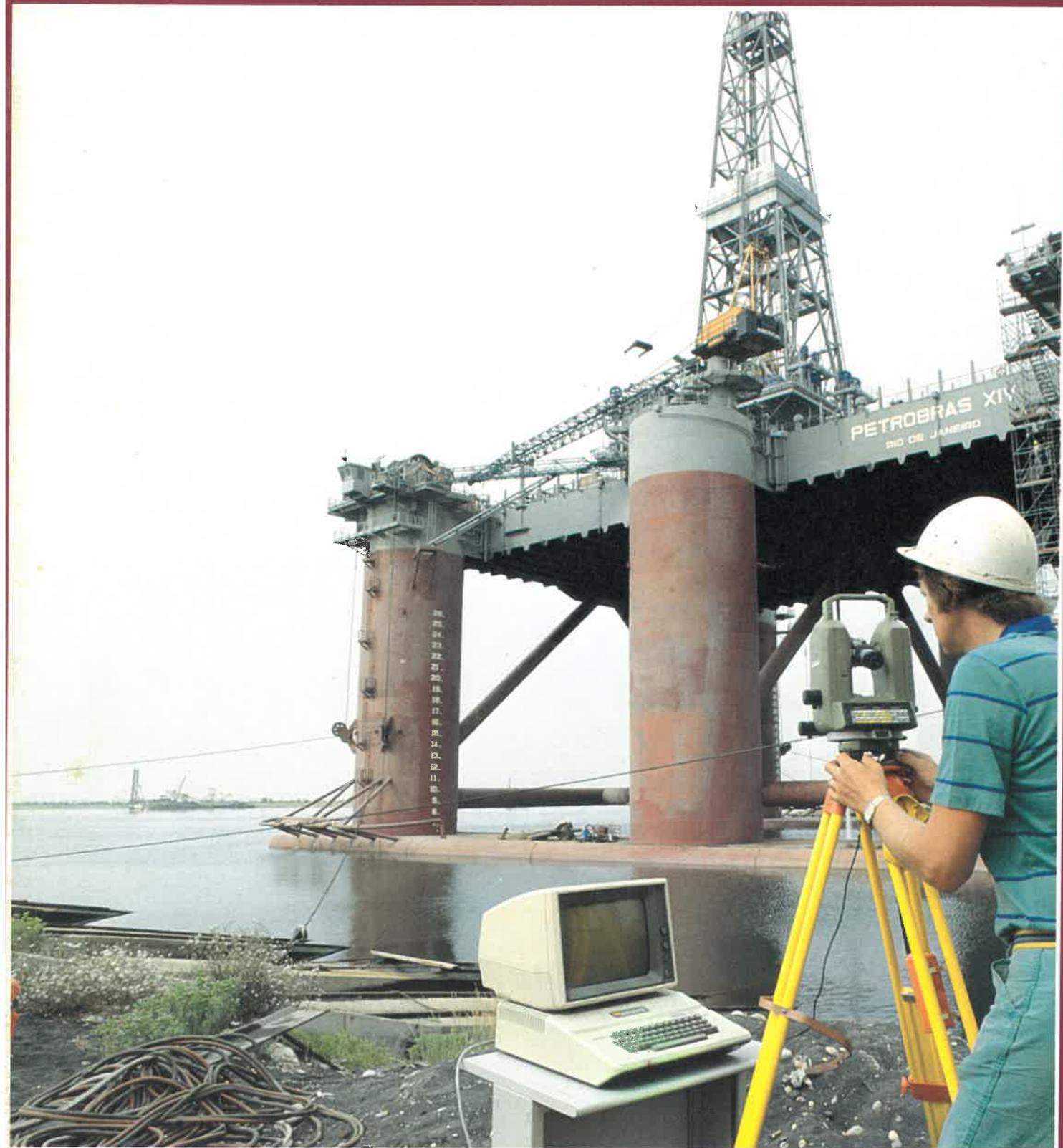


XYZ

*Revue
de l'Association
Française
de Topographie*



Universellement efficace

le théodolite informatique



Une précision qui introduit de nouveaux critères de qualité

Le théodolite informatique THEOMAT T 2000 est doté du système de mesure le plus précis qui soit, avec un écart type de 0,5" (0,15 milligon).

Un aspect modulaire qui le rend totalement flexible

Le T 2000 offre des possibilités illimitées et ses différents modes de mesure permettent de l'adapter efficacement à toutes les tâches. Avec un DISTOMAT DI 4, DI 4 L

ou DI 20, il devient un tachéomètre électronique à hautes performances. Avec le terminal de terrain GRE 3, il se transforme en un système d'acquisition de données programmable et entièrement automatique.

Un maximum de confort, d'efficacité et de fiabilité

Vous pourrez vous fier à votre T 2000, il sera votre compagnon de travail quotidien, même dans les conditions climatiques les plus difficiles (- 20 °C à + 50 °C). Il se charge de l'alimentation et du contrôle du

DISTOMAT et du GRE 3, dont il pilote toutes les fonctions. Son clavier de contrôle centralise et affiche l'ensemble des instructions et des résultats.

THEOMAT WILD T 2000 : le système de lever modulaire qu'attendait votre ordinateur.



Partenaire pour vos systèmes

COUVERTURE

Le théodolite informatique Wild T 2000 permet la microtriangulation en temps réel. Sur le chantier de Fos-sur-Mer, de la CFEM, une équipe du cabinet Richard procède à des relevés de formes sur une plate-forme de forage en construction. Les deux théodolites T 2000 sont connectés directement à un ordinateur de bureau. Le programme permet au fur et à mesure des visées de calculer et d'enregistrer les coordonnées des points relevés.

TRIMESTRIEL

Le numéro : 90 F
L'abonnement d'un an
(4 numéros) : 325 F

Secrétariat de l'AFT
et Rédaction XYZ
39 ter, rue Gay-Lussac
75005 PARIS
Tél. : (1) 354.19.21 pte 310
Ouverts les mardi et vendredi
de 10 h à 12 h

Comité de lecture

PRÉSIDENT

Robert VINCENT

RAPPORTEUR

Jean PUYCOUYOUL

MEMBRES

André BAILLY

Ingénieur ETP

Jean COMBE

Ingénieur ESGT

Guy DUCHER

Ingénieur Général Géographe

Jean-Jacques LEVALLOIS

Ingénieur Général Géographe

Roger SCHAFFNER

Géomètre DPLG

Bernard SCHRUMPF

Ingénieur en Chef
de l'Armement

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION

Jean PUYCOUYOUL

MAQUETTE

Muriel PEYRONNET

IMPRIMERIE MODERNE

U.S.H.A.

AURILLAC 15001

L'Association Française de Topographie n'est pas responsable des opinions émises dans les conférences qu'elle organise ou dans les articles qu'elle publie.

Tous droits de reproduction ou d'adaptation sont strictement réservés.

sommaire

- Trois cents ans de géodésie française (3^e partie)
par J.-J. LEVALLOIS 4

Colloque de Lille

- Les banques de données patrimoniales
de l'Inventaire Général par J.-P. SAINT-AUBIN 11
- L'information économique et sociale
par M. PIECHAUD 20
- La chaîne numérique actuelle de l'IGN et son évolution
à court terme par L. PRESSENSSE 23

Gazette de l'AFT

- Calendrier 34
- Nouvelles de la FIG 36
- Choisissez le sigle de l'AFT 36
- Les nouveaux membres 36
- Nouvelles des régions : Rhône-Alpes, Bretagne - Pays
de Loire 37
- Emploi 37
- Nouvelles des Commissions :
Commission de l'enseignement 38
- Parmi les livres 39
- Le musée Technorama de Winterthur 40

- Algorithmes et programmes
par J. VAN CRANENBROECK 41
- La Faculté de Géodésie de SOFIA
par R. D'HOLLANDER 45
- Utilisation d'un laser pour la surveillance d'ouvrages
par G. BERNARD 52
- Visées de théodolites en collimation réciproque
par M. FAYE et B. JOUGAN 56
- La section de techniciens supérieurs en instruments
d'optique et de précision du LTE de MOREZ 59

Trois cents ans de géodésie française (suite)

par J.-J. LEVALLOIS
Ingénieur Géographe Général

LA TERRE EST UN SPHÉROÏDE APLATI

Outre les études d'Huygens et Newton, d'autres théoriciens s'attaquaient au problème de la forme de la terre et vers 1732, Maupertuis écrivait (15,a) "... Aucune de ces mesures ne s'accorde avec la mesure actuellement prise par MM. Cassini et Maraldi. Mais si de leurs observations, les plus fameuses qui se soient peut être jamais faites, il résulte que la terre au lieu d'être un sphéroïde aplati vers les pôles est un sphéroïde allongé quoique cette figure ne paraisse pas s'accorder avec les lois de la statique, il faudrait voir qu'elle est absolument impossible, avant de porter atteinte à de telles observations". De toutes façons les théoriciens — sauf Mairan (2) — étaient d'accord sur l'aplatissement. L'Académie des Sciences décida de trancher la question et s'adressa aux autorités. Écoutons Cassini de Thury (14). "Ce fut par toutes ces considérations que Mr. Godin forma en 1735 le projet d'aller mesurer les degrés sur l'Équateur, et cette entreprise fut jugée si glorieuse à la France et en même temps si utile à toutes les nations, que Mr. le Comte de Maurepas, Ministre et Secrétaire d'État, procura bientôt à cet académicien, de même qu'à MM. Bouguer et de La Condamine qui se joignirent à lui, les ordres du Roi et les secours nécessaires pour l'exécution de ce projet. Peu de temps après, Mr. de Maupertuis proposa à l'Académie d'aller le plus au Nord qu'il serait possible, mesurer un degré de méridien, de même qu'on devait le faire sous l'Équateur".

Il est bien évident que dans la mesure où la terre était assimilable à un ellipsoïde de révolution, les mesures à l'Équateur et au cercle polaire trancheraient définitivement la question par l'expérience.

On prépara donc deux expéditions, l'une destinée à opérer au Nord, dans le golfe de Botnie, l'autre se dirigeant vers le Pérou, la seule zone équatoriale qui parut remplir les conditions favorables.

La Mission de Laponie : la mission du Nord comprenait quatre membres de l'Académie des Sciences : Maupertuis, Clairaut, Camus, Lemmonier, plus l'Abbé Outhier correspondant et Celsius, professeur

d'astronomie à l'Université d'Upsala, chargé par le roi de Suède, de servir d'introducteur en Suède et de participer aux observations. Maupertuis (1698-1759) était le chef de Mission : mathématicien connu, en même temps qu'homme du monde, c'était lui qui avait été le porte parole de l'Académie des Sciences auprès de Maurepas. Il sera plus tard président de l'Académie des Sciences de Berlin et ses querelles avec Voltaire resteront célèbres. Lors de l'expédition de Laponie, il saura à la fois diriger la mission, y entretenir le moral et en partager les épreuves physiques.

On possède un compte rendu très détaillé des opérations par l'ouvrage de l'abbé Outhier "Journal d'un voyage au Nord en 1736 et 1737" (16).

La mission partit le 2 mai 1736 de Dunkerque et

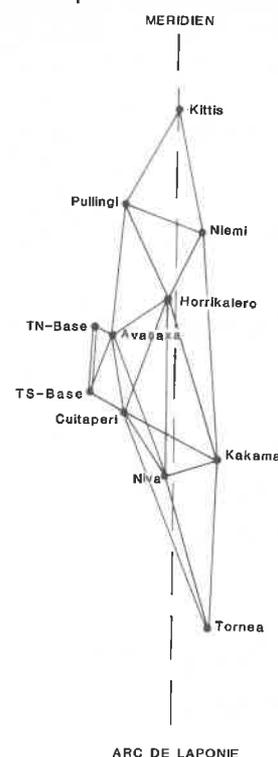


Figure 8

arriva à Stockholm le 21 mai. L'intention initiale de Maupertuis était de mesurer son arc le long de la côte Ouest de la Baltique en utilisant les îles qui la parsèment. Il dut rapidement y renoncer et se décida pour le fond du golfe de Botnie où la vallée du fleuve Tornéa, orientée sensiblement Nord-Sud lui offrait de meilleures possibilités. Dès le 20 juin on poussait la reconnaissance et le 6 juillet on commençait l'équipement des stations, avec l'aide d'un détachement de soldats de l'armée suédoise. Le 1^{er} août la reconnaissance et l'équipement étaient terminés, les observations avaient pu débuter dès le 19 juillet, du Sud vers le Nord.

Le fleuve, malgré ses rapides, constituait la meilleure voie de transport dans ce pays "mélange de marais, de forêts" où la marche était difficile, et où les moustiques, taons, etc. dévoraient littéralement les voyageurs.

Les signaux étaient des cônes dont les génératrices étaient constituées par des perches rectilignes écorcées, avec piquet ou marque sur les rochers pour matérialiser le centre de la station.

La chaîne s'étend sur 100 km environ du Nord au Sud (fig. 8), elle comprend 9 sommets, et une base de 7 406,86 toises est rattachée au milieu de la chaîne.

Les mesures angulaires étaient exécutées avec un quart de cercle de deux pieds, muni d'un micromètre. Elles étaient terminées le 2 septembre 1736.

Entre temps, le secteur de Graham destiné aux observations astronomiques était arrivé. Il fut essayé, réglé et envoyé à Kittis où les observations stellaires (δ Draconis) furent faites les 4, 5, 6, 8, 10 octobre. Après quoi le secteur revint à Tornéa où les observations de la même étoile reprirent, les 1, 2, 3, 4, 5 novembre, on avait malheureusement négligé le retournement du secteur dans le méridien.

Restait la mesure de base ; sur les conseils de Celsius et des autorités locales, on avait décidé de la mesurer sur le fleuve Tornéa quand il serait gelé, ce qui fut fait. On y procéda en plein mois de décembre, par un froid très rigoureux ; les règles de bois étaient soigneusement comparées à une toise étalon, la "toise du Nord", conservée à l'abri des intempéries.

Pendant le restant de l'hiver, on effectua des mesures pendulaires ; pour la 1^{ère} fois on procéda à des mesures relatives, le même pendule étant opéré à Paris et au point à déterminer. On fit les premiers calculs.

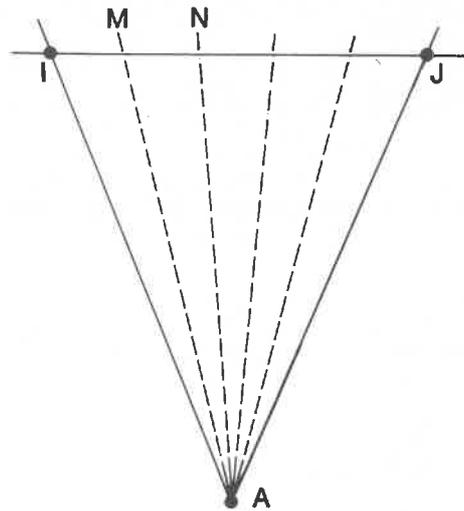


Figure 9

Au retour du printemps, on reprit une série d'observations astronomiques sur une autre étoile (γ Draconis) à Tornéa (17, 18, 19 mars) puis à Kittis (4, 5, 6 avril) à titre de vérification, et on étalonna la graduation du limbe du secteur par une méthode parallactique, connaissant une base IJ partagée en segments MN... visés du point de station A de l'appareil (fig. 9). Après ces dernières vérifications, le matériel fut embarqué (juin 1737), fit naufrage sur la côte suédoise, mais fut sauvé, à l'exception de la toise étalon fortement rouillée. Après passage par Stockholm, les Académiciens se présentèrent aux autorités à Paris le 21 août 1737.

Ajoutons enfin que Voltaire, initialement grand ami de Maupertuis lui écrivait (2) :

“Ton sort est de fixer la figure du Monde
De lui plaire et de l'éclairer”

ce qui ne l'empêcha pas quelques années plus tard, après brouille retentissante d'affirmer :

“Vous avez retrouvé en des lieux pleins d'ennui
Ce que Newton connut sans sortir de chez lui”.

Quant au Cardinal Fleury, premier Ministre, le 21 août 1737 au retour de l'expédition, il “... nous témoigna qu'il était surtout charmé de la parfaite union qui a toujours été entre nous pendant le cours de notre voyage” (16). Il est vrai que le prélat ne pouvait guère en dire autant de la Mission du Pérou qui se poursuivait pendant ce temps.

La Mission du Pérou : l'expédition devait opérer sur le territoire de Quito, capitale de l'actuelle république de l'Équateur, alors le Pérou, domaine de la couronne d'Espagne gouvernée en son nom par un Vice-Roi siégeant à Lima. L'infrastructure administrative permettait de compter sur un minimum de facilités, et un peuplement Européen, d'une densité suffisante, pouvait tempérer les rigueurs de l'éloignement ; mais l'accès était difficile, il fallait après traversée de l'Atlantique, franchir à terre l'isthme de Panama et repartir par mer jusqu'au port desservant Quito, qu'il fallait atteindre par caravanes. Le courrier mettait six mois pour parvenir à Paris, et vice versa.

La mission, bien qu'assistée par deux jeunes officiers de marine Espagnole désignés par Madrid, G. Juan et A. de Ulloa, ne pouvait donc compter que sur elle-même.

La région des Andes où elle devait opérer est un sillon Nord-Sud, encadré par deux rameaux de la cordillère qui s'élèvent à des altitudes de 5 000 mètres et plus, sur les contreforts desquels on pouvait appuyer la triangulation. Des volcans célèbres, Pitchincha, Cotopaxi, Chimborazo, etc... jalonnent la région où l'activité sismique est importante. Les accès de la montagne étaient malaisés, les intempéries fréquentes et violentes, les guides et porteurs peu sûrs et parfaitement incultes.

Trois académiciens participaient à l'opération, L. Godin (1704-1760), astronome, chef nominal de la mission en tant qu'académicien le plus ancien, qui avait eu l'idée de l'opération, P. Bouguer (1698-1758) mathématicien et physicien, Ch. de La Condamine (1701-1774) chimiste et géographe ; la mission comprenait également un botaniste J. de Jussieu, et des spécialistes ingénieurs (Verguin), horloger (Hugot), chirurgien (Seniergues), Morainville (aide) etc...

Avant même le départ des difficultés d'ordre caractériel s'élevaient entre Godin et Bouguer, ce dont témoigne une réponse de Maurepas à Bouguer écrite 15 jours avant l'embarquement de la mission :

“A Versailles, le 30 avril 1735”

“L'inquiétude que vous me paraissez avoir, Monsieur, sur la manière dont Mr. Godin se conduira avec vous est sans fondement, outre qu'il m'a paru avoir pour vous des sentiments d'estime et d'amitié, je lui ai recommandé de vivre en bonne intelligence avec vous et tous ceux qui l'accompagnent et je suis bien

persuadé que vous ferez tout ce qui dépendra de vous pour maintenir l'union qui est absolument nécessaire pour remplir l'objet de votre entreprise. Il n'était pas possible que Mr. Godin ne fut plus particulièrement chargé de la conduire, étant l'ancien, mais par rapport au travail, il ne pourra et je ne pense pas même qu'il ait jamais eu le dessein de vous refuser la communication de ses observations comme il est indispensable que vous lui fassiez part des vôtres, afin qu'on puisse en informer en cours d'ouvrage. Quoique l'intention de Sa Majesté soit qu'on observe beaucoup d'économie, Mr. Godin a cependant des ordres pour subvenir aux dépenses nécessaires et vous pouvez n'avoir aucune inquiétude à ce sujet, vous me ferez plaisir de me donner de vos nouvelles quand vous en aurez l'occasion, vous connaissez les sentiments avec lesquels je vous suis, Monsieur, entièrement dévoué”.

Signé “Maurepas”.

Les dissensions ne feront que s'affirmer en cours de mission. Bref, toutes les conditions requises pour compliquer une tâche, déjà difficile par elle-même, étaient rassemblées.

L'expédition s'embarquait à La Rochelle le 16 mai 1735, faisait escale aux Antilles, arrivait sur l'isthme de Panama le 30 octobre 1735. Elle touchait le Pérou en mars 1736 et se trouvait — enfin — réunie à Quito le 10 juin 1736.

On commença par les opérations géodésiques, en particulier par la recherche d'une base non loin de Quito — base de Yarouqui — qui fut mesurée en deux sens avec les résultats suivants :

6 272 toises 4 pieds 5 pouces (Bouguer)

6 272 toises 4 pieds 2 pouces (Godin)

puis les observateurs se partagèrent en 3 équipes pour observer les angles de la chaîne (fig. 10). Le fond de la vallée de Quito à Tarqui est à 1 300, 1 400 toises d'altitude, certains des points de triangulation durent être placés à 2 400 toises ! Les angles étaient mesurés au quart de cercle, dans leur plan comme toujours au XVIII^e siècle. Les signaux étaient initialement des pyramides à quatre arêtes, parfois recouvertes de toile blanche, mais comme ils étaient sujets au vol ou à la malveillance, les tentes des observateurs servirent le plus souvent de mires.

L'enchaînement des triangles de Godin, commun à celui de Bouguer et La Condamine (fig. 10) dans toute la partie centrale, de Milin (9) à Cahualpa (27) en diffère au Nord et au Sud de l'arc, où même les bases de Cuença (Godin) et Tarqui (Bouguer, La Condamine) sont différentes quoique très voisines.

Les observations ne furent pas de tout repos et il ne fallut rien moins que l'incroyable tenacité des observateurs pour les mener jusqu'au bout malgré le froid, la neige, les pluies, le brouillard, le rétablissement des signaux détruits, les recherches d'itinéraires, le mal des montagnes etc...

Les trois angles de chaque angle ont été observés, (17) les donne toutes corrections faites, (18-b) est moins avare de détails, on constate à la comparaison que les angles indiqués sont parfois différents, les

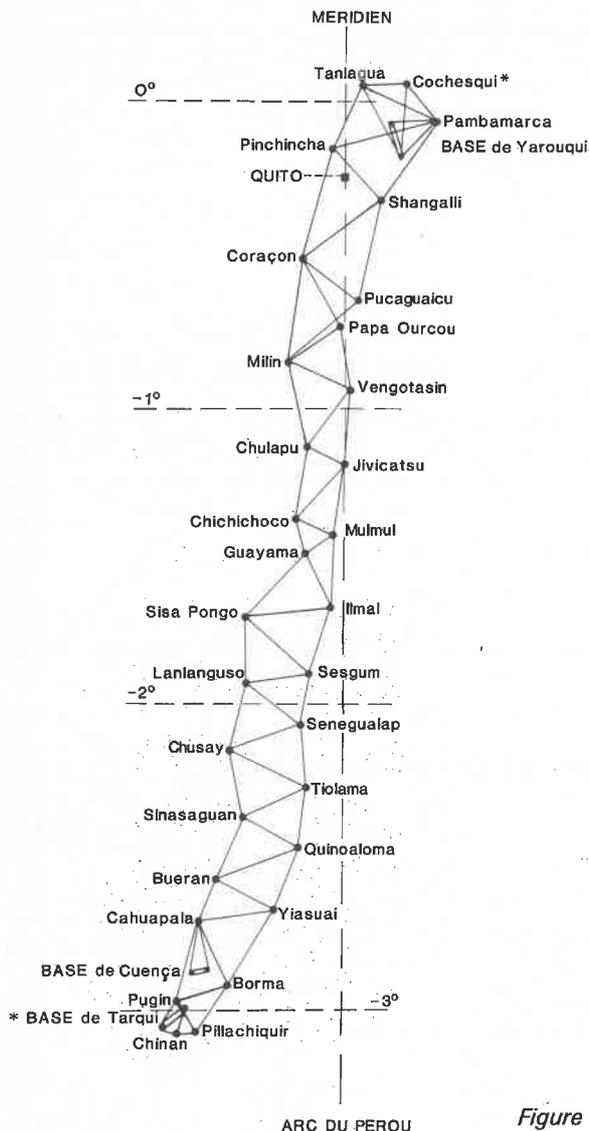


Figure 10

erreurs de fermeture des triangles sont très honorables pour l'époque et ne semblent pas avoir trop souffert des difficultés des observations qui étaient achevées au mois d'août 1739.

A titre de critère de précision indiquons la fermeture en azimut par transmission et observation directes de la base de Yarouqui à celle de Tarqui (2)... 40", et ajoutons que la différence entre la base de Tarqui observée et sa valeur calculée par l'enchaînement à partir de la base de Yarouqui était de l'ordre de 3 pieds (17), (2).

Restaient les observations astronomiques. On employa la méthode classique, par la différence des distances zénithales d'une même étoile. On s'y heurta à de graves difficultés dues à l'instabilité des secteurs en station, à la sismicité et à l'inexpérience de Bouguer et La Condamine dans ce genre d'observation. Pratiquement Bouguer dut retrouver tout seul un certain nombre de réglages instrumentaux pourtant connus et décrits par Picard, et dont il s'attribua parfois la découverte (ce que Delambre (2) lui reproche), nécessité d'opérer dans le méridien, influence de la collimation etc...

Bouguer et La Condamine feront donc de multi-

ples navettes entre Cochesqui et Tarqui, reprenant, multipliant les observations. Quant à Godin qui depuis quelques temps travaillait séparément, sans communication directe avec ses collègues, il avait installé ses deux stations astronomiques à Cuença au Sud et à Quito au Nord et poursuivait mesures et calculs indépendamment de toute liaison avec ses deux autres collègues.

Finalement, après bien des vicissitudes et des tâtonnements, après avoir constaté dans les distances zénithales d'une même étoile des variations considérables d'un jour à l'autre, dues vraisemblablement à l'instabilité ou au défaut de solidité de son secteur, et avoir au début de l'année 1741 décidé de recommencer toutes ses observations, Bouguer finit par se mettre d'accord avec La Condamine sur l'amplitude astronomique de leur arc. Ils pouvaient donc calculer la longueur du degré équatorial et s'adressèrent à Godin qui refusa de leur communiquer sa valeur dont il désirait s'assurer la priorité.

Finalement on se mit d'accord pour se communiquer la valeur de la minute d'arc exprimée en toises rondes "... Notre nombre rond, 945, se trouva moindre d'une toise que celui de Mr. Godin... mais aujourd'hui, par le même calcul fait avec plus de précision et corrigé par l'équation pour l'aberration de la lumière, notre minute selon Mr. Bouguer et moi, serait exprimée par le même nombre rond de toises que Mr. Godin nous donna qui était 946... il s'ensuit que la fraction que nous ignorons encore du nombre de Mr. Godin ne peut faire différer sa minute de la nôtre que d'une demi-toise au plus et qu'ainsi la différence de son degré au nôtre ne peut passer trente toises (18-b), (2)...".

On a retrouvé les cahiers de Godin — en latin — qui y indique ses résultats, mais confirme en Français (2) : "Il me paraissait très important de réserver pour moi ce fruit de mon travail jusqu'au moment où je pourrais le communiquer moi-même le premier à l'Académie. En voyant mon obstination, mes collègues me proposèrent la communication de la minute en toises complètes. Ce moyen ne les mettait pas en possession de mon secret et j'y consentis...". L'échange fut fait le 22 mars 1742.

Les résultats : il est difficile de tirer une valeur définitive des résultats de l'arc du Pérou. Chacun donne sa valeur personnelle, plus ou moins affectée de corrections plus ou moins contrôlables. A cette époque la réfraction astronomique est encore incertaine et l'étalonnage des bases reste problématique (indépendamment des erreurs accidentelles de mesure) parce que l'étalon, la "toise du Pérou" est en fer, donc dilatable et il faudrait rapporter les bases à la température d'étalonnage à Paris. D'autre part on ignore encore la nutation qui ne sera découverte que plus tard (1747) mais qui ne saurait être négligée pendant les 4 ou 5 années d'observations non simultanées aux deux extrémités. Nous résumons dans quelques petits tableaux les résultats des divers opérateurs tels qu'on peut en tirer les valeurs approximatives :

	Longueur d'arc	Amplitude	Degré brut	Réduit
Bouguer	176 940 T	3°07'01"	56 767,1 T	56 745,7 T
La Condamine	176 950 T	3°07'01"	57 770,3 T	56 748,9 T

Delambre (2) recalcule l'amplitude de l'arc toutes corrections faites et le ramène à 3°07'03", la dispersion des moyennes des deux observateurs étant de l'ordre de 2" à 3".

Dans les cahiers de Godin, sur un arc s'étendant de Quito (tour de la Merci) à Cuença, on trouve un certain nombre de valeurs par exemple (2) :

Godin 152 262 T 2°40'55" 56 773,0 T 56 751,6 T
 mais d'autres valeurs sont indiquées de sorte que l'on peut hésiter entre 56 754 ; 56 772 ; 56 790. Enfin les officiers espagnols qui en toute loyauté participaient à toutes les mesures, en ont fait eux mêmes d'indépendantes et communiquent à Godin les valeurs suivantes (1745) : 57 794,2 ; 56 753,3 ; 56 776,5. En fait on ne sait pas très bien auxquelles s'arrêter, mais à une cinquantaine de toises près l'arc est déterminé, et rappelons nous que 50 toises représentant une incertitude (ou même une variation de déviation de verticale) de 3", avec des fils à plomb et des secteurs de 12 et de 20 pieds.

Delambre ironise sur la dispersion de ces valeurs, dont au contraire la convergence paraît satisfaisante. On a dit précédemment et nous y reviendrons, que le degré de Maupertuis sera soupçonné — à juste titre — d'une erreur grave dans l'amplitude astronomique.

A quelque chose malheur est bon, les antagonismes de personnes eurent pour le degré du Pérou l'avantage de multiplier les mesures individuelles donc de fournir de solides recoupements quasi-indépendants.

En dehors de leurs travaux astrogéodésiques les académiciens multiplièrent d'autres observations : vitesse du son, observations pendulaires, influence d'une grande montagne — le Chimborazo — sur la verticale physique, et constatation que cette influence était bien inférieure à ce que prévoirait le calcul — ce que Bouguer attribue à des "concavités" de la montagne etc...

Pourtant les difficultés matérielles n'avaient pas épargné la mission : frictions avec les autorités locales, ou avec le Vice-Roi, assassinat du chirurgien — histoires de femmes — procès divers et surtout, manque d'argent. L'argent de France arrivait très mal, il fallut tout l'entregent et la débrouillardise de La Condamine pour obtenir du Vice-Roi des aides du trésor local en attendant les lettres de change de l'Académie des Sciences et du trésor de Paris. La Condamine dût même vendre ses propres effets et utiliser des lettres de crédit personnelles dont, homme précautionneur, il s'était muni avant de partir, pour faire subsister la mission.

Toutes ces aventures sont narrées légèrement romancées, dans un livre récent de Mme Florence

Trystram (19) qui reprend les péripéties du Journal de La Condamine, de Jussieu, etc... qui mérite d'être lu.

Bouguer parti de Quito en février 1743, ayant gagné l'isthme de Panama par voie de terre, débarque à Brest et arrive à Paris le 27 juin 1744.

La Condamine quitte Tarqui en mai 1743 et gagne Cayenne en descendant l'Amazone — non sans aventures — il découvre le caoutchouc et débarque à Amsterdam le 30 novembre 1744, avec tous ses documents.

Godin ne rejoindra pas la France, il enseignera d'abord à Lima, puis gagnera l'Espagne où il mourra.

La publication des résultats (17), (18-a), (18-b) déclencha entre Bouguer et La Condamine une interminable polémique entre deux savants dont les fortes aventures, vécues en commun, auraient dû cimenter la solide amitié (2).

Le résultat géodésique était acquis, mais les acteurs l'avaient payé très cher : Couplet, aide géodésien était mort de la fièvre jaune (1737). Séniergues, le chirurgien avait été assassiné à Cuença (1739).

Hugot, mécanicien horloger, s'était tué en tombant d'un échafaudage ébranlé par une secousse sismique en 1743.

Morainville, était disparu pendant le voyage de retour du détachement de La Condamine (1744). La santé de Bouguer était gravement compromise. La Condamine, infatigable s'en tirera avec son élégance habituelle, à peu près indemne.

Godin regagnera l'Europe par les hauts plateaux Boliviens et le Brésil, s'installera en 1751 en Espagne, et continuera à attirer la malchance.

Jussieu qui avait inlassablement herborisé dans les Andes et jusqu'au lac Titicaca ne regagnera la France qu'en 1771, intellectuellement et physiquement épuisé.

Le degré du Cap : il fallait enfin s'assurer que dans l'hémisphère Sud il y avait symétrie, au moins approximative du méridien. L'Abbé La Caille qui de 1739 à 1742 s'était consacré à une réfection totale de la méridienne de France dont nous parlerons plus loin (13) s'en chargea pendant qu'il était en mission pour les observations stellaires et de parallaxe de la lune au Cap de Bonne Espérance en 1752. Son réseau est constitué par 4 triangles (2) appuyés sur une base de 6 467,25 toises. Il observe les étoiles à l'aide d'un secteur de 6 pieds (qui a été conservé et qui est encore exposé au Sud de la grande salle de réception de l'Observatoire de Paris).

Les 4 triangles ferment à - 21", - 15", - 8", - 19".

L'arc terrestre est égal à 69 669,1 toises.

Son amplitude est de 1°13'17",3 d'où une valeur de 57 037 toises pour le degré à la latitude moyenne de - 33°18' (hémisphère Sud). (11 1751), (2).

La Caille mesure enfin la longueur du pendule simple de l'Observatoire du Cap et trouve 440 07 lignes ce qui correspondait à $g = 9,7978$. La valeur actuellement admise, sous réserve d'une identité approximative des stations est de 9,7963...

La mesure d'arc, très bonne en elle-même, car La Caille était un observateur à juste titre réputé, est malheureusement inutilisable pour la détermination d'un ellipsoïde terrestre parce qu'à son extrémité Nord, un fort massif montagneux crée une attraction parasite qui, par rapport à un ellipsoïde fausse l'am-

plitude en attirant le fil à plomb vers le Nord ; le rayon du courbure — ou l'arc de un degré — est donc surévalué.

Quoi qu'il en soit, la rude mais brève expédition de Laponie, l'incroyable odyssée du Pérou, le degré du Cap, et, nous le verrons bientôt, les nouvelles mesures entreprises en France depuis 1739 avaient renversé l'opinion scientifique et fait pencher la balance en faveur des idées de Newton.

(A suivre)

Bibliographie

- (1) Mémoires de l'Académie Royale des Sciences. Tome VII. 1666-1699.
- (2) J.-B. Delambre : Grandeur et Figure de la Terre. Publié par les soins de G. Bigourdom.
- (3) J.-B. Delambre : Histoire de l'Astronomie, Astronomie moderne. Tome III.
- (4) L. Gallois : L'Académie des Sciences et les origines de la Carte de Cassini. Annales de géographie. 1909 N° 99.
- (5) R. Taton : J. Picard et la mesure de l'arc de Méridien, Paris-Amiens. Colloques internationaux du CNRS. N° 590. La découverte de la France au XVII^e siècle.
- (6) Colonel Berthaut : La carte de France 1750-1898. Service géographique de l'Armée - 1898.
- (7) J.-J. Levallois : La détermination du rayon terrestre par J. Picard en 1669-1671. Bulletin géodésique. Volume 57. 1983.
- (8) Annuaire du Bureau des Longitudes. 1974.
- (9) A. Danjon et A. Couder : Lunettes et télescopes. A. Blanchard. Paris.
- (10) La Hire : Traité du Nivellement par M. Picard de l'Académie des Sciences, avec une relation de quelques nivellements faite par ordre du Roy... mis en lumière par les soins de M. de La Hire.
- (11, N) Mémoires ou Histoire de l'Académie Royale des Sciences (année N).
- (12) J. Cassini : Traité de la Grandeur et de la Figure de la Terre (1723).
- (13) Cassini de Thury : La méridienne de l'Observatoire Royal de Paris vérifiée dans toute l'étendue du Royaume (1744).
- (14) Cassini de Thury : Description géométrique de la France (1780).
- (15) Maupertuis : Œuvres de M de Maupertuis (4 tomes)
 - a) discours sur les différentes figures des astres,
 - b) mesure de la terre au cercle polaire,
 - c) relation du voyage fait par ordre du Roi au cercle polaire, pour déterminer la figure de la Terre.
- (16) Outhier : Journal d'un voyage au Nord en 1736 et 1737.
- (17) P. Bouguer : La figure de la terre, déterminée par les observations de MM. Bouguer et La Condamine.
- (18-a) Ch. de La Condamine : Journal d'un voyage fait par ordre du Roi à l'Équateur.
- (18-b) Ch. de La Condamine : Mesure des trois premiers degrés du Méridien dans l'hémisphère austral.
- (19) Florence Trystram : Le procès des étoiles. Seghers 1979.
- (20) Cl. Clairaut : Théorie de la figure de la terre tirée de l'Hydrostatique.
- (21) J.-J. Levallois : Géodésie générale (tome III).
- (22) J. Svanberg : Exposition des opérations, faites en Laponie, pour la détermination d'un arc de méridien en 1801, 1802 et 1803.
- (23) J. Leinberg : Über die Ergebnisse der Maupertuischen Gradmessung in Lappland (CR de la quatrième séance de la commission géodésique Baltique. 1929).

Colloque de Lille...

Les Banques de Données Patrimoniales de l'Inventaire Général

par J.-P. SAINT-AUBIN,
Conservateur de l'Inventaire Général des Monuments
et Richesses Artistiques de la France

Le Ministre de la Culture a entrepris depuis une dizaine d'années la constitution de **bases de données*** sur les biens culturels français. La Direction des Musées de France et le service de l'Inventaire Général des Monuments et Richesses Artistiques de la France ont ainsi entrepris un vaste recensement du Patrimoine, la Direction des Musées de France se chargeant des collections publiques des quelques 1 000 musées de France qu'elle a sous sa tutelle, et l'Inventaire Général des autres collections publiques ou privées (églises, monuments historiques, musées d'association...).

Le catalogage des biens culturels est une **entreprise de très longue haleine**, mais elle est d'autant plus nécessaire que le recensement du patrimoine culturel et le signalement des dangers qui le menacent, peuvent aider notre époque à échapper à l'apostrophe de Bernanos :

"Un monde qui oublie ses monuments a perdu pour toujours le besoin du monumental"

L'Inventaire Général a pour but de réaliser avec les moyens modernes une Documentation Méthodique sur les Monuments et les Richesses Artistiques du Pays. Cette documentation doit consister en une

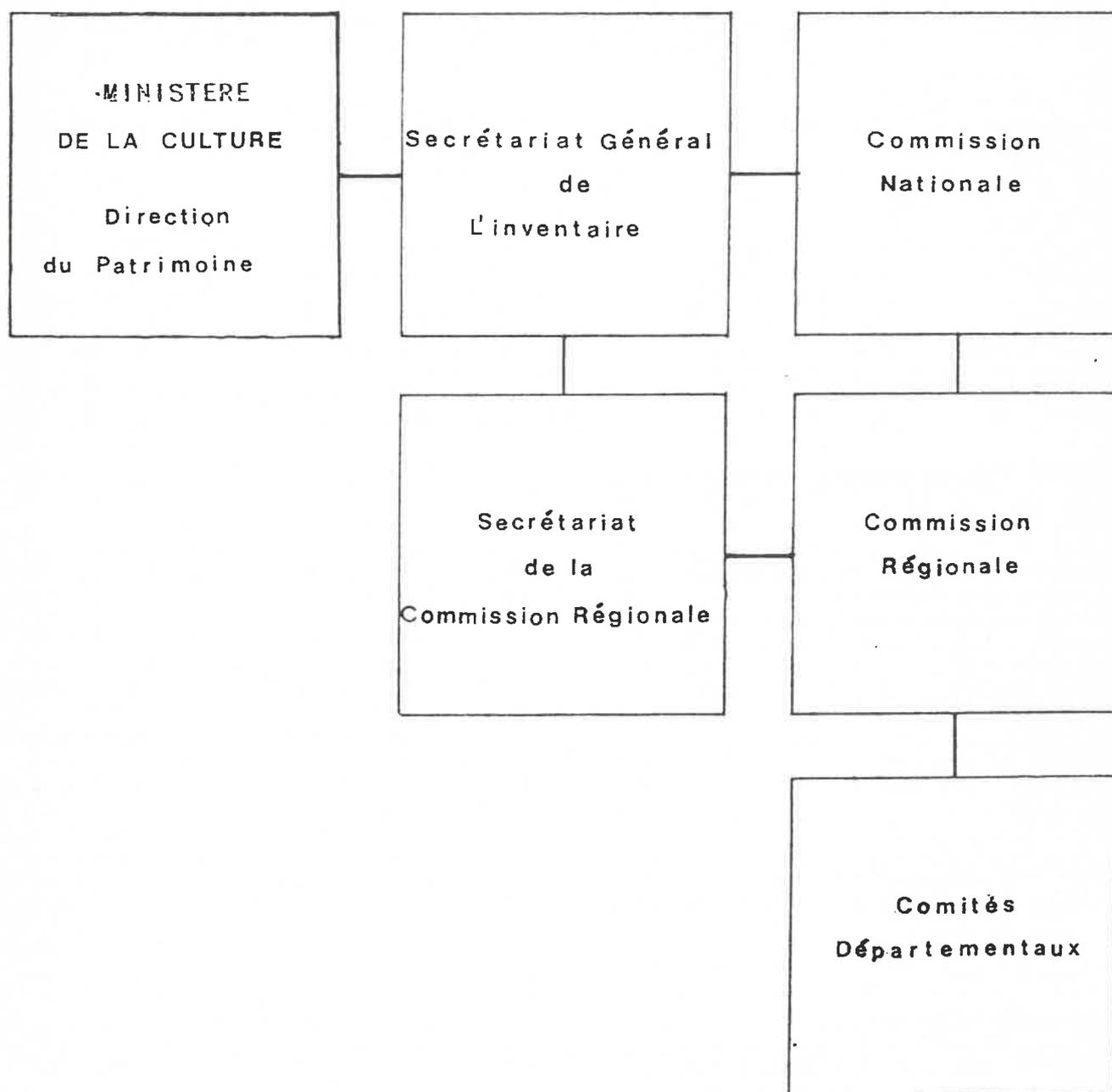
masse de photos, de notices, de cartes, qui sont déjà en partie et qui devront être un jour, sur une grande échelle, consultables par les services, par les historiens, par le public.

L'un des **besoins primordiaux** de l'heure est une Information Sobre et Précise sur le parc de l'architecture ancienne. Cette documentation réclame après une action rapide sur le terrain, la **"mise en mémoire"** par l'ordinateur ; on a donc étudié la production, à partir de la machine, d'une publication de listes assorties de cartes qui constituent la série de **l'Indicateur du Patrimoine**, répertoire indispensable aux administrations, aux diverses institutions concernées. Les notices très sommaires de l'Indicateur renvoient à la documentation rassemblée sur l'Inventaire Général soit sous la forme de dossiers d'inventaire, soit sous la forme de fichier de pré-inventaire : **ces dossiers et fiches sont microfichés** pour être mis à la disposition du public. Les stocks de microfiches sont gérés **par un ordinateur** qui a reçu pour chacun une information minimale constituant le contenu des notices de l'indicateur. Enfin l'indicateur, ainsi automatisé, est susceptible de révisions.

L'INVENTAIRE des MONUMENTS et

RICHESES ARTISTIQUES de la FRANCE

ORGANIGRAMME



En 1974, l'Inventaire Général mit en place une mission de recensement plus rapide, définie sous le terme de **Pré-inventaire normalisé**, et fondée sur **l'exploitation par l'informatique des dossiers de recensement** d'un territoire dont l'unité administrative était élargie à l'arrondissement. Les méthodes du Pré-Inventaire normalisé représentant une Tentative de Clarification et de Systématisation de Procédures d'Enquêtes et de Sélection, dont le but est d'effectuer un état rapide mais rigoureux des lieux et de connaître les éléments significatifs du parc immobilier susceptible de bénéficier ultérieurement d'une étude approfondie.

L'interrogation de la base documentaire se fera grâce au logiciel Mistral*, un outil d'interrogation commode et rapide. Il permettra en effet de consulter la base documentaire à partir de consoles* reliées par une ligne téléphonique. Ces commandes très simples en font un outil accessible aux non-informaticiens, répondant ainsi à l'objectif informatique de la Réalisation d'un Centre de Documentation.

En outre, l'un des principaux objectifs poursuivis est la **sauvegarde du patrimoine classé "Monuments Historiques"** : "Les immeubles dont la conservation présente, au point de vue de l'histoire ou de l'art, un intérêt public, sont classés comme Monuments historiques par les soins du ministre chargé des Affaires Culturelles". Loi de 1913.

Plusieurs grandes questions se posent : quelle est la composition du patrimoine classé ? A qui appartient-il ? Quel est son état de conservation ? Quelles sont les opérations de travaux nécessaires à sa sauvegarde ? Quels moyens budgétaires faudrait-il engager pour les réaliser ? Comment opérer les choix immédiats, et organiser à long terme un plan de conservation répondant aux besoins recensés ?

La méthode préconisée pour répondre à cet objectif est tout d'abord la collecte des informations sur le terrain. En vue de Constituer le Fichier Descriptif et "Sanitaire" des Monuments, une équipe spécialisée effectue des missions locales afin d'interroger, monument par monument, les principaux responsables de la conservation du Patrimoine : les 99 architectes départementaux des Bâtiments de France.

Terminé en 1978 à l'issue de trois années de mission, le **fichier fait l'objet d'une mise à jour annuelle, systématique, destinée à contrôler et enregistrer l'évolution de l'état des monuments.**

Ce fichier contient les 11 260 monuments historiques du Parc national, soit 400 000 informations déjà enregistrées auxquelles s'ajoutent chaque année 30 000 données évolutives. De ces chiffres, il ressort que 9 488 opérations de travaux sont nécessaires. Les critères descriptifs de chaque monument concernent : les caractéristiques principales (catégorie de propriétaire, époques de construction, matériaux, utilisations, ouverture à la visite...) ; le diagnostic d'état général de conservation (état d'entretien, état de conservation, risque de dégradation en 5 ans) ;

l'analyse de chaque opération de travaux nécessaire (localisation, nature, coût estimé, urgence...).

Un système spécifique d'interrogation statistique permet, d'analyser toutes les données du fichier sur les caractéristiques du parc.

L'analyse descriptive des monuments est illustrée sur le panneau par trois séries de photos répondant aux trois registres du fichier : les caractéristiques générales du monument (photo de loin), l'état sanitaire du monument (photo de près), les différentes opérations de travaux nécessaires à sa conservation (photos détaillées des parties dégradées).

Ces travaux faisant le plus souvent appel à des techniques anciennes, des photos de compagnons au travail rappellent la permanence et la spécialisation des grands corps de métiers propres à la restauration des monuments historiques.

L'Analyse Documentaire est la source de l'interrogation de la base documentaire car elle a pour Objet de Décrire, dans un langage spécifique, un objet ou un concept selon une méthode et un vocabulaire standards.

Le document est le support de l'analyse générale mais sommaire de l'œuvre. Seules les rubriques ayant un sens pour l'œuvre étudiée sont servies dans le document.

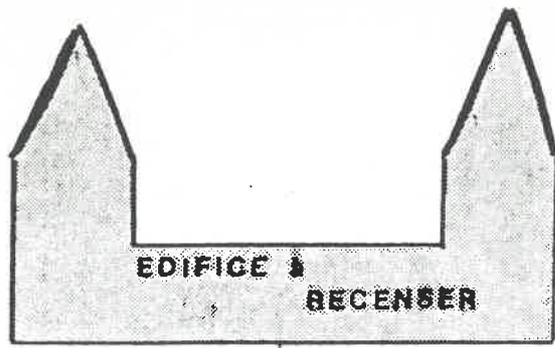
Les rubriques (ou champs) à lexique présentent un vocabulaire imposé : les descripteurs sont standardisés dans leur emploi et leur orthographe. **Tous les descripteurs des champs d'un lexique hiérarchisé** (quand il y a entre les termes utilisables des relations d'inclusion formant une arborescence) **ou non sont des mots-clefs**. Leurs champs d'appartenance sont dits intéressés. Un panneau présente le lexique normalisé "Recouvrement" et une illustration reproduisant ce type de lexique hiérarchisé.

Exemple d'un bordereau informatique. Pour chaque édifice sont portés successivement les renseignements suivants : désignation , parties constituanes, adresse, lieu-dit, localisation par coordonnées Lambert, milieu d'implantation, datation, matériaux, couverture, niveaux, types de toit, typologie, statut, intérêt de l'édifice.

Inventaire Général :

Mise en mémoire
du patrimoine
monumental

1000-0531-*
1010-FERME-*
1060-GRANGE-ETABLE-FOUR A PAIN-*
1130-CENTRE-45-SULLY SUR LOIRE-SAINT FLORENT-*
30-COLINIERE (LA)-*
1170-LAMBERT 2-X= (61053)-Y=(30056)-*
1210-ISOLE-*
1370-FIN 3E QUART 18E SIECLE-DEBUT 18E SIECLE-ANNEE
(1772-1785)-PORTE L A DATE-*
1390-SILEX-BOIS-TORCHIS-BRIQUE-PAN DE BOIS-*
1400-TUILE PLATE-*
1430-EN REZ DE CHAUSSEE-*
1470-TOIT A LONGS PANS-PIGNON COUVERT-NOUE-*
70-XXC, MAISON A COUR OUVERTE-*
1550-PROPRIETE PRIVEE-*
1590-A SIGNALER-*
FIN

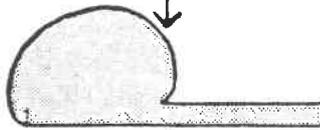


**SYSTEME
INFORMATISE
DU RECENSEMENT
DES EDIFICES**

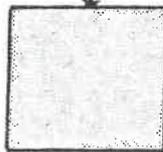
DOSSIER DE TRAVAIL



Saisie du Centre Informatique

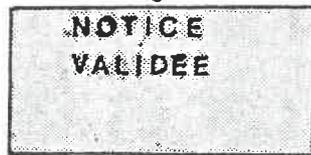


Stockage sur bande magnétique



Edition du fichier cantonal

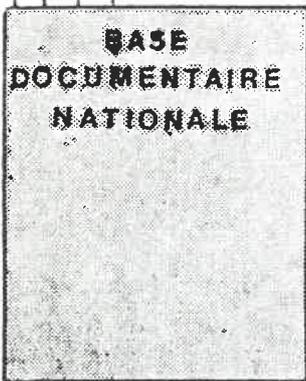
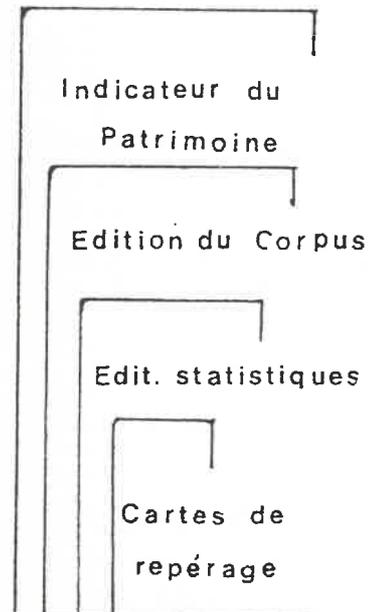
VALIDATION des NOTICES



+ PHOTOS



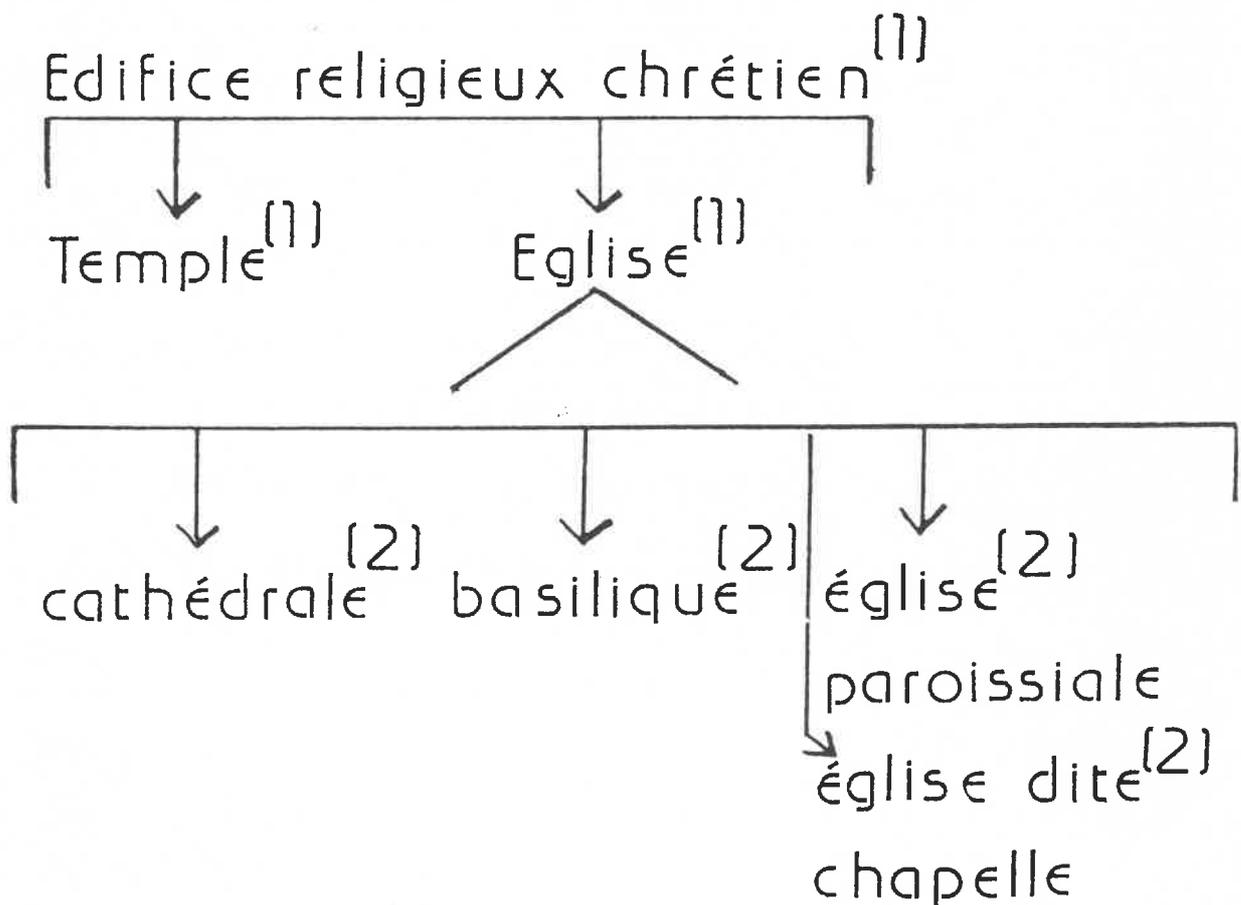
MICRO FICHAGE



CONSULTATION
en CENTRE de
DOCUMENTATION

LEXIQUE de la ZONE 1 pour
le CHAMP ARCHITECTURE

Exemple de lexique hiérarchisé :



(1) termes génériques

(2) termes spécifiques

Extrait de l'indicateur du patrimoine architectural : Ile de Réunion

SAINT-DENIS

Édifice Religieux

129 — **Cathédrale Saint-Denis**, place de la Cathédrale (Gauss Laborde : X = (15182) ; Y = (07790)). Église de 1829, rebatie sur les fondations de l'église fin 2^e quart 18^e siècle. Diomat entrepreneur de Saint-Pierre, restaure propriété publique, classe M H (1975) lave en gros œuvre, moellon sans chaîne en pierre de taille, enduit, pierre de taille, béton, brique vaisseaux (3), technique de décor, sculpture, vitrail, peinture, élévation à travées, toit à longs pans, pignon découvert, appentis, croupe cul de four escalier de distribution extérieur, escalier droit, escalier intérieur, escalier en vis 0110, 01887.

130 — **Église paroissiale, Notre Dame de la Délivrance**. La petite île (Gauss Laborde : X = (15128) ; Y = (07764)). Fin 4^e quart 19^e siècle, année (1897), porte la date propriété publique, lave en gros œuvre, moellon, enduit partiel vaisseaux (3), élévation ordonnancée sans travées toit à longs pans, pignon couvert, escalier de distribution extérieur, escalier droit 0419, 018C5.

Édifice Public ou du Génie Civil

133 — **Édifice public, actuellement maison des services fiscaux**, rue Amiral Lacaze, 4, rue de Nice (Gauss Laborde : X = (15173) ; Y = (07824)). 1^{er} quart 20^e siècle propriété publique, lave en gros œuvre, enduit, moellon sans chaîne en pierre de taille, métal en couverture étage carré (1), technique de décor, ferronnerie, céramique, élévation ordonnancée, toit à longs pans, croupe 0119, 018D10.

134 — **Édifice Public, Palais Législatif**. Actuellement Museum d'Histoire Naturelle, place du Jardin de l'État (Gauss Laborde : X = (15211) ; Y = (07675)). Édifice construit en 1834, dans le jardin botanique datant de 1777. Il abrite le conseil colonial en 1835, puis devient Museum d'Histoire Naturelle en 1854, propriété publique, classe M H (1978), jardin, bassin, lave en gros œuvre, moellon, enduit, métal, métal en couverture étage carré (1), élévation à travées, toit à longs pans, pignon couvert, escalier intérieur, escalier en vis 0178, 018D12.

135 — **Hôtel de Ville**, rue de la Compagnie, rue de Paris (Gauss Laborde : X = (15176) ; Y = (07771)). Inauguré le 21 avril 1860 sur un terrain acquis dès 1834, 1^{ère} pierre posée le 11 octobre 1846, propriété publique, classe M H (1975) jardin, Fontaine, lave en gros œuvre, moellon, enduit, étage carré (1), technique de décor, ferronnerie, élévation à travées, escalier de distribution extérieur, escalier droit, escalier intérieur, escalier tournant, colonnade 0111, 018E10.

136 — **Préfecture**, rue des Moulins, boulevard Gabriel Mace (Gauss Laborde : X = (15154) ; Y = (07808)). 1708, logement du Gouverneur et magasin détruits ; 1733, plan de Sornay, édification du bâtiment central, puis des ailes ; 1738, enceinte fortifiée ; 1764, démolition des magasins au nord, remplacés par une grille, restaure, propriété publique, classe M H partiellement (1970), inscrit M H (1970) jardin, cour, bassin, batterie, lave en gros œuvre, moellon sans chaîne en pierre de taille, enduit, pierre taille, bardeau étage carré (1), technique de décor, sculpture, menuiserie, ferronnerie, élévation à travées, toit à longs pans, croupe,

pignon couvert, noué, escalier de distribution extérieur, escalier droit, escalier intérieur, escalier tournant, portique périmétrique, galerie haute 0113, 018F14.

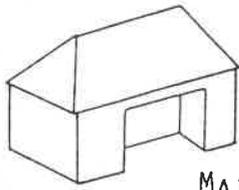
Édifice Privé

147 — **Évêché, Ancien Palais Épiscopal**. Actuellement Musée Léon Dierx, rue de Paris (Gauss Laborde : X = (15195) ; Y = (07716)), façade datée 1846, remanié 1^{ère} moitié 20^e siècle, restauré propriété publique, enduit, moellon, béton rez-de-chaussée (EN), élévation ordonnancée sans travées, toit, terrasse, escalier de distribution extérieur, escalier droit dans un milieu parcellé bâtiment principal de 2 corps avec hors œuvre varangue antérieure (corps de portique à colonnade) 0180, 019D13.

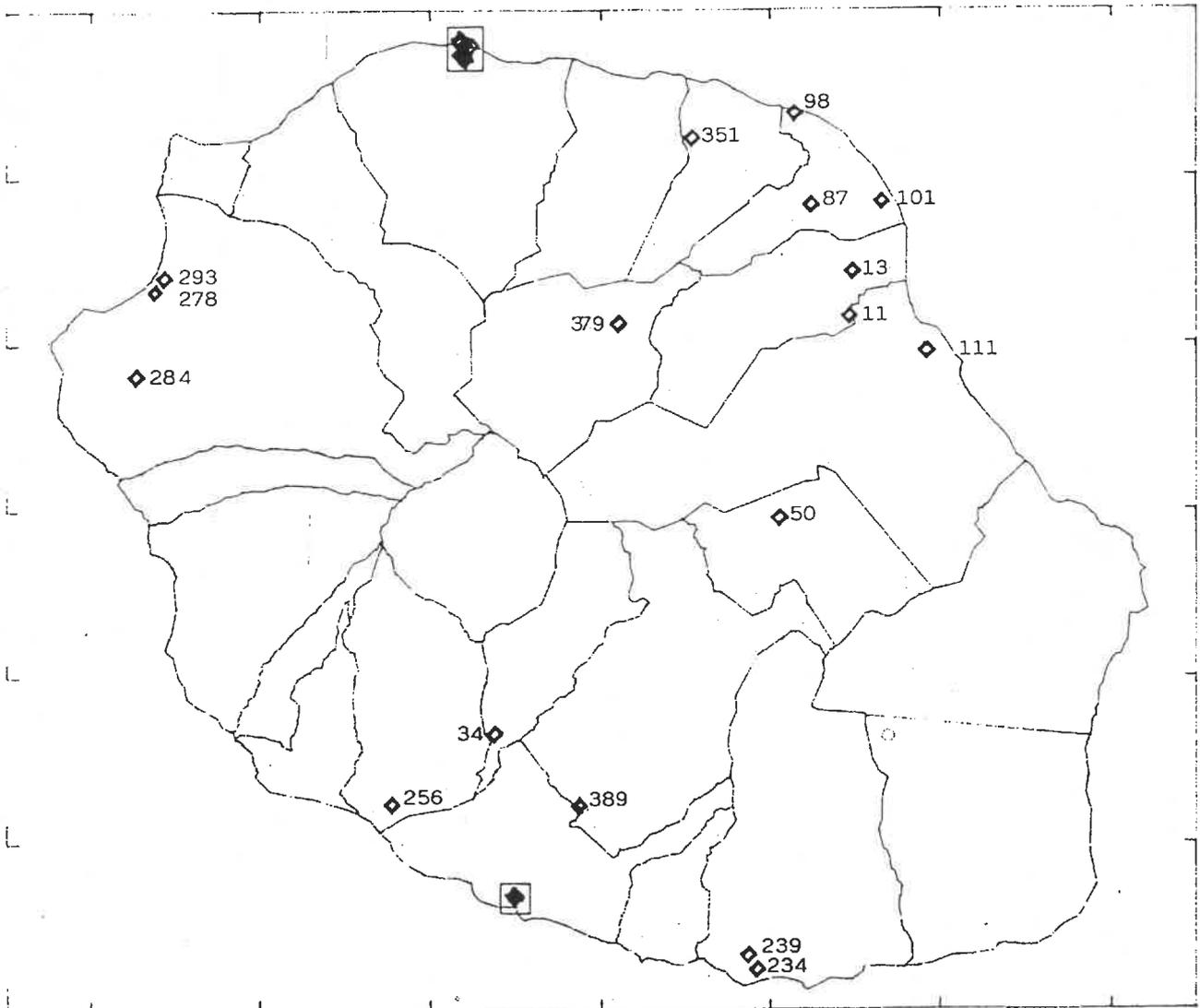
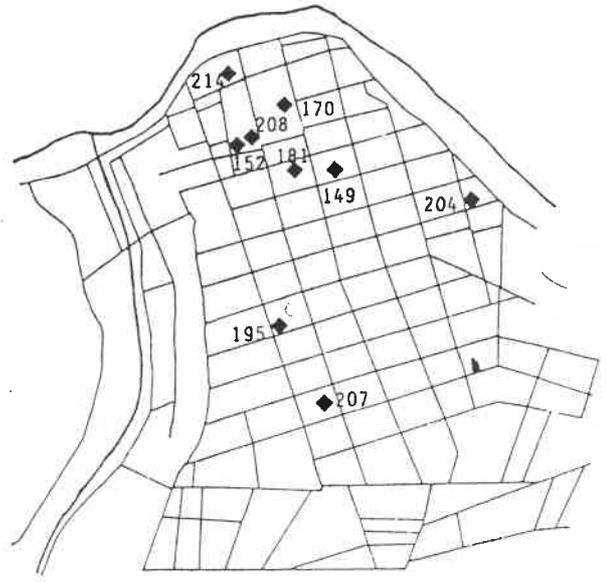
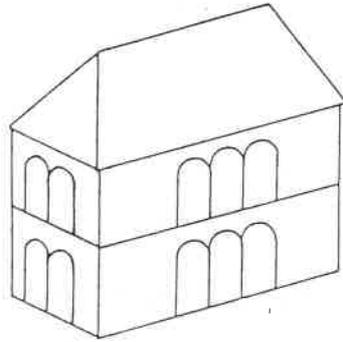
148 — **Maison**, rue Alexis de Villeneuve, rue Jean Chatel (Gauss Laborde : X = (15190) ; Y = (07789)), 2^e moitié, 19^e siècle, propriété privée, boutique, logement, lave en gros œuvre, moellon, enduit métal en couverture étage carré (1), étage de comble, technique de décor, ferronnerie, élévation à travées, toit à longs pans, croupe, noué à l'alignement maison avec boutique, logette 0123, 019E1.

149 — **Maison**, 37, rue Alexis de Villeneuve (Gauss Laborde : X = (15210) ; Y = (07798)). Limite, 19^e siècle, 20^e siècle, mauvais état propriété privée, jardin, logement, communs bois, pan de bois, essentage de planches, métal en couverture, étage carré (1), étage de comble, élévation ordonnancée, toit à longs pans, croupe, appentis dans milieu parcelle, bâtiment principal d'un corps avec dans œuvre varangue antérieure (porche) 0127, 019E3.

Saint-Denis



MAISONS DE TYPE A



125000

20000

SAINT-DENIS



- | | |
|--|---|
| A - Cathédrale Saint-Denis (129) | L - Grand-Marché (143) |
| B - Eglise paroissiale Saint-Jacques (131) | M - Banque de la Réunion (144) |
| C - Couvent de l'Immaculée Conception (132) | N - Banque (145) |
| D - Hôtel de Ville (135) | O - Théâtre (146) |
| E - Préfecture (136) | P - Evêché - actuellement musée Léon Dierx (147) |
| F - Douane (137) | Q - Caserne - actuellement Direction départementale de l'Équipement (218) |
| G - Bureau d'octroi - actuellement Maison des Contributions directes (138) | R - Monuments aux morts (222) |
| H - Hôpital (139) | S - Monument à Mahé de Labourdonnais (221) |
| I - Hôpital militaire - actuellement Secrétariat général (140) | T - Fontaine (223) |
| J - Collège (141) | U - Muséum d'Histoire Naturelle (134) |
| K - Collège de Lazaristes (142) | V - Maison des Services fiscaux (133) |
| | ● - Maisons |

Colloque de Lille...

L'information économique et sociale

par M. PIECHAUD
Chef de l'Atelier d'Aménagement
du Service Technique de l'Urbanisme (STU)

Je vais essayer de faciliter le travail de notre président en allant assez vite dans la présentation de quelques réflexions concernant l'information économique et sociale, au niveau local, dans le contexte de la décentralisation et dans celui du développement d'expériences locales de planification.

La décentralisation va certainement modifier beaucoup les comportements des acteurs économiques locaux, et va modifier également les démarches de planification locale ; on va très probablement voir s'accroître une demande importante en matière d'informations économiques et sociales.

Je vais donc aborder assez rapidement un certain nombre de thèmes, qui font l'objet à l'heure actuelle de réflexions approfondies. Dans le temps qui nous est imparti il n'est bien entendu possible que de survoler les problèmes à aborder.

Tout d'abord, premier problème que l'on a à se poser : quelles sont les Données recherchées.

Ensuite, nous poserons le problème des niveaux géographiques pertinents pour l'information économique et sociale locale.

Nous nous demanderons quels sont les utilisateurs à satisfaire et quelles sont les difficultés rencontrées pour que l'information existante soit réellement accessible à ces utilisateurs. Nous verrons à cette occasion que de nouveaux acteurs du développement local interviennent à l'heure actuelle, enfin, nous poserons la question de savoir quels sont les types de traitement de données demandés dans le cadre des expériences de planification locale.

Tout d'abord : les données recherchées.

Au niveau national, la planification se nourrit de données essentiellement économiques, sociales et financières.

Au niveau local — un programme de développement local par exemple — aura les mêmes besoins, mais en plus, il conviendra de disposer d'informations de nature foncière et spatiale, puisque la planification locale se situe à l'extrémité de la chaîne, et que les actions qu'elle implique posent presque toujours un problème de localisation.

Ainsi, la recherche d'informations va-t-elle porter, non seulement sur des données globales relatives à la zone étudiée, la démographie, la population active, l'emploi, les revenus des ménages, l'évolution générale de l'activité économique, la description de l'appareil de production, l'activité des entreprises, les investissements, le chiffre d'affaires, la valeur ajoutée, la part du secteur municipal et para-municipal dans l'activité économique locale, etc...

Ces mêmes données seront très souvent demandées avec une localisation, avec référence à l'espace, mais une demande complémentaire est faite au niveau local : elle concerne notamment l'occupation du sol et les mécanismes fonciers, l'utilisation économique du sol, la consommation de l'espace par l'urbanisation et l'aménagement, la capacité d'accueil des zones aménagées ou urbanisables, le droit des sols, l'impact des mesures de protection de l'espace, la localisation des Équipements, la localisation de l'Habitat, la localisation de la Construction, etc...

En conclusion les besoins de la planification locale sont en ce qui concerne les données de même nature que ceux de la planification nationale, avec en complément une très forte demande concernant l'occupation de l'espace.

Les niveaux géographiques pertinents, maintenant

Un certain nombre de travaux méthodologiques, de l'INSEE notamment, et le constat de pratiques récentes concernant des programmes de développement locaux, aboutissent à la définition de zones homogènes à un niveau infra-régional et infra-départemental : la micro-région.

Depuis quelques années, cette notion de micro-région apparaît à côté des découpages traditionnels que sont la commune, le canton, à travers des travaux et des réflexions sur l'aménagement rural par exemple, comme sur l'aménagement urbain.

On peut citer par exemple :

- pour l'urbanisme, la notion de bassin d'habitat,
- pour les études d'aménagement rural, la notion de pays,
- pour les études concernant l'emploi et les activités économiques, la notion de bassin d'emploi.

Toutes ces tentatives convergent donc vers ce niveau géographique intermédiaire.

Dans le courant de l'année 1982, un groupe de travail du Plan — a été chargé d'étudier les différents aspects de l'information économique et sociale régionale et infra-régionale. Présidé par M. Carrere, ce groupe de travail, a demandé que cette notion de micro-région soit creusée et que cet échelon géographique soit pris en compte par l'INSEE.

La demande a été entendue, et, à l'heure actuelle, des zones de bassin d'emploi sont en cours de définition région par région et vont prochainement faire l'objet d'exploitations systématiques de fichiers de l'INSEE.

Je pense que Mme Gourio de l'INSEE pourra nous en parler tout à l'heure, plus en détail mais je crois savoir que l'un des premiers fichiers qui serait traité dans ce cadre là, serait le fichier des offres et demandes d'emplois non satisfaites, du Ministère de l'Emploi.

La micro-région est donc un premier niveau géographique sur lequel une demande forte est en train d'émerger, mais bien entendu le niveau de la commune subsiste, et un certain nombre de travaux au niveau communal ou intercommunal, conduisent à des définitions de zones, "à la carte" comme par exemple un sous-bassin d'habitat, une zone qui délimite les responsabilités d'un comité local de l'emploi, un SIVOM.

Les responsables de ces actions souhaitent pouvoir exploiter l'information à différents niveaux géographiques. C'est la raison pour laquelle il y a également une forte demande de traitements statistiques à un niveau géographique à la carte. Pour la satisfaire l'INSEE travaille, à l'heure actuelle, à la constitution d'une Banque de données locales qui, sera exposée tout à l'heure par Mme Gourio.

Je rappellerai enfin le niveau infra-communal, niveau indispensable pour tous les travaux qui se situent au-delà des travaux de planification et qui concernent la programmation, la gestion urbaine : la section cadastrale, l'îlot, le segment de rue, la parcelle, voire les coordonnées géographiques dans certains domaines.

En ce qui concerne les travaux de planification régionale plus en amont, je pense que ces niveaux géographiques sont assez rarement recherchés et que l'on se cantonne, dans la plupart des cas, au niveau de la micro-région et des ensembles de communes concernant une action particulière.

Le troisième point sur lequel je voulais attirer votre attention, concerne les utilisateurs. Qui sont-ils à l'heure actuelle ?

Il y a bien entendu, tous les acteurs traditionnels : les Collectivités Locales (encore que leurs besoins évoluent très rapidement à l'heure actuelle), les Élus du Département, les Chambres de Commerce, les Chambre de Métiers, les Responsables des Services Extérieurs de l'État, etc...

Mais, il y a également de nouveaux acteurs, donc finalement de nouveaux utilisateurs, qui apparaissent de plus en plus nettement sur la scène locale et sont de plus en plus demandeurs d'informations : par

exemple les Associations, des Groupements Locaux, des Comités de Quartier, des Comités d'Usagers, les Syndicats du Cadre de Vie, les Comités Locaux de l'Emploi.

Prenons l'exemple des Comités Locaux de l'Emploi. Il en existe depuis un an et demi, environ 300. Ils ont été créés sous la forme d'une structure tripartite : élus-représentants du patronat local-représentants des syndicats de travailleurs. Pour les besoins de leur propre réflexion, ils apparaissent sur le marché de l'information économique et sociale locale et deviennent des demandeurs de données de plus en plus pressants. Mais quelles sont les données que demandent ces utilisateurs ? Ils cherchent bien entendu des données décontractées au niveau de la zone géographique qui les intéresse, des données de plus en plus fiables, des données qui soient mises à jour, des données qui soient directement utilisables et compréhensibles par eux-mêmes, et qui puissent entrer le plus rapidement possible, le plus facilement possible dans leur travail de réflexion, dans leur action.

Ceci m'amène à parler d'un quatrième point que je voulais aborder et qui concerne les difficultés rencontrées pour rendre l'information disponible, accessible aux différents utilisateurs, et notamment à ces nouveaux partenaires économiques et sociaux dont je viens de parler. On peut affirmer qu'il existe en France un ensemble de données.

On peut dire en commençant qu'il existe toujours un ensemble de données de nature économique et sociale important. Mais l'information existante est en général très difficile d'accès. Il existe encore des blocages de nature administrative, des blocages qui sont liés également à des règles de secret sur lesquelles on peut réfléchir.

Le groupe de travail du Plan dont je parlais tout à l'heure, sur l'Information Économique et Sociale Régionale et infra-régionale, a émis un certain nombre de vœux, en ce qui concerne l'accès à l'information statistique de nature publique préalablement disponible.

Le premier de ces vœux, c'est que certaines règles relatives au secret statistique soient levées, par exemple en ce qui concerne les données, sur le nombre d'emploi des établissements industriels et commerciaux.

À l'heure actuelle on ne peut pas obtenir le nombre exact de salariés des entreprises. Je crois savoir que le Conseil National de la Statistique s'est penché sur ce problème, et que l'on se dirige vers la levée de cette règle de secret. Cette décision serait très importante pour les acteurs du développement local qui se penchent sur les problèmes de l'emploi.

En règle générale le groupe de travail du Plan a demandé que toute information de nature statistique détenue par un organisme public, soit systématiquement mise à la disposition de la Collectivité Territoriale concernée.

Le groupe de travail a également demandé que les Centres de ressources que constituent les observatoires économiques régionaux, réorientent leur programme de travail vers la satisfaction de la demande locale.

A l'heure actuelle, les Directions Régionales de l'INSEE et les Observatoires Économiques Régionaux sont soumis à des programmes de travail nationaux qui, souvent, ne correspondent pas exactement aux besoins locaux, c'est la raison pour laquelle, il est envisagé de créer des Comités Régionaux de l'Information Économique et Sociale — les CRIS — qui seraient organisés au niveau régional, à l'image de tous les grands utilisateurs d'informations statistiques. Les CRIS auraient un rôle consultatif dans l'élaboration du programme de travail de la Direction Régionale de l'INSEE et de l'Observatoire Économique.

Mais une information, aussi bonne soit-elle, aussi disponible soit-elle, ne sert à rien, dans la mesure où les utilisateurs ne sont pas formés, ne sont pas préparés à s'en servir. En plus d'un effort technique de production de données, de publication, de diffusion, il y a également un très gros effort à faire en matière de formation des acteurs locaux, des utilisateurs et sur ce plan il faut citer une expérimentation très intéressante menée à l'heure actuelle par l'INSEE et par la DATAR, qui mettent en place des systèmes d'information locaux expérimentaux avec tout un travail pédagogique auprès des utilisateurs menés par un réseau d'animateurs locaux jouant ce rôle d'intermédiaire entre le fournisseur, en utilisateurs de données. Dans le domaine du développement et de la planification locale, je pense qu'il est très important d'agir, non seulement sur les techniques, non seulement sur les outils à proprement parler, mais en même temps sur les hommes qui vont avoir à utiliser l'information.

Le dernier point que je voulais aborder, concerne les types de traitements demandés dans le cadre des expériences de planification locale, et certaines précautions techniques qui en découlent.

Quand on travaille sur le développement local, on a à effectuer des comparaisons, à confronter entre elles les situations de différentes zones géographiques ; on doit également comparer la zone que l'on étudie avec le département ou la région dans laquelle cette zone s'insère.

Beaucoup de travaux de rapprochement, de comparaison sont donc nécessaires. D'autre part, un programme de développement local est un document la plupart du temps multi-sectoriel.

Un programme local de développement agit à la fois sur les équipements, sur la formation, sur l'enseignement, sur les infrastructures, sur les activités culturelles, etc...

En terme d'informations, on est donc amené à travailler sur une multitude de sources d'informations, de fichiers, ce qui prêche pour la mise en œuvre de systèmes d'information permettant des comparaisons entre zones géographiques, des rapprochements de données, des synthèses statistiques fondés eux-mêmes sur des systèmes d'identifiants communs qui permettent ces comparaisons et ces rapprochements.

Il convient de souligner enfin que ces confrontations, ces rapprochements, nécessitent, la plupart du temps, de disposer d'une information vraiment très synthétisée. On ne rapproche pas des données brutes entre elles, ou très rarement, ce que l'on cherche à rapprocher ce sont des indicateurs. Cela nous conduit à l'idée de tableau de bord d'indicateurs synthétiques qui permettent le rapprochement de la situation d'une zone de la situation d'une autre zone, les problèmes de tel secteur, des problèmes de tel autre secteur de même que leur suivi dans le temps.

Il y a donc nécessité de disposer en amont d'outils de traitement de l'information adaptés et extrêmement souples pour permettre ces travaux.

Une première conclusion que l'on peut tirer dans le domaine des systèmes d'information pour la planification est que ceux-ci demandent la souplesse avant la performance.

La gestion demande la performance : on répète très souvent la même procédure et, la répétant on cherche à la rendre aussi rapide que possible.

La planification, au contraire de la gestion, ne cherche pas forcément la performance. Elle exige une très très grande souplesse, de manière à pouvoir faire toutes les simulations, tous les rapprochements qui sont nécessaires.

Comme seconde conclusion, je voudrais souligner que l'information existante au niveau local, est relativement abondante mais qu'elle est difficilement accessible. Il y a des blocages à surmonter, mais ce n'est pas le plus important. Ce qui est le plus important et ce sera ma dernière conclusion, c'est la formation et l'information des hommes la mise à disposition d'une information adaptée en ce qui concerne les acteurs locaux. Et, en ce qui concerne les moyens informatiques, je ne me fais pas de souci, je suis persuadé, je sais qu'ils existent. Il suffit de les adapter à ces besoins nouveaux qui émergent et qui, surtout, s'élargissent en ce moment très rapidement.

REPRODUCTION PHOTOGRAPHIQUE

- agrandissements
- réductions
- remises à l'échelle en tous formats
- réductions/assemblages de plans à échelle imposée
- confection
- reproduction
- travaux spéciaux sur mosaïques topographiques
- travaux sur supports polyester
- typons offset tramés ou trait



PHOTO-REPROGRAPHIE PHOTO-CARTOGRAPHIE

LES APPLICATIONS DE LA REPRODUCTION TECHNIQUE

5, rue de la Véga
75012 PARIS

 **347.15.92**

HAUTE PRECISION

Colloque de Lille...

La chaîne numérique actuelle de l'IGN et son évolution à court terme

par Loïc PRESSENSE,
Chef du Service de Photogrammétrie
à l'Institut Géographique National

Après une bonne dizaine d'années d'études menées principalement par MM. Denegre et Gauthron, la production de cartographie numérique a commencé de manière significative en 1977 sous l'impulsion notamment de M. Cremon, alors chef du service des cartes aux grandes échelles de l'IGN.

Depuis cette date, plus de 500 000 hectares ont été couverts en France, pour l'essentiel par restitution photogrammétrique de prises de vue à 1:14 500 donnant lieu à des sorties graphiques à 1:5 000 et parfois 1:2 000 ou 1:10 000. Dans le même temps plus de 600 000 hectares ont été couverts à l'étranger, les échelles des prises de vue et les documents fournis étaient beaucoup plus variés (sorties graphiques allant de 1:500 à 1:10 000).

Cette production a été assurée avec les moyens suivants :

— 26 appareils de 1^{er} ordre (restituteurs analytiques comme le TRASTER de Matra, ou analogiques comme les Presa, Wild A10 et Planimat Zeiss) et 4 appareils de 2^e ordre (Wild B8), tous équipés d'enregistreurs,

— 2 systèmes interactifs Ferranti-CETEC avec consoles en mode vecteur (les logiciels d'application ont été développés à l'IGN),

— 2 tables traçantes de précision Benson 2532 de grand format.

L'évolution prévue à court terme porte essentiellement :

— sur l'utilisation de systèmes interactifs basés sur des consoles couleurs à balayage télévision connectées directement à l'ordinateur central,

— sur l'utilisation systématique de scanners (caméra à laser du système SEMIO) pour le traitement des signes de surface (trames, poncifs,...), puis plus tard pour le traitement des lignes.

PROJETS IGN DE BASES DE DONNÉES TOPOGRAPHIQUES

L'évolution des besoins internes de l'IGN (notamment pour la révision de la carte à 1:25 000), les demandes de plus en plus variées des utilisateurs et les progrès informatiques ont amené l'IGN à proposer à la Commission Nationale d'Informations Géographiques (CNIG) de couvrir le territoire national de bases de données saisies :

— par restitution photogrammétrique de prises de vues à 1:15 000 (1) pour environ 10 % du territoire, — le reste étant alors couvert par restitution de clichés à l'échelle de 1:30 000 (1).

Ces propositions sont le fruit d'une part de l'expérience acquise et d'autre part d'essais spécifiques qui montrent la vraisemblance et l'intérêt de ces projets. Il nous a paru intéressant de présenter ici les premiers résultats obtenus.

(1) Ces échelles de prises de vue ne sont pas figées, elles pourront en particulier varier suivant la nature de l'occupation du sol (1:20 000 au lieu de 1:15 000 par exemple).

1 — CHOIX DES ZONES TEST

Les documents issus de la base de données à 1:15 000 (BD 15 000) concernent la ville de Fontenay-Le-Comte (85), il s'agit de l'un des chantiers cartographié numériquement par l'IGN.

En ce qui concerne la base de données à 1:30 000 (BD 30 000), le choix s'est porté sur la région de Plouzané (29), car il s'agit d'une zone rurale assez peu chargée où la planimétrie est régulièrement répartie en surface. Cette zone est donc apparue comme assez facile à traiter et donc favorable pour un premier essai.

2 — PROCESSUS TECHNIQUE

2.1 Saisie des données

Le processus choisi est le même pour les deux bases de données : introduction d'un code après numérisation complète de chaque élément topographique (seuls les points caractéristiques sont enregistrés), les éléments numérisés concernent pour l'essentiel : la voirie, l'hydrographie, le bâti, la végétation et l'altimétrie.

La différence la plus importante entre ces deux bases de données concerne la saisie du réseau de voies de communication : pour la BD 30 000, on numérise uniquement l'axe de la voie, les éléments importants bordant cette voie (talus, rangée d'arbres...) étant introduits au système interactif après complément. Par contre pour la BD 15 000, on numérise indépendamment les deux bords de la voie ainsi que les éléments topographiques qui la bordent.

En ce qui concerne la précision de saisie de données : elle est de l'ordre de 0,4 m en planimétrie et 0,25 m en altimétrie pour la BD 15 000 et de 1 m en planimétrie et 0,6 m en altimétrie pour la BD 30 000 (il s'agit d'écarts types de pointé sur des points bien définis).

2.2 Traitement des données

Pour l'instant on a utilisé, presque sans changement, les logiciels mis au point pour les grandes échelles (2). Schématiquement : les coordonnées appareil sont transformées en coordonnées Lambert et les fichiers organisés à deux niveaux (éléments et points) et géographiquement (par couples de photographies). Tout ceci, après vérification des enregistrements et corrections logiques (suppression de points surabondants, remises en forme...).

Toutefois pour la BD 30 000, il a fallu prévoir au système interactif : l'introduction du code de viabilité des routes et la fermeture des surfaces boisées bordées par des détails linéaires. Il faut noter que, faute de temps, l'essai "Plouzané" n'a pas fait l'objet d'un complètement sur le terrain qui aurait été nécessaire (on a utilisé les données de la carte à 1:25 000 actuellement publiée).

3 — SORTIES GRAPHIQUES

3.1 Sorties issues de la BD 15 000

- (A) dessin à l'échelle de 1:10 000 allégé de certains thèmes (toponymie en particulier),
- (B) dessin à l'échelle de 1:5 000,
- (C) dessin à l'échelle de 1:2 000.

Pour la sortie à 1:2 000 en particulier, et bien que la précision de saisie des données planimétriques soit compatible avec cette échelle de sortie, on remarque nettement les défauts d'aspect dus au dessin automatique (en particulier cassures dans les arrondis) qu'il serait dangereux de corriger automatiquement.

3.2 Sorties issues de la BD 30 000

- (D) dessin à l'échelle de 1:25 000,
- (E) dessin à l'échelle de 1:10 000,
- (F) dessin à l'échelle de 1: 5 000.

Pour la sortie à 1:5 000, les voies de communication ont été dessinées automatiquement à deux traits, la largeur étant fonction du code de viabilité introduit. On remarquera que la précision de saisie planimétrique sur des détails bien définis est tout juste compatible avec une sortie à cette échelle.

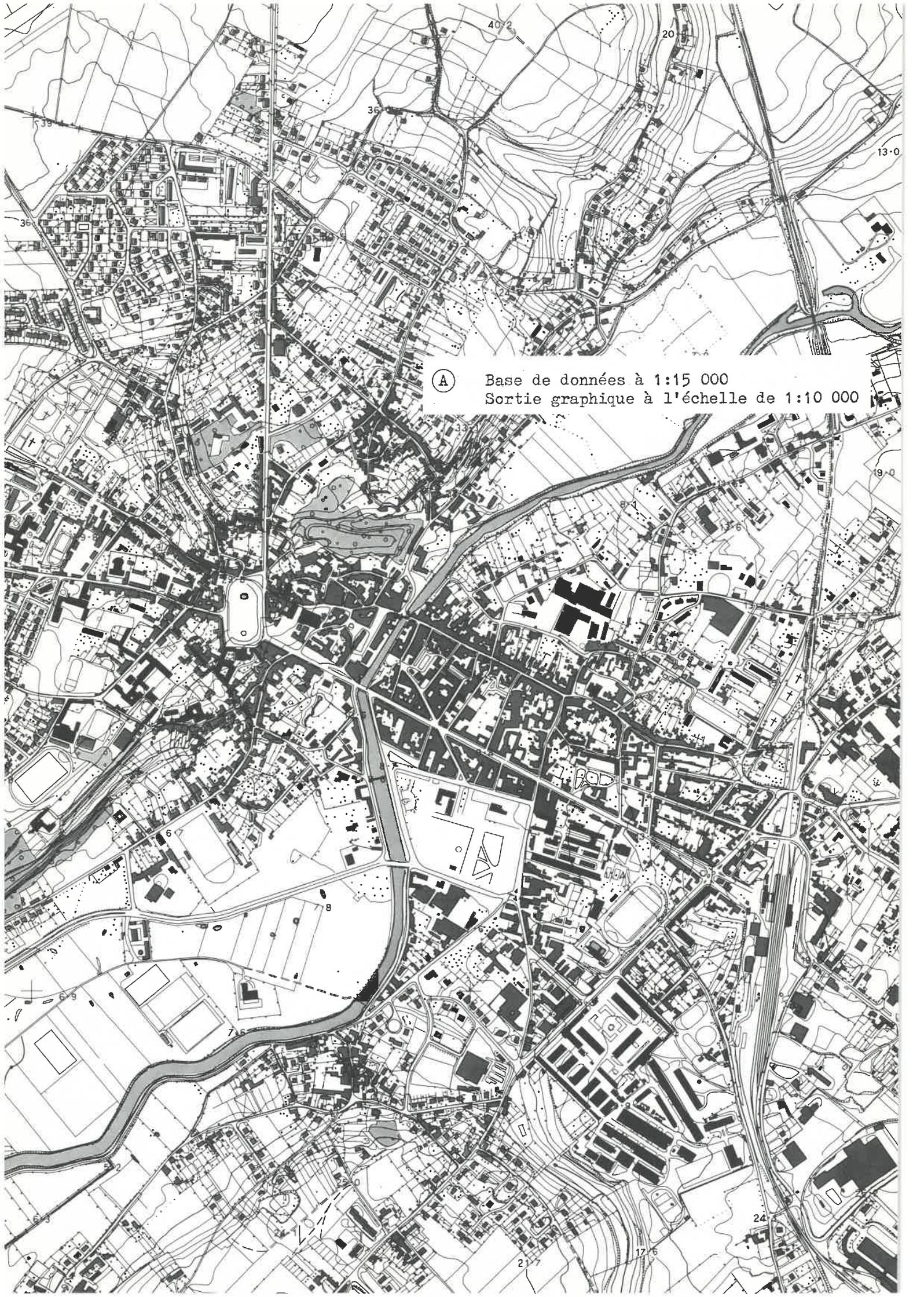
3.3 Toutes ces sorties (BD 15 000 et BD 30 000) ont été réalisées automatiquement soit sur traceur Benson, soit au système Semio (trames et poncifs). Seuls les toponymes, photocomposés automatiquement à partir du fichier existant, ont été disposés manuellement.

Par rapport à une cartographie classique, cette cartographie numérique apporte notamment les avantages suivants :

- gain important en précision planimétrique,
- économie de temps de rédaction compensant largement la charge supplémentaire de codage lors de la restitution,
- très grande souplesse d'utilisation :
 - dessin à des échelles diverses ou dans des découpages particuliers,
 - possibilité de modifier aisément les signes conventionnels,
 - possibilité de sélection de thèmes permettant des sorties par thèmes, des sorties en couleur,...

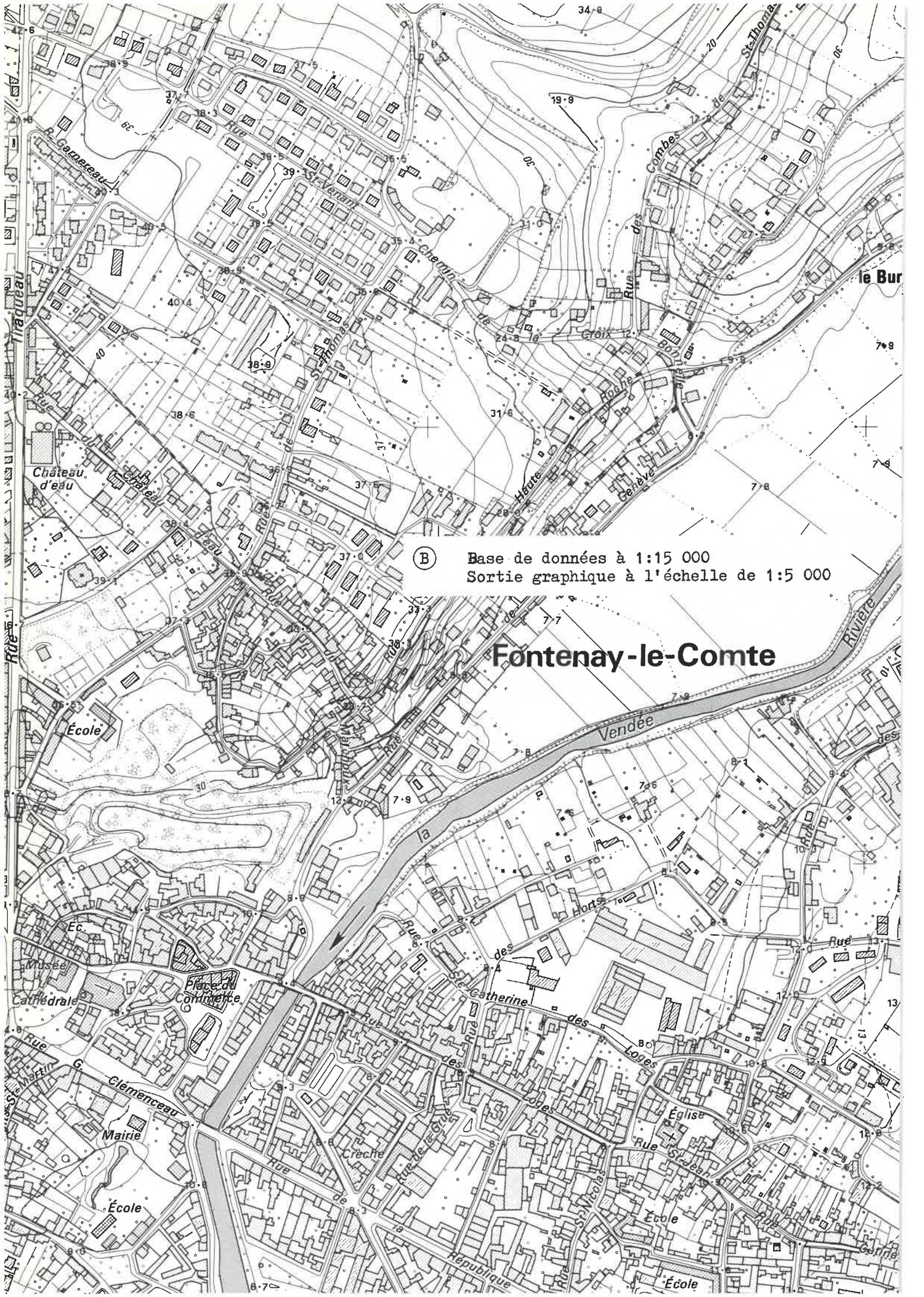
Quant à la création d'une véritable base de données localisées, elle ouvrira aux usagers bien d'autres possibilités d'interrogation ou de croisement avec d'autres données.

(2) Cela illustre bien leur souplesse.



(A)

Base de données à 1:15 000
Sortie graphique à l'échelle de 1:10 000

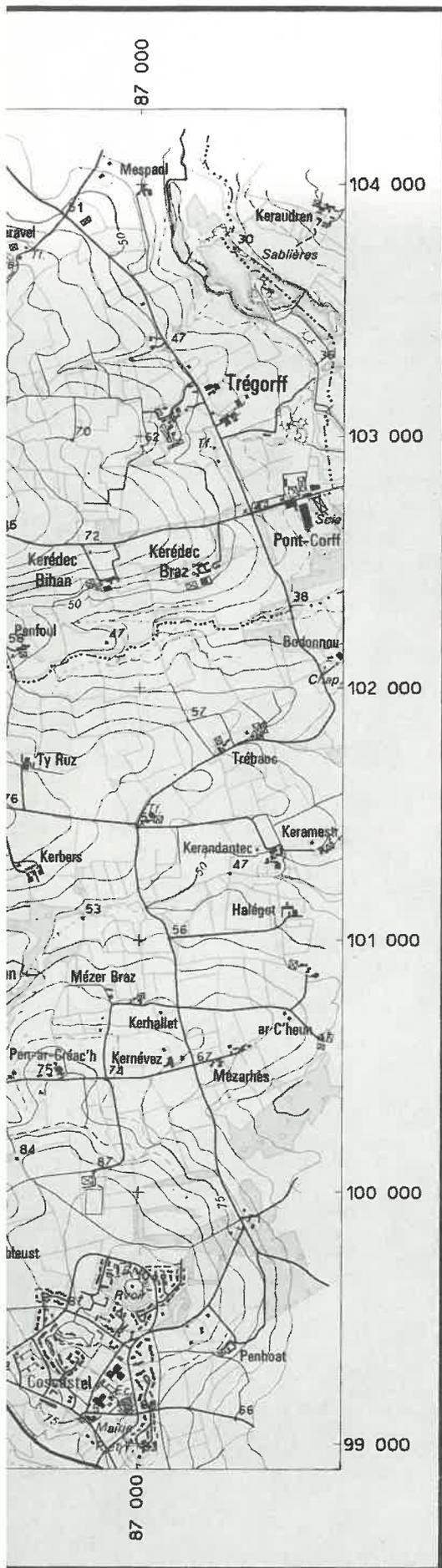


(B)

Base de données à 1:15 000
Sortie graphique à l'échelle de 1:5 000

Fontenay-le-Comte

CHANTIER EXPÉRIMENTAL
BASE DE DONNÉES À 1:30000

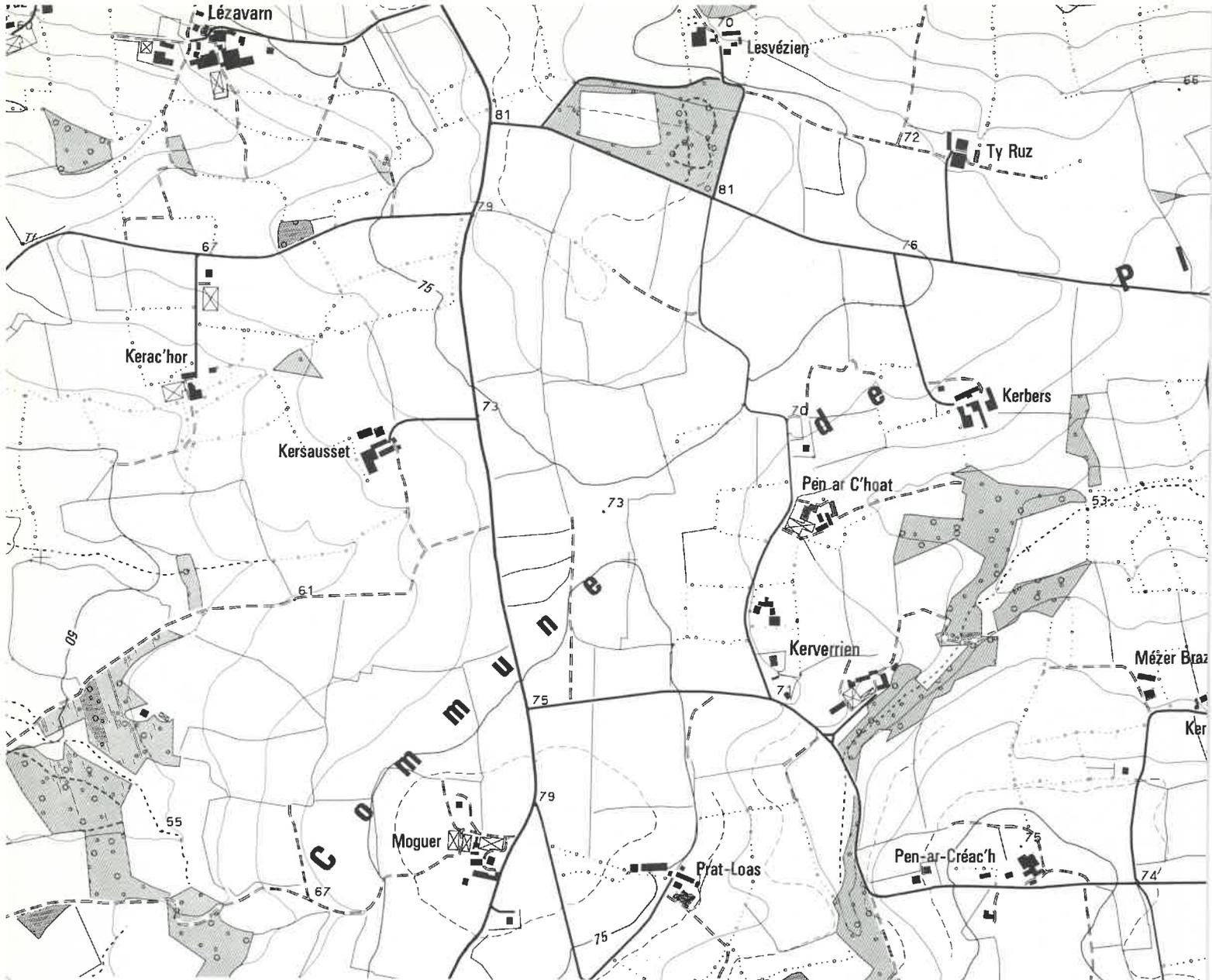


Levé photogrammétrique effectué par l'I.G.N. en 1982
Restitution numérique planimétrique et altimétrique
des photographies aériennes de 1980 à l'Échelle de 1:30000
Traitement informatique des données enregistrées
Dessin automatique
Les limites topographiques tracées ne sont pas représentatives
du parcellaire cadastral

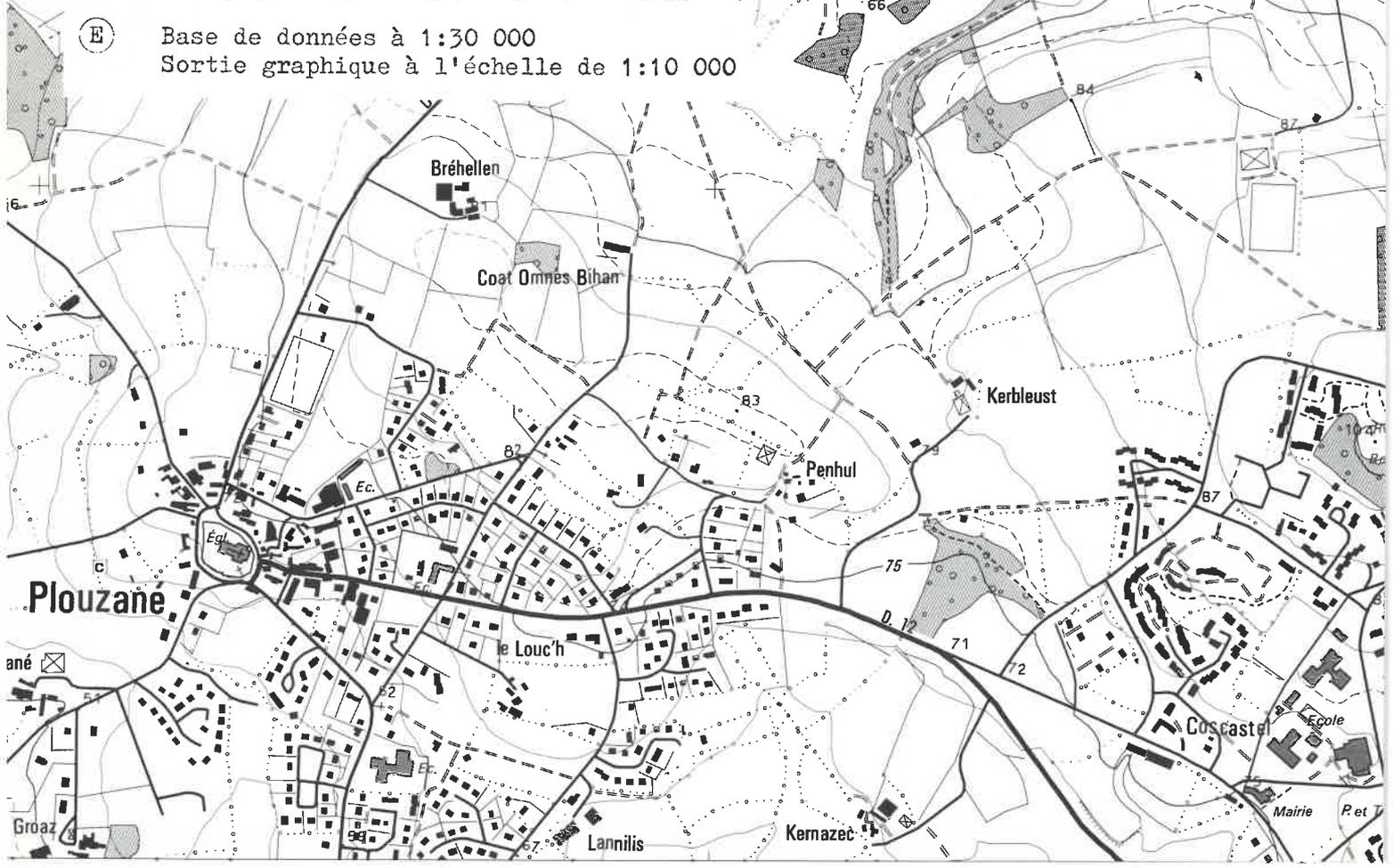
ÉCHELLE 1:25000

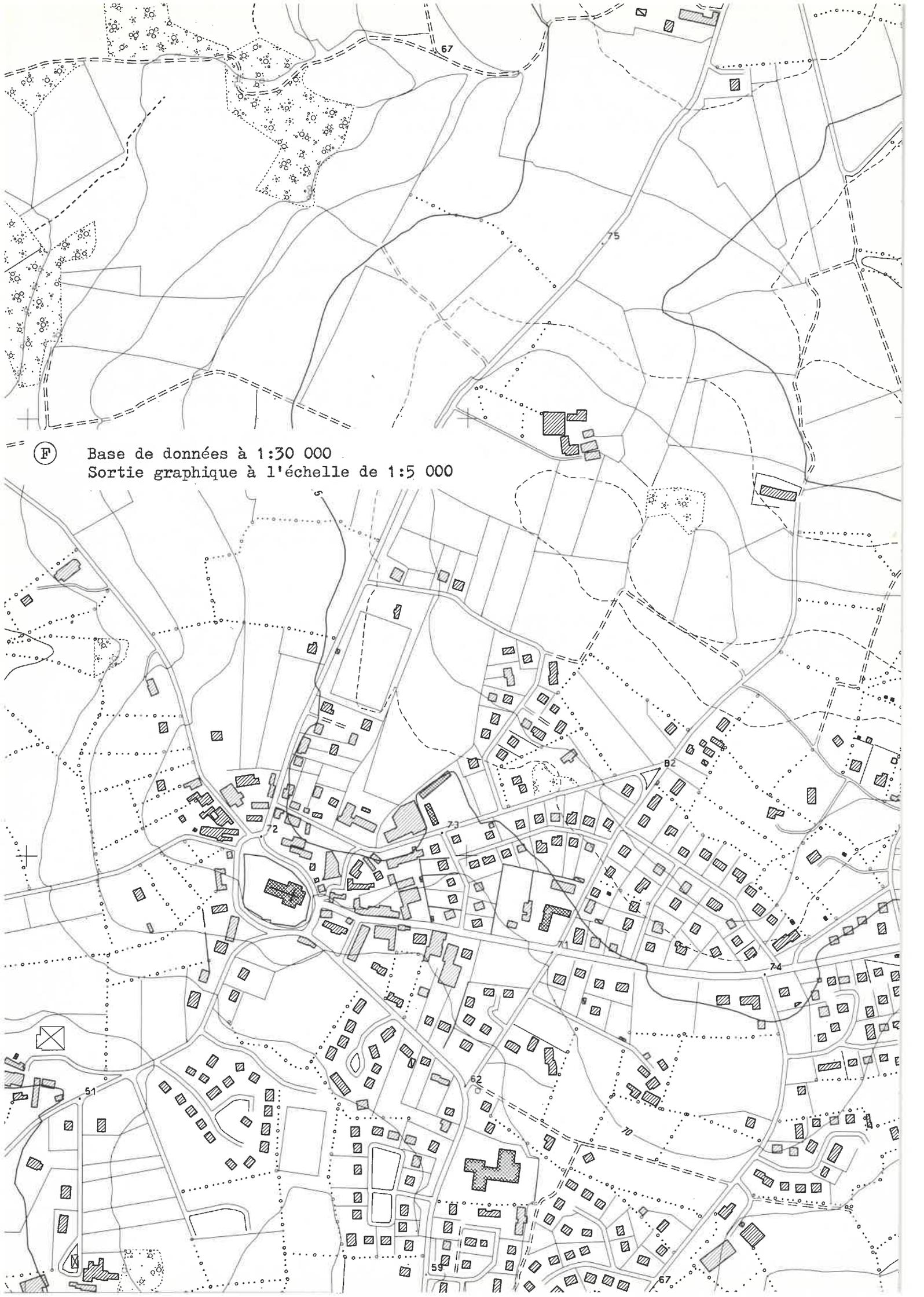
INSTITUT GÉOGRAPHIQUE NATIONAL
136 BIS RUE DE GRENELLE 75700 PARIS
© I.G.N. PARIS 1982. Toute reproduction ou adaptation
sous quelque forme que ce soit, même partielle,
interdite pour tout pays. Droits réservés pour tout pays.

Ellipsoïde de Clarke
Projection Lambert 1 Zone Nord
Nouvelle Triangulation
Quadrillage kilométrique
Altitudes Normales 'I.G.N. 1969'
Équidistance des courbes, 5 mètres



(E) Base de données à 1:30 000
Sortie graphique à l'échelle de 1:10 000





F

Base de données à 1:30 000
Sortie graphique à l'échelle de 1:5 000

NOUVEAU

LE Geodimeter® 136

Un tachéomètre aux fonctions supérieures
aux demandes normales.

NOUVEAU

LE PRIX

Proche de celui d'un ensemble théodolite +
distancemètre.

NOUVEAU

LES "SUPER-FONCTIONS" EN OPTION

Payez seulement les fonctions spéciales qui
vous sont utiles dans vos cas exceptionnels.



12
E
11
E
10
E
09
E
08
E
07
E

Ets GUIZOU
215, RUE DU ROUET
13008 MARSEILLE

LOCATION

notre parc d'instruments
topographiques
à votre disposition

 **91/79.41.41**



ne restez pas
en panne...

louez un appareil.

NIVEAUX
THEODOLITES
TACHEOMETRES
DISTOMATS D13S
LASERS

Expédition Express sur toute la France
Tarif location sur demande

CHOISISSEZ LA RENTABILITE TOTALE.

Avec le "GEODIMETER 136", nouveau système entièrement électronique, la mesure d'angle résulte de la lecture d'un signal intégré sur toute la surface d'un "cercle électronique". Les défauts de graduation, de centrage... des cercles classiques sont éliminés.

Doté d'un microprocesseur aux fonctions multiples, notamment chargé de corriger les calculs, les erreurs de collimation et de verticalité, le GEODIMETER 136 est conçu pour GAGNER DU TEMPS, AUGMENTER LA PRODUCTIVITÉ.

Grâce au tracking rapide, la distance horizontale s'obtient instantanément. (Elle est mise à jour 2,5 fois par seconde). Le prisme peut être déplacé de 4 mètres par seconde.

Le procédé est encore simplifié par le large faisceau et le signal audible.

Le GEODIMETER 136 peut être couplé directement aux enregistreurs de terrain GEODAT 122 et 124 ainsi qu'aux micro-ordinateurs ou calculatrices.

Toute personne utilisant le GEODIMETER 136 pour la première fois sera surprise de sa simplicité de manipulation. Le GEODIMETER 136 est bien l'appareil robuste au service de ceux qui recherchent la PRÉCISION et la RENTABILITÉ.

MESURE DE DISTANCES

Portée avec le prisme 571 (25 021) sous conditions : clair normal
1 prisme: 1000 m, 3 prismes: 1400 m,
6 prismes: 2000 m, 8 prismes: 2300 m

PRÉCISION

▽ Mesure standard
± 5 mm + 5 ppm) enlg.
▽ Tracking mesure rapide (jusqu'à 4 m/sec.
± 10 à 20 mm + 5 ppm) enlg.

TEMPS DE MESURE

10 sec.
▽ Tracking mesure rapide: 0,4 sec.

MESURE DES ANGLES

Précision ± 10" (ou 3") enlg.
Lecture ± 10" (ou 2")

DIVERS

Température ambiante de fonctionnement
- 20°C à + 50°C.
- 30°C sur demande

DIMENSIONS

230 mm x 280 mm x 350 mm

POIDS

8,5 kg

OPTIONS

Option 1

Longue portée 2 000 m avec 1 prisme 4 000 m avec 6 prismes

3 100 m avec 3 prismes 4 600 m avec 8 prismes

Option 2

Compensateur à deux axes

Élimine les erreurs de l'axe vertical

et de l'axe horizontal

Optimise la précision de la mesure

Option 3

Dénivelée en continu (R.O.E.)

Indications continues de ΔH (dénivelée)

Option 4

Unicom

Transmission unilatérale de la parole

depuis l'appareil jusqu'au réflecteur

Option 5

Communication bidirectionnelle

Données transmises du Géodat

des données

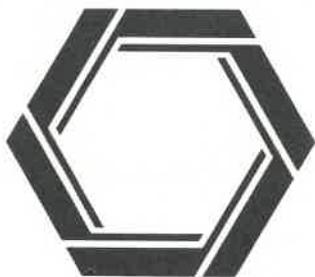
au Geodimeter 136

Les options doivent être précisées au moment de l'achat - elles ne peuvent pas être commandées séparément

AGA GEOTRONICS 12, avenue du 8-mai-1945 - 95200 SARCELLES - Tél. : (3) 990.45.98 - Téléx 695 740 F

Appel gratuit Téléphone vert service après-vente : 16 (05) 30.45.98

Publicité J.C. MOREAU - 848 98.87



AERIAL

*PRISES DE VUES AERIENNES
pour la photogrammétrie,
la photo-interprétation,
les études,
l'information...*

PHOTOTHEQUE

*REPROGRAPHIE DE PRECISION
pour la cartographie,
le dessin,
les arts graphiques...*

Z.I. D'AIX-EN-PROVENCE
13763 LES MILLES CEDEX
Tél. (42) 60.05.45
Télex Aéromap 401 140 F

GAZETTE DE L'AFT

Calendrier 1984 à... 1992

Afin que nul n'en ignore les dates...

NATIONAL

LE CREUSOT

18-19 mai 1984 - 10^e Colloque Technique sur "La Topométrie Industrielle".

BORDEAUX

21-27 mai 1984 - Congrès National des Géomètres-Experts.

PARIS

entre le 19 et le 2 septembre 1984 - Rencontre AFT au SICOB.

6-7-8 décembre 1984 - 1^{er} Congrès International de l'AFT à la Maison des Centraux

BREST

1985 - 2^e quinzaine de mai - 11^e Colloque Technique sur "La Bathymétrie".

INTERNATIONAL

PARIS - UIG

27 au 31 août 1984 - Congrès International de Géographie.

PARIS - UNESCO

Août 1984 - Symposium sur l'Enseignement

PROGRAMMES DES ASSOCIATIONS INTERNATIONALES JUSQU'EN 1992

ANNÉES	Fédération internationale des Géomètres — F.I.G. —	Association internationale de Cartographie — I.C.A. —	Société internationale de photogrammétrie et de Télédétection — I.S.P.R.S. —	Association internationale de Géodésie — I.A.G. - (I.U.G.G.) —
1984	Comité Permanent 8-11 octobre à Tokyo Japon (Tokyo)	A.G. en Australie Perth août 84	Congrès au Brésil Rio de Janeiro 17-29 juin 84	
1985	Comité Permanent en Pologne (Varsovie)	Comité Exécutif		
1986	Congrès de Toronto (CA) du 1 ^{er} -11 juin	Comité Exécutif	Symposium	
1987	Comité Permanent en Norvège (Oslo)	Congrès à Mexico		Congrès
1988	Comité Permanent en Australie	Comité Exécutif	Congrès	
1989	Comité Permanent	Conférence Technique		
1990	Congrès à Helsinki	Comité Exécutif	Symposium	
1991	Comité Permanent	Congrès		Congrès
1992	Comité Permanent	Comité Exécutif	Congrès	

6-8 DECEMBRE 1984

1er Congrès international

sur

LA TOPOGRAPHIE DU FUTUR

à

PARIS

PARIS

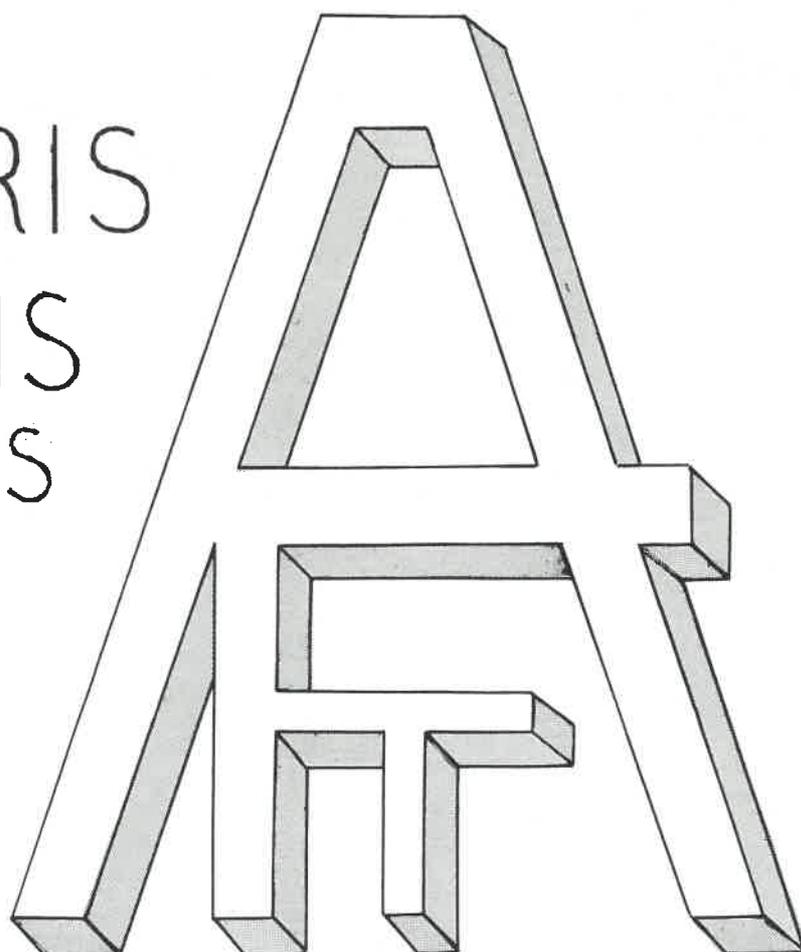
PARIS

PARIS

PARIS

PARIS

PARIS



ORGANISE PAR L'ASSOCIATION FRANÇAISE DE TOPOGRAPHIE

- Nouvelles de la FIG -

La Fédération Internationale des Géomètres est administrée jusqu'en 1991 par les Bureaux suivants :

- 1982 à 1984 - Bulgarie - pour mémoire.
- 1985 à 1987 - Canada - Congrès à Toronto en 1986.
- 1987 à 1991 - Finlande - Congrès à Helsinki en 1990.

Composition du Bureau Canadien (1985 - 1987)

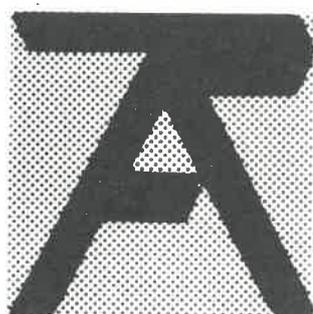
- Président de la FIG : M. Charlie Weir - CA
- Vice-Président, Groupe A : M. T.W.D. Mac Culloch - CA
- Vice-Président, Groupe B : M. I.S. Katzarsky - BG
- Vice-Président, Groupe C : M. Juha Talvitie - FI
- Secrétaire Général : M. C.W. Youngs - CA
- Trésorier : M. G. Girard - CA
- Directeur du Congrès : M. D.E. Daykin - CA

Présidents des Commissions Techniques

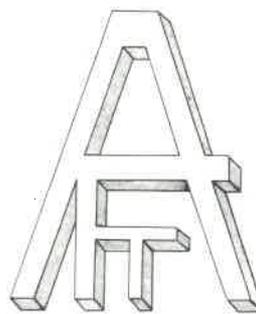
- N° 1 - N. Franklin - US
- N° 2 - S. Härmälä - FI
- N° 3 - G. Eichhorn - DE
- N° 4 - J.G. Riemersma - NL
- N° 5 - R.O Coke - NG
- N° 6 - A. Detrekoi - HU
- N° 7 - A. Hopfer - PL
- N° 8 - J. Hippenmeyer - CH
- N° 9 - C.W. Jonas - GB

M. Jacques Tassou (FR) est nommé Secrétaire Permanent de la Commission 1 relative à l'exercice de la profession, son organisation et ses bases juridiques.

Choisissez le sigle de l'AFT...



1



2

Mais vous pouvez aussi adresser d'autres propositions qui seront les bienvenues

Les nouveaux membres

1029	DUCLoux Jean	94	1044	Société C3C	91	1059	JEUNE Reynal	
1030	KASSER Michel	94	1045	GUICHARD Jean-Luc	21	1060	Direction du Cadastre et de la Topographie Congo	
1031	SERRE Roger	94	1046	NOËL Alain	21	1061	Lycée Technique d'État La Martinière	69
1032	LECOMTE Gérard	59	1047	VUATTOUX Claude	88	1062	DELEUZE Patrick	75
1033	LAMY Daniel	54	1048	GILLOTTE Henri	77	1063	BENECH Gérard	67
1034	BERRIT Antoine	92	1049	MORLOT Jean-Jacques	97	1064	KLEIN Philippe	Belgique
1035	ESTEL Alain	Andorre	1050	PÉAUD Joël	973	1065	HOURIA Zine	Algérie
1036	FOGELSTROM Anders	95	1051	DURAND Lucien	93	1066	VATRÉ Jean-François	17
1037	DEIBER Guy	77	1052	TURC François	38	1067	MARNEFFE Christian	Belg.
1038	LACROIX Gabriel	94	1053	NARDI Serge	Cameroun	1068	de CERTAINES	
1039	MONTAGUT Claude	95	1054	SEVESTRE Philippe	34		Tanneguy	69
1040	DELAPORTE Édouard	92	1055	DOURIEU Jacques	40	1069	ROBLOT Yves	14
1041	JOUSSELIN Jean-Claude	44	1056	Sté d'Études Techniques	36			
1042	BAH Constantin	Bénin	1057	LAENEN Jean-Paul	95			
1043	TALIBART Alain	35	1058	LANEAU Philippe	51			

... emploi... emploi... emploi... emploi...

Rubrique gratuite réservée aux membres de l'AFT

DEMANDE D'EMPLOI

• Géomètre-Topographe, 33 ans, formation technicien FPA (1975), 7 années d'expérience comme chef de brigade dans des cabinets d'experts, plus formation en informatique : BTS informatique option petits systèmes (1983). Recherche emploi dans cellule informatique d'une société ou d'un service topographique pour travaux d'analyse, programmation, France ou Étranger. S'adresse à :

M. Émile GUILLOIS
38, rue du Val
22400 LAMBALLE
Tél. : (96) 31.34.81

• Cabinet d'études Topographiques et de Cartographie, étudie toutes propositions de travaux en sous-traitance. Contacter :

M. Philippe RAIA,
8, place Mirabeau
95230 SOISY-SOUS-MONTMORENCY
Tél. : (3) 989.72.55

OFFRE D'EMPLOI

• Sous réserve d'une création de poste, le lycée de Brétigny-sur-Orge recherche pour la rentrée de septembre 1984 un professeur de Topographie pour enseigner au niveau Brevet de Technicien. Les candidatures doivent être envoyées rapidement au Secrétariat du Proviseur.

M. J.-P. TIMBAUD
Lycée Technique
4, rue Henri-Douard
91220 BRETIGNY-SUR-ORGE

STAGES

• 8-11 mai 1984, stage de Tachéométrie Électronique du CREUFOP à l'IUT de Nîmes. Renseignements :

Catherine Maury,
CREUFOP,
99, avenue d'Occitane,
34075 MONTPELLIER Cedex
Tél. : (67) 63.48.03

... nouvelles... nouvelles... nouvelles...

Région Rhône-Alpes

• Visite du barrage de Villerest le 10 novembre 1983

Le barrage de Villerest 5 km en amont de Roanne, régularise la Loire. Le 10.11.1983 l'AFT-Lyon a réuni une vingtaine de membres ou de stagiaires géomètres pour le visiter avec un commentaire de MM. Merk et Trouillet, ingénieurs EDF, sur respectivement les caractéristiques spéciales du barrage, et les interventions des géomètres du service topographique de la Région d'Équipement Alpes-Lyon EDF. C'est l'État le propriétaire du barrage, mais il a pris EDF comme maître d'œuvre. Ainsi par contrat les eaux de la Loire servent en priorité, pour maintenir un étiage convenable l'été ; elles sont maintenues à un niveau de remplissage partiel en amont du barrage pour amortir les crues. EDF turbine le débit calculé par un ordinateur situé à Orléans, en tenant compte du régime d'écoulement, constaté et prévu, des affluents du bassin de la Loire. Les communes rive-

raines de la retenue, installent des équipements touristiques subventionnés, pour réserver aux loisirs le plan d'eau en dernier ressort.

M. Toquet a demandé à son adjoint M. Trouillet, qui a fait la triangulation du site et assure les auscultations, de fournir les explications professionnelles intéressantes la topographie, en particulier les interventions de topométrie de haute précision concernant la géométrie des vannes.

• Visite de l'usine Pernod solaire le 28 octobre 1983

L'usine Pernod solaire, visible 2 km au sud de l'échangeur "Porte de Lyon", à l'ouest de l'autoroute A 6, a vivement retenu l'attention d'un groupe de visiteurs réuni par l'AFT Rhône-Alpes, le 28 octobre 1983 (MM. Cherel, Alajouanine, Rogéré, Chatelard, Pillet, présents de gauche à droite sur la photographie ci-contre prise par M. Nussbaumer).



Bien des bureaux d'études de géomètres se sont intéressés à l'énergie solaire : par exemple le cabinet Rosina (Brottes successeur) avait construit et chauffé intégralement ses locaux par géothermie solaire, malgré l'altitude de 1 000 m au Chambon-sur-Lignon (Haute-Loire). Pernod SA a préféré conserver la moitié de la consommation d'énergie de l'usine sous la forme habituelle pour obtenir le meilleur compromis en rentabilité, en fonction de l'ensoleillement local.

La visite, guidée par M. Chapel, nous montre la fabrication la plus moderne assistée par ordinateur de différents spiritueux, avec des présentations initiale et finale de films, et sur place dans les ateliers des projections explicatives de diapositives couleurs en rapport avec l'activité locale. C'est un modèle de relations publiques attirant beaucoup.

Communiqué

Visite par l'AFT Rhône-Alpes le vendredi 15 juin 1984 du Métro de Lyon. Rendez-vous à 14 heures

salle de chantier de la Semaly, située dans le jardin bordant le Rhône, quai Victor Augagneur, près du pont de la Guillotière, Lyon (VI). Après un exposé de M. Daniel Lourd, Ingénieur géomètre ESGT sur le système laser de pilotage Zollmann, le groupe AFT ira visiter la mise en œuvre du tunnelier installé pour la réalisation d'une galerie de grand diamètre, par la méthode du bouclier à bentonite, creusant sous la nappe phréatique dans des alluvions très perméables, pour la première fois en France.

Vers 16 heures, retour à la salle de chantier de la Semaly pour la réunion de l'Assemblée Générale de la région Rhône-Alpes de l'Association Française de Topographie, avec comme ordre du jour l'élection du Bureau & du Président Régional ; compte rendu financier ; compte rendu d'activités régionales avec le report à l'automne 1984 du projet AFT de visiter les tours de réfrigération atmosphérique de la centrale EDF du Bugey, avec les explications de M. André Toquet. Les visites sont gratuites mais réservées aux personnes qui se sont inscrites auprès de l'AFT, 108 bis, rue Hénon, 69004 Lyon. Tél. : (7) 830.80.50.

Région Bretagne-Pays de Loire

La Région Bretagne-Pays de Loire a organisé une visite du Centre d'Électronique de l'Armement (CELAR) à Bruz près de Rennes. Journée non-stop pour les participants puisque la visite commencée à 10 h s'est terminée à 16 h.

Avec l'aimable autorisation de M. Goasampis, chargé des relations publiques, quelques éléments des documents remis aux participants sont repris ci-dessous.

Le CELAR dépend de la Direction Générale de l'Armement.

La DGA (environ 75 000 personnes) est l'organisme unique de la Défense chargé de fournir aux armées françaises les matériels dont elles ont besoin.

Le CELAR comprend actuellement 759 personnes dont 1/3 d'ingénieurs. Sa compétence est affirmée dans 4 domaines :

- **Évaluation et simulation de systèmes** : exécution, au profit des services techniques ou des établissements de la DGA, d'analyses de systèmes (de communication, de systèmes d'armes, de systèmes de commandement, d'observation et de détection). Ces analyses utilisent des méthodes de simulation sur calculateur, avec ou sans intervention d'éléments réels du système.

- **Essais de matériels électroniques et de composants**

Ces activités qui se font en laboratoire ou sur le terrain et qui comportent des essais électriques et des essais en environnement physique (climatique, mécanique) concernent :

- les matériels de détection électromagnétique ou optoélectronique,
- les matériels de télécommunications,
- les équipements de télécommunications par satellite,

- les composants électroniques, électromécaniques et optoélectroniques,
- les appareils de mesures électroniques.

- **Informatique - Conseil et évaluation**

Le CELAR offre une assistance technique à tous les responsables et à tous les utilisateurs de l'informatique dans le ministère de la Défense.

Il intervient dans :

- l'étude d'avant-projets, l'établissement de spécifications et le choix de systèmes informatiques,
- les mesures de performances d'ensembles informatiques,
- l'évaluation des matériels informatiques et des logiciels,
- la mise en place de réseaux d'ordinateurs.

- **Centre de calcul scientifique de l'armement**

Le centre de calcul a pour mission de fournir des moyens de traitement informatique puissants à l'ensemble du ministère de la défense et aux sociétés travaillant à son profit. Son orientation principale est scientifique.

Après une présentation d'ensemble de l'établissement la visite a été principalement axée sur la Division Évaluation et simulation de systèmes où les participants ont pu apprécier des réalisations tout à fait remarquables :

- numérisation du territoire français dans le cadre d'un groupement européen,
- traitement d'images,
- génération synthétique d'images,
- simulation de combat aérien.

En matière de visualisation perspective de terrains numérisés les topographes ont pu percevoir ce qui, demain, sera peut-être leur quotidien.

J. T.

NOUVELLES DES COMMISSIONS

La Commission d'enseignement de l'AFT s'est tenue le 18 janvier 1984 dans une salle de réunion de la direction générale de l'IGN à Paris. Une douzaine de membres étaient présents.

M. d'Hollander présente la réunion qui a eu lieu au sujet de la création du BTS de géomètre topographe. Cette commission préliminaire n'avait fait appel qu'à des utilisateurs potentiels des futurs possesseurs de ce BTS. La liste de ces utilisateurs avait été communiquée par la commission enseignement à M. de Preester.

Le but de cette première réunion était de connaître ce que devait savoir un "futur BTS". Cette amorce de discussion aboutira par la suite à la consultation

d'enseignants pour étudier la façon d'introduire le savoir requis dans l'enseignement.

La commission a d'autre part repris ses travaux sur la normalisation des notations, pour lesquels une publication en dix chapitres est prévue, avec glossaire final. Six groupes de travail ont été formés sur les sujets suivants : nivellement - calcul topométrique - lever à la planchette - canevas - mesurage des distances - topométrie numérique.

La rédaction d'XYZ note le souhait de la commission d'ouvrir les colonnes de la revue aux élèves des écoles de topographie pour des comptes rendus de stages ou de travaux, et l'accueille avec faveur.

PARDI LES LIVRES...

Aux Éditions Eyrolles : Topographie appliquée aux Travaux Publics - Bâtiments et Levers Urbains par L. Lapointe (AFT 190) et G. Meyer (AFT 884).

La première partie de ce livre est consacrée aux bases de la topographie générale et plus particulièrement aux connaissances nécessaires à la bonne exécution des travaux de topographie à grande échelle..

Le sommaire de cette initiation à la topographie et à la topométrie comprend les parties essentielles suivantes : définitions de termes, généralités sur les cartes et plans, notions sur les fautes et erreurs, défauts instrumentaux, méthodes d'observation des angles, mesure directe et indirecte des longueurs, tachéomètres autoréducteurs et électro-optiques, nivellement direct et indirect, représentation plane de la surface terrestre, canevas de base, polygonaion et lever de détails, calculs topométriques. De nombreux exem-

ples concrets d'observations et de calculs sont donnés dans le texte et en annexe.

La deuxième partie est consacrée à l'application de la topographie aux travaux publics, bâtiments et levers urbains.

Le sommaire en est le suivant : procédés généraux d'implantation avec ou sans instrument, implantation de routes, profils et cubatures, implantation de bâtiments et ouvrages d'art, auscultation d'ouvrages, particularités des levers urbains, voirie et réseaux divers, notions de photogrammétrie appliquée au génie civil.

Cet ouvrage a un caractère à la fois théorique et pratique. Il a été rédigé à l'intention des élèves géomètres, des techniciens des travaux publics, du bâtiment, des services techniques municipaux enfin de tous ceux qui sont confrontés aux travaux de lever de plan, de nivellement et d'implantation.

Si vous passez par là, allez donc parcourir... Le secteur de la Mensuration au Musée Technorama de Winterthur que vous présentent...

*J.-Ph. AMSTEIN, F. BRANDENBERGER, H. DUPRAZ, M. GURTNER
avec la collaboration des firmes KERN et WILD*

Le Technorama Suisse de Winterthur, en ouvrant ses portes le 8 mai 1982, a pris sa place parmi les grands musées suisses.

Huit secteurs : Energie, Foyer et Loisirs, Matériaux, Textiles, Chimie, Automation, Physique et Génie Civil, occupent 6 000 m² d'exposition dans un bâtiment très moderne et spécialement conçu à cet effet.

Cette initiative avait vu le jour à Winterthur en 1947 déjà, grâce à la création d'une Société pour un Musée technique suisse. En 1969, la Fondation Technorama Suisse prenait le relais et réalisait le concept actuel du Technorama grâce à l'aide de la Confédération, du canton de Zürich, de la ville de Winterthur et de nombreux autres milieux ; les Écoles polytechniques et l'économie y sont largement représentées.

Selon ses statuts, la Fondation "s'occupe de toutes les sciences et techniques et de leurs effets sur la société humaine". On peut préciser plusieurs de ses buts :

- conserver un patrimoine culturel important, constitué de prototypes ou de réalisations techniques développées en Suisse, et qui ont fait la renommée de notre industrie,

- expliquer la science et la technique d'une façon claire, compréhensible à tous, et familiariser chacun avec les réalisations techniques présentes dans la vie quotidienne,

- susciter des vocations en intéressant les jeunes, garçons et filles, à la science et à la technique.

A l'instigation de plusieurs personnalités de notre profession, notamment de l'ancien directeur de l'Office Fédéral de la Topographie, Monsieur E. Huber, une surface de 150 m², située dans le secteur de la physique, fut réservée à la "Mensuration". Fin octobre 1981, une première séance permit de fixer le cadre général de cette exposition, et de créer un groupe de travail avec des représentants de la Direction Fédérale des Mensurations, de l'Office Fédéral de la Topographie, des Écoles et des firmes Kern et Wild. Il restait 5 mois jusqu'à l'ouverture du Technorama ! Il fallait faire vite. En janvier, le projet détaillé

était sur pied ; à fin mars, nous commençons à livrer et à monter nous-mêmes une grande partie du matériel d'exposition. Le jour de l'inauguration le 8 mai 1982, notre secteur était l'un des seuls du musée à être pratiquement achevé.

En parcourant ce secteur, le visiteur se familiarisera avec les principales techniques de la mensuration. Une trentaine de vitrines présentent une belle collection d'instruments anciens et modernes, et expliquent les techniques utilisées. Plusieurs manipulations rendent la visite plus attractive ; le visiteur peut effectuer lui-même des mesures d'angles, de nivellement ou de distances, admirer des vues aériennes en vision stéréoscopique ou "participer à un vol photogrammétrique" grâce à un simulateur de chambre de prises de vues aériennes. Malheureusement, les très nombreux dégâts occasionnés — parfois volontairement — par les visiteurs nous ont obligés à protéger les instruments, et les manipulations ne laissent pas toujours autant de liberté de jeu que nous le souhaitions.

Tous les textes de notre secteur sont rédigés en allemand, en français et en italien (ce qu'a relevé avec grand plaisir un journal tessinois !). Des informations plus détaillées sont diffusées par des écouteurs individuels, également dans les trois langues. La bande lumineuse verte des vitrines rappelle que la Mensuration est rattachée au secteur de la Physique. Toutes les vitrines de la Mensuration sont marquées d'un symbole représentant un théodolite fortement stylisé. La disposition des lieux ne permettait pas un parcours rigoureusement logique de l'exposition. C'est pourquoi un guide, actuellement en préparation, sera distribué au visiteur pour l'aider dans sa visite, et comme document "à relire à la maison". Un panneau d'introduction explique que fondamentalement, c'est par des mesures d'angles, de distances, et de différences d'altitude que le géomètre détermine la position relative de repères formant un réseau, dont la taille peut recouvrir plusieurs pays, ou au contraire un espace très restreint, selon qu'il s'agit de déterminer la forme et la dimension de notre planète (mensuration de la Terre), d'établir la cartographie d'un pays (mensuration cadastrale) ou de mesurer des ouvrages d'art (mensuration technique et industrielle).

Algorithmes et programmes

par Joël VAN CRANENBROECK
Géomètre-Expert Immobilier

1 — PRÉSENTATION

L'application du principe des "moindres carrés" ou somme des carrés minimale, dans nos travaux, implique nécessairement dans une première phase la pose d'équations d'observation, la formation du système d'équations normales et la résolution de celui-ci, dans une seconde phase la formation de la matrice de covariance et l'estimation de l'écart-type de l'unité de poids. A partir de cette matrice covariance on peut aussi rechercher les vecteurs propres de celle-ci et déterminer les éléments des ellipses de dispersion des valeurs recherchées. (Distribution binormale).

Avec l'apparition sur le marché de micro-ordinateurs de faible capacité (16 K) il était intéressant au point de vue formel d'utiliser des algorithmes permettant de réduire le nombre de mémoires normalement affectées.

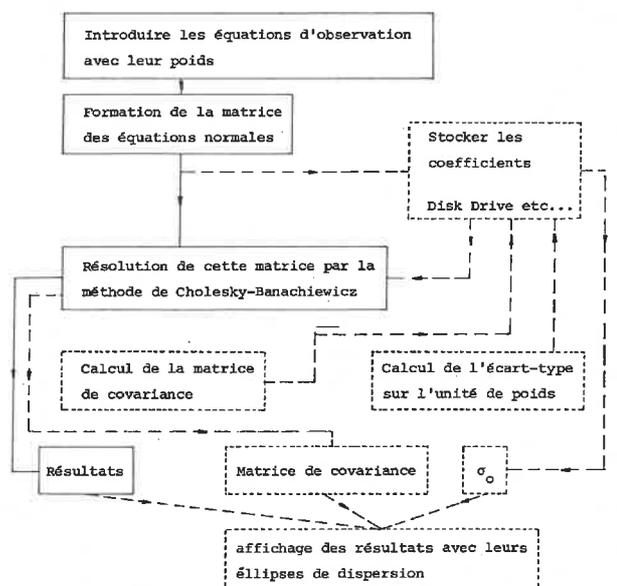
A ce titre la méthode de Cholesky-Banachiewicz répondait parfaitement à ce souci d'économie. Nous renvoyons le lecteur davantage intéressé à la bibliographie.

Nous avons donc essayé de dégager "l'algorithme" à partir d'exemples de cette méthode faute d'en disposer. Une fois celui-ci au point et testé le programme fut vite écrit.

Pour l'anecdote, comme la configuration originale du micro-ordinateur dont nous disposions (ZX-81 de Sinclair) était de 1 K (!) nous avons dû construire ce programme par petit morceau et le tester une fois pour toutes dans "l'arrière boutique" d'un représentant d'ordinateur qui a bien voulu nous prêter un Ram de 16 K.

Enfin, cela tourne bien, même très bien...

Des collègues disposant d'unités de calcul plus importantes et plus complètes (Disk Drive...) pourrait peut-être en tirer davantage parti. Le langage utilisé est bien sûr le Basic assez restreint du ZX-81, mais très clair pour celui qui recherchera les mécanismes.



----- réalisé sur ZX 81-16 K

----- à réaliser avec un collaborateur mieux équipé ... offre lancée

ESSAI D'ORGANIGRAMME

2 — FORMULES

Rappel de la méthode de Cholesky-Banachiewicz

La méthode de résolution de Cholesky est directement apparentée à la méthode de Gauss-Doolittle et mène à un algorithme très analogue. On épargne environ une moitié des écritures en utilisant le fait que dans le tableau d'élimination classique, les groupes de deux lignes sont formés d'éléments proportionnels.

Dans la méthode de Cholesky, chaque paire de lignes est remplacée par un ligne unique, qui en est la moyenne proportionnelle. Par exemple, les deux lignes :

$$a_1 \ b_1 \ c_1 \dots$$

$$1 \ b_2 \ c_2 \dots \text{ où } b_2 = b_1 : a_1$$

$$c_2 = c_1 : a_1$$

$$\dots = \dots$$

sont remplacées par la ligne :

$$\sqrt{a_1} \sqrt{\frac{b_1}{a_1}} \sqrt{\frac{c_1}{a_1}}$$

et dans les calculs, les produits tels que $b_1 c_2 = b_2 c_1$ sont effectués par

$$\frac{b_1}{\sqrt{a_1}} \cdot \frac{c_1}{\sqrt{a_1}} = \frac{b_1 c_1}{a_1} = b_1 c_2 = b_2 c_1$$

Le tableau devient :

1	2	3	4	11
	5	6	7	12
		8	9	13
			10	14
15	16	17	18	19
	20	21	22	23
		24	25	26
			27	28

et les calculs sont les suivants :

$$15 = \sqrt{1}$$

$$16 = 2:15$$

$$17 = 3:15$$

$$18 = 4:15$$

$$19 = 11:15$$

$$20 = (5 - 16.16)^{1/2}$$

$$21 = (6 - 16.17):20$$

$$22 = (7 - 16.18):20$$

$$23 = (13 - 16.19):20$$

$$24 = (8 - 17.17 - 21.21)^{1/2}$$

$$25 = (9 - 17.18 - 21.22):24$$

$$26 = (13 - 17.19 - 21.23):24$$

$$27 = (10 - 18.18 - 22.22 - 25.25)^{1/2}$$

$$28 = (14 - 18.19 - 22.23 - 25.26):27$$

$$X_4 = (28):(27)$$

$$(24) X_{34} + (25) X_4 = (26) \text{ d'où } X_3 = \dots \text{ etc}$$

Méthode de Cholesky-Banachiewicz par Monsieur le Professeur P.-L. Baetsle dans Tribune des Jeunes D8 n° 462, page 144 (La Tribune des Jeunes est une annexe au Bulletin trimestriel de la Société Belge de Photogrammétrie et de Télédétection).

Si théoriquement il n'y a pas beaucoup de discordance entre la méthode de Gauss-Doolittle et celle de Cholesky-Banachiewicz en pratique cette méthode a de sérieux atouts.

En effet, la substitution peut se faire directement dans les mémoires pas par pas au lieu de devoir générer une autre ligne comme dans la méthode de Gauss.

Il faut évidemment prendre des précautions de signe, puisque pour obtenir des produits négatifs à partir d'une seule équation, il convient en principe d'affecter les coefficients du symbole $i = \sqrt{-1}$ (complexes).

Le cas où un terme diagonal de la matrice des équations normales est nul se trouve lors d'observations indirectes liées par des équations de condition.

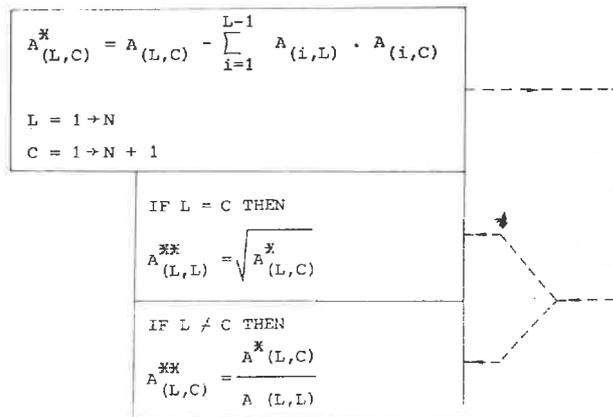
Nous utiliserons dans ce cas l'artifice suivant qui consiste à rendre conditionnelle l'équation d'observation en l'affectant d'un poids infini ! (si $0,1 \leq p \leq 10$, $p = 10 \rightarrow$ poids infini, $p = 0,1 \rightarrow$ poids légal à zéro) (p déterminé à 10 % près).

FORMULES

Si l'on a un tableau du genre :

A(11)	A(12)	A(13)	...
A(22)	A(23)	...	
A(33)	...	matrice des équations normales	

les coefficients de la résolvante deviendront :



et les solutions s'obtiendront en posant $X_{N+1} = 1$ et en itérant :

$$x_j = \frac{-\sum_{i=j}^{N+1} A(j,i) \cdot x_i}{A(j,j)}$$

3 - PROGRAMME

```

5 REM "CALCUL DES ÉQUATIONS NORMALES"
10 PRINT "NOMBRE D'ÉQUATIONS = ?"
15 INPUT M
20 PRINT "NOMBRE D'INCONNUES = ?"
25 INPUT N
30 DIM A (N + 1)
35 DIM B (N + 1, N + 1)

40 FOR i = 1 TO M
45 PRINT "POIDS DE L'ÉQUATION" ; i
47 INPUT P

50 FOR J = 1 TO N + 1
55 PRINT "A" ; i ; J ; "?"
60 INPUT A(J)
70 NEXT J

80 GOSUB 200
85 CLS
90 NEXT i

100 FOR K = 1 TO N + 1
110 FOR L = K TO N + 1
120 PRINT "A" ; K ; L ; "=" ; B(K,L)
130 NEXT L
140 NEXT K
  
```

```

150 PRINT "PRENEZ NOTE DES ÉLÉMENTS DE LA
MATRICE DES ÉQUATIONS NORMALES"
à remplacer si une imprimante est connectée par...
150 COPY
160 GOTO 260

```

```

200 FOR K = 1 TO N + 1
210 FOR L = K TO N + 1
220 LET B(K,L) = B(K,L) + A(L) X A(K) X P

```

```

230 NEXT L
240 NEXT K
250 RETURN

```

```

260 GOSUB 1000

```

```

300 REM "RÉSOLUTION DU SYSTÈME
ÉQUATIONS NORMALES
CHOLESKY-BANACHIEWICZ"

```

```

310 FOR L = 1 TO N
320 FOR C = L TO N + 1
330 GOSUB 500
340 LET B(L,C) = B(L,C) - A
350 IF L = C THEN GOTO 650
360 LET B(L,C) = B(L,C)/B(L,L)
370 NEXT C
380 NEXT L
390 GOTO 700

```

```

500 IF L = 1 AND C = 1 THEN GOTO 650
505 LET A = 0
510 FOR i = 1 TO L - 1
515 LET A = A + B(i,L) X B(i,C)
520 NEXT i
530 RETURN

```

```

650 LET B(L,C) = SQR B(L,C)
660 GOTO 370
670 GOSUB 1000

```

```

700 DIM X (N + 1)
710 LET X (N + 1) = 1
720 FOR J = N TO 1 STEP - 1
730 LET A = 0
740 FOR i = J TO N + 1
750 LET A = A + B(J,i) X X(i)
760 NEXT i
770 LET X(j) = - A/B(j,j)
780 PRINT "X" ; J; "=" ; X(j)
790 NEXT J

```

```

1000 LET i = 0
1010 LET j = 0
1020 LET K = 0
1030 LET L = 0
1040 RETURN

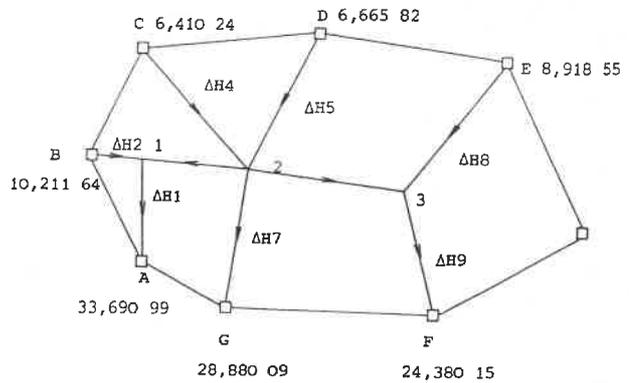
```

4 — EXEMPLE PRATIQUE

Tiré de "Notions de calcul matriciel" par R. Marchant IGM 1963.

Un réseau de nivellement de troisième ordre donne lieu à un schéma représenté ci-dessus.

Les résultats des mesures donnent lieu à un tableau.



N°	Tronçons	altitudes	Distance L	
1	1.A	23 09069	4 743	
2	B.1	0 38425	2 448	
3	2.1	2 05655	4 521	
4	C.2	2 13999	4 760	
5	D.2	1 88568	5 673	les poids
6	2.3	2 29142	8 024	étant pris
7	2.6	20 33680	4 940	égaux aux
8	E.3	1 93386	7 532	1 / L
9	3.F	13 54033	7 559	

On demande les valeurs les plus probables des altitudes des nœuds 1, 2 et 3 (méthode des observations indirectes).

Pour la pose des équations réduites d'observation, on utilise les altitudes approchées (c) suivantes :

$$\begin{aligned}
\text{Nœud N}^\circ 1 \quad c_1 &= 10,595\ 89 & c_1 &= (c_1) + Z_1 \\
\text{Nœud N}^\circ 2 \quad c_2 &= 8,539\ 34 & c_2 &= (c_2) + Z_2 \\
\text{Nœud N}^\circ 3 \quad c_3 &= 10,830\ 76 & c_3 &= (c_3) + Z_3
\end{aligned}$$

N°	poids	Z ₁	Z ₂	Z ₃	W
1	0.2108	- 1	0	0	4.41
2	0.4085	1	0	0	0
3	0.2212	1	- 1	0	0
4	0.2101	0	1	0	- 10.89
5	0.1763	0	1	0	- 12.16
6	0.1246	0	- 1	1	0
7	0.2024	0	- 1	0	3.95
8	0.1328	0	0	1	9.06
9	0.1319	0	0	- 1	9.06

$$\begin{aligned}
& 0.8405 & - 0.2212 & 0 & - 0.9296 \\
& & 0.9346 & - 0.1246 & - 5.2313 \\
& & & 0.3893 & - 4.0701 \\
& & & & 131.3157
\end{aligned}$$

terme qu'on utilisera pour le calcul de l'écart-type sur l'unité de poids

$$\begin{aligned}
Z_1 &= 3.2289 \\
Z_2 &= 8.1038 \\
Z_3 &= 13.0484
\end{aligned}$$

Présentation au vidéo :

POIDS DE L'ÉQUATION 1

A11 = ?

A12 = ?

A13 = ?

A14 = ?

EFFAÇAGE DE L'ÉCRAN, PUIS...

POIDS DE L'ÉQUATION 2

A21 = ?
A22 = ?
A23 = ?
A24 = ?

effaçage etc..., jusqu'à la dernière équation, puis

A11 = 0.8405
A12 = - 0.2212
A13 = 0
A14 = - 0.9296
A22 = 0.9346
A23 = - 0.1246
A24 = - 5.2313
A33 = 0.3893
A34 = - 4.0701
A44 = 131.3157

PRENEZ NOTE DES ÉLÉMENTS DE LA MATRICE
DES ÉQUATIONS NORMALES
(et instantanément nous obtenons)

X3 = 13.0484
X2 = 8.1038
X1 = 3.2389

les résultats sont les suivants :

$C_1 = 10,59589 + 0,00324 = 10,59913$ m
 $C_2 = 8,53934 + 0,00810 = 8,54744$ m
 $C_3 = 10,83076 + 0,01305 = 10,84381$ m

Ce sont les valeurs les plus probables des altitudes des nœuds 1, 2 et 3.

5 — CONCLUSIONS

Avec quelques aménagements, qui dépendraient d'ailleurs essentiellement d'un dispositif capable de stocker la matrice des équations normales (Disk Drive, etc...), nous pourrions obtenir facilement l'ensemble de l'information concernant les mesures.

Gageons que, lorsque le volume de calcul qui accompagne tout traitement rigoureux de l'information numérique par la méthode des moindres carrés, sera assuré par n'importe quel moyen de calcul électronique de poche, un plus grand nombre de topographe y auront recours.

Non pas qu'une méthode approchée ou une autre ne satisfasse pas le praticien, mais parce que l'expérience nous a appris que lorsqu'il s'agit de nos propres mesures il faut faire appel à un juge impartial, capable de... bien juger nos mesures.

6 — REMARQUES

A propos du traitement tel système d'équation par des calculatrices programmables de poche, un système consiste à établir une correspondance entre la définition d'un coefficient d'une équation par sa position ligne-colonne, et son affectation en mémoire.

Exemple : A(11) = 1 A(12) = 2 A(13) = 4
 A(22) = 3 A(23) = 5
 A(33) = 6

et $A(l,c) = \frac{2l + c(c-1)}{2}$

7 — BIBLIOGRAPHIE

— Cours de géodésie pratique et de topographie II A 1963. P.-L. Baetsle. École Royale Militaire. Service de Reproduction des Cours.

— Tribune des Jeunes. Série D. P.-L. Baetsle. Société Belge de Photogrammétrie et de Télédétection, boulevard Pacheco, 34, 1000 Bruxelles.

— Theory of Errors and Generalized Matrix Inverses. A. Bjerhammar - Elsevier Scientific Publishing Company (épuisé).

— Géodésie Générale. Tome 1. J.-J. Levallois IGN. Éd. Eyrolles (épuisé).

— Notions de Calcul matriciel. R. Marchant IGM 1963.

— La compensation des Mesures Surabondantes. R. Marchant IGM 1956 (épuisé).

— ZX 81 BASIC Programming by Steven Vickers.

— Ausgleichsrechnung 2 tomes. H. Wolf. Éd. Dummler.

La faculté de géodésie de Sofia

par R. d'HOLLANDER
Ingénieur Général Géographe

La faculté de géodésie de Sofia forme tous les cadres dont a besoin la Bulgarie en matière de cadastre, topographie, topométrie, géodésie, cartographie.

Elle joue donc le rôle dévolu en France à 6 écoles ou instituts différents :

- École National du Cadastre
- Section de Topographie de l'ENSAIS de Strasbourg
- ESGT
- Institut de topométrie
- École supérieure de topographie de l'École Spéciale des Travaux Publics
- École Nationale des Sciences Géographiques.

La faculté de géodésie fait partie de l'Institut supérieur d'architecture et de génie civil, qui comporte trois autres facultés : architecture, génie civil, hydro-technique.

L'ensemble de l'Institut occupe des bâtiments modernes et spacieux. Un centre d'informatique puissant, avec de nombreux terminaux, est à la disposition des 4 facultés.

L'Institut dispose d'une très riche bibliothèque de 440 000 volumes et de 80 000 périodiques du monde entier.

Le laboratoire de photogrammétrie est richement doté en appareils de restitution, en stéréo et mono-comparateurs, en appareils d'orthophotographie, tous fabriqués à Zeiss-lena ; l'investissement correspondant est de deux millions de dollars.

Le recrutement s'effectue par concours : 30 % d'admis en moyenne chaque année ; l'Institut organise des sessions de préparation au concours d'entrée.

La faculté de géodésie comprend un peu plus de 400 élèves dont 20 étrangers. L'enseignement qui y est dispensé comporte un tronc commun de 2 années au bout desquelles les étudiants sont divisés en deux options dont les études durent 3 ans (5 ans au total) :

- l'une de géodésie, photogrammétrie, cartographie dont le flux est d'environ 60 à 65 étudiants par an ;
- l'autre d'aménagement foncier et cadastre dont le flux est d'environ 25 étudiants par an.

L'enseignement est organisé en 4 chaînes :

- chaîne de géodésie, c'est-à-dire topographie, topométrie ;
- chaîne de géodésie supérieure :
 - géodésie mathématique,
 - cartographie mathématique,

- astronomie géodésique,
- géodésie spatiale,
- géophysique,
- chaîne de photogrammétrie, cartographie :
 - photogrammétrie,
 - dessin topographique,
 - cartographie,
 - rédaction cartographique,
 - édition des cartes,
 - géomorphologie,
- chaîne d'aménagement foncier et rural :
 - organisation économique de l'agriculture,
 - érosion,
 - cadastre.

Une très belle salle sert à l'exposition des travaux et des projets exécutés par les étudiants durant le dernier semestre de leurs études. Ceux-ci participent souvent avec leurs professeurs à des contrats de travaux dont les ressources servent pour moitié à des investissements nouveaux, pour l'autre moitié à la rémunération des étudiants et à un complément de rémunération des professeurs. C'est la faculté de géodésie qui a notamment effectué tous les travaux d'implantation du palais de la culture (ou palais des congrès) où s'est tenu le congrès de la FIG.

Le programme des études figure dans la brochure ci-jointe.



INSTITUT SUPÉRIEUR D'ARCHITECTURE ET DE GÉNIE CIVIL FACULTÉ DE GÉODÉSIE

Bref aperçu historique

En 1942 est inaugurée la première École technique supérieure à Sofia. L'École technique nouvellement fondée n'avait au début qu'une seule Faculté, celle de Génie Civil qui formait des spécialistes de la Construction et du Bâtiment et des spécialistes de Géodésie.

Au cours de l'année 1945 est ouverte la Faculté de Mécanique appliquée et l'École technique supérieure prend le nom de Polytechnique d'État.

A partir de 1949 la Faculté de Génie Civil est élargie par la section d'Aménagement foncier et Cadastre.

Pendant l'année 1951 est créée la Faculté de Géodésie et ses sections : de Géodésie, Photogrammétrie et Cartographie et d'Aménagement foncier et Cadastre.

En 1953, vu les besoins sans cesse croissants d'ingénieurs indispensables au développement économique de la Bulgarie, la Polytechnique d'État subit une transformation étant remplacée par quatre établissements indépendants : l'Institut de Génie Civil, l'Institut de Mécanique appliquée et d'Électrotechnique, l'Institut de Chimie appliquée et celui de Géologie appliquée et des Mines. En même temps la section d'Aménagement foncier et Cadastre est transférée à l'Institut supérieur d'Économie Rurale à Sofia, la Faculté de Géodésie étant fermée et sa section de Géodésie, Photogrammétrie et Cartographie étant rattachée à la Faculté de la Construction et du Bâtiment à l'Institut de Génie Civil. L'année suivante la section d'Aménagement foncier et Cadastre redevient une section de la Faculté de la Construction et du Bâtiment à l'Institut de Génie Civil.

Pendant 1963 l'Institut de Génie Civil prend le nom d'Institut supérieur de Génie Civil. Les deux sections, notamment la section de Géodésie, Photogrammétrie et Cartographie et celle d'Aménagement foncier et Cadastre sont de nouveau détachées de la Faculté de la Construction et du Bâtiment pour constituer une Faculté à part, celle de Géodésie.

Depuis 1977, l'Institut supérieur de Génie Civil porte le nom d'Institut supérieur d'Architecture et de Génie Civil tout en conservant sa structure.

Structure (Facultés, Sections, Chaires)

L'Institut supérieur d'Architecture et de Génie Civil comporte quatre Facultés :

1) La Faculté d'Architecture n'ayant qu'une section : Architecture.

2) La Faculté de Géodésie englobant deux sections : Géodésie, Photogrammétrie et Cartographie et celle d'Aménagement foncier et Cadastre.

3) La Faculté de la Construction et du Bâtiment qui présente deux sections : Constructions industrielle et civile et Constructions routière et ferroviaire.

4) La Faculté d'Hydrotechnique comprenant trois sections : Aménagement hydroagricole, Aménagement hydrotechnique et Distribution d'eau et égouts.

L'Institut supérieur d'Architecture et de Génie Civil compte 32 chaires, environ 450 enseignants titulaires : professeurs, chargés de cours, assistants, chargés de recherches, aidés dans leur travail par 120 enseignants rétribués pour l'année universitaire.

A la Faculté de Géodésie il y a quatre chaires spécialisées : "Géodésie **", "Géodésie supérieure", "Photogrammétrie et Cartographie" et "Aménagement rural et Cadastre". Les enseignants titulaires sont au nombre de 40.

Caractéristique de la qualification et les programmes d'études destinés à la formation des ingénieurs géodésiens et des ingénieurs géomètres

Les spécialistes ayant fait leurs études à la section de **Géodésie, Photogrammétrie et Cartographie** peuvent exercer leurs talents d'ingénieur dans :

— l'établissement des plans et des cartes topographiques des agglomérations et des territoires suburbains ;

— l'exécution des mesurages indispensables aux usagers travaillant dans la Construction et le Bâtiment, la Construction routière et ferroviaire, le surfacage vertical des agglomérations et les observations par satellites de la Terre ;

— l'application des levés photogrammétriques et cosmiques pour satisfaire aux besoins des différentes branches de l'économie nationale.

Les ingénieurs formés à la section d'Aménagement foncier et Cadastre peuvent appliquer leurs connaissances acquises dans le domaine de :

— l'élaboration de projets d'Aménagement foncier d'ensemble et de projets techniques pour les Unions Nationales agro-industrielles ;

— l'élaboration de projets ayant pour objet la lutte contre l'érosion, la construction d'ouvrages de Génie rural, ainsi que celle de chantiers dans les régions suburbaines ;

— l'établissement et l'entretien du Cadastre des terres.

L'enseignement des étudiants se fait selon les programmes suivants :

* "Géodésie" tout court correspond à "topographie topométrie".

SECTION DE GÉODÉSIE, PHOTOGRAMMÉTRIE ET CARTOGRAPHIE

Disciplines	Heures	
	de cours	d'exercices pratiques
1. Histoire du Parti Communiste Bulgare	49	32
2. Langue russe	-	64
3. Langue vivante	-	64
4. Matérialisme dialectique et historique	60	60
5. Économie politique	58	58
6. Formation prémilitaire - défense civile	28	28
7. Communisme scientifique	58	29
8. Éducation physique et sportive	-	360
9. Mathématiques supérieures	218	203
10. Programmation	15	30
11. Ordinateurs utilisés dans la géodésie	28	56
12. Géométrie descriptive	64	64
13. Géophysique	75	75
14. Géomorphologie	34	17
15. Travaux de génie civil	30	45
16. Travaux hydrauliques	30	30
17. Routes et chemins de fer	30	30
18. Planification et architecture des agglomérations	30	30
19. Aménagement foncier	45	45
20. Géodésie	184	216
21. Dessin topographique et élaboration de cartes	17	81
22. Théorie du traitement mathématique des mesures géodésiques	60	90
23. Photogrammétrie	133	206
24. Stadimètres électroniques	28	28
25. Géodésie supérieure	144	187
26. Astronomie géodésique	58	71
27. Géodésie spatiale	24	24
28. Théorie de la figure de la Terre	45	60
29. Projections cartographiques	45	45
30. Cartographie	72	82
31. Rédaction des cartes	40	32
32. Géodésie en génie civil	86	115
33. Régulation et planification verticale des agglomérations	42	70
34. Organisation et gestion de la production topographique (géodésique)	40	32
35. Cadastre des agglomérations	30	45

SECTION D'AMÉNAGEMENT FONCIER

Disciplines	Heures	
	de cours	d'exercices pratiques
1. Histoire du Parti Communiste Bulgare	48	32
2. Langue russe	-	64
3. Langue vivante	-	64
4. Communisme scientifique	58	29
5. Matérialisme dialectique et historique	60	60
6. Économie politique	58	58
7. Formation prémilitaire - défense civile	28	28
8. Éducation physique et sportive	-	360
9. Mathématiques supérieures	220	203
10. Programmation	15	30
11. Ordinateurs et méthodes économiques et mathématiques appliquées aux travaux de l'aménagement foncier	28	46
12. Géométrie descriptive	51	34
13. Physique	75	75

14. Mécanique et ouvrages d'art	60	76
15. Planification et architecture des agglomérations	30	60
16. Bâtiments agricoles	30	30
17. Routes	30	30
18. Dessin topographique et élaboration de cartes	-	80
19. Génie rural	45	30
20. Agriculture et production végétale	73	32
21. Pédologie	50	35
22. Théorie du traitement mathématique des mesures géodésiques	60	75
23. Géodésie supérieure	58	86
24. Photogrammétrie	56	60
25. Élaboration de carte d'agriculture destinées à l'économie rurale	28	56
26. Hydrobonification agricole et alimentation en eau	86	74
27. Aménagement foncier	16	48
28. Élaboration de projets d'aménagement foncier	144	337
29. Érosion du sol et la lutte contre elle	73	70
30. Géodésie	154	216
31. Économie et organisation de l'économie rurale	75	90
32. Cadastre et évaluation économique des terrains	40	30
33. Organisation et gestion des travaux d'aménagement foncier	30	30
34. Régulation et planification verticale des agglomérations	42	70
35. Aménagement régional du territoire	30	75

Activités

C'est à l'Institut supérieur d'Architecture et de Génie civil que sont formés les spécialistes en architecture, en géodésie et aménagement foncier, en construction et en bâtiment, en hydrotechnique. Leur nombre dépasse 22 000 dont plus de 2 600 sont des ingénieurs géodésiens et des ingénieurs géomètres. A l'Institut chaque année font leurs études environ 4 000 étudiants à plein temps, 400 étudiants par correspondance et 400 étudiants étrangers originaires de 35 pays d'Europe ; Afrique, Asie et Amérique Latine. Actuellement à la Faculté de Géodésie font leurs études 400 étudiants dont 20 étrangers. Les ingénieurs et architectes, après avoir achevé leurs études à l'Institut travaillent dans tous les Instituts et Ministères bulgares qui s'occupent de recherches et de projets. Ils prennent aussi une part active à l'édification de nombre de chantiers importants dans de nombreux pays d'Asie, d'Afrique et d'Amérique Latine.

L'Institut supérieur d'Architecture et de Génie Civil représente un centre scientifique au rôle dirigeant dans le domaine de l'architecture, le génie civil et la géodésie. Chaque année des professeurs et des étudiants effectuent un nombre considérable de recherches scientifiques d'une importance capitale pour l'économie nationale. Dans le but d'échanger de l'expérience, l'Institut entretient des contacts basés sur des contrats avec des Instituts étrangers spécialisés. Cela permet au corps enseignant et aux étudiants de l'Institut de faire des recherches et de publier des ouvrages scientifiques internationaux, d'échanger des groupes de professeurs et d'étudiants qui font à l'étranger leur stage pratique, s'acquittent de leur brigade, etc.

De nombreux professeurs éminents de l'Institut supérieur d'Architecture et de Génie Civil participent à des congrès scientifiques internationaux.

Pour ses mérites dans la formation de spécialistes l'Institut supérieur d'Architecture et de Génie Civil est détenteur de l'Ordre "République Populaire de

Bulgarie - 1^{er} degré" et l'Organisation de l'Union de la Jeunesse Dimitroviennne à l'Institut est distinguée pour son travail plein d'abnégation de "L'Ordre du Travail" (or).

Organisations

Les étudiants et les enseignants de l'Institut adhèrent à des organisations politiques et professionnelles, à des organisations de masse. Ces organisations sont :

1. L'Organisation du Parti Communiste Bulgare à l'Institut supérieur d'Architecture et de Génie Civil.
2. L'Organisation de l'Union de la Jeunesse Dimitroviennne à l'Institut supérieur d'Architecture et de Génie Civil.
3. L'Organisation syndicale à l'Institut supérieur d'Architecture et de Génie Civil.

Bibliothèque

La Bibliothèque de l'Institut supérieur d'Architecture et de Génie Civil tient lieu de Bibliothèque Centrale de tous les établissements d'enseignement technique supérieur en Bulgarie. Son riche fonds de livres compte plus de 440 000 volumes et 80 000 éditions périodiques. Les étudiants peuvent profiter des nombreux volumes de littérature technique dans les salles de lecture à libre accès. Ils jouissent aussi de la possibilité d'emprunter des livres pour lecture à domicile. Une section d'information auprès de la Bibliothèque rend service aux enseignants, aux chargés de recherches aussi bien qu'aux étudiants en leur fournissant des renseignements de bibliographie sur les problèmes qui les préoccupent.

Service médical

A l'Institut supérieur d'Architecture et de Génie Civil deux médecins et deux dentistes sont à la disposition des étudiants ayant besoin de soins médicaux. Tous ceux qui doivent consulter des médecins spécialistes peuvent se rendre à la Polyclinique moderne aménagée à l'intention des étudiants habitant la Cité universitaire et toute la ville de Sofia.

Loisirs et éducation physique et sportive

On cherche à intégrer les loisirs et les sports à l'enseignement. L'Institut supérieur d'Architecture et de Génie Civil a sa propre base de sports d'hiver, située au cœur de la montagne de Rilá. Une autre base de loisirs et de sports à proximité de Sofia est en cours de construction. Deux gymnases, une piscine, des cours de tennis et les quatre terrains de sport au Club sportif des étudiants "Akadémik" sont mis à la disposition de l'Institut. L'éducation physique et sportive est une discipline obligatoire du programme des études. Aux enseignants et aux étudiants sont offertes toutes les possibilités de passer leurs vacances dans les meilleures villégiatures du pays à la montagne, au bord de la mer, dans des stations de sports, des maisons de repos ou des stations balnéaires.

Foyers d'étudiants, bourses, restaurants universitaires

L'Institut supérieur d'Architecture et de Génie Civil dispose d'un nombre suffisant de chambres aux foyers d'étudiants à la Cité universitaire à Sofia. Cela permet de satisfaire aux besoins des étudiants célibataires et aux familles d'étudiants.

Suivant les notes obtenues aux examens et suivant le revenu mensuel de la famille, les étudiants faisant leurs études à plein temps, bénéficient de bourses dont le montant est de 40 à 80 léva par mois. Les étudiants qui ont été longtemps malades, les étudiantes enceintes et les étudiantes-mères sont bénéficiaires de bourses spéciales.

Tous les étudiants peuvent prendre leurs repas aux restaurants universitaires où ils ne payent que 50 % du coût de la nourriture.

ABONNEMENT 1984 A LA REVUE XYZ

de l'Association Française de Topographie

Pour s'abonner à cette revue, vous adressez votre demande, accompagnée du chèque de règlement à l'adresse suivante :

ASSOCIATION FRANÇAISE
DE TOPOGRAPHIE

"Abonnements"

39 ter, rue Gay-Lussac
75005 PARIS

Abonnement 1 AN (4 numéros) : 325 F.

Tous les membres de l'A.F.T. sont automatiquement abonnés à la revue xyz.

Les abonnements sont en principe souscrits par année civile.

Achat d'un seul numéro - même adresse que ci-dessus (sous réserve de disponibilité) : 90 F.

Tél. : (1) 354.19.21 pte 310 mardi et vendredi de 10 h à 12 h.

En cas de changement d'adresse, nous invitons nos abonnés à bien vouloir communiquer à l'adresse ci-dessus la dernière bande accompagnée de la somme de 4,00 F en timbres-poste.

Utilisation d'un laser pour la surveillance topométrique d'ouvrages en cours de réfection

par G. BERNARD
Responsable de la cellule Topographie
Direction Régionale de l'Équipement d'Ile-de-France
(DREIF-DESRET)

I — INTRODUCTION

1.1 Principe du laser

Le laser est constitué par une source de lumière cohérente à haute fréquence.

En métrologie dimensionnelle, son utilisation est effective dans deux axes très distincts :

- mesure de distances : le laser, grâce à la mesure précise de l'intervalle de temps séparant le moment d'émission d'une impulsion dirigée vers un objet réflecteur et celui de la réception de l'écho après réflexion sur l'objet, permet la mesure de la distance laser-réflecteur ;
- mesure d'écartement : le faisceau laser peut être utilisé en tant que ligne concrète de référence pour des mesures d'écartement.

1.2 Domaines d'utilisation

Les domaines d'utilisation des lasers sont multiples :

- le premier groupe de lasers est utilisé comme tachéomètre électronique. Un tel matériel est largement employé par les géomètres qui réalisent des travaux d'implantation ou des levés topographiques. La précision d'un appareil de ce genre est de l'ordre de $\pm (5 \text{ mm} + 5 \text{ mm/km})$;
- le second groupe de lasers est utilisé dans de nombreux domaines, entre autres :
 - pour matérialiser un alignement et procéder ainsi au guidage des tunnels, des canalisations ou pour enregistrer les mouvements d'une structure (par mesures d'écartement) ;
 - pour le positionnement d'un objet flottant : par intersection de 2 faisceaux ;
 - pour le contrôle du nivellement géométrique d'un terrassement ;
 - pour le réglage d'un fond de forme ;
 - pour la désignation d'un point sur une surface inaccessible ;
 - pour la liaison géodésique entre continents.

NDLR : Si les lasers ont été effectivement utilisés sur des tachéomètres ou distancemètres électroniques, ils sont actuellement généralement remplacés par les diodes électroluminescentes à l'arséniure de gallium, qui, avec des puissances très inférieures, permettent d'atteindre des portées jusqu'à une quinzaine de kilomètres. Les lasers restent utilisés dans le domaine de la mesure des distances pour les très longues portées et pour les applications militaires.

1.3 Les différents équipements laser

Certains lasers sont utilisés sans être supportés par un appareil de topographie. Il s'agit des tachéomètres électroniques qui forment à eux seuls une station complète comprenant les dispositifs de mesures d'angles et de distances. On rencontre également les lasers d'alignement dont les plus récents permettent une modification de l'orientation du faisceau dans le plan horizontal et vertical (laser de canalisations).

Le laser tournant balaye l'horizon sur 360° autour d'un axe vertical ; le plan horizontal de référence ainsi déterminé peut être intercepté par un capteur monté sur une règle ou sur un véhicule parcourant le terrain à régler.

D'autres lasers peuvent être montés sur des appareils de topographie tels que les théodolites et servir à l'implantation précise d'axes.

Le troisième type de laser est l'oculaire laser. Celui-ci peut être rendu solidaire d'un théodolite ou d'un niveau par le remplacement de l'oculaire en place par un oculaire laser. Le faisceau émis par le laser est focalisé dans le plan du réticule de la lunette ; il converge à l'endroit visé avec la lunette. Il est utilisé pour le guidage d'engins de travaux publics, pour l'alignement de ponts roulants, d'éléments de machines, pour le marquage de points inaccessibles.

II — SITUATION GÉOGRAPHIQUE NATURE DES TRAVAUX

Les travaux concernent deux ouvrages :

L'un est situé sur la commune de Meriel, l'ouvrage dit de "Richebout" est un pont mixte destiné à la circulation routière et ferroviaire. C'est un ouvrage à poutres métalliques franchissant l'Oise en trois travées continues de 20 m de portée.

L'autre pont, dit de "Mours" est situé sur la commune de Persan-Beaumont. C'est un pont rails en béton armé franchissant l'Oise en trois travées continues de 23 m de portée.

Les travaux consistent à assurer la stabilité des appuis mis en péril par un important abaissement des fonds à leur voisinage immédiat.

Le traitement de chaque fondation comprend :

- un ceinturage par palplanches battues ;
- le remplissage entre le massif ancien et le nouveau rideau avec du béton immergé ;

— des injections à l'interface massif - sol d'assise.

Ces travaux réalisés par la SNCF sont effectués alors que la circulation ferroviaire et routière est maintenue.

III — NATURE DES TRAVAUX TOPOGRAPHIQUES

3.1 Travaux topographiques exécutés avant réfection de l'ouvrage

Depuis le mois de janvier 1979, les ouvrages font l'objet d'une surveillance topométrique destinée à suivre les déplacements verticaux des divers appuis, ainsi que leurs mouvements longitudinaux et transversaux.

A cet effet la SNCF a mis en place, en premier lieu, un ensemble de repères de nivellement scellés à demeure dans l'ouvrage. Il s'agit de rivets et de mirettes à chiffraison centimétrique.

Parallèlement à ce nivellement, et afin de déterminer l'amplitude et le sens d'éventuels déplacements, les extrémités de chaque appui ont été déterminées en coordonnées par triangulation.

En septembre 1981, date à laquelle les travaux de confortation ont commencé, les diverses mesures de nivellement ne faisaient apparaître aucun déplacement vertical important (déplacement maximum observé 3 mm). En planimétrie, seul l'état "O" de référence a été réalisé.

3.2 Surveillance topométrique durant les travaux de confortation

Les travaux de confortation des fondations des piles en rivière comprenaient des phases délicates, telles que :

- dragage,
- battage des palplanches : pour Richebout 106 ml de Larsen 2N de 10 m de longueur, pour Mours 87 ml de Larsen 3S de 7 m de longueur,
- bétonnage : 618 m³ pour Richebout, 353 m³ pour Mours,
- injection.

C'est au cours de ces opérations qu'un tassement différentiel entre appuis était à craindre. Ce tassement, selon son importance peut entraîner des désordres au niveau des voies et ainsi perturber la circulation ferroviaire. La limite de ce tassement a été fixée à 6 cm ; ce chiffre est le fruit d'un calcul de structures. Si cette limite est atteinte, une procédure de vérinage de l'ouvrage est prévue après vérification du tassement par une méthode traditionnelle de nivellement de précision.

Dans ces conditions, le cahier des charges prévoyait un "contrôle par dispositifs sonores et optiques". Ces dispositifs devaient permettre de détecter tout mouvement d'une pile avec une précision de 3 mm pendant la durée des travaux, depuis le dragage jusqu'aux injections.

Il s'agissait donc d'installer un dispositif capable de mettre en évidence en mode continu le mouvement des piles.

IV — MÉTHODOLOGIE - PROCÉDURES

4.1 Principes de surveillance

Compte tenu de la précision requise (3 mm), de l'importance du déplacement éventuel (60 mm), de la direction du mouvement qui était le plus à craindre (vertical), de la stabilité des culées, le principe d'une auscultation des piles à partir des culées a été retenu.

L'emploi d'un laser était donc envisageable. En effet, il suffisait de matérialiser un alignement de références (rayon laser) joignant les deux culées et franchissant les piles à observer ; les différentes mesures d'écart de la tête de pile, à cet alignement devaient permettre de détecter à tout moment un tassement différentiel et d'en déterminer l'amplitude.

Ces mesures étaient contrôlées par un nivellement de précision des mirettes de pile effectué deux fois par mois ou à la demande. Le laser donne un résultat instantané et dynamique, mais il est susceptible de dérèglement dû à des chocs ou des vibrations. Il était ainsi nécessaire de contrôler les indications du laser par une méthode conventionnelle surtout lorsqu'un écart significatif est décelé.

4.2 Matériel utilisé

Le laser employé est un laser de canalisations "Gradomat 9" Wild émettant un faisceau d'environ 5 mm de diamètre pour une portée de 100 m. Les caractéristiques techniques de cet appareil sont les suivantes :

- portée pratique 250 m,
- précision ± 5 mm à 100 m,
- contrôle automatique suivant la pente ± 7 %,
- contrôle automatique transversal ± 9 %,
- amplitude de réglage en direction 7 m de part et d'autre de l'axe à 100 m,
- étanche à l'immersion et à l'humidité,
- alimentation 12 VDC,
- poids 5,5 kg,
- diamètre 140 mm,
- longueur 380 mm.

En l'occurrence, cet appareil n'a pas été utilisé dans sa fonction habituelle, à savoir l'implantation de canalisations en direction et suivant un profil en long.

Il a été employé ici comme un appareil définissant un alignement matérialisé par un faisceau visible à l'œil nu. L'impact laser s'effectue sur un récepteur ; les mesures se font au centre de cet impact.

4.3 Implantation des postes d'observations et des repères d'auscultation

Les postes d'observation ont été implantés sur la culée rive droite de l'ouvrage : l'un en amont, le second en aval (fig. 1 et 11). Sur le pont de "Richebout" deux autres postes ont été réalisés sur la culée rive gauche pour permettre une surveillance des piles lors de la présence d'engins dans la passe rive droite ou centrale. Le stationnement du laser était assuré par un repère scellé dans la culée (fig. 2, 3, 4). Le pied avant de l'appareil, au droit duquel s'effectue le basculement du faisceau venait s'engager dans la partie conique du repère (fig. 5).

NDLR : Les lasers d'alignement Gradomat sont en fait construits par la firme américaine AGL à Jacksonville (Arkansas) et commercialisés en France par Wild + Leitz France.



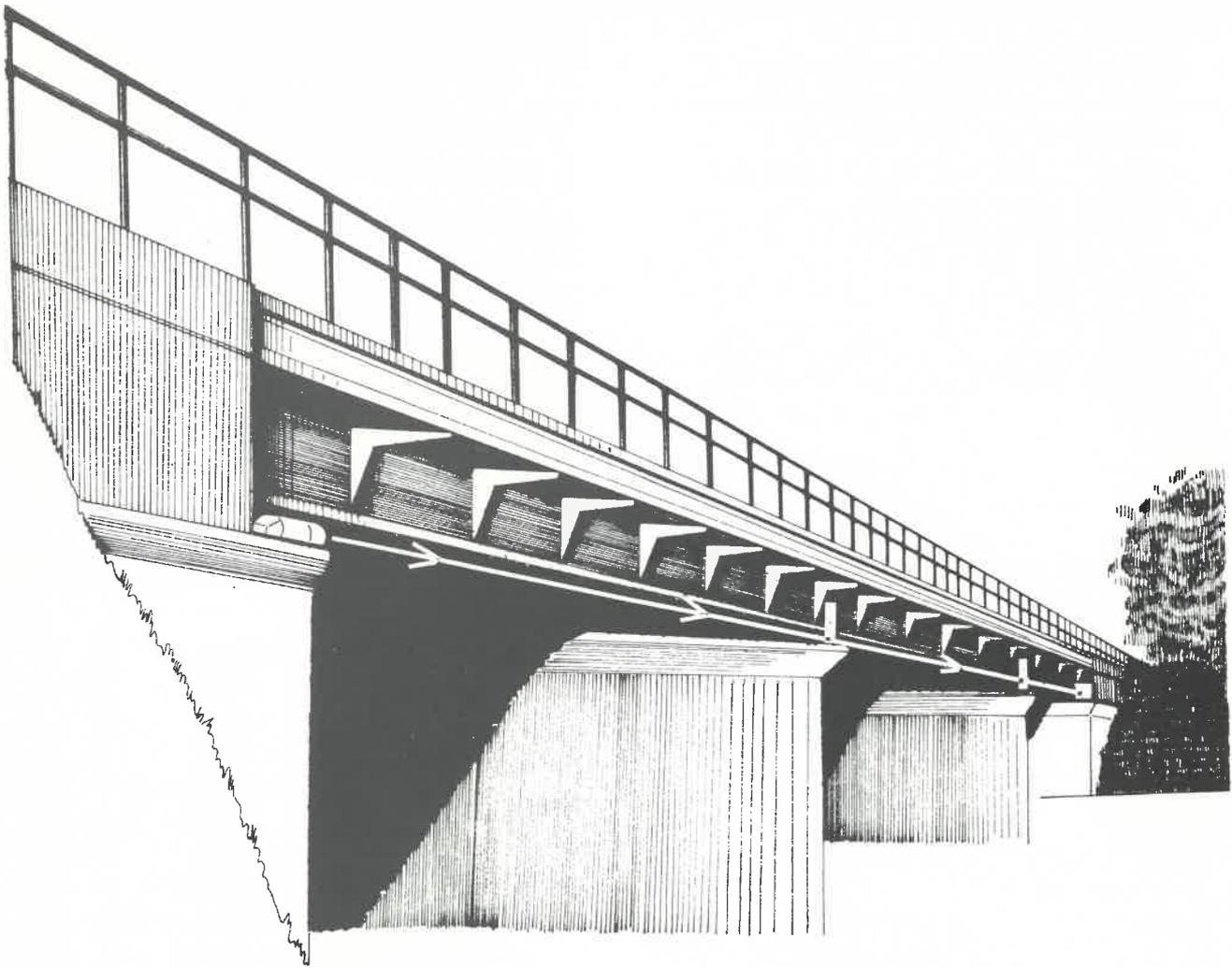


Figure 1



Figure 2



Figure 3

Chaque poste d'observation était équipé d'un laser. Il a donc été mis en œuvre 2 lasers sur le pont de Richebout et 2 lasers sur le pont de Mours.

La seconde extrémité de l'alignement était matérialisée par une cible de 8 cm de côté en métal anodisé noir sur laquelle apparaissent des anneaux concentriques de couleur blanche d'un diamètre de 4 cm maximum. Cette cible a été rendue solidaire de la culée (fig. 6 et 7).



Figure 4

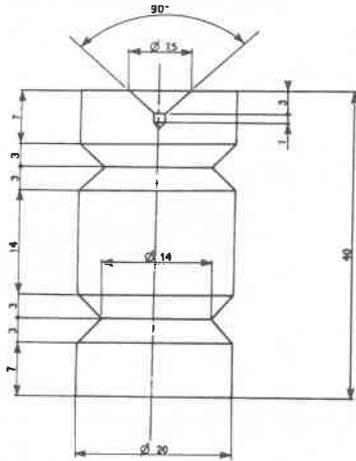


Figure 5



Figure 6

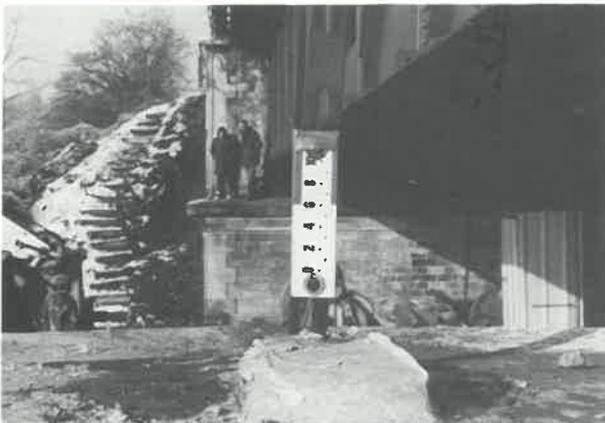


Figure 10

Les piles en rivière ont été équipées de repères d'auscultation. Sur chaque avant-bec de pile a été scellé un fer en L portant dos à dos deux régllets de

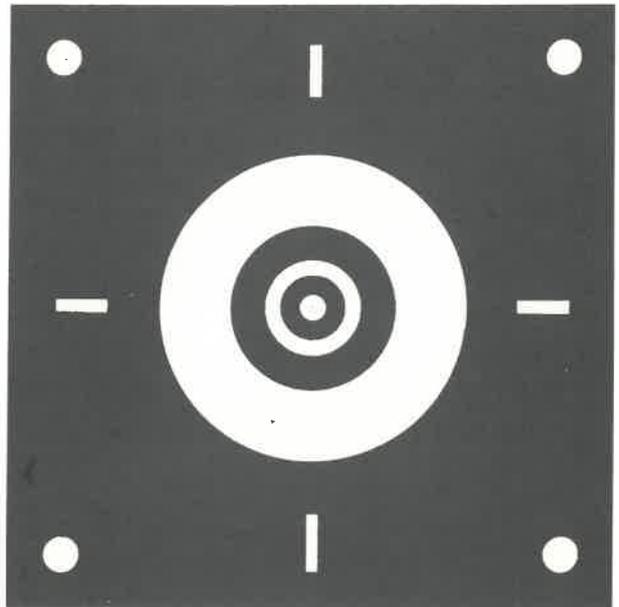


Figure 7

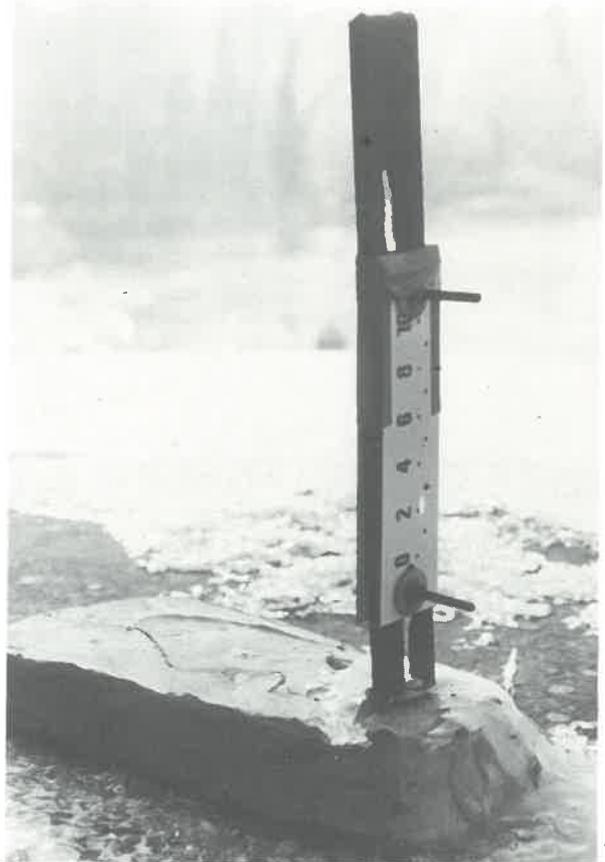


Figure 8

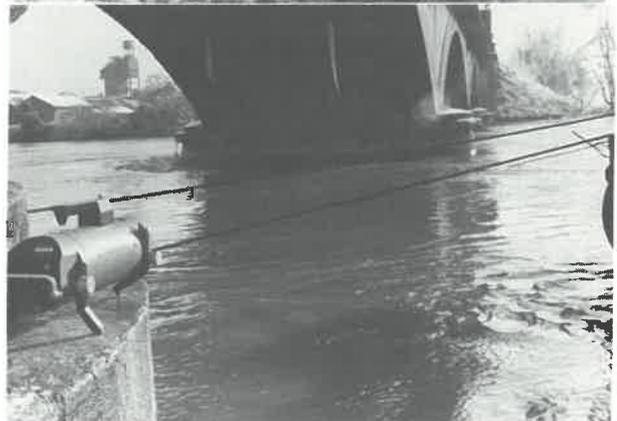


Figure 11

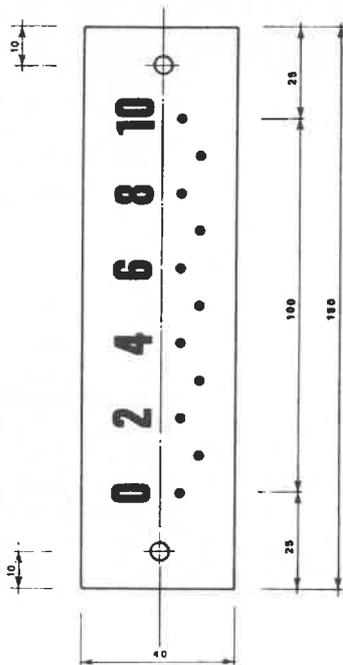


Figure 9

10 cm de hauteur, de couleur blanche sur lesquels étaient gravés des repères espacés tous les centimètres (fig. 8, 9, 10). Ces repères de pile ont été volontairement implantés de part et d'autre du faisceau (à 5 cm en amont et 5 cm en aval du faisceau).

4.4 Procédures

4.4.1 Réglage de "l'état zéro"

a) Calage de l'alignement : réglage du faisceau sur la cible, en alignement et en hauteur.

b) Avant le démarrage des travaux, les réglettes de pile ont été positionnées de telle façon que l'impact du faisceau laser se situe au niveau du "zéro" de chaque réglet dans les deux positions des lasers (rive gauche et rive droite) ainsi, à partir d'une lecture directe sur le réglet, on pourrait à tout moment déterminer le tassement différentiel d'une pile.

4.4.2 Observations quotidiennes

Chaque jour, pendant toute la durée du chantier, la procédure d'observation était la suivante :

- mise en station du laser,
- calage du faisceau laser sur la cible située sur la rive opposée,
- réglage en translation du faisceau jusqu'à l'obtention de l'impact sur l'un des réglets et lecture du tassement sur le réglet,
- éventuellement, réglage en translation du faisceau sur le second réglet et lecture du tassement,
- surveillance de l'impact du faisceau sur le réglet correspondant à la pile en chantier, et ce sur chaque extrémité de la pile (amont et aval).

4.5 Contrôles

Les mesures "laser" étaient encadrées par des nivellements de précision des mirettes situées sur les avant-becs des piles avec une fréquence bi-mensuelle. Un nivellement de précision a été réalisé à l'état "zéro" des "mesures laser" et en fin d'opération.

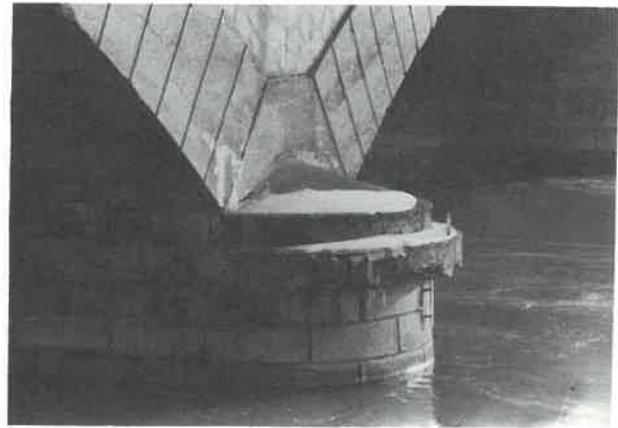


Figure 12

V — RÉSULTATS DES OPÉRATIONS

C'est au cours et à l'issue des travaux de battage de palplanches qu'ont été observés les mouvements les plus importants. Cela concernait uniquement le pont de Richebout. Il s'agissait d'un tassement de 18 mm des appuis ce qui correspondait au tiers du tassement maximum toléré. Ces mouvements ont été parfaitement visualisés sur les réglets (impact laser situé à la cote 2 cm).

Quant au pont de Mours, l'impact laser est resté figé à la cote 0.

Un contrôle de la fiabilité de la méthode a été réalisé en fin d'opération. Des mesures laser et de nivellement direct ont été effectuées simultanément.

La dispersion moyenne entre les divers résultats est de l'ordre de 3 mm, ce qui correspondait à la précision exigée.

VI — CONCLUSION

L'utilisation d'un laser, à des fins de contrôle d'écart par rapport à un alignement, paraît intéressante pour diverses raisons :

- la mise en station est très simple et peut être effectuée par toute personne non initiée à la topographie,
- les mesures se réduisent à de simples lectures sur une échelle graduée,
- l'utilisation en mode continu permet d'obtenir des résultats immédiats et à tout moment,
- la précision de la méthode, sans être grande, est suffisante si l'on prend la précaution d'encadrer les mesures par des opérations topométriques de précision effectuées à des moments judicieusement choisis,
- le dispositif de surveillance par laser peut être relié à un dispositif sonore ou lumineux grâce à l'utilisation de cellules spéciales en lieu et place des réglets. Un tel dispositif pourrait mettre en œuvre des panneaux de signalisation obligeant les convois à passer sur l'ouvrage à allure réduite ou à stopper selon l'importance du tassement.

La seule limite à l'utilisation d'un matériel de ce genre est d'ordre psychologique : il s'agit en fait d'un matériel sophistiqué, très onéreux à l'achat ou à la location. Les manipulations n'étaient pas faites sans crainte d'une fausse manœuvre, d'une chute, ou d'une destruction ou disparition par vandalisme ou vol.

Visées de Théodolites en collimation réciproque

par M. FAYE et B. JOUGAN
Professeurs au Lycée Technique d'État Victor Bernard à Morez

Deux théodolites mis en collimation réciproque n'ont leurs axes parallèles que si leur mise au point sur l'infini est parfaite. Rien n'étant parfait, quelle sera l'erreur sur le parallélisme d'un défaut résiduel de mise au point ? Telle est la première question qui se pose quand on prétend opérer par ces méthodes. Cette erreur influencera directement la valeur dv_0 dont il faudra (par le calcul) faire tourner les tours d'horizon pour les amener en coïncidence.

Nous avons demandé à M. Petitjean, chef de tra-

vau du Lycée Technique d'État "Victor Bernard" à Morez, son avis sur la question. Nous publions, ci-dessous, le texte qu'ont bien voulu rédiger pour XYZ les professeurs Michel Faye et Bernard Jougan. Nous le faisons suivre d'une monographie sur la profession de technicien supérieur en instruments d'optique et de pression, à laquelle le Lycée Technique de Morez forme chaque année de nombreux jeunes gens.

A. MEMIER

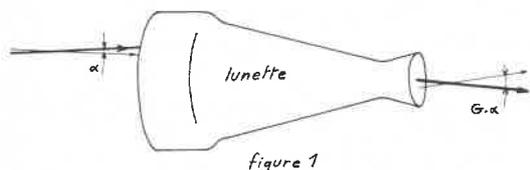
1 — LE THEODOLITE

1.1 Rôle : sa lunette à réticule permet de viser des points matériels. L'instrument donne la mesure des angles de rotation de la lunette autour d'un axe vertical et d'un axe horizontal concourants.

1.2 La Visée d'un point objet est obtenue en faisant coïncider son image avec la croisée du réticule. Pour cela il a fallu non seulement orienter la lunette avec précision, mais d'abord la mettre au point en fonction de la distance du point visé, c'est-à-dire "focaliser" l'image à pointer dans le plan du réticule.

1.3 La Finesse de la visée est limitée, dans une lunette bien conçue, par les possibilités de l'œil qui observe à travers l'oculaire.

Le grossissement G de la lunette peut être défini comme une amplification angulaire : deux rayons entrant dans l'objectif en faisant entre eux un petit angle α sortent de l'oculaire en faisant un angle $G \cdot \alpha$. De sorte que, si "l'angle d'acuité visuelle" de l'œil est \hat{a} , la finesse de visée est $\frac{\hat{a}}{G}$.



2 — PROBLEME DE LA MICROTRIANGULATION

2.1 La méthode des Visées Parallèles

La précision avec laquelle les points à viser sont stationnés et balisés, suffisante pour les mesures habituelles de triangulation au théodolite, ne l'est pas pour la microtriangulation de haute précision à portée de quelques mètres.

Une méthode particulière de visée entre deux théodolites est proposée : l'un vise l'image du réticule de

l'autre, que l'objectif de ce dernier forme à l'infini. Le second théodolite fonctionne alors en collimateur, son réticule étant éclairé à travers l'oculaire. Les axes de visée des deux théodolites sont parallèles si l'image intermédiaire est bien à l'infini (faisceau bien cylindrique).



figure 2

2.2 Questions

2.2.1 Comment peut-on régler cette image intermédiaire à l'infini, et avec quelle précision ?

2.2.2 Quelle est l'influence de l'erreur résiduelle de ce réglage sur le parallélisme des visées des deux lunettes ?

3 — RÉGLAGE D'UNE LUNETTE DE VISÉE SUR L'INFINI

3.1 On peut procéder par Autocollimation dans un miroir plan (fig. 3). L'oculaire de la lunette est remplacé par un oculaire d'autocollimation muni d'un dispositif d'éclairage du réticule, ce qui permet le fonctionnement simultané en collimateur et en lunette. Si le réglage à l'infini est bon, un faisceau issu du réticule qui est alors dans le plan focal de l'objectif sort de l'instrument parfaitement cylindrique. Si l'on renvoie cette lumière à l'aide d'un miroir bien plan, le faisceau réfléchi est parfaitement cylindrique. C'est donc dans le plan focal de l'objectif que se forme une "image-retour" du réticule, qui est par conséquent coplanaire au réticule.

L'opérateur qui observe ces deux figures à travers l'oculaire vérifie leur coplanéité en déplaçant trans-

versalement son œil. Un défaut se traduirait par un déplacement relatif d'une figure par rapport à l'autre (effet de "parallaxe").

3.2 Pour estimer la précision du réglage, on peut raisonner de deux manières :

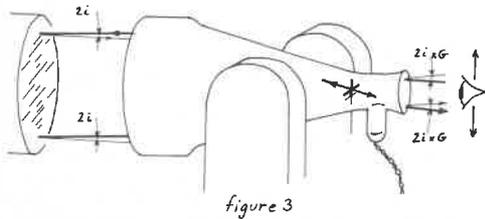


figure 3

3.2.1 Avec les rayons lumineux

La figure 3 représente une lunette bien mise au point sur l'infini par autocollimation. Le miroir étant ici imparfaitement perpendiculaire aux faisceaux (incidence \hat{i} , angle des faisceaux = $2\hat{i}$), "l'image-retour" est légèrement au-dessous du réticule.

L'oculaire en donne des faisceaux décalés angulairement :

- le "faisceau retour", conjugué (prolongement optique) du faisceau réfléchi par le miroir (rayons dessinés en traits fins),
- le faisceau issu du réticule, qu'on peut considérer comme conjugué du faisceau incident sur le miroir, car les deux proviennent du même point : le réticule (rayons dessinés en traits épais).

Les rayons de ces faisceaux font entre eux un angle de $2\hat{i} \cdot G$ (voir 1-3 : grossissement), mais cet an-

gle étant le même d'un bord à l'autre, l'œil ne perçoit aucune parallaxe lorsqu'il se déplace (ici verticalement), recevant diverses parties de ces faisceaux.

Si le réglage est mauvais (figure 4), le faisceau incident sur le miroir n'est plus cylindrique. Soit \hat{e} le défaut de parallélisme de ses rayons extrêmes, ici en convergence. On voit que, d'un bord à l'autre de l'ouverture, la position angulaire des rayons aller et retour varie de $2\hat{e}$.

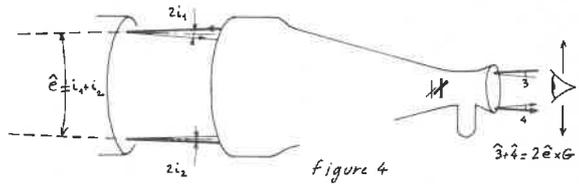


figure 4

L'œil reçoit alors des rayons dont l'un se déplace par rapport à l'autre de $2\hat{e} \cdot G$, d'où effet de parallaxe d'un bord à l'autre.

Si on admet que l'œil peut percevoir une parallaxe égale à son angle d'acuité visuelle \hat{a} , on a :

$$2\hat{e} \times G = \hat{a} \text{ d'où } \hat{e} = \frac{\hat{a}}{2G}$$

exemple : pour $\hat{a} = 1'$
 $G = 28$ } $\hat{e} \approx 1''$

3.2.2 Avec les images

Un défaut de mise au point de l'objectif consiste en un petit décalage entre son plan focal F'_0 et le réticule R. L'image de R est formée par l'objectif (de longueur

Fig 5 : autocollimation - défaut de mise au point (très exagéré) :

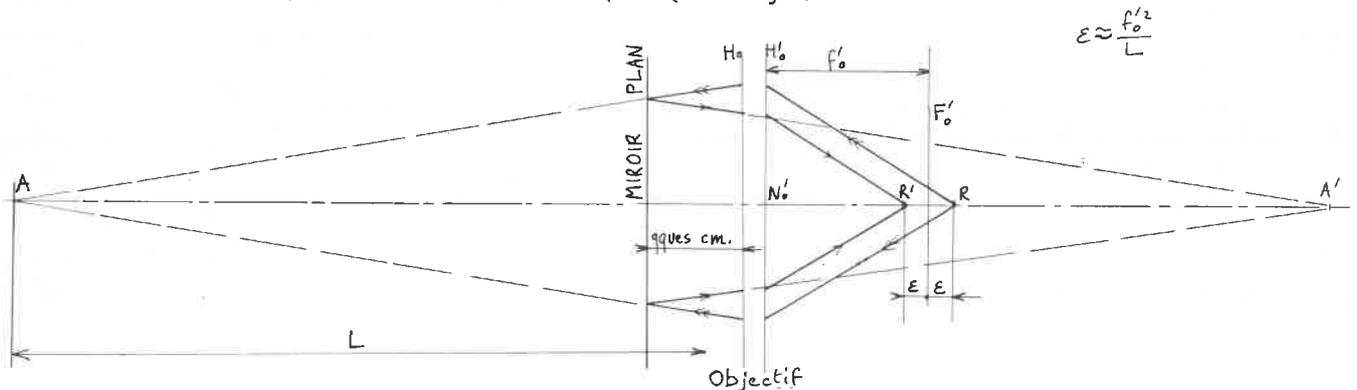
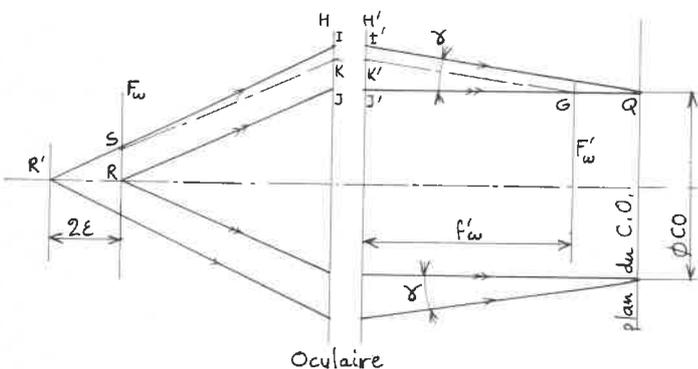


Fig 6 : effet de parallaxe - pour simplifier on suppose le réticule dans le plan focal objet F'_w de l'oculaire



$$\varepsilon \approx \frac{f_0'^2}{L}$$

$$-\gamma = \frac{I'J'}{J'Q}$$

– or : $J'Q //$ axe oculaire parce que RJ vient de F_w
 G dans le plan F'_w parce que $SK // RJ$
 $I'Q // K'G$ parce que les incidents viennent du même point S du plan F_w .

$$RS \approx \varepsilon \cdot \frac{\phi \cdot C.O.}{f_w'}$$

$$-\text{ donc } \gamma \approx \frac{\varepsilon \cdot \phi \cdot C.O.}{f_w'^2} \text{ ou } \frac{\varepsilon \times \text{ouverture}}{f_0' \times f_w'}$$

focale f'_0) en un point A à une distance $L = f'^2_0 / \xi$ de l'instrument. Le miroir donne de A une image A' symétrique par rapport à son plan, donc située à environ L de l'instrument, mais "de l'autre côté". L'objectif donne de A' l'image-retour R' décalée de 2ξ par rapport à R.

$$2\xi = 2f'^2_0 / L$$

Rappels : le grossissement de la lunette (§ 1-3) est égal au rapport des longueurs focales de l'objectif et de l'oculaire, et aussi au rapport des diamètres de l'ouverture de l'objectif et de son image après l'oculaire (le "cercle oculaire") :

$$G = f'_0 / f'_w = \text{Ø ouverture} / \text{Ø c.o.}$$

Ainsi pour un objectif de longueur focale 212, de diamètre libre 40, un grossissement de lunette égal à 28 conduit à un oculaire de longueur focale 7,5 mm et un cercle oculaire de diamètre 1,4 mm.

La figure 6 montre la relation entre ξ et le déplacement angulaire relatif 2γ de R' par rapport à R quand l'œil se déplace transversalement d'un bord à l'autre du cercle oculaire :

$$2\gamma = 2\xi \frac{\text{Ø ouverture}}{f'_0 \cdot f'_w}$$

Un "effet de parallaxe" 2γ permet donc de détecter une erreur de mise au point définie par une distance :

$$L = f'^2_0 / \xi = \frac{\text{Ø ouverture} \times f'_0}{f'_w \times \gamma}$$

On peut recevoir un effet $2\gamma = 1'$ soit $3 \cdot 10^{-4}$ radian.

L'exemple numérique cité donnerait alors :

$$L = \frac{56 \text{ km}}{f'_w (\text{en mm})}$$

3.2.3 Si la distance focale f' de l'oculaire d'auto-collimation est plus longue que celle de l'oculaire normal, le grossissement est moins fort, la distance L est moins longue.

3.2.4 On a supposé le miroir parfaitement plan. Le défaut de planéité du miroir qui produirait une erreur du même ordre de grandeur que celle qui a été étudiée serait d'environ $0,025 \mu\text{m}$, soit 0,1 frange d'interférence.

4 — INFLUENCE DE L'ERREUR RÉSIDUELLE DE RÉGLAGE À L'INFINI SUR LE PARALLÉLISME DES VISÉES

Après réglage d'un théodolite sur l'infini par auto-collimation (§ 3), puis mise au point de l'autre sur ce premier en supprimant toute parallaxe, les deux théodolites sont pointés l'un sur l'autre, ou plutôt sur un point très éloigné, sommet du faisceau intermédiaire. Ceci est possible du fait que, bien que les lunettes soient conçues pour viser de quelques mètres à l'infini, ce réglage comporte une petite marge permettant la mise au point sur un point lointain virtuel situé "de l'autre côté" (côté oculaire).

4.1 En raisonnant sur les rayons lumineux

Notons que le sommet A du faisceau intermédiaire est un point très lointain: pour $e = 1''$ et diamètre d'ouverture $\text{Ø} = 40 \text{ mm}$, A est distant d'environ 8 km. Ceci n'a pu être bien représenté sur la figure 7 où les angles sont fortement exagérés.

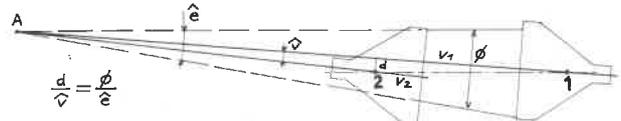


Figure 7

On voit que l'angle d'erreur \hat{v} de parallélisme des visées v_1 et v_2 des deux instruments est d'autant plus petit par rapport à l'angle \hat{e} du faisceau que d est petit par rapport à Ø .

Si d était égal ou supérieur à Ø , il ne passerait plus de lumière d'un instrument à l'autre, donc d est nécessairement très inférieur à Ø (voir § 4.3). On voit donc que l'erreur de visée \hat{v} est très inférieure à l'angle du faisceau \hat{e} , lui-même non supérieur à la limite de définition des instruments.

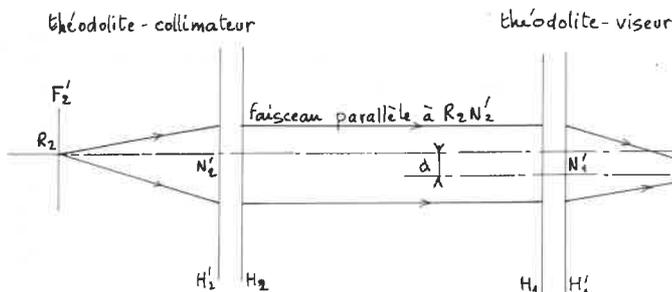
4.2 En raisonnant sur les images

La figure 9 montre que le défaut du parallélisme des visées est $\gamma \approx d/L$ soit :

$$\gamma \approx \frac{f'_w \times d}{\text{Ø ouverture}}$$

d étant très inférieur au diamètre d'ouverture (§ 4.3).

Fig 8 : visées parallèles :



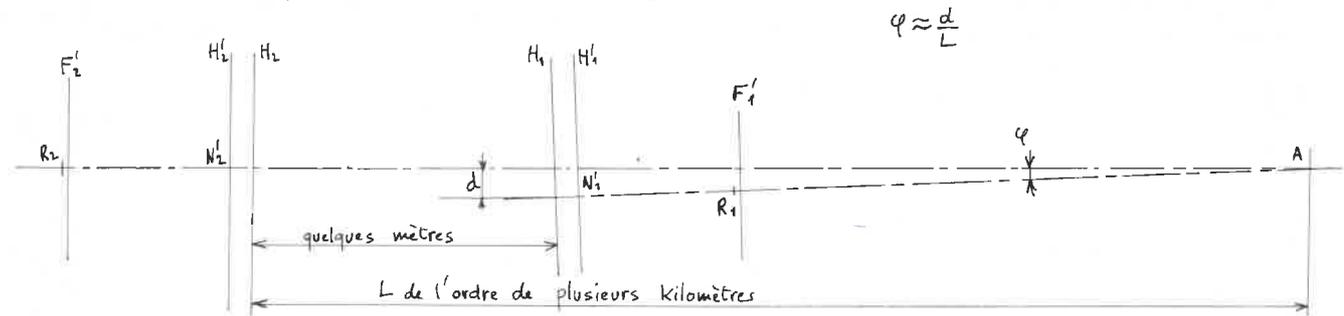
éléments cardinaux de chaque objectif :

plans principaux H et H'
point nodal image N'
plan focal image F'

bien que, dans le théodolite-collimateur, les éléments H_2 , N_2 , F_2 soient situés dans le même espace optique que le point émetteur R_2 , ils sont désignés comme éléments images.

image de R_2 à l'infini dans la direction R_2N_2

Fig 9 : défaut de parallélisme, lui défini comme angle des directions de visées des deux lunettes



Ainsi, en admettant $d = 2 \text{ mm}$, on trouverait, avec les valeurs du § 3.2.2. : $\varphi \approx 2,5 \cdot 10^{-7}$ radian soit un sixième de seconde centésimale.

4.3 On doit pouvoir réduire le décalage d à 1 mm ou peut-être moins en faisant préalablement une visée proche d'un des théodolites (celui qui n'a pas été mis au point par autocollimation) sur l'axe maté-

riel de l'autre.

4.4 Conclusion

Il apparaît donc que, après focalisation d'un théodolite par autocollimation dans un miroir bien plan, l'erreur résiduelle de ce réglage a un effet négligeable sur le parallélisme de sa visée avec celle du deuxième théodolite.

La Section de Techniciens Supérieurs en instruments d'optique et de précision du Lycée Technique d'État "Victor Bernard" à Morez (Jura)

Le technicien supérieur en instruments d'optique et de précision, collabore, en contact direct avec le chercheur ou l'ingénieur, à la conception ou à la réalisation des dispositifs de recherche ou des appareils industriels non seulement dans le domaine de la construction des instruments d'optique, mais également dans tous les secteurs où l'optique, sans être le but essentiel, est un "moyen" auquel il est fait appel.

Sa formation scientifique générale est donnée avec le langage et les méthodes mathématiques employées dans le premier cycle de l'enseignement.

Sa formation technologique doit lui permettre d'assumer une responsabilité technique et, éventuellement, la coordination d'un groupe de travail et de s'adapter à certaines des tâches suivantes :

- Effectuer l'analyse fonctionnelle d'un ensemble donné (analyse de constatation) et en tirer les conclusions, en particulier en ce qui concerne les réglages, les moyens de réglages, les tolérances fonctionnelles des composants optiques et mécaniques.
- Collaborer avec des ingénieurs ou d'autres techniciens à l'étude d'un instrument ou d'un montage de laboratoire, le réaliser au niveau de la "maquette"

l'expérimenter ; participer à la conception du prototype, suivre et contrôler sa réalisation.

- Collaborer avec les services d'études et méthodes aux réalisations de pré-série et de série en s'attachant en particulier à faire respecter les fonctions optiques.
- Effectuer l'installation ou le dépannage d'appareils.
- Exercer une activité technico-commerciale, après avoir reçu un complément de formation.

En conséquence, il doit posséder :

- des connaissances approfondies en optique théorique et pratique qui lui permettent d'analyser un ensemble optique donné, de collaborer à la réalisation d'un avant-projet d'instrument, d'effectuer toutes mesures,
- des connaissances en mécanique théorique, en technique de construction, en fabrication mécanique qui lui permettent de concevoir ou de guider le choix des solutions concernant les liaisons des composants optiques, leurs guidages et les chaînes cinématiques nécessaires,

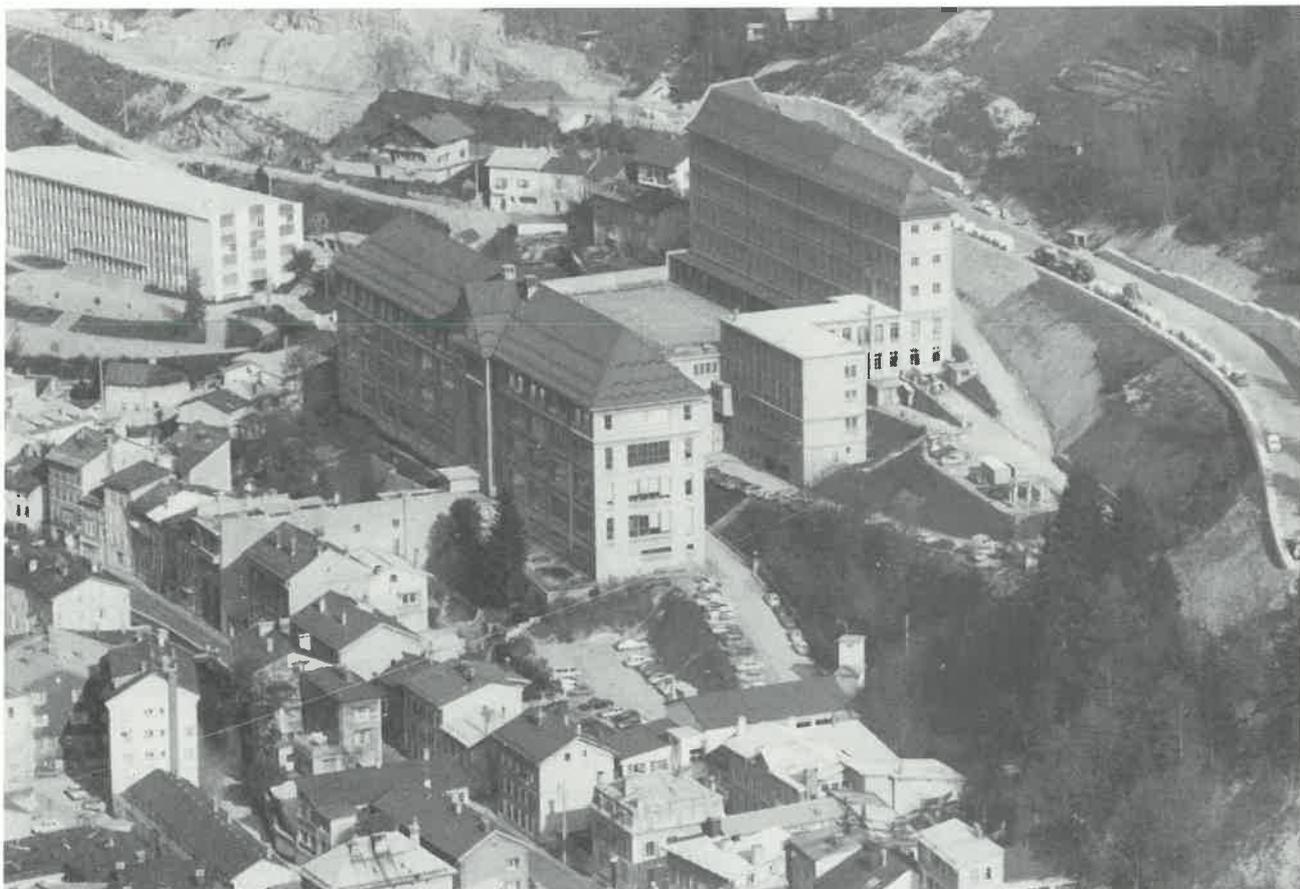
— des connaissances en électronique (capteurs opto-électroniques, composants utilisés dans l'amplification, modules opérationnels, linéaires et logiques) qui lui permettent de comprendre la constitution d'une chaîne de mesure, de contrôle et de régulation, et d'assurer la maintenance de son fonctionnement,

— des connaissances en automatique (fonctions, lecture et exécution des schémas, technologie des composants) principalement dans le domaine opto-électronique,

— des connaissances théoriques et pratiques concernant les dépôts de couches minces sous-vide sur supports optiques,

— des connaissances en langue vivante lui permettant au moins la lecture des documents scientifiques et techniques.

Il doit être capable de rédiger clairement tout rapport.



Le Lycée Technique d'État "Victor Bernard" à Morez.