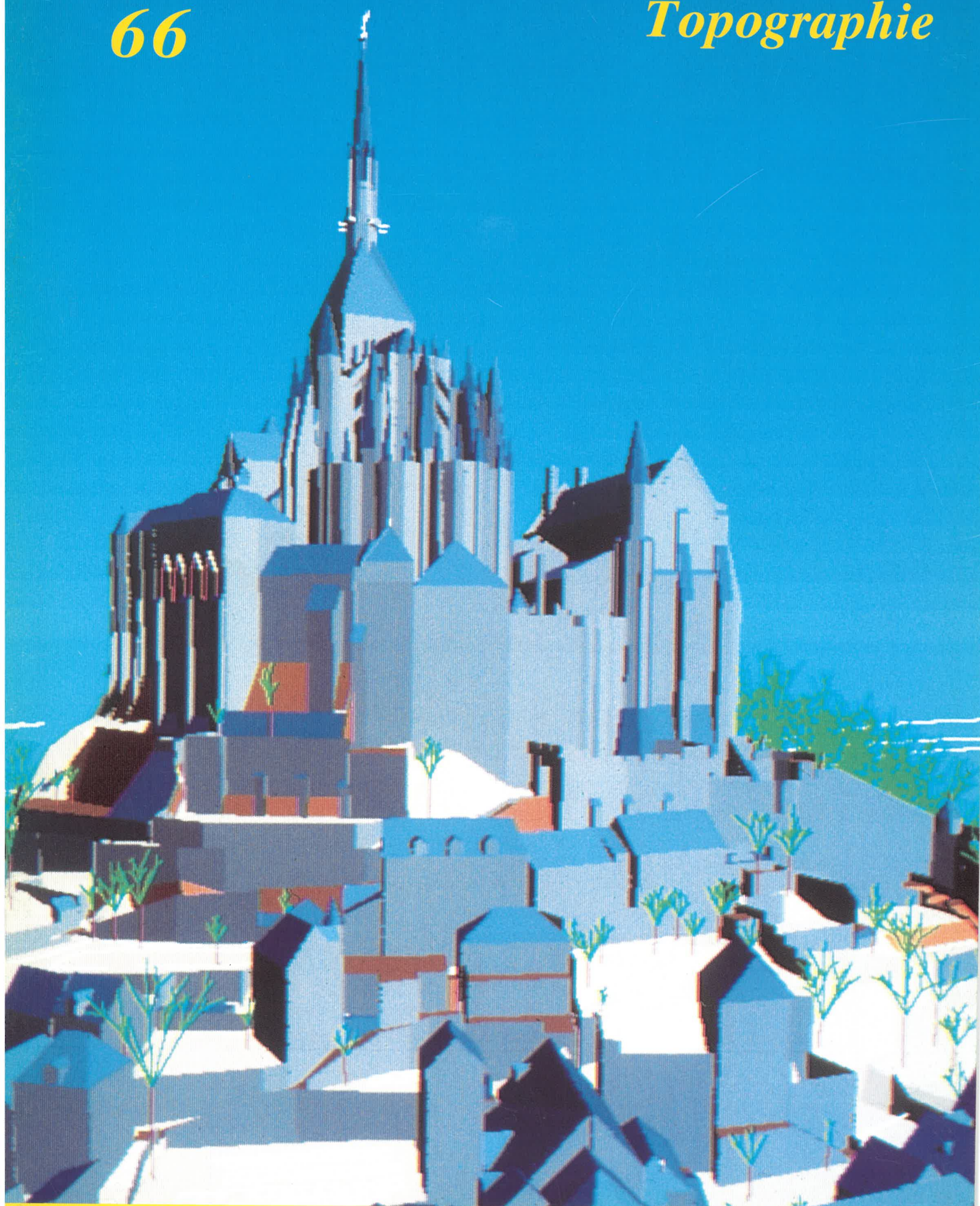


*XYZ*  
*66*

*Association  
Française de  
Topographie*





Système TRAPU-IGN. Le Mont-Saint-Michel, voir notre article page 18.

## Revue de l'Association Française de Topographie

**136 bis, rue de Grenelle  
75700 PARIS 07 SP**

**Tél. : 43.98.84.80  
Fax : 47.53.07.10**

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

**ISSN 0290 - 9057**

*Trimestriel - le numéro : 130 F.  
Abonnement d'un an : France Europe  
(voie terrestre) : 480 F.  
Etranger (avion, frais compris) : 500 F.  
Les règlements payés par chèques  
payables sur une banque située hors  
de France doivent être majorés de 40 F.  
L'AFT n'est pas responsable des opi-  
nions émises dans les conférences  
qu'elle organise ou les articles qu'elle  
publie.  
Tous droits de reproduction ou d'adop-  
tation strictement réservés.*

**1996 1<sup>er</sup> trimestre**

# N° 66

# SOMMAIRE

### DIRECTEUR DE LA PUBLICATION

• André BAILLY

### DIRECTEUR DE LA REDACTION ET DE LA PUBLICITE

• Robert CHEVALIER

### COMITE DE REDACTION

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

### COMITE DE LECTURE

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

### MAQUETTE ET MONTAGE

• Jack BIQUAND

### CORRECTEUR

• Jean-Marie THIRIET

### ABONNEMENTS

• Mme CABANETTES

### COMPOSITION

AC<sup>2</sup> Communication  
15, rue Berthelot

ISSY-LES-MOULINEAUX 92130

### IMPRIMERIE MODERNE USHA

AURILLAC 15001

Tél. 71.63.44.60 - Fax 71.64.09.09

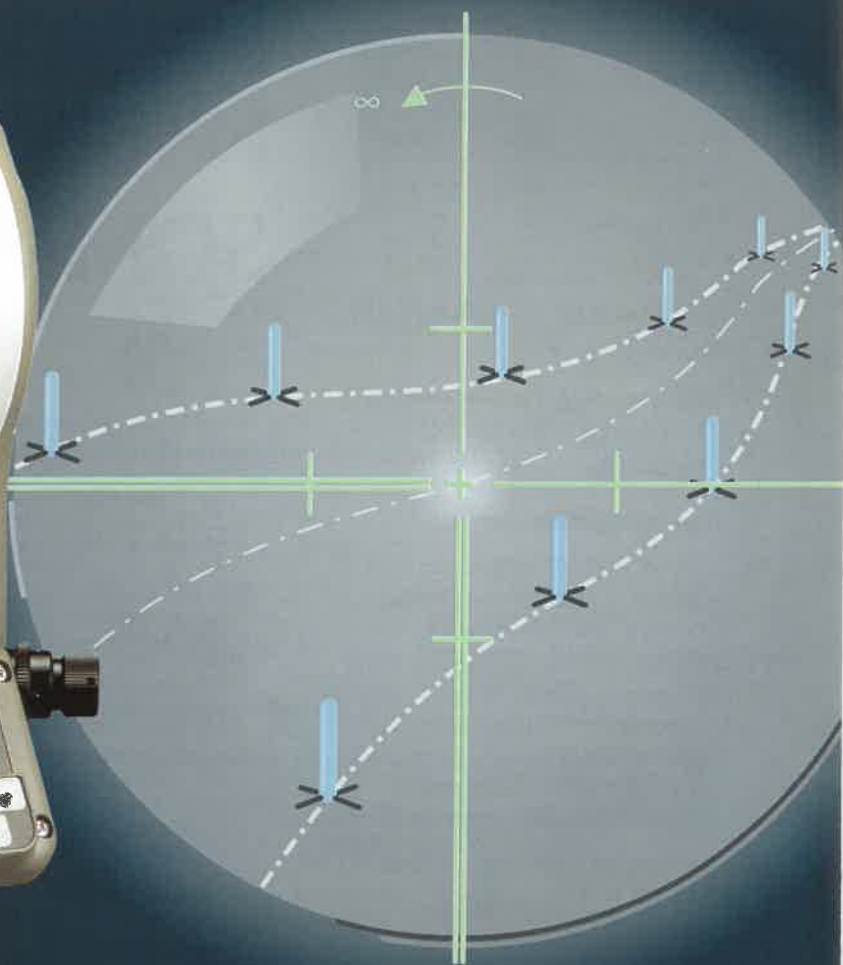
- EDITORIAL	
• Bleu .....	5
- INFO-TOPO	
• L'actualité topographique du trimestre, informations .....	9
- DANS LA PROFESSION	
• Photogrammétrie numérique par Didier KOPF .....	16
• TRAPU-IGN, sur Le Mont-Saint-Michel, notre couverture .....	18
• Danemark, le pont du siècle par Nicolas BRISSET .....	19
• Grotte Cosquer, relevé intérieur par le capteur SOISIC par Michel PARAMYTHIOTI .....	24
• Antique Banasa 1995, topographie au Maroc par G. DE BOURAYNE, E. HELME-GUIZON, E. LENOIR .....	28
• La page voiture : de l'usage des véhicules tout terrain en topographie et de quelques aventures en découlant par Robert CHEVALIER .....	31
• La page de Géomètres Sans Frontières une histoire de masques .....	43
- GPS	
• GPS au Pôle Nord, contrôle des mouvements de la banquise par Tom MORRIS .....	44
• GPS temps réel pour la topographie des TP par Pascal BRION .....	48
• Aramus, ou comment localiser plus de 1 000 véhicules .....	50
- SIG	
• Un SIG pour les petites communes par Jean-Luc DESGRANDCHAMPS .....	52
• SIG, gestion de la croissance interview de Xavier BOURGEOIS .....	54
- SCIENCE-TECHNIQUE	
• Photogrammétrie multi-images, saisie analogique par procédé argentique par Claude DAGUILLON .....	56
• Brève introduction à la topométrie logicielle par Claude MILLION .....	59
- L'HISTOIRE	
• La carte de Terre Adélie par Yves VALLETTE .....	65
• Sciences géographiques, connaissance du monde et conception de l'univers dans l'antiquité. Chapitre 14, "l'Almageste, les éléments de base mathéma- tique et les instruments de Ptolémée" par Raymond d'HOLLANDER (en encarté)	
- L'ART - LES LIVRES	
par Jean BOURGOIN, Jack BIQUAND .....	72
• Récréation mathématique, le nombre d'or par Raymond d'HOLLANDER .....	77
- L'ART DE VIVRE	
• Test de français par Michel SAUTREAU .....	78
• Les bonnes recettes d'XYZ par Anita SAUTREAU .....	79
- REPERTOIRE DES ANNONCEURS .....	80

Encart agrafé en pages centrales : Topo-Center.



Station Totale Nikon DTM-300

# Objectif : performances & simplicité



**Stations totales Nikon :  
une mesure d'avance**

## ***Le juste équilibre : performances et confort d'utilisation***

Conçue pour répondre à un très large champ d'applications, la station totale DTM 300 vous propose l'équilibre parfait performances, confort et budget.

### **Elle offre en série :**

- La précision de mesure, la qualité optique et le confort visuel spécifiques à la gamme NIKON.
- Des programmes intégrés puissants et intelligents permettant de réaliser toutes les applications courantes :
  - fonction de mesure d'angle et de distance,
  - lever et enregistrement intégrés en coordonnées polaires ou XYZ,
  - implantation assistée,
  - télémesure de distance et de hauteur...
- Une facilité et un confort d'utilisation sans précédents, pour que performance soit synonyme de plaisir :
  - double écran 4 lignes, clair et convivial,
  - clavier numérique complet permettant un accès direct aux fonctions principales.

**Nikon**

NIKON FRANCE S.A.  
191, rue du Marché Rollay  
94504 Champigny-sur-Marne Cedex  
Tél. : (1) 45 16 45 16  
Fax : (1) 45 16 00 33

*Le 66<sup>e</sup> numéro d'XYZ, un numéro bleu pour l'hiver, bleu comme l'écran d'ordinateur de l'IGN qui nous illustre la couverture avec une image de son système TRAPU et une architecture singulière du Mont-Saint-Michel.*

*Mais bleu aussi comme la banquise du pôle Nord qui flotte sur la mer Arctique où se trouve fiché l'axe de notre planète. Une expédition topographique en a mesuré la dérive et les mouvements en avril dernier, avec une utilisation tout à fait originale du GPS défiant, dit le topographe Tom Morris, les limites des techniques topographiques. Sur cette banquise, sans cesse en déplacement (200/300 mètres à l'heure !), en mouvement, en pression, en compression, le GPS fut employé dans un environnement des plus difficiles rencontré sur terre jusqu'ici.*

*Mais bleu aussi comme la Méditerranée où s'est dissimulée pendant des millénaires la grotte de Cosquer et ses richesses. A trente-six mètres sous les vagues il a fallu franchir, avec le matériel, le goulet sous-marin qui s'enfonce sous la falaise de Morgiou pour accéder à ces trésors de l'art pariétal et en faire un relevé. C'est ce que nous conte Michel Paramythioti dans un article qui décrit la campagne de relevé tridimensionnel des parois internes de la grotte réalisée en novembre et décembre 95 dans le cadre des actions de Mécénat Technologique et Scientifique d'EDF. La méthode employée, SOISIC, bijou d'optique et d'électronique, déjà décrite dans le numéro 63 de notre revue, fut mise à rude épreuve et, comme le GPS sur la banquise, atteignit les limites des difficultés, et obligea les ingénieurs et opérateurs à inventer et innover pour se plier aux conditions. Notre planète est une coquette qui ne s'en laisse pas conter. La mise en valeur des résultats obtenus fera l'objet d'un article dans notre prochain numéro où Guillaume Thibault (EDF) nous rendra compte du travail de construction du "clone" informatique de la grotte.*

*Mais bleu aussi comme la Baltique et les eaux froides du Kattegat qui sépare le Danemark de la Suède et que l'on pourra dans un avenir proche franchir à pieds secs. En effet, le pont du Storebaelt dont il est ici question s'insère dans un vaste projet de liens fixes dans le nord de l'Europe. Pour lors, il doit relier à l'horizon 98 les deux îles principales du Danemark, la Sealand et la Fionie, elle-même déjà reliée au Jutland. Ce pont aura une longueur de sept kilomètres. La topographie y a bien entendu sa place et elle participe à part entière à la construction d'un pont dont la qualité dépend aussi du paramètre topographique. Mais l'auteur de l'article, Nicolas Brisset, du service topographique du chantier, nous demande de rester humbles, comme le géomètre doit l'être devant une telle structure métallique toujours en mouvement, vivante comme la banquise.*

*Mais bleu aussi comme la Terre Adélie dont notre chronique "histoire" se fait l'écho avec un article d'Yves Vallette, qui a participé au programme cartographique des Expéditions Polaires Françaises en 1950 (voir notre dernier numéro), et qui nous parle aujourd'hui de la carte de cette lointaine terre antarctique. Et c'est un hasard si, dans l'actuelle revue, nous passons ainsi du Pôle Nord au Pôle Sud, image malgré nous de l'universalité de notre profession.*

*Mais à nous entendre, la topographie ne serait qu'exploits et le géomètre-topographe une sorte d'aventurier sportif. Que non ! et l'arbre cache la forêt, car l'exploit c'est aussi de fabriquer un SIG pour les petites communes, c'est aussi localiser des taxis et des autobus dans les artères des villes, c'est aussi des gestions complexes d'informations géographiques et des avancées technologiques parfois de détail, mais qui, chaque fois, contournent ou résolvent des difficultés qui paraissent hier insurmontables.*

*Mais il n'est qu'à lire ce numéro bleu pour s'en convaincre.*

*Nous vous souhaitons que l'année 1996 soit bonne, et pour qu'elle soit bonne pour l'AFT et sa revue, n'oubliez pas vos cotisations de l'année.*

XYZ



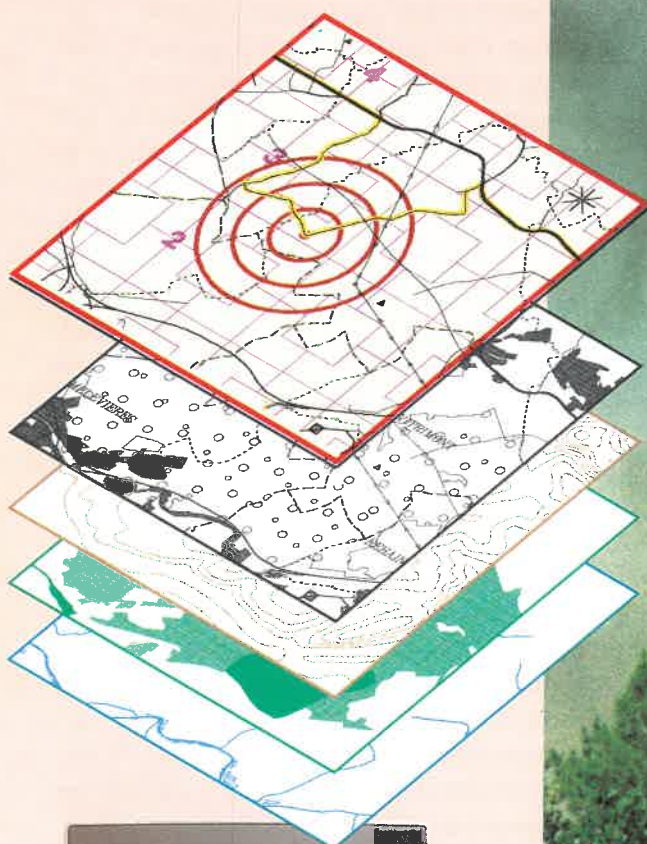
# les Raster dans Ascodes-3

L'intégration des images Raster dans Ascodes-3, offre à l'utilisateur une multitude d'applications nouvelles.

C'est la disponibilité d'un fond de plan, économique mais parfaitement positionné, servant de support graphique aux données vectorielles d'Ascodes-3.

C'est la possibilité de représenter des données de qualité, permettant analyses et études, sur une image, par thème ou globale, du terrain.

## Exemple: Ascodes-3 et la Protection Civile.

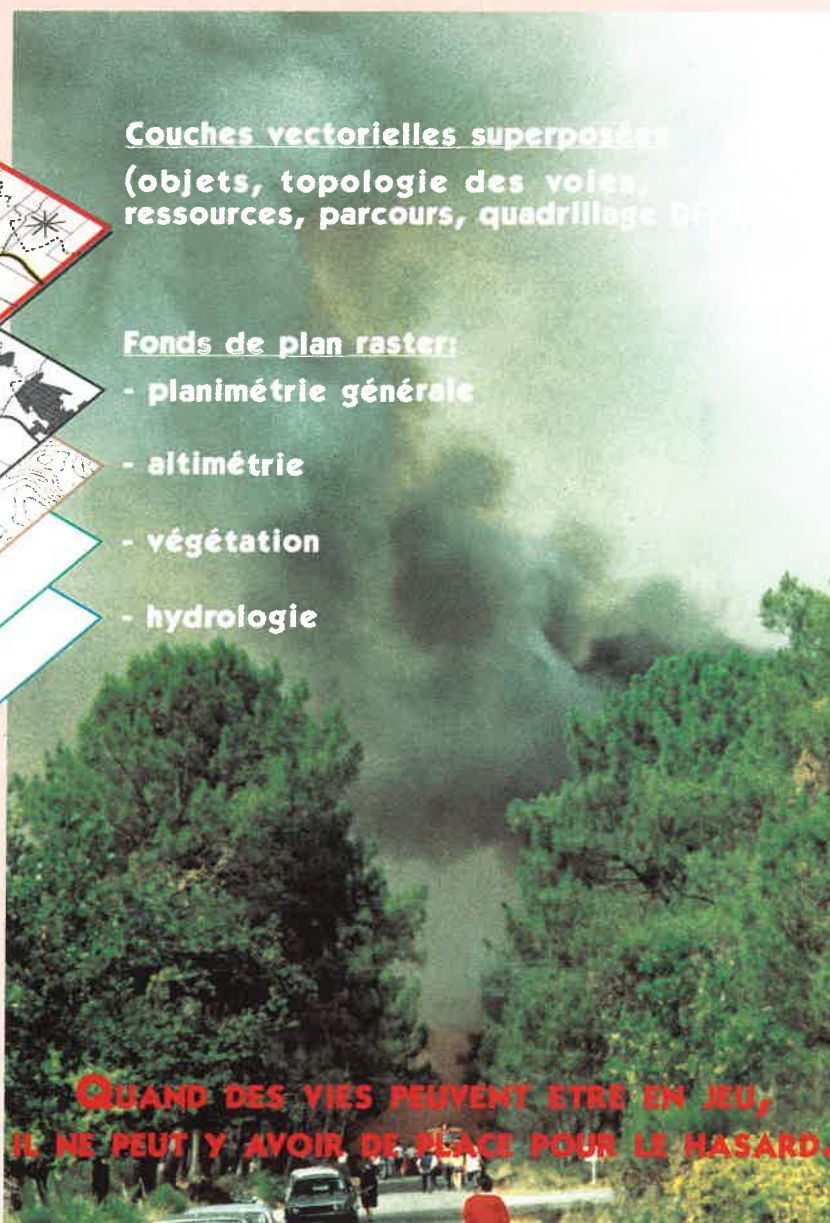


### Couches vectorielles superposées

(objets, topologie des voies, ressources, parcours, quadrillage D)

### Fonds de plan raster:

- planimétrie générale
- altimétrie
- végétation
- hydrologie



**QUAND DES VIES PEUVENT ETRE EN JEU,  
IL NE PEUT Y AVOIR DE PLACE POUR LE HASARD.**

## Ascodes-3 TOUT SIMPLEMENT

**jsinfo**  
LA GEO-INFORMATIQUE

8, rue de la Maison Rouge  
77185 LOGNES  
Tél.: (1) 60 17 34 21  
Fax: (1) 60 17 27 58

### Demande d'information

*Je souhaite recevoir une documentation sur Ascodes 3*

Nom: \_\_\_\_\_ Prénom: \_\_\_\_\_

Entreprise: \_\_\_\_\_

Adresse: \_\_\_\_\_

Code Postal: \_\_\_\_\_ Ville: \_\_\_\_\_

A retourner à JSInfo

# INFO

# TOP

*actualités  
bloc-notes  
flashes*

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

## **"errata"** dans le numéro 65

### **Page 18**

Deux inexactitudes se sont malencontreusement glissées dans l'article de Daniel Schelstraete sur le mémoire d'Olivier Reiss "Mesures gyroscopiques et déviations de la verticale" (mémoire consultable à l'AFT) :

- les deux réseaux polygonaux de 8,6 km (à ciel ouvert) et de 7,9 km (dans le tunnel de base du tunnel routier du Saint-Gothard) ont servi de support aux investigations menées en 1992 (cf aussi l'article paru dans XYZ n°62, CITOP conférences de Paris). Celles de 1994 reposent sur un cheminement polygonal mis en place entre les rives est et ouest du lac de Lugano.

- concernant les cinq calculs menés, le second prend en compte les corrections de la déviation de la verticale calculées, le troisième celles mesurées. Ils sont donc distincts.

### **Page 35**

Dans l'article "Application gestion du cadastre, standardisation et productivité", l'auteur ne se prénomme pas David, mais Sabine ! Ce n'est pas un monsieur mais une dame, et nous nous pardons en conjecture sur notre erreur. Que Sabine Cappelle accepte nos excuses et reçoive nos remerciements et nos félicitations pour sa collaboration avec XYZ qui, nous l'espérons, continuera.

## **J.B. Charcot** **60ème anniversaire** **de sa disparition**

Pour le commémorer, l'Union Française de Philatélie Polaire -SATA- groupe Rhône-Alpes, organise une manifestation du 14 au 29 septembre 96, à Aix-les-Bains. Des historiens, des scientifiques, des hommes de terrain, viendront parler de Charcot, de ses expéditions et des

activités polaires françaises jusqu'à nos jours. Seront présentés des documents, livres et objets, et une exposition philatélique de plus de 1000 feuilles sur le thème, avec un bureau temporaire d'oblitération commémorative.

Un ouvrage est proposé dans ce cadre "Charcot 96" en souscription au prix de 120 F - 125 pages préfacées par Gaston Rouillon, ancien directeur adjoint des Expéditions Polaires Françaises.

(UFPP - SATA Rhône-Alpes - 1 rue de la Barre - 71000 Macon)

## **Changement du zéro** **des cartes marines**

Le zéro hydrographique est le niveau de référence à partir duquel sont comptées, positivement vers le nadir, les sondes portées sur les cartes marines, et positivement vers le zénith, les hauteurs d'eau déduites de l'usage des "Annuaire des marées". Sonde et hauteur d'eau additionnées fournissent la profondeur à un instant donné.

En France ce zéro est en principe le niveau théorique des plus basses mers astronomiques, il en est de même pour de nombreux pays. L'application de cette règle, à une époque où n'était pas possible une détermination précise du niveau des plus basses mers, a conduit les cartes à utiliser des zéros indépendamment dans chaque port. Les hydrographes, conscients de cette incertitude ont souvent, par souci de sécurité, adopté un zéro au-dessous du niveau des plus basses mers.

Le SHOM a décidé de corriger le niveau de référence des cartes marines et des annuaires de marées pour se conformer à la règle de l'hydrographie française : le zéro des cartes est voisin du niveau des plus basses mers astronomiques. Le premier janvier 96 est la date d'application effective de cette mesure importante.

Afin d'assurer une cohérence, autant que possible, entre les zéros des sondes, l'EPSHOM a été amené à utiliser la notion de zone de marée, définie par ses limites

géographiques et un port de référence au zéro déterminé. Dans l'annuaire des marées 1996, figurent les limites des zones de marée.

Pour des raisons historiques, il existe deux cas particuliers importants : Brest et Saint Nazaire. Pour les abords de Brest les sondes sont augmentées de 50 cm et les hauteurs de marée diminuées d'autant, pour Saint Nazaire, c'est 40 cm en plus et en moins. Il faut donc éviter d'utiliser les nouvelles cartes avec des logiciels de prédiction de marée non corrigés, en particulier le logiciel SHOMAR dont les disquettes (Constantes - version 1) sont périmées, mais les disquettes "Programme" Version 1, restent utilisables.

Pour plus de renseignements : SHOM, 13 rue du Chatelier - BP 426 - 29275 Brest Cedex.

## IGN :

### un nouveau Directeur Général Adjoint

Jacques Moschetti, ingénieur général géographe, a été nommé au poste de Directeur Général Adjoint de l'IGN. Il succède à Michel Louis qui prend une retraite bien méritée puisqu'il était DGA depuis 1982, ayant ainsi été le plus proche collaborateur de quatre Directeurs, messieurs Winghart, Martinand, Carrez et Frémiot. Michel Louis était un géodésien, ancien élève de l'ENSG et, avec lui, une des dernières figures de la période glorieuse et épique de la géodésie quitte la célèbre maison.

Le nouveau DGA de l'IGN est depuis toujours un adhérent de l'AFT (n°69).

### Nouveau support de mémoire pour Géodimeter 600



Géotronics vient d'introduire un tout nouveau concept de l'instrumentation et des composants, des logiciels de l'assistance technique et de la formation, désigné sous le terme Integrated Surveying™ ou IST™ (Topographie Intégrée).

Pour illustrer ce concept, la société lance un nouveau support de mémoire adaptable sur tous les modèles Geodimeter System 600 existants ou futurs : GEODIMETER CARD MEMORY. Il s'agit en fait d'un lecteur de cartes PCMCIA, d'une capacité mémoire de 1,8 Mo permettant de stocker jusqu'à 50 000 points de mesure. Cette unité externe prévue pour le

Geodimeter System 600 permet l'enregistrement des résultats et des coordonnées de mesure. Elle peut être fixée au support de clavier de l'instrument ou placée sur un pied de trépied. Cette carte PCMCIA est l'un des maillons actifs de cette nouvelle chaîne de Topographie Intégrée, véritable philosophie d'intégration de plusieurs techniques par l'intermédiaire d'un format et d'un support (carte PCMCIA) communs.

### Système automatique de mesure des voies ferrées

La Deutsche Bundesbahn effectue l'implantation et la vérification des positions des rails au moyen de cibles situées de part et d'autre du remblai de la voie.

Cette méthode, qui a prouvé sa fiabilité au cours des 2 dernières décennies, doit être remplacée tout en conservant initialement les cibles.

Ces points connus en coordonnées permettront de localiser un nouveau point hors de la zone dangereuse, près des rails, où une station totale de recherche automatique (Geodimeter System 4000) sera mise en station.



Un véhicule roulant sur rail a été mis au point pour permettre la mesure de la valeur réelle, il peut être facilement soulevé hors des rails à l'arrivée d'un train, si bien qu'il est inutile d'interrompre le trafic. La RPU de la station totale et 2 détecteurs supplémentaires permettant la mesure de l'écartement des rails et du dévers sont reliés à un ordinateur situé à l'intérieur du véhicule. Ainsi, il est possible de déterminer la valeur réelle des coordonnées X, Y et Z sur tout un secteur de rails et de les comparer à la valeur théorique de n'importe quel point choisi le long des rails. Les différences calculées montrent les valeurs corrigées qui sont nécessaires à une nouvelle implantation ou à des travaux à effectuer sur les rails.

#### Avantages :

- Economie de temps et de matériel pour les mises en station.



- Comme il est possible de contrôler la position de la voie à tout moment, les dernières données de cette position restent constamment disponibles.

- Le système peut s'utiliser sans être interrompu sur une ligne à double circulation de trains. Sa légèreté permet de le retirer facilement des rails si un train arrive sur une voie.

- Une mesure de contrôle automatique de l'orientation peut être effectuée à tout moment durant une séquence de mesure après le passage d'un train dans la zone de mesure.

- Le contrôle des points connus est possible.

- Trois modes de calcul peuvent être choisis et combinés après la mesure sur les points connus :

- transformation à 3 paramètres,

- transformation à 4 paramètres,

- fin calage du réseau des points d'appui sur un seul point.

- Il est inutile de procéder à une nouvelle mesure pour vérifier l'écart par rapport aux points connus.

- Il est possible d'effectuer la liaison et de la couper sur tout point connu sans faire une nouvelle mesure.

(Information "Le prisme", revue de Géotronics - Géotronics - 2-4 rue du Suffrage Universel - 78185 Lognes - Tél. : 60 37 50 60 - Fax : 60 37 50 70)

## **SERCEL : Coopération et nouveaux développements**

La division Radiopositionnement de SERCEL vient de faire l'objet d'un accord de principe sur une prise de participation de DASSAULT ELECTRONIQUE, à hauteur de 65 %, de cette filiale de CGG (Compagnie Générale de Géophysique) qui conservera 35 % de son capital.



Cet accord permettra à terme de renforcer la présence de l'activité Radiopositionnement de SERCEL sur les marchés militaires ainsi que sur le créneau porteur de la navigation terrestre. L'ensemble des compétences des deux entités dégagera également des synergies propres à élargir le champ et la nature des activités actuelles.

Ce faisant, SERCEL poursuit ses développements en matière de positionnement maritime et de topographie. Rappelons ici que cette entreprise française basée à Nantes a développé et construit la gamme de distance-mètres "DISTOMAT" (DI10, DI3, DI3S, DI4, DI4S, DI5, DI20 et DI2000) et breveté les principes de mesure d'angles (codeurs angulaires) utilisés sur des équipements réputés.

En ce qui concerne l'utilisation du GPS appliqué à la topographie, SERCEL, dès 87, fut (et reste encore aujourd'hui) la seule société européenne à développer des récepteurs adaptés (le type NR52) et à les améliorer de façon continue pour proposer en 1991 sur ce marché un modèle plus compact et plus performant : le NR101. Cet appareil, premier récepteur monofréquence au monde compatible avec un post-traitement "Statique Rapide" a constitué un véritable tremplin pour le lancement, fin 95, du KART (KINEMATIC APPLICATIONS in REAL TIME ou, en français "APPLICATIONS CINEMATIQUES en TEMPS REEL"). Ce système s'affranchit, grâce à une liaison - radio intégrée entre la station de base et l'unité mobile du traitement des données GPS sur PC. Cette transmission hertzienne développée et homologuée en France présente en outre l'avantage de sa fiabilité sur des portées pouvant atteindre 20 km.

Les implantations, levés ponctuels de détail ou continus avec une précision centimétrique sont donc possibles avec un équipement dont l'initialisation peut être réalisée selon les différents modes désormais classiques : calage sur un point déjà déterminé, calibration statique ou à altitude constante, voire en mouvement quelconque (méthode "OTF").

Dernier détail d'importance, ces matériels d'abord conçus pour des applications de topographie sismique sont déjà réputés... à toute épreuve.

Les produits SERCEL de topographie sont distribués en France par :

la Société COLLINET - 44 Saint-Herblain  
Tél : 40 92 04 51 - Fax : 40 02 05 38

## **OBBC Développement : trois nouveaux logiciels**

Depuis octobre 94, la société OBBC Développement crée et commercialise une gamme complète de logiciels techniques et de gestion sous Windows pour les topographes, géomètres-experts et bureaux d'études :

**1. Logiciel Winprofils** : est un module supplémentaire du logiciel Wintopographie (logiciel conçu et commercialisé par OBBC Développement au prix de 1 990 F HT) ; il permet la récupération des points topo, l'affichage des profils en long et en travers, l'impression et le transfert automatique des profils dans un logiciel de C.A.O. - D.A.O. (prix : 2 990 F HT).

**2. Logiciel Winbornage** : il permet la gestion et l'édition des documents accompagnant le procès verbal de Bornage Amiable, grâce aux transferts automatiques des courriers dans les logiciels Microsoft Write ou Word (prix 1 990 F HT).

**3. Logiciel Winexpertises** : principe de fonctionnement simple résidant dans la saisie des fiches de biens



de valeurs vénales et locatives et par une recherche rapide par critères de tri ; ce produit transfère toutes les données dans les logiciels Microsoft Write, Word ou Excel et gère les échanges de disquettes entre confrères (prix : 1 990 F HT).

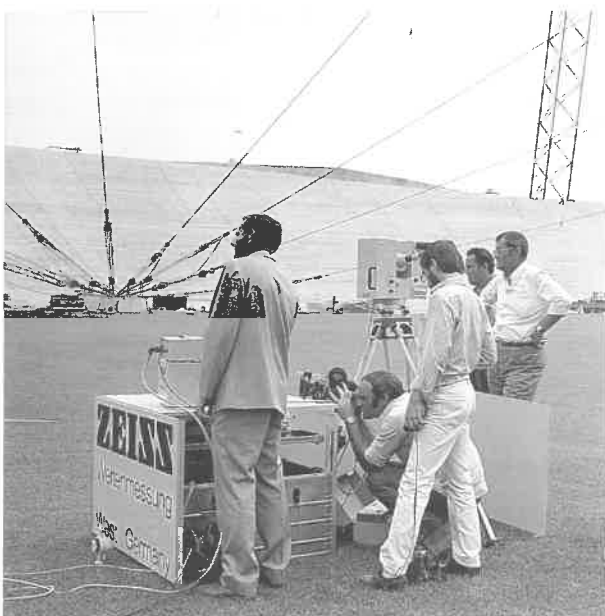
Ces trois nouveaux produits viennent compléter une gamme de 7 logiciels sous Windows 3.1 et 95 déjà commercialisés (Wincopropriété, Winfacturation, Winurbanisme, Gestion du temps, Mètre Win V.R.D., Wintopographie, Bibliothèque de symboles).

La société nous informe qu'une assistance téléphonique gratuite est fournie au démarrage pour tous les produits de la gamme et qu'une disquette de démonstration est offerte sur simple demande.

(OBBC Développement - 13 rue Pasteur - 78370 Plaisir - Tél : 34 81 13 50 - Fax : 30 81 94 64).

## Venez vous mesurer à la Cité des Sciences

Carl Zeiss (150 ans d'innovation optique en 1996) est à l'honneur pour la grande exposition temporaire consacrée à la mesure "Mesures & démesure" présentée par la Cité des Sciences et de l'industrie pendant toute l'année 1996. (Parc de la Villette 30 av Corentin Cariou 75019 Paris).



De la vie quotidienne à la vie Professionnelle des sciences de la vie aux sciences sociales, la mesure est omniprésente dans toutes sortes d'activités humaines. Mise en scène réalisée par l'architecte Jean Nouvel, répartie sur 2 500 m<sup>2</sup> et trois niveaux, cette exposition propose trois thèmes : Pratiques de la mesure, L'homme mesuré et Mesures extrêmes.

Dans le cadre des mesures des performances sportives (L'homme mesuré / Le Sport), des instruments Carl Zeiss sont exposés, dont le modèle station totale coaxiale Reg Elta 14 jeux olympiques de Munich (1972).

Effectivement, les stations totales Carl Zeiss sont utilisées depuis un très grand nombre d'années lors des compétitions nationales et internationales. En France,

les rendez-vous sportifs de Vittel et Nice par exemple font régulièrement appel à Zeiss pour mesurer les performances des athlètes.

Cité des Sciences et de l'industrie - Parc de la Villette  
30 av Corentin Cariou 75019 Paris (accès par métro Porte de la Villette / autobus 150 152 139 75 PC / Parc-auto quai de la Charente et bd Macdonald).

(Carl ZEISS Division GEODESIE 60 route de Sartrouville 78230 LE PECQ - Tél. : 34 80 20 00 - Fax : 34 80 20 01)

## SPOT IMAGE fournit la couverture stéréoscopique de la République de Macédoine

Le Ministère de l'Urbanisme, de la Construction et de l'Environnement de la République de Macédoine vient de signer avec Spot Image un contrat, d'une valeur de 2,7 MF, pour la réalisation de la couverture complète du pays.

Cette couverture est faite en mode panchromatique (noir & blanc) dont la résolution est de 10 m et 20 couples d'images stéréoscopiques sont nécessaires pour couvrir les 25 513 km<sup>2</sup> de ce pays au relief important. Chaque couple est constitué de deux images Spot prises à partir de deux angles opposés permettant ainsi de reconstituer le relief. Les produits livrés au Ministère comprennent le modèle numérique de terrain et les spatio-cartes numériques dans lesquelles les images Spot ont été mosaïquées et corrigées géométriquement dans la projection cartographique demandée par le client. Tous les produits seront livrés sur CD-Rom.

Ces produits numériques sont destinés à être intégrés, au cours du semestre 1996, dans un système d'information géographique qui sera utilisé principalement pour la mise à jour des cartes topographiques et l'aménagement du territoire.

C'est la deuxième fois que Spot Image fournit la couverture stéréoscopique complète d'un pays s'appuyant sur les caractéristiques uniques du système Spot. C'est aussi l'une des toutes premières sociétés françaises à signer un contrat avec la République de Macédoine.

Le groupe Spot Image (France, Etats-Unis, Australie et Singapour) assure dans le monde la commercialisation des produits Spot et des services associés avec l'appui de près de 80 distributeurs et s'est hissé au premier rang sur le marché mondial de la vente d'informations géographiques issues de l'imagerie satellitaire.

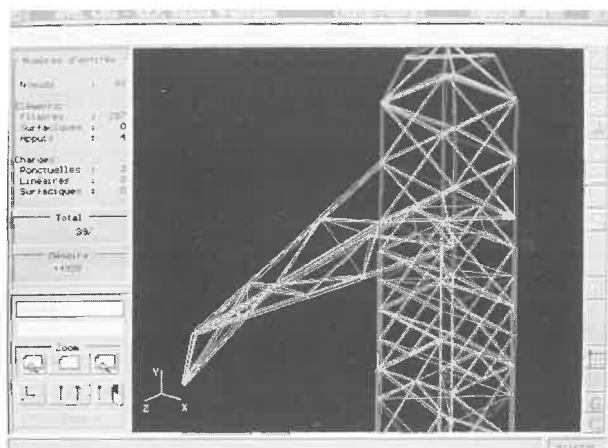
## VESTA chez Transel

L'implantation de nouvelles lignes devenant de plus en plus difficiles, EDF procède à l'expertise de ses ouvrages anciens pour les renforcer ou les réhabiliter.

La remise à niveau technique de ces ouvrages nécessite une nouvelle étude de la ligne dans son intégralité, en particulier la justification des supports pour lesquels il n'existe bien souvent plus aucune documentation (note de calcul, plans, échantillonnage, boulonnerie).

Transel propose de reconstituer cette documentation à l'aide de Vesta, un produit associant photogrammétrie terrestre et DAO à un logiciel de calcul de structures.

Pour vérifier la tenue d'un support existant selon de nouvelles hypothèses de sollicitations, il faut préalablement connaître sa géométrie, son dimensionnement, et les caractéristiques mécaniques des éléments de sa structure.



Vesta permet de relever la géométrie et le dimensionnement d'un support, sans escalade, donc sans consignation de l'ouvrage et ce grâce à la photogrammétrie terrestre.

Deux couples de photos sont pris du pylône, l'un de la face élévation, l'autre de la face perpendiculaire. Ce procédé permet de numériser tous les points du support puis de restituer sa silhouette en 3 dimensions, en intégrant les longueurs des barres, les largeurs des ailes de cornières, le nombre de boulons aux attaches.

Un plan édité sur table traçante sert alors de support à des monteurs habitués à travailler au voisinage de la tension.

Ils effectuent un relevé sur site des diamètres des boulons, des épaisseurs de cornières, de la constitution des planchers, complété d'éventuelles prises d'échantillons, de la vérification des nuances d'acier par billage et de l'état de vétusté du support.

Ces renseignements viennent ensuite compléter les éléments déjà numérisés du pylône avant d'être transférés sans ressaisie dans le logiciel de calcul de structures (EFFEL).

(Transel - 79 rue Joseph Bertrand - 78220 Viroflay - Tel. : 39 24 47 47 - Fax : 39 24 47 48)

## SPOT IMAGE signe un contrat pour la mise à jour de la cartographie en Bolivie

Spot Image vient de signer, le 24 janvier, avec le Servicio Geodésico de Mapas (SGM) de Bolivie, filiale de l'IGM (Instituto Geográfico Militar), un contrat d'un montant de 11 MF pour la mise à jour de la cartographie du pays au 1/50 000.

Dans le cadre de ce projet Spot Image fournira 139

spatiocartes numériques et photographiques au 1/50 000 sur une zone non cartographiée à ce jour. D'autre part, pour actualiser environ 400 coupures cartographiques au 1/50 000 sur plusieurs régions, des données numériques sous forme de scènes ou de couples d'images stéréoscopiques seront fournies au SGM. Toutes les données nécessaires sont accueillies par programmation, en mode panchromatique, et les produits seront livrés sur CD-Rom. La précision géométrique des satellites Spot, leur capacité à acquérir des couples d'images stéréoscopiques, la haute résolution en mode panchromatique sont des atouts importants dans ce pays au relief très diversifié.

Ce projet se déroulera sur 18 mois avec l'apport d'une assistance technique pour laquelle Spot Image s'est entouré, dans chaque domaine, de partenaires français spécialisés dont le GDTA (Groupement pour le Développement de la Télédétection Aérospatiale) et l'IGN (Institut Géographique National) qui assureront la formation du personnel du SGM.

Le gouvernement bolivien qui souhaite faire dans le pays des projets de développement importants doit s'appuyer sur une cartographie à jour. Le choix s'est porté sur l'utilisation de l'imagerie satellitaire car elle permet une réalisation plus rapide et économiquement plus intéressante. Les nouveaux équipements qui seront installés au SGM en leur permettant de faire de la cartographie tout numérique, les font accéder à la cartographie du 21ème siècle.

(SPOT-IMAGE - CNES - 31000 Toulouse)

## STRADA ATLAS pour MICROSTATION

SOFT CONSTRUCT a développé une application topographique dans l'environnement MICROSTATION. Cette application, STRADA ATLAS, récupère les mesures de carnets électroniques (toutes les marques du marché sont supportées). Ces mesures sont géocodées : code de "nature" et codes de "fonction" (liaison, construction, extrapolation...). Le système sépare automatiquement les mesures de base et génère les données du réseau polygonal. Celui-ci est calculé par la méthode générale des moindres carrés et fournit les ellipses d'erreur (planimétrie), les intervalles de confiance (altimétrie) ainsi qu'une analyse d'erreurs sur les mesures. Les points de détail ainsi que les liaisons entre ces points sont ensuite intégrés dans le DGN avec les attributs graphiques (symbolisme, couleur, couches...). Ceux-ci sont automatiquement attribués par le système en fonction de choix préétablis par l'utilisateur et enregistrés dans des "procédures". Les codes et les numéros de point sont conservés dans le DGN. Des fonctions d'extension dessin sont également ajoutées : association automatique de textes aux points, génération de tableaux de coordonnées, de listings, mise en page de plans...

(Pour plus de renseignements, contacter SOFT CONSTRUCT SA - 26 rue des Ecoliers - B 4020 LIEGE Belgique - Tél. : 19 32 41 44 20 21 - Fax : 19 32 41 44 20 27)

## GEO-IMAGE :

### Réunion d'information à l'ENSG

L'Ecole Nationale des Sciences Géographiques qui envisage d'acquérir plusieurs stations de travail pour la formation des étudiants en télédétection recevait le 16 janvier dernier la société GEO-IMAGE en la personne de Mr Laurore, pour faire une présentation générale des produits et prestations.

GEO-IMAGE a créé un outil de production organisé autour d'ateliers spécialisés :

- atelier de production de MNT,
- atelier de production de spatio-cartes et de cartes au trait,
- atelier de photo-interprétation et de traitement thématique.

Conçu comme un outil de production, c'est un logiciel de traitement d'images appliqué à la cartographie.

Cet atelier est utilisable par des opérateurs non informaticiens (formation de 2 à 3 semaines) qui sont ainsi spécialement guidés dans les différents étapes d'apprentissage.

Ce logiciel comporte plusieurs modules dont l'interface est identique. Ils sont organisés par produit à l'intérieur duquel de très nombreuses catégories de données peuvent être traitées. Des outils de contrôle de qualité, également très performants (visualisation 3D...) sont disponibles par l'utilisateur à tous les stades du processus.

La station de travail fonctionne sur Unix, mais le partage sur PC Unix et PC Windows 95 est projeté pour les prochaines années. Cette société est en croissance régulière à la fois par le logiciel (40 %) et par la production (60 %).

(GEO-IMAGE - Lionel Laurore - Les espaces de Sophia - 80 route des Lucioles - Bat M9 - Sophia-Antipolis - 06560 Valbonne - Tél. : 93 00 40 00 - Fax : 93 00 40 01)

## Les TP en 96

Dans son Conseil d'Administration du 26 janvier dernier, la FNTP a rendu publique ses prévisions pour 1996. La variation d'activité devrait osciller entre 0 et -3,5 % en volume. Face à une demande assez plate du marché intérieur, les entrepreneurs craignent pour les TP une 5ème année consécutive de récession, donc de chômage. En revanche, les exportations (55 MDF) progressent sur un rythme annuel de 5 % et l'orientation semble bonne pour les années à venir.

Comme nous informions dans notre dernier numéro, Philippe Levaux, le président de la fédération, demande un effort d'investissement accru de la part des maîtres d'ouvrages publics et tente de les convaincre de ne pas maîtriser les dépenses par des coupes dans l'investissement.

En % du CA, l'activité des TP se décompose en : Etat 7 %, Collectivités locales 41 %, Entreprises publiques 24 % et secteur privé 28 %. Pour 1996, dans l'hypothèse haute le CA serait de 0 % et -3,5 % dans l'hypothèse basse. Philippe Levaux rappelle que 1 MF de travaux annuel c'est 3 emplois et 600.000 F de cotisations sociales et recettes fiscales.

## L'agenda

- **24-29 mars** : Barcelone - Conférence sur l'Information Géographique - Tél. (Suisse) : 41 (61) 691 51 11
- **25-28 mars** : AM/FM - 19e conférence internationale - Seattle - Washington
- **2-4 avril** : Salon MARI - Paris la Défense (CNIT) - Renseignement : Ortech - Tél. : 45 23 08 16
- **Jusqu'au 10 avril** : Reconstitution au Panthéon de Paris de l'expérience du pendule de Foucault
- **10-12 avril** : Canterbury «GIS RUK 96» - Tél. : 44 (1227) 827 698 - Fax : 44 (1227) 762 811
- **15-18 avril** : Toulouse - Formation SIG Télédétection et cartographie spatiale - CNES et GDPA - Tél. : 61 27 42 90
- **15-18 avril** : Paris La Vilette - Conférence internationale SPOT-CNES - Tél. : 62 19 40 40
- **15-19 avril** : (FIG) 63rd Permanent Committee Meeting and Int'l Symposia - Buenos Aires - Fax et Tél. : 54 (1) 393 1750
- **16-19 avril** : Hydro GIS 96 - International Conference - Vienne (Autriche)
- **22-24 avril** : ACMS - Annual Conference and exposition - Baltimore - MD - USA
- **12-18 mai** : Kartographiekongress 96 - Interlaken (Suisse) - Tél. : 41 (56) 371 111 - Fax : 41 (56) 371 344
- **15-16 mai** : International Conference on GPS - Taipei - Tél. : 886 (35) 726 433 - Fax : 886 (35) 726 435
- **26-30 mai** : 8th Conference International on Geomatics - Ottawa - Tél. : 1 (613) 992 4902
- **28 mai** : 9th Symposium on the Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problems (SAGEEP) sponsored by the Environmental and Engineering Geophysical Society (EEGS), Keystone Resort, Colorado
- **11-13 juin** : 33ème Congrès des Géomètres Experts - Deauville - Tél. : 53 83 88 00
- **25-28 juin** : (FIG) - The 8th FIG Int'l Symposium on Deformation Measurement - Hong-Kong - Tél. : 852 2766 5955 - Fax : 852 2330 2994
- **9-10 juillet** : 18ème ISPRS Congress - Austria Center - Vienne - Fax : 43 (1) 505 6268
- **9-14 septembre** : (FIG) Technical Universities of Graz, München and Zurich - and FIG Commissions 5 and 6 - XII International Course in Engineering Geodesy - Fax : 43 316 83 1793
- **18-20 septembre** : (FIG) FIG Commission 8 Seminar - Helsinki
- **24-26 septembre** : Hydro 96 - Rotterdam - Tél. : 31 (20) 679 32 18 - Fax : 31 (20) 675 8236
- **25-28 septembre** : 80 Deutscher Geodätentag/Intergéo - Dresde - Allemagne - Tél. : 49 (721) 931 330 - Fax : 49 (721) 356 659
- **14-18 octobre** : VI National Congress on Topography and Cartography - Madrid - Tél. : 34 (1) 553 8965 - Fax : 34 (1) 533 4632

## 1997

- **11-16 mai** : (FIG) FIG PC Meeting and International Symposium - Singapour
- **13-16 mai** : Geotechnica - Cologne
- **22-28 juin** : ICC'97 - 18th Int'l Cartographie Conference - Stockholm - Tél. : 46 (26) 153 000 - Fax : 46 (26) 653 160
- **17-18 août** : Conference of South African Surveyors and International Symposium - Durban
- **22-26 septembre** : 46th Photogrammetric Week Stuttgart - Tél. : 49 (711) 121 3201 - Fax : 49 (711) 121 3297

## ANNONCES

- Technicien - Géomètre - 33 ans - Spécialiste AutoCad et MicroStation - Cherche emploi Ile-de-France ou Sud ou Ouest - Ecrire à la revue n°661 ou Tél. : 43 74 71 61.
- H. diplômé topographe de l'ENSAIS (1993). Expériences à l'Institut de Physique du Globe (GPS), cabinet de GE et aux Ecoles Françaises d'Athènes et de Rome (topographie informatique) - Langues anglaise et italienne et notion d'espagnol - Disponible France et étranger - Ecrire à la revue n°662 ou Tél. : 35 83 33 72.
- JF - 25 ans - Ingénieur ETP Topographie - Cherche stage chez géomètre expert ou chantier à l'étranger - Connaissance AutoCad V12-Topojs - Libre immédiatement - Ecrire à la revue n°663 ou Tél. : 98 03 10 87.



### TCA 1100 et TCA 1800 (Leica)

La firme complète sa gamme d'instruments TPS-System 1000 par deux nouvelles stations totales, les tachéomètres vidéo-asser-vis TCA 1100 et TCA 1800, à recherche automatique de prisme.

De conception originale, ces nouvelles stations utilisent la technique vidéo pour le pointé et la poursuite automatique de prisme. Cette caractéristique unique leur apporte une précision inégalée sur le marché – la coaxialité de la lunette, du distancemètre et de la caméra vidéo permettant une poursuite automatique de la cible, sans parallaxe, sur des distances de plus de 1000 mètres et avec une précision de 0,3 mgon (1").



Fonctionnant avec tout prisme standard, les TCA 1100 et TCA 1800 atteignent leur maximum à l'aide du nouveau prisme passif omnidirectionnel à six faces breveté de Leica.

A terme, il est également possible d'évoluer vers une station robotisée sous la forme soit d'un croquis de terrain informatique (un PC écran tactile en fonctionnement avec Fieldlink, le module d'acquisition en temps réel sur le terrain issu du logiciel graphique de calcul topographique Liscad de Leica), soit d'une codification à la canne.

(Leica SARL - 86, avenue du 18-Juin-1940 - 92563 Rueil-Malmaison Cedex - Tél. : (1) 47.32.85.42 - Fax : (1) 47.32.85.95).

### Sokkia : un nouveau niveau laser

Le LP 30. Léger et simple d'utilisation, il est conçu pour le nivellement de haute précision, et regroupe toutes les fonctions d'un niveau laser horizontal en les simplifiant. Laser à rayon invisible, sa portée est de 300 m de diamètre. Parfaitement étanche, léger et compact pour les chantiers. Précision :  $\pm 10''$ . Il a été testé avec sa cellule réceptrice (LPR30) selon la norme IP x 4 pour les intempéries. Poids = 2,8 kg (batterie rechargeable). Vitesse de rotation = 600 tours/m.



Le LP 30 est équipé d'un compensateur automatique intégré de haute précision. La cellule de réception LPR 30 affiche la précision sélectionnée et la position par rapport au plan de référence sur deux écrans LCD. Deux échelles de précision sont sélectionnables (précision ou lever rapide).

(Sokkia SA - Montesson (78) - Tél. : 30.53.09.73 - Fax : 39.76.63.15 et Sokkia Rhône-Alpes - Chasse-sur-Rhône (38) - Tél. : 72.24.03.42 - Fax : 72.24.03.51).

### Dernière minute

Sony-France vient d'introduire sur le marché français son système GPS de navigation mobile, le NVX-F160, avec des partenaires prestigieux : l'IGN, Michelin, ETAK (USA), ELF et TOTAL.

# dans la profession - dans la profession - dans la profession -

## photogrammétrie numérique

Didier Kopf

### PHODIS AT :

#### MODULE D'AÉROTRIANGULATION NUMÉRIQUE

La photogrammétrie numérique se caractérise par l'automatisation des opérations de mesure au moyen des procédés d'analyse d'images. L'opération spécifique de l'aérotriangulation numérique automatique est donc devenue possible. Cette réalisation a été effectuée à la société Zeiss par le développement du module d'aérotriangulation automatique Phodis AT.

Certes, les procédés de l'aérotriangulation classique comportant "la préparation des blocs, les mesures ainsi que les calculs" restent maintenus. Les seuls changements significatifs résident dans la préparation des blocs et leurs procédés de mesure. Les calculs, eux, restent inchangés et on utilisera toujours les logiciels, dits, par compensations de faisceaux existants.

Dans le cadre de l'aérotriangulation automatique, les blocs sont préparés essentiellement à partir des données suivantes : numérotation des vols, numérotation des images, coordonnées approchées des centres de projection, orientation du bloc. Avec ces données, la géométrie du bloc est approximativement définie, visualisée et peut faire l'objet d'un contrôle de vraisemblance.

Les opérations traditionnelles concernant "le choix des clichés, choix des points, transferts des points" sont automatisées dans le contexte de l'aérotriangulation numérique. De même, les tâches de longue haleine comme l'établissement de croquis pour les points de contrôle, le transfert des points par un instrument approprié deviennent superflues.

La mesure automatique pour l'aérotriangulation numérique suppose l'existence d'images pyramidales, la connexion de ces images dans le bloc est réalisée automatiquement dans les plans pyramidaux supérieurs de moindre résolution par un algorithme modifié du procédé automatique d'orientation relative. Il est possible de connecter tout un bloc sans avoir à utiliser les images d'origine. On n'utilisera environ que le tiers des informations. Le procédé de mesure automatique conduit bien sûr l'opérateur à des sources à "problèmes" (par ex. zones boisées, habitations etc). Par ce fait, il est possible, si nécessaire, de mesurer manuellement des points d'appui ou autres. Pour ces mesures manuelles, des procédés ou outils automatiques sont disponibles comme la méthode des moindres carrés LSM (Least Squares Matching) ou FBM (Feature Based Matching). Le contrôle manuel, ainsi que les mesures de points d'appui ou création de nouveaux points fait partie intégrante de Phodis AT.



# One System, One Source - **PHODIS®** from Carl Zeiss.

Digital  
Stereoplotter

Digital  
Aerotriangulation

Monoplotting

Digital  
Elevation  
Models

Filing

Orthophoto  
Products

Avec son système numérique **PHODIS**, Carl Zeiss vous offre une configuration complète pour la photogrammétrie numérique.

Les prises de vues aériennes, ou autres, sont numérisées sans coupures de films avec le scanner de haute précision **SCAI**. L'aérotriangulation automatique numérique est générée par le module **PHODIS AT**. La restitution stéréoscopique numérique 3D est générée par le module **PHODIS ST**. Le modèle numérique de terrain automatique est généré par le module **PHODIS TS**. Les orthophotos, orthophotos-mosaïques numériques sont générées par le module **PHODIS OP**, avec production sur rasterplotters.

La plate-forme informatique machine Silicon Graphics vous garantit une gestion des données optimale et une sûreté de travail dans les différents modules **PHODIS**.

Avec un seul Système, d'une seule Source, l'avenir est assuré.

Vous êtes intéressé ?

Contactez-nous à :



**Carl Zeiss** Oberkochen  
Bureau en France : Didier Kopf  
1, impasse des Saules  
67118 Geispolsheim/Strasbourg  
Tél. : 88.68.82.07  
Fax : 88.68.82.07

**Carl Zeiss**  
**Le partenaire à long terme**



# TRAPU-IGN, sur le mont st michel



Montmartre  
de la Concorde à l'Arc de triomphe



TRacé Automatique de Perspectives Urbaines, le système TRAPU de l'IGN utilisé ici pour une étude globale des possibilités d'évolution du site classé du Mont Saint Michel. Parmi les outils de conception assistée par ordinateur adaptés au champ d'action des architectes et des urbanistes, le système TRAPU, qui combine les méthodes traditionnelles de la photogrammétrie numérique et les techniques de l'infographie, résout la question fondamentale de l'intégration de volumes et d'espaces dans la ville existante.

Les données sur la volumétrie urbaine sont extraites de photos aériennes à axe vertical, prises en bandes assurant le recouvrement stéréoscopique.

Une échelle de prises de vue de 1/4000 à 1/6000 permet une précision de 10 à 20 cm, mais on peut obtenir une résolution plus fine, comme pour le cas du Mont Saint Michel, en descendant à l'échelle du 1/2000.

La restitution photogrammétrique permet la reconstitution d'un modèle tridimensionnel de la ville, géométriquement semblable au terrain (on y mesure les points caractéristiques des formes urbaines). La saisie a été adaptée aux caractéristiques particulières du modèle informatique qui représentent la ville.

Le système TRAPU connaît trois types différents d'objets mathématiques : les polyèdres convexes (volumes bâtis), les faces planes (murs...), les lignes de l'espace (arbres, trottoirs etc.). Pour représenter le sol, les points cotés sont reliés automatiquement en triangles. Il s'agit d'une structure réellement tridimensionnelle.

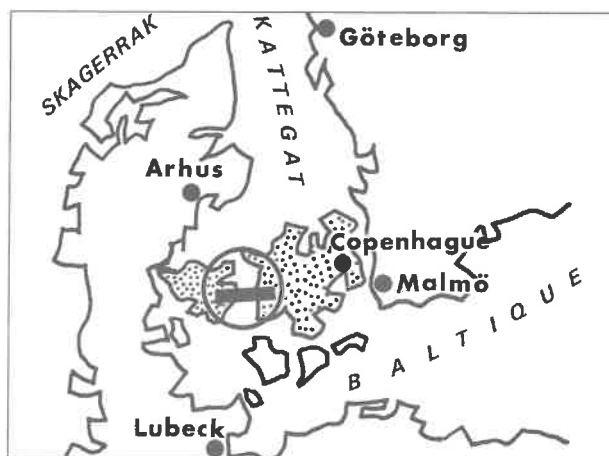
Les fichiers sont intégrables directement dans les logiciels de conception architecturale et d'urbanisme.

# danemark

## le pont du siècle

**nicolas brisset**

Service topométrique du  
chantier (GEC - Alsthom sdem)



Le pont du Storebaelt s'insère dans un vaste projet de liens fixes dans le Nord de l'Europe, et doit relier à l'horizon 1998 les deux îles principales du Danemark. On pourra alors effectuer à pied sec le trajet depuis la "Sealand" jusqu'à la "Fionie", elle-même déjà reliée au "Jutland", qui est la péninsule danoise au Nord de l'Allemagne. Ce lien fixe constitue la première partie d'une série d'autres liaisons, puisque les travaux de l'ouvrage devant relier le "Sealand" à la Suède ont récemment débuté.

Le détroit du Storebaelt ou grand détroit est séparé dans sa partie centrale par l'île de Sprogø qui a été agrandie artificiellement pour les besoins du projet. Le pont Ouest, d'une longueur de 6 kilomètres, entièrement en béton, relie la "Fionie" à "Sprogø" et est en fait





*Levage du voussoir n°5*





constitué de deux ponts parallèles, l'un conçu pour le trafic routier, l'autre pour le trafic ferroviaire. Cet ouvrage n'a qu'une faible hauteur au-dessus du niveau de la mer et ne permet pas le passage des navires de fort tonnage. Ce pont est aujourd'hui achevé. Entre Sprogø et la Sealand, à l'est, le trafic ferroviaire s'effectue en tunnel alors que le trafic routier doit être assuré par un pont d'une longueur totale de 7 kilomètres. C'est de cet ouvrage dont il est question ici.

Il est constitué dans sa partie centrale d'un pont suspendu d'une portée centrale de 1 624 m (de pylône à pylône) et de deux portées secondaires (du pylône à chaque massif d'ancrage) de 560 m chacune. La hauteur finie du pont suspendu à l'axe du tablier est de 65 m au-dessus du niveau de la mer, enfin de permettre le trafic des gros bâtiments. De part et d'autre du pont suspendu, deux ponts d'approche sont actuellement en cours de réalisation, d'une longueur de 2 700 m à l'est et de 1 600 m à l'ouest.

La construction de la totalité est divisée en deux principaux contrats :

- La partie béton qui recouvre la fourniture et la construction des fondations, piles, culées, pylônes et massifs d'ancrage. Les pylônes constituent à eux seuls une réalisation unique, puisqu'ils établissent à 254 m le point culminant du Danemark. Les massifs d'ancrage des câbles principaux du pont suspendu, appelées "Anchor-block", sont construits en pleine mer (première mondiale).

- La partie métallique qui recouvre la fourniture et le montage des voussoirs, câbles, appuis et joints d'expansion. Cette partie a été confiée à un important consortium italien. La société GEC ALSTHOM SDEM qui avait déjà exécuté le montage des voussoirs métalliques du pont de Normandie, s'est vue confiée, en sous-traitance, l'ensemble du montage de cette part métallique. Nous nous intéresserons désormais plus particulièrement à la réalisation des ponts d'approche dont les travaux sont avancés à 60% et dont le montage a débuté des deux côtés.

Les ponts d'approche sont constitués par une série de voussoirs métalliques préfabriqués, d'une longueur de 193 m (ce qui constitue, encore une première mondiale), d'une largeur de 25 m au sommet et de 11 m à la base, d'une hauteur de 7 m et un poids de 2 500 tonnes. Ces voussoirs appelés "girders", reposent sur des piles en béton armé, et sont soudés entre eux afin de constituer une poutre

continue sur appuis multiples. La pente longitudinale finale est d'environ 2 %. Un appui fixe est situé au centre du pont. Tous les autres, glissants, permettent les mouvements longitudinaux, d'une amplitude pouvant atteindre jusqu'à 760 mm, selon leur éloignement du point fixe.

L'activité de montage recouvre une masse considérable de travail que l'on peut sommairement énumérer comme suit :

- Etudes de montage et rédaction de la documentation nécessaire (plans, notes de calculs, procédures de montage...).
- Conception et réalisation des outillages spéciaux utilisés pour la réalisation du pont.
- Préparation des voussoirs préfabriqués dans le Nord du Danemark et transport maritime jusqu'au chantier (environ 300 kilomètres).
- Levage à l'aide de deux grues géantes, d'une capacité de 1 400 tonnes chacune, l'une étant placée sur le



dernier élément monté, l'autre, flottante, à l'autre extrémité.

- Réglage sur appuis temporaires.
- Découpage et soudage des voussoirs.
- Réglage sur appuis définitifs.

Les activités topométriques, nombreuses et variées dans leur nature et leur objectif, s'insèrent tout au long de la phase de montage. Dans les grandes lignes, ces activités sont les suivantes :

1) **sur le site de préfabrication** : réception dimensionnelle complète des voussoirs comprenant, entre autres, une étude détaillée de désalignement des tôles à souder ("best-fit / match up survey") et la détermination de la longueur du "girder", ces derniers étant tous fabriqués avec une surlongueur.

2) **sur le site de montage** :

- Réception dimensionnelle des piles et culées. Implantation et réglage des appuis temporaires et des outillages de guidage.
- Marquage de la surlongueur sur chaque voussoir.
- Contrôle du comportement élastique et du profil en long pendant le soudage.
- Auscultation des piles.
- Réglage des appuis définitifs et des points fixes.
- Relevés "as-built" : recollement.

Le service topométrique constitué pour le projet



compte 6 techniciens de nationalités diverses. Dans le but de respecter les tolérances contractuelles imposées dans les spécifications générales, très serrées, la société GEC ALSTHOM SDEM a décidé d'utiliser une instrumentation de haute qualité. Le service topométrique dispose de deux TC2002, d'un TC1800, et de 3 antennes GPS Leica SR299, ainsi que les logiciels associés PCMS et SKI. Les plus grandes difficultés rencontrées dans la partie topométrique liée au montage furent les suivantes :

- La détermination exacte de la longueur d'un élément (Tolérance  $\pm 3$  mm), celui-ci n'étant pas, lors de la mesure, dans sa configuration finale d'appui et de répartition des contraintes.

- L'application et la mesure du comportement élastique des voussoirs.

- L'implantation et le réglage du pont au regard des tolérances contractuelles requises : longitudinales  $\pm 20$  mm, transversal  $\pm 10$  mm, et  $\pm 20$  mm en élévation, par rapport au système de référence général du chantier. Pour tenter d'atteindre ces objectifs, le maître d'ouvrage a précisément établi le réseau primaire, postérieurement à la réalisation d'une campagne de mesure gravimétriques dense, permettant de déterminer localement le géoïde.

L'équipement GPS est donc utilisé à 100 % de ses capacités.

- Le réglage des appuis définitifs qui requièrent des tolérances locales submillimétriques.

Toutes ces opérations sont parfois effectuées en conditions difficiles : un grand nombre de relevés s'effectue "offshore", et les temps d'accès sur les piles

sont parfois incompatibles avec la nécessité de respecter un planning précis, exigé pour des mesures satellites convenables. D'autre part les conditions hivernales au Danemark rendent difficile tous travaux, alors que le chantier reste ouvert. En revanche, les jours très longs de l'été (environ 4 heures de nuit à la fin du mois de juin) rendent complexe un grand nombre de mesures et d'activités qui requièrent des conditions isothermes. Il est évident que l'exposé en détail des problèmes techniques pourrait occuper plusieurs lignes encore, mais à mon sens, ils ont toujours été résolus lorsque deux conditions clés ont été réunies :

- D'une part lorsque les moyens nécessaires, c'est à dire une instrumentation performante, sont mis à la disposition de l'équipe topométrique et sont utilisés pleinement et rigoureusement par des techniciens avisés.

- D'autre part lorsque le géomètre peut apprécier la qualité et la validité de sa mesure, qui sont liées au moment de la mesure, aux conditions extérieures, à la nature et à la localisation des points de contrôle. Cette expérience s'acquière évidemment avec l'aide des ingénieurs d'étude et de chantier expérimentés.

En d'autres termes, le géomètre doit rester humble devant une telle structure métallique qui est vraiment toujours en mouvement, et comprendre d'abord la conception et la finalité de l'ouvrage afin de réaliser des mesures fiables et contribuer alors, autant qu'il le peut à construire un pont de qualité.

Les ponts d'approche gagnent un peu chaque jour sur la mer. Le montage et le réglage des câbles va bientôt débiter : rendez-vous pour le pont suspendu.

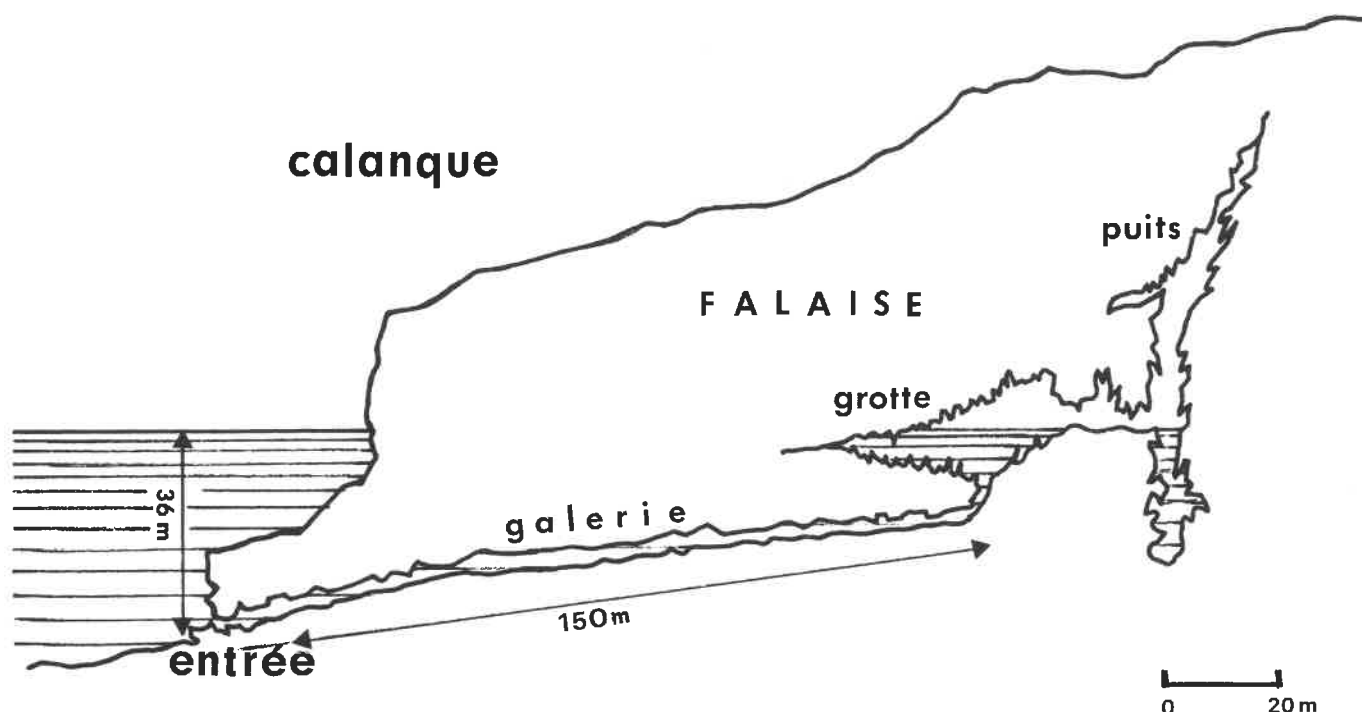




# grotte cosquer

relevé  
intérieur  
par le  
capteur  
soisic

Michel Paramythioti (société Mensi)



Ce document décrit la campagne de relevé tridimensionnel des parois internes de la grotte COSQUER réalisée en novembre et décembre 1995 dans le cadre des actions de Mécénat Technologique et Scientifique d'EDF. Le capteur SOISIC, développé par MENSI pour les simulations de maintenance nucléaire, a trouvé là une application nouvelle et originale : 4,7 millions de points 3D ont été relevés dans la grotte engloutie et acheminés en surface en temps réel par ombilical de 300 mètres ; la couverture obtenue correspond à une maille moyenne inférieure à 3 cm.

## INTRODUCTION

La recherche du volume est constante dans l'art quaternaire qui utilise communément les reliefs de la paroi et apparaît comme un art en trois dimensions.

M. LORBLANCHET

Les artistes quaternaires exploitent (et choisissent) les reliefs naturels des parois qui participent à l'œuvre achevée ; une analyse complète implique donc de caractériser les tracés (gravures, peintures,...) et les surfaces supports, ce qui est impossible par la photographie et exige soit une étude sur place soit, à défaut, l'étude sur un fac simulé tridimensionnel aussi fidèle que possible.

Par ailleurs, l'accès des grottes paléolithiques ornées étant désormais interdit au public (depuis l'expérience fâcheuse de LASCAUX), et l'intérêt touristique étant de plus en plus évident pour ce type de site, la réalisation d'une copie conforme en dur s'est avérée possible et

éminemment rentable (voir LASCAUX II) : de ce fait, l'intérêt d'un modèle numérique 3D très précis et fidèle (incluant la couleur et les peintures) est évident pour permettre soit la réalisation d'un "clône" en dur destiné au tourisme (COSQUER II), soit la "visite virtuelle" que les progrès rapides de l'informatique rendent concevables.

La grotte COSQUER, découverte en 1991 par Henri COSQUER, est défendue par un goulet sous-marin dont l'entrée très étroite débouche par 36 mètres de fond dans les falaises de Morgiou ; les spécialistes d'art pariétal ne pourront donc pas y accéder davantage que le public (à part quelques plongeurs émérites comme J. COURTIN), et un relevé 3D précis et exhaustif prend, ici plus encore qu'ailleurs, tout son sens.

Ces considérations avaient conduit les autorités responsables (Ministère de la Culture, Région PACA et Mairie de Marseille) à coupler une campagne de relevés

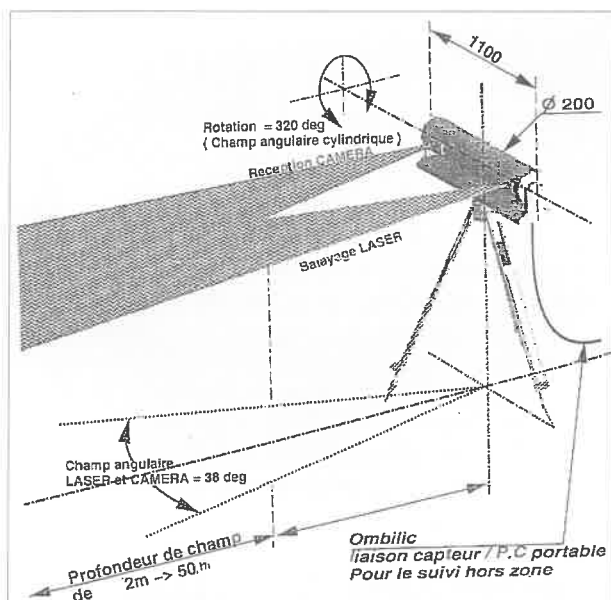


photogrammétriques avec une mission d'étude et de sauvegarde de la grotte prévue pour 1994 ; la recherche de concours financiers complémentaires auprès d'EDF conduit le responsable du Mécénat Technologique et Scientifique à proposer la mise en œuvre du capteur SOISIC en complément de la photogrammétrie, proposition acceptée par les responsables malgré certaines réticences liées à leur totale ignorance du procédé.

### LE CAPTEUR SOISIC

La description technique de cet équipement a déjà été publiée dans ces colonnes (XYZ n°63, 2ème trimestre 1995) ; nous nous contenterons donc d'en rappeler les grandes lignes :

Le capteur SOISIC est un "scanner télémétrique" basé sur la triangulation laser plane complétée par un balayage cylindrique du volume ; il a été développé par MENS I avec l'appui financier d'EDF pour permettre la modélisation 3D de sites nucléaires afin d'optimiser les opérations de maintenance grâce à des simulations préalables.



Pour la saisie fine d'un site difficile d'accès, vaste et très complexe comme la grotte COSQUER, ce capteur présente de nombreux avantages :

- appareil mobile et maniable (sur trépied ou posé au sol),
- forte densité des points 3D relevés,
- précision des mesures (1 mm à 5 m sur le point élémentaire),

- champ très important, 35°x320°,
- grande profondeur de champ, 2,5 m à 40 m,
- cadence de saisie de 100 points par seconde,
- commande à distance du capteur par un PC,
- saisie d'images vidéo couleur reliées aux points 3D.

SOISIC est complété par le logiciel 3Dipsos, développé par MENS I avec l'appui scientifique et financier d'EDF : c'est un logiciel graphique d'interprétation de grands nuages de points. Il permet de fusionner plusieurs nuages de points 3D partiels (correspondants aux différentes positions du capteur) et de créer des entités mathématiques (primitives géométriques, facettes) appuyées sur les points relevés afin de reconstruire la surface au plus près du réel ; il permet également de plaquer les images couleur sur les surfaces (texture mapping).

### PRÉPARATION DE LA CAMPAGNE

Les négociations ayant duré tout l'été 94, la décision de faire intervenir SOISIC dans la grotte ne fut prise que début septembre: il s'agissait de mettre en œuvre un appareil prototype, absolument pas conçu pour ce type d'application, dans un lieu passablement agressif où les opérateurs habituels ne pouvaient avoir accès.

Certaines phases préparatoires essentielles avaient été effectuées avant la décision, en particulier la vérification de l'innocuité du laser utilisé sur les surfaces fragiles (lichens ou peintures pariétales) : des essais préliminaires près de LASCAUX (grotte de Vielmouly) complétés par une étude du Laboratoire du Musée du Louvre ont permis de lever cette réserve.

Le principal choix technique portait sur la procédure de pilotage du capteur dans la grotte : 3 solutions s'offraient :

- 1°) Faire passer ses diplômes de plongée à l'opérateur habituel de SOISIC.
- 2°) Enseigner le pilotage du capteur à un plongeur de la DRASM (Direction Régionale d'Archéologie Sous-Marine).
- 3°) Piloter SOISIC depuis la surface.

Dans les délais impartis, seule la troisième solution semblait jouable : il fallut vérifier la faisabilité d'une liaison de 300 m entre le capteur et le PC (la liaison normale est de 15 m), puis faire réaliser un ombilical de 300 m assurant les liaisons normales SOISIC (alimentation, liaisons numérique et vidéo) complétées par une liaison audio entre l'opérateur SOISIC et plongeur affecté aux déplacements du capteur dans la grotte ; les principales difficultés sont venues de la vidéo (nécessité d'amplifier le signal dégradé par la distance) et de la liaison audio (sans doute trop sophistiquée) qui devait être la principale source de difficultés pendant toute la mission.

A noter qu'une cabane en dur avait été aménagée sur la falaise pour abriter des dispositifs de contrôle ; elle allait également servir de base aux opérateurs SOISIC et à leur matériel (PC de pilotage et station de travail SILICON GRAPHICS permettant le traitement immédiat des nuages de points recueillis).

Il fallut également faire fabriquer par la COMEX un container étanche permettant d'introduire le capteur SOISIC dans la grotte et procéder à l'introduction de l'ombilical dans une gaine de protection de 300 mètres (tuyau gaz étanche à 10 bars enroulé ensuite sur un tou-

REVUE XYZ – N° 66 – 1<sup>er</sup> TRIMESTRE 1996

par le capteur pour décider du prochain point de vue (position du capteur et des boules de calage destinées à la consolidation des points de vue).

- Le plongeur déplace le trépied et le capteur pour le mettre dans la bonne position et dispose les boules de calage.

- L'opérateur SOISIC procède au relevé spécifique (scanning fin) des boules de calage.

- L'opérateur SOISIC déclenche l'opération de scanning de la scène et en suit le bon déroulement sur l'écran du PC.

- L'opérateur SOISIC procède ensuite (sans bouger le capteur) à la saisie du cliché vidéo correspondant à la saisie 3D (un petit projecteur est attaché au trépied pour l'éclairage).

- L'opérateur SILICON GRAPHICS (Guillaume THIBAUT, EDF-DER) récupère les nuages de points successifs et réalise la consolidation pour vérifier en temps réel la bonne couverture du site (et montrer les résultats aux visiteurs).

Les opérations furent souvent perturbées (ou même empêchées) par le mauvais temps qui empêchait la mise en place du bateau, d'où de nombreuses journées perdues ; par contre, il s'avéra possible de faire tourner le capteur seul dans la grotte dans la position où le plongeur l'avait laissé, donc de prolonger la journée de scanning au delà de la durée de travail effective des plongeurs (6 heures), moyennant une arrivée matinale ou un départ tardif des opérateurs sur la falaise par voie de terre !

## RÉSULTATS OBTENUS

Malgré des aléas liés à la liaison audio (remplacée finalement par un système plus rustique) et à la saison (il serait préférable de mener les négociations en hiver et de faire les opérations en extérieur pendant l'été), le capteur a pu fonctionner pendant 67 heures effectives et réaliser la saisie de 4.700.000 points, dont 1.000.000 en maillage fin sur des traces anthropiques.

La couverture complète de la grotte n'a pu être complètement réalisée, certaines surfaces (contre-dépouilles) restant inaccessibles et le temps ayant manqué sur la fin (proximité des fêtes de Noël) : le diverticu-

le Est de la salle Sud n'est que partiellement saisi, le diverticule Ouest n'a pas été saisi.

Le nuage de points global obtenu assure une couverture des parois avec une maille d'environ 3 cm, certaines surfaces intéressantes ayant été scannées beaucoup plus fin pour tester les possibilités d'analyse fine en 3D sur le modèle reconstruit.

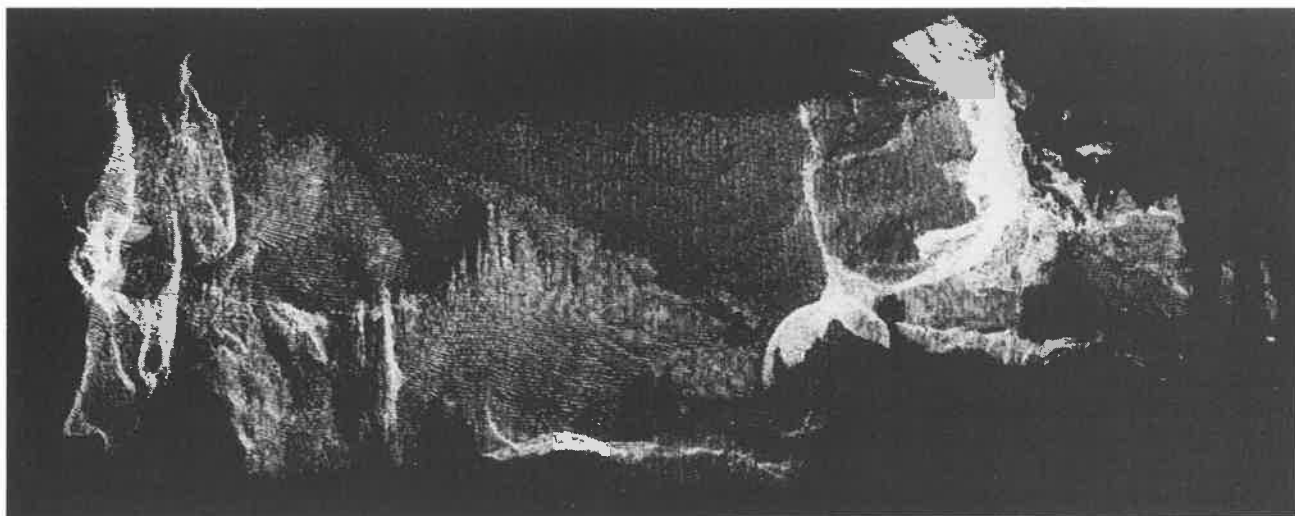
La seconde phase des travaux consiste dans la reconstruction des surfaces internes de la grotte à partir du nuage de points en mettant en œuvre le logiciel 3Dipso : la Direction des Etudes et Recherches d'EDF a pris en charge cette opération très lourde qui constitue une première mondiale et préfigure les possibilités de visite en "réalité Virtuelle" qui seront sans doute offertes au public pour le siècle prochain.

## CONCLUSION

SOISIC appartient à une nouvelle génération d'outils apparue avec les progrès de l'opto-électronique et de l'informatique ; il permet d'obtenir rapidement des nuages de points précis qui permettent ensuite la réalisation de la réplique numérique fidèle d'une réalité matérielle ; bien qu'il n'ait pas été conçu pour les relevés archéologiques, et malgré un préavis très bref, SOISIC s'est fort bien comporté dans la grotte COSQUER, délivrant un total de 4,7 millions de points 3D d'excellente qualité.

Amener une petite merveille d'optique et d'électronique comme SOISIC, absolument pas étanche, dans un lieu aussi hostile qu'une grotte à l'entrée engloutie et le contrôler à distance depuis la surface constituait un pari technique et humain audacieux qui n'a pu être gagné que grâce au dévouement de nombreuses personnes et à une certaine dose de chance (une chute du capteur dans l'eau de mer eut été irrémédiable !).

La mise en valeur des résultats obtenus relèvera d'un prochain article devant être publié dans ces colonnes par EDF (Guillaume THIBAUT) qui rendra compte du travail de construction du "clône" informatique de la grotte COSQUER, peut-être complété par les données issues de la photogrammétrie si le projet initial est effectivement mené à son terme.





# antique banasa 1995

# topographie au maroc

Ghislaine de Bourayne, Emmanuel Helme-Guizon ESTP IG2  
Eliane Lenoir - CNRS Paris



Dans le cadre de la mission archéologique franco-marocaine de Banasa (Maroc), Madame Eliane Lenoir, chercheur au CNRS (Laboratoire d'archéologie de l'École Normale Supérieure, UMR 126), responsable de la mission pour la partie française, a proposé d'effectuer des travaux de topographie afin de remettre à jour le plan d'ensemble de la ville antique de Banasa, le seul plan actuellement publié étant inexact.

Banasa se situe au cœur de la plaine du Gharb, à proximité immédiate d'un gué de l'oued Sebou, à environ 90 km au nord de Rabat. La plaine agricole du Gharb est l'une des zones irriguées les plus importantes du Maroc, où dominent les cultures de céréales, de canne à sucre, de betterave et d'agrumes.

## LE SITE DE BANASA

### Aperçu historique

Sur la rive gauche de l'oued Sebou, près du Marabout de Sidi Ali Bou Jenoun, le tell de Banasa a été fréquenté dès le IV<sup>e</sup>s. av. J.-C., et peut-être même plus tôt, ainsi que l'attestent les vestiges des fours de potiers découverts dans les niveaux les plus anciens, qui ont livré un matériel où l'on reconnaît des influences phéniciennes et ibéro-puniques. Les premières constructions jusqu'alors connues, aux murs de brique crue et de pisé, ne sont pas antérieures au III<sup>e</sup>s. av. J.-C. Le fleuve *Sububus*, dont Pline nous dit qu'il était *magnificus et navigabilis*, favorise l'intégration de Banasa dans les circuits commerciaux de la Méditerranée à partir du II<sup>e</sup>s. av. J.-C., ainsi qu'en témoignent les monnaies, les céramiques ou les amphores importées d'Italie et d'Espagne.

Entre 33 et 22 av. J.-C., la cité devient colonie romaine sous le nom de *Iulia Valentia Banasa*. Les vestiges de cette colonie augustéenne sont encore mal connus, mais la trame orthogonale qui régit l'urbanisme du quartier central doit appartenir à cette époque. Au début du règne de Marc-Aurèle, Banasa devient *colonia Aurelia*, et demeure un centre florissant jusque vers 285 ap. J.-C., date à laquelle la province romaine est réduite aux territoires situés au nord du Loukos. Banasa est alors abandonnée. Toutefois, les dernières recherches





montrent que des traces d'une occupation postérieure subsistent.

### Les vestiges

Les fouilles systématiques effectuées entre 1933 et 1956 sous la direction de R. Thouvenot assisté de A. Luquet, ont largement dégagé les vestiges de l'époque romaine. Le quartier central offre un ensemble de bâtiments publics (temple, forum, basilique judiciaire) inscrits dans la trame orthogonale qui domine dans les quartiers nord et ouest. Le quartier sud est construit sur une orientation différente ainsi que le quartier dit du macellum au nord-ouest. Plusieurs grandes maisons à péristyle étaient ornées de mosaïques, qui ont été déposées et stockées à Volubilis. Quatre établissements de bains publics présentent un plan parfaitement lisible. Les thermes "aux fresques", ornés de peintures murales et de mosaïques, sont particulièrement bien conservés. Les rues étaient bordées de boutiques, et l'on connaît plusieurs boulangeries et des bâtiments à vocation artisanale et commerciale. Un tronçon du rempart de la ville a été dégagé au sud-ouest.

Ces recherches ont livré un mobilier particulièrement riche, entreposé à Rabat. Les céramiques préromaines provenant des ateliers de Banasa, la vaisselle et les amphores importées aux époques préromaine et romaine, les objets de bronze (statuettes, chandeliers, lits de table, éléments de char et d'attelage), les tables de patronat et les diplômes militaires de bronze - documents administratifs et juridiques remarquables pour la connaissance de la cité de Banasa et de la province de Maurétanie tingitane -, les inscriptions, les statues, les éléments d'architecture, constituent une part essentielle des collections du Musée archéologique de Rabat.

### Les recherches actuelles

Depuis 1988, une équipe franco-marocaine, dirigée par E. Lenoir et H. Limane, travaille à un projet d'étude et de restauration des thermes aux fresques. Cette étude, en voie d'achèvement, a bénéficié de l'interven-

tion de spécialistes : Cl. Allag, étude et restauration des peintures murales, CNRS Paris, H. Broise, architecte, Ecole française de Rome, E. Chantreaux, restauration des mosaïques, Vienne). La fouille s'effectue en collaboration avec l'I.N.S.A.P. (Rabat) et sert de chantier-école pour les étudiants de 3<sup>e</sup> année de cet Institut.

Une prospection géophysique, effectuée par A. Kermorvant (Laboratoire d'Archéométrie, Université de Tours) sur les terrains qui entourent les vestiges dégagés par les anciennes fouilles, a fourni une documentation remarquable concernant l'extension du périmètre urbanisé, les orientations des axes d'urbanisme, les zones probables où sont implantés des ateliers de potiers, et le tracé d'une partie du rempart urbain. En 1995, A. Kermorvant a poursuivi une recherche orientée vers la définition de l'épaisseur de la couche anthropique, afin d'établir une stratigraphie du site qui permettra de raisonner sur les données de la géologie et de mieux comprendre les raisons de l'implantation humaine sur le site de Banasa.

C'est dans le cadre de ces recherches que la mise à jour du plan de la ville antique s'inscrit. Il est en effet indispensable que les données de la topographie antiques soient établies de façon exacte pour que la réflexion sur l'urbanisme et sur l'occupation diachronique du site puisse être menée à bien.

### LA MISE À JOUR DU PLAN DE LA VILLE ANTIQUE

Un plan d'ensemble de la ville a été effectué dans les années 1950, à partir des plans des divers quartiers établis par R. Thouvenot et A. Luquet. Ce plan s'est avéré faux. Il se présente en effet comme un « collage » des différents îlots levés indépendamment sans canevas d'ensemble. Il comporte donc des distorsions importantes entre les deux extrémités du site (voir page suivante). Le nouveau plan a été établi à l'échelle 1:500.

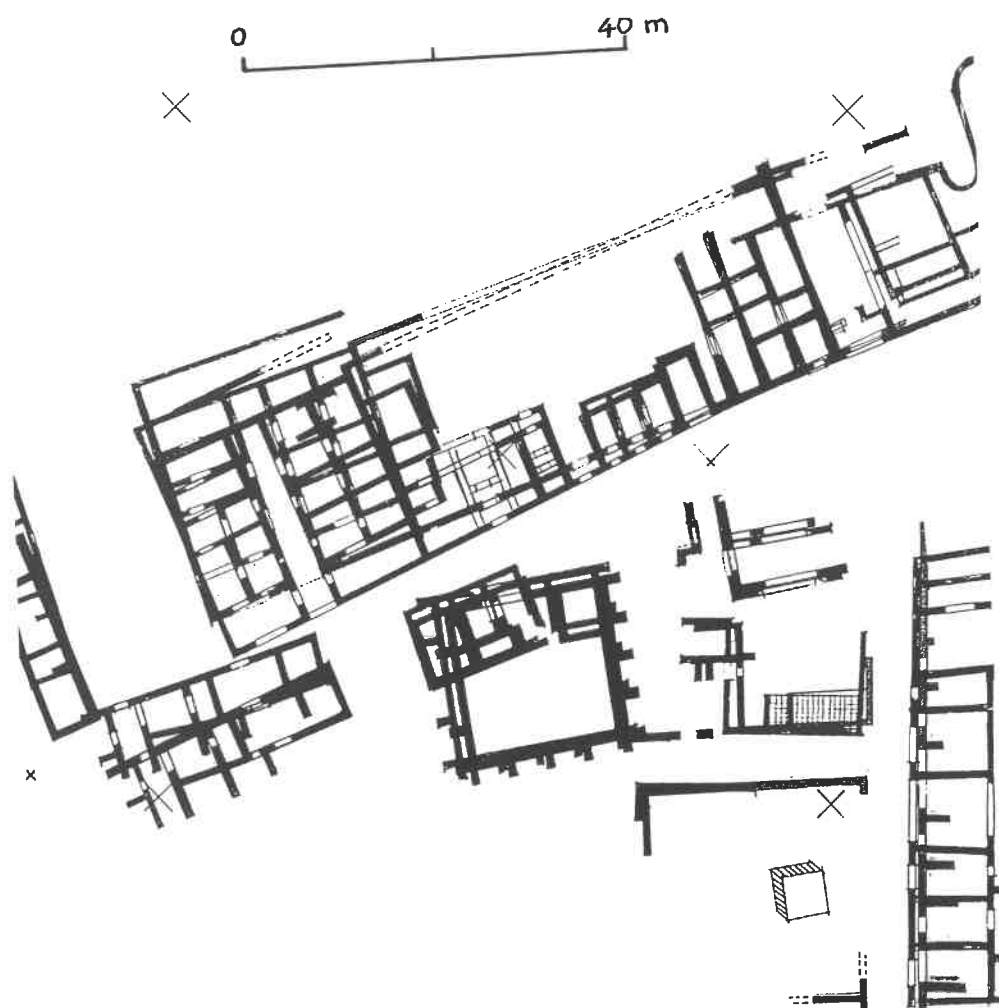
Les archéologues nous ont d'autre part demandé de fixer les altitudes de certains points pertinents (forum, thermes, par exemple) et de réaliser des profils en long afin d'exploiter les résultats de la prospection géophysique effectuée en mars 1995.

Enfin, nous avons dû positionner l'ensemble des occupations actuelles du site dans la zone classée : maison de fouille, mosquée et marabout, maisons des gardiens. Ce document sera utile en cas de mise en valeur du site et d'ouverture au public, le marabout, la mosquée et les maisons des gardiens étant des occupations tolérées, mais abusives, sur le site.

Nous avons à notre disposition pour cette mission un théodolite TARI (italien), monté d'un distancemètre AGA 116 Geodimeter, ainsi qu'un niveau KERN. (photos)

Nous avons effectué une polygonale fermée comportant 11 stations pour une surface de 20 ha à lever. Les sommets de la polygonale étaient matérialisés à l'aide d'un fer à béton de 40 cm planté dans le sol et cimenté. Ce canevas pourra donc être réutilisable pour une extension de la fouille.

Le lever a été réalisé par un rayonnement à partir de



Lorsque l'on superpose un même bâtiment sur les deux versions du plan, les bâtiments voisins présentent un décalage manifeste.

chaque station. 1000 points ont été ainsi pris. La polygonale a été calculée et compensée en X, Y par les mesures faites au théodolite et distancemètre, en Z par un nivellement direct au niveau KERN.

Aucun point géodésique sûr n'étant accessible à proximité de Banasa, les points de la polygonale n'ont pu être rattachés au réseau général ; les coordonnées sont par conséquent données dans un système local. Toutefois, les observations sur la polaire ont permis de déterminer l'orientation de la polygonale par rapport au nord. D'autre part, une borne se trouvant sur le site est supposée être à 21,00 m d'altitude d'après la carte au 1:50 000. Toutes les altitudes ont donc été calculées à partir de cette borne, donnant ainsi une idée de l'altitude réelle du site.

Les conditions climatiques (forte chaleur, vent solaire) nous ont obligés à faire le travail de terrain le matin, et à réserver l'après-midi aux calculs et au dessin. Tous les points levés dans la matinée étaient dessinés le soir même afin de vérifier si tout était cohérent. Ce travail nous a permis de déceler des erreurs d'orientation et des décalages non négligeables sur l'ancien plan. Le dessin d'ensemble du plan a été effectué sur place, dans des conditions assez difficiles : nous ne disposions ni de table à dessin, ni de matériel très adapté, ni de moyens informatiques. Le plan a donc été dessiné à la main, sur

calque plastique, au scalimètre et au rapporteur. Comme il était impossible de lever tous les détails dans le temps dont nous disposions, nous avons utilisé certaines parties du plan ancien pour remplir l'intérieur des îlots. Les erreurs manifestes du plan ancien ont ainsi pu être mises en évidence, et le chaînage sur le terrain nous a permis de replacer certains détails de façon sûre. La nécessité du dessin sur place est évident : il aurait été impossible d'effectuer des contrôles a posteriori, après avoir quitté le site.

Nous avons vécu tout au long de la mission dans la maison de fouille de Banasa, avec le confort local (groupe électrogène, eau tirée d'une citerne). Notre groupe se composait de trois français (E. Lenoir et nous-mêmes) et de deux archéologues marocains (H. Limane, responsable marocain de la mission et R. Arharbi). En outre, les gardiens vivent à proximité de la maison

de fouille, et nous avons par conséquent côtoyé leurs familles. Nous avons donc baigné dans une atmosphère marocaine très sympathique et nous avons même appris quelques mots d'arabe !

Cette mission a été pour nous l'occasion de découvrir une nouvelle application de la topographie. L'archéologie est un domaine tout à fait nouveau pour nous. Aussi avons-nous travaillé en constante concertation avec les chercheurs afin de connaître exactement leurs attentes : il nous a fallu apprendre à reconnaître les points pertinents spécifiques à la compréhension de la topographie antique. Les principales difficultés rencontrées avaient pour origine le mauvais état général du site qui gênait souvent la lecture des grands schémas directeurs des îlots, les murs étant souvent écroulés, parfois disparus par rapport à l'ancien plan ou bien déviés par les poussées de terrain.

Ainsi, tout en réalisant un travail très intéressant, nous avons pu découvrir au cours de ce séjour au Maroc une nouvelle culture en côtoyant des personnes très différentes de nous. Nous avons eu la possibilité d'avoir un point de vue très particulier que les touristes n'ont sûrement pas la chance d'avoir lorsqu'ils viennent séjourner dans ce pays.

## de l'usage des véhicules tout terrain en topographie

## et de quelques aventures en découlant

**Robert Chevalier - AFT**

Lors de la dernière Conférence Internationale sur la TOPographie (3ème CITOP de nom) on a pu voir, installés aux coins de l'exposition des véhicules tout terrain, sans la boue et la poussière qui sont habituellement leurs compagnes. Les numéros d'XYZ comportent souvent également une "page voiture".

Les géomètres, topographes, géodésiens, plus ou moins baroudeurs de nos routes et sentiers, voire des pistes, des dunes, des savanes et des forêts, savent déjà que le véhicule est un des instruments du topographe et pas des moindres.

D'où l'intérêt que porte l'AFT à l'usage professionnel de ces voitures. Intérêt qui n'a rien à voir avec le Rallye Raid du style Paris-Dakar ou avec la "frime" sur les Champs-Élysées ou dans les sous-bois dominicaux de nos campagnes, encore qu'il faille respecter les goûts de chacun et la liberté d'utiliser le 4x4 selon ses convenances personnelles.

Mais ce n'est pas précisément notre propos, ainsi que quelques souvenirs personnels de jeunesse peuvent en témoigner.

Mes premières expériences remontent à l'époque d'un stage dans un cabinet de géomètre parisien où le "patron" avait déniché, dieu sait où, un Kubelwagen de l'ex-armée allemande de la guerre 39/45. Décoré aux

couleurs de l'Afrika-Korps (carrosserie sablée), il fallut le repeindre au pinceau pour lui conférer une allure moins militaire. Les portes s'effondrèrent vaincues par la rouille et nous les remplaçâmes par des portes de placards de cuisine. Quant aux pièces de rechange il ne fallait pas y compter !



*Kubelwagen utilisé dans les années 54/55*

L'inconfort et la rusticité caractérisaient ce véhicule (qui n'avait d'ailleurs que deux roues motrices, mais par contre une boîte de vitesse ultra courte) aux exploits mémorables que notre inexpérience et notre jeunesse



*Géodésie primordiale en Cote d'Or (1953) la Jeep fait partie du paysage auprès du campement*



LAND  
ROVER



## LAND ROVER DEFENDER.

**POUR FAIRE AVANCER LES CHOSES SUR PLACE,  
IL FAUT DÉJÀ ARRIVER SUR PLACE.**

**119 652 F\*  
144 300 HT  
TTC**

Defender 90 Tdi.  
Version châssis  
court tôlé, 3 places AV.  
Charge utile : 729 kg.  
Capacité de remorquage avec freins : 3,1 T. Existe aussi  
en version bâchée ainsi qu'en version station wagon, 6 places.



**128 358 F\*  
154 800 HT  
TTC**



Defender 110 Tdi.  
Version fourgon tôlé  
châssis long, 3 places AV. Charge utile : 1,09 T. Capacité  
de remorquage avec freins : 3,5 T. Existe aussi  
en version station wagon, 9 places et en version  
pick-up grande capacité, 3 places AV.

**MODÈLE PRÉSENTÉ**  
**145 771 F\*  
175 800 HT  
TTC**

Defender 130 Tdi. Version pick-up double  
cabine. 6 places assises. Charge utile :  
1,22 T. Capacité de remorquage avec freins : 3,5 T.

**Gamme Defender** à partir de 108 955 HT  
(131 400 F TTC). Moteur 300 Tdi turbo Diesel à  
échangeur air/air et injection directe.  
Direction assistée. Freins à disques AV et AR.  
Panneaux de carrosserie en aluminium.

**Liste des concessionnaires Land Rover :**

**3615 Land Rover** (1,29 F/min) ou tél: (1) 36 68 11 24.

Land Rover conseille **Castrol**. Tarifs au 01.11.95.

TVA 20,6% récupérable pour les assujettis. Millésime 96.

Pour une documentation complète, retournez ce coupon accompagné de votre carte de visite à Land Rover  
service communication, 21 rue Ambroise Croizat, 95102 Argenteuil Cedex.

Société \_\_\_\_\_ Secteur d'activité \_\_\_\_\_  
Nom \_\_\_\_\_ Adresse \_\_\_\_\_  
Code postal \_\_\_\_\_ Ville \_\_\_\_\_  
Téléphone \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_

XYZ



**DEFENDER**

qui s'amusait beaucoup placèrent dans des situations invraisemblables.

Autre véhicule, mais plus performant et 4x4 celui-là, découvert lors de travaux de remembrement dans le Massif Central, un Dodge encombrant, surplus de l'armée américaine, et qui nous servit à distribuer les bornes délimitant de nouvelles parcelles. Avec ce précieux outil nous fîmes un travail qui aurait été irréalisable vu le relief et le couvert végétal. Du tout terrain intégral, hors piste, dans des conditions limites. C'est ce monstre qui, un jour, resta suspendu par deux roues au bord d'un ravin, abandonné par ses occupants avec une célérité de sportifs, ce qui arrêta sa chute en l'allégeant, mais quelle peur ! Il fallut insister trois heures, avec tracteurs agricoles, cordes, ruptures et réparations de câbles, pour sortir de cette fâcheuse position qu'il vaudrait mieux savoir éviter.

Autre expérience, à l'IGN, où je faisais un stage de géodésie dans l'Auxerrois et le Morvan, avec une utilisation intensive de Jeep type US Army pour l'accès aux points géodésiques. Nous transportions les hommes, le matériel, le campement et les vivres, et l'on peut se demander quel temps nous aurions investi, quelle fatigue nous aurions accumulées sans ce véhicule irremplaçable. Nous avons utilisé souvent au maximum les possibilités de cet engin dont il faut bien connaître les limites. Il nous est arrivé de franchir des dévers latéraux avec des cordes amarrées aux quatre coins de la Jeep et deux hommes tirant du côté montant pour éviter le basculement !

Mêmes scénari d'utilisation lors de mon service militaire au SHOM (alors SCH), dans le cadre d'une mission hydrographique sur le littoral algérien, où je fis connaissance avec les problèmes de franchissement d'oueds en crue et de terrains instables. Cela ne m'empêcha pas, plus tard, lors d'un stage de planchette à l'IGN, de redécouvrir les joies de la bicyclette...

Evouons encore un chantier topo lié à un projet de ligne THT dans les Alpes où nous avons sans doute réalisé une première en franchissant en Jeep un col sans accès, à la stupéfaction des villageois qui ont vu une voiture descendant de la montagne, et qui ont cru à une mystification de notre part tant l'exploit paraissait impensable, faisant gagner quatre heures de marche.



Travaux de relevé de profil en long dans le désert (République de Djibouti) - Le 4x4 suit la brigade le long du tracé

En dehors de ces quelques expériences toujours passionnantes et souvent édifiantes, ma carrière topo, essentiellement dans les travaux publics, m'a toujours confronté au problème prédominant du transport en terrain difficile, même en faisant abstraction des situations rencontrées sur les chantiers de construction qui nécessitent des moyens autrement importants.

Mais si nous quittons la France métropolitaine avec ses zones parfois difficile d'accès, que dire des pays sans infrastructures routières et aux intempéries autrement fréquentes et redoutables ?

Hors hexagone, pour le 4x4 TT, deux applications principales.

- comme véhicule de reconnaissance pour apprécier les difficultés du site (étude de prix pour appel d'offres). A ce stade l'hélicoptère serait plus pratique, peut-être, mais, outre le prix et les problèmes de disponibilité, il n'offre pas la même vision du terrain sous l'angle topographique. Dans ce créneau, j'ai loué ou emprunté différents véhicules et j'ai pu apprécier les points forts ou faibles respectifs. (Land-Rover au Gabon, en Iran et au Maroc, Toyota-Land-Cruiser en Côte d'Ivoire, Toyota Station Wagon au Cameroun et à Djibouti, Lada-Niva à la Réunion, Daihatsu en Nouvelle Calédonie, Suzuki et Mitsubishi Pagéro à Tahiti et en Guinée, Range-Rover au Moyen Orient et même R4 Sinpar aux Antilles etc...).

- pour le travail lui-même, le transport de matériel et de personnel nécessite obligatoirement la ou les voitures appropriées. Et le problème se pose, ou d'acheter sur place pour la durée du chantier, puis revendre les véhicules ensuite, ou les importer sur les lieux avec les risques et les aléas. Souvenons nous de trois pick-up Nissan bloqués deux mois par la douane dans le port de Matadi au Zaïre, même avec la paperasse bien en règle...mais cela c'est l'Afrique...

A la lumière de ces diverses expériences quelques remarques d'ordre pratique sont possibles, sans pour cela donner un cours de conduite en tout terrain, mais toujours avec l'optique de l'usage professionnel.

## A. Qualités requises pour un véhicule 4x4

1. Importante garde au sol (si possible pont décentré latéralement).

2. Porte à faux AV et AR réduits, pour éviter de rester coincé lors d'attaque de changement de pente important (talus par exemple). Attention au crochet de remorquage qui se transforme en ancre !...

3. Préférer les châssis courts pour éviter de rester à cheval sur une crête les roues dans le vide, et pour une maniabilité améliorée.

4. Choisir de préférence un véhicule muni d'un blocage de différentiel pour éviter qu'une roue dans le vide récupère en vain



*Brigade topo au Zaïre - véhicule Datsun Pick-up, maintenant Nissan toute la puissance.*

5. Contrairement à ce que l'on pourrait penser la puissance n'est pas toujours la vertu principale (surtout dans la boue et le sable), privilégier plutôt le couple.

6. De même pour la vitesse (ces deux notions étant souvent liées) sauf si l'on a besoin d'un véhicule polyvalent (parcours routiers et pistes).

7. Préférer un véhicule de poids et d'encombrement

réduits, qualités appréciables notamment pour sortir l'engin d'une situation difficile (ce qui n'est jamais à exclure car on a souvent tendance à demander trop à ce genre de voiture). Un des meilleurs véhicules utilisés était, dans les années 70, le Steyr-Puch "Haflinger" - (600 kg et 3 CV fiscaux !).

8. Éliminer les véhicules luxueux agencés pour la promenade et qui font payer cher des équipements non indispensables.



*4x4 planté dans une fondrière - Trop tard ! il fallait bien regarder !*

9. Le fin du fin est d'avoir un treuil à l'avant, pour les situations extrêmes.

10. Visibilité pour éviter de placer les roues sur un sol non visible comme c'est le cas dans les grandes herbes de savane où il arrive souvent de se "planter" dans un trou non repéré.

## B. Avantages des véhicules 4x4

- Accès facilité quand les voies de pénétration sont limitées ou inexistantes, le temps gagné et la fatigue en moins sont importants.

- Possibilité de passer dans des sols inconsistants, détrempés ou instables, inaccessibles à tout autre véhicule.

- La rusticité et la robustesse de ces véhicules sont conçues pour le travail, ils peuvent être ménagés moins que les autres.

## C. Limites des véhicules 4x4

Il est important de connaître les limites d'utilisation de son véhicule (et de son conducteur !) et se souvenir qu'on ne peut s'affranchir de trois points incontournable :

### L'adhérence

Quand on n'adhère plus, on ne passe plus ! attention à l'adéquation des pneumatiques et à leur usure. On peut l'améliorer en terrain boueux avec des chaînes

à neige. Attention aussi à la portance des sols, au risque de se voir enlisé complètement.

### L'encombrement

Ne s'engager sur une piste qu'après en avoir, autant que possible, vérifié l'état, les variations de largeur, la position des arbres et des rochers en bord de piste, au risque de se trouver coincé ou les roues dans le vide. Ne pas hésiter à faire une reconnaissance préalable sur un point de passage délicat, ce n'est pas du temps perdu car dans certains endroits on ne voit pas qui pourrait venir dépanner.

### La stabilité

Pour éviter les risques de basculement latéral et longitudinal, il faut bien connaître les angles limites de franchissement et de dévers, ainsi que le centre de gravité de la voiture.

Pour conclure par une dernière recommandation je dirais comme un célèbre maréchal : "nous sommes pressés, allons lentement".

Il ne faut pas que "ça passe ou ça casse", il faut passer sans casser, avec une sécurité réfléchie, ce qui implique une conduite coulée, souple, sans heurt.

J'ai parlé ici des conditions extrêmes auxquelles notre métier n'est pas confronté tous les jours. Les géomètres et topographes ne les rencontrent pas forcément, et il n'est pas besoin de 4x4 pour faire du lever en zone urbaine.



**Nestle & Fischer**  
GmbH & Co. KG  
Vermessungsgeräte

Postfach 1229  
Hochgerichtstr. 39-43  
D-72277 Dornstetten

Tel.: 0 74 43 / 2401-0  
Fax: 0 74 43 / 24 01-45  
Telex: 764 203



Dans le cadre d'Intergéo 95, Réunion à Dortmund en août dernier du groupe de travail "histoire de l'arpentage" du V.D.V. (79ème géodätentag).

**Allocution de Roger Schaffner au nom de l'AFT.**

*Chers Collègues,*

*Je vous salue en premier lieu au nom de Monsieur BAILLY, ici présent, Président de l'A.F.T que l'on pourrait appeler par analogie F.V.W. (Französischer Verein für Vermessungswesen). Je vous présente également notre responsable de la communication et des expositions Monsieur CHEVALIER.*

*Nous avons créé notre Association le 15.12.78 et l'avons déclarée officiellement le 1er février 1979 ; soit plus de 100 ans après le D.V.W.*

*Comme, contrairement à l'Allemagne composée de X millions de citoyens, la France est divisée en Y millions d'habitants, nous avons les plus grandes difficultés pour former une "Super-Association" comme celle que vous avez.*

*Cela ne nous empêche pas de maîtriser diverses branches de la profession, notamment celle de l'Histoire, car si nous n'avons pas la quantité nous disposons de la qualité en de nombreux domaines.*



Mrs Gombel et Chevalier entourant Schaffner

*Notre collègue et ami J.J. LEVALLOIS, de réputation mondiale, a débuté avec ses "300 ans de Géodésie française" qui se mirent à flamboyer avec l'Abbé PICARD et étincellent encore avec de tels auteurs. Cet ouvrage éveilla dans maintes têtes une grande fièvre de recherche et notre collègue R. d'HOLLANDER a attaqué "l'Histoire de l'Arpentage depuis l'Antiquité".. jusqu'à ...quand s'arrêtera-t-elle ?*

*Nos universitaires fouillent à présent dans les archives et mettent à jour de vieux grimoires sur la "Practica Geometriae" ; celle par exemple de Bertran BOYSSET, l'arpenteur occitan qui, au XVe siècle, avec*



Minow au centre de la photo. Tout de suite à sa gauche la tête de Mrs Lagoda, puis Neumann et Günther.

*les mêmes principes que vos vieux maîtres, prodiguait son enseignement. Il est maintenant établi que ces praticiens avaient déjà compris ce qu'était l'assurance-qualité. Nous avons aussi ceux qui s'enthousiasment pour les cadrans solaires, les astrolabes, les cartes anciennes et les vieux plans de ville, etc. Toutes ces études et leurs résultats, vous pourrez les lire dans notre revue XYZ ou autres publications spéciales, au fur et à mesure de leur sortie.*

*Enfin, je puis vous assurer que l'A.F.T. (ou F.V.W.) est toujours prête pour une franche et amicale coopération avec des organismes pareils au vôtre.*

*C'est dans ce sens que je réitère la réponse que mon ami, le Président Karl Heinz BASTIAN, m'a faite, à Stuttgart peu avant sa subite disparition, lors de mes propositions de coopération : "Alors-là, nous en sommes !"*

## LES EXPOSÉS

### 1° Dipl.-Ing H.J. LAGODA, chef de Groupe de Travail

a) De la signification de l'histoire de la technique

- Dévaluation de tout l'ancien :
  - par optimisme sur le progrès
  - par difficultés avec le présent
  - par mépris du passé

- **Nouvel intérêt pour l'histoire :**  
par malaise face au présent  
par besoin de justification  
par criticomanie.
- **Compréhension du présent par celle de l'histoire.**
- b) **Ce que rapporte l'occupation avec l'histoire de la technique.**
- une motivation pour la pratique,
- un élargissement de l'horizon du savoir et de la technique,
- une capacité de critique vis-à-vis de l'acquis,
- la compréhension pour l'historicité de la technique.
- c) **Dans quelles proportions l'histoire de la technique doit-elle être appréciée ?**
- pour la satisfaction de la prétention,
- selon les exigences de l'époque.

## 2) Prof. Dr Joachim NEUMANN

- **De l'histoire de la technique à l'Ecole Professionnelle Supérieure de Karlsruhe, en général et dans le domaine de l'information géographique en particulier.**
- a) **Le groupe de travail de cette école.**
- b) **La collaboration avec d'autres organismes en Bade du Nord.**
- c) **Propositions d'enseignement technico-historique : pour tous dans l'option "Sciences Sociales" en particulier dans le cycle "Cartographie" et dans le cycle "Arpentage".**

## 3) Dipl.-Ing. Gerhard GÜNTHER, Chef du Service Topographique du Land Rhénanie Nord-Westphalie

- **Comment est conçue, appréciée et façonnée l'histoire de l'arpentage ?**
- a) **Ma femme et le GPS - Sur la réflexion de celle-ci : "Alors ! il n'y a plus qu'à jeter les cartes existantes par la fenêtre !"**
- b) **On ne peut traiter de l'arpentage sans la connaissance de son histoire.**
- c) **Abandonner les points de triangulation ou entretenir un fichier chronologique ?**
- d) **Les repères sont des monuments historiques protégés.**
- e) **Le rendement de nos collègues du 19<sup>e</sup> siècle dans l'établissement du cadastre d'origine dans l'exécution de la triangulation générale de Prusse.**
- f) **Le Réseau Général de 1977.**
- g) **C'est pour qui ETRES 89, le nouveau système de référence ?**
- h) **Les bases géodésiques du cadastre actuel, incompréhensibles sans l'histoire de celui-ci.**
- i) **Que pouvons-nous apprendre de l'histoire ?**

*L'après-midi s'est terminée par une visite détaillée de la partie nouvellement "aménagée" du Musée de l'Arpentage, commentée par MM. GOMBEL et MINOW.*

# L'AFT ET L'HISTOIRE DE LA TOPOGRAPHIE

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

**EN ADHÉRANT**

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

**EN PLUS :**

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

**A TRAVERS :**

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

**GRACE À :**

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

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

**ADHÉREZ :**



**A.F.T. : 136 bis rue de Grenelle - 75700 PARIS 07 SP**

**Tél. : 43 98 84 80 - Fax : 47 53 07 10**





## UNE HISTOIRE DE MASQUES

Parfois les missions de GSF sont initiées par les relations personnelles que des membres de Géomètres Sans Frontières peuvent avoir avec d'autres catégories professionnelles impliquées elles aussi dans des actions de Solidarité. Tel est le cas du partenariat développé entre Olivier AURY, Président de GSF et Patrick DARLOT Ingénieur / Designer de formation / Photographe / Plombier / Explorateur / Professeur de Mathématiques et de Physique...

C'est au cours d'une de ses pérégrinations en Afrique que P. DARLOT a rencontré les frères KONATE Bomavé et Tankien, sculpteurs de masques de l'ethnie de Bwa au Burkina Faso, célèbres dans toute l'Afrique de l'Ouest pour la qualité de leur travail et le respect de la tradition des villages de Boromo et Oury.

Ils ont le projet de construction d'un Musée à Boromo regroupant des artisans et des artistes de réputation internationale. Au centre du P.I.A.M.E.T. (Parc International des Arts Modernes et Traditionnels), il serait tout à la fois village de traditions et village d'artisans -centre de production et de formation-, lieu d'accueil, de rencontres et d'échanges.

D'ores et déjà, ce Parc n'est plus une chimère mais bien une réalité, les puits se creusant, les premiers bâtiments sortants de terre. G.S.F. participera activement à la réalisation de ce projet en assurant outre l'établissement des plans indispensables, la coordination et la promotion. Egalement dans cette région, il nous est demandé, en vrac, du nivellement de digues, de contrôler des écoulements d'eau lors des fortes pluies pour la protection des puits, d'étudier des projets d'aménagements de chemins et surtout, d'apporter une formation mettant en application notre Charte de G.S.F.

En attendant votre participation, ami lecteur, voici l'origine de notre enthousiasme.

Le masque en Afrique n'est pas un simple morceau de bois. Il devient vie par la danse qu'exprime l'homme qui le porte. Lorsque Bomavé et Tankien sculptent un masque qui va être dansé, ils sacrifient un poulet ou autre chose pour donner la vie. Lors des cérémonies, vous ne verrez jamais un homme se masquer, le masque arrive de la brousse. Ils peuvent faire peur, rire, pleurer, le masque est le sacré et si vous savez vous faire admettre d'une communauté, vous verrez alors

danser les masques, danser les génies et alors vous saurez combien cette explication du monde est juste là-bas et c'est vous même qui investirez le superbe objet sculpté en bois qui orne votre "case" de la force du génie de cette autre culture.

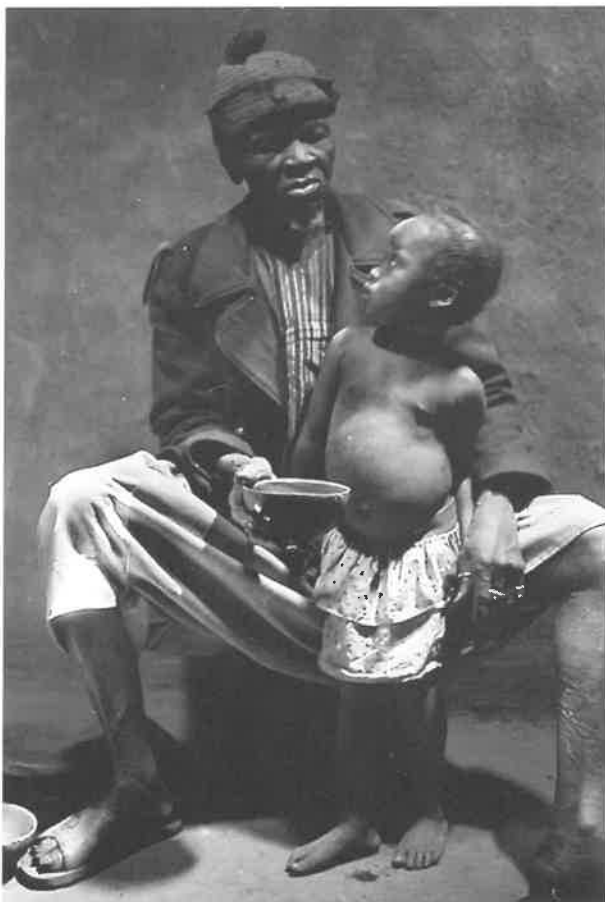
Les masques sculptés de Bomavé et Tankien KONATE sont exposés un peu partout en Europe et Afrique. Pour d'éventuels renseignements : Contact direct : Patrick DARLOT - Frigoulet - 30440 Saint Bresson - France

*Hommage à Patrick Darlot*

*Exemple de solidarité entre générations*

*(Le Griot et sa petite fille)*

*Photo sélectionnée dans l'annuaire mondial de la photographie 1995.*



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



# GPS au pôle nord

# contrôle des mouvements de la banquise

**Tom Morris - Topographe** (*Trimble Navigation Ltd*)

## INTRODUCTION

Le Pôle Nord géographique flotte, sur une vaste calotte de glace polaire, à environ 4200 mètres au dessus du fond de l'Océan Arctique. Cette épaisse couche de glace est en mouvement à cause des effets des marées, du vent et des courant océaniques. Lors d'une extraordinaire expédition vers le Pôle Nord en avril 1995, le GPS fut utilisé avec succès pour caractériser de façon précise le mouvement de la banquise polaire au niveau du Pôle Nord et démontrer le fabuleux potentiel de traitement de très longues lignes de bases avec la technique et les outils GPS en cinématique. L'expédition nous a donné l'opportunité de mettre en place et défier les limites des techniques topographiques.

## EXPÉRIENCES

L'expédition de topographie était parrainée par la chaîne de télévision japonaise NHK pour un programme éducatif, destiné à coïncider avec la journée mondiale 1995 au Japon. Un groupe de six personnes était réuni avec comme but de se faire déposer par avion près du Pôle, marche vers le Pôle Nord en utilisant la navigation

par satellites, et accomplir le travail topographique par GPS pendant deux jours. L'équipe était composée de trois collaborateurs de NHK, un guide professionnel de l'arctique, moi-même et un autre scientifique *Trimble*. Kozaki était le guide de la délégation japonaise, vétéran de nombreuses aventures filmée pour la télévision. L'année précédente, il avait filmé sous l'eau dans l'Antarctique. Il était accompagné par son assistant Nara



Camp de base - Avec le Trimble 4000ssi pour enregistrer les mouvements de la banquise

et son cameraman Tagagi. Chris Lott et moi-même représentations Trimble en tant que consultants en topographie par GPS et en navigation par satellites pour l'expédition. Tous l'équipement de topographie et de navigation était fourni par Trimble Navigation. Notre guide canadien, Hector McKenzie avait l'expérience d'autres expéditions dans les zones polaires aussi bien nord que sud. Nous formions un groupe de différentes cultures, nationalités et expériences.



Déchargement de l'équipement au camp de base

### NAVIGATION VERS LE PÔLE

L'avion privé utilisé pour la dernière partie du vol vers le Pôle Nord était spécialement équipé pour la navigation d'un système Trimflight 2000. Nous avons atterri à environ 2 km du Pôle Nord à 9H00 UTC le matin du 14 avril. Notre point d'arrivée se situait dans l'hémisphère Est sur le coté Russe du Pôle. Après avoir mis en place notre camp de base, l'avion est reparti et nous avons commencé notre marche en direction du Pôle Nord. J'étais équipé d'un nouveau récepteur Trimble 4000SSi et d'un Trimble PathFinder Basic Plus pour la navigation par GPS. Chris Lott utilisait de son côté un récepteur Trimble GLONASS expérimental. GLONASS est un système russe de positionnement par satellites en cours de développement.

Nos récepteurs nous permettaient de suivre le mouvement de la banquise tout en maintenant le cap vers le Pôle. En naviguant, nous voulions nous arrêter le plus souvent possible afin d'enregistrer la vitesse affichée sur chacun de nos récepteurs. Comme nous les utilisions de façon autonome pour la navigation, les positions GPS observées montrèrent les effets aléatoires attendus de la sélective availability (SA). Les vitesses observées ont été contrôlées par le post traitement des données GPS collectées sur la banquise. La vitesse initiale estimée en mode GPS autonome étaient de l'ordre de 230 mètres par heure! C'était en accord avec les vitesses estimées précédemment en utilisant d'autres techniques. En utilisant les méthodes GPS, nous étions capables de nous approcher à mieux que 400 mètres du Pôle Nord géographique. Malheureusement en considérant les dangereuses conditions climatiques qui se sont levées durant notre marche, nous n'avons pas pu nous en rapprocher plus. Vu la vitesse de mouvement de la couche de glace et les mauvaises conditions climatiques, nous étions dans l'incapacité de retenter une marche vers l'exacte position du Pôle Nord.

### CONTROLE PAR MESURES GPS DU MOUVEMENT DE LA BANQUISE

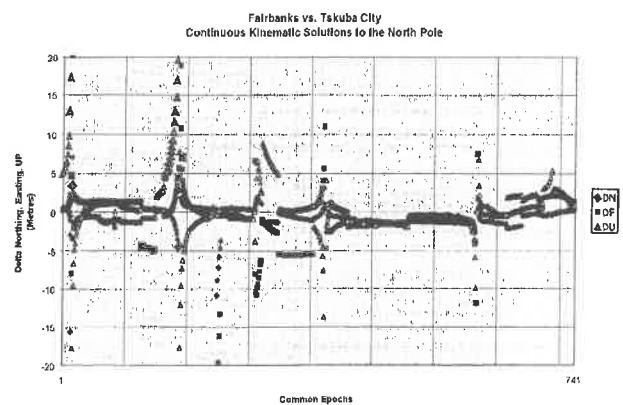
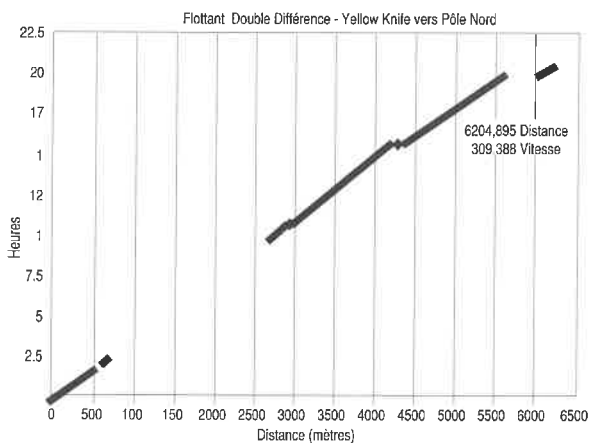
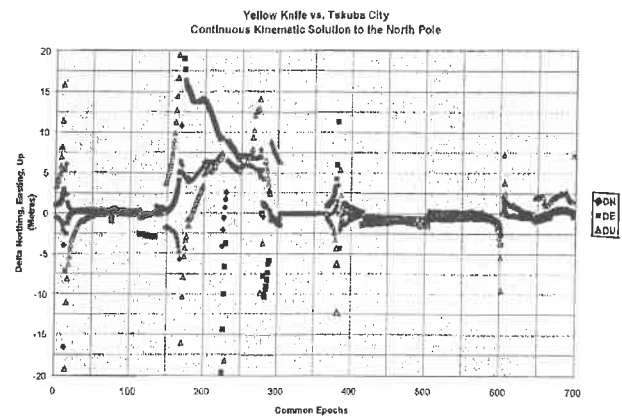
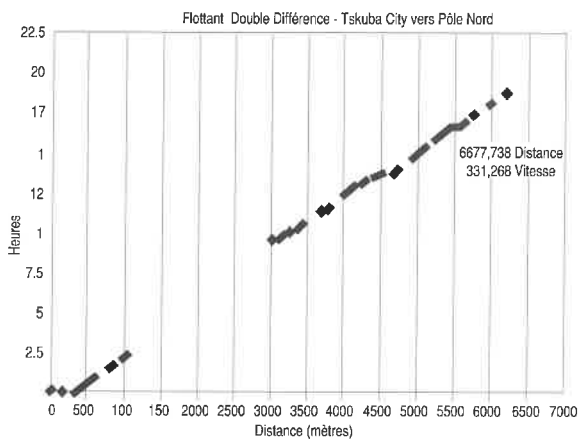
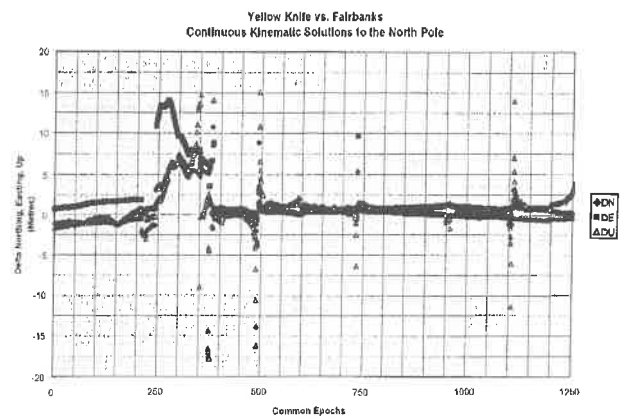
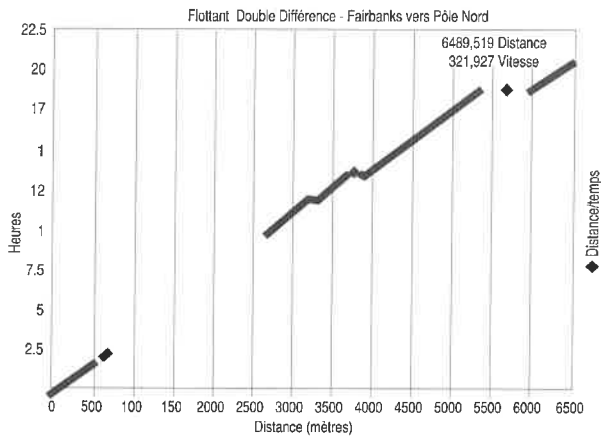
Les mesures de phases (sur L1 et L2) étaient enregistrées par un récepteur Trimble 4000SSi pendant toute la durée de notre séjour sur la banquise. L'antenne était montée sur un trépieds de hauteur constante fixé en bordure de notre campement. Les données étaient enregistrées de manières continues, exception faite des période de test RTK. A notre retour les données en provenances de trois stations de poursuite permanentes furent obtenues par Internet. Les sites utilisés étaient Tskuba City (Japon), Fairbanks (Alaska) et Yellow Knife (Canada). Trois jeux de données de 24 heures de ces stations furent traités et forcés de façon minimum dans un ajustement par les moindres carrés, afin d'affiner leurs positions relatives. Leurs positions ont été ensuite utilisés en tant que référence pour le calcul des données enregistrées au Pôle. Elles sont reprises ci-dessous.

Station	Position- WGS84	Distance approximative au Pôle Nord
Fairbanks	64 58'40.806685" N 147 29' 57.245147" W -6.779	2793 KM
Tskuba City	36 06' 20.475531" N 140 05' 15.002287" E 67.0451	6005 KM
Yellow Knife	62 28' 51.224000 N 114 28'50.509000 W 180.814	3071 KM

Les données ont été traitées avec le logiciel Trimble GPSurvey en cinématique continue avec l'utilisation d'éphémérides précises. Le calcul mettait en oeuvre une solution flottante double différence à cause de la longueur des vecteurs cinématiques continus. En raison de la grande distance séparant les stations de bases et le récepteur situé au Pôle Nord, le nombre de satellites communs était minimum. Les graphes suivants montrent le mouvement de la distance de la banquise en fonction du temps pour chacune des solutions. La moyenne de la vitesse pour les trois solutions est 321 mètres par heure, donnant crédible les vitesses autonomes que nous avons observées lors de notre marche vers le Pôle. La direction générale du mouvement de la glace était sud-est, du Pôle vers l'hémisphère est. Les périodes dépourvues d'informations représentent le temps où l'équipement était utilisé pour d'autres tests.



Le camp de base et le GPS



## LOGISTIQUE

La concordance entre les solutions a été faite en comparant les positions d'époque en époque pour chacune des trois solutions. Les comparaisons sont résumées dans les graphiques suivants. Les différences de position pour chaque époque sont représentées comme des différences en composante nord, est et élévation. Les différences sont en générales faibles avec quelques exceptions où les composantes diffèrent d'une vingtaine de mètres. Une analyse détaillée des solutions révèle que durant ces périodes de mesures, les satellites communs suivis, nécessaires pour le post traitement, étaient minimum. Les RDOP de ces solutions sont élevés indiquant une mauvaise configuration géométrique pour les Satellites communs de la constellation.

Comme je m'y attendais, la logistique de cette expédition était un peu différente comparé aux autres chantier dans lesquels j'avais été impliqué précédemment. Excepté notre guide, aucun de nous n'avait l'expérience de l'environnement Arctique.

Le groupe avait rendez-vous le 13 avril 1995 à Resolute Baie dans les territoires du nord ouest Canadien. Chris et moi, nous avons fait étape à Montréal pour la première partie de notre voyage. Nous avons été rejoint par le reste du groupe à Resolute, dernière escale des lignes commerciales. Notre équipement polaire avait été chargé sur un avion équipé de



skis afin d'atterrir sur la banquise. Nous avons entamé les dix heures de vol pour le pôle, arrêt à Eurêka sur l'île Ellesmere pour faire le plein, puis atterrissage à environ 2km du pôle à 9 heure U.T.C. le 14 avril. Du fait de notre position et de la saison, il faisait jour 24 heures par jour. En effet le soleil ne descendait jamais en dessous de 15 degrés par rapport à l'horizon. La température de l'air était de -30°C, heureusement il n'y avait ni vent ni nuage. Après avoir mis en place notre camp de base, nous avons commencé notre marche vers le Pôle.

Comme je le mentionnais précédemment, la banquise est en mouvement constant. Ces mouvements proviennent des pressions qui oblige la glace à se dilater et à casser en formant des "pics de pression". Celles-ci forment le relief du paysage environnant. Quand la pression se relâche la glace se fend séparément laissant des zones d'eau glacée et de pics de glace. Notre marche vers le pôle nous forçait à négocier pics de pression et mares glacées.

Nous étions à moins de 400m du pôle lorsque nous descendîmes un pic et commençâmes à marcher au dessus d'une mare d'eau glacé. Kozaki et Chris Lott étaient en avant du groupe. Soudain, la glace céda. Ils la traversèrent se trouvant d'un seul coup dans l'océan Arctique. Je m'élançais pour aider Chris à sortir du trou dans lequel il était tombé. Deux autres tirèrent Kozaki de l'endroit où il était tombé dans l'eau glacée. Tandis que j'aidais Chris à sortir de l'eau glacée, je tombais moi-même dans le même piège. Tous les membres du groupe se précipitèrent alors pour m'extraire. Nous fûmes contraint de nous replier vers notre camp de base, en effet ceux d'entre nous qui avaient touché l'eau glacé étaient en danger avec une température de -30°C. Nara et Takagi enlevèrent certains de leurs vêtements afin de les prêter en remplacement des vêtements mouillés.

Une fois de retour au camp de base, nous nous sommes changés, réchauffés et avons récupéré avec deux heures de sommeil. Un peu tremblant, mais toujours déterminés, nous avons repris le cours de notre mission. Nous avons mis en fonctionnement les récepteurs 4000SSi afin d'enregistrer les données GPS code

et phase sur les deux fréquences. Ces mesures ont confirmé plus tard, les observations de vitesses et leurs directions concernant le mouvement de la banquise. Nous avons aussi travaillé en cinématique temps réel (RTK). Hélas la température était inférieure aux spécifications de nos radios, et nous avons réalisé notre RTK en connectant les récepteurs base et mobile par un câble de dix mètres. Malgré la faible longueur de ligne de base, nous ne doutions pas d'être la première équipe à réaliser un travail de topographie GPS temps réel au Pôle Nord.

Notre groupe a été récupéré par avion l'après midi du 15 avril. Notre guide avait décidé de raccourcir notre séjour à cause du séjour non prévu dans l'eau glacée et ses conséquences médicales. Notre vol de retour passa par la station météo

Eureka pour ravitailler en carburant. Le système hydraulique atterrissage refusait de fonctionner alors que nous étions en approche sur la piste d'Eureka. Le pilote, 15 ans d'expérience de vol en région polaire, nous fit atterrir sur les skis. Nous avons passé la nuit du 15 avril à Eureka en attendant un autre avion pour Resolute. Le repos fut le bienvenu car nous n'avions fait qu'un léger somme au Pôle où le soleil ne se couche jamais à cette saison. La douche brûlante, la nourriture chaude, et l'accueil de l'équipe d'Eurêka resteront des souvenirs inoubliables.

Le décalage de notre emploi du temps nous obligea à rester trois jours à Resolute en attendant le premier vol commercial après le week end de Pâques. Nous avons utilisé ce temps pour une première analyse de nos données polaires et pour des tests complémentaires à Resolute. Chris et moi en avons profité pour présenter le système GPS à quelques Innuits. Beaucoup d'entre eux utilisent des récepteurs portables lors des expéditions de chasse afin de retrouver les réserves de nourritures et de carburants.

## CONCLUSION

Cette mission sur la banquise polaire était une opportunité d'utiliser le GPS à la fois comme instrument de navigation et de topographie dans l'environnement le plus difficile qui puisse exister sur terre. L'utilisation comme instrument de navigation dans une région dépourvu de repère naturel fut indispensable pour la mission. Le post traitement a confirmé nombre d'observations faite lorsque nous étions sur la banquise polaire. Les résultats post traités étaient excellent en considérant que ce sont des solutions cinématique continues sur de longues lignes de base dans une région connue pour ses effets ionosphérique sur les données GPS.

Cette expédition fut aussi une opportunité sur le plan personnel. J'ai eu la chance de réaliser une mission unique en son genre et je garderais ce souvenir pour le reste de mes jours en attendant la possibilité de revivre une autre mission aussi fantastique.

# GPS temps réel pour

# la topographie des T.P.

**Pascal Brion - Géomètre - topographe** (*ingénieur méthodes GPS*)



## INTRODUCTION

En ce début d'année 1996, les Constructeurs de GPS nous présentent la 3ème génération de récepteurs de type géodésique. La première génération de récepteurs mono fréquence utilisait les méthodes statiques, cinématiques et pseudo-cinématiques en post traitement. Elles étaient longues et contraignantes mais ont eu l'avantage de démocratiser les mesures par GPS et surtout d'apporter la précision de l'ordre du centimètre dans les applications topographiques et géodésiques.

Avec les récepteurs mono et bi-fréquence, la seconde vague se distinguait par l'apparition des méthodes dites "rapides-statiques" et de résolutions d'ambiguïté de phase en mouvement.

Cependant, toutes ces méthodes nécessitaient le rapatriement des données enregistrées simultanément avec les récepteurs dits «de base et mobiles». Chaque constructeur proposait alors ses finesses de calculs grâce à des algorithmes qui étaient différents mais qui fournissaient des résultats pratiquement identiques.

## INNOVATION

Depuis peu de temps, la partie post-traitement sur PC a pu être intégrée dans les récepteurs grâce à la maîtrise des algorithmes et de l'informatique. Pour éviter les périodes de calculs ultérieures, l'utilisation de radio modem permet de relier le récepteur fixe et les mobiles en temps réel et assure ainsi le calcul immédiat des ambiguïtés de phase et de la position. Aujourd'hui, les performances des récepteurs en post-traitement sont reconnues mais la difficulté se situe au niveau de la liaison radio car toutes les informations du point de base

sont véhiculées par ce module.

La société SERCEL qui est le seul constructeur de l'ensemble GPS et liaison radio, dans le monde du GPS de précision, a développé ce type de récepteur pour des applications spécifiques, ce qui permet d'accroître dans de larges proportions la productivité pour tous les travaux de topographie. Ce constructeur français a su coupler ces deux technologies dans un produit destiné à donner des positions au centimètre en temps réel à une cadence de 1 Hz (une information par seconde) avec une facilité de mise en œuvre inégalée. Il est équipé d'une liaison UHF dont les fréquences sont autorisées en France pour une utilisation à l'échelle topographique. La fiabilité de cette dernière garantit un suivi des phases jusqu'à une distance de 15 km avec un temps d'initialisation variant entre 3 et 5 minutes selon le nombre et la géométrie des satellites. Pour les applications dans le domaine des travaux publics, ce matériel présente toutes les caractéristiques requises (précision, rapidité).

## PRÉSENTATION DU SYSTEME

Le système est composé de deux éléments :

### La station d'émission

La station d'émission, aussi appelée station de référence (car installée sur un point connu ou à déterminer ultérieurement) doit capter les signaux du plus grand nombre de satellites pour transmettre en permanence des corrections GPS à un nombre illimité de mobiles. Il faut veiller à ce que l'antenne GPS soit parfaitement dégagée.

Et éviter :

- La proximité de constructions qui sont autant de masques empêchant la réception des signaux satellitaires.
- La présence de structures métalliques : hangars, pylônes électriques, lampadaires, etc. qui sont de véritables réflecteurs pour les signaux à capter.
- Le voisinage avec des zones boisées qui ne seront traversées par les ondes que par intermittence (voire jamais suivant les essences et les saisons).
- L'installation de l'antenne sur un trépied au bord d'une route : le passage d'un véhicule peut altérer la réception ou en dégrader la qualité.

Par contre, contrairement à une idée communément répandue, la présence de lignes électriques haute tension ne perturbe pas les signaux GPS, pas plus que la pluie, la neige ou le brouillard.

Ces conditions d'installation étant remplies, il faut également assurer la bonne transmission des messages



en direction de l'unité (ou des unités) mobile(s). La station de référence KART est dotée d'un émetteur intégré dont la portée peut atteindre, dans les conditions optimales, 40 à 45 km. En fait, le principe même du KART limite l'utilisation de l'unité mobile à une douzaine de kilomètres de la station pour l'initialisation et à une vingtaine quand cette unité a été initialisée. Ces couvertures importantes (exclusivité des produits SERCEL) peuvent être réduites de façon importante si certaines précautions ne sont pas prises lors de l'installation. Autant que faire se peut, il faut choisir pour l'antenne d'émission :

- Un point qui ne soit pas entouré de bâtiments ou d'obstacles importants.
- Un site plus élevé que la zone de travail envisagée.

En pratique, les précautions d'installation de l'antenne GPS et de l'antenne d'émission se rejoignent et les sites "idéaux" sont par exemple :

- Les terrasses d'immeubles.
- Les châteaux d'eau.
- Les sommets de collines, etc.

et d'une manière générale, tous les points hauts et dégagés.

### L'unité mobile

La précision centimétrique que fournit l'unité mobile en temps réel requiert une initialisation (ou calage) préalable. Celle-ci s'effectue avant de commencer les travaux, selon plusieurs modes possibles :

- Calage sur un point connu : c'est la méthode, de loin, la plus rapide (quelques secondes) et donc celle qui sera toujours préférée quand cela est possible. Dans le cas contraire, trois autres modes sont envisageables :

- Initialisation statique : l'antenne GPS est immobilisée pendant quelques minutes et l'unité mobile calcule automatiquement sa position de calage.

- Initialisation à altitude constante : même principe mais l'antenne GPS peut bouger, en conservant un Z constant (cette méthode est principalement utilisée quand il est impossible de maintenir l'antenne parfaitement immobile).

- Initialisation OTF (au vol) : même principe mais l'antenne GPS peut se déplacer dans toutes les directions (X, Y, Z). Cette méthode est particulièrement intéressante pour les applications marines où les mouvements de l'antenne sont totalement incontrôlables.

Qu'elles durent 2, 5 ou 10 minutes, les trois dernières méthodes sont souvent jugées pénalisantes pour la productivité, d'autant que toute perte complète de réception des signaux satellitaires impose un nouveau calage.

Par ailleurs, il est important, pendant cette phase assez cruciale qui détermine la fiabilité des levés et implantations ultérieurs, de s'assurer de la qualité des messages GPS et radiodiffusés par la station en évitant les environnements perturbés ou encombrés. Il est donc impératif d'effectuer ce calage à l'intérieur de zones «favorables», c'est à dire dégagées, surtout si le chantier ne l'est pas (Cela réduira également la période nécessaire à l'initialisation).

Le logiciel de l'unité mobile a donc été conçu pour éviter ce type d'opération en proposant à l'utilisateur des «points de repli» sur lesquels il pourra se réinitialiser en quelques secondes.

Ces points sont de différentes natures :

- Points déjà levés.
- Points déjà implantés.
- Points d'un réseau existant sur le site.
- Points créés par l'utilisateur quand le mobile a détecté et signalé l'approche dans une zone difficile.

En cas de décrochage complet (perte de réception des satellites), il est donc possible d'effectuer le recalage sur l'un de ces points, en quelques secondes.

Malgré les techniques de pointe mises en œuvre dans la conception du système KART, il reste des sites qui ne peuvent être levés directement car, par exemple, situés trop près de bâtiments ou même sous une construction qui empêche la réception des signaux GPS : des méthodes de «déports» sont proposées à l'utilisateur pour réaliser ces levés complémentaires, tout en évitant une perte totale de réception des satellites.

Bien d'autres fonctions sont offertes pour faciliter les travaux quotidiens. Il existe même la possibilité, pour des applications très particulières, de personnaliser les interfaces opérateur pour les adapter aux exigences les plus...originales !

### UTILISATION DANS LES TRAVAUX PUBLICS

Le GPS temps réel permet le contrôle immédiat des points de polygonale. Un contrôle des coordonnées planimétriques et altimétriques se fait sur une seule visite du point, car les mouvements dus au trafic des engins ne sont pas rares. La partie, levé de terrain se fait avec une aisance remarquable, il suffit d'initialiser le mobile dans la zone à relever et de lever les points avec une cadence de plus de 1 700 points par jour, sans être gênés par le trafic des véhicules et des engins.

La partie implantation des points caractéristiques (alignements, courbes clothoïdes etc.) et des points d'entrée en terre se fait très rapidement. Le contrôleur nous indique les coordonnées Lambert, l'altitude, le cap et la distance à prendre pour arriver sur le point, ce qui est très souple.

Avant, il fallait attendre les ordres de l'opérateur qui étaient transmis verbalement ou par des émetteurs/récepteurs VHF. La transmission des informations était souvent source d'erreur due à une mauvaise compréhension du message. De plus, la dénivelée verticale est affichée en permanence (ce qui nous permet de marquer immédiatement les piquets des différentes couches à extraire ou à ajouter).

### CONCLUSION

Le but de cet article est tout d'abord de présenter un bilan des techniques G.P.S. temps réel qui démontre son utilisation indispensable pour les travaux topographiques (levés de détails, implantations et trajectographie). On constate qu'il n'est pas possible de réaliser des levés directs de détails par G.P.S. à proximité de constructions, de masques importants et de forêts. Cependant, les techniques développées par le constructeur français offrent par une méthode indirecte dite de «déports» cette possibilité. Le produit proposé est un outil de production, robuste, facile à mettre en œuvre et bon marché.

# ARAMUS comment localiser

# plus de 1 000 véhicules



Sous ses aspects MISSION IMPOSSIBLE, cet intitulé exprime concrètement les performances du système ARAMUS. Proposée par la société AXYGEST, ce système de localisation automatique de véhicules et de transmissions de données numériques s'ancre dans la réalité quotidienne des centrales "radio-taxi". A fortiori, quand il s'agit pour les entreprises d'améliorer leur service client et par là même celui de la gestion et du suivi de leur flotte de véhicules.

Les premiers résultats des tests réalisés sur 3 fréquences radio ont démontré que le système ARAMUS localisait une flotte de plus de 1 000 véhicules et assurait le suivi de plus de 12 000 appels téléphoniques clients par jour.

Ce système de communication embarqué, conçu avec un encombrement minimum, héberge à la fois une carte GPS, un lecteur de carte magnétique et un logiciel d'application. L'applicatif est défini avec un ensemble de procédures de traitements et de contrôles des don-

nées et une gestion de l'information en temps réel. Applicatif d'autant plus intéressant qu'il assure la transmission des informations automatiquement au moment nécessaire sans manipulation ni intervention humaine.

En adoptant sur ARAMUS le procédé de sectorisation, "quadrillage d'une ville" présenté en 1990, l'application répond à la fois en terme de localisation automatique d'un véhicule et de positionnement géographique par rapport à un appel téléphonique. Dotée d'un système anti-agression, elle assure la sécurité des chauffeurs taxi. Elle traite parfaitement le problème d'encombrement des fréquences radio et est capable de déterminer la situation du taxi (libre ou occupé).

## COMMENT ÇA MARCHE ?

Avec le système GPS intégré, ARAMUS détermine le positionnement du véhicule dans un secteur. L'information est communiquée automatiquement au central radio via un émetteur-récepteur. A chaque changement de lieu géographique, ARAMUS retransmet la nouvelle position de la voiture et ce afin d'assurer une localisation permanente des véhicules. En un clin d'œil, le central radio dispose des informations nécessaires à la gestion du service client.

Lors d'un appel téléphonique, l'opératrice enregistre sur l'ordinateur les coordonnées et les exigences du client. ARAMUS se charge automatiquement de localiser, par système d'échos, la voiture libre la plus proche du lieu d'appel et de lui transmettre les informations client.

Par conséquence l'attribution des courses devient équitable, les temps d'approche ainsi que les coûts des courses sont considérablement réduits.

On entend bien que ce système comprend un dispositif de surveillance qui peut être utilisé au dépens des chauffeurs de taxi, cependant il permet aussi d'assurer leur sécurité.

En cas d'agression, le conducteur peut alerter par un dispositif discret le central radio. ARAMUS le localise immédiatement. Le central radio, tout en suivant son parcours sur un système cartographique, contacte le commissariat le plus proche.

Ce système très complet associe des fonctionnalités de service client à valeur ajoutée telles que l'enregistrement automatique des montants des courses pour les abonnés, l'accès à des renseignements de type hôtellerie, restauration, horaires de train/avion...

# UN ESPACE UNIQUE POUR DEUX SALONS PROFESSIONNELS

CNIT • PARIS LA DÉFENSE • FRANCE

EXPOSITIONS ET CONFÉRENCES

MARI EUROPE & infotools 'expo

2, 3 et 4 avril 1996



## LE MARCHÉ DES DONNÉES LOCALISÉES & DES SYSTÈMES D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE

Avec le parrainage de :

AFIGÉO, CNIG, CERCLE DU MARKETING DIRECT, EUROSTAT, IAE, IEMD, INSTITUT GÉOGRAPHIQUE  
NATIONAL, SPDG, LA TRIBUNE DESFOSSÉS, LE MONDE INFORMATIQUE, MARKETING DIRECT.

 **infotools 'expo**

## le grand marché des données & tous les outils de l'information

Avec le parrainage de :

ASSOCIATION POUR LA STATISTIQUE ET SES UTILISATIONS,  
SOCIÉTÉ DE STATISTIQUE DE FRANCE, EUROSTAT, LA POSTE,  
LE MONDE INFORMATIQUE.

**Coupon à retourner à :**

ORTECH • 11 rue Bergère • Paris Conservatoire • BP 5 • 75432 PARIS Cedex 09 • FRANCE  
Fax : 33 1 48 24 01 81

OUI, je souhaite recevoir gracieusement :

- |  |  |  |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Le dossier pour exposer       | <input type="checkbox"/> MARI Europe '96 | <input type="checkbox"/> infotools 'expo '96 |
| <input type="checkbox"/> Le programme des conférences  | <input type="checkbox"/> MARI Europe '96 | <input type="checkbox"/> infotools 'expo '96 |
| <input type="checkbox"/> Une invitation à l'exposition | <input type="checkbox"/> MARI Europe '96 | <input type="checkbox"/> infotools 'expo '96 |

Nom :

Prénom :

Fonction :

Société :

Service :

Adresse :

Code postal :

Ville :

Pays :

Téléphone :

Fax :

un  
S  
I  
G

pour  
les  
petites  
communes

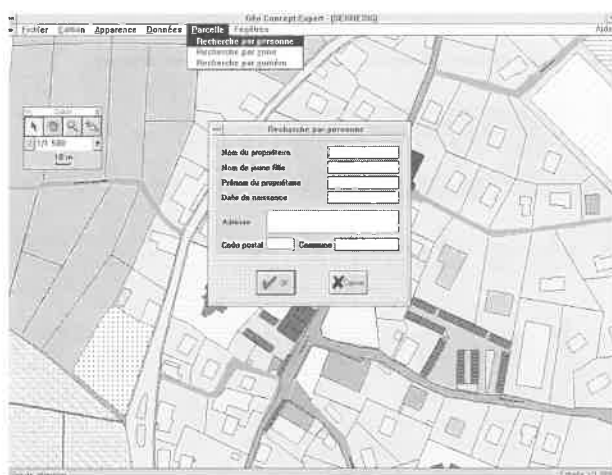
Jean-Luc Desgrandchamps (Ingénieur - Topordi)

Depuis quelques mois, les SIG connaissent un réel engouement avec une progression d'environ 100 % par an depuis 1993.

Les petites communes sont maintenant partie prenante sur ce marché en voie de démocratisation.

Plusieurs raisons peuvent rendre compte de ce développement :

- le système d'information est un des seuls, sinon le seul équipement qui permette à un organisme indépendamment de sa taille de centraliser la totalité des informations nécessaires à une gestion optimisée de son territoire.

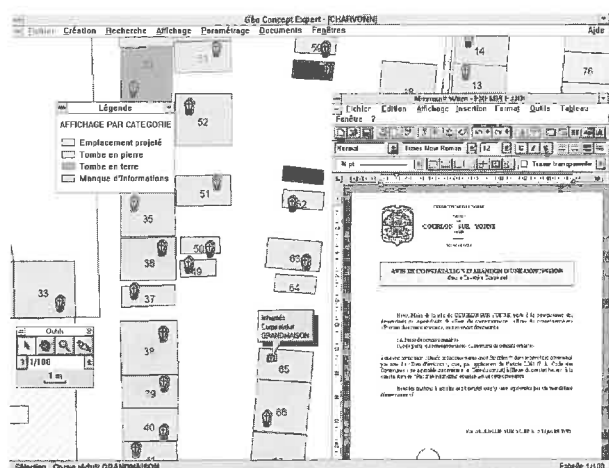


Application «cadastre» développée par TOPORDI sur une base Géo Concept (ALSOFT). Recherche de parcelles par propriétaires.

Il constitue de ce fait un outil de gestion et d'aide à la décision performant. Le système d'information géographique par son aspect cartographique propose au système d'information une 3ème dimension, la dimension spatiale. Les collectivités peuvent ainsi visualiser et interroger leurs données (réseaux, cadastres, populations...) dans un référentiel commun constitué par le territoire dont elles assurent la gestion.

- Les progrès de la micro informatique et des softs (logiciels) ont conjugué deux phénomènes qui favorisent l'équipement des collectivités : la baisse du coût d'acquisition des matériels et logiciels et une forte diminution de la qualification requise pour l'exploitation quotidienne du système.

- Les nouvelles technologies de levés topogra-



Application «cimetière», courriers automatiques après recherche.

phiques (traditionnelles ou GPS) ou de digitalisation ont largement diminué les coûts des données graphiques. Plus généralement, l'informatique a contribué à réduire le coût des informations ; la base de données cartographiques s'enrichissant au fil du temps et des recensements.

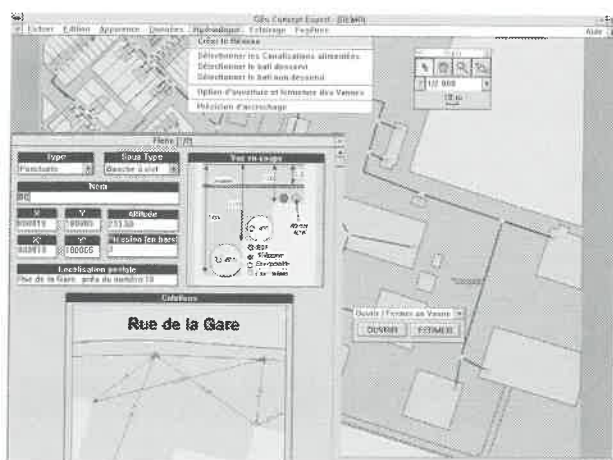
- Quelques sociétés se sont investies dans le développement d'applications destinées aux petites communes qui n'ont souvent pas d'informaticien pour exploiter le système. Les utilisateurs sont dans la plupart des cas les techniciens ou le(s) secrétaire(s), d'où la nécessité de convivialité et d'applications mettant en œuvre leur technicité.

## QUE DEMANDENT LES PETITES COMMUNES AU SIG ?

Il serait par trop simpliste de classer les communes par taille de population et de faire correspondre un type de besoin à chaque classe.

L'historique, le vécu de la commune et de ses décideurs sont également à analyser avant toute proposition qui ne correspondrait pas à la demande communale.

Il y a néanmoins quelques points sur lesquels la quasi-majorité des décideurs se retrouvent : le système se doit d'être "solide, convivial" avec des applications "presse-bouton" et garantir à la commune "la plus grande autonomie possible", à des coûts "abordables" sur une même plate-forme logicielle pour garantir l'homogénéité du système.



Application «réseau d'eau», visualisation de la fiche d'information d'après un simple double-clic sur la bouche à clef.

En fonction de sa structure, chaque commune a besoin d'informations et d'une organisation du système d'information.

## LES BESOINS INFORMATIONNELS

Une configuration "s'impose" quelle que soit la commune. Il est nécessaire de disposer d'une carte du territoire, qui constituera la base du référentiel commun. Les bandes DGI (fichiers des propriétaires, bâti...) peuvent alors alimenter le système.

A cette configuration basique s'ajoute la gestion de l'urbanisme (POS, permis de construire, déclaration d'intention d'aliéner...) quand la population communale atteint plusieurs milliers d'habitants et que la commune ne confie pas cette gestion à un autre organisme (DDE).

Ensuite, en fonction de l'historique (traditions, contrats...) et plus secondairement de leur taille, les communes régissent ou concèdent l'adduction d'eau et d'assainissement (eaux usées, pluviales).

Mais quel que soit le mode d'exploitation appliqué, les communes souhaitent souvent disposer des informations concernant les réseaux qui sillonnent leur territoire (eaux, eaux usées, EDF, éclairage public, gaz, télécom...).

Avec les applications de gestion cadastrale, de l'urbanisme et des réseaux, les applications "métiers"

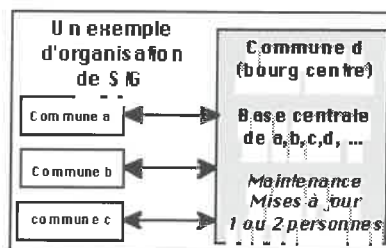
les plus demandées concernent la voirie, le mobilier urbain et très fréquemment le cimetière. Ce site connaît en effet une législation complexe et une gestion approximative engagerait pénalement le maire et la commune.

## LES BESOINS ORGANISATIONNELS

La nécessité de bien connaître et maîtriser les objets composant le territoire communal est la même pour toutes les communes, indépendamment de leur taille. Mais les moyens humains et financiers qui peuvent être engagés pour la mise en place et l'exploitation du SIG sont bien différents.

Certaines peuvent s'engager seules sur cette voie, d'autres non. Pour ces dernières, il est tout à fait possible de s'équiper à travers des structures qu'elles connaissent bien maintenant : l'intercommunalité.

Cette solution SIG associative présente de multiples avantages : faibles coûts d'acquisition des logiciels, de la maintenance, de la mise à jour et de l'exploitation de la base de données.



Un exemple de représentation de cette architecture est présentée ci-contre.

Naturellement, en fonction de l'étendue du territoire intercommunal et des possibilités de chacun, ce schéma peut se décliner de différentes façons (plusieurs sites serveurs, mise à jour partielle de communes...).

Ainsi, les communes peuvent, quelle que soit leur taille, s'équiper d'outils de gestion et d'aide à la décision performants sans augmenter la fiscalité communale : les économies réalisées après la mise en fonctionnement du système rentabiliseront rapidement l'investissement.

(Les images d'application qui illustrent le texte sont issues des SIG de la société «Topordi», 20 avenue de la Gare - 70140 Valsy)



communiqua à toute sa clientèle

que la Société COLLINET, présente dans le monde de la Topographie depuis 20 ans, assure la commercialisation des produits GEODIMETER pour les départements suivants :  
09 - 50 - 14 - 61 - 29 - 72 - 22 - 35 - 53 - 45 - 41 - 56 - 44 - 49 - 37 - 85 - 86 - 79 - 16 - 17 - 33 - 87 - 24 - 47 - 40 - 32 - 82 - 64 - 31 - 65.

### ETS COLLINET

Agence ATLANTIQUE

Parc Atlantis - 222-224, avenue du Saint-Laurent

44811 SAINT-HERBLAIN Cedex

Tél. : 40.92.04.51 - Fax : 40.92.05.38

### ETS COLLINET

Agence AQUITAINE

21, rue Georges-Courtelaine

33140 VILLENAVE-D'ORNON

Tél. : 56.87.88.04 - Fax : 56.87.90.74



S  
I  
Ggestion  
de  
la  
croissance

Des sociétés d'ingénierie en téléphonie et différents fournisseurs de produits de Systèmes d'Informations Géographiques ont répondu à un appel d'offres international du réseau de télécommunications du Royaume du Maroc, actuellement en pleine croissance. Le nombre de lignes principales raccordées doit passer de 650 000 à plus de 1,2 million au delà de l'an 2000. Le besoin est apparu de doter les services de l'Office National des Postes et Télécommunications (ONPT) d'outils performants afin de gérer cette croissance. La finalité du système doit consister à représenter géographiquement et schématiquement des réseaux téléphoniques.

La société "Enghouse" a été retenue pour la fourniture de ce SIG "clés en mains" destiné à prendre en charge la gestion des infrastructures (sur 15 ans) et des réseaux locaux, ainsi que la gestion de production : ordre de travaux, aide au choix des investissements, éditions de documents administratifs et ordonnancement des travaux.

Qu'est-ce que ce SIG ? et comment cette société canadienne travaillant au Maroc peut-elle intervenir dans sa fourniture ? C'est la question que nous avons posée et à laquelle a répondu Xavier Bourgeois.

L'élément de base du SIG est constitué par le fond de plan sur lequel se superposent plusieurs couches d'informations. Ces couches sont les représentations graphiques des divers éléments du sol et du sous-sol (réseaux électriques, eau, téléphone, éclairage public, gaz etc) et diffèrent souvent en terme d'échelle et de cohérence. Les plans papier sont digitalisés afin que le système puisse reconnaître des données au format numérique. Les données extraites d'un système de gestion de base de données (SGBD) sont ensuite associées aux cartes informatiques. Il devient possible de gérer des informations existantes à l'échelon de l'entreprise entière et d'anticiper ses besoins futurs.

Les configurations d'exploitation d'un tel système vont du simple PC de type 486 équipé pour fonctionner en environnement DOS, Windows ou OS/2 aux puissantes stations de travail RISC ou Unix. L'architecture client-serveur permet une interconnexion de ces différents équipements.

Les besoins de l'ONPT étaient concentrés en trois pôles principaux : réalisation de schémas directeurs d'infrastructures des lignes ; conception de réseaux de transport et de distribution ; suivi des travaux.

Après analyse, le progiciel de base a été personnalisé pour s'adapter à l'ingénierie marocaine. En effet, si les besoins des opérateurs sont sensiblement les mêmes dans le domaine des télécommunications, les façons de travailler diffèrent (technologie du réseau, informations contenues sur les plans et façon de faire apparaître celles-ci).

*CableCad*, le gestionnaire de patrimoine réseaux d'Enghouse a automatisé les tâches de dessin et a accru ainsi la productivité. Le système a également apporté des fonctionnalités supplémentaires en matière

d'exploitation de données, permettant ainsi la livraison d'un système dit "intelligent" (offrant par exemple la possibilité d'interroger une base de données spatiale, d'automatiser la gestion de production, de générer des rapports, etc) là où la concurrence ne proposait que de simples outils de Conception Assistée par Ordinateur (CAO). L'implantation, qui s'est faite en 5 mois, est indépendante de toute société d'ingénierie.

### PARTENAIRE

*CableCad* a été installé sous un réseau Novell. Olivetti Maroc, le partenaire local d'Enghouse France, a procuré les divers équipements (stations de travail 486, serveur, scanner/table traçante/table à digitaliser au format A0, imprimantes à jet d'encre et laser).

Le principal problème fut en fait l'installation d'un système informatique destiné à un public sans connaissances préalables dans ce domaine (les plans étaient jusqu'alors traités sur papier uniquement). Il a fallu créer une structure, organiser un local et former le personnel à la fois à l'informatique en général et à l'utilisation du progiciel. Cependant, cela a permis de concentrer la discussion initiale d'analyse des besoins sur la compréhension du métier (en traitant directement avec le service Réseaux Locaux de l'ONPT) et de borner ceux-ci avec précision sans être ralenti par des considérations purement informatiques.

La formation initiale a été dispensée au Centre de Construction des Lignes (CCL) de Rabat par trois ingénieurs du support technique d'Enghouse à une dizaine de responsables de service et dessinateurs. Elle s'est divisée en trois phases : l'utilisation du produit *CableCad*, l'exploitation administrateur et l'aide au démarrage. Les objectifs visent à gérer des données car-

tographiques (éditions de plans, consultation informatisée), des projets (dimensionnement des réseaux, réalisation, suivis des travaux, mise à jour du patrimoine...), de la documentation (reporting, devis, appels d'offre...). La première utilisation du système porte sur un projet d'extension de réseau.

## GARANTIE GLOBALE

La garantie globale du système est d'une durée de un an. Le support technique comprend une liaison modem pour une assistance rapide et une "hotline" d'accompagnement téléphonique. Des extensions fonctionnelles seront réalisées sur demande de l'ONPT. Le produit étant appelé à vivre, Enghouse France souhaite s'implanter durablement au Maroc. Le but ultime de la société est en effet de rechercher l'architecture technique au coût le moins élevé pour l'opérateur télécom afin que celui-ci puisse d'une part investir dans la maîtrise de son patrimoine et, d'autre part, faire en sorte que les informations recueillies et mises en forme via le SIG soit partagées par le plus grand nombre.

Le CCL de Rabat est un site "pilote" choisi par la Direction de l'Équipement marocain. Cela permettra de créer un environnement de test pour l'applicatif et



Un exemple caractéristique d'écran de CableCad montrant les éléments suivants : central, sous-répartiteur, limites de zone de répartition, génie civil de transport. Pour l'ONPT, Enghouse est le fournisseur d'un système d'information géographique (SIG) "clés en main" destiné à prendre en charge la gestion des infrastructures et des réseaux locaux, ainsi que la gestion de production.

d'analyser les réactions des utilisateurs (besoin ou non de plus d'ergonomie, de fonctionnalités...). Si les résultats sont probants, le système devrait se généraliser à l'ensemble des CCL d'ici la fin de 1996. Toutes les nouveautés seront testées et validées avant leur diffusion aux utilisateurs. Dans cette perspective, l'ONPT pourra servir de référence pour le développement d'un savoir-faire local.







## CURVIMETRE MESUREUR MODELE UNIVERSEL N° 650



Permet de mesurer toutes surfaces sur tous matériaux en toutes circonstances.

Précis au cm, remise à zéro du compteur, cet appareil vous permet de préparer des devis précis

### VOUS SOUHAITEZ MESURER RAPIDEMENT

des emplacements de parking	la hauteur des murs d'intérieur	des plans de bâtiments travaux publics, cadastre
 BURNAT	 BURNAT	 BURNAT
odomètre pour terrains déjà aménagés	Curvimètre mesureur	Curvimètre
des travaux de voirie	des terrains non aménagés	des sols des plafonds des escaliers
 BURNAT	 BURNAT	 BURNAT
odomètre	odomètre à fil	Curvimètre (jusqu'à 3 mètres sans échelle)

Etablissements BURNAT - 89, rue d'Hauteville - 75010 Paris  
Téléphone : (1) 47 70 09 73 - Télécopie : (1) 48 24 03 41



Présenté au Salon  
EUROPROPRE 1993

Mesure tout partout  
de 1 cm à 100 m

## Le CURVIMESUREUR 700B

\* Cadran horizontal

\* Manche métal  
télescopique



- Pour évaluer rapidement les longueurs, surfaces, telles que murs, sols, plafonds, revêtements, tapis, peinture, canalisations.
- Entretien, nettoyage : des années d'usage.
- Un service immédiat en cas d'incident.
- Si petit et léger qu'il se range dans une serviette.
- Livré avec un étui de protection qu'il est possible de porter à la ceinture, laissant les mains libres pour faciliter les relevés.
- Service dans 5 pays.
- Fabrication française

# Photogrammétrie multi-images

saisie  
analogique  
par  
procédé  
argentique

**Claude A. Daguillon** (Rollei-Métric-Service)

La terminologie photogrammétrie multi-images décrit un procédé photographique ou plutôt photogramétrique qui ne requiert rien d'autre que l'enregistrement d'images et peut ainsi être très aisément mis en œuvre.

Un objet qui doit être documenté doit alors être photographié à partir de différentes stations de prises de vues et en directions convergentes. Pour effectuer cet enregistrement un appareil photographique de géométrie stable est normalement modifié afin d'être pourvu d'une plaque de verre optique, appelée «Réseau» et marquée de croix, à la précision mesurée de 0,1  $\mu\text{m}$ . et fixée à demeure au plan image, ainsi que de butées mécaniques escamotables sur la bague de mise au point.

Le Réseau définit un système de coordonnées auquel il est fait référence au cours de la mesure des points images.

La position du centre de projection dans le système de référence ainsi que les distorsions de l'objectif sont connus par calibrage de l'appareil.

Les éléments des photographies d'un objet peuvent être reconstruits mathématiquement par un programme informatique après seulement mesure de quelques points, l'échelle est déterminée par une distance connue sur site.

La reconstruction de la situation photographique est appelée orientation.

Les mesures effectuées dans les images peuvent être converties en dimensions réelles et ce à un degré de précision élevée.

Le relevé des points sur images, agrandies ou non, positives ou négatives est effectué par un monocompateur ou sur une table à digitaliser équipée d'un curseur loupe à réticule. Sur digitaliseur on peut atteindre une précision de mesure de 10  $\mu\text{m}$ .

La précision objet dépend de divers facteurs bien que la position spatiale d'un point puisse être déterminée aisément au centimètre près.

## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le système photogramétrique Rolleimetric permet le lever et la restitution d'objets de toutes tailles en trois dimensions à l'aide de photographies.

Contrairement à la stéréo photogrammétrie fondée sur l'analyse de couples de clichés à l'aide d'un stéréo-

restituteur, le procédé Rolleimetric utilise de multiples clichés de l'objet pris sous des angles différents.

Ces clichés sont analysés à l'aide d'un mono compateur (digitaliseur ou scanner selon la précision requise).

Le principe de fonctionnement s'apparente donc au relevé de points par intersections spatiales à l'aide d'un théodolite, chaque station effectuée au théodolite étant remplacée par une photographie.

Il existe toutefois une différence importante entre ces deux méthodes : le travail au théodolite nécessite la détermination précise des coordonnées de chaque station, alors que le logiciel Rollei calcule lui-même les coordonnées des prises de vues.

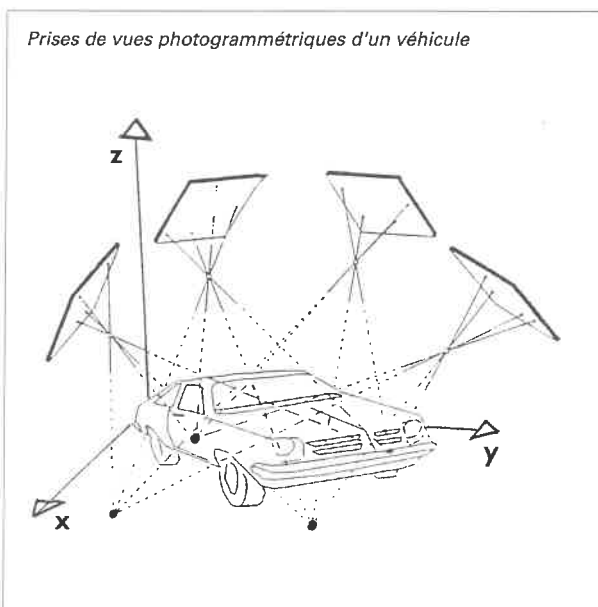
Cette technique photogramétrique permet une intervention très rapide sur le terrain, à l'aide de nacelle élévatrice, d'hélicoptère, voir de modèles réduits télécommandés porteur de l'équipement de prises de vues, conditions évidemment impropres à l'utilisation d'un théodolite.

## LES OPÉRATIONS SUR LE TERRAIN

Les prises de vues sont réalisées avec des appareils photographiques de la gamme ROLLEI, spécialement adaptés à cet usage.

Les boîtiers sont équipés d'une grille réseau, plaque de verre sur laquelle sont gravées avec une extrême précision des croix dont l'image apparaîtra sur les cli-

Prises de vues photogrammétriques d'un véhicule



chés. Les coordonnées X-Y de chaque croix de cette matrice réseau sont mesurées, à la précision de  $0,1 \mu\text{m}$  lors de la fabrication, font parties du protocole propre à chaque chambre et sont entrées comme paramètres dans le logiciel d'exploitation.

La digitalisation ou la scannerisation de ces croix permettra de compenser les défauts de planéité du film dans la chambre photographique, ainsi que les aberrations introduites par le processus d'agrandissement des clichés.

Chaque couple boîtier-objectif est calibré en usine pour une mise au point à l'hyperfocale. La bague de distance des objectifs est crantée et le certificat d'étalonnage fourni par le constructeur indique les corrections à apporter à la calibration pour chaque cran de la bague de distance.

Il est possible d'utiliser plusieurs caméras sur un même chantier, pour une meilleure adaptation au travail à effectuer : prise de vue de l'ensemble du sujet au grand angle, puis utilisation de l'objectif normal ou d'un téléobjectif pour lever des détails. Lors de l'exploitation des clichés, il conviendra d'indiquer au logiciel le couple objectif-boîtier utilisé pour chaque photographie, afin d'y associer les calibrations correspondantes.

Dans l'absolu, une seule mesure de distance sur l'objet suffit pour une mise à l'échelle parfaite. Dans ce cas, un référentiel arbitraire est déterminé par 6 coordonnées : par exemple un X, deux Y, et trois Z sont nécessaires et suffisants pour définir un système de trois axes. Cependant, dans la pratique le lever de quelques points en X, Y, Z sur l'objet permet à la fois la mise à l'échelle et le calage dans un référentiel connu, ainsi qu'un contrôle des résultats des calculs.

Les appareils de prise de vues étant des petits ou moyens formats, on n'hésitera pas à utiliser tous les moyens techniques dont on dispose pour optimiser la géométrie des intersections entre les directions des clichés. A la convergence horizontale, on associera chaque fois que possible une convergence verticale en prenant des clichés à partir d'un engin de levage.

## L'ANALYSE DES CLICHÉS

Le traitement des clichés s'effectue en trois phases:

### 1° Acquisition des valeurs approchées de l'orientation

Des valeurs approchées des orientations extérieures sont introduites par digitalisation d'un croquis manuel.

### 2° Calcul d'orientation

Dans cette phase, il s'agit de déterminer le plus précisément possible les valeurs d'orientation de chaque cliché (coordonnées de prise de vue, direction, inclinaison de l'axe optique, et déversement latéral).

Après positionnement des clichés sur le mono comparateur, un certain nombre de croix de réseau sont relevées dans chaque photo.

Un calcul de transformation projective permet de déterminer les déformations du cliché par rapport à la grille réseau, et donc les corrections à appliquer aux

mesures effectuées sur ce cliché.

Des points homologues sont relevés sur chaque cliché.

Deux clichés dont la convergence est proche de la perpendiculaire sont utilisés pour calculer un "modèle" qui est ensuite adapté au référentiel terrain par rotations dans les trois axes et translations.

Pendant cette opération, tous les points homologues visibles dans ces deux clichés sont calculés en X, Y, et Z. Chaque photographie contenant au moins trois points déjà calculés peut alors être orientée à son tour.

### 3° Ajustement de faisceau

Une compensation en bloc de tout le système, avec pondération des différentes observations intervient alors.

Un rapport très détaillé, comportant de nombreux tests de cohérence permet de juger de la qualité de la compensation, et de détecter les erreurs.

On peut alors visualiser ou tracer les ellipses d'indétermination des points observés dans différents plans.

## LA RESTITUTION

Les valeurs d'orientation des photographies étant connues, tout point relevé dans deux clichés au moins peut être calculé et enregistré.

Cependant, pour obtenir un contrôle correct des intersections, on s'attachera à relever les points sur trois clichés au moins.

Pendant cette phase, toute mesure est immédiatement calculée et affichée graphiquement à l'écran.

De puissantes fonctions graphiques permettent d'effectuer tous les Zooms, rotations, et changements de point de vue nécessaires pour un suivi graphique confortable de la restitution.

Le relevé des polygones s'effectue en digitalisant des points homologues en série, même si tous les points ne sont pas visibles dans tous les clichés.

Pour des objets plans, on peut travailler sur une seule photo après avoir défini le plan sur lequel on restitue, soit en donnant les numéros des points soit en les montrant à l'écran.

Le plan de restitution peut être défini par plus de trois points. Dans ce cas, le logiciel ajuste un plan dans le nuage de points de définition.

L'utilisateur peut se définir une tolérance de restitution. Pour toute mesure sortant de la tolérance, le système émet une alarme, affiche la valeur de l'indétermination et laisse à l'opérateur la décision d'accepter la mesure ou non.

Les résultats de la restitution sont stockés dans des fichiers ASCII de structure très simple. Une interface DXF est livrée avec le logiciel. Elle gère la notion de couche et permet un transfert en 2D ou en 3D dans la plupart des logiciels de DAO.

## PRÉCISION

La précision du système dépend de plusieurs facteurs étroitement liés :

- Le nombre de clichés et la géométrie des prises de vues.
- Le format du boîtier et l'objectif utilisé.
- La précision des mesures de mise à l'échelle.
- Le facteur d'agrandissement des photographies.
- La précision du monocomparateur utilisé.
- L'utilisation ou non de la compensation en bloc.
- La qualité de l'opérateur.

## ROLLEIMETRIC MR2

### Avantages de la photogrammétrie multi-images

Comme procédé de mesure indirecte en deux étapes, dissociation temporelle des prises de vues et du traitement.

*RolleiMetric MR2 comporte notamment les avantages suivants :*

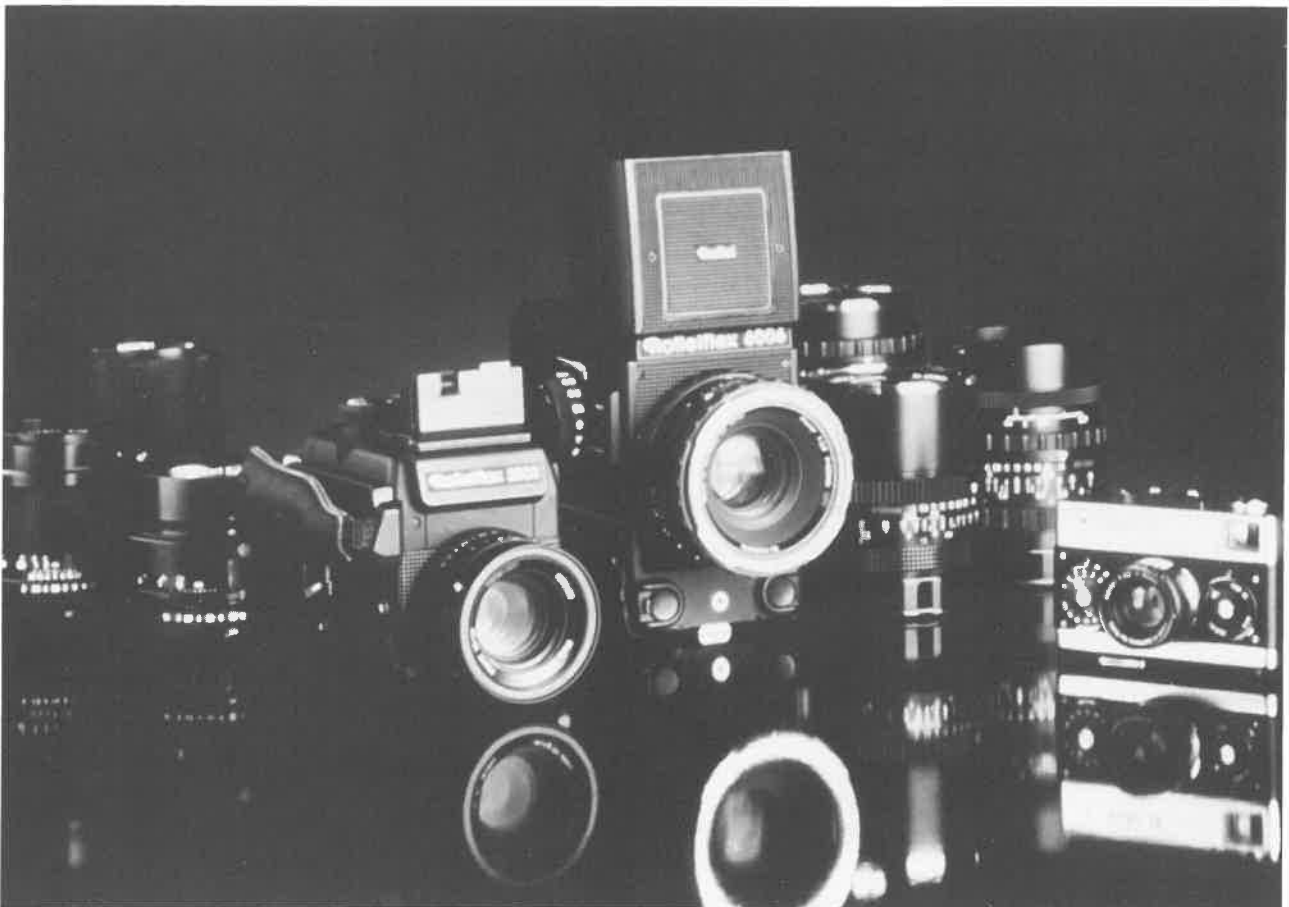
- Temps d'intervention très court sur le terrain.
- Mesure sans contact.
- Grande densité d'informations.

- Difficulté ou impossibilité d'accéder au sujet.
- Environnement hostile (vibrations, chaleur, etc).
- Grande précision recherchée (jusqu'à 1/100.000).
- Mesures effectuées non pas sur l'objet mais sur l'image autorisant ainsi à tout moment des mesures complémentaires : "La mémoire de l'existant"

De la photo jusqu'à la réalisation du plan à l'échelle, l'apport des technologies modernes contribue à l'exécution précise des mesures.

*RolleiMetric est employé entre autres pour :*

- Levés architecturaux en 2D et 3D.
- Relevés archéologiques.
- Levés aériens à petite échelle (urbanisme, carrières, etc).
- Métrologie de haute précision (Aérospatiale, etc..).
- Mesure de déformations et contrôles de fabrication.
- Techniques médicales.
- Constats d'accidents, (routiers, ferroviaires, aériens, etc).
- Etat des lieux, (en cours d'ouvrages, après sinistre, etc).
- Technologie criminelle, balistique, etc.





# brève introduction à

# une topométrie logicielle

Claude Million

L'auteur est Ingénieur ESGT et Géomètre DPLG.

Diplômé du Centre des Hautes Etudes de la Construction et de l'Institut d'Administration des Entreprises, Docteur de l'Observatoire de Paris en Photogrammétrie.

Topographie, Photogrammétrie et Etudes de Génie Civil dans des Cabinets Privés, Construction et Travaux Publics dans l'Armée Américaine et les filiales de la Caisse Française de développement.

## 1 - PRÉAMBULE

Le choix de ce titre est un hommage rendu à l'ouvrage de SHAMOS et PREPARATA intitulé "Computational Geometry - An introduction" qui marqua le point de départ de cette discipline connue sous le nom de Computational Geometry dont le succès a suscité la création d'une Revue du même nom qui reste florissante car toujours pleine de contributions éminentes sur le sujet.

Mais quel en est le sujet ? Le titre et le contenu nous amèneraient à le traduire par "Géométrie logicielle" puisqu'il s'agit de créer des structures de données et des algorithmes propres à permettre de poser correctement des problèmes de géométrie à des ordinateurs, la partie métrique de la résolution elle-même étant, depuis longtemps, du domaine public.

Quels types de problèmes veut-on résoudre ? Alors que le géomètre raisonne juste, sur des figures parfois fausses, le problème avec les ordinateurs est d'abord de décrire la figure dans des structures de données qui remplissent le rôle des figures du géomètre et qui, par la suite, permettent de résoudre aisément le ou les problèmes posés.

Certains comprendront peut-être mieux si on donne quelques exemples de problèmes qui ont été résolus par la géométrie logicielle :

Un problème très utile, et désormais classique, est celui qui est posé par l'utilisation d'un écran tactile sur lequel l'utilisateur pose le doigt pour demander à l'ordinateur d'identifier une parcelle sur un plan, éventuellement cadastral, afin de connaître son numéro, sa section, le nom du propriétaire, sa valeur locative etc... Ce problème a été résolu par géométrie logicielle.

Il en est de même pour la triangulation de DELAUNAY et des polygones de VORONOI utilisés, notamment, pour l'interpolation des cotes de niveau dans un semis de points, et pour le tracé automatique des courbes de niveau.

On connaissait l'ouvrage [1], sans l'avoir utilisé à d'autres fins que celles de comprendre les algorithmes utilisés dans un logiciel de triangulation de DELAUNAY, quand, dans un travail récent, on s'est aperçu que le type des raisonnements, les structures des données, et

les algorithmes qu'on utilisait étaient des transpositions de celles et de ceux lus dans cet ouvrage, lesquels avaient sans doute mûri à notre insu. De fait, comme M. JOURDAIN faisait de la prose sans le savoir, on faisait de la topométrie logicielle inconsciemment.

## 2 - LA DESCRIPTION D'UN RÉSEAU TOPOMÉTRIQUE

La topométrie comporte deux aspects complémentaires : en premier lieu le lever de terrain et la rédaction des plans et fichiers décrivant l'état existant, et en second lieu l'implantation d'un projet qui commence par une opération importante qui est le report d'un projet dans le système topométrique du lever suivi de l'implantation proprement dite sur le terrain qui est un report en grandeur nature à l'échelle 1/1, et peut être considérée comme l'inverse de l'opération de lever.

De fait, on va surtout parler du premier aspect de la topométrie c'est-à-dire des opérations qui suivent le lever, mais on verra, d'abord, que la saisie des mesures et leur manière de les noter n'est pas neutre quant aux structures des données qui feront suite, la manière de décrire une figure géométrique à planter n'est pas différente de celle qui permet de décrire le réseau de base d'un lever. On voit, aussi, bien vite que la description d'un réseau topométrique de lever ou celui servant de base à une implantation ne sont que deux aspects d'un même problème.

En outre on n'abordera que l'aspect calcul automatique des points approchés en topométrie ou en géodésie, encore que le mot calcul puisse prêter à confusion, puisque c'est l'aspect logique et topologique qui sera souligné, en laissant de côté le calcul métrique des points, la compensation qui lui fait suite, et qui ne pose pas de problèmes de la même nature de ceux qu'on veut résoudre. L'objectif est de calculer automatiquement les coordonnées des points approchés sans que l'intervention d'un calculateur soit nécessaire. Une fois les points approchés calculés, la compensation est quasiment automatique elle aussi, les programmes existants laissent à l'opérateur le soin de définir les poids des mesures, et une certaine stratégie au calculateur qui est seul à pouvoir apprécier les résultats qu'il fournira à son client.

En calcul manuel l'opérateur dresse un croquis, ou

mieux une mappe qui servent à guider le calculateur dans sa stratégie d'enchaînement des calculs, si la mappe est très bien faite il peut même numériser directement les points et les entrer comme points approches sans calculs, il passe alors directement à la compensation. En revanche, en calcul automatique il faut décrire le réseau mesuré par un algorithme général, en ne se servant que des mesures, c'est-à-dire sans l'intervention de l'opérateur.

## 2.1 - Structure des mesures et de données

Dans les opérations anciennes, les mesures étaient lues par l'opérateur sur l'appareil, puis reportées sur un carnet pour être traitées dans des tableaux de calcul, on peut faire de même en utilisant un ordinateur et un tableur, tel n'est pas notre intention.

Maintenant, l'appareil lit lui-même les mesures et les note sur un carnet électronique, l'intérêt étant d'éliminer les erreurs de lecture et de notation ou de transcription, il ne reste, en dehors des fautes opératoires grossières du débutant, que les fautes d'identification du ou des points visés ou touchés. En général les mesures ont la forme suivante, mais dans le détail les codes dépendent des appareils de mesure et des carnets électroniques utilisés, si on utilise différents appareils dans un même lever il faudra procéder à des traductions ce qui est facile :

Termes de la mesure					
Code de la mesure	1	2	mesure	mesures	annexes
	origine	fin			
12	F-1790-E	G-4250-è	144.8792	1.520	0.275
	Station	Point visé			

Le code de la mesure indique, par exemple, une mesure de distance zénithale, l'origine de la mesure est le numéro de la station, la fin de la mesure le numéro du point visé, suit la mesure elle-même, dans l'unité choisie.

Dans le cas présent les mesures annexes seraient la hauteur de l'appareil et la hauteur du point visé. Souvent on appelle l'origine de la mesure : station, et l'autre extrémité : point visé, même si aucune visée n'a été faite, par exemple pour une mesure de longueur ou une dénivellée, en fait c'est la signification du code de la mesure qui indique la vraie nature d'origine et de fin, et si les termes de mesures annexes ont un sens, et quel est ce sens.

La ligne représente une mesure mais, parfois, sur certains appareils l'origine de la mesure est regroupée en tête de la station avec la hauteur d'appareil ce qui évite leur répétition, mais sous-entend leur mise en commun sur les lignes qui suivent, on peut y ajouter aussi des données météorologiques, par exemple, notamment pour les mesures géodésiques. Souvent chaque donnée est individuelle et précédée d'un code.

Exemple :

Code	Hauteur d'appareil
54	1.246

Et les informations sont empilées ainsi les unes à la suite des autres. Il convient alors de regrouper toutes les informations intéressant une mesure complète sur une seule ligne, c'est-à-dire la mesure principale et les mesures annexes.

La multiplicité des solutions adoptées par les différents fabricants impose un choix unique qui est celui qu'on a montré et dans lequel seront traduits tous les enregistrements des différents appareils utilisés, les logiciels de transformation, dans la mesure où les caractères enregistrés par le carnet électronique ne sont pas des fantaisies informatiques comme les codes-barres, sont très simples ; heureusement, dans les carnets électroniques, le code ASCII semble avoir prévalu, ce qui simplifie tout.

Pour nous, après traduction, une ligne sera une mesure dont les trois données topologiques essentielles seront le code, et les termes de la mesure. Cela suffit pour la description topologique d'un réseau topométrique.

## 3 - TOPOLOGIE DU RÉSEAU

Il convient maintenant de décrire le réseau à la machine, c'est l'équivalent de l'acte de dresser le croquis du réseau ou de dessiner la mappe.

### 3.1 - Liste des points

Sans préjuger du fait qu'ils soient déterminables ou pas par les moyens topométriques employés, il faut dresser une liste des points triés suivant un ordre alphabétique quelconque.

On a utilisé l'alphabet ASCII étendu qui comporte 256 lettres, dont certaines sont muettes, c'est-à-dire n'apparaissent pas à l'écran, il est facile de limiter cet alphabet aux "lettres" (lettres, chiffres, tirets, points, accents, signes) qu'on veut utiliser, tout autre alphabet ferait l'affaire, pourvu qu'à chaque signe soit affecté un "chiffre" (ici un octet) afin de permettre un classement par tri biunivoque : rang → nom, nom → rang, de façon à ce que chaque point ait un nom, et un rang dans le classement des noms.

Ceci se fait à partir de l'ensemble des mesures, à partir des deux termes, en triant les origines et les fins en vrac, sans faire de distinction particulière entre les points et les stations, le programme de tri supprime automatiquement les doublons (A,B,C,D,E,...).

La liste des rangs des points (i,j,k,l,m,n) sert de base à tous les tableaux de connectivité.

## 4 - LES TABLEAUX DE CONNECTIVITÉ

On a vu que chaque mesure était reconnue par un code, numérique dans notre cas, mais rien n'empêchait, s'il en était besoin d'imaginer un autre code qui soit plus explicite pour l'opérateur, on peut aussi envisager des numéros de codes qui facilitent la recherche ultérieure, des nombres premiers par exemple.

A chaque type de mesure correspondra un tableau logique, une matrice carrée, de connectivité.

Les tableaux de connectivité, même s'ils ne sont que virtuels, on verra plus loin comment, sont de type booléen c'est-à-dire que chaque case renseignée du tableau ne comporte qu'une information du type : connecté ou

non connecté, et rien d'autre, c'est-à-dire, pour rester concret : A a reçu une visée venant de B ou, à l'inverse, A n'a pas reçu une visée venant de B et rien de plus.

L'usage a amené à ne considérer pour l'instant que neuf types de mesures topométriques, le mot "mesures" étant entendu dans son sens "très" large, car certaines contraintes, comme, par exemple, la reprise de station ou centrage forcé, ont été considérées comme des mesures, on a suivi en cela les principes des compensations par les moindres carrés par la méthode des équations d'observation qui traitent, numériquement, certaines conditions ou contraintes comme des mesures, c'est-à-dire qu'on écrit une équation d'observation pour exprimer la contrainte, et on la traite comme une observation en lui donnant un poids approprié.

Or en "Computational Geometry" on fait de même, toute information, par exemple que trois points sont alignés, est traitée comme une mesure.

#### 4.1 - Détail des tableaux

Chaque type de mesure a ses caractéristiques propres qu'on va évoquer :

De fait on a trouvé deux types de mesures : dans l'une appelée type visée les deux termes ne sont pas interchangeables : un des termes est la station, l'autre est le point visé. Leurs tableaux représentatifs sont carrés.

En revanche, dans le type appelé distance, les deux termes sont interchangeables, leurs tableaux représentatifs sont des triangles, si on connaît la distance A B on connaît aussi la distance B A, et cette information n'a pas à être dupliquée. De même pour le tableau des dénivelées ( $den(\dots)$ ), il est facile de ne noter que  $den(A,B)$  car on a la relation métrique (par opposition à logique) :

$$den(B,A) = -den(A,B).$$

Prenons quelques exemples : un tableau de type visée, soit le tableau de connectivité des mesures d'angles horizontaux, on note :

$ah(i,j)$  = vrai si du point A de rang i on a visé un point B de rang j, et  $ah(i,j)$  = faux dans le cas contraire.

Les termes diagonaux de la matrice n'ayant aucun sens, le point i ne pouvant se viser lui-même, on les a utilisés pour faire savoir au logiciel si on connaît, ou si on ne connaît pas le Go de la station.

$ah(i,i)$  = vrai, indique par conséquent qu'au point A de rang i on connaît le Go de la station.

De cette manière si on a :  $ah(i,j)$  = vrai et  $ah(i,i)$  = vrai, alors le gisement  $A \rightarrow B$  est connu. Les termes si, et, alors étant les synonymes explicites de ceux utilisés en informatique et de leurs équivalents de l'algèbre de BOOLE, on les soulignera pour bien marquer qu'ils représentent des opérations booléennes.

On passe du logique :  $ah(i,j)$  = vrai et  $ah(i,i)$  = vrai au métrique  $G(A,B) = 344.2458$  grades (Ces chiffres étant évidemment des illustrations arbitraires).

Les tableaux de connectivité des distances zéni-

thales sont de même nature, on les notera  $dz(i,j)$ , comme précédemment i et j sont les deux termes de la mesure i est la station j le point visé. Noter que  $dz(i,j)$  = vrai implique que la mesure de la distance zénithale  $A \rightarrow B$  est faite, mais aussi qu'on a mesuré la hauteur de la station et la hauteur du voyant du point visé ; car attention, s'il manque une seule de ces trois mesure alors  $dz(i,j)$  = faux.

Prenons un exemple de tableau de type distance pour montrer les possibilités de gagner des positions mémoires : les distances inclinées mesurées  $di$  et les distances horizontales qui sont le plus souvent calculées  $dh$ , sont deux tableaux triangulaires, car si  $di(i,j)$  ou  $dh(i,j)$  = vrai alors  $di(j,i)$  ou  $dh(j,i)$  = vrai, comme il est inutile de noter deux fois la même chose, et pour gagner de la place on les notent dans le même tableau  $d(i,j)$ , avec la condition suivante : Si  $i < j$  alors c'est  $dh(i,j)$  = vrai ou faux ; Sinon c'est  $di(i,j)$  = vrai ou faux.

Dans ce cas  $dh(i,j)$  et  $di(i,j)$  sont des fonctions booléennes de recherche dans un tableau, et non plus le tableau carré de données lui-même, qui, dans ce cas, est  $d(i,j)$  ; des fonctions booléennes n'ont pour résultat que vrai ou faux, si bien qu'en cours de raisonnement on peut ne pas faire de différence entre les valeurs d'un tableau carré et le résultat d'une fonction de recherche dont l'utilité et les notations sont identiques. Attention ceci est vrai en analyse, et faux en programmation où les notations sont, évidemment, différentes.

Ceci va nous permettre d'aller plus loin, constatant que dans les grands réseaux les matrices de connectivité sont creuses, et même, très creuses, on peut décider de les remplacer par des listes simplement composées des rangs des termes de la mesure (rang de la station et rang du point visé par exemple) et les noter en un seul terme appelé "Nombre" :

Nombre =  $1000 * \text{rang}(\text{station}) + \text{rang}(\text{du point visé})$ , la décomposition se faisant par les fonctions inverses suivantes :

$$\text{rang}(\text{station}) = \text{entier}(\text{Nombre} / 1000),$$

$$\text{rang}(\text{point visé}) = \text{Modulo } 1000 (\text{Nombre}).$$

Nombre peut être trié dans sa liste pour faciliter sa recherche dichotomique. A la fin de la recherche, dans une liste relativement courte, si on a trouvé le nombre désignant les deux termes de la mesure, la fonction de recherche prendra la valeur : "vrai", dans le cas contraire, et par défaut, elle prendra la valeur "faux".

On remarque encore que la nature informatique même des tableau de connectivité tableau, liste, est sans importance pour le raisonnement logiciel, alors qu'il est, évidemment, de première importance pour la programmation.

Le tableau des dénivelées  $dn(i,j)$  est très comparable au tableau des longueurs, il mélange les connectivités de deux types valeurs : des mesures de dénivelées directes, faites au niveau par exemple, et des dénivelées calculées à partir des distances linéaires et des distances zénithales, en outre si deux altitudes sont connues par tout moyen la dénivelée entre ces deux points est connue et ce fait doit être noté, car l'expérien-

ce montre que certains excellents programmes sont limités faute d'avoir pris ce fait élémentaire en compte.

Ce détail nous amène à souligner qu'il est nécessaire, en topométrie logicielle, de noter dans des tableaux des informations qui semblent triviales ou redondantes en calcul manuel. Par exemple avant de calculer un point, il faut s'assurer si cela est bien nécessaire, c'est-à-dire vérifier qu'il n'est pas... connu. Le renseignement du tableau des dénivelées est un second exemple de cette nécessité de noter des informations apparemment évidentes et qui ne le sont certainement pas d'un point de vue strictement logiciel.

## 5 - TABLEAUX DES RÉSULTATS

Certains tableaux correspondent à des résultats et non à des mesures, il n'expriment pas une relation entre deux points, mais donnent une information sur un seul point, ils restent donc unidimensionnels. Ce ne sont pas de tableaux de connectivité mais des tableaux indiquant la situation des points connus et inconnus.

Par exemple, on exprime qu'un point de rang  $i$  est connu ou inconnu dans ses coordonnées planimétriques par l'expression booléenne :

$$xy(i) = \text{vrai ou } xy(i) = \text{faux.}$$

On écrit de même que l'altitude du point de rang  $i$  est connue ou inconnue par :

$$z(i) = \text{vrai ou } z(i) = \text{faux.}$$

Il existe d'autres tableaux unidimensionnels dont les informations permettent d'accélérer la recherche (voir 6 - Moteur d'inférence).

Par exemple  $st(i) = \text{vrai}$  indique que le point de rang  $i$  a été stationné, de même  $pv(i) = \text{nombre de visées}$ , indique de combien d'autres points le point de rang  $i$  a été visé, de même la diagonale de  $d$  est utilisée car  $d(i,i) = \text{nombre de mesures de longueur ayant } i \text{ pour terme}$ .

On verra que ces tableaux unidimensionnels servent d'accélérateurs de recherches car, par exemple, si  $pv(i) < 2$  on ne cherchera pas si une intersection du point de rang  $i$  est possible, de même, si  $st(i) = \text{faux}$  on ne cherchera pas si le calcul du Go du point de rang  $i$  est possible etc... et cela sans entrer dans un niveau de recherche élevé (nous sommes dans une recherche à un seul paramètre).

## 6 - LE MOTEUR D'INFÉRENCE

On a pris l'habitude de désigner sous ce nom bien pompeux le logiciel qui utilise ces informations pour les transformer en décisions d'accomplir des actions possibles.

Si conditions... alors FAIRE

On passe alors du domaine topologique, en minuscules, au domaine métrique, en majuscules, dont on parlera peu puisqu'il est évident que la topométrie logicielle ne peut être abordée que lorsque la topométrie tout court est totalement assimilée.

Les notations que nous avons explicitées vont nous

permettre de donner quelques exemples notés en pseudo-code.

Pour des facilités mnémoniques on a attribué la lettre minuscule  $i$  qui désigne le rang du point A (lettre majuscule) au point inconnu, les autres lettres ( $j, k, l, m, \dots$ ) sont affectées à des points inconnus.

Le moteur d'inférence est des plus simples, son schéma est le suivant :

Si Condition 1 et Condition 2 et condition  $n$  faire

CALCULER (Calcul topométrique traditionnel)

Si opération de calcul et de transfert des résultats dans les tableaux s'est bien passée alors

Début

Noter que les résultats désirés sont connus.

AFFICHER CE QU'ON VIENT DE FAIRE

Fin

Bien noter que le calcul topométrique peut être aussi bien un calcul géodésique traditionnel, on ne préjuge en rien de la nature des calculs réalisés, ni du référentiel, ni du type de coordonnées déterminé.

Il faut rappeler un point important : dans une chaîne de condition Si...et...et, dès qu'une des conditions est calculée ou constatée fausse le calcul logique se débranche, car toutes les conditions doivent être remplies sans exception, on a donc intérêt à placer en premières conditions celles qui ont le plus grand nombre de chances de provoquer un rejet, et de placer en amont les conditions qui n'impliquent qu'une recherche dans un seul tableau logique, ou mieux, une seule liste logique. Mais attention, la condition ou a la propriété inverse, il faut placer en tête la condition la plus probable car le débranchement a lieu dès qu'une des conditions proposées est réalisée.

Et correspond à une multiplication logique si un des termes est nul le résultat est nul ; en revanche, ou ne correspond pas à une addition logique, si une seule des conditions ou est vraie l'ensemble est vrai. Donc attention aux parenthèses dans les relations où se mêlent les deux termes.

### 6.1 - Calcul principaux

On appelle ainsi les sous-programmes qui décident directement de la possibilité ou de l'impossibilité de réalisation des calculs de coordonnées de points inconnus.

Prenons le plus simple et le premier de tous, le rayonnement.

On vérifie dans l'ordre :

A - Sur un seul indice  $i$

1°/Que le point qu'on veut calculer n'est pas connu (Condition triviale absolument essentielle si on ne veut pas tourner en rond).

2°/ Que ce point A de rang  $i$  est un point visé.

3°/ Que ce point A de rang  $i$  est un des termes d'une







ÉCOLE NATIONALE  
DES SCIENCES  
GÉOGRAPHIQUES



## SESSION 1996

- 3 jours
- Novembre
- de 6 à 15 stagiaires
- Marne-la-Vallée
- 5 500 F TTC
- Si inscription à RR + RC+ RI, prix global de 15 000 F TTC

## GÉODÉSIE

### NOTIONS FONDAMENTALES

(stage RR)

- Connaître les notions géodésiques de base : les concepts et les techniques
- Comprendre la problématique de la géodésie d'aujourd'hui

## SYSTÈMES

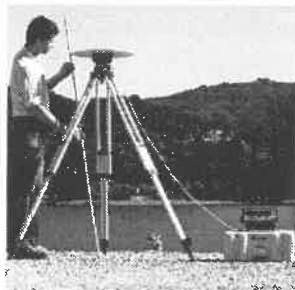
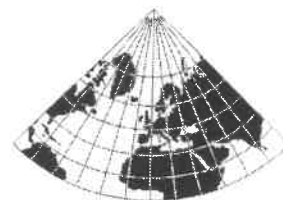
### DE RÉFÉRENCE ET DE COORDONNÉES

(stage RC)

- Maîtriser les concepts servant à la définition des coordonnées
- Savoir utiliser un logiciel de transformations de coordonnées
- Savoir évaluer la qualité d'une transformation de coordonnées

## SESSION 1996

- 3 jours
- du 5 au 7 Février
- du 20 au 22 Novembre
- de 6 à 12 stagiaires par session
- St-Mandé (Février) et Marne-la-Vallée (Novembre)
- 5 500 F TTC
- Si inscription à RR+RC+RI, prix global de 15 000 F TTC



## SESSION 1996

- 5 jours
- du 25 au 29 Mars
- du 23 au 27 Septembre
- de 6 à 12 stagiaires par session
- St-Mandé
- 9 200 F TTC
- Si inscription à RR+RC+RI, prix global de 15 000 F TTC

## PRATIQUE DU GPS

### EN GÉODESIE ET TOPOMÉTRIE

(stage RI)

- Connaître les notions fondamentales du système GPS
- Être capable de mener à bien les opérations GPS, depuis la planification des observations jusqu'à la compensation de réseau et l'insertion dans un réseau préexistant

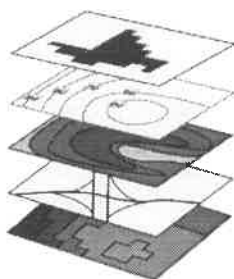
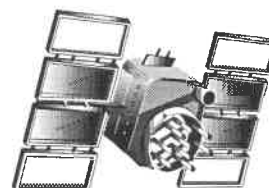
## PRÉSENTATION DU SYSTÈME GPS

(stage RIF)

- Connaître les différentes possibilités d'utilisation du GPS
- Savoir choisir le type d'utilisation selon l'application

## SESSION 1996

- 1 jour
- 20 Mars
- 12 Décembre
- de 6 à 15 stagiaires par session
- St-Mandé (Mars) et Marne-la-Vallée (Décembre)
- 1 000 F TTC



## SESSION 1996

- 5 jours
- du 3 au 7 Juin
- du 7 au 11 Octobre
- 20 stagiaires maximum par session
- St-Mandé
- 9 800 F TTC

## SIG

### LA MISE EN PLACE D'UN PROJET

Système d'Information Géographique (stage SIG2)

- Maîtriser l'ensemble des concepts associés aux systèmes d'information géographique.
- Définir les besoins, choisir un type de logiciel

# la carte de Terre Adélie

Yves Vallette



*Au théodolite T2 - Le raid sur le plateau. On fait le point sur le soleil. Photo Y. Vallette - Cliché Expéditions Polaires Françaises*

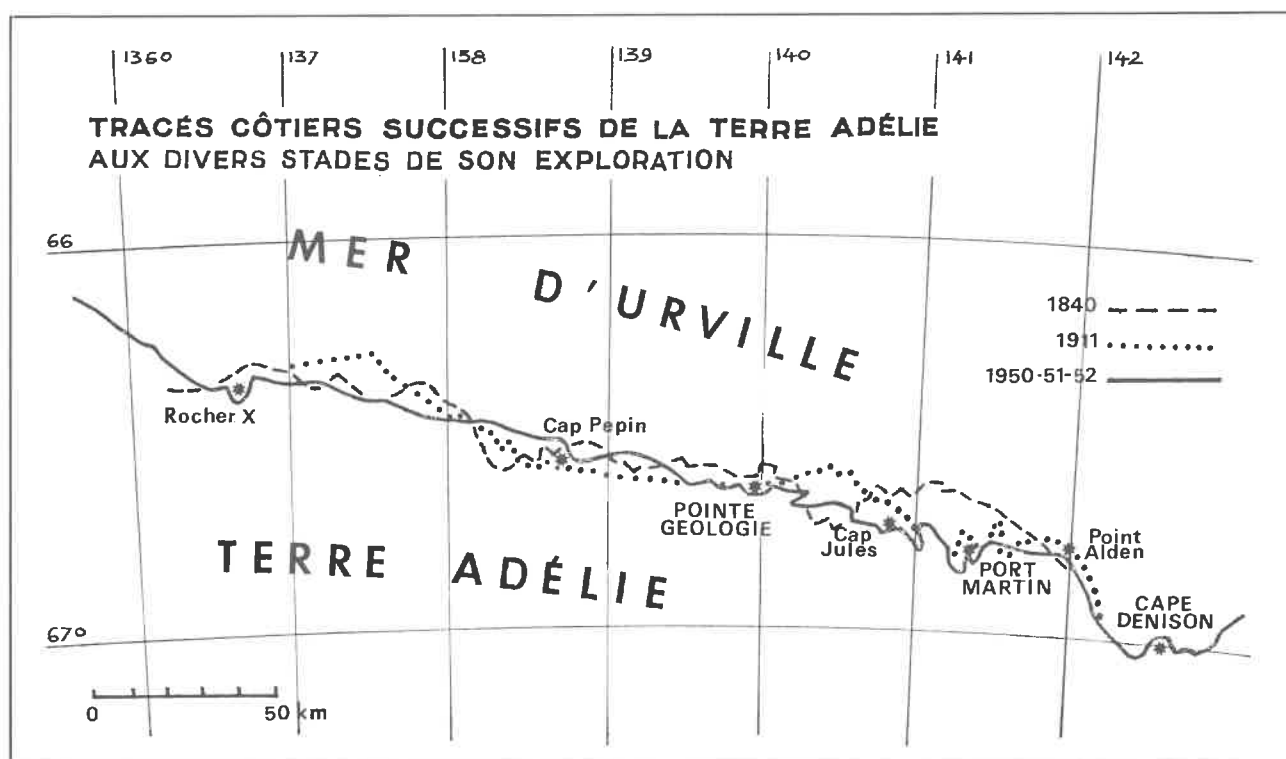
Dans un précédent article paru dans notre dernier numéro, l'auteur a exposé la programmation de la carte de cette terre française par les Expéditions Polaires Françaises, dans les années 1950. Il décrivait les déterminations astronomiques faites au sol dans des conditions difficiles. Ce fut à l'époque une véritable aventure de pionniers, d'autant plus que ceux-ci, jeunes ingénieurs et officiers de marine, n'étaient nullement des topographes de métier.

Nous présentons aujourd'hui la suite de l'article de Yves Vallette.

Au retour de l'expédition de 1950, on disposait de la position précise des points suivants : A l'astrolabe à pendule, Port Martin, Cap Jules et Pointe Géologie. Et en points supplémentaires : Aux îles sentinelles, à l'est de la Terre Adélie, les polaires de l'année 1950 ont réalisé une station au théodolite T2 sur des étoiles brillantes, la planète Jupiter et le soleil. Car au mois de novembre, la nuit devenait trop courte pour utiliser l'astrolabe. Pour caler les premières cartes, on disposait aussi de la détermination faite par l'expédition Australienne de 1912 à Cap Denison, au cercle méridien.

Au cours de la seconde année, en 1951, Bertrand Imbert et François Tabuteau ont effectué une station à l'astrolabe sur 9 étoiles, au cap Denison. Cette station a été calculée par la méthode des moindres carrés.

Au cours de cette même année, Paul Perroud complète un important travail de géodésie classique par une station à Cap Bienvenue, à l'ouest de Pointe Géologie. La station comporte une méridienne et 5 droites de hauteur sur le soleil, sur l'étoile Canopus et sur la planète Jupiter.



#### **CALCUL DES POINTS PAR LA MÉTHODE DES HAUTEURS ÉGALES**

Cette méthode est basée sur la connaissance d'une valeur approchée des coordonnées de la station prises sur les cartes anciennes et surtout sur un croquis provisoire établi à l'échelle du 1/500.000.

Les observations sont faites à l'œil et à l'oreille, sur 5 fils.

- On calcule l'heure du passage moyen en faisant la moyenne des heures.

- On calcule le Gpl, correction de pendule locale. Ce calcul est fait sur plusieurs Gpl, en général trois, au début, au milieu et à la fin d'une observation en utilisant le vernier au 1/365ème, constitué par les coïncidences entre les secondes de temps moyen émis par Washington et le chronomètre sidéral utilisé pour la station.

- On calcule l'heure sidérale, la réfraction et la distance zénithale exacte de l'observation, ainsi que l'angle horaire, et l'azimut.

Les calculs sont faits à 7 décimales, par la méthode de Borda, et portés sur un graphique, à l'échelle de 1 mm pour une seconde centésimale d'arc. Le point définitif adopté est déterminé par le centre du cercle tangent aux diverses droites de hauteurs des étoiles observées.

#### **PRÉCISION DES OBSERVATIONS**

Il n'est pas tenu compte des corrections dues à la durée de propagation des ondes et au retard de fonctionnement du poste récepteur et surtout à l'équation personnelle de l'observateur qui est estimée constante, l'observateur étant le même d'une observation à l'autre.

Les longitudes, à la station de la base, se révèlent cohérentes, avec une précision du dixième de seconde

de temps.

Dans ces conditions, il est estimé que la précision est suffisante pour le but recherché qui est de caler l'assemblage des photos aériennes de la zone.

#### **LA RESTITUTION PHOTOGRAMMÉTRIQUE**

La première chance providentielle des Expéditions Polaires Françaises est de posséder les photos aériennes, toutes récentes de l'expédition Byrd.

La seconde chance est que l'Institut Géographique National accepte de se charger de ce travail particulièrement délicat, pour réaliser une carte en quatre feuilles, au 1/100.000 et une carte au 1/500.000.

Etablir pour la Terre Adélie une carte à ces échelles représente un travail considérable et une charge financière non rentable. L'intérêt porté par l'Ingénieur géographe Jean Hurault aux problèmes antarctiques a été un facteur important de la réussite de l'entreprise.

#### **CHOIX D'UNE ÉCHELLE ET D'UN SYSTÈME DE PROJECTION**

L'échelle choisie du 1/100.000 représente une réduction importante de l'échelle des photos, voisine du 1/20.000. Elle correspond bien à la précision des points astronomiques et à celle des détails à dessiner.

La carte mondiale au 1/100.000 est en projection Mercator-Transverse-Universel (M.T.V.) mais la projection stéréographique polaire lui est préférée car elle s'applique mieux aux régions polaires.

Elle est choisie tangente au parallèle 67° Sud, avec pour surface de référence, l'Ellipsoïde International de Hayford.

## TRANSFORMATION DES COORDONNÉES DES POINTS ASTRONOMIQUES

Les points astronomiques sont calculés en coordonnées rectangulaires par les formules classiques de la projection stéréographique polaire.

$$X = R \sin y$$

$$Y = R \cos x$$

Par exemple pour le point île du Lion dans l'archipel de pointe géologie :

$$L = 66^{\circ} 39' 30'' \text{ Sud}$$

$$M = 140^{\circ} 01' 00'' \text{ Est}$$

on obtient après extrapolation pour minute et secondes au delà de 0 ou 30 les coordonnées suivantes :

$$X = 300\,738 \text{ m}$$

$$Y = 238\,126 \text{ m}$$

Les points suivants sont transformés, d'est en ouest : Cap Denison, Pointe Alden, Iles Sentinelles, Port Martin, Pointe Géologie (Ile du Lion).

A cette époque, il n'existe aucune détermination astronomique précise à l'ouest de Pointe Géologie, sur une distance de 4 degrés de longitude, excepté un point déterminé au bord de la glace, atteint par l'Expédition 1951, au cours d'un raid au Cap Pépin. C'était mieux que rien, mais bien peu précis pour assurer le calage de la carte. En 1952, toujours rien de plus à l'ouest.

## ETUDE DES PHOTOS AÉRIENNES

La qualité des images est en général excellente mais la nature de la surface de la calotte glacière du continent rend souvent très difficile la recherche de détails visibles sur plusieurs photos. Heureusement, la présence des sastruggis (vagues de neige durcie burinée par le vent) permet de découvrir des éléments reconnaissables.

On dispose ainsi d'un millier de photos exploitables, dont le tiers prises par une chambre à axe vertical.

Les éléments suivants sont calculés :

- angle d'inclinaison des photos obliques,
- ligne d'égale échelle,
- dépression de l'horizon,
- calcul du point de fuite, des points de distance et du point principal nadir. Cette distance est utilisée pour la restitution au photo angulateur. Cet appareil composé de deux règles articulées permet de transformer en angles horizontaux les angles ayant pour sommet le nadir sur la photographie oblique.

## LA TRIANGULATION PAR FENTES RADIALES T.P.F.R.

Dans cette méthode, appelée par les américains "Splotted Template", il s'agit de construire mécaniquement une triangulation à partir de mesures faites sur les photographies elles mêmes. On obtient un canevas photo-

graphique, purement planimétrique, dont la précision dépend de celle des déterminations astronomiques au sol.

La préparation des photographies verticales comporte :

1) Le piquage du point principal de chaque photo, défini par l'intersection des lignes joignant les repères des plaques. Ce point principal se confond avec le point nadir. Les angles de directions issues de ce point sont égaux aux angles azimutaux mesurés à partir du point correspondant de terrain, et ce quelque soit le relief.

Ce point est matérialisé par un plot et ensuite par une fente, d'une largeur égale au diamètre du plot, réalisés par mortaisage dans une feuille de rhodoïd d'épaisseur choisie pour avoir une certaine souplesse.

2) Le piquage précis, sous stéréoscope, du centre de la photographie précédente et du centre de la photo suivante et de détails nets communs à trois photos consécutives. Ces points sont toujours choisis sous stéréoscope.

Ainsi chaque photographie porte 9 points piqués que l'on encadre d'une marque.

Si un point astronomique au sol est dans une zone favorable, il est incorporé directement au réseau de triangulation photographique.

3) Ensuite toutes les directions issues du point principal de chaque photo sont dessinées sur la feuille de rhodoïd et on procède à la perforation, à l'emporte pièces du centre et des fentes correspondant aux divers points communs à trois photos.

## ASSEMBLAGE

C'est la phase la plus spectaculaire de l'opération. Il faut trouver un local suffisamment vaste pour poser l'assemblage. On reporte tous les points connus et en chacun d'eux, on enfonce une aiguille d'un diamètre égal au diamètre intérieur du plot. Les plaques de rhodoïd sont assemblées en plaçant un plot sur lequel vien-



TPFR. Assemblage d'une bande et d'une mission.



Glacier du Cdt Charcot. Couple de photos obliques - Le Rocher X

nent coulisser les mortaises matérialisant la visée radiale d'un même point.

L'ensemble ainsi réalisé est secoué, battu, de façon que les pressions et les tensions s'équilibrent au mieux.

Dans le cas des photos obliques, il faut auparavant redresser les clichés et assurer la transformation des angles nadiraux.

### LE ROCHER X

L'assemblage général de tous les vols pose un problème de place. A l'échelle choisie, l'ensemble des "templates" en rhodoïd représente, avec quelques trois cent kilomètres une longueur supérieure à celle des salles de travail.

Il faut utiliser, un samedi de congé, un des couloirs pour disposer l'ensemble de la côte de la Terre Adélie. Arrivé vers l'ouest, il était évident que l'imprécision est grande. Quand on prend à la main l'extrémité ouest du réseau des plaques, on peut la déporter de plusieurs décimètres, ce qui représente une erreur possible de plusieurs dizaines de kilomètres. En longitude, en étirant le canevas, la déformation possible se révèle importante.

C'est alors qu'il arrive un événement inattendu et providentiel. En examinant des photos aériennes vers l'extrémité du grand glacier de l'ouest, un petit point noir apparaît. Au début les observateurs pensent à une tache du cliché examiné avec le grossissement des appareils stéréoscopiques. Mais en comparant tous les clichés, il faut se rendre à l'évidence : il existe un rocher, petit îlot perdu au milieu de la mer gelée, à proximité de la haute falaise de glace bordant le grand glacier, à l'extrême ouest du territoire. Il est baptisé "Rocher X".

Or une équipe de 7 hommes se trouve sur le terrain, après un hivernage à la petite base de Pointe Géologie,

installée à côté de la rookerie de manchots empereurs, à la suite de l'incendie accidentel de la base de Port Martin, au début de l'année 1952.

Les 7 hommes dirigés par Mario Marret vont entreprendre un des raids les plus hardis de ces années de Terre Adélie.

Ils possèdent la photo aérienne de Byrd, où s'aperçoit cet énigmatique point et également un tracé de la côte, fait par le premier assemblage de la T.P.F.R.

L'équipe de raid comprend 4 hommes entraînés : Mario Marret, le mécanicien Vincent, le chirurgien Rivolier, et le géodésien australien Dovers.

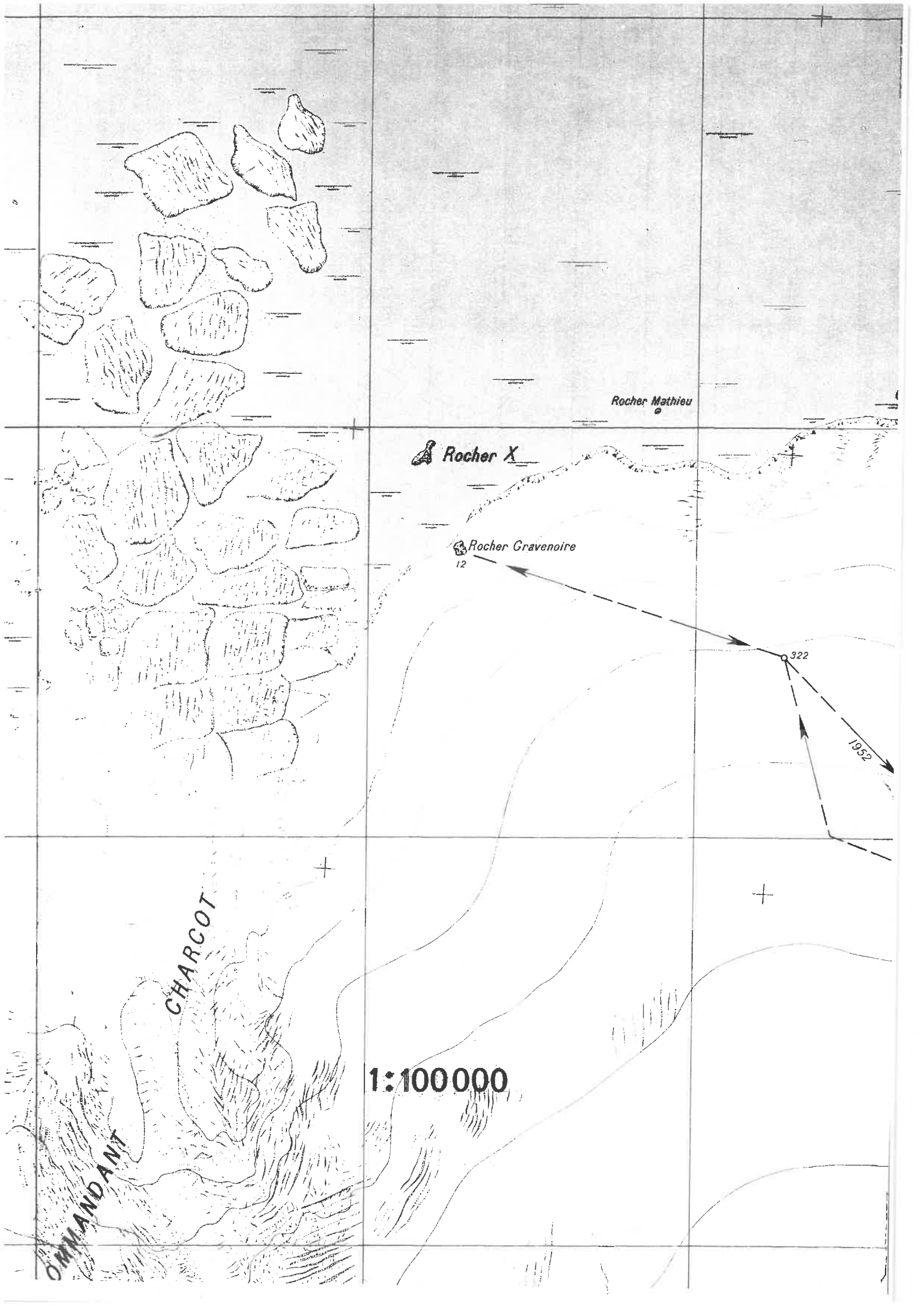
Pour ne pas renouveler les dangers d'un raid sur la glace de mer, il est décidé que le parcours se fera, sur le plateau, avec deux véhicules à chenille, "les weasels" transportant un traîneau et six chiens. A l'arrivée sur la côte, la découverte du rocher se fera en traîneau à chiens, sur la glace de mer.

Le matériel de topographie comprend un théodolite Wild T1 et des chronomètres. Il faudra se méfier des redoutables crevasses du plateau car le glacier voisin est un des plus grands de Terre Adélie, et bien sûr se méfier de la glace de mer en arrivant au pied de la falaise.

L'inquiétude sur le tracé de la côte reconstitué par le premier assemblage est grand et Marret reçoit de Vallette un télégramme "*Décalage peut être très important et croissant en s'éloignant de Pointe Géologie*". Pour le rocher X, peut être de plus ou moins trente kilomètres en longitude et dix kilomètres en latitude. Vu le sens d'erreur au cap Pépin, expédition Barré, on peut penser erreur rocher X dans le même sens, soit dix kilomètres plus au sud et trente kilomètres plus à l'ouest que sur croquis d'après photos Byrd".

Le 29 novembre, ils arrivent enfin au rocher X, après avoir eu un waesel en équilibre au dessus d'une énorme

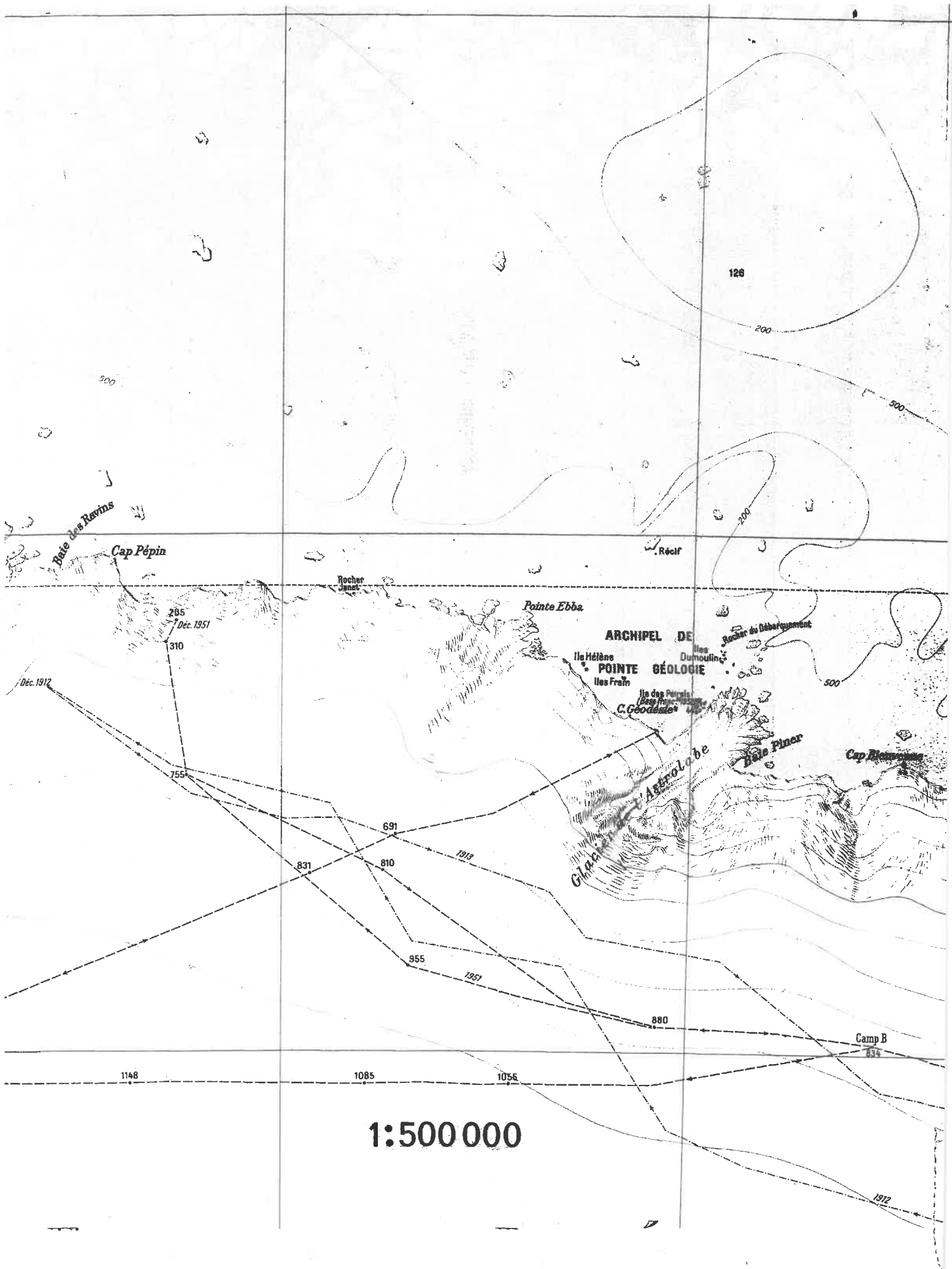




CHARCOT

OMMANDANT

1:100000



crevasse. Dovers en établit la position par des droites de hauteurs sur le soleil.

Il est plus au Sud que prévu, mais l'erreur en longitude n'est pas très importante. Après 44 jours, le groupe, exténué et ayant perdu deux chiens Tiky et Milk peut regagner la base : "mission accomplie".

## LA CARTE AU 1/100.000

Le point du rocher X, à une longitude de 136°40' permet de caler enfin la carte avec précision, jusqu'à la frontière Ouest du territoire, le méridien 136.

La carte est découpée en 4 feuilles en format 120x74 cm :

- Feuille n°1 ROCHER X
- Feuille n°2 CAP PEPIN
- Feuille n°3 Pointe GEOLOGIE
- Feuille n°4 PORT MARTIN

Le tracé du trait de côte de glace, évolutif, est celui de janvier 1947, date des prises de vues.

Pour donner un aspect typique du rivage antarctique, les glaciers et les icebergs sont reproduits tels qu'ils étaient à cette époque.

Les divers raids ont effectué des mesures d'altitudes par nivellement barométrique et mesures avec des altimètres précis. Cependant les courbes de niveau n'ont qu'une valeur figurative, étant donnée la mobilité de la surface du plateau.

Le niveau de référence a fait l'objet de mesures de marées par Bertrand Imbert, François Tabuteau et Mario Marret par des marégraphes installés à Port Martin et à Pointe Géologie, procédant à des enregistrements continus. Des mesures de marées ont également été faites au rocher X. On en a déduit un niveau de référence en ces divers points.

Il est à signaler que des cartes de détails au 1/20.000 sont réalisées en associant très judicieusement les éléments des photos aériennes, et de la photogrammétrie terrestre, avec l'utilisation du stéréotopographe de Poivilliers et du stéréo restituteur Wild A6. Enfin des

cartes au 1/5.000 et 1/20.000 sont rédigées d'après les levés directs de Paul Perroud, en 1951.

## LA CARTE AU 1/500.000

Enfin, une carte très spectaculaire est établie à l'aide des cartes au 1/100.000 avec le concours de Emile Thérulle, recruté par les expéditions polaires puis par l'Institut Géographique National. Cette carte, dessinée par réduction de photos aériennes est prolongée de un degré au delà des frontières avec le territoire australien. On y découvre ainsi à l'Ouest un très grand glacier inconnu, et à l'Est, l'ancienne base de l'expédition australienne de 1912, au cap Denison. C'est cette expédition qui vit Sir Douglas Mawson revenir seul à la base après disparition dans une crevasse du lieutenant Ninnis avec son traîneau et les chiens, et la mort par épuisement du troisième homme du raid, le docteur Mertz.

Figurent aussi sur cette carte les raids des 3 années des expéditions françaises ainsi que le raid de Bikerton en 1912, qui lui ne s'est pas achevé tragiquement.

Sont aussi dessinées les courbes bathymétriques de la carte du Service Hydrographique de la Marine ainsi que les sondages effectués sur le navire "Commandant Charcot" par les lieutenants de vaisseau Pistre, Bouvier, Dumoulin de la Bartette au cours des missions de 1948 à 1951. C'est au cours du voyage de 1950 que le commandant du navire polaire Max Douguet a fait hisser le pavillon français, en présence de André Frank Liotard, chef de l'expédition des onze pionniers de Terre Adélie.

C'était le prélude à l'exploration cartographique de cette terre lointaine, réalisée de plus par de jeunes ingénieurs ou officiers de marine qui n'étaient pas des topographes de métier.

**Nota :** Claude Daguijon qui participe à la revue xyz sous forme d'une insertion pour R.M.S. à Chatillon, est un ancien polaire de ces années héroïques.

Il a participé à la campagne d'été de l'expédition en Terre Adélie de 1952 et accompagnait comme radio le navire chargé de récupérer en 1953 l'expédition qui venait de découvrir le Rocher X.

Yves Vallette a publié un livre : "ceux de Port Martin", publié aux éditions ARIAT - 17 rue des Grandes Terres - Rueil-Malmaison 92500.



Les deux attelages quittant le dépôt installé le 25 décembre 1950

# L'ART-LES LIVRES

## ■ EXPÉDITION POUNT

AUTOUR DE L'AFRIQUE SUR LA ROUTE  
DES PHÉNICIENS - ÉDITEUR L'HARMATTAN 1994

Hérodote rapporte que le pharaon Néchao II, vers 600 ans avant J.C., fit armer une flottille par des phéniciens pour faire le tour de la Libye (entendez l'Afrique) d'est en ouest. Le voyage avait duré trois ans. Les navigateurs "avaient eu le soleil à leur droite", ce que ne croit pas Hérodote, mais qui, précisément, rend plausible cette circum-navigation du continent africain. Il n'en fallut pas davantage à André Gil-Artagnan, ancien sous-marinier, pour retenir cette aventure comme sujet de thèse à l'École Pratique des Hautes Études, sous l'autorité des meilleurs égyptologues français, et réaliser le périple de Néchao avec femme et enfants sur un navire reconstitué, portant le nom de Pount, évocateur des parfums et mirages de la reine de Saba. L'iconographie de l'époque de Néchao étant insuffisante, A. Gil-Artagnan dut recourir aux bas-reliefs de Deir-el-Bahari représentant les navires de mer que la reine pharaon Hatshepsout envoya vers 1500 avant J.C. au pays de Pount (Éthiopie). À partir de cette représentation en deux dimensions, égyptologues, architectes navals, ingénieurs du Bassin des carènes mirent en commun leur expérience pour imaginer l'échelle et les plans en trois dimensions du navire qui allait faire le tour de l'Afrique. Son portrait type correspond à une barque pontée de 20 mètres de long, 5 mètres de large, 1,4 mètre de tirant d'eau, un mât central et une voile carrée, deux avirons de gouverne, un câble de tension au dessus du pont, reliant l'avant et l'arrière, un déplacement de 40 tonnes. Il était armé de trente nageurs développant une force propulsive correspondant à un moteur de 60 cv. Cette première phase du projet avait duré cinq ans (1975-1980). La construction du Pount pouvait commencer ; elle dura plus de sept ans (1980-1988), retardée par le manque de financement. Le futur chef d'expédition, dans le double rôle de chef de chantier et de charpentier de marine fit l'essentiel du travail, heureusement facilité par le fait qu'il habitait près du canal du midi.

Le Pount rejoignit Sète en juin 1986, où il compléta son gréement et fit ses essais avant d'appareiller en mai 1988, date limite impérative pour bénéficier de la mousson d'hiver à la sortie d'Aden. A. Gil-Artagnan avait eu le temps de réfléchir à la logistique et aux contraintes nautiques de son expédition. Contrairement aux phéniciens de l'armement de Néchao, il connaissait tout des

moussons, des alizés, de la cartographie et des courants autour de l'Afrique. En quittant Port Saïd, il ne sait pourtant pas que son périple durera 3 ans, comme vraisemblablement celui de Néchao, avec ses arrêts hivernaux (sans doute au Cap et au Maroc) pour les semailles et les récoltes. Le long cabotage circum-africain n'a pas été sans mauvaises surprises, ni dangers, ponctué par des tracasseries administratives ou policières, l'ombre latente de la piraterie le long du parcours oriental, la chaleur torride et la promiscuité d'un entrepont où l'on ne peut se tenir debout, un sous-effectif chronique, la traversée d'une queue de cyclone dans le canal de Mozambique, etc...

Mais les bons moments l'ont emporté avec le généreux soutien matériel et moral de la Marine dans l'Océan Indien, les jeux des enfants avec les recrues africaines dont la loyauté et la conscience professionnelle ne se sont jamais démenties, la découverte d'horizons nouveaux, etc. La navigation a aussi apporté des réponses positives aux grandes questions posées par le projet. Le Pount est certes un bateau très sensible et d'un maniement délicat, mais il est apte à affronter la haute mer à une vitesse moyenne de 4 à 5 nœuds. Il a été porté remède à un plan de dérive et un enfoncement insuffisants par l'adjonction, à Djibouti, d'une fausse quille. Le changement de voile aux environs de 15 à 20 nœuds de vent, n'est pas commode pour un équipage réduit, ce qui n'était pas le cas au temps de Néchao. La remontée de la côte mauritanienne contre l'alizé et le courant des Canaries, par bordées de nuit vers le large, et de jour vers la terre, s'effectue à la vitesse de un nœud sur le fond.

L'Expédition Pount a pleinement atteint son objectif, qui était de montrer la faisabilité de contourner l'Afrique sur une barque conforme à celles des Phéniciens 500 ans avant J.C. Dans une approche originale joignant les efforts des égyptologues, des architectes navals, des marins, son chef, A. Gil-Artagnan n'a cessé d'affronter des difficultés matérielles et financières avec une sereine obstination... partagée par sa femme et ses enfants. Son livre reflète, avec sobriété, le sérieux et l'objectivité d'une recherche qui apporte une moisson très riche d'informations sur les navigations antiques ou primitives, mais aussi tous les marins, et notamment les plaisanciers, qui trouveront matière à réflexion dans un domaine loin d'être épuisé.

J. Bourgoïn

# ■ LES PREMIERS PAQUEBOTS À VAPEUR

JEAN-JACQUES ANTIER

EDITIONS DE L'ANCRE DE MARINE - PRIX : 145 F TTC

Il n'y a sans doute pas de manière plus instructive et plus intéressante de découvrir l'histoire de la vapeur que d'en suivre la chronologie à travers la navigation.

Dans son ouvrage, "les premiers paquebots à vapeur", J.J. Antier conduit le lecteur pendant deux siècles à travers les inventions, les péripéties et les drames qui ont jalonné le développement de la vapeur au service de la propulsion des navires. On constate dans ce domaine, comme dans bien d'autres, que de la découverte aux premières applications, il s'écoule un siècle et qu'il en faut un deuxième pour banaliser les réalisations. En 1690, Papin invente la première machine à vapeur à piston ; en 1783 le français Jouffroy d'Abans remonte la Saône à Lyon à bord de son pyroscaphe à aubes. Les premiers pas des "pyroscaphes" -ou "bateaux à feu" ; steamer chez les anglais- concernent la navigation fluviale. Le combustible est le bois ou le charbon et les explosions de chaudières, lorsqu'on pousse les feux, ne sont pas exceptionnelles. Bien entendu, les vapeurs ont contre eux les mariniers des coques d'eau et les équipages des diligences. N'importe, la vapeur gagne du terrain, va traverser la Manche et l'Atlantique et même jouer un rôle de premier plan avant le chemin de fer, dans la conquête de l'Ouest par les européens. Le "New Orleans", en 1812, inaugure la navigation sur le Mississippi. Les navires à vapeur sont aussi des voiliers, ce qui permet d'économiser le charbon et de ménager les aubes dans le gros temps. Ils sont d'abord en bois avant que les coques en fer ne s'imposent pour des questions de capacité et de sécurité. Les premiers paquebots océaniques -rappelons que le mot paquebot dérive de "packet-boat", navire marchand voué au transport des marchandises, mais acceptant quelques passagers-, apparaissent dans les années 1820. C'est ainsi que le Savannah (américain), trois mâts classique, coque en bois, doublée de cuivre, appareille en 1819 de New York pour la première traversée de l'Atlantique en 25 jours dont le dixième seulement à la vapeur.

Mais l'usage de la vapeur se généralise assez rapidement et les grandes compagnies tissent la toile des relations maritimes entre les continents pour les passagers. La Cunard Line est créée en 1840 ; son Britannia effectue la traversée Liverpool-Boston en 14 jours, à la vitesse moyenne de 8,5 nœuds. La même année, la "Peninsular and Oriental Co", "P and O", se lance sur les lignes d'Extrême Orient, à partir de Southampton. Dans la compétition internationale, les anglais, outre leurs fortes traditions maritimes, sont favorisés par l'abondance de leurs ressources en charbon, qui favorise à son tour la métallurgie, indispensable à la construction navale. La France avait pris du retard : la Compagnie Générale Maritime (CGM), créée en 1860, et devenue en 1861, Compagnie Générale Transatlantique (CGT), inaugure enfin le service Le Havre-New York, avec de superbes paquebots en fer de 3 000 tonnes, filant 13 nœuds, le Washington et le La Fayette. En cinquante ans, la machine avait réduit son poids de moitié, consommait cinq fois moins et sa puissance était passée de 150 à 15 000 CV.

Les navires, toujours grésés en voiliers, étaient passés de 1 500 à 15 000 tonneaux de capacité et leur vitesse de 7 à 15 nœuds. L'hélice avait fait son apparition en 1800, avec Fulton. Elle devait l'emporter sur les roues à aubes dans les années 1840. En France, le premier navire à hélice fut affecté en 1842 aux liaisons avec la Corse.

La longue histoire de la vapeur dans le développement du transport maritime de passagers est décrite pas à pas par l'auteur, qui passe en revue, à cette occasion, la destinée de nombreux navires, émaillée d'histoires les transformant en personnages vivants. Nous assistons aussi, chemin faisant, au rôle moteur de la vapeur dans les grandes migrations intercontinentales au 19ème siècle.

Et pour finir, dans le dernier chapitre de l'ouvrage, J.J. Antier initie le lecteur à l'intimité de "la vie à bord" : la ségrégation des passagers, les femmes, la gastronomie, l'équipage, les mécaniciens, les épidémies, la réglementation, tous sujets accompagnés d'anecdotes et de citations savoureuses.

L'ouvrage s'arrête lorsque, les tonnages s'égalisant, à la fin du siècle, le steamer va l'emporter sur le voilier.

La suite, promise par J.J. Antier, sera "Au temps du Ruban Bleu". Souhaitons, en le lisant, prendre autant de plaisir qu'avec "Les premiers paquebots à vapeur".

NB : Quatre annexes, dont une consacrée à la chronologie de la navigation à vapeur, une bibliographie et un index des noms de navires, constituent des aides précieuses à la recherche d'informations.

J. Bourgoïn

## ■ PORTRAITS DE LA FRANCE

LES CARTES TÉMOINS DE L'HISTOIRE

(MONIQUE PELLETIER, HENRIETTE OZANNE)

S'il était besoin, et peut être l'est-il, de témoigner de la vitalité de l'école cartographique française, ce livre en serait une démonstration. Au lieu d'aller au plus facile en alignant une collection de cartes, certes splendides, les auteurs, à travers elles, nous font revivre les étapes de "l'invention de notre territoire national" depuis la conquête romaine jusqu'aux lendemains de la première guerre mondiale (1920).

La carte s'établit, depuis la préhistoire, selon les besoins de l'homme, mais aussi selon ses rêves. C'est pourquoi il en fait souvent une œuvre chatoyante et colorée, porteuse de ses anges et démons, support de sa représentation du monde, réel et imaginaire. C'est ainsi qu'on peut avoir la perception à travers les siècles des rapports entre les hommes, des liens qui unissent les peuples, une région, une géographie. Ces besoins d'avoir une vision de l'espace et de s'y repérer sont très diverses : les militaires d'abord, les commerçants, les gestionnaires, les aménageurs, les comptables du trésor, puis les voyageurs de toutes sortes, aventuriers et découvreurs, et les religieux enfin qui entendent montrer l'harmonie de la création et le visage donné par Dieu aux paysages du séjour terrestre.

Il y a là matière à œuvre d'art et à philosophie, ce que la carte fût avant d'être scientifique et rationnelle.





Ce livre nous restitue les images qui étaient les plans et cartes du monde pour les européens du IV<sup>ème</sup> au XX<sup>ème</sup> siècle. On y suit l'évolution du territoire français, des parties à la totalité avec, bien sûr, une prodigalité pour les régions d'intérêt stratégique ou de frontières. On y voit les solutions apportées selon les époques pour s'orienter, représenter les montagnes, les fleuves, les rues d'une ville, les différents points de repère et, si le signe conventionnel nous est aujourd'hui familier et nous paraît évident, il faut en voir et comprendre l'histoire à travers les siècles et les différentes visions de l'être dans son environnement, l'hésitation permanente entre "le plan" et "la perspective", le besoin de mêler la philosophie, la religion, le spectacle aux réalités du vu et du vécu, du concret palpable.

Ce faisant Monique Pelletier et Henriette Ozanne racontent l'histoire de la France à travers les cartes et ce, non seulement avec des images, mais aussi avec un texte où l'érudition n'obscurcit en rien le passionnant récit qui nous est conté. Et miraculeusement tout s'ordonne, s'enchaîne, se comprend et suit sa logique, parce que les auteurs dominent parfaitement leur sujet. En particulier, nous nous laissons convaincre que le pouvoir du cartographe est grand. C'est lui qui ordonne le document et détermine le langage, et il doit continuellement se renouveler et tenir compte des découvertes, des progrès de la connaissance et de l'évolution des techniques. Mais cela étant, le cartographe n'est pas innocent, il transmet l'information mais aussi la transmute, la filtre, la schématise, lui donne une symbolique, car il sait qu'elle est faite pour être regardée, qu'elle n'a de contours que dans la limite où il lui en donne. Et même à notre époque, maintenant, où l'objectivité

absolue des instruments comme le GPS ou le satellite d'observation sont les instruments de base, il n'est pas dit que le cartographe fasse fi de sa subjectivité (cela n'engage que l'auteur de cet article). Mais pour s'en convaincre il n'est qu'à suivre les auteurs de ce livre, et nous voyons bien que la cartographie n'est pas un témoin passif dans l'évolution du territoire de la nation, qu'elle est actrice dans cette explosion complexe et passionnante qui amène à la perception populaire du territoire national.

Cet ouvrage qui dépasse la simple iconographie pour aborder les sphères de la philosophie de l'histoire, de la mémoire d'un peuple réuni par hasard sur le même territoire, avec ses contradictions, ses désirs, ses rapports de force, et finalement cette obligation de vivre ensemble dans un cadre commun.

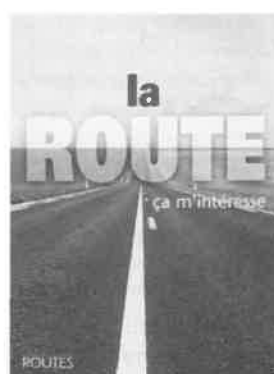
Ce livre deviendra sûrement un ouvrage de référence, d'autant plus qu'il nous offre des documents inédits qui prouvent l'extraordinaire richesse de la

Bibliothèque Nationale et le fond prestigieux qu'elle renferme et qui nous réserve sans doute encore bien des joies, à condition que nos auteurs continuent leur travail et que leurs successeurs apportent la même passion savante à nous le faire partager.

(Hachette et BNF - 264 pages - 160 illustrations, 320 F - Tél : 43 92 32 61)

Jack Biquand

## ■ LA ROUTE ÇA M'INTÉRESSE



Si elle existe depuis la plus haute antiquité, la route a connu un développement très récent, lié au fantastique essor de l'automobile. C'est son histoire, ainsi que ses aspects techniques, économiques et financiers actuels en France et aussi en Europe qu'évoque ce livre rédigé avec clarté et précision par une pléiade d'auteurs spécialisés.

Edité par la RGRA qui, depuis 70 ans, s'adresse aux constructeurs et aménageurs de chaussées, cet ouvrage est également destiné à tous les professionnels de la route et aux usagers.

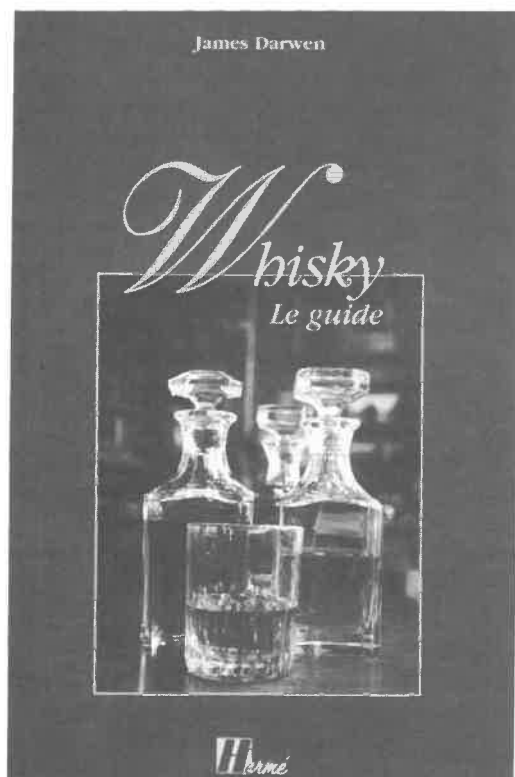
Les douze chapitres sont préfacés par Christian Leyrit, directeur des routes au Ministère de l'Équipement, du logement, du transport et du tourisme ; ils

rassemblent tout ce qu'il faut savoir pour comprendre pourquoi et comment cet objet de bitume ou de béton s'inscrit dans l'espace terrestre comme un lien essentiel de circulation des échanges entre les hommes.

(172 pages - format 18 x 27 - Photos couleurs - 150 F + frais de port 25 F (France) - Revue générale des Routes et des Aéroports - 9 rue Magellan - 75008 Paris - Tél. : 40 73 80 05)

## ■ WHISKY : LE GUIDE (JAMES DARWEN)

Après ses études à Oxford, l'auteur a passé de nombreuses années à voyager et à travailler en Europe avant de s'installer à Paris. Brillant observateur de la scène sociale, ses articles vifs et pleins d'esprit ont été publiés par la plupart des grands magazines français.



Chroniqueur, critique d'art, romancier, poète, boxeur et humoriste britannique par excellence, James Darwen est président des "Humoristes internationaux" et coordinateur européen du Festival international du dessin d'humour à Kyoto. Il est membre d'honneur du prestigieux Whisky Club de la Maison du Whisky.

Il y a trente ans, il découvre dans la cave de son grand-père une cache de single malts d'avant-guerre. Il va devenir un amateur passionné et se lancer dans une longue et joyeuse exploration en Ecosse, en Irlande et au Japon, avec quelques escales au Canada et aux Etats-Unis.

Avant de nous présenter les distilleries et les whiskies single malt d'âges et de conditionnements divers cités dans Whisky - Le guide, James Darwen nous résume l'histoire du whisky, les différents types, leur élaboration, la dégustation et les cinq éléments qui doivent être pris en considération pour tenter de cerner la magie d'un Single malt.

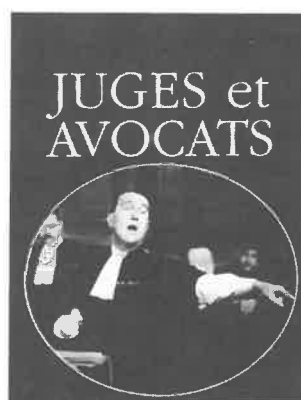
Les Single malts produits par des distilleries de tradition en Ecosse, en Irlande et au Japon sont présentés par région ou pays, avec un bref historique de la distillerie, nom, adresse, téléphone et si les visites sont possibles ou non. Chaque Single malt a reçu une note personnelle de l'auteur qui va de \* à \*\*\*\*\*, prenant en compte la couleur, le nez, le corps, la bouche et le final. Ces notes sont suivies de quelques remarques. Huit pages couleurs présentent le maltage, la tourbe, des alambics et une vue de la distillerie de Laphroaig à Islay.

En annexe, Blends et autres types de whiskies sont rapidement passés en revue, suivis par quelques bonnes adresses, celle que recherche l'amateur de sensations rares. Lorsqu'il y a lieu de louer, James Darwen n'hésite pas. Lorsque la distillerie pourrait faire mieux, il s'autorise à donner une petite tape pleine d'humour sur l'épaule de ses administrateurs, tout cela pour créer un dialogue objectif, et si possible chaleureux, avec les authentiques connaisseurs, ou pour offrir aux néophytes une introduction aussi privilégiée que percutante à l'étonnant univers du whisky.

Avec Whisky - Le guide, James Darwen nous ouvre ses carnets de dégustation. Il a déjà goûté plus de 450 whiskies. Cet ouvrage ponctué d'anecdotes et de citations est une excellente idée de cadeau qui va intéresser les connaisseurs et les amateurs de la water of life celtic.

(1 volume relié - 160 pages - 149 F - Editions Hermès - Dif. : 7 rue d'Assas - 75006 Paris - Tel : 45 49 12 50)

## ■ EDITIONS MICHELE TRINCKVEL : COLLECTION "ARCHIVES"



Après de patientes recherches, Jacques Borgé et Nicolas Viasnoff ont retrouvé et sélectionné des clichés anciens et des textes de la fin du XIXe aux années 50. Page après page, les photos en noir et blanc qui collent parfaitement aux textes de l'époque, permettent de renouer avec l'histoire de plusieurs métiers et d'en découvrir les débuts souvent difficiles.

vent difficiles.

Les textes, pour la plupart inédits, et les photographies méconnues ou jamais publiées regroupées dans les Archives des Instituteurs, des Juges et Avocats, de la Mode et de la Police, offrent de nombreuses anecdotes et révèlent de nombreux centres d'intérêt sur ces professions. Ces ouvrages pleins de vie sur fond de rêve et de nostalgie mettent en valeur certains métiers.

### Archives des Instituteurs

Bons ou mauvais élèves, on a tous des souvenirs d'école. Présenté avec humour et nostalgie, les documents écrits et photographiques nous montrent les débuts de cette importante étape de la vie.

### Archives des Juges et Avocats

Ces deux professions sont mises en valeur à travers

les récits de quelques grandes affaires, les plaidoiries, l'arrivée des femmes dans la profession, la vie au Palais, les exécutions capitales...

#### Archives de la Mode

Pour revoir avec plaisir les premiers mannequins et entrer dans les coulisses de la mode, avec la découverte des ateliers, des hauts lieux de l'élégance, des débuts de quelques grands noms...

#### Archives de la Police

Des séquences révélatrices et des textes pour comprendre et apprécier ces hommes "à tout faire" parfois impopulaires et pourtant indispensables pour nous protéger et veiller au maintien de l'ordre.

Ces quatre nouveaux titres de la collection s'ajoutent à ceux déjà parus : archives de l'automobile, archives des cheminots, archives des médecins, archives des pompiers.

(Ed. Michèle Trinckvel - 6 rue du Dahomey - 75011 Paris - Tél. : 43 70 96 67)

#### ■ PYRAMIDE - DOSSIER D'EXÉCUTION (JEAN-LOUIS LESPAGNOL)

L'auteur imagine qu'il se trouve dans son bureau, il y a 5000 ans, et qu'un jour son patron entre et lui annonce : "ça y est, Khéops vient de nous passer commande !".

Alors il faut passer à la réalisation et établir le dossier d'exécution. C'est une nouveauté de ce livre de nous présenter les hypothèses de construction des pyramides d'Egypte comme une suite d'études, de règles, d'organisation du travail et d'utilisation des outils, comme nous faisons pour construire un pont.

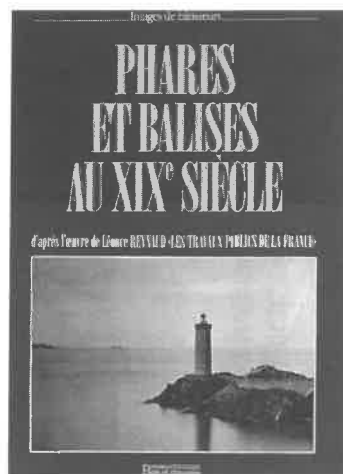
Aucun texte n'a été trouvé indiquant les moyens utilisés pour construire les pyramides. Il n'existe que des théories, et elles sont nombreuses, intéressantes, documentées. Mais Jean-Louis Lespagnol n'en est pas tout à fait satisfait et, grâce à son expérience sur le fonctionnement des chantiers, il a trouvé un procédé particulier qui est une bonne probabilité.

On lit comme un roman ce dossier à l'intention des

conducteurs de travaux qui ont en charge l'exécution du travail de la pyramide. Il contient toutes les indications concernant chaque phase, ce qui doit être fait, comment, avec quel outillage, avec quel personnel.

(250 pages - 250 schémas - Edité par l'auteur - 37 rue de Valmy - 59000 Lille - Prix : 130 F)

#### ■ PHARES ET BALISES AU XIX<sup>ÈME</sup> SIECLE



Cet ouvrage est établi d'après l'œuvre de Léonce Reynaud : "les travaux publics de la France".

Partant des photographies présentées à l'exposition Universelle de Vienne en 1873, cet ouvrage publié en cinq fascicules sous l'égide du ministère des Travaux Publics, était proposé en souscription dès 1882.

L'ambition de cette publication, réalisée sous la direction de l'Inspecteur Général des Ponts et Chaussées Léonce Reynaud, était de joindre l'utile à l'agréable et de donner un caractère sérieux à un ouvrage de luxe.

C'est animées d'une même ambition que les Presses de l'ENPC proposent aujourd'hui, après "les chemins de fer" une magnifique réédition du volume "Les phares et balises" qui passionnera autant le marin, le plaisancier, le technicien, l'amateur d'architecture, de photographies, d'histoire...

Cet ouvrage grand format (26 x 36 cm), imprimé sur un très beau papier couché bouffant dans la typographie de l'édition originale, illustrée de 57 dessins et de 50 photographies est présenté sous une belle reliure en toile et sous une prestigieuse jaquette en couleur.

(Presses de l'ENPC - 49 rue de l'Université - 75007 Paris - Tél. : 49 54 72 72 - Fax : 49 54 72 53)

#### ■ LA MUE DU PALAIS DE TOKYO

Sous la conduite de l'architecte Franck Hammoutène, la rénovation du palais de Tokyo est en cours à Paris avec, pour vocation de devenir le palais du cinéma.

La maîtrise d'œuvre est Nord France, société intégrée au groupe PELEGE en 1987. Le groupe Philippe Holzmann détient désormais 91,75 % des actions du groupe.

La difficulté du chantier est de ne pas modifier l'enveloppe extérieure des bâtiments, tout en gérant le cahier des charges d'un intérieur moderne.

Le point le plus délicat reste la constitution de la Bibliothèque de l'Image/Filmothèque (BIFI) : une trémie qui s'ouvre sur trois niveaux sur une hauteur de 20 mètres et une longueur de 18 mètres dans laquelle est créée une structure métallique décorative recevant deux ascenseurs et cinq planchers en partie en mezzanine.

Photo RP : CJR Communication  
Boutonnat et Charlot.



## RÉCRÉATIONS MATHÉMATIQUES

PAR RAYMOND D'HOLLANDER

### LE NOMBRE D'OR

On se reportera d'abord à mon article intitulé "L'Almageste, les éléments de base mathématique et les instruments de Ptolémée" dont la première partie est incluse en encarté dans le présent numéro (chapitre 14). Au paragraphe 14.3.3, j'expose les propriétés du nombre d'or telle qu'elles résultent en grande partie des "Eléments" de géométrie du grand mathématicien grec **Euclide**.

Associé aux cordes des décagones et pentagones (convexe et étoilé) ses propriétés ont servi à **Ptolémée** à établir sa table de cordes dans l'Almageste.

Le pentagone convexe et le pentagone étoilé ont été longtemps considérés comme des figures parfaites, symboles de beauté et d'harmonie. Le pentagone convexe fut très utilisé dans les constructions du moyen-âge et dans les rosaces de certaines cathédrales. La construction au compas était jalousement gardée secrète dans la maîtrise et les corporations.

En 1202 dans le "Liber abacci" **Fibonacci**, étudiant le problème de prolifération des lapins, introduit la suite des nombres : 1, 2, 3, 5, 8... suite de récurrence définie par  $U_n = U_{n-1} + U_{n-2}$  ( $3 = 1 + 2$ ,  $5 = 2 + 3$ ,  $8 = 5 + 3$  etc). Il étudie le rapport  $U_{n+1}/U_n$  quand  $n$  devient très grand et il démontre que ce rapport tend vers le nombre d'or.

Le premier traité consacré au nombre d'or "De divina proportione" est publié à Venise en 1509 par **Luca Pacioli** avec des illustrations de **Léonard de Vinci**. Pacioli étudie les propriétés géométriques, esthétiques et même mystiques du nombre d'or, divulgue les secrets des corporations, tente de démystifier cette proportion "divine" pour la ramener à des bases mathématiques concrètes. Le nombre d'or perd de son attrait magique, mais continue cependant à exercer une certaine fascination.



**ECOLE CHEZ SOI**

AU SERVICE DU BTP POUR FORMER AUTREMENT

**Un corps professoral prestigieux dont certains membres sont des experts internationaux**

L'ECOLE CHEZ SOI est un institut privé d'enseignement technique professionnel pour les métiers du Bâtiment et des Travaux Publics.

Ecole centenaire, fondée en 1891, par L. Eyrolles, l'ECOLE CHEZ SOI est fière d'avoir formé plusieurs générations de professionnels du BTP.

#### Parfaire ses compétences

Quand on choisit de suivre une formation technique et professionnelle pour obtenir une qualification reconnue, il est important de s'adresser à un spécialiste reconnu par la profession.

#### Ne pas être seul

A l'ECOLE CHEZ SOI, quelle que soit la formation que vous choisissez, vous êtes formé(e) et suivi(e) par des professeurs qui répondent à vos questions et vous épaulent en cas de difficultés.

En outre, des journées pédagogiques sont organisées, qui vous permettent de rencontrer d'autres stagiaires et de dynamiser vos qualifications.

#### Progresser à son rythme

Avec l'ECOLE CHEZ SOI, vous travaillez à votre rythme, selon votre emploi du temps. C'est vous qui décidez de votre progression.

Avec l'enseignement à distance vous prenez en main votre réussite...

#### Préparation aux concours de la Fonction Publique :

- Technicien de l'Institut Géographique National
- Technicien du Cadastre
- Technicien de la Météorologie
- Travaux Publics de l'Etat

#### Formations spécifiques :

- Sécurité
- Marchés Publics
- Environnement / Espaces verts

#### Préparation aux examens d'Etat :

- CAP Opérateur Géomètre
- BP Technicien Géomètre
- BTS Géomètre Topographe

#### Formations qualifiantes :

- Ingénieur
- Dessinateur bâtiment
- Projeteur en bâtiment
- Calculateur projeteur en béton armé
- Mètreur
- Commis d'architecture
- Commis d'entreprise
- Chef de chantier
- Conducteur de travaux
- Technicien V.R.D.
- Jardinier qualifié
- Chef d'équipe paysagiste
- Dessinateur paysagiste
- Architecte paysagiste

Informations et conseils ☎ (1) 46 03 66 83

3615 ECOLE CHEZ SOI 1,29 F la minute

Pour recevoir notre documentation, retournez ce coupon à l'adresse suivante :

**ECOLE CHEZ SOI**

38 rue Vauthier  
92774 BOULOGNE Cedex

Nom : .....

Prénom : .....

Adresse : .....

Code Postal : .....

Ville : .....

Sans engagement de ma part, je désire une documentation dans le secteur suivant :

- Plans d'études personnalisés à la demande des entreprises et des particuliers.
- Stages inter et intra-entreprises

# L'ART DE VIVRE

## TEST DE FRANÇAIS

par Michel Sautreau

### En guise de préambule

L'emploi de la langue française est toujours un sujet d'actualité. En porte témoignage la loi Toubon votée au début de l'été 1994 et partiellement censurée par le Conseil Constitutionnel au nom de la liberté d'expression. Mais, si bien parler français est fondamental, l'écrire bien n'est pas moins important. Sur ce dernier point, on se souvient de la loi publiée aux documents administratifs du Journal Officiel, le 6 décembre 1990, après que Michel Rocard, alors Premier Ministre, eût demandé au Conseil supérieur de la Langue française de lui proposer des « rectifications utiles et des ajustements » aux contradictions de notre orthographe. Cette loi, dite « loi nénufar » tant elle mettait l'accent sur nombre de mots à écrire phonétiquement, ne fut jamais appliquée face à la levée de boucliers qu'elle a suscitée.

Certes, il est normal, voire inéluctable, que l'orthographe évolue. C'est un signe de vitalité de la langue. Mais cette évolution s'impose moins par voie autoritaire que par l'usage courant, que viennent sanctionner les bons écrivains et, par la suite, les dictionnaires puis les Académiciens. C'est ainsi, par exemple, que les mots « steppe » et « entrecôte » étaient masculins avant 1930 et ont changé de genre depuis lors. De même, pour en revenir au « nénufar », le Dictionnaire Universel Larousse de 1923 signalait que l'Académie française recommandait d'écrire ce mot avec un « f » à la place de « ph », recommandation qui ne fut que rarement suivie et que l'Académie abandonna en 1932 pour se rallier à la forme classique actuelle.

Quoi qu'il en soit, il n'en demeure pas moins que les problèmes de l'orthographe française peuvent paraître arbitraires à certains, qu'ils sont entachés de nombre d'anomalies et hérissés de difficultés.

Le test de français qui vous est proposé ci-après, à titre d'amusement, essaye de rendre compte de ces difficultés. Alors, prenez une feuille de papier, notez les numéros de chaque question et, en regard, votre réponse.

Puis, comparez vos résultats avec la correction donnée en dernière page de la présente revue.

### I — ORTHOGRAPHE

Sur les vingt mots suivants, certains sont correctement orthographiés, d'autres comportent une faute d'orthographe. Recopiez chaque mot avec son orthographe exacte.

- |                 |                   |
|-----------------|-------------------|
| 1 - Amphitriton | 11 - Quincailler  |
| 2 - Fuchia      | 12 - Marqueterie  |
| 3 - Erisipèle   | 13 - Ornitorinque |
| 4 - Scarrabé    | 14 - Ulluler      |
| 5 - Catareux    | 15 - Ditirambique |
| 6 - Imbécillité | 16 - Logorée      |
| 7 - Baratte     | 17 - Groseiller   |
| 8 - Plein-pied  | 18 - Aborer       |
| 9 - Accacia     | 19 - Transsexuel  |
| 10 - Dépioter   | 20 - Persifler    |

### II — PLURIELS

Mettre au pluriel les mots suivants :

- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| 21 - Véto          | 31 - Terre-neuve   |
| 22 - Forum         | 32 - Garde-fou     |
| 23 - Arc-en-ciel   | 33 - Garde-pêche   |
| 24 - Pied-à-terre  | 34 - Garde-feu     |
| 25 - Pied-de-biche | 35 - Avant-centre  |
| 26 - Cache-pot     | 36 - Long-courrier |
| 27 - Porte-parole  | 37 - Haut-parleur  |
| 28 - Sous-main     | 38 - Haut-relief   |
| 29 - Sous-sol      | 39 - Chou-fleur    |
| 30 - Terre-plein   | 40 - Chris-craft   |



## III — FÉMININS

L'équivalent féminin de « coq » est « poule » ; celui de « gendre » est « bru ». Écrire les équivalents féminins des dix noms masculins suivants :

- |                |                 |
|----------------|-----------------|
| 41 - Lièvre    | 46 - Bailli     |
| 42 - Sanglier  | 47 - Doge       |
| 43 - Chevreuil | 48 - Esquimau   |
| 44 - Daim      | 49 - Gnome      |
| 45 - Diacre    | 50 - Sacristain |

## IV — GENRE DES NOMS

Pour chaque mot suivant, déterminer son genre : masculin (M) ou féminin (F) :

- |                  |                |
|------------------|----------------|
| 51 - Abaque      | 56 - Sesterce  |
| 52 - Escrime     | 57 - Alvéole   |
| 53 - Ovale       | 58 - Algèbre   |
| 54 - Planisphère | 59 - Anagramme |
| 55 - Acné        | 60 - Ovule     |

- |                 |                   |
|-----------------|-------------------|
| 61 - Tentacule  | 81 - Antre        |
| 62 - Oriflamme  | 82 - Amiante      |
| 63 - Jade       | 83 - Immondice    |
| 64 - Termite    | 84 - Ambre        |
| 65 - Écritoire  | 85 - Apogée       |
| 66 - Astérisque | 86 - Effluve      |
| 67 - Hémistiche | 87 - Hyménée      |
| 68 - Antidote   | 88 - Hémisphère   |
| 69 - Lignite    | 89 - Ébène        |
| 70 - Réglette   | 90 - Asphalte     |
| 71 - Escarre    | 91 - Ébonite      |
| 72 - Éphéméride | 92 - Arcane       |
| 73 - Nacre      | 93 - Naphte       |
| 74 - Obélisque  | 94 - Acrostiche   |
| 75 - Haltère    | 95 - Alluvion     |
| 76 - Opprobre   | 96 - Octave       |
| 77 - Antipode   | 97 - Ozone        |
| 78 - Azalée     | 98 - Albâtre      |
| 79 - Augure     | 99 - Échappatoire |
| 80 - Épigramme  | 100 - Tubercule   |

## LES BONNES RECETTES D'X.Y.Z.

par Anita Sautreau

*Un dessert succulent pour six personnes :*

### TARTELETTES AU FROMAGE BLANC CARAMÉLISÉES AUX FRAMBOISES

#### Ingrédients.

- 400 g de fromage blanc à 40% de matière grasse
- 125 g de sucre semoule
- 100 g de cassonade
- 400 g de framboises
- 200 g de pâte sucrée
- 6 œufs
- 40 g de fécule de maïs
- 15 g de gélatine en feuilles
- 3 cuillérées à soupe de jus de citron
- 1 zeste de citron haché

#### Préparation.

1. Abaissez la pâte sucrée et garnissez-en six moules à tartelette de 12 cm de diamètre. Faites cuire 20 minutes au four chaud, thermostat 7 (225 °).

2. Faites tremper les feuilles de gélatine dans de l'eau froide. Cassez les œufs en séparant les blancs des jaunes. Mettez les blancs dans une bassine et les jaunes dans une casserole. Ajoutez, à ces jaunes, le fromage blanc, la fécule, le jus et le zeste de citron, en fouettant. Portez à ébullition et laissez cuire 5 minutes à feu très doux, en fouettant vivement. Hors du feu, ajoutez la gélatine égouttée, sans cesser de fouetter.

3. Mettez le sucre semoule dans une petite casserole avec 3 cuillérées à soupe d'eau. Posez-la sur feu moyen et laissez cuire ce sirop 5 minutes. Fouettez les blancs en neige et versez-y le sirop bouillant, sans cesser de fouetter. Incorporez-les à la préparation au fromage (cf. 2 ci-dessus), puis garnissez-en les tartelettes.

4. Parsemez les tartelettes de cassonade et faites-les caraméliser sous le grill du four.

5. Préparez un coulis avec 300 g de framboise. Dans des assiettes à dessert, disposez les tartelettes (1 par assiette) aussitôt sorties du four, entourez-les du coulis et garnissez-les avec les framboises entières qui restent.

## SOLUTION DU TEST DE FRANÇAIS

### I — ORTHOGRAPHE

Les mots dont l'orthographe était exacte sont suivis d'un astérisque. Pour les mots qui étaient incorrectement orthographiés, les lettres exactes sont inscrites en majuscules.

- |                 |                   |
|-----------------|-------------------|
| 1. AmphitrYon   | 11. Quincailller  |
| 2. FuchSia      | 12. Marqueterie*  |
| 3. ErYsipèle    | 13. OrnithorYnque |
| 4. ScaRabée     | 14. ULuler        |
| 5. CatarRHeux   | 15. DitHYrambique |
| 6. Imbécillité* | 16. LogoRHée      |
| 7. Baratte*     | 17. Groseilller   |
| 8. PIain-pied   | 18. AbHorer       |
| 9. ACacia       | 19. Transsexuel*  |
| 10. DépiAUter   | 20. Persifler*    |

### II — PLURIELS

Les mots invariables sont suivis d'un astérisque.

- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| 21. Vét*           | 31. Terre-neuve*   |
| 22. ForumS         | 32. Garde-fouS     |
| 23. ArcS-en-ciel   | 33. GardeS-pêche   |
| 24. Pied-à-terre*  | 34. Garde-feu*     |
| 25. PiedS-de-biche | 35. AvantS-centreS |
| 26. Cache-pot*     | 36. Long-courrierS |
| 27. Porte-parole*  | 37. Haut-parleurS  |
| 28. Sous-main*     | 38. HautS-reliefS  |
| 29. Sous-solS      | 39. ChouX-fleurS   |
| 30. Terre-pleinS   | 40. Chris-craft*   |

### III — FÉMININS

- |                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| 41. Hase               | 46. Ballie ou Baillive |
| 42. Laie               | 47. Dogaresse          |
| 43. Chèvre ou Chevette | 48. Esquimaude         |
| 44. Daine              | 49. Gnomide            |
| 45. Diaconesse         | 50. Sacristine         |

### IV — GENRE DES NOMS

(M = masculin - F = Féminin)

- |                     |                      |
|---------------------|----------------------|
| 51. Abaque - M      | 76. Opprobre - M     |
| 52. Escrime - F     | 77. Antipode - M     |
| 53. Ovale - M       | 78. Azalée - F       |
| 54. Planisphère - M | 79. Augure - M       |
| 55. Acné - F        | 80. Épigramme - F    |
| 56. Sesterce - M    | 81. Antre - M        |
| 57. Alvéole - M     | 82. Amiante - M      |
| 58. Algèbre - F     | 83. Immondice - F    |
| 59. Anagramme - F   | 84. Ambre - M        |
| 60. Ovule - M       | 85. Apogée - M       |
| 61. Tentacule - M   | 86. Effluve - M      |
| 62. Oriflamme - F   | 87. Hyménée - M      |
| 63. Jade - M        | 88. Hémisphère - M   |
| 64. Terme - M       | 89. Ébène - F        |
| 65. Écritoire - F   | 90. Asphalte - M     |
| 66. Astérisque - M  | 91. Ébonite - F      |
| 67. Hémistiche - M  | 92. Arcane - M       |
| 68. Antidote - M    | 93. Naphte - M       |
| 69. Lignite - M     | 94. Acrostiche - M   |
| 70. Réglisse - F    | 95. Alluvion - F     |
| 71. Escarre - F     | 96. Octave - F       |
| 72. Éphéméride - F  | 97. Ozone - M        |
| 73. Nacre - F       | 98. Albâtre - M      |
| 74. Obélisque - M   | 99. Échappatoire - F |
| 75. Haltère - M     | 100. Tubercule - M   |

## REPERTOIRE DES ANNONCEURS - N° 66

AERIAL.....	1	NESTLE ET FISCHER.....	35
BURNAT.....	55	NIKON.....	4
CARL-ZEISS.....	7 et 17	ORTECH (salon MARI).....	51
ECOLE CHEZ SOI.....	77	ROVER.....	32
ENSG.....	64	TOPO-CENTER.....	39 à 42
EUROBORNES.....	8	TRIMBLE.....	2° CV
GEOTRONICS.....	8 et 53	ROLLEI.....	3° CV
JS. INFO.....	6	TOPCON.....	4° CV
LEICA.....	2		