

NATIONS UNIES
CONSEIL
ECONOMIQUE
ET SOCIAL



Distr.
LIMITEE

E/CN.14/CART/180
2 août 1966

Original : FRANCAIS

COMMISSION ECONOMIQUE POUR L'AFRIQUE
Deuxième Conférence cartographique
régionale des Nations Unies pour l'Afrique
Tunis (Tunisie), 12-24 septembre 1966
Point 12(d) de l'ordre du jour provisoire

LES LEVES HYDROGRAPHIQUES, COMPLEMENTS INDISPENSABLES
DE LA PHOTOGRAMMETRIE POUR L'ELABORATION DES CARTES TOPOGRAPHIQUES
Communication présentée par le Gouvernement de la République tunisienne

LES LEVES HYDROGRAPHIQUES, COMPLEMENTS INDISPENSABLES
DE LA PHOTOCGRAMMETRIE POUR L'ELABORATION DES CARTES TOPOGRAPHIQUES

La configuration géographique de la Tunisie au sein du Bassin Méditerranéen en fait un pays baigné par 1.200 kms de côtes. Aussi est-il indiqué d'exploiter cet aspect important qui la caractérise.

En effet, la connaissance approfondie du fonds sous marin peut être utile pour son développement économique et l'accroissement de son potentiel industriel (pêche, ports, pose de câbles téléphoniques, recherches pétrolières et minières). Laissant à l'Océanographie l'étude de physiologie des fonds sous marins, l'hydrographie a pour but de donner toutes indications sur l'état physique des fonds sous marins, sur la profondeur et le débit des cours d'eau et lacs, etc... Les levés hydrographiques intéressent le Service Topographique de Tunisie dans la mesure où ils complètent les levés terrestres dans l'établissement d'une carte topographique.

L'étendue des Côtes Tunisiennes est telle que 45 des 160 coupures de l'assemblage des cartes au 1/50.000ème comportent la couleur symbolique de la mer. Alors que la confection des cartes terrestres nécessite deux opérations distinctes et successives : la planimétrie et le nivellement, l'hydrographie exige le levé de la carte planimétrique et surtout le nivellement du fond, qui se fait en dessous de la surface de référence. La Bathymétrie, science permettant l'étude physique des fonds sous marins, remonte probablement à la protohistoire. Hérodote raconte que les marins du Delta du Nil mesuraient la profondeur de la mer en "orgies" sortes de brasses.

Les méthodes ont certainement évolué mais jusqu'en 1919 le sondage au plomb était le seul moyen utilisé.

En plus de la profondeur de la mer en un point, il faut connaître l'endroit où a été fait le sondage pour pouvoir le porter sur la feuille de projection par rapport aux coordonnées géographiques. "Faire le point" a été de tout temps un problème capital aussi bien pour l'Océanographie que pour la Navigation. Il est indispensable de déterminer à tout moment la position d'un bâtiment, donc sa route, problème analogue à celui du cheminement dans les levés planimétriques.

Si l'évolution de la Science au cours des dernières décennies a permis de résoudre à la perfection les problèmes posés par les levés bathymétriques, la détermination de la position planimétrique d'un point en mer reste encore assez délicate et relativement peu précise.

Le Service Topographique de Tunisie qui projette de créer une section de levés hydrographiques, fonctionnant en collaboration étroite avec la photogrammétrie, équipera cette Section dans la mesure des moyens qui lui seront offerts. Il ne sera pas question d'équiper un bateau à coque métallique mais une petite embarcation sur laquelle seront adaptés les appareils de mesures.

LEVES BATHYMETRIQUES

Les sondages directs à la sonde en bois ou au plomb sont encore utilisés pour les petites profondeurs jusqu'à 4 mètres, mais le but cherché ici étant de prospecter la profondeur de la Mer Méditerranée jusqu'à la limite des Eaux Territoriales Tunisiennes (de 6 à 12 milles marins), c'est-à-dire des profondeurs de 0 à 100 mètres environ, les sondages directs à la sonde ne peuvent pas être utilisés.

L'invention des ultra-sons a apporté une solution très satisfaisante au problème du sondage. Comme pour la détermination des distances, la mesure de la profondeur de l'eau revient à mesurer le temps mis par une onde ultra-sonore (fréquence de 20 à 40.000 périodes par seconde) à traverser la surface de l'eau, à se réfléchir sur le fond et à retourner à son point de départ. La vitesse de propagation des ondes ultra-sonores étant de 1.500 mètres par seconde en moyenne et les profondeurs mesurées étant le plus souvent de quelques dizaines de mètres, le temps à mesurer est de quelques centièmes de seconde.

Les progrès énormes de l'électronique ont permis de faire avancer très rapidement les précisions de ces mesures.

Il a été possible non seulement de mesurer des laps de temps infinitésimaux mais de pratiquer un sondage continu à une vitesse telle que pratiquement un sondage est relevé sans arrêt tous les 20 centimètres sur le profil sous-marin.

Ces appareils de sondage enregistrent automatiquement sur une bande de papier graduée le profil du sol sous-marin correspondant au chemin parcouru par l'embarcation. La précision actuelle de ces appareils permet de relever la profondeur avec une erreur de 20 centimètres pour les profondeurs allant jusqu'à 100 mètres.

Cette précision dépend de plusieurs facteurs :

1) de l'étalement d'enregistrement sur le papier. La largeur de ce papier et l'échelle utilisées permettent d'interpoler les profondeurs avec une précision de quelques centimètres.

2) de la netteté de l'inscription. En effet, un trait d'inscription net, sans bavure et très fin, permet d'augmenter la précision d'interpolation. La méthode du tracé chimique à sec par carbonisation électrique du papier graphité permet de fournir des indications supplémentaires sur la nature du fond : vase, sable, caillouteux ou roc et même sur la présence de corps étrangers tels que épaves, bancs de poisson, etc... L'habileté des techniciens chargés de l'exploitation des graphiques permet d'obtenir une précision allant jusqu'à 5 centimètres.

3) la vitesse d'inscription sur le graphique : Plus cette vitesse est grande plus le graphique est aéré et facile à exploiter d'une manière précise.

4) de la fréquence des sondages. Il est possible actuellement de faire 540 sondages à la minute et de les enregistrer. Ce qui revient de faire ces sondages tous les 20 centimètres pour une embarcation se déplaçant à une vitesse de 6 kms à l'heure.

5) de la détermination exacte de la vitesse de propagation des ondes ultra-sonores dans l'eau. Cette vitesse dépend du milieu de propagation c'est-à-dire des caractéristiques de l'eau et en particulier du pourcentage des gaz dissous, de la profondeur, de la vitesse des courants sous marins, etc...

Il est donc indispensable de procéder, périodiquement au cours du même profil, à un étalonnage du sondeur, surtout lorsque la température ambiante varie rapidement au cours des opérations ou lorsque la profondeur de l'eau varie rapidement ou brusquement (fosses sous marines). Les appareils modernes permettent de faire ces vérifications sans arrêter les opérations et de faire le réglage très rapidement.

6) Comme pour les niveaux automatiques, il est indispensable de s'assurer que le sondeur fonctionne dans de bonnes conditions mécaniques au cours des opérations (vitesse constante de déroulement du papier enregistreur, source d'énergie constante, etc...).

7) De la stabilité du papier enregistreur. Compte tenu des variations hygrométriques très importantes qui existent entre le milieu marin dans lequel se font les sondages et le milieu beaucoup plus sec où se fera l'exploitation, il faut enregistrer le diagramme sur un papier très stable.

Toutes ces conditions sont réalisées dans l'état actuel de la construction des appareils de sondage, ce qui permet de conclure que la précision des levés bathymétriques est, pour des profondeurs inférieures à 100 mètres, presque égale à la précision actuelle obtenue pour les profils en longs terrestres sans parler de la vitesse d'exécution beaucoup plus grande.

LEVES PLANIMÉTRIQUES

Il n'en est malheureusement pas de même pour le relevé de la position, sur la surface de la Terre, du profil exécuté par les sondeurs.

S'agissant de compléter les levés au sol pour l'élaboration d'une carte et non de dresser une carte sous-marine, seuls les profils sous-marins non loin des côtes nous intéressent ici. Nous limiterons la bande côtière à relever à la limite des Eaux Territoriales Tunisiennes (6 à 12 milles marins).

Le problème à résoudre est de déterminer, avec le maximum de précision, la route suivie par l'embarcation chargée de faire les sondages. Cette route dépend donc de la vitesse d'avancement et de la direction suivie par le bateau.

Théoriquement, le problème est simple : connaissant la vitesse du bateau et le cap suivi, le report planimétrique du profil sur la carte devient très simple. Malheureusement la vitesse et le cap du bateau sont tributaires d'éléments naturels très difficiles à mesurer et à contrôler.

Il est donc indispensable de procéder à des relevés à partir de la terre ferme. Une préparation au sol s'impose et consiste à créer ou à utiliser des points triangulés dont on connaît les coordonnées planimétriques.

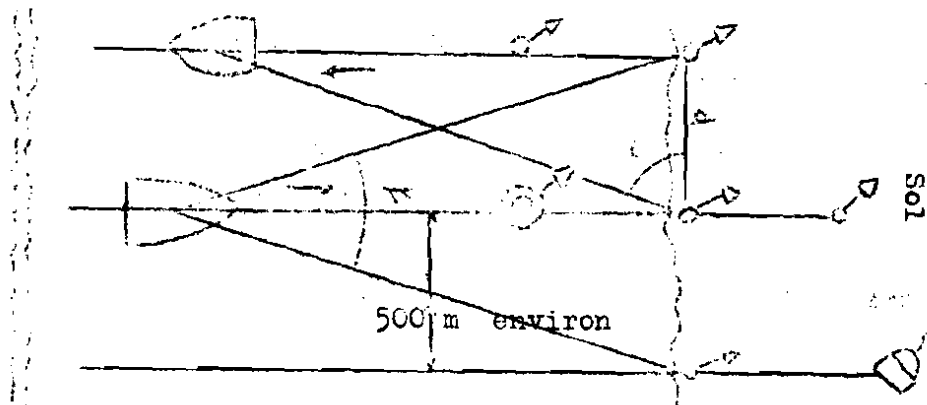
Cette triangulation est difficile à réaliser par les méthodes traditionnelles des triangles, l'horizon utilisé étant toujours ouvert du fait de la présence de la Mer.

De longs cheminements de 10 à 15 kms peuvent être réalisés par des points distants de 500 à 600 mètres. Les distances sont mesurées au Distomat et les angles déterminés avec un Théodolite donnant les 2 secondes centésimales.

Sur ce quadrillage signalé très visiblement (balises de 6 m. haubanées surmontées du voyant peints en blancs et rouge) pourront s'appuyer 2 méthodes de lever.

Sur ce quadrillage signalé très visiblement (balises de 6 m haubanées surmontées de voyant peints en blanc et rouge) pourront s'appuyer 2 méthodes de lever.

La première, celle des alignements, consiste à utiliser l'alignement d'un point sur terre, calculé comme il est dit plus haut et d'une bouée placée à 500 mètres environ du rivage. Le responsable de bord guide le bateau sur cet alignement jusqu'à l'extrémité du profil. Entre temps, une barque déplace cette bouée et la place devant le point triangulé suivant et le bateau enregistreur retourne sur un autre alignement. La longueur de profil peut être déterminée en fonction de la vitesse du bateau et du temps mis pour parcourir le profil.

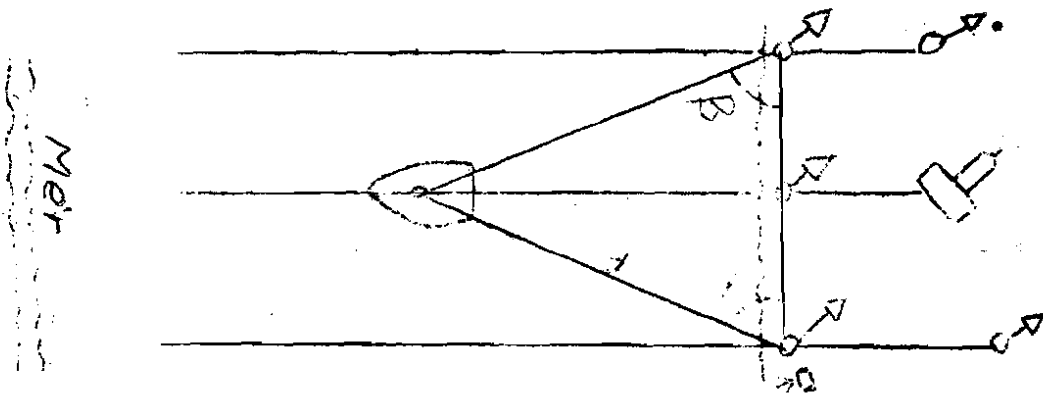


Cette méthode comporte visiblement plusieurs lacunes. D'abord le déplacement possible de la bouée au cours du trajet du bateau ce qui donne une incertitude sur la direction suivie. La vitesse de l'embarcation est difficile à déterminer avec précision. Il est possible d'imaginer un système de roues solidaires du bateau et munies d'un compte-tours ce qui, après un étalonnage sérieux et un relevé exact du temps de parcours, permet de déterminer une distance parcourue de 10 kms avec une précision de 50 mètres environ. Cette précision est suffisante pour un fond sous-marin uniforme et une carte au 1/50.000ème. Comme tête d'alignement, la bouée peut être remplacée par un point remarquable choisi sur la carte (minaret, marabout, arbres isolés, etc...). Dans ce cas, la direction peut être améliorée à condition que le Navigateur soit muni de bonnes jumelles pour conserver son cap.

En supposant même que la Mer soit très calme au cours des opérations, que la visibilité soit très satisfaisante et que le Navigateur ait une bonne expérience, la méthode de l'alignement ne comporte aucun contrôle.

Le contrôle de la direction et de la distance parcourue peut être réalisé par des observations angulaires faites de la terre ferme.

Au point triangulé voisin de l'alignement suivi par l'embarcation est installé un Théodolite qui détermine l'angle B de la figure. Connaissant la distance d, la position de l'embarcation sur l'alignement, est calculée facilement.



La position du bateau peut être contrôlée par l'emploi du cercle hydrographique qui détermine rapidement l'angle B ce qui permet par un relèvement graphique, de situer la position de l'embarcation sur l'alignement suivi.

La course d'un bateau peut être aussi reconstituée d'une manière précise par la méthode d'intersection de visés simultanées. 2 Théodolites, installés en 2 points triangulés de part et d'autre de l'alignement suivi, mesurent au même instant les angles x et B entre le mât de l'embarcation et un point terrestre de coordonnées connues à l'avance. Cette simultanéité de visés peut être obtenue soit par liaison radio entre les opérateurs à terre et l'embarcation, soit par signal lumineux attaché au mât et s'allumant périodiquement.

Pour plus de précision on peut installer, à côté du Théodolite, un Distomat dont le miroir récepteur se trouve sur le mât de bateau. La distance ainsi déterminée peut, avec les angles d'intersection, déterminer avec précision la position du bateau.

L'embarcation peut être aussi équipée de Gyro-compas et de traceurs de routes qui enregistrent automatiquement toute variation de cap en fonction de la distance parcourue. Ce trajet peut être reconstitué et reporté sur la carte.

Un quadrillage de toute la côte à prospecter est donc indispensable et doit aller de pair avec les opérations de sondage de façon que la signalisation soit réalisée au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

D'autres appareils (du type SHORAN ou LORAN) rendent inutiles la préparation au sol et la signalisation.

Ces appareils utilisent l'émission des signaux radio-électriques à haute fréquence vers 3 stations établies à demeure sur le sol. Ces 3 distances déterminées pour chaque émission, permettent par intersections linéaires, de calculer la position exacte du navire au moment de l'émission.

Ces appareils ont l'inconvénient d'être d'un prix très élevé (160.000 \$ U.S. environ).

SECTION DE LEVES HYDROGRAPHIQUES

Le matériel et le personnel indispensables à la réalisation de cette Section peut se résumer ainsi :

1 Appareil de sondage sous-marin. Le plus perfectionné et le plus employé à l'heure actuelle est le sondeur hydrographique Elac type Laz 17 Cat 3 w dont la portée maximum est de 320 mètres. Cet appareil, facilement transportable, peut être fixé et démonté rapidement sur une petite embarcation en bois, son prix de revient est de l'ordre de 4.000 \$ U.S.

1 Série de Batteries 24 volts à courant continu

1 Embarcation principale de 7 mètres de long avec moteur. Cette embarcation est utilisée conjointement avec les Services de la Marine Nationale.

1 Embarcation secondaire (barque de 4 mètres à moteur)

5 Bouées munies d'un mât.

1 Distomat.

2 Théodolites type T.2 Wild

20 Balises de 6 mètres avec voyants

1 Phare tournant à installer sur le mât de l'embarcation principale et à allumage périodique.

3 Jeux de Radios Emetteurs-Récepteurs portatifs (portée maximum 20 kms) pour communication entre les opérateurs en mer et sur terre

3 Techniciens sur l'embarcation principale

1 " sur l'embarcation secondaire

2 " sur chaque Théodolite

2 " sur le Distomat

+ personnel ouvrier et de conduite des embarcations.

- - - - -