

# Les opérations topographiques nécessaires à la reconstruction du canal de Suez

par J. DUCLOS  
Président Directeur Général de DECCA-SURVEY FRANCE

Un énorme programme d'expansion est en cours sur le Canal de Suez, qui permettra aux plus grands navires sa traversée. Le canal sera élargi, approfondi et en trois endroits les élargissements du canal permettront aux convois de se croiser. La première partie de ce projet est actuellement en chantier et sera terminée au milieu de l'année 1980. Le projet d'élargissement est né au lendemain de sa nationalisation. A cette époque les autorités avaient deux soucis :

- 1) — rendre la navigation régulière et plus sûre,
- 2) — poursuivre l'élargissement pour permettre à de plus gros navires la traversée du canal.

Les premiers travaux portèrent la section en coupe du canal de 1 200 m<sup>2</sup> à 1 800 m<sup>2</sup> et la profondeur de 10,60 m à 11,70 m, permettant ainsi aux navires de 60 000 tonnes, à pleine charge, de transiter par le canal. A la fin de ce premier projet, un second fut mis en chantier, mais uniquement pour porter la profondeur à 12,20 m., donnant le passage aux 70 000 tonnes. Ce projet aurait dû finir en 1967, mais les hostilités entre l'Égypte et Israël interrompirent ces travaux. La navigation reprit en 1975, mais pendant les années d'interruption, les autorités ont continué à étudier le projet prenant même en considération les nouveaux types de transport, surtout les super tan-  
kers.

Les travaux en cours porteront la surface en coupe du Canal à 3 700 m<sup>2</sup> de Port Saïd jusqu'au P.K. 61, et à 3 300 m<sup>2</sup> du P.K. 61 à Suez, et la profondeur à 16,15 m donnant ainsi le passage aux 150 000 tonnes en pleine charge. 95 millions de m<sup>3</sup> ont été extraits pour permettre l'élargissement des courbes en les portant à un rayon de 5 000 m minimum. Le Bypass de Port Saïd du P.K. 17 au 95 permettra aux navires une entrée directe dans le Canal sans passer par le

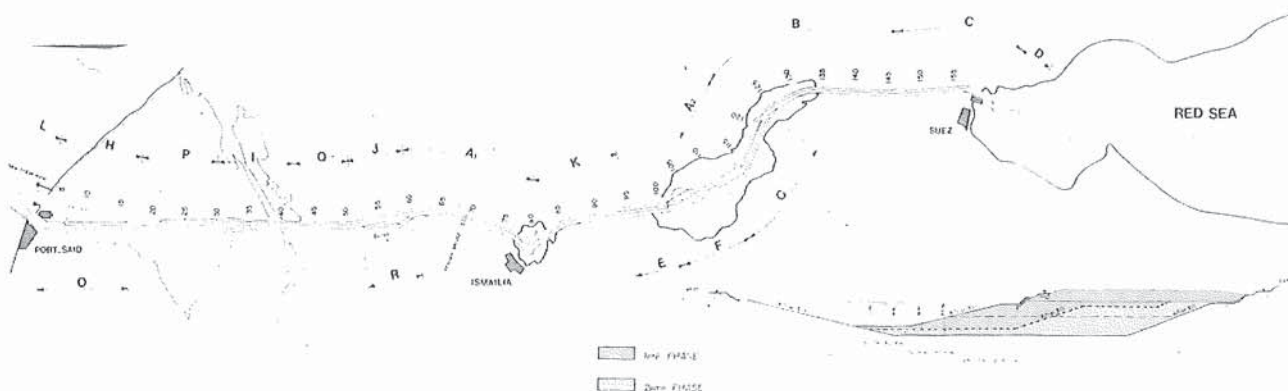
port de Port Saïd. Dans la première phase des travaux 559,4 millions de m<sup>3</sup> ont été extraits dont 132 millions par les Egyptiens et le reste divisé en 12 lots de 10 à 50 millions de m<sup>3</sup> chacun, partagés entre plusieurs sociétés étrangères de dragage telles que PENTA - MITSUI - TOA - Union des Compagnies Françaises et VIANINI. Le coût des travaux de cette première phase est estimé à 1.275 millions de dollars dont 775 millions en devises étrangères. Les Autorités du Canal ont renforcé leur flotte avec deux dragues à coupe et succion de fabrication japonaise, capables de creuser jusqu'à 30 mètres avec une cadence d'extraction de 1 800 m<sup>3</sup> par heure et une barge à succion creusant jusqu'à 30 mètres avec une cadence de 2 200 m<sup>3</sup> à l'heure. La seconde phase du projet prévoit l'approfondissement à 20,50 m ce qui permettra le passage des pétroliers de 260 000 tonnes en pleine charge ou des navires plus importants en demi charge. La date de ces travaux n'est pas encore arrêtée.

Des études par des experts internationaux sont favorables à la seconde phase du projet, compte-tenu des besoins en pétrole de provenance des pays du golfe pour l'Europe et les pays d'Amérique du Nord de la côte Est. La réalisation de ce projet augmentera les revenus de l'Égypte de 18 à 30 %.

La société UMD, adjudicatrice des lots de dragage F et G, nous a consultés afin de leur apporter une assistance dans le pilotage de leurs travaux. Ces lots étant situés dans la traversée d'un lac amer, la principale difficulté résidait dans l'impossibilité aux engins de dragage de se situer par rapport à des éléments à terre, visibles du large.

Les dimensions du lac considéré étant d'environ 20 km sur 10, les moyens optiques traditionnels de

Développement du canal de Suez.





positionnement n'étaient plus envisageables. Seuls des moyens radio électriques pouvaient solutionner ce problème. Le choix du matériel se porta sur le système Trisponder Decca 202 A. Le système de positionnement Trisponder Decca 202 A est un dispositif portatif à micro-ondes de petite portée, permettant la localisation précise d'un navire participant à des relevés hydrographiques, géophysiques et d'environnement. Ce système constitue un moyen général de mesure de distances et de positionnement apte à autant d'applications que l'on peut imaginer. En pratique, dans toute situation dans laquelle il est difficile et coûteux de mesurer une distance ou de déterminer une position continûment valable, on peut utiliser le système d'une façon rentable.

### **Qu'est-ce que le Trisponder ?**

Comme le nom l'indique, trois stations entrent en jeu. C'est le minimum requis pour qu'un système opérationnel assure la détermination d'un positionnement. Ces stations sont : une station mobile et deux stations répondeuses. Des émissions pulsées dans la bande X et des techniques de mesures numériques sont utilisées dans une configuration distance/distance donnant la position de la station mobile par rapport à deux points de référence où sont installées les petites stations répondeuses.

Le système donne une indication continue, non ambiguë, de la distance du navire (ou de l'hélicoptère), par rapport à chacune des deux stations éloignées (répondeurs). Il fonctionnera par tous les temps, à n'importe quel moment de la journée, et en tout point du globe.

Le matériel est très léger. En effet, les éléments les plus lourds sont les batteries. Il peut être déployé facilement et rapidement. Tous les composants sont à l'état solide. Les répondeurs sont réalisés conformément aux spécifications militaires pour satisfaire à toutes les conditions ambiantes et sont étanches à l'humidité et à la poussière.

L'utilisation de sorties standards (BCD - décimales codées binaires) permet d'utiliser toute une gamme d'équipements périphériques tels que : traceur de la route suivie, imprimante numérique, perforatrice de bande ou enregistreur à bande magnétique.

Ainsi, on obtient un enregistrement de la route et on dispose de données de relevés hydrographiques pour un traitement plus poussé à terre. Grâce à une faible consommation d'énergie et une fiabilité aisée, l'entretien peut être limité à des visites non fréquentes aux stations répondeuses. Lorsqu'il n'est pas souhaitable de se rendre à ces stations, il suffit de mettre en place des sources d'alimentation pour la durée du projet et on laisse alors les stations fonctionner sans personnel de surveillance. Un seul système peut être constitué par quatre stations répondeuses. Des impulsions radio en provenance de l'émetteur mobile sont codées pour déclencher les répondeurs qui ont été sélectionnés parmi les trois ou quatre et qui, après une certaine temporisation fixée renvoient des impulsions de réponse. On peut augmenter notablement la zone couverte par un choix judicieux de l'emplacement des quatre stations répondeuses. Le système peut être utilisé simultanément par des navires et/ou des hélicoptères jusqu'au nombre de quatre et ayant chacun une station mobile à bord. Lorsqu'il est en mode "Auto Range", le Tris-

ponder renouvelle le relèvement une fois par seconde. Pour se faire, il recueille en un cinquième de seconde toutes les données dont il a besoin et affiche les distances jusqu'au prochain relèvement. Il est possible théoriquement d'utiliser quatre stations mobiles (total de cinq) pour occuper les quatre cinquièmes de seconde restants, mais étant donné les effets de bordures, il est préférable de limiter le total des stations mobiles à quatre par système. Après un temps de chauffage du Trisponder (de 15 à 30 minutes), les renseignements relatifs à la distance peuvent être renouvelés automatiquement (mode Auto Range) ou manuellement à la demande selon les besoins. Dans le mode Auto Range, le système ne demande absolument aucune intervention. Tant que les signaux radio reçus seront satisfaisants, il continuera à fournir les informations distance aux équipements d'affichage et périphériques. Si l'une des liaisons radio est interrompue ou si les interférences sont persistantes au point que la réception de données est insuffisante pour une exploitation convenable, un indicateur d'alarme commence à clignoter en mettant en évidence le canal défectueux. Chaque répondeur du Trisponder doit être évidemment installé sur des points géodésiques connus. Malheureusement, le passage de la guerre avait détruit tous les points existants aux environs du Canal. Le premier travail que nous avons dû effectuer consista à établir un réseau de triangulation autour du lac. Nous avons donc matérialisé un nouveau système de référence en y incluant les stations servant au positionnement des sondages et dragages, permettant également de calculer le projet du Canal dans ce système. Le projet de la société du Canal était défini d'une manière purement géométrique (ligne de base, point kilométrique, angle au sommet des courbes, etc...) Cette définition suffisante dans la partie du Canal en section courante, devenait rapidement imprécise et même fautive dans le lac amer. Nous avons donc repris entièrement les calculs nécessaires à la définition géométrique du projet.

### **Opération topographique terrestre préliminaire**

Afin de rendre homogène toutes les mesures à effectuer sur le lac, une triangulation fut nécessaire. Le but de l'opération était de déterminer un certain nombre de points dont la situation devait répondre aux impératifs des systèmes de positionnement à mettre en place ultérieurement.

Le choix de ces points et des points supplémentaires fut soumis à plusieurs critères.

- Nécessité de matérialiser un système de référence donc un canevas de points homogène et solide géométriquement.

- Relier le projet (et exécution) aux extrémités du lac où des travaux de dragage avaient déjà été commencé.

- Utiliser des tours métalliques existantes comme points déjà balisés.

- Difficultés matérielles et administratives importantes pour aller sur la rive est du Canal (zone militaire minée).

Un canevas de cinq points déjà balisés (tours) a donc été choisi (Déversoir, Fayed, Fanara, Parallèle Kabret).

Un sixième point au camp UMD a été choisi pour sa position favorable à l'installation d'une balise Tris-



ponder, les stations Sea-Fix ont ensuite rapidement été déterminées à partir du canevas de base.

Toujours à partir de ce canevas de base, nous avons déterminé des points remarquables, comme bolards, caissons, revêtements de talus, de manière à relier le projet théorique au Canal existant. Tous ces points ont fait l'objet de mesures d'angles et de distances.

Il était également nécessaire de matérialiser une référence altimétrique, pour cela nous avons installé quatre échelles de marée (signal km 10, Déversoir, Fayed, Kabret) et deux marégraphes (Déversoir, Camp UMD). Ces repères ont été nivelés avec précision et rattachés au nivellement du Canal. Ils permettent entre autres l'étude et l'enregistrement des marées sur l'ensemble du lac.

## TRIANGULATÉRATION

### a) Mesures Angulaires :

Tous les points ont été stationnés au théodolite Zeiss TH2, donnant une erreur sur une lecture angulaire d'environ  $\pm 0,0006$  grade. Vu la longueur des visées (maximum 22 km) il était nécessaire d'opérer avec huit tours d'horizon. Les observations ont donc été faites par la méthode classique : 4 couples de tours d'horizon dans les deux positions de la lunette avec des origines réparties sur le cercle.

### b) Mesures des distances

Les mesures de distance ont été faites au telluromètre CA 1000, qui, avec une portée maximale de 30 km, permet d'obtenir une précision égale à  $\pm 15 \text{ mm} + 5 \text{ mm} \times 10^{-6}$  de la distance. Le deuxième facteur provenant des erreurs de correction de réfraction atmosphérique. Étant donné qu'il était difficile d'obtenir sur le site des mesures de température correspondant exactement aux conditions réelles du trajet de l'onde, on a dû estimer que la précision donnée par le telluromètre était nettement moins bonne que la précision théorique. En conséquence, il a paru préférable de mesurer le maximum de distances, plutôt que de se contenter d'une ou deux bases. Dans ces conditions, en introduisant dans les calculs la totalité des mesures, il fut possible de diminuer notablement l'erreur sur une distance.

Il faut vous signaler également que les lectures ont été répétées 20 fois et que les distances principales ont été mesurées 2 fois dans des conditions de réfraction différentes.

### Système de coordonnées :

N'ayant pas la possibilité de se rattacher à un réseau général ou international, il a été décidé de conserver un système local en choisissant comme point originie la station du Déversoir, à laquelle on donna les coordonnées fictives :  $X = 50.000$ ,  $Y = 100.000$ .

Le réseau a été orienté en utilisant un gisement relevé graphiquement sur une carte marine. Ne pouvant nous rattacher au réseau géodésique du pays, nous avons utilisé une projection fictive dont le méridien central passe par le point de base de façon à avoir des corrections minimums. L'erreur due à l'approximation du passage de l'ellipsoïde au plan est négligeable en regard de la précision demandée sur l'ensemble du chantier.

## Nivellement :

Le but du nivellement était de posséder des repères de façon à pouvoir mesurer des variations du plan d'eau de l'ordre du centimètre. La tolérance sur l'altitude de chaque repère était donc au maximum de  $\pm 1 \text{ cm}$ . Il existe sur toute la longueur du Canal des repères de nivellement, cependant vu la précision recherchée, il était impossible d'utiliser ces points dont la précision et la stabilité étaient inconnues. Le mode opératoire et le matériel devaient être adaptés au résultat recherché. Les points extrêmes du nivellement se trouvent l'un, sur la rive est du Canal, l'autre, à proximité de Fayed, soit une longueur de cheminement d'environ 24 km. Les conditions de température (vibrations de l'air...) empêchent les visées longues et il a fallu prévoir des visées maximum de 30 m, soit un total de 800 portées. Avec le matériel et les méthodes appropriées, on admet  $\pm 0,2 \text{ mm}$  d'erreur moyenne sur une lecture. Pour permettre des contrôles rapides et améliorer encore la précision, tout le cheminement a été répété 3 fois. Nous arrivons ainsi à nous tenir en-dessous de la tolérance imposée.

## MATÉRIEL

En fonction de ces constatations, le matériel choisi fut le suivant :

- Niveau automatique Zeiss Ni2 avec lame à face parallèle.
- Mire invar à double chiffraison.
- Équipement complété par divers petit matériel comme des crapaudines qui permettent d'assurer une bonne assise au pied de la mire.

## MODE OPÉRATOIRE

La méthode retenue est le cheminement simple avec lecture sur les deux échelles de la mire, cheminement répété trois fois. D'autre part, toutes les précautions sont prises pour obtenir la précision escomptée.

- Visées égales pour éliminer les erreurs systématiques (réfraction, sphéricité, erreurs instrumentales...).
- Stabilité de l'instrument en évitant les terrains mouvants comme le macadam.
- Stabilité socle de la mire.
- Verticalité de la mire et stabilité assurées par des supports.
- Arrêt du travail aux heures chaudes.
- Contrôle journalier du réglage du niveau.
- Nivellement de "points de passage" tous les kilomètres pour permettre des contrôles rapides.
- Toutes les précautions habituellement prises pour un nivellement de précision.

D'autre part, tous les repères de nivellement déjà connus ont été intégrés dans le cheminement pour contrôler la validité des altitudes données par les autorités du Canal. Le cas particulier du franchissement du Canal a été traité par la méthode des visées réciproques simultanées. En effet, dans le cas précis, il est impossible de faire des visées égales et donc de corriger les erreurs systématiques. Ce nivellement a été indispensable pour une meilleure étude du plan d'eau du lac, ce plan d'eau étant la seule référence utilisable pour caler nos systèmes de sondage.



## SONDAGE

### Buts du sondage :

Le sondage demandé avait pour but de constituer les documents contractuels avec le maître d'œuvre. En effet, c'est à partir de ces sondages, en début et en fin de chantier, que seront calculés les volumes réels dragués et les volumes devant être payés. Ce travail devait donc être le plus précis possible, et surtout présenter toutes les garanties quant à la fidélité du matériel.

D'autre part, il était important de pouvoir traiter très rapidement les données enregistrées, pour permettre un démarrage des dragages dans les délais les plus courts.

En complément de ce travail, il nous a également été demandé de faire une reconnaissance de tout le fond pour s'assurer que ne subsistait aucun obstacle pouvant gêner les dragues (épaves, rochers, mines, obus, etc...)

### Termes du marché :

Ces impératifs sont également complétés par les règlements prévus au marché. Il faut faire le travail par profils en travers tous les 25 mètres. Sur ces profils, il faut relever un point tous les deux mètres en position et en profondeur. Il faut également que toute la validité de ces mesures puissent être facilement vérifiée par le Maître d'Ouvre.

### Projet de sondage :

Le matériel et les méthodes doivent être choisis en fonction de ces critères :

- Le positionnement est assuré par un système Trisponder donnant les meilleures garanties de précision et de répétabilité entre sondage initial et final.
- Le sondage est effectué au sondeur ATLAS DESO 10 avec digitaliseur EDIG 10.

Toutes les données sont sélectionnées et enregistrées par un AUTOCARTA qui permettra par la suite l'exploitation des résultats.

- La reconnaissance est faite au Side Scan Sonar Klein qui donne une image du fond de part et d'autre du passage du bateau.
- La vedette de sondage était fournie et équipée par le client (alimentation, climatisation, etc...).

## MATÉRIEL DE SONDAGE

### Atlas Deso 10 :

L'atlas Deso 10 est un appareil de mesure de haute qualité. Il a été conçu en tenant compte du fait que les problèmes de sondages et de détermination devaient être résolus ensemble, et l'évaluation des calculs topographiques n'est possible que si la position, la profondeur, et le temps à l'horloge, sont connus.

L'Atlas Deso 10 doit, par conséquent, être considéré comme faisant partie d'un système topographique qui permet, au moyen d'un indicateur Digital ATLAS EDIG 10, une évaluation complètement automatique des résultats obtenus en ordinateurs ou Data Loggers.

Il est également utilisé comme système d'enregistrement écho-sondeur de précision spécialement quand il s'agit des informations sous forme de dessins du fond donnés par l'échogramme.

L'équipement peut opérer avec différentes fréquences :

ces : 15-30-33-80-100-210 KHz, l'une toute seule, ou deux ensemble.

L'émission simultanée de deux fréquences de sonde (la haute fréquence pour les sols mouvants, la basse pour les sols durs) permet de faciliter cette tâche. Dans notre cas, les deux fréquences 30-210 KHz s'accordaient.

A la base, c'est avec le transducteur 210 KHz qui possède une largeur de rayon plus étroite qu'il est possible d'obtenir un enregistrement avec une résolution accrue.

### L'Atlas Deso 10 comprend :

- 1 Unité d'enregistrement
- 1 Unité de contrôle
- 1 Transducteur de 30 KHz
- 1 Transducteur de 210 KHz
- 1 Indicateur digital écho "Atlas Edig 10"
- 1 ensemble de câble de connexion
- 2 câbles de connexion pour les transducteurs.

Transistors fiables, circuits intégrés, absence de maintenance mécanique (minimum de pièces mobiles) placent cet équipement dans la catégorie des écho sondeurs de chantier et garantissent un bon fonctionnement.

*Caractéristiques principales :* Faible consommation, bonne résistance, d'un usage immédiat, sans aucun temps d'échauffement.

*Mode d'opération :* L'indication de la profondeur est graphique. L'Atlas Deso 10 utilise des ondes ultrasoniques pour mesurer la profondeur. Une courte impulsion est émise par le transducteur sous forme de cône, verticalement en direction du fond. Une part de l'énergie est renvoyée par le fond et retourne comme un écho au même transducteur qui opère en tant qu'émetteur et en tant que récepteur - ceci évitant des erreurs angulaires sur de petites profondeurs. Le laps de temps détermine la profondeur. Pour mesurer la profondeur sous la quille, l'enregistreur est ajusté de manière à déclencher une impulsion ultrasonique chaque fois que le stylet traverse la ligne zéro du papier.

### Système Autocarta :

Le système ordinateur est utilisé pour trois raisons :

- Fournir un positionnement rectangulaire et un tracé de la route suivie et des indications de la route à suivre en temps réel.
  - Permettre l'acquisition intelligente des données du positionnement et du sondage.
  - Effectuer en temps légèrement différé sur le site, le report des cartes et les calculs de cubatures.
- Un ensemble d'équipements a été conçu et des programmes écrits pour répondre aux besoins spécifiques.

*Description technique :* — Le calculateur : c'est lui qui est chargé de traiter les données.

- Le terminal : permet de dialoguer avec le calculateur. Il est en outre muni d'un lecteur enregistreur de cassettes pour le stockage des données et la lecture des programmes enregistrés sur cassette.

— Table traçante

- Indicateur gauche/droite : visualise la position du mobile par rapport à une route théorique donnée au calculateur.



*Programmes utilisés — Description :* Parmi la gamme de programmes disponibles, quatre d'entre eux ont été sélectionnés pour les besoins du chantier.

#### — Premier programme

##### **Préparation de cartes et prétracé de routes**

Ce programme permet :

- Le tracé d'un quadrillage rectangulaire après avoir fait le choix de l'échelle, de l'espacement du quadrillage et de l'orientation des axes par rapport aux axes de la table traçante.

- Le tracé des limites d'une zone particulière définie par ses coordonnées.

- Le tracé de profils en travers à suivre :

- Soit manuellement par les coordonnées de début et de fin de chaque profil, si ils sont quelconques.

- Soit automatiquement pour des profils parallèles, équidistants et de même longueur. (Option particulièrement intéressante pour le sondage d'un chenal).

- Le report de points particuliers connaissant leur position.

- Le calcul de coordonnées connaissant les données Trisponder ou l'inverse.

#### — Deuxième programme

##### **Tracé de routes et acquisition de données**

Ce programme est utilisé, d'une part pour le pilotage du bateau. Pour cela, il calcule à tout moment la position du mobile et la reporte sur la carte préparée à l'avance. Le calcul est fait en appliquant les corrections dues à la projection. Ce report se fait bien sûr à l'échelle désirée et permet donc une visualisation de la position par rapport à la zone de travail délimitée. De plus, chaque minute, la position du mobile est imprimée sur le terminal, une croix est marquée sur la table traçante et un top est transmis au sondeur ou autres périphériques. Si des routes définies lui ont été fournies, il donne également la position du pilote grâce à l'indicateur gauche/droite (distances par rapport à la route précalculée). L'échelle peut être changée selon la précision que l'on veut obtenir dans le suivi du profil.

De même que pour le programme 931, il est possible de travailler manuellement ou automatiquement. Dans ce cas, il suffit de définir le premier profil et l'écart à appliquer pour le profil suivant.

A la fin de chaque profil, le calculateur détermine les données du profil suivant et transmet les nouvelles informations à l'indicateur.

D'autre part, le programme commande l'enregistrement des données. L'intervalle des points peut être commandé en fonction des résultats recherchés (par exemple : un point tous les dix mètres).

Avant d'enregistrer les données, le calculateur fait un travail de sélection pour éliminer les valeurs fausses.

- *Sélection des positions :* Le calculateur accumule trois positions successives et les compare à un écart maximum admissible donné par l'opérateur. Si cette tolérance est dépassée, les points sont rejetés.

- *Sélection des ondes :* Toutes les sondes provenant du digitaliseur sont analysées et comparées aux mesures précédentes. En fonction de la conformation du fond, l'opérateur choisit un écart maximum pouvant être observé entre deux sondes successives.

Le calculateur rejettera toute sonde sortant de cette "fenêtre". Ensuite, le calculateur fait la moyenne de toutes les sondes acceptées et met cette valeur sur le point fixé. Pour un calcul de volume, ce système est particulièrement intéressant, puisqu'il permet de tenir compte de toutes les lectures.

De plus, pour donner une image du fond plus proche de la réalité, l'Autocarta enregistre également chaque intervalle demandé, la position et la profondeur du point maximum. Pour chaque point, est enregistré également le numéro du profil et l'heure. Toutes les données (X-Y-Z et T) sélectionnées sont enregistrées sur cassettes. Celles-ci sont ensuite reprises pour le traitement.

#### — Troisième programme

##### **Report des plans de sonde**

Sur un fond de plan préparé avec le programme 931, celui-ci va répartir les sondes enregistrées. Il offre différentes possibilités :

- Sélectionner sur la cassette les profils ou parties du profil à reporter.

- Appliquer des corrections de marées. Pour cela, il faut rentrer une table de marée donnant une série de temps et de corrections correspondantes. Pour les temps intermédiaires, le calculateur fera une interpolation linéaire.

- Reporter les sondes avec les unités voulues (mètres, décimètres, pieds, etc...).

- Ne reporter que les sondes se trouvant au-dessus d'une certaine cote. Cette option est intéressante pour l'exécution des plans de dragage, en ne faisant apparaître que les zones au-dessus du niveau théorique.

- Délimiter une zone géographique que l'on veut reporter sans sélectionner au départ les profils à dessiner. La table traçante lit toute la cassette, mais ne reporte que les points compris dans la zone.

- Report de points particuliers (bouées, épaves,...) par leur coordonnées ou leurs distances Trisponder.

- Report de sondes à partir du terminal pour rajouter éventuellement des points dépouillés à la main.

#### — Quatrième programme

##### **Report de profils en travers et calculs de volume**

Ce programme effectue, à partir des données de la cassette, le dessin du profil en travers et le calcul de volume par rapport au niveau théorique à draguer. Avant le calcul ou le report, les points sont projetés sur la ligne théorique et les points erronés sont éliminés. Les sondes sont corrigées à la main. Le report se fait à l'échelle demandée pour les hauteurs et les longueurs avec les annotations choisies. Il est possible de remettre tous les profils dans le même sens pour permettre une lecture plus lisible. Par rapport au niveau à draguer, l'ordinateur calcule les volumes de matériaux se trouvant au-dessus et les volumes se trouvant au-dessous.

## **PROGRAMMES DISPONIBLES**

En plus de ces quatre programmes utilisés pour les sondages avec le Trisponder, il existe les mêmes séries utilisables avec les systèmes hyperboliques tels que le Sea-Fix, Hi-Fix,...) D'autre part, des programmes particuliers existent pour les besoins de la sismi-



que. Tous les programmes peuvent être prévus soit pour un calcul dans une projection UTM, soit dans toute autre projection.

## RECONNAISSANCE DU FOND

### Side Scan Sonar

Le Side Scan Sonar est un outil précieux pour les nombreux types d'explorations sous-marines : recherches, surveys, différentes enquêtes et investigations. Le Sonar utilise des rayons à haute fréquence de son pour donner une image du fond de la mer.

Dans les situations idéales, le résultat graphique du Sonar donne une sorte de photographie aérienne du fond. Une photographie aérienne précise n'est pas encore possible à cause de l'importante atténuation de la lumière dans l'eau. En utilisant le son, un bateau de "survey" peut rapidement couvrir une zone large de plusieurs centaines de mètres. Un "poisson" sous-marin remorqué, émet des courtes pulsations de haute fréquence qui sont diffusées de chaque côté du poisson remorqué, dans une direction perpendiculaire à la direction suivie. Le rayonnement du son est étroit dans le plan vertical. Sur le bateau, un enregistreur graphique envoie des impulsions aux transducteurs sous-marins installés sur le "poisson".

Ces transducteurs émettent alors les impulsions sonores. Quand les échos sont reçus, ils sont ensuite convertis en signaux électriques qui sont transformés et renvoyés sur le câble de remorquage. Il sont alors plus tard, transformés de façon à s'adapter au mécanisme de l'enregistreur graphique.

Cet enregistreur de bord produit un graphique permanent sur bande, des informations simultanées provenant des deux canaux.

## CONCLUSION

La technique de pointe développée par DECCA SURVEY FRANCE fut très appréciée par les autorités de Suez et toutes les entreprises qui travaillèrent par la suite sur le Canal.

En effet, grâce à l'utilisation des ordinateurs embarqués et aux calculs en temps légèrement différé de la situation des travaux, les entrepreneurs étaient en mesure de fournir rapidement les éléments nécessaires à leur règlement.

■

**Ets GUIZOU**  
215, RUE DU ROUET  
13008 MARSEILLE



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