtrage des données afin de lisser la trajectoire et éliminer le bruit de la mesure GPS qui se traduit par des écarts en position brusques et ponctuels,
- Exploitation du tracé enregistré afin de calculer les éléments géométriques réels de la voie (droite, clothoïde, cercle).

ANNUAIRE 2000 DE L'AFT

Troisième édition adaptée à l'évolution de la profession. Tous les adhérents de l'association, classés et répertoriés. Par ordre alphabétique, par régions et départements, par secteur d'activité, par pays pour les membres étrangers. Les abonnés à la revue XYZ, les adresses utiles à la profession, les écoles, les administrations, les fédérations, les associations françaises et étrangères du métier, les industriels et les fournisseurs de matériels et de prestations.

Toutes les coordonnées XY et Z de la profession sur votre bureau.

Édité par l'AFT en janvier 2000.

L'exemplaire 200 F TTC (envoi + 30 F), 5 exemplaires 190 F TTC l'unité (envoi + 55 F).

Prix "étudiant" : 160 F TTC (envoi + 30 F).

Pour les grandes quantités, consulter l'AFT.



LE SIG BIEN
TEMPÉRÉ

préludes et fugues en XYZ mineur

Montpellier



Michel Bernard

Consultant
COGITIS

L'an 2000 sera l'occasion de nombreuses célébrations, parmi lesquelles le 250^e anniversaire de la mort de Jean Sébastien Bach. À première vue, il y a peu de rapports entre la musique de Bach et la géographie. Bach lui-même, contemporain des premiers grands travaux cartographiques (la Carte de Cassini date du 18^e) n'était pas un grand voyageur; contrairement à Haendel qui à la même époque était un Européen avant la lettre. Pourtant, s'il est un compositeur qui de l'avis de tous les musiciens doit être considéré comme universel, c'est bien le "Cantor de Leipzig".

Alors, rapport direct ou pas, nous allons utiliser cet argument pour essayer de composer, sur le mode mineur, quelques variations sur le thème de la géomatique et des SIG en l'an 2000.

L'œuvre pour orgue (.org)

Alors qu'au début des années 90 les organismes chargés de débattre de problèmes de cartographie se comptaient sur les doigts de quelques mains, ils sont aujourd'hui presque aussi nombreux que les notes de la Toccata en Ré Mineur.

La prolifération des sites en .org consacrés à la géomatique est à la fois un indicateur d'activité intense mais également le témoin d'une grande dispersion de moyens. Les organismes de standardisation et de normalisation essaient de donner le "la" dans les domaines des formats d'échange, de l'interopérabilité, des méta données...

Mais si l'on prend l'exemple d'Edigéo, on constate que c'est encore la cacophonie dans le concert national...

Quant à l'Europe, constamment confrontée au sacro-saint principe de subsidiarité, elle n'est pas encore arrivée à transformer le moindre concept en réalité technique.

Nous courons ainsi le risque très proche de voir les grandes formations internationales (Oracle, Microsoft) et leurs chefs d'orchestre nous dicter les règles de la géomatique, si ce n'est déjà le cas.

L'Art de la fugue (I)

Une fugue est une œuvre qui partant d'un thème donné le déroule en une succession de variations qui finissent par revenir au point initial en ayant exploré le maximum de possibilités.

Cet art est parfaitement maîtrisé par les éditeurs de logiciels qui excellent à concevoir des multitudes de modules et de produits dérivés ou complémentaires. Ils parviennent ainsi à créer des collections, rarement originales (car se sont souvent de simples "compilations" ou "remasterisations").

Le fait de pouvoir faire son marché en achetant par modules apparaît en première lecture comme une évolution intéressante, particulièrement sur le plan financier.

Mais la multiplication des composants et les subtiles relations entre ceux-ci font que leur assemblage devient très vite complexe, et souvent coûteux (moins sur le plan de l'acquisition des modules que du fait des développements à réaliser pour arriver à des produits finis).

Ce travail d'intégration est même parfois illusoire quand les modules proposés sont incohérents (l'éditeur ayant racheté plusieurs technologies et se contentant de les envelopper d'un discours marketing).

L'Art de la fugue (2)

C'est aussi l'Art de la Fuite (en avant) qui est aujourd'hui pratiqué par les producteurs de données (instituts publics, administrations) qui semblent vouloir ignorer tout ce qui est dénoncé dans des études pourtant concordantes sur les problèmes de disponibilité des données géographiques de base (ou de référence selon les points de vue).

La publication du rapport Lengagne, qui dénonce pourtant explicitement les dérives du système actuel, ne semble pas inciter l'IGN à changer de tonalité.

De son côté, contrairement aux annonces faites en 1998, la DGI ne semble pas encore avoir commencé à écrire sa nouvelle partition. Après avoir des années durant, imposé une méthode fort coûteuse (et pas rose du tout) à tous les conservatoires du plan elle en est encore à faire ses gammes et à se demander en quelle tonalité jouer les sections cadastrales (nous suggérons d'essayer la clé de peano si cela n'a pas encore été fait)...

La question est posée de savoir si le système français va oui ou non évoluer dans l'année.

Il nous reste quelques mois décisifs pour décider de rentrer dans le prochain millénaire en adaptant l'outil de production cartographique et topographique national à la demande et aux besoins pourtant bien affirmés des utilisateurs.

Travailler sur des instruments anciens peut se concevoir dans le domaine musical, encore que les querelles entre "baroqueux" soient souvent stériles.

Mais continuer à ignorer le marché revient pour un musicien à se couper du public. Un génie comme Glenn Gould pouvait se retrancher dans un studio pour interpréter Bach à sa façon. On n'aime ou pas mais on ne peut ignorer les apports révolutionnaires de son analyse et de sa vision musicale. Chose essentielle, l'auditeur continue d'avoir un large choix et peut préférer des interprétations moins "froides" ou moins techniques.

Dans le domaine de l'information géographique ce n'est malheureusement pas le cas. Les utilisateurs se trouvent face à un monopole absolu, lequel décide selon des critères totalement opaques du coût de ses productions, de leur style et de leurs dimensions. C'est le syndrome de l'Opéra Bastille...

Concerto Italien

Est-ce la victoire du spaghetti sur la topologie ?

Au début des années 90 prévalait une vision très mani-chéenne de l'information géographique numérique : elle devait être topologique et relationnelle, hors de cette portée, point de salut. Qui aurait parié à l'époque que des produits comme Mapinfo, Géoconcept ou même Autocad seraient aussi répandus et acceptés dans la famille des SIG ! En prenant le contrepoint d'autres produits plus structurants, les logiciels de "cartographie" ou de DAO se sont taillé une part importante du marché.

En fait, tout comme dans l'œuvre de Bach, il n'y a aucune partition qui ne soit intéressante. Les produits les plus "simples" côtoient des systèmes très sophistiqués, le tout est susceptible de répondre à des utilisations et des situations diverses. Imposer des dogmes (topologie, orienté-objet,...) aux utilisateurs reviendrait à limiter l'écoute de Bach à l'Art de la Fugue au prétexte que cette œuvre représente l'aboutissement absolu de la recherche contrapuntique.

D'ailleurs, en pédagogue averti, Bach distillait lui-même son savoir musical dans des œuvres réputées "plus faciles" pourtant capables de satisfaire bien des musiciens (inventions à 2,3 et 4 voix).

La Passion selon Saint Jack

Jack Dangermond est le fondateur d'ESRI, éditeur en particulier d'ARC-Info. Sa contribution au domaine en fait un personnage incontournable, indépendamment des produits que propose sa société, il a été et reste l'évangéliste des SIG et ses travaux sont des morceaux d'anthologie.

On lira avec intérêt sa vision des SIG, très Nord américaine, dans de nombreux articles, notamment celui publié récemment dans "SIG la lettre" ainsi que d'autres contributions intéressantes par un collège d'autres visionnaires...

Saluons au passage le travail de qualité réalisé par Françoise de Blomac qui nous livre tous les mois une somme remarquable d'informations très utiles.

Ouverture à la Française

Bach lui-même faisait de larges emprunts à la culture musicale italienne ou française. Ses transcriptions de Vivaldi sont connues et ses suites pour orchestre par exemple suivaient le

"goût français" de l'époque, mais il savait l'enrichir et ne se contentait pas de copier.

C'est un peu la même chose qui se produit actuellement pour l'informatique Nord américaine, SIG compris. Celle-ci a largement puisé dans le répertoire européen et français en particulier.

La force des éditeurs outre-atlantique est de savoir composer avec diverses sources et inspirations pour en tirer des œuvres plus abouties (commerciallement du moins).

Les quelques éditeurs français qui veulent résister ont compris qu'il leur fallait absolument passer par l'exportation pour conserver une place sur le marché, sous peine de disparaître dans les limbes de l'histoire informatique.

Rappelons d'ailleurs que si Bach sombra dans l'oubli pendant plus d'un siècle, c'est précisément parce que sa musique n'était pas distribuée à l'étranger, alors que celle d'Haendel voyageait avec lui.

L'offrande commerciale

Alors qu'il y a cinq années les analystes prévoyaient une concentration de l'industrie logicielle, regroupée autour de quelques grands chefs d'orchestre (les Harnoncourt ou les Karajan du SIG), ces deux dernières années ont vu au contraire des dizaines de petites entreprises "start-ups" lancer des produits et attaquer les marchés que l'on croyait bien fermés.

À l'inverse, des éditeurs ambitieux et pressés de se faire une place au premier rang (NMG), ont racheté une multitude de petits labels, voire quelques maisons pourtant réputées solides (Sigéo, Clemessy) dont les titres originaux seront bientôt épuisés (sic!) et sans aucun doute remplacés par de nouveaux enregistrements, plus modernes ou plus conformes à la vision commerciale de l'entreprise.

Caprice pour le départ de son logiciel bien aimé

L'évolution en informatique est inéluctable. Dans le domaine musical aussi : il a bien fallu passer du Vinyle au CD-Rom et personne ne songerait à s'en plaindre en termes de qualité et d'ergonomie.

Pourtant lorsque l'on regarde sa collection de 33 tours amassées au fil du temps, il est bien rare que l'on ne fasse mentalement un bilan pour s'apercevoir qu'il y a là quelques milliers de Francs (ou d'Euros) définitivement perdus...

Avant de mettre toutes ses données dans un SGBDR ou sur un Intranet, avant de changer de système d'exploitation ou de logiciel, il convient également de savoir quels sont les apports objectifs et mesurables de ces nouvelles versions ou nouvelles techniques.

Il est difficile de résister aux sirènes du marché, mais tout comme il convient de ne pas se précipiter sur le premier système d'enregistrement venu (CD-Audio, MiniDisc, DVD audio, MP3...) il ne faut pas servir de cobaye aux éditeurs de logiciels.

En matière de changement technologique, il ne faut pas aller plus vite que la musique...

Magnificat : credo in unum domi. net

Bach était animé d'une foi profonde en Dieu et toute son œuvre en est imprégnée.

Les croyances d'aujourd'hui sont bien plus matérielles, le nouveau Dieu est Internet. Ses apôtres s'appellent les web-masters.

Plongée dans le tourbillon Internet, la géomatique s'adapte, clone les techniques et singe les manies de la World Compagnie.

Il suffit de regarder le "premier portail mondial de la géointelligence" de la société ASTEROP pour s'en persuader : exit les SIG, le bouquet de données géographiques est arrivé et Asterop est son prophète.

Nous rentrons donc dans l'ère du Mac-Géo, des géocibles et de la consommation de masse d'indicateurs géostatistiques.

Autre concept à la mode : le broker d'informations géographiques. Le consortium OpenGIS en fait un élément clé dans son modèle de diffusion de services. L'information géographique en bourse !

Le logiciel "géolibre" dans la lignée de LINUX est aussi à l'ordre du jour sur Internet, en tout cas avec les serveurs de cartes dynamiques. Il est relativement facile de trouver du code ou des programmes permettant de monter des applications de diffusion cartographiques. Ces programmes sont le plus souvent capables de lire des formats standards (DXF, SHP, MIF/MID) et vous offrent à peu de frais des solutions encore capables de rivaliser avec beaucoup de produits "professionnels".

Avec tous ces programmes Java, les servlets et autres java-beans il est bien difficile de savoir qui sera encore là dans deux ans, ou dans deux mois d'ailleurs, une particularité d'Internet est qu'il se situe dans un autre espace temps : l'année y vaut deux mois environ.

La compression de données est aussi d'actualité, avec la prolifération des sons et des images, on assiste à de belles luttes technico juridiques pour la bataille de la standardisation. Le format MP3 semble avoir gagné la partie en musique.

Dans le domaine de l'imagerie géographique, c'est entre MrSID (LizardTech) et ERMMapper que la guerre est ouverte...

Conclusion : Gloria in exaelsis Geo ?

Jean Sébastien Bach n'avait pas à se soucier de bande passante et de hauts débits, il était plus concerné par les registres de l'orgue de Weimar que par ceux de WindowsNT.

Ses partitions étaient recopiées à la main et les erreurs se propageaient d'ailleurs au fil des copies (de la main de ses enfants, de ses élèves...).

Aujourd'hui ses préludes et fugues sont déclinés en dizaines de versions et peuvent être immédiatement diffusés sitôt leur enregistrement.

La technologie nous le permet également : l'information géographique sera demain aussi accessible que le RealAudio. Il suffira de se brancher chez son "courtier" pour recevoir des données et actualiser sa cartothèque virtuelle.

Mais nos problèmes sont aujourd'hui bien plus pragmatiques : nous sommes dans la situation où chacun peut acheter un violon ou un piano (par ailleurs fabriqué le plus souvent à l'étranger), mais le prix des partitions est tel que personne, sauf les conservatoires et quelques orchestres par ailleurs largement subventionnés, ne peut se les payer.

Pendant ce temps, des infrastructures de données mondiales, des géorépertoires (tous anglo-saxons) se mettent en place, des satellites nous observent et nous continuons à débattre dans nos salons du sexe des polygones...

Quelques suggestions de lecture pour finir le millénaire.

Pour compléter ce tour d'horizon moins technique que ludique, on conseillera la lecture du CD-ROM sur la Passion selon Saint Mathieu, réalisé par la société Lorcom Multimédia.

Dans ce magnifique ouvrage, largement plébiscité par la presse et publié en fin d'année 1999 par Harmonia Mundi on trouvera quelques cartes et de belles illustrations d'époque. La présence de cartes ne surprendra personne, car le responsable de ce travail est Roland Feuillas, un ancien acteur du monde géomatique (Eurecart, Sigap) qui fait la preuve que l'information géographique mène à tout à condition de savoir en sortir (et d'avoir du talent bien sûr). Pour ceux que Bach ennuie, il faut mentionner un autre coffret avec CD-Rom réalisé par Lorcom paru en 1998 sur "Cosi Fan Tutte" de Mozart, toujours chez Harmonia Mundi.

Et pour revenir, avant Bach, à Gutenberg, il faut absolument lire Umberto Eco dans son "Comment voyager avec un saumon" et particulièrement le chapitre "de la difficulté de dresser la carte de l'empire au 1:1".

Les cartographes apprécieront comment les différentes formes de cartes (suspendue, perméable, permanente ou pas...) mènent toutes au paradoxe final : quand la carte au 1:1 est terminée, le territoire disparaît.

La démonstration est tellement limpide qu'on se demande comment on peut encore vouloir réaliser ne serait-ce qu'une carte de l'empire au 1 : 25000°, mais ceci est une autre histoire...

mbernard@cogitis.tm.fr

- À paraître fin avril -

MAÎTRISER LA TOPOGRAPHIE

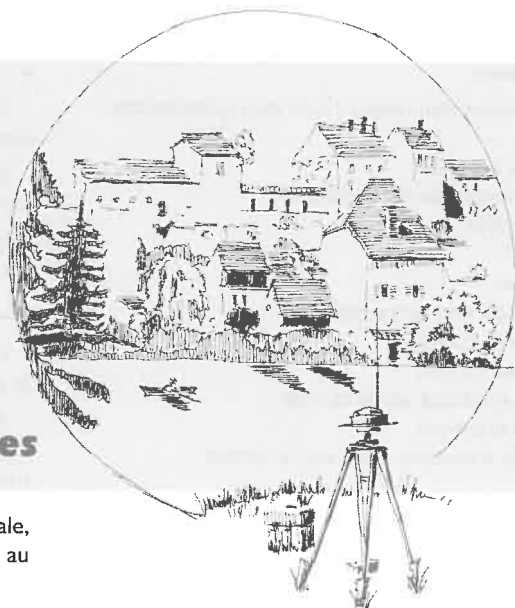
Ce livre qui va paraître aux Éditions Eyrolles est le fruit de l'expérience pédagogique et professionnelle de Michel Brabant. Ce savoir acquis en enseignant la topographie à des élèves très différents par l'âge, le niveau et le type d'activité, est ici utilisé de façon didactique par de nombreux exemples sur la saisie des données et les traitements numériques et graphiques. Il permet d'acquérir et d'approfondir les connaissances nécessaires de l'opérateur à l'ingénieur.

- Observations et mesures développant les connaissances de bases, les mesures des angles et des distances, le nivellement;
- Levés et implantations, traitant le canevas d'ensemble, le canevas polygonal, le levé des détails, les implantations, ainsi que les travaux topographiques spécifiques;
- Calculs et dessins topographiques, tant manuels qu'automatiques, programmés et DAO.

624 pages - Format 17 x 24 - 250 F - Éditions Eyrolles

le choix d'un GPS

Par une analyse multi-critères



Jean
Clerget
G. Expert
DPLG

Le choix d'un GPS tout comme celui d'une station totale, d'une voiture ou de tout équipement, peut toujours se faire au mieux sans trop se soucier de la qualité de la décision.

Que décider et surtout, comment décider et éviter que le choix résulte au principal de l'habileté d'un commercial, des conseils éclairés d'un confrère qui n'a pas le même usage du matériel, de l'humeur du moment, de fausses facilités d'achat, etc.

Confrontés récemment à ce problème, nous allons nous efforcer de donner une méthode largement reproduite dans les nombreux ouvrages d'organisation, avec laquelle nous avons tenté de résoudre ce problème.

Recommandation

Nous citerons les principaux constructeurs qui ont bien voulu répondre à notre enquête préalable et définirons des critères d'appréciation qui sont donnés à titre indicatif et que chaque utilisateur pourra apprécier et noter selon ses propres besoins.

Notre but est d'exposer une méthode afin que chacun puisse faire un choix, fonction de ses besoins propres et non pas de porter un jugement sur les constructeurs, aussi avons nous pris soin, en ce cas d'école, d'aboutir à des résultats identiques pour chaque marque (300 points) le principal étant d'expliquer le processus.

CHOISIR : Peut être une décision simple et immédiate lorsque l'on considère un seul critère, le prix, le délai de livraison, la précision, etc.

Cela se complique lorsque le choix dépend de plusieurs critères, prix, délai, précision par exemple.

La solution devient inextricable si le nombre de critères est très élevé et encore plus inextricable si ces derniers sont divergents. Exemple : l'appareil de meilleur prix n'a pas la meilleure précision et le meilleur délai. Ceci se complique encore si le choix est le fait de toute une équipe.

Parmi bien d'autres, voici une méthode d'analyse qui repose :

1 – Sur le classement

Il peut s'effectuer sur deux modes bien distincts.

a) Le classement Ordinal

Il résulte d'un jugement relatif. L'appareil C est plus performant que B et B l'est plus que A.

b) Le classement Cardinal

C'est un jugement absolu. L'appareil A vaut 320 000,00 F, l'appareil C vaut 260 000,00 F et le B vaut 270 000,00 F.

2 – Sur la pondération

Lorsque l'évaluation des options possibles porte sur plusieurs critères, il est nécessaire d'affecter à chacun un poids relatif. Plus généralement on fait le choix d'un coefficient.

Par exemple :

La qualité, la portée et la facilité de réception de la radio semblent essentielles ici, aussi peut-on lui attribuer un coefficient de 5/5.

On peut estimer, par exemple, que le « look » n'est pas prépondérant et estimer ce coefficient à 1/5.

3 – Analyse multi-critères

Lorsque plusieurs critères d'appréciation interviennent dans le choix, ce qui est le cas ici, on agit de la manière suivante :

- 1 – On affecte une note à chaque critère de chaque option
- 2 – On affecte un coefficient de pondération à chaque critère en fonction du poids qu'on désire lui accorder
- 3 – On calcule la note moyenne pondérée.

Déroulement des opérations de consultation.

Les constructeurs DSNP, LEICA, TRIMBLE, SPECTRA-PRECISION et ZEISS ont été consultés (seule la marque ZEISS n'a pas répondu) selon la demande de renseignement suivante :

« Veuillez nous faire connaître vos meilleurs prix et délai de livraison en vue de l'acquisition d'un GPS bi-fréquence, temps réel avec les options suivantes :

- une bonne puissance radio avec possibilité de changement de canaux;
- possibilité de travailler dans un système indépendant;
- possibilité de calculer une transformation locale directement sur le contrôleur;
- logiciel permettant par plusieurs méthodes une implantation centimétrique (notamment en planimétrie);
- logiciel sur PC permettant des calculs des transformations et notamment des similitudes à 7 paramètres;
- éditeur graphique permettant un certain nombre de dessins;
- résultats pouvant être exportés en un ou plusieurs formats choisis par l'utilisateur.

a – Choix des critères

Nous sommes convenus d'en retenir 17, ce qui a priori semble amplement suffisant.

11 relatifs à l'appareil lui-même

- 1 Look (Aspect, nombre de composants...)
- 2 Poids du GPS mobile
- 3 Câble externe
- 4 Poids de la canne
- 5 Utilisation facile ou non du contrôleur
- 6 La fonction interne COGO
- 7 Implantation aisée ou non
- 8 Représentation graphique sur le terrain
- 9 Radio (portée, réception)
- 10 Changement de fréquence radio sur le terrain
- 11 Utilisation

4 relatifs au logiciel et son emploi

- 12 facilité de calcul au bureau
- 13 facilité de calcul des transformations sur le terrain
- 14 facilité ou non d'exporter et de configurer
- 15 convivialité du logiciel

3 relatifs aux prix, maintenance et S.A.V.

- 16 Service après vente (S.A.V.)
- 17 Prix
- 18 Maintenance du logiciel

b – Classement ordinal

Pour chaque critère retenu, on va s'efforcer de savoir si tel appareil est meilleur que tel autre.

Exemple : TRIMBLE est plus léger que LEICA qui est moins lourd que DSNP.

Ce classement va nous aider, une fois tous les décideurs en accord, à noter chacun de ces appareils pour chaque critère.

c – Classement cardinal

Cela consiste à donner une note à chacun des appareils dans le critère retenu.

Ainsi au critère poids on peut affiner les considérations précédentes et affecter au classement 1, 2, 3, 4 respectivement les notes 10, 10, 7 et 3.

d – Coefficient de pondération apporté à chaque critère

C'est le point essentiel, car le choix dépendra au principal du poids du coefficient; aussi est-il important de déterminer des coefficients représentatifs de l'importance du critère.

On ne saurait trop recommander en la matière de ne pas négliger le critère S.A.V. et maintenance que l'on peut déterminer après enquête chez les utilisateurs. De tout ce qui est dit précédemment, on va à présent dresser un tableau comparatif.

CONSTRUCTEURS		TRIMBLE	LEICA	DSNP	SPECTRA PRECISION
CRITÈRES	Coef.	Note =	Note =	Note =	Note =
Look	1	10	7	6	5
Poids du GPS mobile	2	10	10	3	7
Câbles externes	2	9	10	10	8
Poids de la canne	2	9	10	9	9
Utilisation du contrôleur	2	9	9	7	7
Les fonctions COGO	2	9	9	7	7
Implantation	3	5	8	5	9
Représentation graphique sur le terrain	3	7	0	0	7
Radio	3	5	7	10	5
Changement de fréquence sur le terrain	2	4	8	10	9
Initialisation	1	3	10	5	5
Facilité de calcul	2	7	6	6	7
Facilité de calcul transformations s/terrain	2	8	8	9	9
Facilité d'exporter et de configurer	2	10	8	9	7
Convivialité du logiciel	1	10	8	9	9
SAV	3	6	6	8	8
Prix	6	9	7	7	7
Maintenance du logiciel	2	2	6	10	5
TOTAL		300	300	300	300

ANALYSE MULTI-CRITERES

TABLEAU COMPARATIF

Matériel d'observation

1 - LOOK

Marque	Classement	Remarque	Note	Coef.
TRIMBLE	1		10	1
LEICA	2		7	
DASSAULT	3		6	
SPECTRA PRECISION	4		5	

2 - POIDS du GPS mobile

Marque	Classement	Remarque	Note	Coef.
TRIMBLE	1		10	2
LEICA	2		10	
SPECTRA PRECISION	3		7	
DASSAULT	4	Plus lourd	3	

3 - CABLES EXTERNES

Marque	Classement	Remarque	Note	Coef.
DASSAULT	1	Trois câbles	10	2
LEICA	1	Trois câbles	10	
TRIMBLE	1	Trois câbles	9	
SPECTRA PRECISION	2	Quatre câbles	8	

4 - POIDS DE LA CANNE

Marque	Classement	Remarque	Note	Coef.
LEICA	1		10	2
TRIMBLE	2		9	
DASSAULT	1		10	
SPECTRA PRECISION	3		8	

5 - UTILISATION DU CONTROLEUR

Marque	Classement	Remarque	Note	Coef.
SPECTRA PRECISION	2	Tablette facile à utiliser	9	2
TRIMBLE	2		9	
DASSAULT	2		9	
LEICA	1		10	

6 - LES FONCTIONS GOGO

Marque	Classement	Remarque	Note	Coef.
LEICA	1	Existe	9	2
TRIMBLE	1	Existe	9	
SPECTRA PRECISION	2	Existe mais reste à les exploiter	7	
DASSAULT	2		7	

7 - IMPLANTATION

Marque	Classement	Remarque	Note	Coef.
LEICA	2	Plus de fonctions d'implantations	8	3
DASSAULT	3		5	
TRIMBLE	3		5	
SPECTRA PRECISION	1		9	

8 – REPRESENTATION GRAPHIQUE SUR LE TERRAIN

Marque	Classement	Remarque	Note	Coef.
SPECTRA PRECISION	1	Meilleure représentation graphique	7	3
TRIMBLE	2	Représentation point + ligne	7	
LEICA	3	On ne peut représenter que les points	0	
DASSAULT	4	N'existe pas	0	

9 – RADIO

Marque	Classement	Remarque	Note	Coef.
DASSAULT	1	Ne nécessite pas d'amplificateur	10	3
LEICA	2	Amplificateur	7	
TRIMBLE	2	Amplificateur	5	
SPECTRA PRECISION	4	Radio et/ou Amplificateur	5	

10 – CHANGEMENT DE FREQUENCE SUR LE TERRAIN

Marque	Classement	Remarque	Note	Coef.
DASSAULT	1	Le PC est nécessaire pour ce changement	10	2
LEICA	1		8	
SPECTRA PRECISION	1		9	
TRIMBLE	2		4	

11 – INITIALISATION

Marque	Classement	Remarque	Note	Coef.
LEICA	1	L'initialisation est effectuée en permanence toutes les 15 secondes – bonne vérification	10	1
SPECTRA PRECISION	2	La durée pour l'initialisation se fait en fonction de l'EMQ fixé par l'utilisateur	5	
DASSAULT	3		5	
TRIMBLE	3		3	

LE LOGICIEL ET SON EMPLOI

12 – FACILITE DE CALCUL AU BUREAU

Marque	Classement	Remarque	Note	Coef.
SPECTRA PRECISION	1	Non existence de la sélection graphique	7	2
DASSAULT	2		6	
TRIMBLE	2		7	
LEICA	3		6	

13 – FACILITE DE CALCUL DES TRANSFORMATIONS SUR LE TERRAIN

Marque	Classement	Remarque	Note	Coef.
SPECTRA PRECISION	1	Meilleur logiciel sur le terrain	9	2
TRIMBLE	2		8	
DASSAULT	2		9	
LEICA	3		8	

14 – FACILITE D'EXPORTER ET DE CONFIGURER

Marque	Classement	Remarque	Note	Coef.
TRIMBLE	1	Non existence de la sélection graphique	10	2
SPECTRA PRECISION	2		7	
DASSAULT	2		9	
LEICA	3		8	

15 – CONVIVIALITE DU LOGICIEL

Marque	Classement	Remarque	Note	Coef.
TRIMBLE	1		10	1
SPECTRA PRECISION	2		9	
DASSAULT	2		9	
LEICA	3		8	

PRIX, MAINTENANCE et S.A.V.

16 – S.A.V. et MAINTENANCE, RAPIDITE DES REPARATIONS

Marque	Classement	Remarque	Note	Coef.
DASSAULT	1	Promesse	9	3
SPECTRA PRECISION	2		8	
TRIMBLE	3		6	
LEICA	4		6	

17 – PRIX

Marque	Classement	Remarque	Note	Coef.
SPECTRA PRECISION	2	Non existence de la sélection graphique	7	6
TRIMBLE	1		9	
DASSAULT	2		7	
LEICA	2		7	

18 – MAINTENANCE LOGICIEL – ECOUTE CLIENT

Marque	Classement	Remarque	Note	Coef.
DASSAULT	1		10	2
SPECTRA PRECISION	2		5	
LEICA	2		6	
TRIMBLE	3		2	

Analyse multi-critères

C'est la dernière phase de notre investigation où l'on va calculer la note moyenne pondérée.

Dans ce cas d'école, nous n'avons voulu, bien entendu, n'avantager ni ne dénigrer aucun constructeur aussi arrivons-nous à la même note : 300.

Conclusion

En réalité, notre choix s'est porté sur deux marques différentes pour des raisons de complémentarité. Pour l'une, le critère portée des radios et robustesse générale l'a emporté, pour l'autre, la légèreté, les facilités d'exploitation et la quasi

obligation de passer par celle-ci pour avoir une reprise acceptable d'un matériel ancien de la même marque.

Dans les faits et à l'usage, la partie la plus importante s'avère être la fiabilité du service après-vente et la rapidité de dépannage et assistance.

En effet, peu ou prou, les précisions sont similaires et les prix après discussion, semblables; les autres critères ont un poids variable selon l'usage qui sera fait de l'appareil; aussi, les problèmes de maintenance prennent-ils dans ce cas une importance extrême, car il ne sert à rien d'élaborer de savants calculs et d'engager de longues discussions si c'est pour aboutir à l'acquisition d'un instrument dont on ne pourra pas disposer durant des semaines, voire des mois, par la faute d'un service de maintenance défaillant qui obère durablement le renom de constructeurs parfois réputés.

transformation des réceptions gps en coordonnées cartographiques

H. M. Dufour
Ingénieur Général Géographe
(C. R.)

GPS et coordonnées en projection

Le report des coordonnées géographiques (λ , ϕ) en système sexagésimal sur un fond de carte topographique pose actuellement (et pour quelques années encore) un problème à l'utilisateur qui n'est pas muni d'un appareillage particulier, par exemple le randonneur qui ne peut transporter qu'un poids restreint.

À terme, bien entendu, le problème se résoudra très probablement par l'apparition sur ces cartes d'un carroyage rectangulaire de définition mondiale – très vraisemblablement celui de l'UTM (Mercator Transverse Universel), calculé sur l'ellipsoïde WGS84 – et si les constructeurs de GPS fournissent à la fois les positions géographiques (λ , ϕ), et les coordonnées UTM (E, N), le problème se trouvera bien résolu.

Dans l'immédiat, il semble que les programmes que l'on va donner ci-dessous peuvent être de quelque utilité, non seulement pour les randonneurs mais aussi pour tout utilisateur des deux systèmes projectifs utilisés en France, Lambert et UTM.

Ces programmes sont rédigés sur une calculatrice (HP 32 SI) – de faible encombrement (130 g), particulièrement précise (12 chiffres significatifs), rapide, et commode à programmer –. Elle est pauvre en mémoire, et d'autres calculatrices du même type (ne travaillant qu'à 10 chiffres) peuvent lui être préférées.

HP 32 SI permet de définir 26 constantes (A, B, C, ..., Z) et 26 programmes (A, B, C, ..., Z).

Nous allons donner le détail des programmes, pour un point M donné, (coordonnées géographiques (J, L) en degrés centésimaux) sur l'ellipsoïde WGS84.

Puis nous indiquerons toutes les applications qui peuvent être données à ces programmes.

Programme détaillé

(. indique 10^{-6})

Constantes

(WGS84) (A, B, C, ..., Z) : Gauss Krüger (OPRSTU) : Lambert

A	Grand axe	6 378 137,000 m
B	D2	-16 038,509 m
C	D4	16,833 m
D	Degré moyen méridien	111 132,95255 m
E	Excentricité	81 819,190843
F	Longitude origine	3°, 000
J	Longitude	9°, 000
K	Échelle à l'origine	999 600,000
M	Constante Easting	500 000,000 m

N	Constante Northing	0,000 m
O	Latitude origine	36°, 000
P	Longitude origine	3°, 000
R	Rayon Lambert origine	8 785 406,50325 m
S	Cte X	500 000,000 m
T	Cte Y	0,000 m
U	Excentricité	(ici u = E)

Programmes

- A** Programme de « confort » : transforme (λ , ϕ) sexagésimaux en (J, L) centésimaux et renvoie successivement à L ou G (Lambert ou Gauss Krüger) puis à G ou L (par commande R/S).
- C** Latitude croissante
Remplace L en registre x par ϕ définie par :
 $\phi = \text{ASINH}(\text{TAN}(L)) - U \text{ ATANH}(U \cdot \text{SIN}(L))$
(U = excentricité)
- E** Longueur de l'arc de méridien depuis l'équateur (MR)
Place en registre x l'arc de méridien défini par E (excentricité) et A (demi grand axe) :
 $\text{MR} = D * L + D2 \cdot \text{SIN}(2L) + D4 \cdot \text{SIN}(4L)$
 $D2 = -A (3E^2/8 + 3E^4/32 + 45E^6/1024)$
 $D4 = A (15E^4/256 + 45E^6/1024)$
 $D = (\text{Quart de méridien})/90$
- G** Programme Gauss Krüger
Easting en registres x et X
Northing en registres y et Y
- L** Programme Lambert
X en registres x et X
Y en registres y et Y

A – Programme de Confort :

λ en y , ϕ en x (CK = OB 5E – 15 octets)

A01	LBLA	43,1200
A02	→ HR	43,200
	STO L	
A04	$x \leftrightarrow y$ → HR	9,0000
A06	STO J	
A07	XEQ L (ou G)	991 137,4964
A08	STOP ($x \leftrightarrow y$) (R/S)	816351,4453
A10	XEQ G (ou L) ($x \leftrightarrow y$)	987 517,1712 4800531,9311
A12	RTN	

C – Latitude croissante

(CK = 05 B3 – 16,5 octets)

C01	LBL C	36,000
C02	ENTER	
	TAN	726 542.52801
C04	ASINH	674 275.47763
	$x \leftrightarrow y$	36,000
C06	SIN	587 785.25229
C07	RCL * U	48 092.11373
C08	ATANH	48 129.24190
	RCL * U	3 937.89563
C10	-	670 337.58200
C11	RTN	
	(Signature) CK	C5B3

E – Longueur de l'arc d'ellipse méridienne

(CK = 16 F1 – 24,0 octets)

E01	LBL E	
E02	RCL L	43,200
	4	4
E04	*	172,800
	SIN	125 333.23356
E06	RCL * C	2,10968
	RCL L	43,200
E08	2	2
E09	*	86,400
E10	SIN	998 026.72843
	RCL * B	-16 006,8604
E12	+	-16 004,7507
	RCL L	43,200
E14	RCL * D	4800 943,5501
	+	4784 938,7994
E16	RTN	

G – Projection de GAUSS-KRUGER (→ UTM)

G01	LBL G	
G02	RCL L	43,200
	TAN	939 062.50582
G04	RCL J	9,000
	RCL-F	6,000
G06	STO Y	
	COS	994 521.89537
G08	÷	944 235.12463
	ATAN	43,357 083 3432
G10	RCL-L	157 083.3432
	→ RAD	2 741.621540
G12	$x \leftrightarrow Y$	6,000
	SIN	104 528.46327
G14	RCL L	43,200
	COS	728 968.62742
G16	STO X	
	*	76 197.97039
G18	ATANH	76 345.95807
	$x \leftrightarrow X$	728 968.62742
G20	RCL * X	55 653.80826
	RCL E	81 819.19084
G22	ASIN	4,693 140.562
	TAN	82 094.43795
G24	*	4 568.86811
	x^2	20.87456
G26	6	6
G27	÷	3.47909
G28	RCL * X	.26561
	STO + X	

G30	LAST X	3.47909
	3	3,000
G32	*	10.43728
	RCL * Y	.02862
G34	STO + Y	
	RCL L	43,200
G36	SIN	684 547.10593
	RCL * E	56 009.09030
G38	ATANH	56 067.76796
	COSH	1,001 572.20910
G40	RCL * A	6 388 164,7650
	STO * X	
G42	STO * Y	
	XEQ E	4784 938,7994
G44	RCL + Y	4802 452,9123
	RCL * K	4800 531,9311
G46	RCL + N	
	STO Y	
G48	RCL X	4877 12,2561
	RCL * K	4875 17,1712
G50	RCL + M	987 517,1712
	STO X	
G52	RTN	CK F5B8

L – Projection LAMBERT

(CK = 2B 09 → 36 octets)

L01	LBL L	
L02	RCL J	9,000
	RCL-P	6,000
L04	RCL O	36,000
	SIN	587 785.25229
L06	STO X	
	*	3,526711.51375
L08	RCL O	36,000
	XEQ C	670 337.58200
L10	RCL L	43,200
	XEQ C	833 033,91139
L12	-	-162 696.32939
L13	RCL * X	
L14	EXP	908 799.75280
	RCL * R	7984 175,2584
L16	$\theta r \rightarrow yx$	7969 055,0580
	±	
L18	RCL + R	816351,4453
	RCL + T	
L20	STO Y	
	$x \leftrightarrow y$	491 137,4964
L22	RCL + S	991 137,4964
	STO X	
L24	RTN	

Utilisations possibles**A – Indépendamment du système GPS...**

...ces programmes peuvent permettre à l'utilisateur de calculer, dans un réseau régional, des coordonnées Gauss-Kruger ou UTM (précision centimétrique) ou des coordonnées LAMBERT (précision millimétrique). Il faut alors introduire des caractéristiques précises de l'ellipsoïde et de la projection.

• Gauss-Krüger (exemples)

AUSTRALIE New South Wales (IAU65)

A = 6 378 160 m E = 81 820.18000 B = -16 038,9550 m

C = 16,833⁵ m D = 111 133,348785 m F = 147° K = 0,99994M = 300000^m N = 500000^m

RFA (BESSEL 1841)

A = 6377397,155 m E = 81696,83122 B = -15988,6385 m
C = 16,7300 m D = 111120,619605 m F = 12°
K = 1,000 M = 500000 N = 0

GRANDE BRETAGNE (AIRY)

A = 6377563,396 m E = 816673,37388 B = -15979,8595 m
C = 16,7111 m D = 111123,623119 m F = -2°
K = 0,9996012717 M = 400000 m N = -5427063,815 m

USA-HAWAII (SPCS 27) (Clarke 66)

A = 6378206^m, 400 E = 82271,854225 B = -16216,9442 m
C = 17,2094 m D = 111132,089367 m F = -155°, 500
K = 0,9999667 M = 152400,305 m N = -2083025,310 m

• Projection UTM

FRANCE Europe 50 (INTER 1924)

A = 6378388^m E = 81991,88998 B = -16107,03472 m
C = 16,9762 D = 111136,536656 m F = 3° K = 0,9996
M = 500000 N = 0

ITALIE même ellipsoïde mais avec

M = 1500000 (fuseau 31) et M = 5250000 (fuseau 32)

• Projection Lambert

Il faut connaître : U = excentricité, P = origine des longitudes, O = origine des latitudes, S = Cte X, T = Cte Y, R = rayon Lambert à l'origine = KA cotg (o) : $\sqrt{1-U^2}\sin^2(o)$

(A = demi grand axe, K = coefficient d'échelle à l'origine)

FRANCE NT (Clarke 1880 F) U = 82483,25676

P = 0 (longitudes rapportées à Paris)

Lambert I : O = 49°, 800 R = 5999695,768 m
S = 600000 T = 1200000

Lambert II : O = 46°, 500 R = 6062852,104 m
S = 600000 T = 2200000

Lambert III : O = 44°, 100 R = 6591905,085 m
S = 600000 T = 3200000

Lambert IV : O = 42°, 165 R = 7053300,173 m
S = 234,358 T = 185691,369

B – Utilisation des coordonnées GPS données par un récepteur

– Le programme (G), avec les constantes données dans l'exemple numérique, permet de calculer les coordonnées

dans un maillage UTM normalisé correspondant au système WGS84 (précision centimétrique).

– Page 8

Pour un réseau régional, il faut appliquer :

- soit l'ellipsoïde WGS84 et les constantes de la projection régionale;
- soit l'ellipsoïde régional et les mêmes constantes de projection.

Dans les deux cas le résultat correspond aux coordonnées cartographiques désirées à une translation très, lentement variable dans une vaste zone ($\pm 10^m$ sur la France entière) : la valeur moyenne de cette translation peut être incluse dans les constantes à l'origine (M, N, S, T). Elle peut être établie par un étalonnage ou fournie par les organismes géographiques nationaux.

– Exemples Gauss-Krüger :

Les valeurs corrigées de (M, N) ne sont pas connues.

– Exemple UTM France :

On peut utiliser la méthode a) avec M = 500095^m; N = 204^m

– Exemple Lambert France :

On peut utiliser la méthode b), c'est à dire les valeurs qui ont été fournies pour les projections Lambert France, mais il faudra prendre : P = 2°, 20'14''025 = 2°, 33722916667 (Longitude de Paris) et les valeurs suivantes de S et T.

LI S = 600053^m T = 1200008^m

LII S = 600053^m T = 2200006^m

LIII S = 600053^m T = 3200001^m

LIV S = 291^m T = 185858^m

En fait on pourrait espérer que la méthode a) puisse être appliquée de façon très générale, c'est à dire :

– Que les constructeurs de GPS puissent fournir, à la demande (et selon un codage à définir), les coordonnées (λ , ϕ) transformées dans une projection arbitraire demandée par l'utilisateur et calculée sur WGS84;

– Que les organismes géographiques fournissent le calage (M, N, S, T) des géodésies régionales dans le système WGS84.

Note bibliographique : Divers exemples cités sont issus de l'ouvrage récemment publié :

Marteen HOOIJBERG (1997)

Practical Geodesy using computers – SPRINGER.

BULLETIN D'ADHÉSION

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

Mr ☐ Mme ☐ Mlle ☐ ou raison sociale ☐

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal : _____ Ville : _____

Profession : _____ Secteur d'activité : _____

TARIFS ANNUELS

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

• Ingénieur, Géomètre-Expert, Indépendant, Cadre, Personne morale : **435 Frs**

• Technicien, Agent de maîtrise, Retraité cadre et ingénieur, Enseignant : **275 Frs**

• Etudiant, Stagiaire, SN, Retraité technicien et agent de maîtrise : **190 Frs**

BUG ? vous voulez dire BOGUE

Claude Million

Le mot bug tend à devenir une obsession en ce siècle finissant, certains peuvent se poser la question de son origine et de son sens véritable.

Mais voilà, il existe des légendes qui ont la vie dure, tel est le cas de l'origine du mot bug, que les auteurs Français raisonnables ont transformé en bogue.

Rappelons qu'un bug est, pour les Américains, une erreur informatique dans un programme. Mot judicieusement transformé en bogue, dont la variété féminine est une enveloppe piquante d'un fruit tel qu'un marron ou une châtaigne. Le bogue informatique a judicieusement adopté, dans les dictionnaires récents, le genre masculin pour faire la différence entre les deux mots et les deux sens.

Le problème est que la filiation du mot Américain, donnée uniquement par les Français, résulte d'une légende inventée de toutes pièces, et propagée à l'envie par des intervenants paraissant, ou voulant paraître, bien informés.

La légende

Le mot "bug" serait né des déboires des premiers informaticiens utilisant les premiers ordinateurs à lampes, c'est-à-dire avant l'invention du transistor. Des insectes (bugs) attirés par la chaleur ou la luminosité des lampes s'inséraient dans les câblages compliqués et créaient des courts-circuits. L'utilisation du mot "bug" pour tout problème informatique proviendrait d'une extension du mot désignant une panne matérielle à une panne logicielle, voire à toute autre panne de nature informatique.

La preuve

La preuve absolue est tout simplement irréfutable : Le mot bug était utilisé, bien avant l'apparition de l'informatique courante, pour désigner une difficulté, et bien d'autres choses défavorables ou péjoratives, qui n'avaient rien à voir avec l'informatique. Le problème vient de ce que c'est un mot d'argot et qu'on ne le trouve pas dans tous les dictionnaires. Dans le "Grand Dictionnaire des Américanismes" aux Éditions du Dauphin, édité en 1956, avant qu'on importe les premiers ordinateurs en France (1957), on n'en trouve pas moins de cinq définitions dont quatre sont argotiques, par exemple : "Arrêt soudain d'un mécanisme dont la cause ne peut pas être découverte à première vue", "difficulté" comme dans une expression populaire française telle qu'"il y a un os", ou "c'est le hic", autre exemple donné en Américain "I see a bug in the deal", je vois une difficulté dans l'affaire. Et cela en 1956 ! Avec le retard d'impression on peut estimer que cela a été écrit en 1954, l'informatique n'était alors pas courante, même aux États-Unis !

Ajoutons que "bug" désigne tout aussi bien : un fou, une folie, un maniaque, une lubie, une idée fixe, une idée bizarre, un bacille, un microbe, un micro miniaturisé...

Autres exemples

Le mot "bug" est un mot d'argot Américain passe partout désignant, depuis des lustres, une difficulté ; "bugger" et non "bugged" signifie, en argot, "bousillé" et "bugger up", "tout bousillé", et surtout ne pas traiter quelqu'un de "Bugger" terme très indécent en Angleterre, on l'a vu, récemment, afficher à la télévision pour qualifier les Français ! C'est sans doute l'origine argotique qui pose un problème aux puristes que nous sommes.

Bien que le ministre de l'Éducation Nationale considère que l'Américain ne soit pas une langue étrangère, les exemples de "cuirs" de traduction assez semblables sont innombrables, ce qui semblerait prouver le contraire, du moins pour l'instant.

Un exemple professionnel, qui continue à faire des ravages, concerne la photogrammétrie : Il s'agit de la traduction de l'Américain "Control Points", en Français cela signifie "points d'appui", la traduction en Français est, bien entendu, points de contrôle. Mais, points de contrôle se traduit en Américain par "Check Points". Une Ingénieur Géographe courageuse, bien appuyée, avait décidé qu'il n'y aurait plus, en Français, de points de contrôle, mais des points de vérification, des "cuirs" récents ont montré que cela ne s'était pas, hélas, beaucoup répandu.

Un autre exemple dans un ouvrage, par ailleurs assez bien traduit en Français, "Le langage C ++" de Bjarne Stroustrup, son inventeur ; au Chapitre II une phrase est mise en exergue : "Il n'existe pas de boulet d'argent. F. Brooks". Pour la Conception et le Développement de programmes en C ++ ce boulet n'apporte pas de conseil bien précis, sauf si :

1° Vous retraduisez en Anglais, ce qui donne "There is no silver bullet".

2° Traduit en Français, cela donne "Il n'y a pas de panacée", ou "Il n'y a pas de voie royale".

C'était du Français !

Il ne faudrait pas croire que cela soit exceptionnel, au contraire, nous faisons de tels contresens tous les jours, avec des termes comme "l'Administration Américaine" alors qu'il s'agit de son gouvernement, ce n'est pas la même chose, tout le monde le sait, et tout le monde fait la même erreur, sachant que chacun fera la différence et rectifiera de lui-même, c'est une situation anormale.

Les faux amis de ce genre sont légion, ils sont la source de contresens nombreux, l'ennui c'est qu'ils sont en général bien

connus, et que cela ne change en rien l'attitude de ceux qui les emploient.

On aurait pu commettre la même bétise avec la traduction de TIN, on ne savait pas que ce sigle signifiait "Triangulated Irregular Network", c'est-à-dire triangulation de Delaunay, pourtant Delaunay était Anglais ! Heureusement, on avait laissé TIN pour les connaisseurs, et tant pis pour les autres qui ne savaient pas que cela consiste à modéliser la surface topographique par des petits triangles nécessairement irréguliers reliant les points de niveau dont la cote est connue...

Dans bien des cas nos Immortels se sont saisis du problème, avec bonheur en général, mais certaines fois on est étonné du résultat, car un mot plus près du Français aurait tout aussi bien fait l'affaire :

Le cas de scanneur pour "scanner" est intéressant. L'origine est encore argotique car "to scan" signifie parcourir un texte rapidement, et un "scanner" c'est quelqu'un qui "lit en diagonale" dans notre propre argot. Pourtant l'origine du mot est

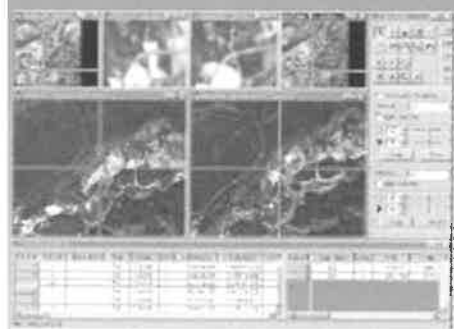
scandinave, la même que celle du verbe français scander ou du mot scansion, qui indiquaient la décomposition d'un texte en lignes détachées, voire en vers : Scandeur eût été parfait, n'existant pas en Français, il n'y avait pas le moindre risque de confusion.

Il aurait eu le mérite de souligner les origines semblables de certains mots anglais et français et de remonter à leur source commune, hélas, nous sommes loin de ces détails.

Conclusion

Pour autant qu'on puisse conclure, on peut dire que si nous sommes loin du compte d'un parfait bilinguisme, les médecins de Molière écorchant le latin au moins étaient comiques, mais qu'il est bien triste de voir maltraiter notre langue, tout simplement parce que certains ne connaissent correctement ni l'Anglais ni le Français, on pense, notamment, à tous les "digitaliseurs" de France et de Navarre.

SIG et traitement d'image Rejoignez le numéro 1



Document Ville de Saint Brieuc

- Systèmes d'Information Géographique adaptés à toutes tailles de Collectivités Locales,
- Gestion du parcellaire,
- Géoréférencement de planches cadastrales,
- Visualisation et analyse de données 3D,
- Diffusion cartographique dynamique sur internet,
- Suivi de mobiles par GPS,
- Nouvelles solutions de photogrammétrie,
- Orthorectification,
- Stéréorestitution,
- Génération de MNT ...



21, rue des Capucins - 92190 MEUDON
Tél.: 01 46 23 60 60 - Fax : 01 45 07 05 60
www.esrifrance.fr

union



Claude Allègre, ministre de l'Éducation nationale, de la recherche et de la technologie, a signé le 22 novembre 1999 un décret prononçant le rattachement de l'ESTP (École Spéciale des Travaux Publics, du Bâtiment et de l'Industrie) à l'ENSAM (École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers), l'ESTP conservant son autonomie juridique, pédagogique et financière.

Ce rattachement, le premier à lier un établissement privé à un établissement public, a été décidé dans un but de synergie et de complémentarité.

Toutes deux de notoriété au moins centenaire, les deux écoles possèdent une culture et une vocation à la fois proches et complémentaires. L'ENSAM, établissement public fondé en 1780, est le principal fournisseur d'ingénieurs dans le domaine du génie mécanique et du génie industriel tandis que l'ESTP, école privée créée en 1891, représente environ 40 % des flux annuels de sortie d'ingénieurs dans le domaine du bâtiment et des travaux publics.

À elles deux, l'ESTP et l'ENSAM totalisent 5 000 ingénieurs en formation et 1 500 diplômés par an dans les divers secteurs de l'industrie et du génie civil. En se rapprochant, elles constitueront le plus important pôle d'enseignement supérieur français des sciences de l'ingénieur et acquerront ainsi une visibilité internationale leur permettant de faire face à la concurrence des universités étrangères.

Dès la rentrée 2000, l'ENSAM et l'ESTP mettront en œuvre le programme-action défini par la convention de coopération conclue entre les deux établissements.

Un rapprochement essentiel puisque les grandes écoles doivent en s'associant créer des masses critiques. Synergie et complémentarité devraient offrir un choix de formation plus important et permettre de mener des actions conjointes de recherche et contribuer à l'évolution du développement de la politique commune à l'international.

La convention signée stipule en effet :

Pédagogie

- Accès réciproque, en 3^e année, des élèves ingénieurs ENSAM et ESTP à leurs formations respectives.
- Possibilité pour les élèves de l'ESTP de préparer un DEA à l'ENSAM en lieu et place de leur 3^e année à l'ESTP.
- Projets mixtes de "fin d'études" associant les élèves des deux écoles.
- Création de masters spécialisés communs (par exemple dans le domaine de l'offshore, en liaison avec l'École Navale).

International

- Politique commune d'éducation internationale valorisant les conventions avec les universités partenaires des deux établissements.
- Participation à de nouvelles actions dont celles organisées par l'agence Edufrance.
- Accueil d'étudiants étrangers mieux adapté.

Recherche

- Collaboration de l'ENSAM au développement des laboratoires de recherche de l'ESTP (matériaux et mécanique

des structures notamment) pouvant conduire, à terme, à la création de DEA spécifiques.

- Participation de l'ESTP à l'école doctorale de l'ENSAM lui permettant d'accéder à des diplômes nationaux de recherche (DEA et doctorats).

Formation continue

- Nouvelles offres de formation communes.
- Participation de l'ESTP à la société anonyme en cours de création par l'ENSAM pour développer la formation continue.

Rappelons que l'ESTP a une grande expérience de notre métier avec sa filière topographie et sa formation d'Ingénieurs Géomètres.

Ce rapprochement des deux écoles est une étape d'une évolution inévitable qui renforce la renommée de l'enseignement français. Il laisse aux partenaires leur personnalité, leurs diplômes, et l'autonomie pédagogique spécifique à leur cursus. Ces deux écoles plus que centenaires (ENSAM – 1780, ESTP 1891) fournissent d'une part 40 % des flux annuels de sortie d'ingénieurs BTP (ESTP) et le noyau principal d'ingénieurs du génie mécanique et du génie industriel – (ENSAM). À elles deux ce sont 5 000 formations et 1 500 diplômés annuels.



C'est signé : Serge Eyrolles et Guy Gautherin



Depuis quelques semaines des échanges de courrier avec un groupe d'étudiants en délicatesse de professeurs à Porto-Novo, République du Bénin, ont permis au bureau de l'association de cerner avec un peu plus de précision leur demande.

Ce groupe de jeunes africains a d'abord saisi l'AFT qui l'a dirigé sur Géomètres Sans Frontières dont le point 3 de la charte a été remis en avant lors de la dernière assemblée générale : promouvoir la formation, tant en France que sur place.

L'enquête par correspondance menée auprès de ces jeunes africains révèle un réel besoin de mise à niveau, leurs cours ayant été interrompu en milieu de scolarité.

Géomètres Sans Frontières n'a ni la vocation ni les moyens lui permettant de prendre en charge la totalité d'un enseignement, aussi paraît-il souhaitable de participer à la mise en place d'un complément de formation au sein d'un organisme local, public ou privé, qui serait utilisateur de topographie tant technique que foncière.

Les contacts noués au fil de ces dernières années avec des lycées agricoles par exemple, nous font penser que ce point de vue est le plus réaliste.

Des mois d'échange, d'attente, d'envoi de questionnaire, ont été nécessaires pour définir l'objectif d'une mission prochaine qui va tenter de répondre à ce besoin de plus en plus sensible, en particulier en Afrique.

L'objectif de la mission est donc double : rencontrer les demandeurs pour s'assurer de leur sérieux, du suivi qu'ils attendent, et rechercher un organisme local capable de participer à cette action de formation (peut-être de type lycée

privé ou ONG si les structures publiques en place sont inexistantes ou trop lourdes).

Nous ne remercierons jamais assez l'AFT qui nous ouvre les colonnes de XYZ et nous en profitons encore dans ce numéro en relayant par ce canal notre appel à candidature pour une mission exploratoire au Bénin.

Le candidat ou la candidate que nous souhaitons voir participer à ce travail bénévole doit donc manifester un intérêt certain pour les actions de formation de base sur du matériel classique et se sentir l'âme d'un Albert Londres pour enquêter sur place avec l'aide de nos correspondants.

Les modalités pratiques sont à arrêter avec le bureau de Géomètres Sans Frontières, sachant qu'il lui faudrait prévoir trois semaines de disponibilités dont deux sur place.

Voilà à titre d'exemple ce parcours de l'ombre du bureau de l'association Géomètres Sans Frontières qui, nous l'espérons, débouchera sur un voyage au soleil pour un bénévole chargé d'apporter notre petite dose d'espoir à des amis qui en ont parfois besoin momentanément.

Voilà enfin un exemple sympathique de collaboration entre Géomètres Sans Frontières et l'Association Française de Topographie.

P.S. : Si vous vous sentez l'âme voyageuse, enseignante et débrouillarde et que vous disposez de quelques semaines d'ici l'été, n'hésitez pas à contacter l'association à son secrétariat.

G.S.F.@wanadoo. fr - 15 rue Joyeuse - 18 000 Bourges
Tél. 02 48 65 30 09 - Fax 02 48 65 05 19

Adhésion 2000 à Géomètres Sans Frontières : (à adresser au 15 rue Joyeuse - 18 000 BOURGES)

Renouvellement annuel

Nom : Prénom :

Adresse :

Membre adhérent : 300 francs

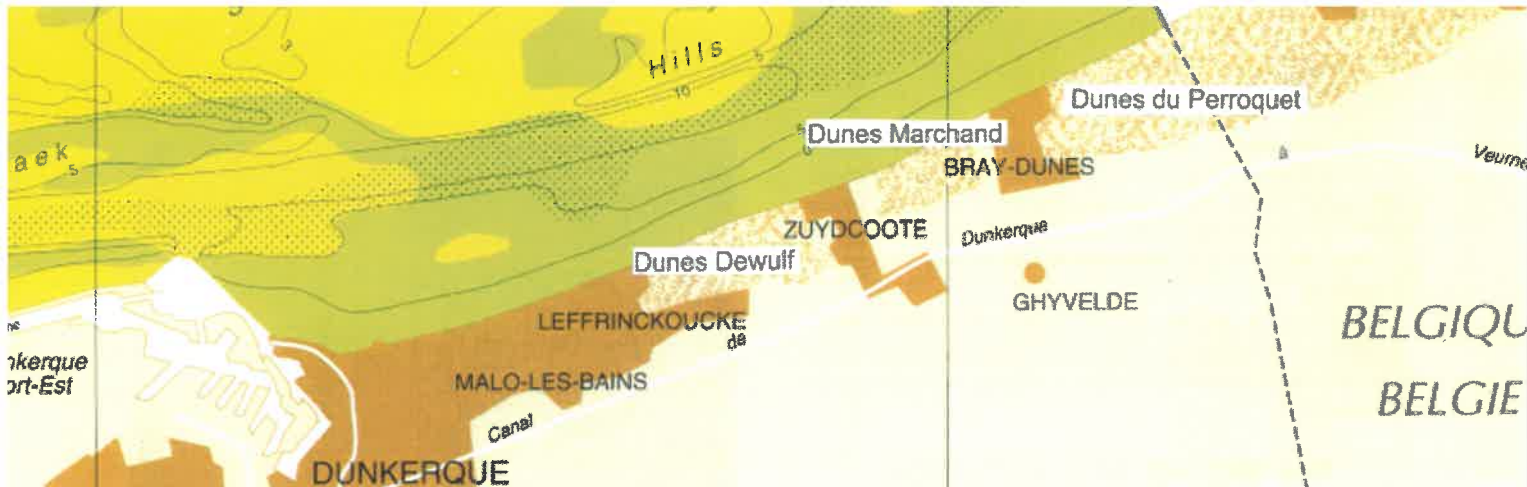
Membre sympathisant : 200 francs

Membre bienfaiteur : 500 francs

Étudiant : 100 francs

Montant de ma cotisation :

Fait à : Le :



un apport de la photogrammétrie

suivi de l'évolution morphologique des dunes littorales flamandes

Philippe Clabaud
Consultant en géologie
littorale et marine

Hervé Marteel
Ing. ESGT - I²G

Contexte

Le littoral Dunkerquois, façade maritime du Département du Nord, rectiligne et orienté OSO-ENE sur une trentaine de kilomètres, est, comme l'ensemble des côtes du Sud de la mer du Nord, constitué de larges plages sableuses.

Bordé par le complexe industriel et portuaire de Dunkerque dans sa partie Ouest, et urbanisé sur 50 % de sa longueur à l'Est, ce littoral présente depuis plusieurs décennies des signes d'instabilité sédimentaire dans sa partie orientale, auxquels on a tenté de remédier par l'implantation de trois brise-lames visant à stabiliser la plage devant le secteur urbain.

Plus à l'Est encore se trouvent trois massifs dunaires, les seuls du Département du Nord à l'état naturel, qui sont importants sur le plan d'une part des activités touristiques, d'autre part de la défense côtière. Ces massifs, appelés d'Ouest en Est dunes Dewulf à LEFFRINCKOUCKE et à ZUYDCOOTE, dune Marchand et dune du Perroquet à BRAY-DUNES, sont attaqués lors des tempêtes.

Des incursions marines se produisent même dans deux secteurs localisés de la dune du Perroquet.

Depuis 1991 les collectivités locales concernées, regroupées au sein du Syndicat Intercommunal du Littoral Est (SILE), et le Ministère de la Région Flamande, se sont associés pour étudier la dynamique et l'évolution de la partie du littoral Franco-Belge comprise entre Dunkerque et Coxyde, de 20 km de longueur. Cette étude, qui s'inscrit dans le cadre du programme INTERREG de la Communauté Européenne, vise à caractériser la dynamique marine et éolienne et les échanges sédimentaires dans la frange côtière comprenant le talus littoral, la plage et les dunes bordières, à connaître son évolution récente, et à prévoir son évolution future en vue de proposer des solutions d'aménagement économiquement acceptables et respectant au mieux le caractère naturel du site.

L'étude du comportement dunaire du site, menée pour le compte du SILE par Philippe CLABAUT, a pour but de quantifier l'évolution de la dune, d'en dresser le bilan sédimentaire, et de mettre en évidence l'influence relative des facteurs naturels, marins ou éoliens, ainsi que des facteurs anthropiques sur l'évolution à long terme du littoral sableux est-dunkerquois.

Méthodologie

L'analyse de l'évolution du domaine dunaire est-dunkerquois a été réalisée à trois échelles de temps :

- L'évolution à court terme est étudiée par des observations de terrain saisonnières, réalisées à plus de 10 reprises de 1991 à aujourd'hui, afin de comprendre les mécanismes sédimentaires à l'œuvre actuellement. Ces observations ont été com-

plétées par des mesures ponctuelles de recul du front de dune, ainsi que par des mesures du transport éolien, réalisées à l'aide de pièges à sédiment de type « tirelire ». Le bilan de transport éolien annuel a été calculé à l'aide de ces mesures et des fichiers de répartition annuelle des vitesses et directions des vents mesurées par Météo France.

- L'évolution à moyen terme a été étudiée par la comparaison de plans établis par restitution photogrammétrique des clichés de l'Institut Géographique National (IGN) de 1971

et 1994, afin d'établir le bilan sédimentaire des différents massifs dunaires à moyen terme. Parallèlement, l'évolution du couvert végétal est tirée des photographies aériennes. Une étude statistique des tempêtes entre 1961 et 1995, réalisée en complément, vise à expliquer les variations de la vitesse d'évolution de la dune.

- Les tendances évolutives à long terme (1894-1994) ont été dégagées de la comparaison de plans à petite échelle de la dune (1/50 000), sur les plus anciens desquels ne figure que le trait de côte.

Les apports de la technique photogrammétrique

- **Objectifs** : une des difficultés principales rencontrées lors d'études sur des milieux morphologiquement instables tels que les dunes, est de ne pouvoir valider rétrospectivement certaines hypothèses portant sur les influences de tel ou tel phénomène naturel sur l'évolution du site. Il en va de même pour l'évaluation de l'efficacité d'un aménagement. La photogrammétrie, à la condition de disposer d'archives photographiques appropriées, permet de voyager dans le temps et l'espace et d'établir un état des lieux topographique objectif à différentes époques.

- **Mise en œuvre** : afin de pouvoir établir une comparaison sur une période suffisamment significative, 2 restitutions photogrammétriques ont été établies à partir de couvertures photographiques disponibles à l'IGN, réalisées en 1971 et 1994 en période estivale à l'échelle du 1/20 000. Le calage des couples stéréoscopiques a été assuré par le relevé GPS de points d'appui stables et pérennes (bâtis, blockhaus, vestiges militaires,...). La précision du canevas photogrammétrique, l'échelle des clichés, la hauteur de vol a permis d'assurer une précision d'ordre métrique en X, Y et Z dans le milieu naturel.

- **Observations réalisées** : le relevé topographique de massifs dunaires a été réalisé sous forme d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) mixte, constitué des lignes de cassure du paysage, complétées par un semis de points cotés d'équidistance 50 mètres environ. Ce levé d'ensemble a été complété pour les dunes bordières (en limite d'estran) par la saisie des courbes de niveau + 5 m et + 10 m, par filage direct en restitution.

- **Exploitation** : la saisie photogrammétrique a été exploitée par la Société I²G, en vue de la production de 2 types de documents cartographiques :

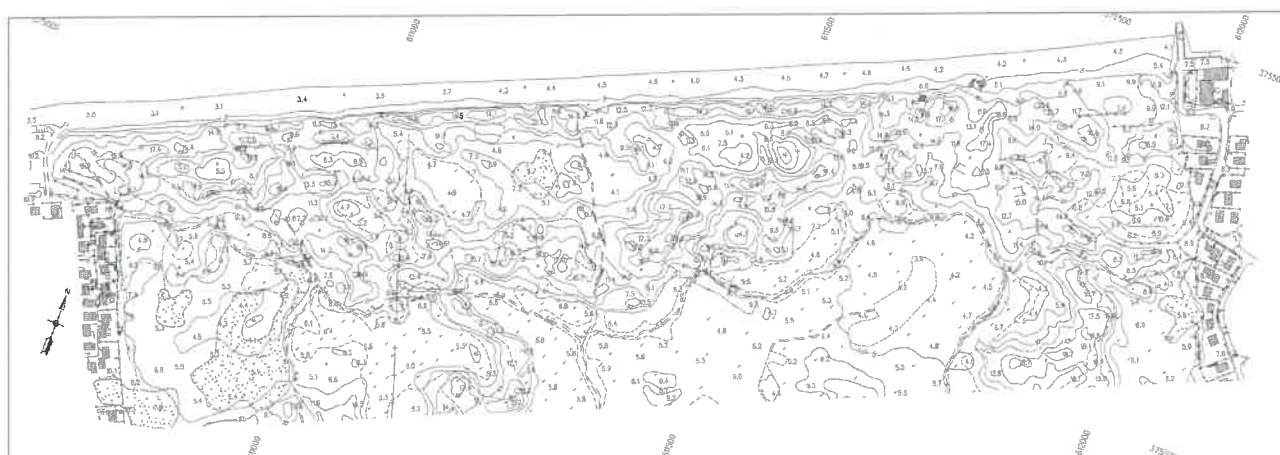
- plans topographiques classiques, présentant les sites dunaires dans leur état en 1971 et en 1994, sous forme de représentations cartographiques conventionnelles.
- cartes d'évolution de la morphologie, établie par comparaison des MNT 1971 et 1994. La représentation cartographique de cette comparaison se présente sous la forme d'une palette chromatique, de plages égales à 2 mètres, mettant en évidence les phénomènes d'érosion et d'engraissement.
- calcul d'un bilan sédimentaire global permettant de mesurer les déplacements de sable.
- mesure du recul de la dune bordière par comparaison des courbes de niveau + 5 m (pied de dune) et + 10 m (haut de dune).

La restitution photogrammétrique a été réalisée sur des machines de restitution analytique LEICA alors que le traitement numérique des données (infographie) a été réalisé sur PC avec les logiciels MICROSTATION, MAPINFO et VERITICAL MAPPER.

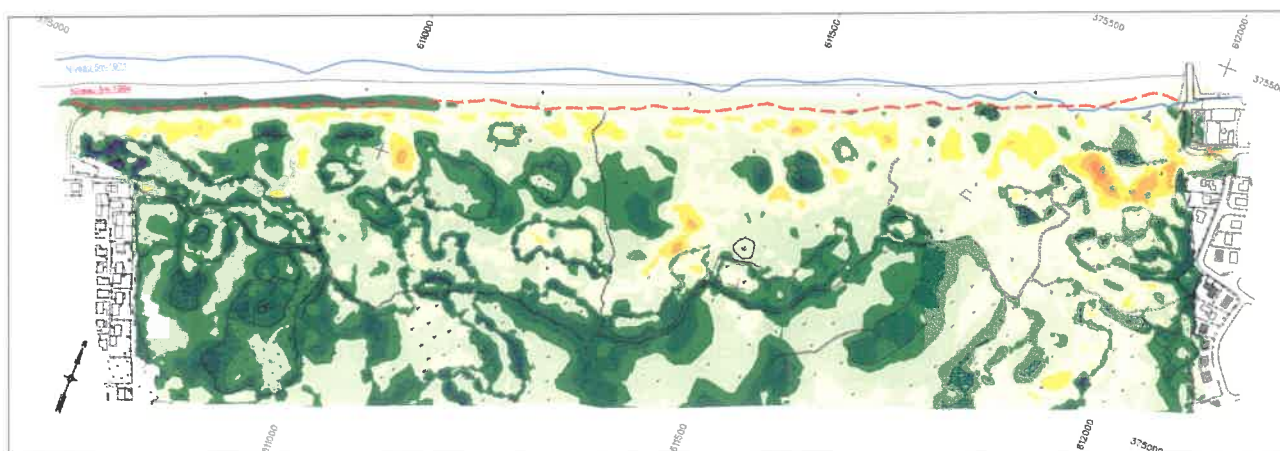




Occupation du sol : pseudo-ortho numérique



État des lieux topographique : restitution photogrammétrique



Évolution morphologique : comparaison des MNT 1971 et 1994

• **Résultats des observations :** le recours à la technique photogrammétrique a permis d'établir un certain nombre de faits objectifs, qui seraient autrement restés du domaine de l'hypothèse ou de la théorie :

- Depuis 1971, le recul de côte a provoqué la perte de 10 ha de bordière. Les zones les plus touchées par l'érosion marine sont la partie Ouest de la dune Marchand où le recul mesuré au niveau de la courbe 5 m NGF est compris entre 1,7 à 2,9 m/an, ainsi que la dune de l'Hôpital Maritime qui recule de 1,7 à 2,2 m/an, et dans une moindre mesure la partie Est du massif des dunes de Leffrinckoucke et Ghyvelde où le recul est compris entre 0,5 et 1,5 m/an. Par contre, la partie Ouest de la dune de Leffrinckoucke subit un recul modéré, toujours inférieur à 1 m/an et la dune du Perroquet est pratiquement stable (recul ou avancée de 0,3 m/an). Dans cette dernière, la brèche marine a eu tendance à se réduire par comblement partiel à l'aide de dépôts marins, alors que la zone dunaire basse voisine s'est élargie. Le recul de côte n'est pas homogène à l'échelle de chaque massif dunaire. La comparaison du recul de la base et du sommet du front de dune met en évidence des différences importantes, voire même des tendances opposées. Le recul annuel moyen de la courbe des 10 m NGF atteint localement 1,5 m par an.
- En ce qui concerne le bilan sédimentaire, le volume global de la dune bordière du littoral Est de Dunkerque, mesuré au-dessus de la courbe 5 m NGF, est stable depuis 1971, légèrement inférieur à 9 000 000 m³, mais variable d'Ouest en Est :
 - à l'Ouest, le bilan sédimentaire des dunes de Leffrinckoucke et de Ghyvelde est excédentaire de plus de 250 000 m³, mais nettement moins que de 1949 à 1980 où un excédent de 600 000 m³ avait été calculé pour la seule dune de Leffrinckoucke,
 - dans la partie centrale, la dune de l'Hôpital Maritime et la dune Marchand présentent un bilan sédimentaire négatif, déficitaire de près de 500 000 m³. La partie Ouest de la dune Marchand est notamment affectée, alors que sa partie Est s'engraisse,
 - à l'Est, le bilan sédimentaire de la dune du Perroquet est excédentaire de près de 250 000 m³, soit deux fois

plus que les dunes de Leffrinckoucke et Ghyvelde si on le rapporte à la longueur de chaque massif.

- La comparaison croisée de l'occupation du sol en 1971 et en 1994 (permise par les clichés aériens) avec les cartes d'évolution de la morphologie permet d'apprécier le rôle fixateur de la végétation : à l'échelle pluri-décennale (1971-1994), on constate que lorsque le couvert végétal est assez dense et continu, les apports éoliens sont captés en somme de dune; la dune s'élève et son flanc arrière s'engraisse. Les élévations constatées depuis 1971 dans les trois massifs étudiés vont de pair avec la densification d'ensemble du couvert végétal. Par contre, lorsque le couvert végétal est insuffisant, l'érosion de la dune est accentuée. Le sable libéré par l'érosion de l'avant de la dune migre sur de plus grandes distances, et reporte parfois la zone d'engraissement de 100 m à 200 m vers l'intérieur de la dune. L'attaque marine, conjuguée à l'engraissement éolien plus éloigné de la côte conduit alors à une migration accélérée de la dune. Ce phénomène se caractérise sur les cartes d'évolution par des formes d'érosion marquées dans le sens transverse à la dune.

Conclusion

L'étude de l'évolution des dunes du littoral Est-Dunkerquois, à différentes échelles de temps depuis un siècle, apporte des informations quantitatives sur la migration, les modalités d'érosion et de reconstitution de ces appareils éoliens, ainsi que sur les différents facteurs (marins et éoliens) et anthropiques (fréquentation). Les résultats les plus originaux concernant l'évolution à moyen terme de la dune.

L'utilisation de la technique photogrammétrique a rendu possible un certain nombre d'observations, qu'il serait aujourd'hui intéressant voire indispensable de réitérer à intervalles réguliers. La prise en compte des réalités géographiques (topographiques en particulier), leur croisement ou comparaison avec d'autres sources de données (météo, enquêtes, aménagements,...) dans le cadre d'un SIG permettraient sans aucun doute de créer un outil particulièrement performant d'aide à la gestion du territoire.



PixEdit est un éditeur de fichiers raster pour le
scannage de grands plans, cartes, cadastre, A0 et
plus : dessin modifications impression archivage.
Version téléchargeable, tarifs et descriptif sur :
<http://www.pixedit.net>
Contact : MERCI PixEdit Distribution 03 85 37 58 78

ORGANISATION



S.I.G.U.



le système d'information géographique de la ville du Havre

Franck Perdrizet
ingénieur topographe et géographe
ENSAIS, DEA, IAE

ingénieur en chef
responsable du service **SIGU**
mairie du Havre

Introduction

Lorsqu'on se trouve à la croisée d'une cinquantaine de services municipaux susceptibles de formuler les demandes les plus variées en matière d'information géographique, et qu'il convient de les faire communiquer entre eux et avec le public, on ne peut pas se contenter d'une logique de traitement séquentiel de cas particuliers, génératrice de longues files d'attente.

En fait, la construction d'un tel système d'information et de communication nécessite une approche d'ensemble portant, non seulement sur la définition de référentiels communs, l'étude des moyens de traitement, d'archivage et de transport des données, ainsi que des règles d'échange de celles-ci, mais aussi sur une certaine normalisation du matériau cartographique ainsi travaillé et véhiculé. Dans cette optique, le service du Système d'Information Géographique Urbain (S.I.G.U.) réalise une chaîne géomatique cohérente, au cœur d'un réseau logique interconnectant les différents services municipaux, afin d'en démultiplier le potentiel global pour une administration toujours plus efficace, et une meilleure connaissance par le public, du territoire de la Ville du Havre et de ses environs.



Vue du centre ville, de la plage, des ports de plaisance et industriel © Photo Erik LEVILLY/Ville du Havre

Situation du service S.I.G.U.

Le service du Système d'Information Géographique Urbain (S.I.G.U.) de la Ville du Havre se compose de 9 personnes, essentiellement des ingénieurs et des techniciens, aux connaissances sans cesse actualisées, qui se sont spécialisés dans leurs domaines de prédilection (structuration des données, applications « métiers », programmation objet, traitement d'image, etc.).

Il dépend de la Direction de l'Organisation, conduite par Monsieur François PIERRU, Ingénieur en chef attaché à la Direction Générale des services municipaux (qui comptent plus de 4000 employés) et, par ailleurs, est du ressort de Madame Christine d'ABOVILLE, adjointe au maire chargée de l'urbanisme.

Cette situation hiérarchique traduit la mission de coordination de la géomatique des autres services que les décideurs havrais ont, avec discernement, assignée au service S.I.G.U.

Le service S.I.G.U. est l'interlocuteur désigné pour tout ce qui a trait à la cartographie numérique, et se retrouve donc sollicité à la fois pour des aspects de SIG (où l'analyse spatiale importe) et des projets de CAO/DAO (qui transposent à l'écran les dessins traditionnels des bureaux d'études techniques).

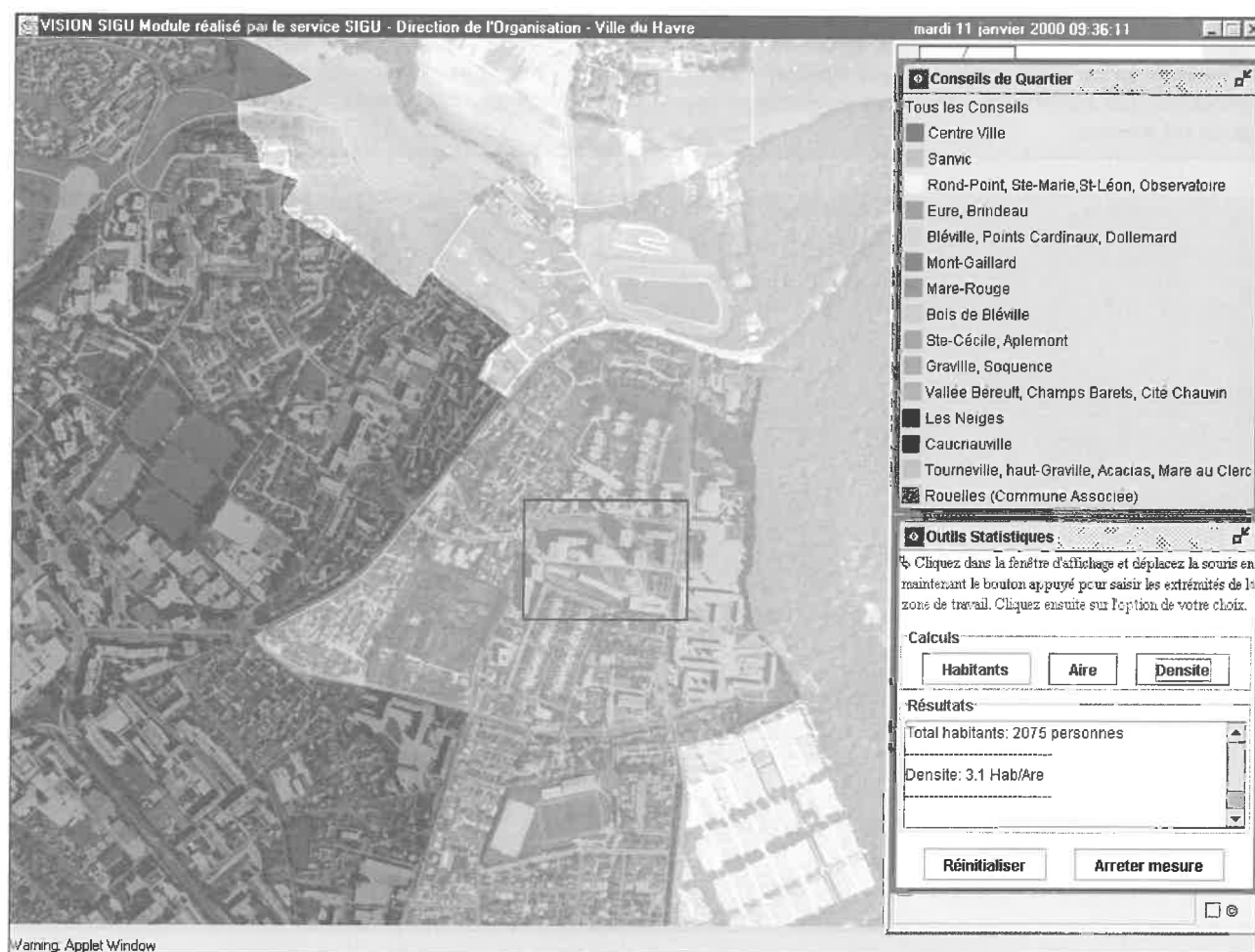
Une problématique nouvelle : l'information géographique pour tous

Historiquement, la spécificité marquée des matériels et logiciels de cartographie numérique, a conduit à la constitution d'un parc d'une cinquantaine de machines distinctes de celles gérées par les services d'informatique de gestion et de bureautique.

Ce clivage, initialement nécessaire au niveau des postes des utilisateurs, a été remis en cause par les performances toujours accrues des micro-ordinateurs, accompagnant la sophistication sans cesse plus élevée de l'ensemble des nouvelles applications informatiques, tandis qu'explosait une demande générale de données localisées qui puissent être échangées entre services et, pour certaines, accessibles au public.

En attendant que leurs applications figurent parmi les priorités du moment, certains utilisateurs peuvent être tentés de se constituer des fonds personnels qu'ils adaptent ensuite au gré de leurs besoins. Ces manœuvres ont pour effet dommageable de désynchroniser les projets entre eux, et par rapport à la source vivante, le territoire, qu'ils sont censés représenter à un même instant. L'obsolescence et la cacophonie s'ensuivent.

Ainsi, de même que l'extension d'un parc géomatique, déjà important, venant en doublon des postes utilisés pour la bureautique tendait à ne plus se justifier, l'étude des besoins des services au cas par cas ne suffisait plus.



Zonage par quartiers colorés en transparence sur fond d'orthophotoplan (la vue d'un quartier peut-être affichée directement depuis la légende dynamique) et calculs démographiques dans l'emprise rectangulaire.

Principes d'une approche globale

Il a fallu adopter une approche globale qui privilégie des objectifs réalistes offrant une réponse suffisamment satisfaisante pour l'ensemble des services et du public, plutôt qu'un traitement de faveur pour quelques-uns qui verraient, d'ailleurs, leurs possibilités d'échange limitées. On a retenu, comme premier principe de bon sens, le fait que chaque service ait la responsabilité des données qui relèvent de sa compétence; il en assure la mise à jour et les tient, en tout ou partie, à la disposition des autres utilisateurs raccordés au réseau informatique municipal.

Ensuite, on a distingué deux modes d'utilisation de l'information géographique, selon que les interactions que l'on y opère modifient ou non les données.

Du premier mode, celui de la « gestion », relèvent non seulement les opérations de constitution des couches considérées comme références descriptives du territoire en question, mais aussi les travaux de saisie et de mise à jour des différents thèmes mis en œuvre par les services. Le deuxième mode, celui de la « consultation » concerne toutes sortes d'exploitations qui vont de la simple observation de fonds, à de riches requêtes d'analyse spatiale.

En pratique, sont mis en place progressivement les quatre domaines interdépendants suivants :

Le domaine de la gestion des couches de référence :

Il s'agit tout d'abord, du fond cadastral dont la Ville du Havre a assuré elle-même la digitalisation en quelques années, dans le cadre d'une convention passée avec les services fiscaux. Sa mise à jour est effectuée, pour partie, et contrôlée par le Centre Des Impôts Fonciers (C.D.I.F) du Havre, à l'aide des moyens mis à sa disposition par la mairie.

L'orthophotoplan numérique en couleurs (O.N.C), à la résolution de 25 cm sur une zone d'environ 100 km², s'est imposé pour bien des services, comme l'autre référentiel urbain, de par la richesse de son information non interprétée, et de par l'éventail d'échelles couvertes (du 1/1 000 au 1/50 000).

Aux petites échelles, la BDTOPO, puis la gamme des cartes scannées de l'I.G.N, prennent le relais du fond cadastral, tandis que l'imagerie satellitaire, distribuée par Spot Image, se sub-

stitue à l'O.N.C pour couvrir les environs du Havre sur 2 000 km².

Tous ces produits sont retravaillés et conditionnés, notamment à l'aide du logiciel ARC/INFO de la société ESRI, par le service S.I.G.U qui se charge, aussi, de la saisie topologique du réseau de la voirie (sur lequel s'appuieront bien des calculs d'itinéraires, d'optimisation de desserte, etc.). Enfin de nombreuses autres données de référence, numériques comme les altitudes, ou bien littérales, comme la toponymie et les tables attributaires, sont gérées par le service S.I.G.U.

Le domaine de la gestion des couches thématiques :

Celui-ci concerne les autres services gestionnaires de leur propre information géographique, et qui savent opérer à l'aide de logiciels spécifiques dans un parc relevant de la technologie client-serveur classique.

Afin de pouvoir traiter d'emblée l'ensemble des services concernés, le choix a été fait de concevoir et de développer dans l'environnement ArcView de la société ESRI, un jeu principal d'outils génériques que l'on adapte ensuite à chaque utilisateur et qui consiste en :

- Une application de saisie et de mise à jour d'objets originaux ou dérivés du fond cadastral
- Une application de consultation des données localisées
- Une application d'édition normalisée (formats A4, A3)

C'est aussi à ce niveau que sont mises en œuvre les applications « métiers » réservées aux thèmes concernés.

Le domaine de la consultation géographique générale :

Le module « Vision-SIGU » permet de rapatrier, via le réseau informatique municipal, des documents déjà mis en forme par le service S.I.G.U et stockés sur un serveur Web, notamment sous la forme de thèmes transparents que l'on superpose à volonté sur divers fonds de référence. La technologie Intranet (Internet circonscrit à un parc bien défini) est mise en œuvre pour desservir, par-delà le parc géomatique, tout poste de la mairie assez performant, et doté d'un « navigateur » Internet.

Le module « Vision-SIGU » est aussi décliné en version déconnectée pour la consultation sur des bornes autonomes mises à la disposition du public.

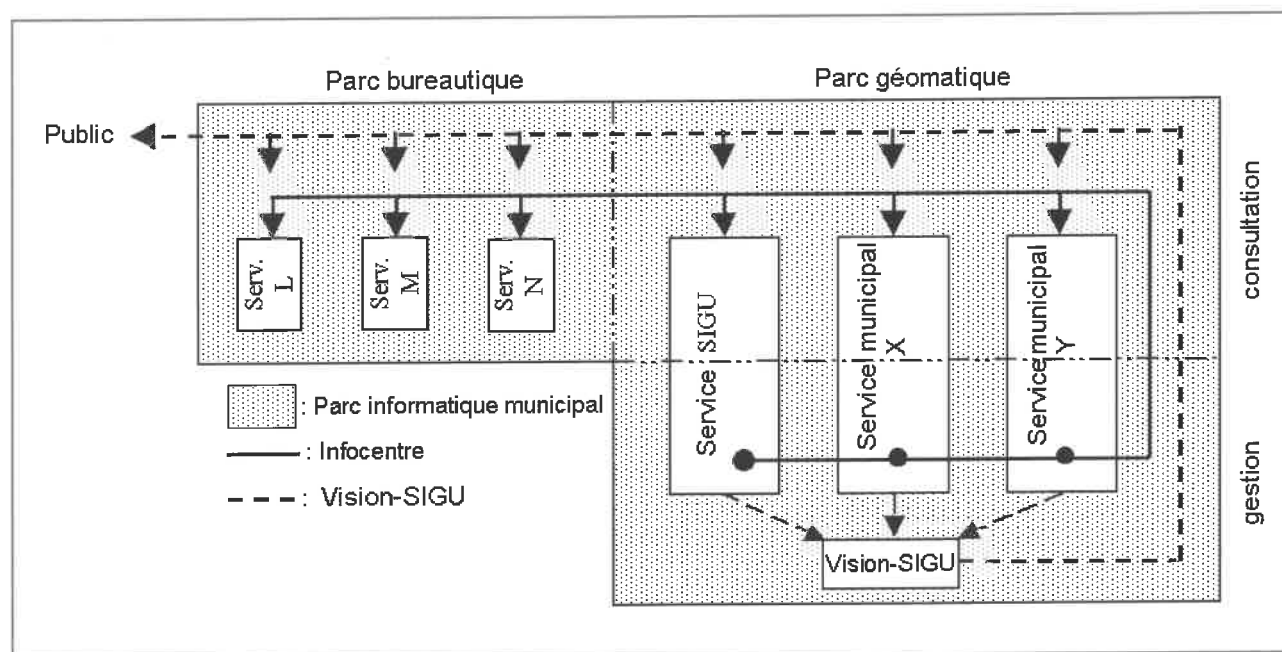
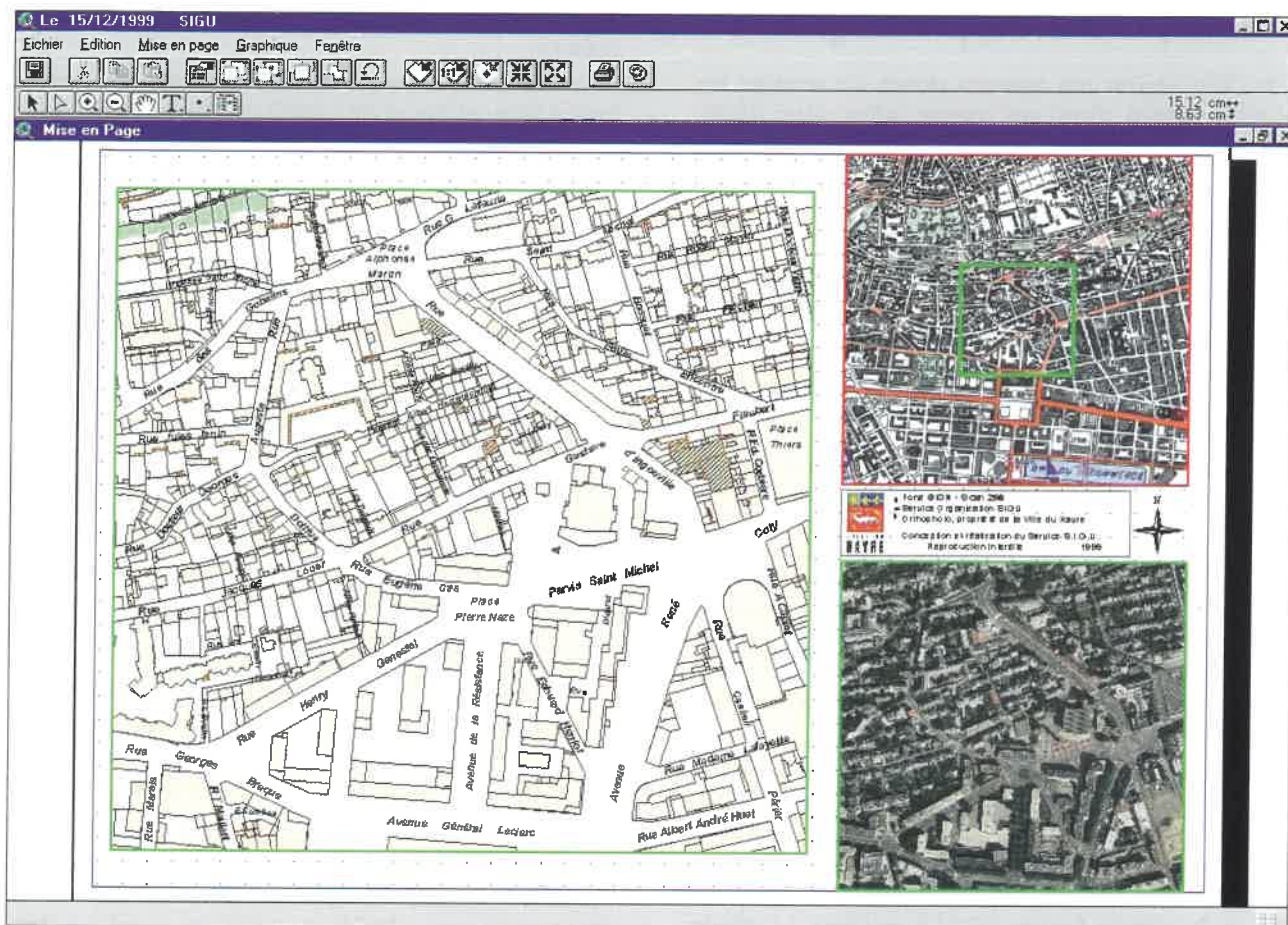
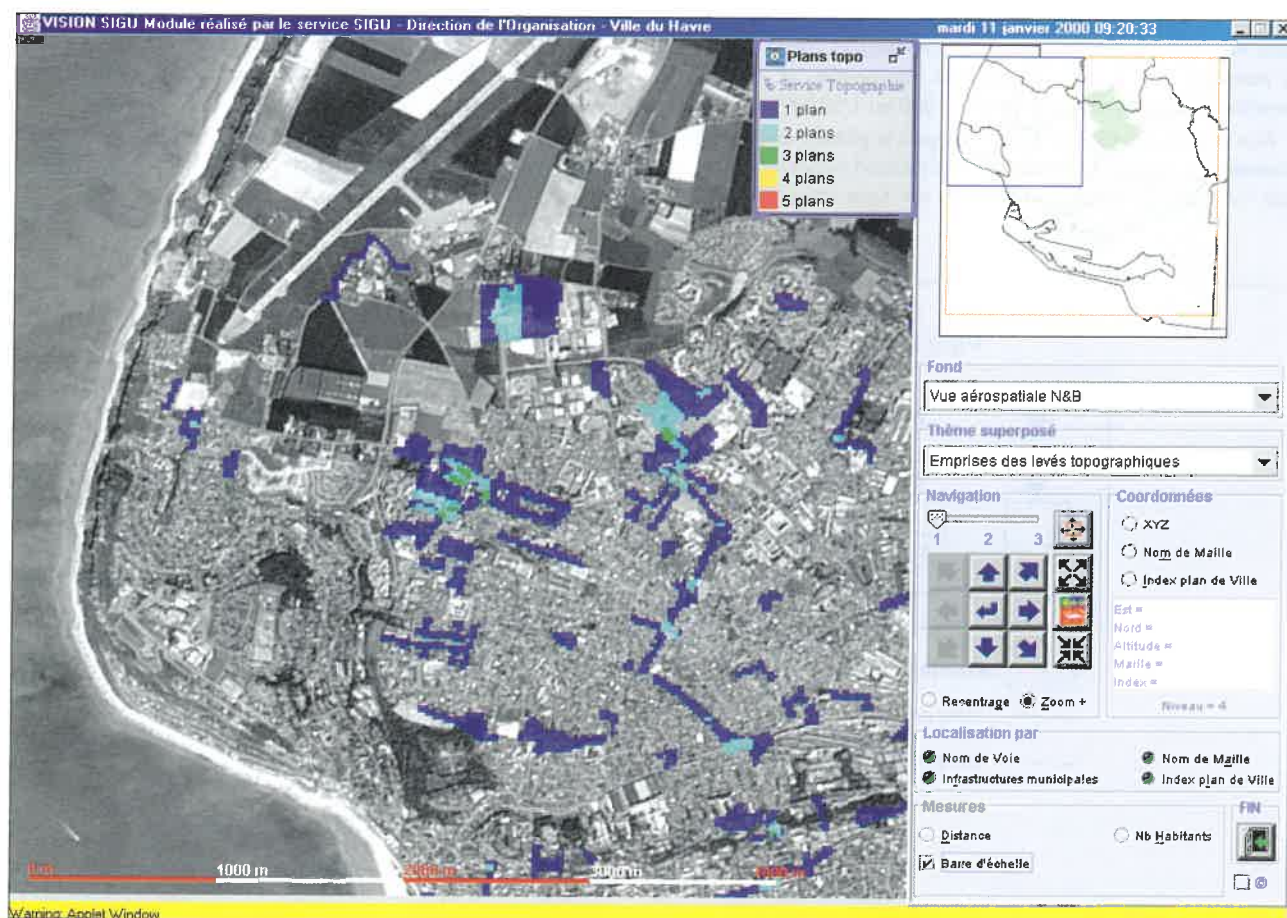


Schéma conceptuel du système d'information et de communication géographique de la Ville du Havre



Page d'atlas, à écritures non tronquées, affichée avant impression depuis le module d'édition normalisée



Mise en évidence des emprises des levés topographiques sur fond SPOTView® panchromatique

Le domaine de la consultation combinée des données localisées :

L'« infocentre », à la différence du module « Vision-SIGU », permet la construction en temps réel de cartes « virtuelles » (c'est-à-dire non préexistantes), à partir d'éléments dispersés en provenance de thèmes variés gérés par les différents services. En offrant d'innombrables possibilités de combinaison des données propres aux différents métiers que regroupe une collectivité territoriale, il permet d'opérer de multiples synthèses transversales, et facilite les prises de décision. Il s'agit d'un système d'échange, et donc de communication plus que d'information, qui tire parti de la technologie Intranet pour dépasser le parc géomatique, en permettant à tout poste de la mairie assez performant, et doté d'un « navigateur » Internet, d'accéder aux différents postes serveurs impliqués : Web, données, et applications.

La partition en domaines permet de limiter l'extension du parc géré par le service S.I.G.U. En effet, un grand nombre de services non équipés en géomatique gèrent des couches d'information géographique propres qui se caractérisent par des données peu volumineuses et relativement stables dans le temps (par exemple, les équipements sportifs d'une ville). Il suffit de permettre au service des Sports de venir saisir, puis, occasionnellement, de mettre à jour ses données, à l'aide des outils génériques mentionnés plus haut, sur un poste du parc géomatique en accès libre, qu'il partage avec d'autres services dans le même cas (ce qui lui permet aussi de bénéficier du support éventuel des spécialistes sur place). Il pourra ensuite, via l'Intranet, consulter ses données depuis ses bureaux, les exploiter selon des requêtes d'autant plus fines que les attri-

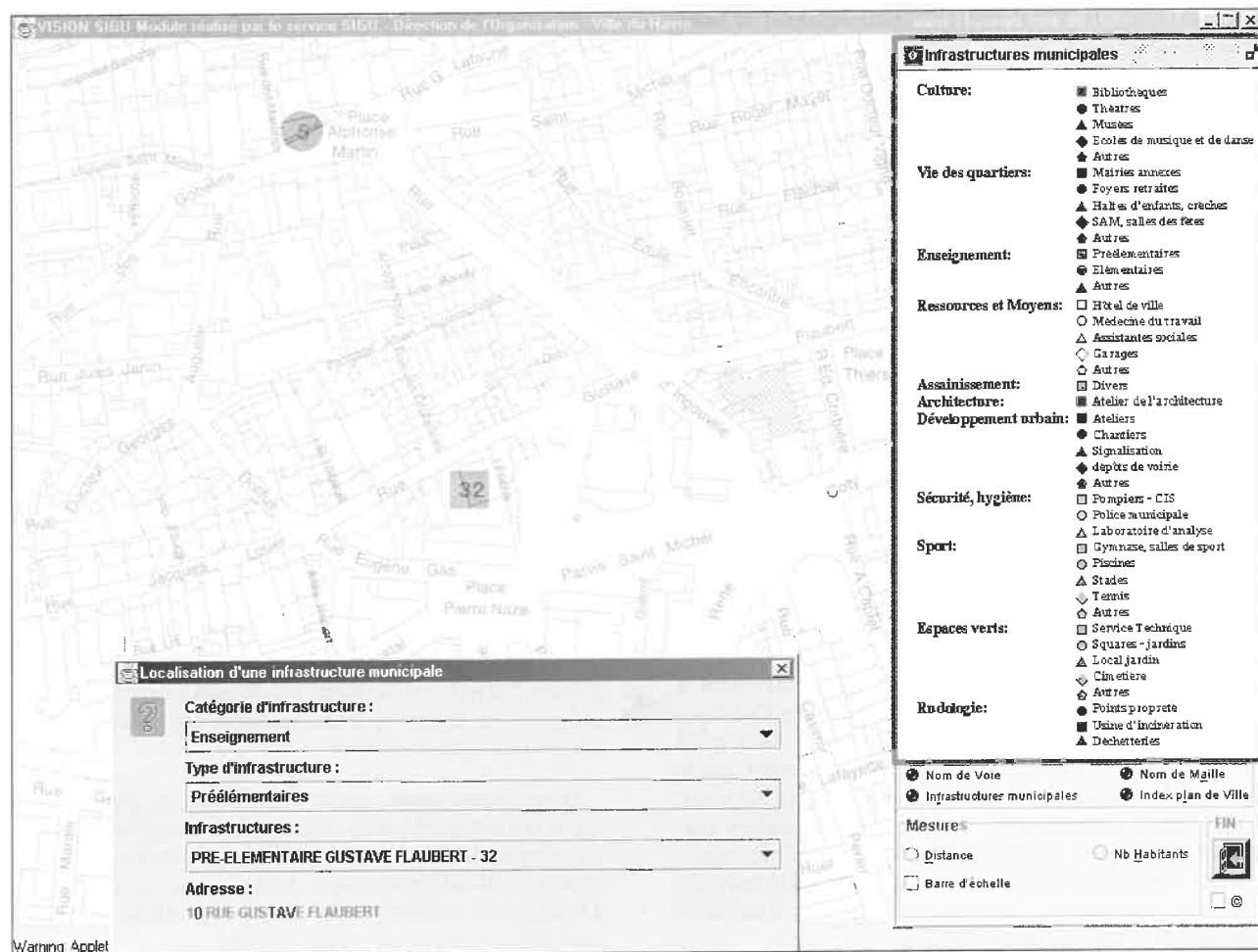
buts descriptifs auront été judicieusement choisis, et aussi les croiser avec les données visibles des autres services.

Les domaines de gestion alimentent les domaines de consultation. Chaque service peut, bien entendu, avoir accès à l'ensemble de ses données, et il met une plus ou moins grande partie de son information en visibilité des autres utilisateurs. Une délimitation fine des droits de ces derniers s'obtient depuis l'administration des profils centralisée au service S.I.G.U.

Ces différents domaines offrent une unité d'aspect et d'ergonomie. Ils exploitent des représentations spatiales normalisées reposant sur un mécanisme original de navigation et de visualisation, qui en garantit l'efficacité de gestion, de transmission, de croisement et de lecture.

Le monde de la CAO/DAO, tirera parti aussi du Système d'Information Géographique ainsi déployé. Par exemple, les contours et quelques caractéristiques des levés réalisés par le service Topographie sont diffusés sur l'Intranet. Avant d'intervenir en un lieu donné, un bureau d'études techniques peut s'informer des plans existants, les apercevoir sous forme dégradée de « quick looks » puis, en faire la demande par la messagerie reliant tous les services, et obtenir l'expédition des fichiers qui l'intéressent via le réseau informatique municipal. Rien ne s'oppose à ce qu'à leur tour, les divers plans de CAO/DAO réalisés en aval aient leurs emprises diffusées, et qu'ils soient échangés de la même manière. De plus, certaines données issues de la CAO/DAO (les squelettes de certains réseaux, par exemple) seront interfacées pour être consultables dans l'environnement S.I.G.U.

Parmi les nombreuses applications de l'Intranet, citons encore une application de consultation et de commande des plans de grand format réalisés et archivés par le service S.I.G.U.



Localisation d'une école sur fond topo-foncier

Réalisations récentes

En dehors des nombreuses actions dans lesquelles se trouve impliqué un service chargé de géomatique, certains maillons de la chaîne à mettre en place ont pu être réalisés en un an.

Dans les domaines de la gestion, il est apparu nécessaire de confier au service Topographie la responsabilité, côté mairie, du référentiel cadastral et des levés à grande échelle. Le fond cadastral est désormais maintenu à l'aide du logiciel CADMAJ, de la société IMAGIS, dont ont été équipés le Centre Des Impôts Fonciers (C.D.I.F) du Havre, et le service de la Topographie. Ce dernier a pour mission d'en diffuser régulièrement une version actualisée auprès des services utilisateurs, d'une part au format « shape » du logiciel ArcView, qui a été retenu pour les applications d'information géographique, et, d'autre part, au format « dxf » du logiciel AutoCAD, de la société Autodesk, qui est un standard de fait pour les projets de CAO/DAO des bureaux d'études techniques, qui sont aussi destinataires des levés topographiques saisis directement sous AutoCAD.

Par ailleurs, le service S.I.G.U a réalisé un important travail de conditionnement des données de référence, dans le respect de la nouvelle normalisation des représentations spatiales qu'il met en œuvre pour l'ensemble de l'information géographique sur la Ville du Havre et ses environs. Ainsi, la toponymie aux grandes échelles a fait l'objet d'un traitement original garantissant affichages et éditions d'écritures non tronquées.

Enfin, le service S.I.G.U a développé, sous ArcView, le jeu principal d'outils génériques nécessaire à la gestion des couches thématiques. Leur livraison et leur personnalisation (quelques jours de travail par cas traité) débutent et vont s'étendre progressivement à toute la mairie. L'application d'éditions normalisées, en parfaite correspondance avec les observations à l'écran, est, d'ores et déjà, prête pour la production rapide d'atlas précis et pratiques, permettant d'appréhender le territoire selon différents niveaux d'échelle, et selon de nombreuses variantes en fonction des couches d'information saisies.

En ce qui concerne la consultation, le module « Vision-SIGU » est actuellement opérationnel.

Il a été conçu par l'auteur du présent article, et a été entièrement réalisé par le service S.I.G.U dans l'environnement de développement Java qui présente, entre autres, l'intérêt d'un langage objet s'exécutant indifféremment sur tout type de plate-forme cliente (station Unix, PC Windows ou Macintosh...). Les programmes (« applets ») s'exécutent sur les postes clients, ce qui allège la charge du serveur Web. Un seul serveur Sun Ultra 10 suffit à desservir l'ensemble des ordinateurs des services municipaux, qu'ils soient situés dans l'Hôtel de Ville (réseau local à 10 et 100 Mbps), ou raccordés à celui-ci, en général avec des liaisons à 2 Mbps.

Avec une configuration minimale de poste conseillée à 64 Mo de mémoire vive, et 400 MHz de fréquence d'horloge, « Vision-SIGU » permet une navigation spatiale aisée et quasi instantanée, selon différents niveaux de visualisation sur la zone urbaine du Havre (100 km²) et ses environs (2 000 km²). Il offre, dès à présent, divers modes d'accès spatiaux (par noms de voies, etc.), la possibilité de recherche sémiologique d'objets relevant de certains thèmes (par exemple, les infrastructures municipales), ainsi qu'un ensemble d'utilitaires (mesures de distances, de nombre d'habitants, etc.).

Pensé d'emblée pour une exploitation en Intranet, « Vision-SIGU » opère sur des données maillées (ou « raster ») stockées au format « jpeg ». Il s'agit tout d'abord, de données aérospatiales ou de plans et cartes scannés qui présentent l'avantage d'être immédiatement lisibles, comme étant la transposition à l'écran de documents auxquels l'utilisateur est habitué sur support classique. Mais bien d'autres données bénéficient de la modélisation « raster », comme par exemple, les modèles numériques du terrain ou d'élévations, et les données statistiques (ainsi, la ventilation selon un carroyage, des données démographiques rapportées aux îlots INSEE, permet de s'affranchir des variations de forme de ces derniers entre recensements, et donc d'effectuer directement des analyses différentielles).

L'offre émergente d'imagerie spatiale à la résolution de quelques mètres, qui permet la production continue de documents réguliers et à jour aux échelles du 1/5 000 au 1/10 000, et les différents projets de « dématérialisation » passant au scanner les supports classiques, viennent encore renforcer l'importance des données maillées.

De par leur nature, celles-ci se prêtent particulièrement bien à une normalisation cartographique, pour réaliser une efficace chaîne d'exploitation qu'entraîne un mécanisme original de navigation et de visualisation spatiale. « Vision-SIGU » permet désormais aux Directions et à l'ensemble des services municipaux d'accéder depuis leurs postes de bureautique, aux dizaines de Gigaoctets d'une information essentielle à l'administration territoriale et qui était, jusqu'alors, dispersée et réservée à quelques spécialistes dûment équipés pour la cartographie numérique.

« Vision-SIGU » existe aussi en version déconnectée (« stand-alone off-line ») rendue possible par la capacité d'émulation de la machine virtuelle Java sur le poste client, indépendamment du « navigateur » Internet, et grâce à une programmation s'exécutant indifféremment en tant qu'« applet » ou en tant qu'application. Ceci permet de réaliser efficacement des bornes autonomes mises à la disposition du public, tout en ouvrant la voie, dans sa version installée sur PC portable, à des applications de cartographie embarquée.

Conclusion

Le déploiement, selon les nouvelles orientations, du système d'information et de communication géographique, assuré par le service S.I.G.U, progresse par étapes permettant la réalisation d'objectifs à court terme, tout en concourant à un vaste projet qui doit s'inscrire dans la durée.

Après la conception des principes de fonctionnement, le conditionnement des données de référence, et la construction des outils de base destinés aux différents services du parc géomatique, l'an 2000 verra leur mise en application au sein de la mairie, sans oublier le public. Un travail de fond, visant à garantir l'intégrité et la qualité des données, accompagnera la poursuite des études et développements nécessaires à la réalisation d'un système évolutif.

Le décloisonnement des services repose en grande partie sur la technologie Internet déclinée sous ses aspects Intranet et Extranet, sécurisés et à haut débit, permettant la mise en œuvre d'applications de télécartographie dont certaines, grâce à l'installation du câble sur la ville et l'offre ADSL, pourraient atteindre directement les foyers havrais.

Résumé :

L'information géographique, est un outil d'accumulation de la connaissance sur le territoire et d'analyse de toutes ses contraintes. Elle devient l'élément essentiel d'une compréhension permanente du milieu, et l'instrument de gestion de l'espace. Elle est donc devenue un emblème de souveraineté, et la normalisation dans ce domaine est considérée comme étant d'intérêt national et international.

À travers cette étude nous présenterons certaines normes d'échange de l'information géographique : EDIGéo, SDTS, SAIF, les travaux CEN/TC287 et ceux de l'ISO/TC211 réalisés à l'échelle internationale en vue de mener une réflexion sur ce sujet au niveau national (Maroc).

Mots clés : Information géographique, échange, normalisation, EDIGéo, SDTS, SAIF, CEN/TC287, ISO/TC211.

Abstract : "STANDARISATION IN THE FIELD OF GEOGRAPHIC INFORMATION"

The geographic information is recognised as an important tool to accumulate knowledge of territory and analyze its constraints. It is a very essential mean used to understand and manage the environment.

In this paper, we present four relative norms developed in the world (EDIGeo, SDTS, SAIF, CEN/287, ISO/TC211) and we compare between themes so as to think over the standardization of data exchange in Morocco.

Key words : Geographic information, standarization, EDIGeo, SDTS, SAIF, ISO/TC211, CEN/TC287, exchange.

1 – Introduction

L'information géographique joue un rôle très important dans le développement des pays, sa part dans l'économie n'est plus à prouver et le nombre d'utilisateurs et de domaines faisant appel à cette dernière ne cessent d'augmenter du jour au lendemain. C'est pourquoi, la normalisation dans ce domaine est devenue actuellement un impératif de développement. (BENALI, 1998).

À travers cette étude, nous allons, brièvement, présenter les travaux de normalisation des formats d'échange de l'information géographique numérique à savoir : Le travail des Français avec la norme EDIGéo, celui des Américains avec la norme SDTS, celui des Canadiens avec la norme SAIF, celui de la communauté Européenne au sein du CEN/TC287 et en fin celui de l'organisation internationale de la normalisation (ISO) avec les travaux menés au sein du comité technique TC211. Ceci d'une part, et d'autre part nous entamerons une étude relative au développement de ce marché au Maroc.

2 – La norme EDIGéo

La norme EDIGéo (Échange de Données numériques dans le Domaine de l'Information Géographique) a été élaborée par le Conseil National de l'Information Géographique (CNIG). Elle est issue de DIGEST : "Digital Information Geographic Exchange Standards", qui est un format d'échange militaire de l'OTAN (Organisation du Traité de l'Atlantique Nord) et de quelques pays observateurs. (Afnor, 1992).

Les objectifs escomptés à travers cette norme sont :

- l'optimisation de l'efficacité et du volume des échanges de données géographiques numériques,
- la réduction au strict minimum du coût de ces échanges,
- l'indépendance des systèmes d'informations géographiques.

2.1 – Le modèle conceptuel des données

Le modèle de structure de données adopté par la norme EDIGéo est un modèle de type topologique. Ce modèle permet d'assurer une cohérence formelle pour la composition

IAV HASSAN II – Rabat

El-Ayachi est enseignant-chercheur au département Topographie et Géodésie.
Benali et Biar sont ingénieurs, lauréats de la section Topographie.

des objets et leur représentation géographique. Il offre entre autres, la possibilité de déduire de manière rigoureuse des formalismes de passage vers d'autres modèles conceptuels. Les données géographiques sont structurées selon :

- un modèle conceptuel des données de type vecteur : modèle topologique, en réseau et spaghetti.
- un modèle conceptuel des données de type matriciel.

L'échange EDIGéo peut se schématiser par trois phases :

1. La phase conceptuelle : une première phase consistant à procéder à la transposition entre les modèles conceptuels des données : du système émetteur (récepteur) et de celui de la norme EDIGéo.
2. La deuxième phase portant sur la création des lots et donc la constitution de méta fichiers EDIGéo.
3. La troisième phase qui assure l'implantation des lots de données EDIGéo sur un générateur de fichiers choisi par l'utilisateur.

2.2 – L'organisation générale d'un échange EDIGéo

L'organisation d'un échange EDIGéo est telle qu'il existe toujours un et un seul lot de données générales de la transmission et un ou plusieurs lot(s) de données géographiques par échange. Le lot de données géographiques est organisé comme suit :

- un lot de données géographiques contenant des ensembles;
- un ensemble contient un ou plusieurs sous-ensembles;
- un sous-ensemble est constitué par un ou plusieurs descripteurs;
- un descripteur contient des paramètres qui sont :
 - le type pour spécifier le descripteur
 - l'identificateur pour individualiser le descripteur dans son type.
 - les données proprement dites.

Le lot de données générales de la transmission ne contient que des descripteurs. La figure suivante illustre bien cette organisation.

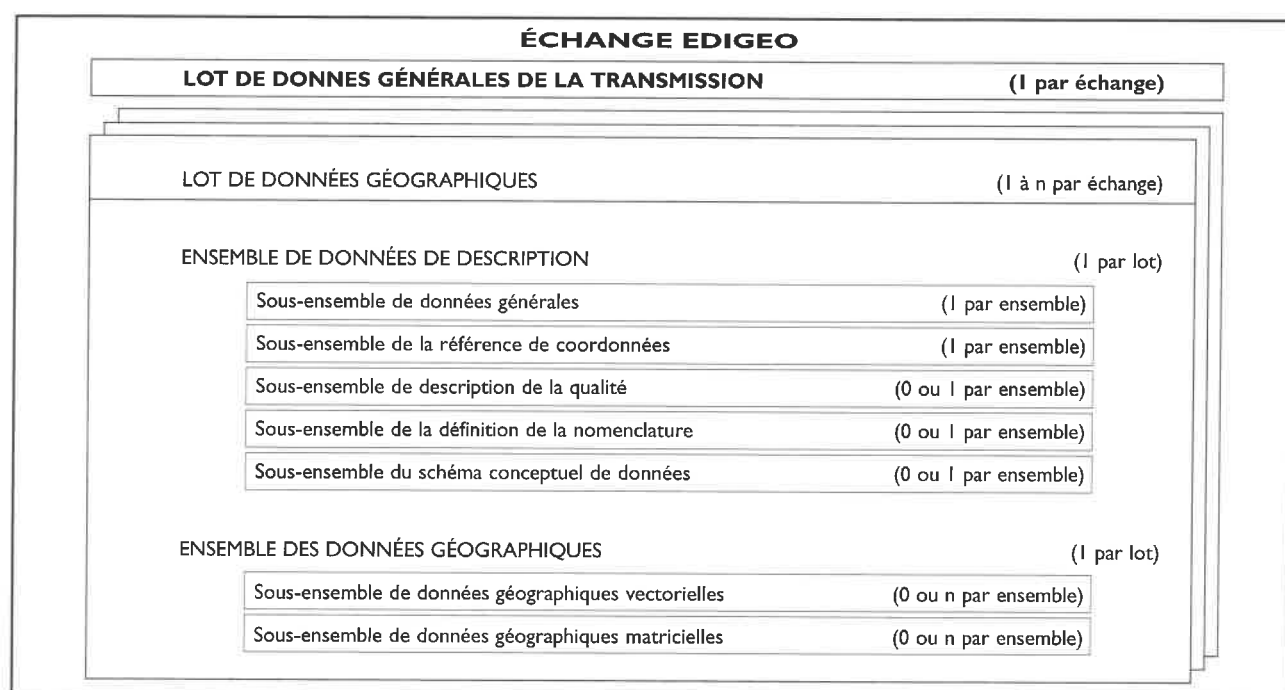


Figure n° 1 : Organisation générale d'un échange EDIGéo (Source : Afnor Z13-150, 1992)

3 – La norme SDTS

La norme SDTS (Spatial Data Transfer Standard) est définie comme étant un moyen de transfert des données spatiales entre systèmes informatiques avec la prétention d'aucune perte d'information. Les données spatiales, attributs, géoréférencement, la qualité des données, le dictionnaire de données et autres méta données sont inclus dans le transfert. La norme SDTS fournit une solution aux problèmes de transfert des données spatiales du niveau conceptuel aux détails codés dans un fichier physique. Le transfert implique la modélisation du concept de données spatiales, de structures des données, et de structures de fichiers physiques et logiques. SDTS assimile tous ces aspects pour les deux structures de données vectoriel et matriciel (Richard, 1997).

3.1 – Spécification de base de SDTS

La spécification de base de SDTS décrit le modèle conceptuel et les spécifications détaillées pour le contenu, la structure et le format pour l'échange des données spatiales. Le transfert

des données est basé sur un modèle conceptuel qui définit les caractéristiques des objets, simples ou globaux, constituant les blocs pour la représentation numérique des données spatiales. Le modèle définit en même temps la géométrie et les relations spatiales (topologie). Le transfert de données par la norme SDTS inclut un format logique des données. Ce format définit le contenu et une série de modules dont chacun contient un type spécifique d'information pour le transfert SDTS de données. On distingue cinq principaux modules en lesquelles un total de 34 modules individuels SDTS sont groupés :

1. le module global : référentiel spatial et dictionnaire de données,
2. le module de la qualité : précision de position, des attributs et la consistance logique,
3. le module des objets spatiaux : objets vecteurs, raster et composites;
4. le module des attributs : définition des attributs primaires et secondaires;
5. le module de la représentation graphique : définition des paramètres, symbologie, textes et habillage. (Benali, 1998).

3.2 – Les profils SDTS

L'emploi actuel de la norme SDTS pour l'échange des données est exécuté à travers ses profils. Un profil fournit des règles spécifiques pour appliquer les spécifications de base à un type particulier de données spatiales. Il est conçu pour permettre la mise en œuvre de SDTS avec beaucoup de flexibilité en tenant compte de la variabilité des formats de données des utilisateurs.

Tous les transferts SDTS doivent être codés sous un profil et les utilisateurs ont intérêt à se conformer à un profil existant :

- **profil vecteur** : Ce profil a été développé pour supporter les données géographiques de type vecteur avec géométrie et topologie.
- **profil raster** : Ce profil a été développé pour les données spatiales dont les caractéristiques sont représentées sous forme Raster ou grilles. Il peut contenir des données images, modèles numériques du terrain et n'accepte pas des objets à base vecteur.
- **profil réseau** : utilisé pour l'emploi des données géographiques vecteur avec topologie réseau.
- **profil point** : appelé aussi profile géodésique est conçu pour faciliter l'utilisation des points de contrôle géodésique (Benali T., 1998).

4 – La norme SAIF

La norme SAIF (Spatial Archive and Interchange Format) est un format pour l'archivage et la distribution des données géographiques. Elle a été développée dans le but de devenir un moyen pour partager les données spatiales et spatio-temporelles et faciliter l'interopérabilité des systèmes. Elle a été approuvée comme norme nationale au Canada en 1993. (Benali, 1998).

Les objectifs de bases escomptés par la norme SAIF sont comme suit :

- modéliser et transférer toutes les informations spatiales,
- utiliser tous les types de données raster ou vecteur, à deux ou à trois dimensions,
- répondre à toutes les exigences nécessaires pour la gestion des données,
- elle doit être facile à employer, de coût minimum, facile à entretenir et modifiable en réponse aux besoins d'utilisateurs,
- elle doit être harmonique avec d'autres normes telles que : DIGEST et SDTS.

Les concepts fondamentaux et les spécifications de la norme SAIF sont :

1. **classe** : un type de données qui décrit un groupe d'objets qui partagent les mêmes caractéristiques. Une classe définit une collection unique d'attributs et de méthodes qui la distinguent des autres classes,
2. **objet** : unité de données qui traite un niveau d'abstraction indivisible, c'est une instance d'une classe,
3. **objet géographique** : c'est un phénomène du monde réel lié à une position dans l'espace, dans le temps ou dans les deux,
4. **objet spatial** : c'est la représentation d'une zone, deux aspects sont à retenir : la géométrie et la référence spatiale,
5. **annotation** : comprend entièrement du texte et/ou des symboles qui peuvent être référencés spatialement (toponymie).

Le modèle de données de la norme SAIF est défini comme un ensemble de concepts et de règles de composition utilisé

pour décrire les types et les relations existantes entre les instances de ces types. Dans un contexte orienté objet un ensemble de règles est applicable : l'héritage, le polymorphisme, l'agrégation et le domaine des attributs.

5 – Le comité technique 287 de normalisation

Le comité européen de normalisation est une association des organismes nationaux officiels de normalisation des pays de l'union européenne et de la zone de libre échange. En 1989, lors d'un atelier de travail sur l'échange de données localisées, est apparu le grand déficit de mener une normalisation à l'échelon européen quoique des solutions nationales et particulières existaient déjà.

L'idée de créer un comité technique européen de normalisation a émané du Conseil National de l'Information Géographique Français (CNIG) et de l'association française de normalisation (Afnor) et c'est à la fin du mois d'octobre 1991 que le comité européen de normalisation a décidé de créer un comité technique responsable de la normalisation dans le domaine de l'information géographique CEN/TC287. L'Afnor fut chargée du secrétariat et Monsieur François SALGE fut nommé président de ce comité.

Les membres du comité sont des délégués de 22 pays et des observateurs du Groupe de Travail sur l'Information Géographique Numérique et du comité européen des responsables de la cartographie officielle et de l'Organisation Hydrographique Internationale. (CEN/TC287WG1, 1995).

5.1 - Organisation du comité

Quatre groupes de travail (WG : Work Group) sont responsables des travaux techniques du CEN/287 et cinq équipes de projet (PT : Project Team) sont mises en place afin d'établir effectivement des projets de normes.

Le groupe n° 1 travaille sur la structure normative de l'information géographique. Il définit les méthodes de description des données et les moyens par lesquels elles seront exploitées et consultées.

Le groupe n° 2 est chargé de définir les schémas conceptuels pour la géométrie, la qualité, les méta données et les procédures de développement des schémas d'application.

Le groupe n° 3 définit les schémas de transferts de l'information géographique.

Le groupe n° 4 s'occupe des systèmes de référence localisés pour l'information géographique.

Les travaux des cinq équipes de projets sont contrôlés par les groupes de travail. (Benali, 1998).

6 – Le comité technique ISO/TC211

Ce comité a été créé en 1994 pour desservir la communauté internationale des utilisateurs des normes relatives à l'information géographique. Les travaux du comité ISO/TC211, visent à établir un ensemble structuré de normes relatives à l'information sur des objets ou des phénomènes qui sont associés directement ou indirectement à une localisation terrestre. Ses travaux devront aboutir à la fin à une norme ayant le numéro (ISO/TC211 WG1, 1997) : 15046 constituée de 20 projets : (cf. tableau page suivante).

Actuellement le comité ISO/TC211, entretient des relations avec les organisations suivantes :

- Bureau International Hydrographique IHB;

Norme 15046 : Information	Géographique/Géomatique
Projet 01 : Modèle de référence	Projet 11 : systèmes de référence géodésique
Projet 02 : Généralités	Projet 12 : Systèmes de référence indirecte
Projet 03 : Schéma de langage conceptuel	Projet 13 : Qualité
Projet 04 : Terminologie	Projet 14 : Procédure d'évaluation de la qualité
Projet 05 : conformité et contrôle	Projet 15 : Méta données
Projet 06 : Profils	Projet 16 : Services de positionnement
Projet 07 : Sous schéma spatial	Projet 17 : Représentation de l'Inf. Géog.
Projet 08 : Sous schéma temporel	Projet 18 : Encodage
Projet 09 : Règles pour le schéma d'application	Projet 19 : Services
Projet 10 : catalogue	Projet 20 : Opérations spatiales.

- Association International de Cartographie ICA;
- Groupe de travail de l'information Géographique Numérique DGIWG;
- Commission économique pour l'Europe des nations unies;
- Fédération International des Géomètres FIG;
- Association Internationale de Géodésie IAG;
- Le comité CEN/TC287;
- "Open Gis Consortium" OGC;
- etc. (Olaf, 1995).

7 – Développement du marché de l'information géographique au Maroc

La nature, la diversité et l'ampleur des informations nécessaires pour réaliser une étude sur le marché de l'information géographique au Maroc ont nécessité une collecte directe des données à travers un questionnaire préalablement établi. L'enquête qui a été faite à presque touché 21 organismes pratiquant dans différents domaines : (cartographie, topographie, télédétection, cadastre, urbanisme) parmi les acteurs et les producteurs de l'information géographique. Après avoir fixé les objectifs escomptés par cette enquête, on a opté pour un questionnaire auto administré pour les avantages qu'il présente.

Deux types de questions ont été formulés : ouvertes et fermées. Dans les questions ouvertes, une latitude a été laissée à l'enquête pour répondre; par contre dans celles fermées; différentes réponses éventuelles ont été offertes. Par la suite le questionnaire de l'enquête a fait l'objet d'une validation par des professionnels dans le domaine y compris les professeurs des sciences géodésiques.

7.1- Questionnaire de L'enquête

Ce questionnaire élaboré est réalisé en quatre parties :

A – Identification :

- 1- votre organisme est-il public ou privé?
- 2- quelle est le domaine d'activité de votre organisme?

B – Aspect technique :

- 2- Votre organisme est-il utilisateur, producteur ou utilisateur-producteur de l'information géographique?
- 3- Cette information géographique est-elle graphique ou numérique?

- 4- Quel est le type de l'information géographique utilisée par votre organisme (cadastrale, urbaine, routière, etc.)?
- 5- Quelles sont les sources de vos données?
- 6- Pour gérer vos données, vous utilisez un SIG, un SGBD, un logiciel CAO ou un produit développé par vous-même?
- 7- Quel est le modèle de structure de données utilisé par votre organisme : vecteur/image?
- 8- S'il s'agit du mode vecteur quel est le type de ce modèle (topologie, réseau, etc.)?

C – Aspect économique et juridique :

- 10- Votre organisme commercialise-t-il de l'information géographique?
- 11- Sous quelle forme commercialisez-vous cette information?
- 12- Comment évaluez-vous le prix de cette information?
- 13- Est ce que vous connaissez le cadre juridique dans lequel s'intègre l'information géographique?
- 14- Jugez-vous que ces textes sont capables de protéger le producteur et l'utilisateur de l'information géographique?

D – Problèmes liés à l'échange de données

- 15- Effectuez vous un échange de données?
- 16- Quel est le format que vous utilisez le plus?
- 17- Quelle opération d'échange effectuez-vous : import/export?
- 18- Si vous effectuez un échange, est ce que vous utilisez une nomenclature standard ou des interfaces de conversion?
- 19- Quelles sont les formes de l'information géographique que votre organisme propose?
- 20- Par quel moyen s'effectue cet échange : réseau, ligne spécialisée, support informatique ou support graphique?
- 21- Comment s'effectue cet échange?
- 22- Si l'échange se fait par le biais d'interfaces, avez-vous opté pour l'achat ou pour le développement?
- 23- Quelles sont les difficultés rencontrées lors de cette phase (achat ou développement)?
- 24- Est ce qu'un standard d'échange vous semble nécessaire ou non?
- 25- Est ce que vous êtes au courant des normes relatives à l'échange de l'information géographique, si oui lesquelles?
- 26- Vos données sont elles actualisées?
- 27- comment jugez-vous la qualité de vos données?

28- A votre avis quels sont les problèmes qui entravent le développement du marché de l'information géographique au Maroc ?

7.2 – Interprétation des résultats

D'après les résultats collectés auprès des enquêtés nous remarquons que :

- 72 % de L'information géographique au Maroc relève en général de la sphère publique,
- 100 % des organismes sont des utilisateurs-producteurs des données géographiques,
- La numérisation constitue la principale source d'acquisition des informations géographiques : 95 %,
- La représentation des données en mode :
 - Vecteur topologique est de 67 %;
 - Vecteur simple est de 71 %,
 - Vecteur spaghetti est de 10 %,
- Les formats les plus utilisés sont les DXF : 67 %
- 90 % des organismes jugent nécessaire l'existence d'une norme d'échange de données au Maroc.
- 38 % des organismes commercialisent l'information géographique sous formes graphiques.
- 29 % des interrogés connaissent le cadre juridique de l'information géographique.
- 38 % des organismes connaissent des normes existantes à l'étranger.

À la lumière de ces résultats, on peut dire que la normalisation dans le domaine de l'information géographique est devenue une nécessité urgente et qui se manifeste de plus en plus chaque jour. Ceci s'illustre par le fait que 95 % des échanges de données se font via des supports informatiques (disquettes, bandes, etc.).

8 – Conclusion

Lors de la réalisation de cette enquête, la majorité des acteurs s'accorde aujourd'hui à reconnaître la réalité et l'importance de la société de l'information. Mais ils sont tous d'accord sur le fait que le manque de coordination entre les différents intéressés est un facteur limitant, et que par la suite la création d'un organisme ou d'un cadre de concertation est la première tâche à opérer. Les acteurs souhaitent en d'autres termes d'établir des bases de données numériques à grandes

échelles (bases de données cadastrales, foncières, topographiques, routières, etc.).

L'ambition d'un organisme de l'information géographique au Maroc est de réunir l'ensemble des acteurs de ce domaine pour créer les conditions les plus favorables au développement de secteur, en harmonie avec ses homologues à l'extérieur. Il devrait entre autre, représenter le Maroc et défendre ses intérêts relatifs à l'échange de l'information géographique, dans les organisations et les manifestations internationales exemple : comité ISO/TC211.

Références bibliographiques

1. Afnor NF 252000, 1999, Échange de données informatisées dans le domaine de l'information géographique EDIGéo, Afnor, Paris.
2. AGI, 1995, GIS Dictionary, A standard comitee publication of the association for Geographic Information, UK.
3. Benali T. & Biar H., 1998, Normalisation dans le domaine de l'information géographique état et enjeux, thèse de troisième cycle, IAV Hassan II, Rabat.
4. CEN/TC287 WG1, 1995, Modèle de référence, <http://www.statkart.no/isotc211/terms287.html>.
5. CNIG, 1995, Proposition du Conseil National de l'Information Géographique de France pour la communauté Européenne, <http://www2.echo.lu/gi/gi2000/fr/cnig/cl.html>.
6. Desabie J., 1996, Théorie et pratique de sondage, Dunod, Paris.
7. Dufor J.-P., 1998, Act du forum de l'AMETOP, IAV Hassan II, Rabat (non publié).
8. ISO/TC211 WG1, 1996, cadre général de normalisation de l'information géographique, <http://www.statkart.no/isotc211/terms211.html>.
9. Mollering H. & Hogan R., 1996, Spatial Database Transfer Standard, 2 : Characteristics for assessing standards in the world, Pergament Edition.
10. Olaf Ostensen, 1995, Géomatique : la cartographie de l'avenir, Bulletin de l'ISO.
11. Richard L. Hogan, 1997, Spatial Data Transfer Standard (SDTS) U.S.A, U.S. Geological survey, USA.
12. Rouet M., 1991, Les données dans les systèmes d'information géographique, Edition Hermès, Paris.

REPertoire DES ANNONCEURS - N° 82

SIGU.....	1 ^{re} de couv.
SETAM INFORMATIQUE..	2 ^e de couv.
GEOMEDIA.....	3 ^e de couv.
TopoCenter.....	4 ^e de couv.

AERIAL.....	36
AEROSCAN.....	36
ECOLE CHEZ SOI.....	96
ENSG.....	80
ESRI.....	58
HITACHI SOFTWARE.....	95
LEICA.....	4

MAPTEK.....	36
MERCI FRANCE MAP.....	64
NEWBY.....	42
NIKON.....	2
ORTECH.....	97
PENTAX.....	1
POSEA.....	39
REIS.....	42
SPECTRA PRECISION.....	6
STÖLZEL.....	42
TRIMBLE.....	77
ZI IMAGINE.....	8

JAPON

surveillance tectonique

par GPS

s p é c i a l



J A P O N

par Gilbert FERHAT

Enseignant-chercheur à l'ENSAIS - Topographie

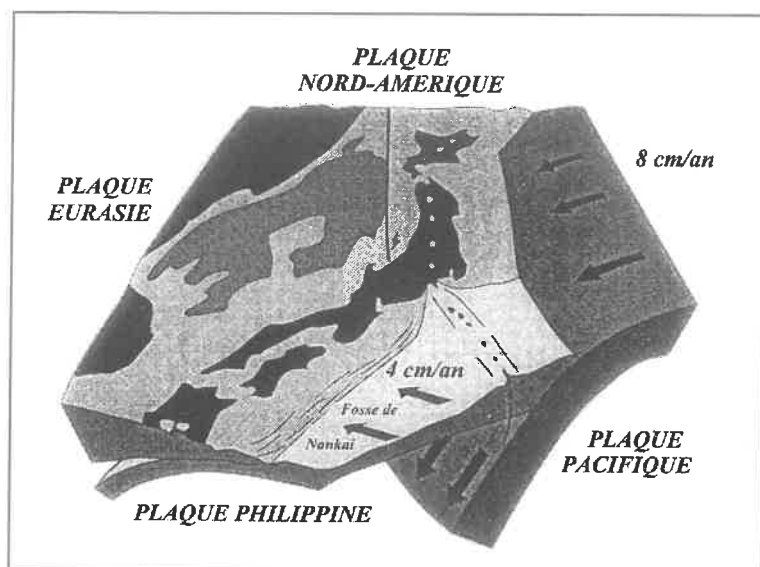


Fig. 1 - La tectonique du Japon (d'après Jolivet, 1995)

Introduction

Le Japon est connu pour sa cuisine (les fameux *sushi*, *suki-yaki* et *sashimi* — plats de poissons crus —), ses combats de sumos (le sport national japonais) et ses nombreux temples, jardins et cerisiers en fleurs (*sakura*). À côté de ses curiosités nationales, l'archipel nippon est aussi connu pour ses hautes technologies, mais encore pour ses cataclysmes et désastres naturels (tremblements de terre, éruptions volcaniques, glissements de terrain, cyclones, *tsunamis* ou raz de marée). Le Japon subit plus de cinq mille secousses sismiques par an, dont certaines sont très destructrices comme celle Kobe en 1995. Par ailleurs, on recense plus de 250 volcans, le plus connu étant le mont Fuji, qui culmine à 3776 m. et une trentaine sont encore en activité.

Le Japon, fortement industrialisé est à la pointe dans de nombreux domaines et notamment en géodésie par GPS. En octobre 1999, un symposium sur le GPS a en effet été organisé à

Tsukuba, ville située à 50 km de Tokyo. Cette rencontre intitulée GPS'99 était un symposium international sur le GPS avec des applications en sciences de la Terre et son interaction avec les autres techniques de géodésie spatiale.

L'article décrit quelques projets de géodésie auxquels l'auteur a participé au cours d'un séjour de recherche d'environ un an à l'institut de recherche sur les tremblements de terre de l'Université de Tokyo et au cours du symposium GPS'99.

Les activités en géodésie au Japon

L'activité GPS au niveau national peut se résumer à celle du *Geographical Survey Institute* (l'équivalent de notre IGN) qui a développé un gigantesque réseau GPS comptant à l'heure actuelle plus de 1000 stations GPS permanentes, le tout étant géré à Tsukuba, surnommée la cité de la science. En effet, cette ville regroupe plusieurs universités et 47 laboratoires de recherche d'état (la NASDA : l'agence spatiale japonaise, *Geological Survey Institute*, l'agence météorologique, NIED : l'institut national de recherche en sciences de la Terre et en prévention des désastres, *National Laboratory for High Energy Physics*,...) et de nombreux laboratoires privés.

On peut remarquer la présence au sein même du GSI d'une division dédiée à la recherche sur la déformation de la croûte terrestre (*Crustal Dynamics Department, CDD*). Ainsi les techniques de géodésie sont parfaitement maîtrisées et leur utilisation en géophysique l'est aussi. Si de tels moyens sont mis en œuvre c'est que l'on se trouve dans un pays où le risque sismique est élevé (nombreux séismes destructeurs et population importante). On compte près de 125 millions d'habitants, soit 332 hab/km², soit 8,5 fois la densité moyenne mondiale,

calculée par l'ONU. La population se concentre essentiellement dans les plaines qui ne représentent qu'un faible pourcentage de la surface du pays; la forêt couvrant 68 % de la superficie totale du Japon.

Les réseaux GPS au Japon, vers la naissance du réseau GEONET

Les réseaux régionaux GPS permanents dédiés à des applications scientifiques ont été établis en premier au Japon et en Californie il y a une dizaine d'années. Le CDD a réalisé ses premières campagnes de mesures GPS en 1987. Par la suite dans la zone d'une éruption volcanique sous-marine proche de la baie de Tokyo en 1989, trois sites ont été équipés de récepteurs GPS permanents. La technique GPS a été mise en application par la suite autour du volcan Unzen où des tremblements de terre, plusieurs éruptions et des coulées de laves se sont produites entre 1990 et 1994.

À l'issue de ces expériences GPS concluantes, un nouveau projet de réseau GPS vaste et dense a été proposé. Ce projet fut nommé COSMOS-G2, abréviation de *Continuous Strain Monitoring System with GPS by GSI* — système du GSI de mesure

Interopérabilité

PENSEZ-Y COMME ETANT LA CLE
DE VOS AFFAIRES



DU CANEVAS A
L'IMPLANTATION.

STATIONS TOTALES
TOUTES MARQUES.

GPS.



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

 **Trimble**
ADDING VALUE TO GPS

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

LEPONT
EQUIPEMENTS

Le Pont Equipments
T : 01 31 03 35 05
F : 01 31 93 35 00

Visitez notre site au www.trimble.com

continue de la déformation par GPS (Sagiya et al., 1995). Ce réseau couvre le sud du Kanto et du Tokai, deux régions autour de Tokyo où on attend un très gros tremblement de terre comme celui qui a détruit Tokyo en 1923 et qui a marqué le Japon.

L'élaboration de ce réseau a été conduite entre 1993 et 1994. En octobre 1994, COMOS-G2 est devenu opérationnel. Il consiste en un ensemble de 110 stations et une station de contrôle à Tsukuba. Ce réseau d'un maillage de 10/15 km est destiné à la surveillance si possible temps-réel de la déformation de la croûte associée aux séismes, aux éruptions volcaniques et aux interactions entre les différentes plaques tectoniques entrant en jeu dans la région (figure 1).

Le réseau national opérationnel depuis le 1^{er} octobre 1994 se nomme GRAPES (GPS Regional Array for Precise Surveying/Physical Earth Science). Les premiers résultats furent ceux de la mesure de la déformation cosismique et post-sismique de tremblements de terre (Miyazaki et al., 1996). En mars 1996, les deux réseaux COMOS-G2 et GRAPES ont été regroupés et comprenaient ainsi 610 stations. Le réseau GEONET venait de naître (GPS Earth Observation NETWORK). Un tel nombre de stations nécessite une gestion très particulière et des moyens importants, à cet effet, de nouveaux bâtiments ont été construits afin d'héberger le centre de calcul et de gestion des données GPS.



Fig. 2 - Récepteur GPS permanent monté sur un mât de 5 m (au premier plan) et antenne VLBI (en arrière plan), site de Tsukuba, région de Tokyo, Japon.

La matérialisation des points de ce réseau est réalisée par des piliers d'une hauteur de 5 mètres (figure 2), sauf en zone urbaine dense comme dans la plaine de Tokyo. L'ensemble de Tokyo et de ses villes périphériques — dont Yokohama — compte 30 millions de résidents en 1996, soit près d'un quart de la population totale du Japon ! Ainsi en zone urbaine dense, les antennes GPS sont disposées sur les toits de bâtiments afin d'assurer une bonne visibilité et une absence de masque. Les piliers sont implantés dans des dalles de béton de 2 m sur 2 m et sont censés résister à de vents violents pouvant atteindre 200 km/h. À l'intérieur de ces piliers sont placés les récepteurs de marque Trimble, Ashtech, Leica ou Allan Osborne Assoc., ainsi qu'un système de ventilation et de chauffage. Avec une cadence d'enregistrement de 30 secondes, chaque station génère un lot de données d'1 MB, le déchargement se fait par les lignes téléphoniques et nécessite environ 2 heures pour le transfert complet des données de tout le réseau. L'analyse des

données est réalisée à l'aide du logiciel de recherche Bernese développé à l'Université de Berne. D'autres logiciels de recherche sont installés et sont dédiés à des analyses spécifiques de jeux de données GPS (logiciels GAMIT, GIPSY). Pour la stratégie de ce calcul, le réseau est découpé en blocs d'une vingtaine de stations chacun. Deux calculs sont faits l'un avec les éphémérides radiodiffusées, l'autre avec les éphémérides précises de l'IGS (obtenues avec un délai de 15 jours). La précision optimale obtenue est de 10^{-8} (Miyazaki et al. 1998). Le stockage des données brutes et des principaux résultats (lignes des bases,...) est réalisé sur des disques optiques de 120 GB.

Il faut environ 8 à 10 heures de calcul pour traiter le lot de données des 1 000 stations à l'aide de sept serveurs HP-9000. Chaque machine possède 4 CPUs et 1 GB de mémoire. Depuis 1996, ce réseau a fortement évolué et comprend à l'heure actuelle 1 065 stations. L'analyse de ce lot de données a permis de constater quelques déficiences, notamment sur la stabilité de quelques stations et sur le mode de calcul à adopter (un biais vertical sur tout le réseau a été mis en évidence par Hatanaka et al., 1999) mais cette analyse a aussi permis de montrer clairement la déformation tectonique horizontale sur tout l'archipel du Japon, c'est-à-dire sur un pays de plus de 2200 km d'extension nord-sud (figure 3). À côté de ces opérations GPS gigantesques, les techniques traditionnelles ne sont pas mises aux oubliettes, ainsi la surveillance des déplacements verticaux est effectuée régulièrement par nivellement de précision (une à plusieurs fois par an).

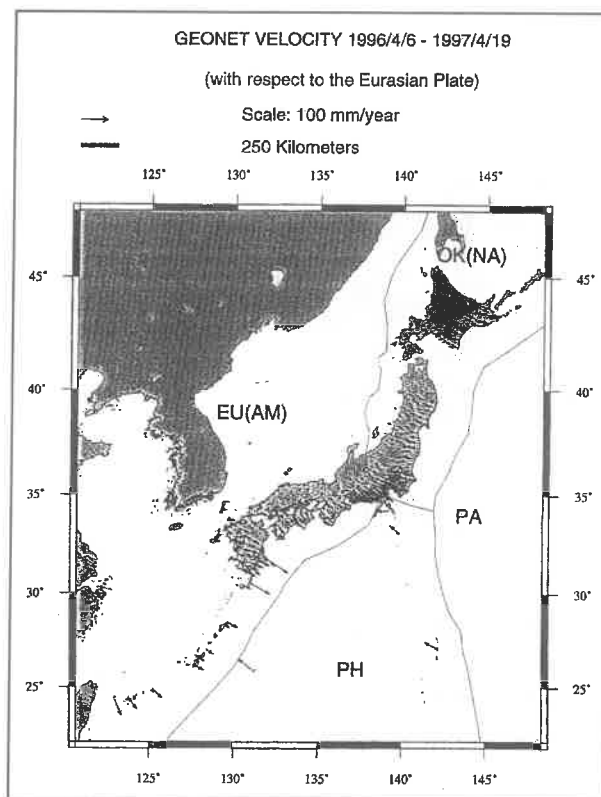


Fig. 3 - le réseau GPS du GSI. Les flèches représentent les vecteurs vitesse déduits sur la période avril 1996 - avril 1997 (Miyazaki et al., 1996)

Les travaux des universités japonaises, exemple de l'ERI

Les travaux nationaux sont, comme nous l'avons vu, titanesques, mais ce n'est pas tout, la plupart des universités ont mis en place leur propre réseau GPS à une échelle plus fine pour cartographier la déformation encore plus précisément.

C'est le genre d'études que mène l'ERI, the Earthquake Research Institute, Institut de recherche sur les tremblements de terre de l'Université de Tokyo. L'ERI s'intéresse plus particulièrement à la région qui entoure Tokyo. Deux études originales seront décrites dans la suite.

Ainsi, l'ERI a mis en place un réseau GPS d'observation continue autour de la région d'Izu. Cette région située à quelques kilomètres de Tokyo est le siège de mouvements tectoniques particuliers. En effet les baies proches de Tokyo sont le siège de remontées magmatiques (il y a eu une éruption volcanique sous-marine en 1989). L'idée ici est de cartographier le plus clairement possible les déplacements dus à l'activité sismique faible en essais observée et de remonter aux mécanismes géophysiques qui en sont la cause. Les chercheurs japonais ont montré que les petits séismes observés correspondaient à des remontées de magmas.

À l'ERI, j'ai été amené à m'intéresser à la mesure de la déformation tectonique de la région de Kanto-Tokai, sur le siècle dernier en utilisant des mesures géodésiques. La zone étudiée est située autour de Tokyo. Elle se compose de la région du Tokai, du Kanto et de la péninsule d'Izu (figure 4). Cette région occupe une position particulière dans les processus tectoniques de l'archipel japonais parce que différentes plaques tectoniques interagissent entre elles : la plaque Pacifique, la plaque océanique philippine et la plaque eurasiennne. La plaque océanique philippine passe sous l'Eurasie à environ 4 cm/an dans la direction NW, le plaque Pacifique passe sous des îles du Japon à un taux de 8 cm/an vers l'Ouest (figure 1).

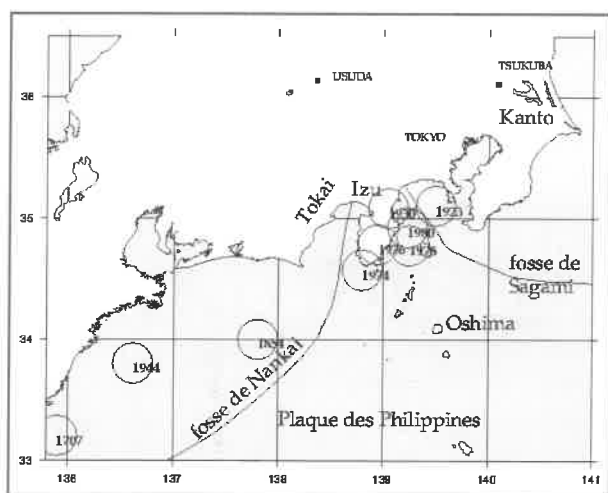


Fig. 4 - Schéma tectonique de la région de Tokyo et principaux séismes représentés par des cercles

J'ai analysé deux types de données géodésiques réalisées sur des sites mesurés au moins deux fois par triangulation ou GPS. Dans le Kanto, le GSI a installé depuis 1994 un réseau de GPS (environ 110 sites), comme ce réseau est énorme, j'ai choisi 17 sites GPS couvrant le Tokai-Kanto et la péninsule d'Izu et également 6 stations permanentes GPS du service international GPS. Les données GPS offrent une image précise de déformation mais ne donnent cependant pas l'évolution à long terme du processus tectonique, c'est pourquoi d'autres types de données géodésiques sont exigés. GSI a exécuté de nombreuses campagnes de triangulation et de trilatération durant le siècle dernier. Ces triangulations ont été réalisées en 1885, 1894, 1924, 1925, 1931, 1956, 1961 et 1973 sur 21 sites géodésiques.

En utilisant les triangulations de 1885-1984 et de 1924-1925-1931, nous pouvons tracer la déformation co-sismique due au grand tremblement de terre de Kanto en 1923 (magnitude 8) et au tremblement de terre de Kita-Izu en 1930

(magnitude 7 dans la péninsule d'Izu). Ainsi, on en déduit un déplacement horizontal d'environ 2 ou 3 mètres pour 7 sites relativement à deux sites (situés près de Tsukuba) considérés fixes dans l'inversion.

L'analyse des données GPS de 1994 en utilisant le logiciel de GAMIT/GLOBK m'a permis de montrer que (1) la convergence des plaques tectoniques se produit à une vitesse moyenne d'environ 2 cm/an relativement à la plaque eurasiennne, (2) les sites situés à l'est Tokyo se déplacent vers l'est, direction correspondant à celle de la subduction de la plaque pacifique sous le Japon (3) les sites situés au sud-ouest de Tokyo se déplacent vers le NW, direction de la subduction de la plaque philippine sous le Japon, (4) le comportement est chaotique pour les sites situés dans la péninsule Izu et les îles autour d'Oshima (Ferhat et Kato, 1999).

Quelques mots sur le symposium GPS'99

Cette rencontre internationale a été l'occasion de voir les développements récents de nombreuses équipes. On a évidemment pu observer la forte présence des Japonais, d'asiatiques (Chine, Corée, Hong-Kong,...), européennes,... Quelques Français ont participé au symposium (Polynésie Française, LAREG-Marne la vallée, Géosciences/Azur-Nice, GRGS-Toulouse et ENSAIS-Strasbourg). Tous les continents étaient représentés, mais avec un nombre moins important de personnes venant d'Afrique. Par ailleurs, en raison du récent tremblement de terre en Turquie du 17 août 1999 de magnitude 6.7, des chercheurs turcs étaient là pour présenter des résultats sur ce séisme.

Le symposium était organisé en 14 sessions abordant de nombreux thèmes comme les réseaux GPS permanents, la météorologie utilisant le GPS, la déformation tectonique dans la région du Pacifique et de l'Asie, la tectonique de plaques globale ou régionale, le traitement des données GPS,...

De nombreux résultats et projets ont vu le jour grâce à l'ensemble ou une partie du réseau GEONET véritable élément moteur en tant que jeu de données couvrant des échelles temporelles (depuis 1996) et spatiales très grandes.

Outre les résultats géophysiques, ce colloque fut aussi l'occasion de voir des applications plus pratiques et relativement innovantes. Ces applications sont issues de projets visant à mettre au point des systèmes de mesures de la déformation et cela en temps quasi-réel, avec pour objectif final la mise en place de système d'alarme et d'alerte en cas de glissement de terrain en particulier.

Ainsi, le système LAMOS (LAndslide MONitoring System, Petrovski et al., 1999) est un système de surveillance de glissement de terrain. Ce dernier met en œuvre trois ensembles de 4 antennes GPS, chaque antenne transmet ses données par l'intermédiaire de câble optique de 1000 m. à une station de contrôle qui analyse et traite les données.

Ce genre de thèmes va dans le sens de ceux que l'on a pu voir au cours du 9e colloque technique de la FIG sous groupe 6C, organisé en septembre 1999 en Pologne. FIG9 était axé sur la mesure de la déformation avec une interaction entre le monde de la métrologie et celui du génie civil, de la géotechnique.

De plus, on a pu découvrir une utilisation originale du GPS comme sismomètre. Il s'agit tout simplement d'un récepteur GPS enregistrant à cadence très élevée (20 Hz) les déplacements rapides du sol comme le ferait un sismomètre. L'expérience décrite consiste à monter sur le toit d'un camion-vibreux (qui sert à reproduire les vibrations engendrées par un

séisme) une antenne GPS et de disposer d'une autre antenne GPS plus loin, pour faire du positionnement relatif.

Conclusion

Cet aperçu sur les travaux au Japon n'est évidemment pas exhaustif. Les plus curieux pourront consulter les sites Web donnés en référence.

Par ce court article, on a vu que le Japon en matière d'activité GPS n'a rien à envier à d'autres pays. Le risque sismique étant très élevé, de nombreuses innovations aussi bien dans les domaines qui nous concernent (la géodésie) que dans le génie civil (constructions parasismiques) ont vu le jour. Souhaitons-lui et souhaitons-nous bonne année en japonais : *Akémashité omédeto gozaimasu*.

Quelques références

Pour plus d'informations sur GPS'99, consultez le site : <http://www.soc.nacsi.ac.jp/geodsoc/gpssymp/>, sur le GSI : <http://www.gsi-mc.go.jp/>, sur le volcan Unzen <http://volcano.und.nodak.edu/vwdoc/volc-images/img-unzen2.html>

Ferhat, G., 2000, La tectonique du Japon vue par les mesures géodésiques, revue des Arts et Industries, Strasbourg, 6pp., en cours d'impression.

Ferhat, G. & T. Kato, 1999, Coseismic and interseismic tectonic deformation in the Kanto-Tokai region, *The International Symposium on GPS- Application to Earth Sciences and Interaction with Other Space Geodetic Techniques GPS'99*, Tsukuba, Japan, October 18-22.

Hatanaka, Y., M. Sawada, A. Horita & M. Kusaka, 1999, Calibration of antenna-radome-multipath effects of GEONET, part I : measurement of phase characteristics *The International*

Symposium on GPS- Application to Earth Sciences and Interaction with Other Space Geodetic Techniques GPS'99, Tsukuba, Japan, October 18-22.

Miyazaki S., H. Tsuji, Y. Hatanaka, Y. Abe, A. Yosimura, K. Kamada, K. Kobayashi, H. Morishita & Y. Imura, 1996, Establishment of the Nationwide GPS Array (GRAPES) and its initial results on the crustal deformation of Japan, *Bulletin of Geographical Institute*, Vol. 42, 27 - 41.

Miyazaki S., Y. Hatanaka, T. Tada & T. Sagiya, 1998, The nationwide GPS array as an Earth Observation System, *Bulletin of Geographical Institute*, Vol. 44.

Petrovski, I., S. Kawaguchi, H. Torimoto, M. Asado, T. Chachin & K. Okano, 1999, LAMOS-BOHSAI : Landslide Monitoring System Based On High-speed Sequential Analysis For Inclination. DX Antenna Co. Ltd, rapport interne.

Sagiya, T., A. Yoshimura, E. Iwata, K. Abe, I. Kimura, K. Uemura & T. Tada, 1995, Establishment of permanent GPS observations network and crustal deformation monitoring in the Southern Kanto and Tokai areas, *Bulletin of Geographical Institute*, Vol. 41, 105 - 118.

Remerciements

L'auteur tient à remercier le Professeur T. Kato de l'institut de recherche sur les tremblements de terre de l'université de Tokyo, ainsi que Dr Miyazaki et Dr Sagiya du GSI. Cette étude n'aurait pu être réalisée sans la bourse du gouvernement japonais, un grand merci au *Japanese Society of Promotion of Science* et au GSI qui m'a fourni gracieusement les données GPS et de triangulation de la région du Tokai-Kanto.

ENSAIS - 24 boulevard de la Victoire - 67084 Strasbourg.

E-mail : gilbert.ferhat@ensais.u-strasbg.fr

[http://www-ensais.u-strasbg.fr/filière Topographie](http://www-ensais.u-strasbg.fr/filière%20Topographie)

SIG - CONCEPTS ET APPLICATIONS PRATIQUES
du 2 au 3 mars 2000
3 000 F - 457,35 €

UTILISATION DES SYSTÈMES DE COORDONNÉES DANS LES SIG
du 6 au 7 mars 2000
3 400 F - 518,33 €

INTÉGRATION DES DONNÉES GPS DANS LES SIG
le 9 mars 2000
1 800 F - 274,41 €

PRATIQUE DU GPS EN GÉODÉSIE ET TOPOMÉTRIE
du 13 au 17 mars 2000
9 000 F - 1 372,04 €

RÉSEAUX GPS PERMANENTS L'IGS ET LE RGP
le 28 mars 2000
1 500 F - 228,67 €

ÉCOLE NATIONALE DES SCIENCES GÉOGRAPHIQUES

Nous formons vos équipes dans les techniques de l'information géographique



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 : Cfpe@ensg.ign.fr
Internet : <http://www.ensg.ign.fr>

BPE - ENSG / IGN

CHGEO98 le nouveau géoïde de la Suisse

Urs Marti

Réalisé ces dernières années, le géoïde et le quasi-géoïde de la Suisse ont été un projet conjoint de l'école polytechnique fédérale (ETH Zürich), de l'office Fédéral de topographie (S + T, SWISSTOPO) et de l'université de Berne (AIUB). Le but de ce projet était de déterminer une référence de haute précision pour les déterminations d'altitude au GPS et de constituer une base pour le nouveau réseau national altimétrique (RNA95).

Le calcul a été effectué à partir d'environ 600 mesures de déviation de la verticale, de 70 stations nivellement/GPS et de 2000 mesures gravimétriques. Les observations ont été réduites à l'aide d'un modèle numérique de terrain (MNT) et d'informations relatives à la densité géologique. Les résidus ont été interpolés par la méthode des moindres carrés et le géoïde et le quasi-géoïde ont été obtenus par addition des influences des modèles de masse.

La solution CHGEO98 a été achevée en 1998 et elle n'inclut que les déviations, les mesures nivellement/GPS et une partie des mesures gravimétriques, du fait que la plupart des mesures gravimétriques doit encore être validée.

La précision de CHGEO98 est de l'ordre de 3 cm dans les zones de plaines et de l'ordre de 5 cm dans les Alpes, ceci pour l'ensemble du territoire. Elle peut être vérifiée par une comparaison avec le quasi-géoïde Européen EGG97.

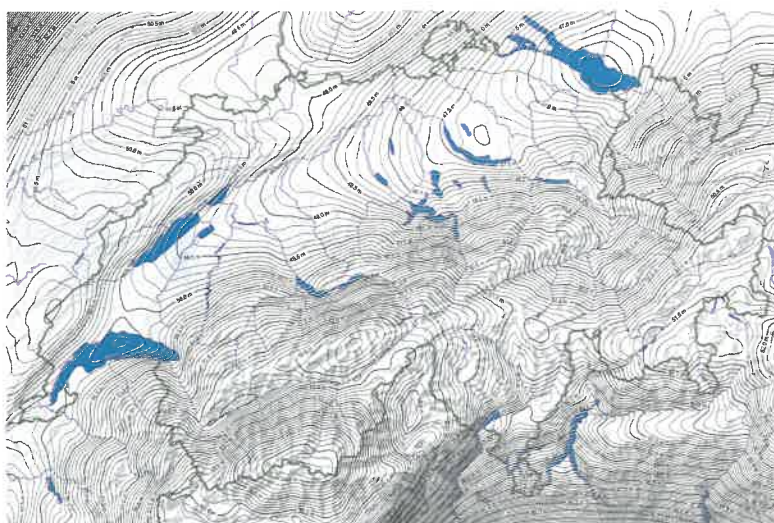
Le GPS permet aujourd'hui de déterminer des différences de coordonnées entre stations largement espacées avec une précision relative de 10^{-7} à 10^{-9} . Ceci ne vaut néanmoins que pour les composantes horizontales et ne s'applique pas aux altitudes. Ce dernier point résulte en partie de l'asymétrie des mesures (pas de satellites disponibles au-dessous de l'horizon) et des effets de la réfraction troposphérique. Le principal problème découle du fait que les altitudes dérivées au GPS se réfèrent à l'ellipsoïde, et non au géoïde, comme c'est en général le cas dans les levés terrestres. Les différences peuvent atteindre jusqu'à 100 mètres à

l'échelle du globe, et même dans un cadre régional comme celui des Alpes, les différences dépassent 10 mètres. L'objectif de cette contribution est de déterminer le géoïde et le quasi-géoïde de la Suisse au niveau du centimètre et de débattre des différentes composantes à prendre en compte dans les calculs d'erreur. Un autre but est d'analyser les exigences relatives à la précision et à la densité des données requises pour obtenir les ondulations géoidales avec ce haut niveau de précision, y compris dans les régions montagneuses telles que les Alpes Suisses.

Les précédentes tentatives de détermination du géoïde de la Suisse ont appliqué la technique de prélèvement-restauration (Elmiger, 1969), la collocation (Gurtner, 1978) et l'application de l'intégrale de Stokes (Geiger, 1990). Les observations astro-géodésiques dans la zone d'Ivrea (Bürki, 1989) ont été utilisées par Marti (1988) pour étudier la possibilité d'obtenir un géoïde de précision centimétrique dans la Suisse méridionale. En Suisse, les premières déterminations de géoïde combinant des jeux de données terrestres et satellitaires ont été entreprises par Wirth (1990). Cette contribution, publiée pour la première fois à la conférence IAG de Budapest en mars 1998, représente la continuation de ces efforts.

Pour incorporer les déviations de la verticale, les anomalies de gravité, les données de nivellement GPS aussi bien que les modèles de masse, nous avons développé un logiciel permettant de calculer :

- les effets gravitationnels des modèles de masse (MNT maillés ou polyèdres irréguliers) en termes de potentiel et de vecteur de gravité,
- la réduction des informations observées sur les champs de gravité pour leurs effets sur les modèles de masse,
- l'interpolation des champs résiduels et le calcul du co-géoïde réduit,
- les prédictions relatives aux déviations de la verticale, aux anomalies de gravité et aux ondulations géoidales pour les points situés entre les points mesurés,



Le géoïde dans ETRF 93

- les calculs d'altitudes dans les différents systèmes altimétriques,
- la transformation du géoïde et du vecteur de gravité dans les différents systèmes de référence.

Les données utilisées

Nous avons pu prendre en compte dans nos calculs environ 600 stations astrogéodésiques avec au minimum une composante de la déviation de la verticale (Fig. 1). La plupart d'entre elles ont été recompilées et ramenées dans un système de référence unique. En général, la précision est de l'ordre de 0.5". Les mesures les plus anciennes remontent au siècle dernier, tandis qu'environ 100 stations ont été observées entre 1990 et 1992, dans le cadre particulier de la nouvelle détermination du géoïde. Après validation par recoupement, 520 stations ont pu être retenues pour le calcul final.

La plupart des stations gravimétriques de la Suisse accessibles au public (et qui sont incluses dans le quasi-géoïde Européen EGG97) résultent des travaux de la commission géophysique de la Suisse (SGPK) pour la carte gravimétrique de la Suisse (Klingelé, Olivier, 1980). Un nouveau projet d'atlas gravimétrique est actuellement mené à bien par le SGPK. Environ 20 000 stations situées en Suisse occidentale devraient être disponibles pour la détermination du géoïde (Fig. 2).

En plus des déviations de la verticale et des données gravimétriques, environ 80 stations GPS reliées aux mailles du nivellement de premier ordre ont été prises en compte en tant qu'ondulations géoidales « observées ». Ces observations font partie du nouveau réseau de base GPS national (MN95) et elles ont été introduites avec une précision de 2 à 5 cm (Fig. 3).

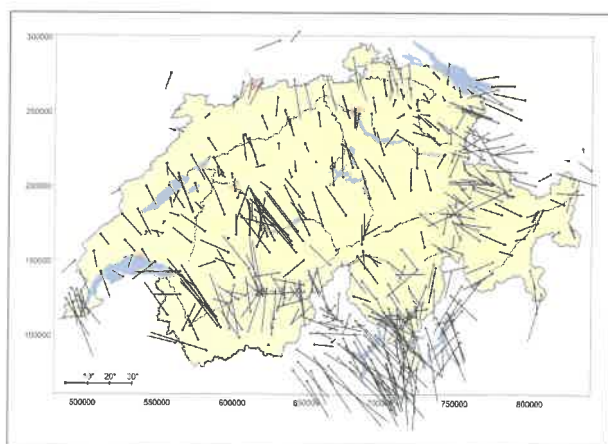


Fig. 1 - Déviations de la verticale observées (stations avec les deux composantes uniquement)

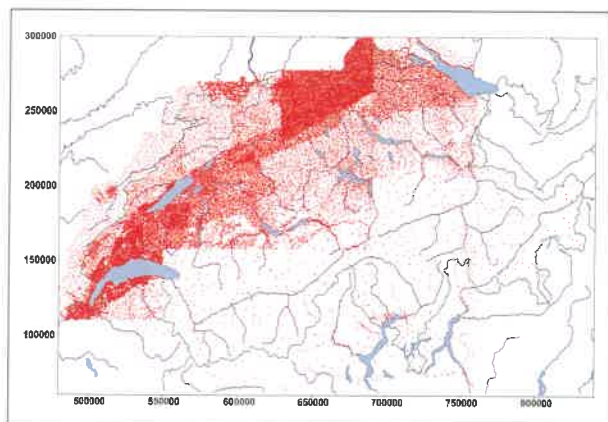


Fig. 2 - Données gravimétriques utilisées pour la détermination du géoïde

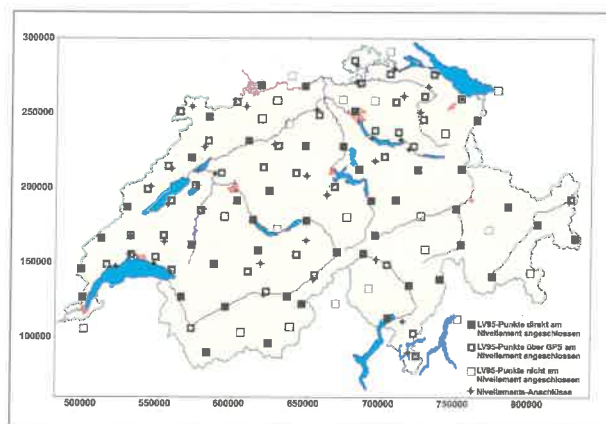


Fig. 3 - Le réseau national GPS MN95 et sa connection au réseau de nivellement de 1^{er} ordre

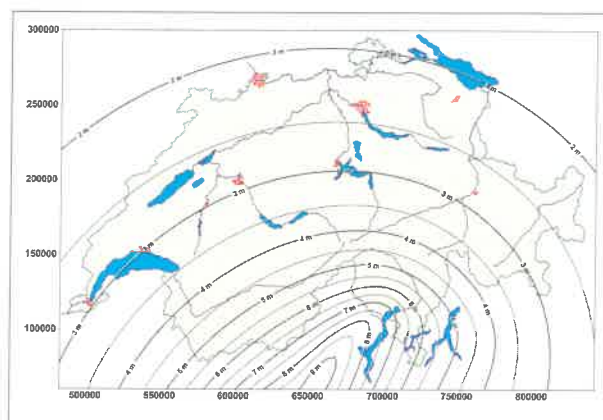


Fig. 4 - Influence de la formation Ivrea sur le géoïde

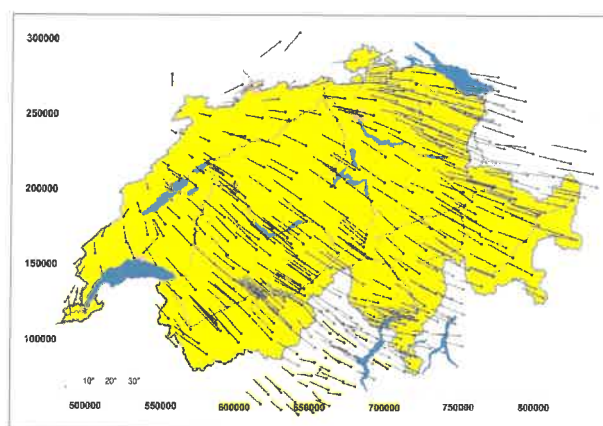


Fig. 5 - Déviations de la verticale après soustraction des effets des modèles de masse

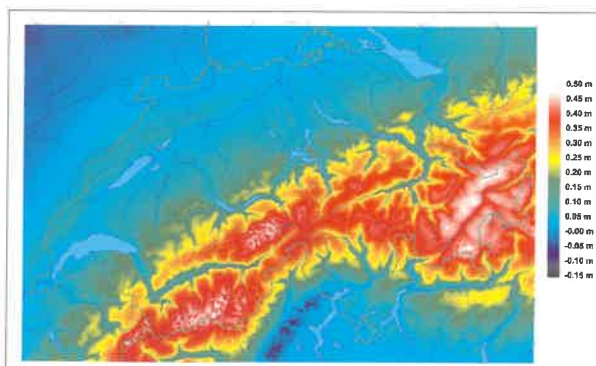


Fig. 6 - Différences entre quasi-géoïde et géoïde CHGEO98

Les modèles de masse de la Suisse

Pour la dérivation des calculs à des zones moins étendues et pour faciliter l'interpolation du champ de gravité, il est nécessaire de modéliser la distribution des masses d'attraction. Le plus important est de disposer d'un modèle numérique de terrain à haute résolution. Mais d'autres modèles, tels que les anomalies de densité à l'intérieur du globe, doivent également être pris en considération.

Modèle Numérique de Terrain

Le modèle numérique de terrain utilisé dans les calculs du géoïde est dérivé de la maille de 25 mètres (MNT25) de l'Office Fédéral de Topographie, qui a été obtenu par une scanne-risation des cartes au 1/25 000.

Afin d'économiser le temps de calcul, des mailles compatibles avec une résolution de 50, 500 et 10 000 mètres ont été dérivées. Dans les régions voisines où les cartes (Suisses) au 1/25 000 ne sont pas disponibles, ces mailles ont été dérivées du jeu de données DTED1 du NIMA (résolution d'origine 3"x3"). En dehors d'une zone d'environ 50 km autour de la Suisse, on a utilisé un MNT global (TUG87, résolution 5"x5") compilé à l'université de Graz.

Une densité de 2,67 g/cm³ a généralement été utilisée pour l'ensemble du MNT, à l'exception des régions où des informations de densitométrie fiables étaient disponibles. Ceci est principalement le cas pour les lacs, les glaciers et les sédiments quaternaires de rivières importantes, de même que pour la zone d'Ivrea et les zones amont de la plaine du Pô.

Pour les calculs, les valeurs des mailles ont été utilisées sous la forme de facettes ou, pour des distances accrues, elles ont été remplacées par des masses linéaires ou ponctuelles. Le tableau 1 montre quel modèle et quelle formule ont été utilisés en fonction des distances.

Comme nous pouvons l'observer, la simplification critique semble être la limite de 50 km entre les MNT à 500 m et à 10 km. Le problème avec cette limite est qu'elle affecte considérablement le temps de calcul des influences de terrain. Et comme avec une valeur de 70 km, l'erreur reste supérieure à 1 cm, il était nécessaire de trouver un compromis entre la précision et le temps de calcul.

Modèles de masse pour l'intérieur du globe

En dehors de la topographie, les effets les plus marquants sur le champ de gravité sont causés par le gradient de densité à la limite de l'écorce terrestre (Moho). En général, ces effets sont pris en compte dans un modèle isostatique, mais dans ce

projet nous avons utilisé une maille de 5 km de la profondeur de Moho. Le contraste de densité qui convenait le mieux pour notre jeu de données était de 0,37 g/cm³. D'autres modèles de densité importants sont constitués par les sédiments de la plaine du Pô, avec une profondeur maximum de 11 km et un contraste de densité maximum de -0,8 g/cm³, et un modèle de la formation Ivrea, dans les Alpes du sud, avec un contraste de densité maximum de 0,4 g/cm³. La figure 4 montre l'effet de la formation Ivrea sur la cote géoïdale comme exemple de l'influence d'un modèle de ce type.

Le calcul du co-géoïde

Après que toutes les observations avaient été réduites en raison des influences des modèles de masse, nous avons obtenu un champ de résidus lissé. À titre d'exemple, nous voyons sur la figure 5 les déviations de la verticale après réduction, qui peuvent être comparées sur la figure 1 aux valeurs observées sur le terrain.

Ces résidus affichent un systématisme qui ne peut pas être expliqué par nos modèles de masse. Ceci provient principalement du choix du système de référence et des masses qui n'ont pas été prises en compte dans nos modèles. Ce systématisme a été réduit au moyen de polynômes harmoniques, en vue de faciliter l'étape suivante d'interpolation des résidus.

L'interpolation des résidus a été réalisée au moyen d'une compensation par les moindres carrés. Un modèle harmonique de Markov du 3^e ordre a été choisi pour la fonction de covariance. Ses paramètres, qui dépendent essentiellement du jeu de données choisi, les modèles de masse utilisés et la fonction de systématisme, ont été déterminés empiriquement.

Les calculs d'essai ont fait apparaître que, avec les seules données astrogéodésiques, le géoïde pouvait être déterminé avec une précision d'environ 4 cm sur l'ensemble du pays. L'introduction des stations de nivellement GPS réduit cette valeur à 2 à 3 cm. En prenant également en compte les données gravimétriques, on obtient localement une meilleure précision, mais le résultat sur l'ensemble du pays est maintenu à environ 2 cm.

Nous avons retenu comme solution finale pour le co-géoïde une combinaison des données astrogéodésiques et des données de nivellement GPS. L'intégration des mesures gravimétriques provoquait des incohérences de plus de 10 cm, et ceci devra faire l'objet d'une étude plus détaillée avant que nous puissions présenter une solution complète combinant l'ensemble des données disponibles.

Le calcul du géoïde et du quasi-géoïde

Le quasi-géoïde est dérivé du co-géoïde en restaurant les effets des modèles de masse à l'altitude du terrain. Le géoïde est obtenu en restaurant ces effets au niveau de la mer. Ces

MNT	Formule	Distance max.	Erreur max. causée par simplification		
			Potentiel	Champs de gravité	Déviation
25 m	facette	100 m	0	0	0
50 m	facette	300 m	0	0,09 mgal	0,02"
50 m	ligne	1 250 m	0	0,01 mgal	0
500 m	facette	5 000 m	0,2 mm	0,18 mgal	0,05"
500 m	ligne	20 000 m	1,0 mm	0,09 mgal	0,02"
500 m	point	50 000 m	3,0 mm	0,03 mgal	0,01"
10 000 m	point	Modèle entier	16,0 mm	0,13 mgal	0,07"
5'	point	Terre entière	?	?	?

MNT et formules utilisés pour la correction de terrain, et erreurs dues à la simplification

deux surfaces de référence ont été calculées dans les systèmes de référence de la Suisse (CH1903, Ellipsoïde de Bessel), et de l'Europe (ETRF93, Ellipsoïde GRS80). À titre d'exemple, le géoïde est représenté en début d'article dans ETRF93.

La figure 6 affiche les différences entre le géoïde et le quasi-géoïde. Elles sont évidemment très corrélées avec la topographie. Alors que les différences sont proches de 0 dans les zones de plaine, elles dépassent 0.5 mètres dans les zones de haute montagne.

Comparaison de la solution avec le quasi-géoïde Européen EGG97

Pour effectuer un contrôle de qualité totalement indépendant, nous avons comparé notre solution avec le quasi-géoïde EGG97, qui a été calculé par l'IfE à Hanovre (Denker et al., 1998). Dans cette comparaison, nous n'avons appliqué ni décalage, ni fonction d'orientation. Nous avons simplement interpolé les valeurs d'EGG97 (résolution 1'x 1.5') sur nos points de réseau. Cette comparaison peut être observée sur la figure 7.

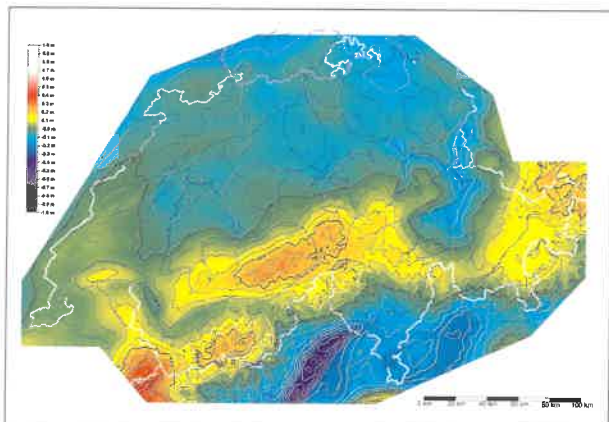


Fig. 7 - Les différences entre le quasi-géoïde européen (EGG97) et le quasi-géoïde suisse

En plaine, les différences sont généralement inférieures à 5 cm. Mais dans le sud-ouest, aux environs de Lausanne et de Genève, elles peuvent atteindre plus de 10 cm. Dans les Alpes, les différences sont généralement inférieures à 10 cm, alors que dans certaines parties de la Suisse centrale ou orientale, elles peuvent dépasser 15 cm.

Cette comparaison de deux solutions complètement indépendantes indique que, dans les zones de plaine, les deux solutions ont une précision de quelques centimètres. Dans les régions montagneuses, nous pouvons assumer que la plus grosse part de ces différences doit être attribuée au quasi-géoïde européen (MNT plus simple, données moins nombreuses), et que notre solution doit avoir une précision d'environ 5 cm, même dans les zones alpines.

Conclusions et perspectives

En résumé, nous pouvons affirmer que nous avons atteint le but de notre projet de déterminer un géoïde avec une précision de quelques centimètres. La preuve principale réside dans la comparaison avec la solution EGG97.

Le géoïde CHGEO98 a été déclaré géoïde officiel de la Suisse en octobre 1998 et il est à présent largement diffusé chez nos clients sous la forme d'un réseau de 1 km ou 0.5'. Il est également intégré dans la plupart des capteurs et logiciels GPS vendus en Suisse. Les premiers résultats indiquent que, dans beaucoup de régions, la précision des transformations entre altitudes GPS et altitudes nivelées s'est accrue notablement. Inclinaisons et décalages ont presque complètement disparu. Mais le bénéfice entier de CHGEO98 ne sera obtenu qu'avec l'introduction d'un système altimétrique strictement orthométrique (RNA95) comme système officiel pour la Suisse.

Office Fédéral de Topographie, Seftigenstrasse 264 — CH-3084

Wabern, Suisse — E-mail : urs.marti@lt.admin.ch

La bibliographie relative à cet article est disponible sous :

www.leica-geosystems.com/Reporter

(Article paru dans « Reporter » n° 43 de nov. 99, magazine de « LEICA-GEOSYSTEMS », et reproduit avec leur aimable autorisation)

VUES AERIENNES METRIQUES

TOUTES ÉCHELLES - TOUTES ÉMULSIONS : POUR TOUTES APPLICATIONS



AU SERVICE DES AMENAGEURS

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

Téléphone : 04.42.60.05.45 • Télécopie : 04.42.24.26.04

installation du réseau différentiel GPS des phares et balises

Duncan Hawksbee
(Trimble Europe)

Dr. Nick Ward
(General Lighthouse Authorities)

Résumé

Au cours des années 90 les pays membres de International Association of Lighthouse Authorities (IALA) ont commencé à mettre en place et à installer des réseaux de stations GPS pour l'émission de corrections différentielles GPS utilisant la bande MF.

En 1997 un appel d'offre pour mettre en place un système gratuit de diffusion des corrections différentielles GPS sur les côtes a été lancé par la direction des phares et balises (General Lighthouse Authorities GLA) du Royaume Uni et de la République d'Irlande. Les pages suivantes décrivent l'équipement et l'installation du système de corrections différentielles GPS MSK au Royaume Uni et en République d'Irlande pendant l'année 1998.

Introduction

Le GLA (General Lighthouse Authorities) du Royaume Uni et de République d'Irlande est organisé en trois bureaux indépendants qui fournissent les aides à la navigation pour les marins naviguant dans les eaux des deux pays. Ces trois autorités sont les suivantes :

- Le THLS (Trinity House Lighthouse Service), qui gère les aides à la navigation pour l'Angleterre et le Pays de Galles.
- Le CIL (Commissioners of Irish Lights), qui gère les aides à la navigation pour l'ensemble de l'Irlande.
- Le NLB (Northern Lighthouse Board) qui gère les aides à la navigation pour l'Écosse et l'Île de Man.

Historiquement les aides à la navigation sont composées des phares, des bateaux phares, du balisage et depuis les années 30 des radiophares maritimes. Le rôle des radiophares était de donner une direction. L'antenne située sur navire tournait jusqu'à trouver un signal nul qui indiquait l'axe de l'émetteur. Deux axes déterminaient un point fixe, un troisième axe permettait de confirmer le point et de donner une indication de qualité. La précision angulaire était de l'ordre de quelques degrés, en fonction de la puissance du signal, de la qualité de l'équipement embarqué et des effets de la terre sur la propagation des ondes. C'était une méthode assez primitive de positionnement par rapport aux standards actuels, mais révolutionnaire à son époque. Par exemple les navires traversant l'Atlantique atterrissaient sur un radiophare plutôt que de faire confiance dans une approche visuelle de la côte.

Depuis l'arrivée des systèmes de positionnement par satellites, les techniques goniométriques ont été abandonnées. Cependant, les émissions de signaux par les radiophares existent toujours. Les radiophares utilisent la bande LF/MF 283.5 – 315 kHz en Europe. La plupart des pays ont des radiophares avec une couverture des principales zones de navigation et souvent une couverture complète de leurs côtes. L'idée d'utiliser les radiophares maritimes pour l'émission de corrections différentielles du système GPS surgit au milieu des années 80. Elle a un certain nombre d'avantages : Les émetteurs sont sous le contrôle de l'administration maritime et ils ont une couverture compatible avec la validité des corrections DGPS. Le concept du réseau de service de stations GPS de référence est illustré Figure 1 :

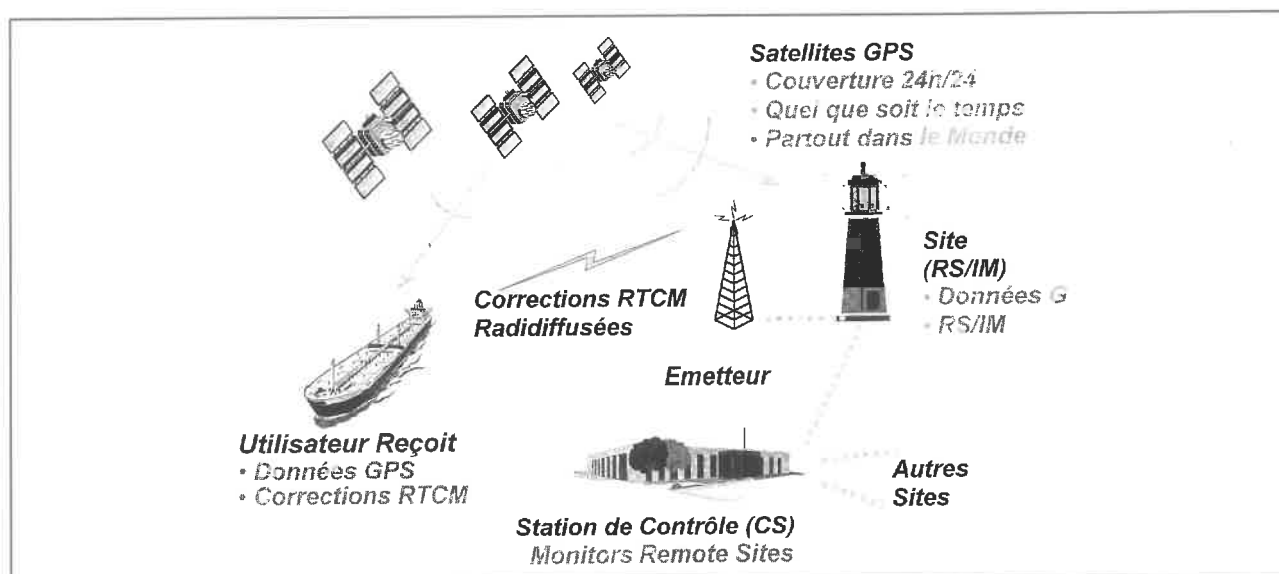


Figure 1- Concept de réseau différentiel de station de référence GPS

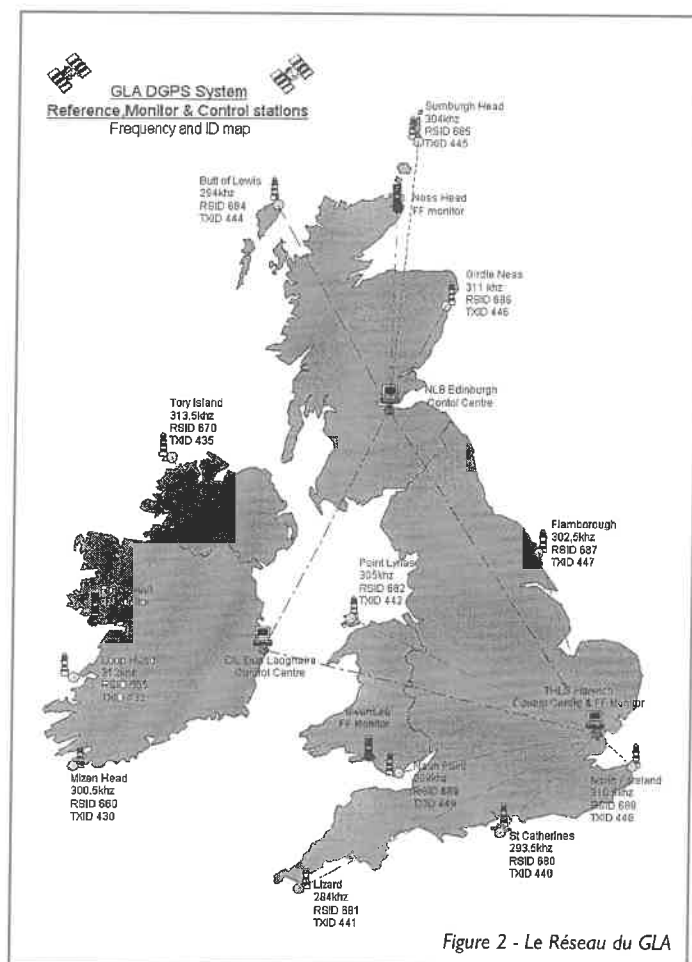


Figure 2 - Le Réseau du GLA

Applications DGPS

Les applications des radiophares DGPS se scindent en deux catégories principales : navigation et positionnement. Les services sont utilisés pour la navigation dans les zones contrôlées, telles que l'archipel Suédois et la Grande Barrière, et aussi pour les zones d'approches et les entrées portuaires. Les applications de positionnement incluent la pose de bouées et les chantiers d'hydrographie. Le système peut aussi être utilisé pour le positionnement dynamique, la pose de câbles, de plates-formes et le dragage.

Dans les applications de navigation la sortie du récepteur DGPS peut être considérée comme l'entrée position d'un Système de Navigation Intégré (INS), d'un Système de Cartographie Électronique (ECS) ou d'un système d'identification automatique (AIS). Dans ces applications, la vérification de l'intégrité des données du système différentiel est particulièrement importante. La précision et la stabilité sont aussi très importantes dans les trois cas. L'INS intègre normalement une fonction de suivi de profil qui nécessite une entrée stable. L'ECS peut être intégré avec un écran radar et un grand nombre d'informations peut dégrader la clarté de l'écran.

Services DGPS au Royaume Uni et en Irlande

Avant 1998 le Royaume Uni et l'Irlande avaient un service de correction différentielle comprenant onze stations de référence. Ce service était assuré par la société Scorpio Marine et géré par la société Differential Technology Limited à Aberdeen. Les stations de référence étaient situées sur les sites des phares et balises et utilisaient les émetteurs des radiophares. Les stations étaient situées à Rhinns of Islay, Nash Point, St

Catherine's Point, Mizen Head, Flamborough Head, North Foreland, et ailleurs. Les corrections différentielles étaient disponibles après souscription d'un abonnement annuel à Scorpio Marine.

Les stations de référence du réseau Scorpio étaient des récepteurs 4000 de première génération. La plupart des pays qui avaient implanté de tels systèmes entre 1994 et 1998 avaient choisi de le faire gratuitement contrairement au service par abonnement de Scorpio. À la fin des années 90, le GLA a pris la décision de mettre en place un nouveau système gratuit d'émission de corrections autour du Royaume Uni et de l'Irlande avec une amélioration de la couverture, de la précision et de l'intégrité. Ce réseau comportant 12 stations de référence DGPS, 4 moniteurs d'intégrité déportés et 3 stations de contrôle, met le GLA au niveau des autres membres du IALA, et améliore de façon substantielle le niveau de service DGPS disponible pour les marins naviguant dans les eaux côtières Anglaise et Irlandaise.

Le réseau du GLA est illustré Figure 2.

En juillet 1997, le GLA a confirmé le plan de navigation, et fin 1997 un appel d'offre était lancé. En parallèle, l'allocation des fréquences MSK est optimisée pour assurer une utilisation souple du nouveau réseau. L'appel d'offre pour fournir, installer et contrôler ce nouveau réseau est attribué à Trimble début 1998.

Rattachement géodésique

Avant l'installation des stations, Trimble a réalisé un rattachement géodésique afin d'établir les coordonnées précises des antennes des stations de référence. Les spécifications du GLA étaient de réaliser le chantier en WGS84, mais référencé dans le réseau ETRS 89.

Après deux semaines d'observation GPS, les ingénieurs ont observé deux réseaux indépendants et installé des bornes sur tous les sites. Lorsque c'était possible 6 heures d'enregistrement de données GPS bi-fréquence ont été réalisées. Les données GPS ont été traitées et ajustées en utilisant les logiciels Trimble GPSurvey et TrimNet.

Les résultats de ce chantier de géodésie ont été présentés à la fois à l'Institut Géographique National (Ordnance Survey et Ordnance Survey Ireland) pour validation. Leurs analyses ont confirmé la tolérance des coordonnées à 2-3 cm (2σ).

Configuration du réseau

Les spécifications du GLA nécessitent un équipement de grande qualité aussi bien pour la station de référence que pour le moniteur d'intégrité sur chaque site (radiophare). Un équipement de contrôle est aussi installé à chaque bureau du GLA.

Chaque site est équipé comme suit :

- Récepteur bi-fréquence 4000RS MSK en rack 19 » (Qté 2)
- Récepteur monofréquence 4000IM MSK en rack 19 » (Qté 2)
- PC Industriel (Pentium II avec Windows NT4 Workstation) (Qté 1)
- Routeur Cisco série 2500 (Qté 1)
- Modem US Robotics (Qté 1)
- Émetteur Amplidan (Qté 1)
- Carte 8 ports (Qté 1)
- Carte réseau
- Carte watchdog
- Carte E/S Analogique et Numérique
- Logiciel Trimble Beacon Control System
- Logiciel Trimble URS for Windows
- Logiciel Microsoft TimeServ

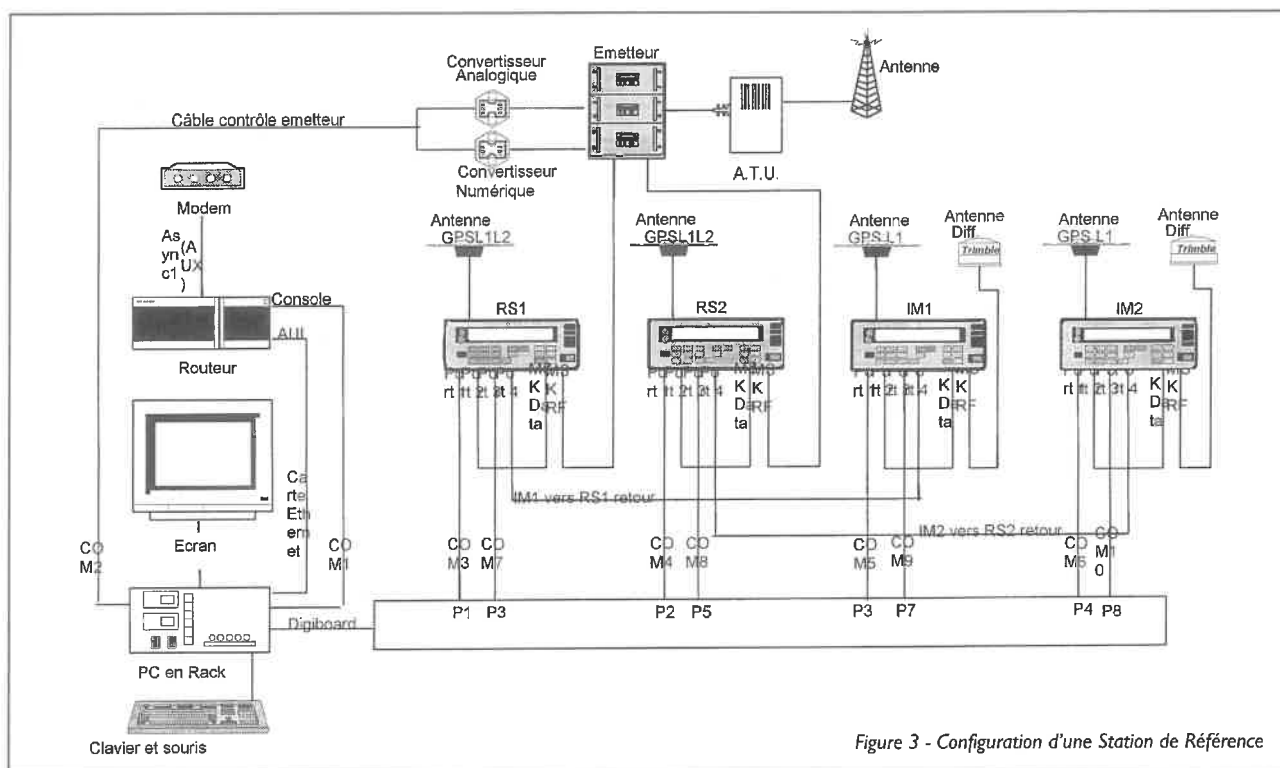


Figure 3 - Configuration d'une Station de Référence

Le schéma de la configuration est illustré par la Figure 3.

Le 4000RS est le récepteur de la station de référence tandis que le 4000IM est le moniteur d'intégrité. Chaque site comprend deux configurations 4000RS/IM, apportant intégrité et sécurité en cas de problème.

Chaque station de référence et moniteur d'intégrité est configurée et installée dans une armoire Figure 4 :

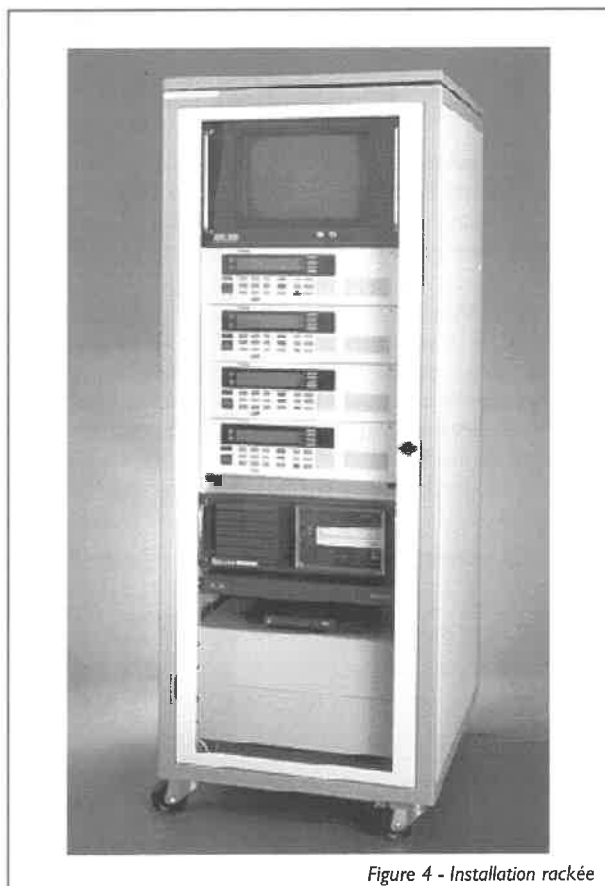


Figure 4 - Installation rackée

La configuration logiciel et hardware de la station de contrôle est la suivante :

- PC de bureauC (Pentium II avec Windows NT4 Server) (Qté 1)
- Routeur Cisco série 2500 (Qté 1)
- Modem US Robotics V. Everything (Qté 1)
- Onduleur (Qté 1)
- Carte réseau
- Carte watchdog
- Logiciel Trimble Beacon Control System
- Logiciel Trimble URS for Windows

Le logiciel Trimble Beacon Control System (BCS) est le lien qui gère l'ensemble du réseau. Ce logiciel permet de configurer sur site ou à distance chaque station de référence et chaque moniteur d'intégrité du système. Il facilite la gestion des performances du réseau et des alarmes. Le logiciel BCS enregistre aussi les données GPS aux fins d'analyse ou pour d'autres applications (post traitement). Les données sont archivées pour l'analyse des performances et de la fiabilité du système.

Le réseau du GLA a été réalisé autour du protocole TCP/IP qui permet l'extension facile à d'autres stations de référence.

Installation du système

Avant l'installation proprement dite, Trimble a mis en place une équipe responsable de ce projet. Deux personnes ont formé le cœur de l'équipe d'installation pour ce projet spécifique pour une période de six mois. Sept autres personnes étaient à disposition pour apporter leurs connaissances spécifiques et assistance lorsque nécessaires. Le réseau GLA complet a été assemblé dans les bureaux du siège européen de Trimble pour un test usine qui a été approuvé en mars 1998, seulement trois mois après avoir obtenu le contrat.

En plus du test usine et des validations du réseau géodésique, les membres du GLA ont vérifié et approuvé les plans d'installation de chaque site. Chaque site était différent avec par exemple, des antennes montées sur des mats ou sur le toit des phares. Des protections contre l'orage ont été montées

sur chaque câble d'antenne et les membres du GLA se sont occupés du réglage et de l'interface avec les émetteurs de chaque site (qui devaient rester opérationnels pendant l'installation des nouveaux systèmes).

Les installations sur site ont débuté en avril 1998. Le premier site installé a été la station de contrôle de Trinity House à Harwich. En toute logique les six sites dépendant de Trinity House ont été installés en mai, les trois sites irlandais en juin et les trois sites du nord ont été installés en juillet 1998. En parallèle à la mise en place physique des stations de référence, les tests finaux ont été réalisés avec succès en août 1998. En parallèle les ingénieurs du GLA étaient formés à l'utilisation du système.

Le réseau complet des 12 stations de référence avec moniteur d'intégrité et station de contrôle a été livré au GLA comme demandé dans les termes du contrat. Les corrections différentielles gratuites sont maintenant disponibles pour les navires travaillant dans la bande côtière du Royaume Uni et de l'Irlande. La précision est de 1 à 2 mètres (en fonction de la qualité du matériel de l'utilisateur, bien entendu).

Le service est aussi disponible pour les utilisateurs de systèmes DGPS sur terre car il couvre 98 % des terres du Royaume Uni.



Figure 5 - Station de Contrôle GLA

Développements futurs

Les pays utilisant les services radiophares DGPS sont invités à les faire certifier par l'IMO comme faisant partie du World-wide Radionavigation System. Les services seront utilisés pour la navigation dans les eaux où la liberté de manœuvre est limitée comme les zones portuaires, et les entrées et séparation du trafic. Cette certification devra être le but des autorités opérant ces systèmes. En 1997 le IALA a commencé la rédaction d'un document préliminaire de recommandation pour ses membres relatifs aux standards à adopter pour l'utilisation et la gestion de ces services.

Aux États-Unis, le service a été étendu pour couvrir le continent en utilisant des sites de transmission existants. La

gestion des fréquences devra tenir compte des effets de propagation dans les couches de l'atmosphère pour éviter les interférences radioélectriques.

En Europe l'importance croissante des services DGPS et le déclin des services de type gonio ont accéléré cette évolution nécessitant une harmonisation de l'attribution des fréquences des radiophares.

Dans d'autres pays où les services de radiophares ont été arrêtés ou n'ont jamais été disponibles, des stations sont installées pour apporter des corrections différentielles marines. Les fréquences des émetteurs doivent être choisies avec attention pour éviter les interférences avec des stations déjà en fonctionnement.

L'optimisation de l'allocation des fréquences est une tâche délicate, surtout lorsque de nombreuses fréquences existantes doivent être respectées.

Conclusion

Les phares et balises du Royaume Uni (General Lighthouse Authorities - GLA) proposent des aides à la navigation et offrent désormais un service DGPS gratuit couvrant les côtes du Royaume Uni et d'Irlande. Ce service est aussi disponible pour les utilisateurs terrestres pour les applications liées aux Systèmes d'Information Géographique, à l'agriculture de précision et toutes applications nécessitant une précision d'ordre métrique voire submétrique.

Ce système est organisé pour assurer intégrité et sécurité du positionnement et de la navigation grâce au doublement des équipements sur chaque site (2 stations de référence et 2 moniteurs d'intégrité). La supervision du réseau est assurée par la station de contrôle qui peut piloter directement chacun des sites. Les informations relatives à la qualité et à l'intégrité des mesures sont envoyées périodiquement et enregistrées à la station de contrôle. En cas de dysfonctionnement une alarme est automatiquement envoyée au centre de contrôle.

Biographies

Duncan Hawksbee fait partie de l'équipe de support technique de Trimble Europe depuis 1995. En 1997, il a été désigné pour l'installation du projet des phares et balises anglais (GLA) et passa la majeure partie de 1998 à installer et à tester le système.

Dr Nick Ward est responsable des programmes de recherche et développement des phares et balises anglais (GLA General Lighthouse Authorities) du Royaume Uni et de la République d'Irlande. Ses fonctions incluent le support technique et les développements futurs du DGPS. Il est également Chairman du comité de radionavigation du IALA qui a coordonné la standardisation internationale des services DGPS.

(La rédaction remercie Éric Logeais, de « Trimble-France », pour son amabilité et sa coopération qui lui ont permis de présenter cet article.)

**le
lion
est
mort
ce
soir**

T O P O-vécue

*l'histoire,
la profession,
l'aventure sur le terrain*

**Robert
Chevalier**

Les missions de reconnaissance effectuées dans certains pays réservent parfois bien des mésaventures.

À ce propos, voici quelques anecdotes concernant une de mes premières expériences vécues au Maroc.

Ce pays, cher à mon cœur, pour y avoir ensuite beaucoup travaillé et lié de solides amitiés, est pourtant bien plus facile que d'autres grâce à ses bonnes infrastructures et combien agréable pour les Français, puisque la plupart des habitants y parlent notre langue.

Mais toutes ces affirmations sont un peu moins évidentes dès lors que l'on s'éloigne des grands centres et des grands axes, notamment lorsqu'on s'aventure dans les régions du Sud, aux confins du Sahara.

Dans les années 70, ma société avait été consultée par l'ONE (équivalent d'EDF) pour des études topographiques de projet de 2 lignes à haute tension dans l'Anti-Atlas. La première partait en gros de la région de TAROUANNT pour descendre plein Sud entre Akka et Tata, afin d'alimenter en énergie une mine d'extraction de minerai de cuivre située en pleine nature. L'autre projet se déroulait entre KASBA-TADLA et un point dont j'ai oublié le nom, à 50 km environ au sud de cette bourgade.

Malgré la bonne connaissance que j'avais de ce pays, il n'était pas question de répondre à cet appel d'offres sans aller faire un tour sur place, pour entre autres apprécier les difficultés topographiques et les problèmes de logistique.

Je demande donc à la société Marocaine avec laquelle nous étions associés, selon la réglementation locale, de me réserver un véhicule 4 x 4 et, présentant les difficultés d'accès, de me procurer un avion pour effectuer un survol du tracé, sans oublier de me fournir un accompagnateur parlant les dialectes locaux.

Ce cas de figure était plutôt idéal, car sans correspondant local, il aurait fallu tout improviser sur place, ce qui sera souvent le cas en d'autres lieux.

Me voici donc, débarquant à l'aéroport d'Agadir, accueilli par deux Marocains, l'un parlant français et arabe, mais ne connaissant pas grand-chose

du pays en dehors de Casablanca où il résidait, l'autre, homme de chantier, parlant uniquement arabe et berbère.

Ceci s'avéra bien utile, car le dossier d'appel d'offres ne comportait qu'un mauvais tirage ozalid d'une vieille carte au 1/200 000, et le meilleur moyen de se diriger sur place restait l'interrogation des autochtones, tous berbères dans cette région.

Cette interrogation se ferait donc à travers une double traduction par personnes interposées de français en arabe, puis d'arabe en berbère.

Nous prenons aussitôt contact avec le loueur d'avion, qui en était en fait un aéro-club, solution la plus économique et qui se trouvait avoir un appareil et un pilote disponibles de suite.

Il fallait donc commencer par la reconnaissance aérienne, ce qui n'est pas toujours la meilleure solution, car dans des régions aussi désertiques, l'examen préalable du terrain depuis le sol permet d'identifier des points de repères qui s'avèrent précieux lors du survol aérien. Mais, tout ceci est discutable...

Le tracé de principe de ce premier projet étant assez rectiligne, je me dis qu'on naviguera aux instruments en suivant l'itinéraire de la ligne.

L'avion était un monomoteur CESSNA à aile haute, solution idéale pour permettre un examen correct du paysage survolé.

Je ne m'inquiétais pas de la puissance du moteur, étant peu informé des différentes versions de cet appareil.





Je pars donc avec le pilote, la carte sur les genoux, les jumelles autour du cou, laissant au sol mes deux compagnons pour cette phase du travail, afin de ne pas alourdir l'appareil.

Au début, pas de problèmes, nous survolons une zone relativement plate, couverte d'arganiers, ces arbres typiques de la région qu'affectionnent tellement les chèvres qu'on les voit par grappes dans les branches, broutant le feuillage et les fruits, contribuant ainsi à la déforestation du paysage.

Le repérage est aisé, mais devant nous se présentent les premiers contreforts de l'Anti-Atlas, d'une altitude modérée, mais qui s'élèvent rapidement aux environs de 2000 mètres.

Première déconvenue, partant du niveau de la mer, l'avion manque de puissance et ne peut prendre de l'altitude en suivant le cap fixé.

Seule solution, tourner en spirale jusqu'à ce que nous atteignons une hauteur convenable pour survoler la zone montagneuse.

Malheureusement, au cours de cette ascension, nous dérivons insensiblement et quand nous reprenons le cap, je suis incapable de me repérer par rapport au sol. Peut-être sommes-nous à plusieurs kilomètres du tracé, mais par rapport à ce moutonnement de sommets, c'est impossible à dire. N'ayant pas le choix, nous continuons sur les indications du compas et je me console en pensant que de toute façon le terrain est assez homogène et que ça ne change pas grand-chose...

Le lendemain, il faut vérifier tout ça par la route, je veux dire par les pistes (quand il y en a!) ce qui est indispensable pour s'assurer de la qualité des accès et relativiser le phénomène d'écrasement du relief vu d'en haut.

Deuxième déconvenue, le 4 x 4 que j'avais demandé se trouve être une Renault 4! Peut-être une erreur d'interprétation au téléphone : 4 x 4..., R4...?

De toute façon, il faut faire avec, ce qui n'est pas catastrophique, car en terrain sec et caillouteux, ce petit véhicule dont on ne fera jamais assez l'éloge, s'avère être surprenant d'efficacité. Malgré tout le bien que j'ai pu dire dans cette revue au sujet des véhicules tout terrain, il se confirme qu'une voiture

très légère, avec une garde au sol acceptable peut réaliser bien des prouesses.

Je passerai sur les détails de cette reconnaissance, avec tous les problèmes de logistique habituels, au niveau de l'hébergement, de la restauration et de la boisson (attention aux intestins, les miens s'en souviennent!) et les problèmes de repérage et d'orientation par rapport au paysage uniforme.

La tactique de l'interrogation des indigènes à travers un double interprétariat se révèle efficace, pour trouver un douar vaguement mentionné sur ce qui sert de carte et pour déboucher enfin sur cette mine de cuivre, digne du Texas, point final du tracé et de cette première partie de la mission, dont la narration n'est qu'un préambule pour situer le contexte local.

Nous nous rendons vers le deuxième projet, 400 kilomètres plus à l'est et au vu de la carte, moins accidenté. Je renonce donc au survol aérien et décide de faire la reconnaissance uniquement avec la R4.

Je n'en citerai qu'un épisode, pour montrer que certaines situations peuvent parfois faire passer de l'angoisse à la franche rigolade.

D'après les indications de la carte, je repère une amorce de piste censée nous amener aux abords du tracé à reconnaître. Nous nous y engageons, malgré des conditions de roulage assez médiocres (là, je pense qu'un 4 x 4 aurait vraiment été utile), mais plus nous avançons, plus la pente est raide et plus la piste est encombrée de grosses pierres.

Il s'avère que ce que j'avais pris pour une piste est en réalité le lit d'un oued asséché!

Nous ne pouvons plus faire demi-tour, cahin-caha, notre petite auto chemine péniblement, le moteur commence à chauffer et par malchance, nous crevons un pneu. On arrive à se garer sur une zone moins accidentée pour changer la roue, mais la série noire continue : deuxième crevaison!



Malheureusement, les loueurs de voitures prévoient rarement deux roues de secours...

Nous voici donc plantés là. Que faire?

Tous ces avatars ont pris beaucoup de temps, la nuit approche. Dans l'impossibilité de continuer ainsi, j'envisage la solution de coucher là, dans la voiture ou par terre dans les grandes herbes (c'était au mois de juin, il faisait chaud), en me disant que demain, il fera jour! Petite angoisse quand même...

Mais mes deux compagnons s'engagent alors dans une discussion extrêmement animée, en arabe, à laquelle je ne comprends rien, mais ils me semblent très excités!

Le marocain francophone me dit alors qu'en aucun cas, ils ne coucheront là, car il y a des « lions » dans la région... Je m'esclaffe, car pour moi, depuis Tartarin de Tarascon, il y a belle lurette que les lions ont disparu du Maghreb...

Devant leur véhémence et pour ne pas les contrarier, je fais semblant d'y croire. Dans ces conditions, il faut continuer notre chemin avec ce pneu crevé, ce qui signifie qu'il sera sacrifié.

Nous repartons presque à la vitesse d'un piéton pour limiter les dégâts. Heureusement, le terrain s'aplanit, dans la lueur des phares, on distingue une vague piste pas trop chaotique.

Navigation au pifomètre, sans trop savoir où l'on va arriver, la carte ne sert plus à rien et de toute façon, il fait bien trop noir pour pouvoir se repérer.

Après deux bonnes heures de trajet et de tâtonnements, seulement guidés par quelques lumières dans la vallée, nous débouchons enfin sur une route goudronnée qui nous permet de rallier KHENIFRA, toujours à très petite vitesse et avec un pneu réduit en lambeaux.

La chance nous sourit. Un garagiste possède un unique pneu (d'occasion) de la bonne dimension et malgré l'heure tardive, accepte de nous l'installer (un bon bakchich l'a beaucoup aidé!) sur la jante qui heureusement n'a pas trop souffert.

Pendant cette opération, nous partons à la recherche d'un gîte, mais le seul hôtel rencontré est un bouge infâme et peu ragoûtant où même mes amis marocains refusent de coucher, ce qui m'arrange bien.

Nouveau dilemme, nous n'avons plus d'autre solution, malgré l'heure de plus en plus tardive, que de reprendre la route pour BENI-MELLAL à 150 kilomètres de là, où je sais qu'il y a un hôtel confortable.

C'est la fin, tout au moins pour ce jour-là, de nos mésaventures, car le lendemain le pneu de remplacement éclatait, mais heureusement à l'entrée de MARRAKECH, où ça posait moins de problèmes.

Épilogue

J'étais resté très intrigué par cette « histoire de lions » et à chaque fois que je la racontais, ce n'était qu'éclats de rire.

Jusqu'au jour où, déjeunant à RABAT, avec notre associé marocain, je lui narre cette anecdote vécue en compagnie de ses propres employés. Mais il ne rit pas du tout et m'affirme presque sur un ton de reproche, devant tant d'ignorance : « Vous ne savez donc pas que ce que les gens d'ici appellent des « lions », sont en réalité des pumas! ».

C'est ce soir-là que le lion est mort!

Je n'ai jamais su si cette assertion était vraie (ou fausse), et j'en doute encore, car à ma connaissance les pumas vivent en Amérique du Sud. Peut-être un de nos lecteurs marocain me donnera-t-il la réponse.

Ces petites péripéties plutôt amusantes permettront de rappeler que rien n'est jamais simple, ni jamais gagné dans ce genre de missions riches en aléas.

Cependant au Maroc, c'est du gâteau par rapport à d'autres pays dont on ignore la langue et les usages, où il n'y a pratiquement aucune infrastructure, où les pièges sont partout et parfois le danger aussi. Mais, c'est ce qui fait l'attrait de notre beau métier.

NDLR : Je précise que malgré toute cette dépense d'énergie, nous n'avons pas obtenu ce marché... Un concurrent local était plus compétitif. Ce sont aussi les surprises et les déconvenues de la vie d'entreprise.

N.D.L.R. : Par ce texte nous poursuivons notre nouvelle chronique inaugurée dans notre n° 79 et comme son nom l'indique, à la TOPOGRAPHIE VÉCUE par les géomètres et topographes (les autres aussi d'ailleurs, touchant de près le métier).

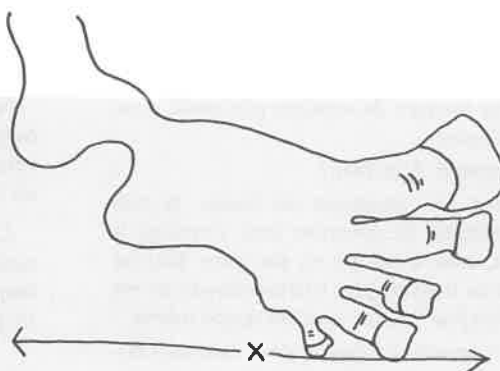
Nul besoin de vous expliquer que nous comptons sur nos lecteurs pour lui donner l'aliment nécessaire à sa survie et à son intérêt.

Alors racontez la richesse de la vie dans cette profession où l'humanisme et l'aventure tutoient très souvent la science et la technique.

À bientôt dans nos pages.

le pied

Claude Million



Prologue

De nos jours, le pied représente les cent degrés centigrades sur l'échelle de la satisfaction des nouvelles générations, de certaines plus anciennes aussi. Ce fut, d'abord une mesure de longueur, qu'on nous a enseigné à considérer comme une très mauvaise chose, car trop variable d'un lieu à l'autre. Il se trouve que cette idée est, peut-être, à classer, comme beaucoup d'autres, parmi les idées reçues, c'est-à-dire les idées contestables. Pour cela il suffit d'un voyage de 10 000 km en distance, et de trois siècles en arrière dans le temps, pour constater que le pied dit "du Roi" avait la même valeur à Paris qu'en Île de France ou à l'Île Bourbon. Est-il possible qu'on se soit trompé à ce point ?

Dans le même ordre d'idée, il se trouve qu'on a célébré le second centenaire de la Révolution Française, à cet effet on avait créé une Mission du Bicentenaire ayant à charge de promouvoir toutes les études historiques sur cette époque. Elles furent innombrables, mais peuvent être classées en deux catégories : La première allait, selon le vœu des promoteurs de l'idée, dans le sens laudatif d'une admiration sans bornes. La seconde, plus critique, rassembla tous les historiens honnêtes qui étudièrent cette époque avec un esprit ouvert et opposé à la tendance précédente.

On en vint donc à reconsidérer l'histoire de la guerre de Vendée, et les meurtres collectifs de même nature qui avaient été plus nombreux qu'on ne le pensait, certains allèrent jusqu'à trouver des prolongements de cette époque dans la notre, à l'Est et au Cambodge, par exemple. Bref, on se mit à revoir, en détail, les idées enseignées, avant guerre, en toute bonne foi, par les « hussards de la République » ? En effet, loin de considérer qu'il s'agissait d'actes de propagande délibérée, il semblerait que ces enseignants aient propagé des idées auxquelles ils croyaient vraiment.

Qu'en est-il donc du reste ? Et notamment de la saga du système métrique ? On vaudrait répondre à cette question, avec d'autant plus de conviction qu'on ne nous l'a pas posée, mais surtout dans le souci de se tailler un bifteck dans une vache sacrée.

seize pieds font une perche - une perche fait seize



Introduction

On rattache volontiers l'idée qu'on se faisait des modes de gouvernement de l'Ancien Régime à celles qui ont cours de nos jours, dans notre pays centralisé. Les contacts plus récents avec des pays étrangers et pourtant proches, tels que l'Allemagne, montrent la singularité de nos institutions qui ne laissent que le moins possible d'initiative et de moyens d'action aux pouvoirs régionaux. Il n'en a pas toujours été ainsi. Pour des raisons matérielles de facilité des transmissions, il est plus que probable que les monarques absolus dès l'Ancien Régime, auraient aimé disposer de tels moyens, ils ont d'ailleurs été les premiers à centraliser, ce n'est pas pour rien qu'on baptise cette tendance de Colbertisme. En l'absence des moyens propres à mettre en œuvre une centralisation telle que celle que nous connaissons ils ont dû laisser les pouvoirs locaux agir à leur guise, et laisser les libertés régionales s'épanouir en toute liberté, dont celle d'utiliser des mesures locales, essentiellement rattachées à des pratiques agricoles. On pense, évidemment, au journal qui était la surface qu'on pouvait cultiver en un jour et qui variait selon les difficultés du terrain.

Il suffisait de rattacher logiquement cette surface à une mesure de longueur proche pour obtenir la cacophonie qu'on accuse d'être la source d'abus mal précisés. Les pouvoirs publics d'alors avaient-ils les moyens de faire différemment, alors qu'ils n'étaient même pas capables d'avoir une seule et même monnaie en usage dans l'ensemble du royaume ?

La liberté dont jouissaient les régions, et par voie de conséquence ceux qui y vivaient, tenait à la faiblesse du pouvoir royal, et non à son "pouvoir absolu". N'oublions pas que c'est pour tirer des impôts plus substantiels, afin d'étendre ses moyens d'action dans le pays, que furent convoqués les États-Généraux ! N'oublions pas, non plus, qu'un monarque "absolu" n'aurait jamais eu l'idée de créer la conscription, tellement cela touchait à la liberté personnelle de ses sujets. Les études historiques ont bien montré que ce grief a été, pour l'essentiel, à l'origine de la guerre civile de Vendée.

Les cahiers de doléances

Un des arguments en faveur de la création d'une unité de mesure universelle aurait été les revendications populaires consignées dans les cahiers de doléances rédigés avant la tenue des États-Généraux. C'est un des mérites des études menées dans le cadre de la Mission du Bicentenaire d'avoir reconstitué, dans les plus petits détails, comment et par qui ces cahiers de doléances furent rédigés. Pour la question qui nous intéresse la chose est claire, ces revendications, toutes de la même facture au mot près, ont été rédigées par des Sociétés de Pensée, et ne doivent rien aux revendications de la population, qui se caractérisaient par l'aspect matériel et terre à terre de leur objet. Elles ont été ajoutées par les rédacteurs soucieux de s'élever au-dessus du niveau moyen des revendications de leurs mandants, qui était très faible, et qui pouvait laisser supposer qu'en définitive tout allait bien, du moins pas si mal qu'on voulait le laisser entendre, enfin, ils ont souvent agi ainsi pour simplement faire bon poids.

Donc cette idée reçue est fautive et, probablement même, on le verra par la suite, contraire à ce que pensait "le peuple".

En effet, quelle était la pratique alors ? Il suffit de se rendre aux archives des notaires pour constater que les actes étaient rédigés en mesures locales, sauf lorsque la transaction touchait un particulier et le pouvoir royal, alors le notaire, qui était le "lettré" donnait la correspondance entre les mesures. Il faisait de même lorsque la transaction était réglée en monnaies diverses, ou entre personnes pour qui les mesures étaient différentes. Les anciennes archives des notaires sont regroupées aux Archives Départementales, il suffira au lecteur de vérifier, comme l'a fait l'auteur.

Les mesures utilisées par le pouvoir royal

Si on se réfère aux transactions faites entre les particuliers et le pouvoir royal ou régional on note l'utilisation des mesures suivantes.

Probablement en premier, la toise pour les mesures d'objets courants, pour les mesures de longueur sur le terrain il semble que c'est le "pas du Roi" qui prévaut, de toutes les façons c'est une autre dénomination de la toise puisqu'il mesure six pieds, comme la toise. Si on prend l'exemple de ce qu'on appellera

plus tard "les vieilles colonies", qui sont devenues de nos jours les départements d'Outre-Mer, la zone en bordure de mer dans laquelle, pour des raisons économiques et de sécurité, il était interdit de construire et de s'approprier le terrain est appelée les "cinquante pas géométriques" uniformément dans des îles ou des territoires distants de dizaine de milliers de kilomètres les uns des autres. Bel exemple de la disparité des mesures en fonction des régions durant l'Ancien Régime, et par la faute de ce même Ancien Régime ! Autre exemple de mauvaise foi ! Ces cinquante pas géométriques faisaient donc pour une toise de six pieds, exactement trois cents pieds, soit à peu près 96 m, quand cette mesure a été étendue récemment à toute la France, les pouvoirs publics républicains ont fixé cette distance d'interdiction de construire à 100 m. Notons en passant que le "pas du Roi" devait être un bon double pas et le Roi un grand gaillard.

Lorsqu'on se rapproche à nouveau des DOM pour y rechercher les preuves qu'en l'absence d'usages locaux, les mesures uniformes étaient utilisées on trouve suivant les territoires, la gaule, la gaulette, ou la latte de 16 pieds dans tous ces territoires, sans exception, soit un peu moins de cinq mètres correspondants à un instrument de mesure des longueurs que certains ont pu retrouver dans les archives des vieux cabinets de géomètres. C'était, très probablement, l'instrument d'arpentage le plus courant. On retrouve l'usage de la gaulette, ou de la gaule ou de la latte carrée comme unité de mesure des surfaces. Où est la disparité des mesures étalon ? Dans tout cela on retrouve le pied ou la toise comme base des mesures de longueur, tout le reste en découle logiquement.

Le pied

La légende et l'histoire se rejoignent pour assigner la paternité du pied français à Charlemagne. La légende dit que le pied français aurait, précisément, la dimension du pied de Charlemagne, ce qui en fait un sacré gaillard. Mais comme son nom l'indique en Français comme en Allemand, il devait réellement être très grand en taille. En outre il avait pour mère "Berthe aux grands Pieds" mais les historiens prétendent que cette reine n'aurait eu qu'un grand pied, et non pas deux, et qu'il faudrait écrire "Berthe au Grand Pied". Il ne semble pourtant pas que l'orthographe de l'époque ait été sourcilleuse à ce point, elle a bien transformé Liddle France en Île de France.

L'histoire dit qu'il se serait inspiré de la coudée Assyrienne. Quelle que soit la source, son pied, fondé en 790, a duré 1 000 ans. Le mètre que nous connaissons, pas celui de la légende, a tout juste 130 ans.

La toise du Châtelet

On va poursuivre notre quête de la mauvaise foi qui prévaut dans les explications données pour justifier l'instauration du système métrique.

La toise qui pouvait passer pour l'unité de base aurait été mal ou vaguement définie, on dit même que l'étalon du Châtelet était usé de cinq lignes! On note, néanmoins, que les opérations de géodésie de Laponie, du Pérou, puis la méridienne de Delambre et Méchain, se sont faites en toises du Châtelet, rebaptisée pour la circonstance Toise du Pérou, et qu'on n'a pas hésité à comparer des mesures faites en des lieux distants de milliers de kilomètres avec des instruments de mesure différents et à en tirer des conclusions scientifiques de grande valeur qui n'ont pas, à notre connaissance, été très contestées. Donc, on avait déjà, ou on avait créé, un étalon et des moyens de le reproduire et le multiplier correctement pour l'époque. Autre argument qui tombe.

Enfin, on a bien exprimé la longueur du nouveau mètre à partir de celle de la toise du Pérou, et d'un étalon qui pré-existait au mètre. Il y a quelque chose de circulaire dans cette logique, car si la toise était mal définie pourquoi l'utiliser pour définir le mètre parangon de toutes les vertus en matière de précision, sinon parce qu'on avait déjà réalisé un étalon précis. Très sérieusement on a défini le mètre comme 443,295936 lignes de la toise du Pérou! Elle devait être bigrement précise! Ce chiffre est tellement ridicule qu'on donne aussi au mètre la valeur de 443,296 lignes.

La recherche d'un étalon universel

Le choix d'une mesure universelle pouvant être acceptée par tous les États du monde est la moins discutable des raisons qui ont porté à l'adoption du système métrique, elle se trouve justifiée par l'histoire, mais elle est du même tonneau que la tentative d'adoption du calendrier révolutionnaire. Bien que le mille marin ait montré la voie en ce sens, pourquoi rechercher une mesure qui soit universelle dans les dimensions de la terre qui n'était tout de même pas facile à arpenter? Sinon que par impérialisme géodésique; à l'époque la France était la seule à pouvoir entreprendre une telle tâche. On se souvient des tentatives de recherche, dès 1670, d'un étalon plus proche des utilisateurs, notamment la longueur de pendule battant la seconde, qui a disparu lorsqu'on s'est avisé qu'il existait des différences en fonction de la latitude, on a alors proposé de prendre une latitude moyenne de 45°. Les noms de Gabriel Mouton, du jésuite John Riecoli, de Sir Christopher Wren, de l'Abbé Picard et de l'astronome mathématicien Christian Huygens sont associés à cette recherche.

Toutefois, comme on l'a précisé d'entrée, il existait déjà, et il existe toujours, un étalon de la même nature que le kilomètre, comme l'avait déjà remarqué Cassini II dès 1720, c'est le mille marin de 1852,216 m correspondant à une minute d'arc moyenne. Donc l'originalité de la définition du mètre ou du kilomètre était déjà très contestable. Le mille marin pouvait trouver des sous multiples, la seconde moyenne d'arc faisant 30,87 mètres dont le 1/100^e se rapprochait du pied anglais, et était une mesure aussi "universelle" que le mètre, et pour cela, aurait été adoptée par tous, c'est-à-dire y compris par les

Anglo-Saxons, ce qui n'empêchait pas qu'il fallait faire les mesures géodésiques qui ont été faites, que nos géodésiens de l'époque étaient sans doute les seuls à pouvoir entreprendre. Tout à fait entre nous, qu'est-ce que cela pouvait faire que le quart du méridien terrestre fasse 5 103 074 toises au lieu de 10 000 000 mètres? Il y a dans cet attachement au nombre rond et décimal quelque chose de fascinant dans l'irrationnel, car il s'agit d'une mesure peu fréquente, or la raison était, à l'époque, érigée en déesse! Passe encore pour une mesure que l'on rencontrerait fréquemment et dont il serait utile de se rappeler la simple valeur, mais le quart du méridien terrestre, il est assez rare d'y être confronté.

On notera enfin la précision presque ridicule atteinte de 2.10^{-4} , sans doute formidable pour l'époque, encore que l'objectif fixé ait été de 10^{-5} ; mais misérable de nos jours. (Voir la valeur du quart du méridien terrestre donnée dans GRS 80).

Enfin, pour l'"universalité de la mesure" on notera aussi que l'arc de méridien mesuré se situait majoritairement en France, et un peu en Espagne.

Le succès et ses causes

L'analyse des causes du succès du système métrique ne doit rien à l'étalon lui-même, et encore moins à ce qu'on appelle sa "réalisation", mais au contraire à l'établissement d'un étalon et de sous-étalons et aux facilités accordées à leur diffusion et aux comparaisons.

En fait, la "saga" du mètre telle qu'elle était enseignée dans les écoles primaires n'était qu'une vaste fable. Lorsque la fable s'arrête, commence, mais en 1870 seulement, le travail sérieux : celui de l'établissement de l'organisme qui a donné naissance au Bureau International des Poids et Mesures actuel, dont la "saga" ne retient que le spectaculaire Pavillon de Breteuil à Sèvres. Mais avant cela que de temps passé, et que de chemin parcouru. Dès 1841 Bessel annonçait que le quart du méridien terrestre mesurait 10 000 856 mètres, en 1857 Clarke se rapprochait encore de la réalité avec 10 001 983 mètres. On aurait pu penser plus tôt à ce risque.

Au cours de la Révolution elle-même, le sujet n'a agité que les savants, durant le Premier Empire, l'usage du mètre a été mis soigneusement de côté par l'Empereur lui-même eu égard au désaveu populaire persistant pour la nouvelle mesure, en fait surtout pour la division décimale, il n'était pourtant pas un profane en matière scientifique. Comme on est loin des réclames "populaires" des cahiers de doléances!

Passons au domaine de la cartographie : on ne pourra pas ne pas marquer un léger étonnement de constater que les cartes étaient rédigées à l'échelle du 1/86 400^e. Curieuse échelle, en effet, pour une carte révolutionnaire de farouches partisans du mètre et du système décimal, sauf si on s'avise des valeurs relatives suivantes :

Lieue terrestre	:	1 200 toises
Toise	:	6 pieds
Pied	:	12 pouces
Pouce	:	12 lignes

Par conséquent une lieue valait 86 400 pouces, et la carte était à l'échelle d'un pouce par lieue, et d'une ligne pour 100 toises!

Certes, plus tard, la même carte passera à l'échelle du 1/80 000^e, étrange échelle décimale s'il en est, soit un centimètre pour 800 mètres, mais beaucoup plus tard, après la défaite de 1870, lorsque sous la pression de l'industrie naissante, les anciennes mesures auront définitivement vécu, sauf dans certains recoins bien cachés.

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

Hitachi Services

- Acquisition ; Scannerisation
- Vectorisation de cartes monochromes ou couleurs
- Géoréférencement
- Conversion de format de fichiers
- Mosaïcage
- Tuilage

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



***Vous désirez en savoir plus, téléphonez
dès maintenant à Sabine SERVE au
02 38 69 86 90***



Hitachi Software
Division Services

Hitachi Software Engineering Europe S.A

BP 629 - F-45160 Olivet Cedex - France

Tél. : +33 (0)2 38 69 86 90 - Fax : +33 (0)2 38 69 86 99

E-mail : services@hitachisoft-eu.com - web : <http://www.hitachisoft-eu.com>

On remarquera que les critiques faites aux anciennes mesures avaient brusquement cessé, dès lors qu'il s'agissait d'établir des cartes de tout le territoire, la toise n'était curieusement plus aussi mal définie que dans les revendications anciennes affichées dans les cahiers de doléances? Brusquement elle prenait une valeur unique sans protestation de qui que ce soit, elle apparaissait comme admise par tout le monde, tout simplement parce que personne d'autre que des Trissotin de salon n'avait jamais pensé la contester.

Les causes du succès du mètre, outre les circonstances heureuses et inattendues qu'on verra à la fin, viennent, en gros, des nécessités du commerce international, et de l'industrie naissante, mais surtout de la large ouverture aux étrangers des conservateurs des étalons du système métrique.

Le seul système concurrent était celui des Anglo-Saxons, lesquels ont attendu que le mètre se rattache à une mesure réellement internationale, la définition physique, d'abord de la seconde de temps, puis du mètre à partir de la valeur de la vitesse de la lumière (1960) devenue une constante fondamentale, pour l'adopter sans réserves. Cette adoption s'est faite de façon intelligente, dès 1964, en donnant au pouce anglais une valeur "ronde" dans le système métrique : un pouce anglais **vaut exactement** : 0,0254 mètre, sans foule de décimales et sans barre d'erreur. Finalement, on remarquera qu'à partir de là tout le reste peut en découler, et qu'il suffisait que les différentes mesures soient **commensurables** par des relations n'ayant pas trop de chiffres pour les exprimer et sans barre d'erreur fixant une incertitude.

Pourquoi ce succès du mètre, quelles sont les circonstances heureuses de sa victoire sur le système des Anglais et des

Américains? Tout simplement parce qu'en 1946 on fut amené à constater que le pouce anglais "valait" 0,02539993 m alors que le pouce américain "valait" 0,02540005 m! Il n'y a, en fait, pas d'autre raison.

Conclusions

N'est-il pas remarquable qu'en définitive le mètre n'ait été qu'un passage temporaire pour que la communauté internationale se rattache sans exclusive à des valeurs fondamentales telles que la vitesse de la lumière dans le vide et à la définition de la seconde comme une fréquence fixe de transition d'un électron dans un atome de césium entre deux niveaux orbitaux.

En fait, le succès du mètre est celui de la production et de la duplication des étalons par des techniques qui n'ont rien à voir avec la géodésie, et une toise arbitraire aurait tout aussi bien fait l'affaire.

De là à croire que sans sa légende le mètre se serait imposé comme il l'a fait, est une démarche à laquelle on ne souscrira certainement pas; mais, pédagogiquement, cette légende est pernicieuse, Surtout pour ceux qui devront de gré ou de force approcher la métrologie et ses difficultés conceptuelles Reconnaître en ce domaine quelles sont les unités fondamentales et les séparer des unités dérivées, ne s'accommode pas, dans une phase d'apprentissage, de légendes plus ou moins associées aux arguments d'une propagande aussi désuète que l'usage du Panthéon pour inhumer des saints profanes au nom de la laïcité. On a bien remarqué, récemment, combien tout cela était vieillot et ridicule, bref que ce n'était plus "le pied".



Au service du Bâtiment et des Travaux Publics pour **former** **autrement**

L'Ecole Chez Soi, pionnier de la formation professionnelle du BTP, est fière d'avoir préparé plusieurs générations de cadres et de techniciens du Bâtiment et des Travaux Publics. Plus de 20 000 anciens élèves de l'Ecole Chez soi sont actuellement en activité dans des bureaux d'études, cabinets d'architectes, cabinets topographiques, dans des entreprises de BTP ou encore, dans la fonction publique.

Elle forme des Ingénieurs, des Techniciens Supérieurs, des Techniciens. Elle dispense toutes les formations qualifiantes du Bâtiment et des Travaux Publics, elle prépare aux examens d'Etat.

Des experts vous forment ! Les formateurs sont des professionnels du BTP, reconnus pour leurs compétences.

Des formations à distance. La souplesse de la méthode laisse à chacun sa liberté.

Des formations sur mesure ! Chacun peut se former en fonction de ses besoins personnels.

Il existe un compagnonnage actif et dynamique entre anciens élèves et nouveaux. Celui-ci permet de faciliter :

- l'insertion des jeunes dans le monde du travail,
- la réorientation et le plan de carrière des professionnels.

Informations et inscriptions

Tél. 01 46 03 66 83



Ecole Chez Soi



INSTITUT PRIVÉ FONDÉ PAR L. EYROLLES EN 1891

3615 Ecole chez soi* • 92774 Boulogne Cedex
Site internet : www.ecole-chez-soi.com

Une manifestation de géomatique unique

> 2 500 m² d'exposition < > 16 cycles de conférences <

MARI 2000 EUROPE

LE GEO EVENEMENT®

Visite gratuite réservée aux professionnels

**du 18 au 20 Avril 2000
au Carrousel du Louvre
99 rue de Rivoli 75001 Paris**

Pour tout renseignement



11, rue Bergère 75009 Paris

Tél. +33 (0) 1 45 23 08 16 / Fax +33 (0) 1 48 24 01 81

E-mail : ortech@easynet.fr

avec le
parrainage de



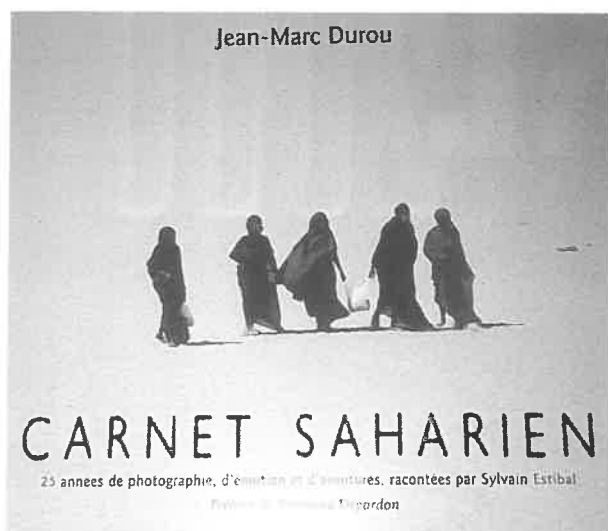
CNIG





Jack Biquand

■ **Carnet Saharien – Jean-Marc Durou**
 « L'homme voyage toujours en avant de lui-même »
 (Mano Dayak, touareg)



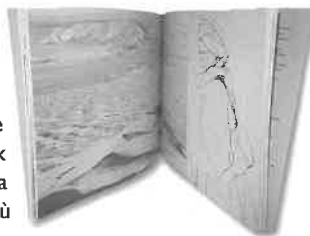
En 1993, dans le numéro 56 d'XYZ, nous rendions compte de l'ouvrage de Jean-Marc Durou : "l'exploration du Sahara" aux éditions Actes Sud. En 1997 cet ancien guide saharien nous gratifiait de photographies dans un livre remarquable et prestigieux sur les Touaregs, ces nomades dont il photographiait la vie quotidienne et la vastitude des paysages, la beauté intense du désert immobile et aride. Ce peuple parcourt sans cesse l'espace entre l'Afrique noire et le Maghreb, laissant partout les traces et son écriture tifinagh sur ce chemin millénaire.

Aujourd'hui un livre du même auteur retrace l'étonnante aventure, illustré de nouveau par cet œil visionnaire du désert. Ce carnet saharien nous entraîne à travers ses souvenirs dans un kaléidoscope d'images colorées, au côté d'un texte écrit par Sylvain Estibal. D'Alger la ville blanche où il naît en 1951, Jean-Marc Durou découvre les régions les plus secrètes du désert auquel il rêve depuis son enfance. Il va le parcourir en 4x4 ou à dos de chameau, du Hoggar au Tassili N'Ajers et à l'Adrar mauritanien, suivant les caravanes, s'incorporant à celle du sel qui traverse le Ténéré, rencontrant Touaregs et Toubous, vivant avec eux au quotidien, partageant les épreuves et le thé de l'amitié sous les tentes en peau de chèvres.

Avec ce livre il veut nous le faire partager, faire partager cette fraternité avec l'Univers et les Hommes, et rien ne vaut le désert pour entrer dans le monde de soi-même, tant il est vrai que rien ne vaut le contact avec la vie millénaire des hommes qui l'habitent, pour se sentir fils de cette planète qui trace on ne sait quel sillon dans un espace sans fin.

Le regard, parfois triste, mais toujours profond et grave, les visages fixés par l'objectif pas du tout objectif de Durou, la beauté de ces femmes et de ces hommes, de ces enfants aussi, qui savent vivre et survivre où nous ne voyons "rien", est émouvant. Ce qui frappe c'est leur vie et la vision qui se lit sur leur visage d'un monde riche et plein où nous ne voyons, nous, que vide.

Jean-Marc Durou aime cette beauté des dunes, la pureté du désert et les nomades qui y vivent, il nous le dit splendidement et on le croit sans se lasser. Ce sont 25 années d'émotions et de photos, bien au-delà des mots, bien au-delà des images. Une préface de Raymond Depardon, une postface de Théodore Monod, éparées, ça et là, parmi les photos, des peintures, dessins et aquarelles de deux femmes peintres, Monique Cras et Monique Martin, deux femmes qui ont parcouru le Sahara entre 1935 et 1945, à une époque où c'était une épopée de traverser ces contrées.



(Éditions Vents de sable, 53 rue Boissière, 75116 Paris)

■ **Atlas de Paris**
 Danielle Chedych et Dominique Leborgne

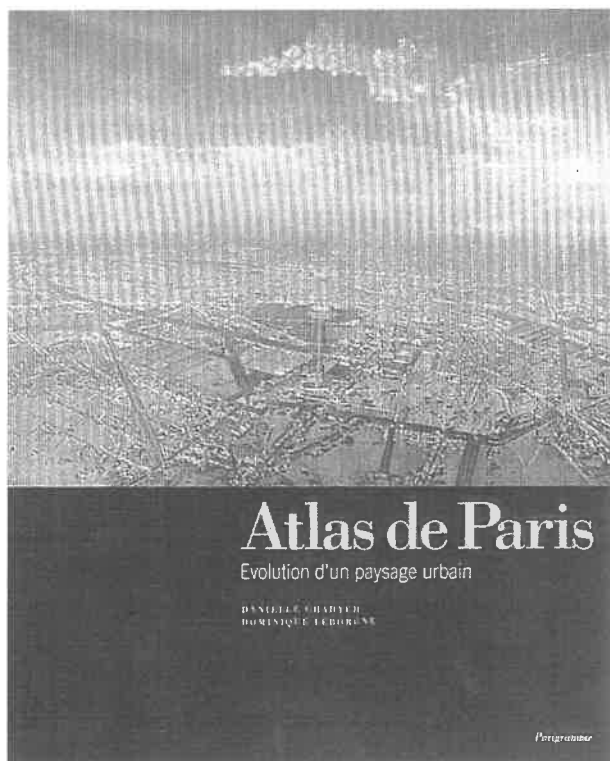
Paris héritière de plus de 2000 ans d'histoire. Ses rues et places entrelacées, ses bâtiments et monuments encastrés, ses visages de quartiers, sont la généalogie d'un arbre complexe et multibranches. Ville sans arrêt construite et reconstruite sur soi-même, sédimentant et détruisant en construisant inlassablement, camouflant ses versions successives dont on parvient quand même à retrouver les formes. Elle a, comme un cerveau, ses centres nerveux et ses centres de décision, ses archives de mémoire et ses cimetières.

Cette histoire et ces héritages sont perceptibles dans les plis et replis de la capitale, encore faut-il le décrypter et le lire. C'est l'ambition de cet "ATLAS DE PARIS" qui rassemble des centaines de cartes, photographies, plans et gravures qui tentent de mettre en évidence des relations insoupçonnées qui éclairent la formation du paysage urbain actuel.

La géographie gouverne la ville avant les Hommes, le site s'appuie sur une topographie de collines entre lesquelles coule la Seine séparant les deux rives en deux théories adossées, comme on sait. La rue en est l'élément de base, marquant limite et orientant la communication, déterminant le public et le privé, indiquant le sacré et le profane, le pèlerinage et le militaire, canalisant la subsistance, le manger et le boire. Les enceintes successives ont scellé l'organisation concentrique de

la ville pour se défendre alors que, pour les romains, ce lieu n'était que la croisée de deux voies Nord-Sud et Est-Ouest. Une lecture chronologique de la ville montre comment le réseau des rues s'élabore de l'Antiquité à nos jours, et comment il se raccorde au canevas existant.

Les documents de cet ouvrage illustrent magistralement ce processus, mais les mystères heureusement subsistent pour la séduction de la plus belle ville du monde. Les auteurs : Danielle Chadych est bibliothécaire au musée Carnavalet, elle a publié plusieurs livres sur l'histoire de Paris et participé à des ouvrages collectifs sur la capitale. Dominique Leborgne est chargée de mission au même musée, elle a également participé à des ouvrages collectifs et à des catalogues d'exposition.



(Éditions Parigramme, 59 rue Beaubourg, 75003 Paris)

■ Je me souviens... du Marais

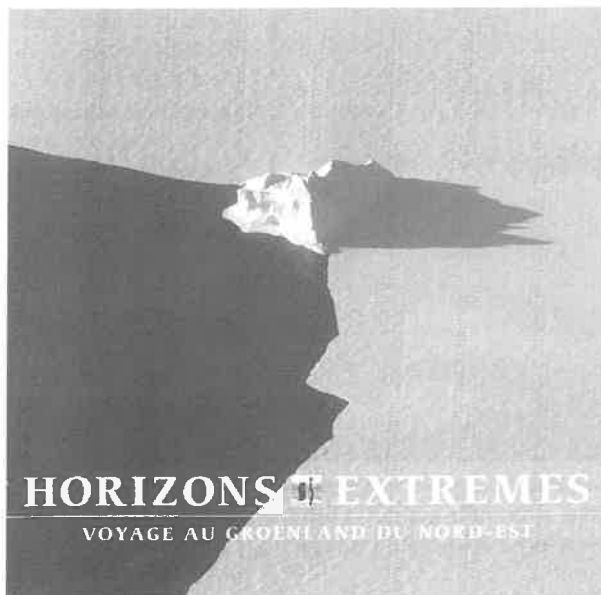
Bernadette Costa

Aux mêmes éditions Parigramme, et toujours dans la mouvance de la capitale, une collection qui fait plus appel au cœur qu'au cerveau de l'Histoire et qui nous conte avec nostalgie des morceaux du passé de la ville. Sur le thème "je me souviens..." sont déjà parus : "je me souviens du 14^e", "je me souviens du 17^e", "je me souviens du 13^e", et vient de paraître "je me souviens du Marais". Ce sont des photos noir et blanc commentées en poète, avec des apartés et des conversations au gré de souvenirs.

La vie quotidienne du Marais entre 1930 et 1960, on déroule le fil de la mémoire et le lecteur se retrouve chez Speiser à écouter un vieil air yiddish en 78 tours, il papote au lavoir de la rue des Rosiers et achète une carpe vivante chez Klapisch, il arpente ce Marais d'hier, populaire, surpeuplé, délabré mais chaleureux, il flâne au métro St Paul et fait son marché rue de Bretagne. Puis il claque des dents de peur, de faim et de froid quand un habitant sur deux doit porter l'étoile jaune de David imposée pour désigner à la mort les proies à détruire, l'époque des rafles et de l'enfer. Ne pleurons pas trop toutes les époques, mais souvenons-nous.

■ Horizons extrêmes

Exposition à la Maison du Danemark, nov. 99



Le danois Gustav Holm fut le premier européen à rencontrer une population eskimos en 1884, les "Ammassalimiit". Paul Émile Victor, venu sur le "pourquoi pas" de Charcot y passe l'hiver 1934-1936. En 1936, avec la même équipe et accompagné par le danois Comte Eigil Knuth, il traverse l'Inlandsis pour arriver à Ammassalik. C'est le début des études approfondies sur cette culture que Paul Émile Victor appellera "la civilisation du phoque". Grâce aux ethnographes, celle-ci, en voie de disparition, sera préservée au moins dans leurs œuvres. Bernadette et Pierre Robbe, Joëlle Robert-Lamblin, Jean-Louis Étienne, font partie de la liste des chercheurs français qui perpétuent cette tradition et l'exposition soulignait bien ces liens multiples et étroits entre la France et le Groenland. Leur action ne fut pas qu'un engagement scientifique, mais aussi l'occasion d'amitiés nouées avec la population locale. Le point de départ de cette exposition fut le cinquantenaire de la patrouille militaire en traîneau à chiens au Groenland du Nord-Est qui sera commémoré cette année par une expédition en traîneau à chiens de Thulé à Daneborg en traversant le parc national du pays, parmi les membres de l'expédition notons le prince héritier Frédéric de Danemark.

■ Le tour du monde en 20 jours

Bertrand Piccard et Brian Jones

Bertrand Piccard est issu d'une lignée d'explorateurs scientifiques qui le prédestinait sans doute à poursuivre l'une des plus fabuleuses aventures familiales du siècle dernier. Auguste le grand père invente la cabine pressurisée et le ballon stratosphérique, Jacques, l'oncle, plongera dans la fosse marine la plus profonde du globe, lui-même est un pionnier de l'aviation ultra légère. Brian Jones est pilote de planeur et responsable de la capsule et des systèmes de vol. Le 21 mars 99 ils posent leur ballon "Breitling Orbiter 3" dans le désert égyptien : ils viennent de boucler le 1^{er} tour du monde en ballon sans escale.

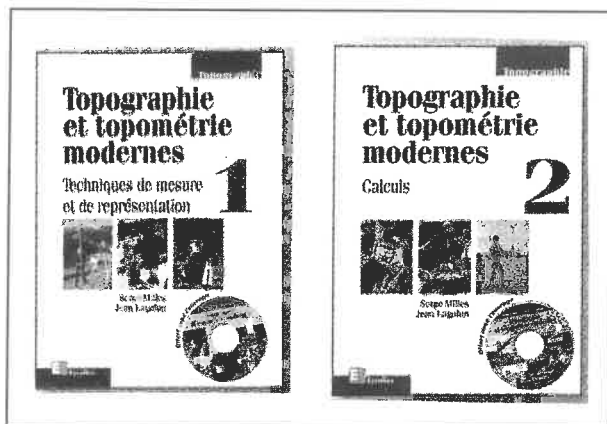
Moments de joie, de doute et d'espoir, Bertrand Piccard et Brian Jones nous font partager tout le suspense et la beauté de leur traversée. Malmenés dès le décollage par des vents turbulents... Naviguant au degré près au-dessus du couloir étroit imposé par les autorités chinoises... Attendant cinq longues journées le jet-stream providentiel qui leur permettra de reprendre leur route... Tenus à chaque instant de se dépasser,



adresser au monde un message de paix et de tolérance, de deux amis enfin que ces vingt jours passés à survoler notre Terre ont transformés à tout jamais...

(Robert Laffont, éditeur)

■ Topographie et topométrie modernes



Les auteurs, Serge Milles et Jean Lagofun sont professeurs agrégés de Génie Civil. L'ouvrage est conçu en deux tomes, le tome II est consacré aux calculs. Le premier tome est consacré aux techniques de mesure et aux dessins topographiques, tandis que le second traite des calculs topographiques. À eux deux, ils constituent donc une référence sur la topographie.

Cet ouvrage, conçu comme un cours allant du niveau débutant jusqu'à celui du professionnel de la topographie, couvre la plupart des enseignements des classes de BEP, BTS et formations de niveau ingénieur. Il propose un enseignement théorique largement étayé de cas pratiques : plus de 600 schémas, 150 photographies, des exemples issus de sujets d'examens, mais aussi des cas réels et de nombreux exercices corrigés.

Résolument tourné vers les techniques qui ont émergé ces dernières années avec la formidable poussée de l'informatique, il fait également la part belle aux technologies les plus récentes de mesure et de communication.

Sont notamment traités :

- l'ensemble des techniques angulaires et de distances (instruments utilisés, techniques et méthodes de mesures, exploitation des résultats par le calcul),
- les mesures de nivellement, direct et indirect,
- les levés de détails et de report,
- les techniques d'implantation, profils et cubatures.

luttant contre le froid, l'anxiété et mille dangers, mais toujours confiants dans le souffle du vent, ils ont finalement gagné leur pari.

Le fruit de cette expérience, c'est un récit passionnant, extrême, comme l'aventure qu'ils ont vécue. C'est aussi la réflexion de deux pilotes qui ont utilisé leur technologie de pointe pour nouer une relation d'amitié avec la nature, de deux hommes dont le voyage fut entrepris pour

L'ouvrage traite également en détail des derniers développements technologiques : moyens informatiques (Qbasic, AutoCad, logiciels Ski de Leica, technologie GPS), instruments de pointe (théodolite opto-mécanique, niveau numérique, mesures par satellites, etc.). Cette partie offre un apprentissage direct de dessin assisté par ordinateur (DAO), dont les outils et les exercices sont fournis sur le cédérom joint à l'ouvrage.

Cet ouvrage, sans équivalent, est avant tout destiné aux professionnels, topographes ou géomètres. Il sera également très utile aux enseignants et aux étudiants qui suivent une formation spécialisée.

(Aux éditions EYROLLES)

■ 2000 ans d'arpentage

Édité par l'Ordre des Géomètres Experts un livre fleurant bon la nostalgie. Livre d'images, de l'antique Rome au GPS, il se lit comme un conte, avec toute son histoire en costumes, le "géomètre au fil du temps" depuis l'agrimensores romain, ancêtre de l'arpenteur, au géomètre expert pluridisciplinaire.

Une histoire racontée par les maîtres spécialistes que sont Gérard Chouquer (la Rome antique), Pierre Portet (Moyen âge), Mireille Touzery (de l'État royal à la révolution), Charlotte Castan (XIX et XX^e siècles), et Michel Kasser pour une belle galerie d'instruments d'arpentage. À mettre à l'entrée de toutes les bibliothèques d'arpenteur.

(OGE, Éditions Publi-Topex, 40 av. Hoche, 75008 Paris
www.geometre-expert.fr)

■ L'ÉVÉNEMENT AFT du début 2000

La parution de deux ouvrages indispensables, fruit d'un travail conséquent de l'association et de sa vocation éditoriale et d'information :

Le lexique topographique : Paru en une dizaine de fascicules thématiques dans XYZ depuis 1991, voici enfin l'ouvrage édité dans son intégralité, en douze chapitres et une nomenclature alphabétique. 126 pages de définitions, de croquis et de schémas en plus de 1200 termes répertoriés. Rédigé et vérifié par les professeurs et professionnels les plus "pointus" de la topographie, ce lexique est un instrument que ces auteurs ont 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.

(À l'AFT, 136 bis rue de Grenelle 75000 Paris 07SP
E-mail : aftopo@club-internet.fr)

L'annuaire AFT2000 : la 3^e édition entièrement renouée pour répondre à l'évolution de la profession, avec la vocation de rassembler au mieux l'univers de la topographie et s'ouvrir au monde contemporain. Cet annuaire 2000 se veut le reflet des ambitions de l'association des professionnels d'un très grand métier. Dès son origine l'AFT s'est fixé l'objectif de réunir ce qui touchait l'espace de la profession au sens le plus large.

L'annuaire se veut le reflet de cette culture et donc un outil pour tous ceux qui sont concernés. Ses répertoires alphabétiques, professionnels et régionaux de plus de 1000 professionnels, sa rubrique des adresses utiles, sont un précieux creuset de renseignements et d'informations touchant tous les secteurs du métier. (À l'AFT)