

La bathymétrie

par Jacques DUCLOS
Président-Directeur Général de la S.E.G.C.

RÉFLEXIONS SUR 20 ANS D'EXPÉRIENCE DE LA BATHYMÉTRIE

La bathymétrie n'est rien d'autre que la représentation graphique du relief des fonds, qu'il s'agisse de fonds marins, fluviaux ou des fonds des lacs.

Depuis des siècles, les hommes ont navigué sur les océans sans trop s'inquiéter de la topographie des fonds. Seule la présence des hauts fonds les préoccupait un peu car elle mettait leur embarcation en danger.

En gros, tous les fonds supérieurs au tirant d'eau des plus gros bateaux n'intéressaient personne, jusqu'au jour où l'homme, désireux d'exploiter l'immense domaine que sont les océans, décida d'entreprendre leur exploration.

J'ai eu la chance d'être très très modestement l'un des hommes qui se trouvèrent, il a vingt ans, devant d'immenses problèmes à résoudre pour satisfaire au mieux les ingénieurs et chercheurs, désireux d'étendre leur domaine d'activité sur les fonds marins.

En effet, toutes les études d'aménagement quelles qu'elles soient, commencent par la bonne connaissance de la topographie des lieux, qu'il s'agisse d'aménagements terrestres ou maritimes.

Jusqu'à ce jour, le fond des océans n'intéressait que les marins. Il était normal que nous nous adressions à eux pour résoudre le problème de l'établissement des documents indispensables aux ingénieurs et concepteurs.

Malheureusement, les documents obtenus, s'ils étaient suffisants pour la navigation, ne l'étaient plus pour concevoir des ouvrages de plus en plus complexes. C'est alors qu'apparut la nécessité d'un rapprochement entre le topographe et l'hydrographe.

Le mariage de ces deux techniques se révéla des plus fructueux : l'hydrographie, en apportant ses

connaissances de la mer, et la topographie, celles de la terre.

L'union du topographe et de l'hydrographe ne fut pas sans ombrages. L'homme de la mer fut long à convaincre que la position d'un navire était plus précise lorsqu'elle était issue de la terre plutôt que de la mer. En effet, depuis toujours, celui-ci ne devait compter que sur lui-même pour assurer sa navigation, alors que de nos jours, l'apparition de matériel de positionnement radio électrique l'a convaincu du contraire.

Depuis 1960, notre société a pris une part importante dans l'évolution de la bathymétrie en participant activement à de nombreuses études nécessaires à la construction de ports, d'aérodromes, de canaux, de barrages et à la mise en place de pipe-line, de plate-forme de forage, etc...

Nos matériels et nos méthodes de mesures n'ont jamais cessé d'évoluer en 20 ans, et je me permets de vous rappeler quelle a été notre expérience en ce domaine.

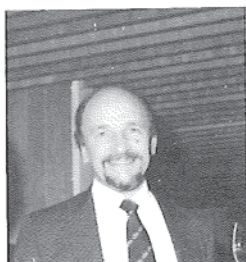
Pour réaliser une carte bathymétrique, trois conditions sont indispensables. A savoir :

- 1) un bon positionnement,
- 2) une bonne connaissance de l'épaisseur d'eau,
- 3) une bonne définition de la marée.

Pour faciliter la compréhension, prenons un exemple concret concernant des problèmes que notre société a dû solutionner.

Bathymétrie du plateau deltaïque du Var et de son environnement : depuis 1962, nous opérons sur ce secteur. Nous avons donc pu faire le tour du problème dans ses moindres détails. Ce site sous-marin est particulièrement chahuté, et pour notre part, en 20 ans d'expérience dans les quatre coins du monde, nous n'avons rencontré une telle accumulation de problèmes.

- 1) une morphologie extrêmement chahutée,
- 2) des pentes très fortes,
- 3) une nature de sol composée de sédiments alluvionnaires extrêmement fin et en équilibre.



Pour essayer de résoudre au mieux ces problèmes, nous avons mis en œuvre le matériel suivant.

- A) positionnement : 1 système Trisponder Decca plus une table traçante, commandée par un mini-computeur,
 - B) mesure de l'épaisseur d'eau : 1 sondeur à double fréquence digitalisé,
 - C) marées : un marégraphe enregistreur à terre ou un marégraphe immergé.
- A) Positionnement :** le système Trisponder Decca a l'avantage d'enregistrer un positionnement à plus ou moins 2 mètres en continu, indispensable pour le problème qui nous préoccupait.

Le relief tourmenté et les très fortes pentes obligent à naviguer extrêmement lentement pour avoir le maximum de définition du fond. Malheureusement, tout navire en avant lente est peu manœuvrant et suit des routes qui ne sont pas rectilignes. Il y a donc nécessité d'avoir la position à chaque sonde pour éviter toute interpolation de celle-ci.

- B) Sondeur :** le problème du sondeur a été plus délicat, nous cumulons à la fois les problèmes de structure et de la nature du fond.

Pour la structure, nous avons choisi des sondeurs avec un pinceau suffisamment fin. L'angle d'ouverture du faisceau ultra-sonore a une extrême importance dans des pentes fortes à structure compliquée (nous verrons plus loin comment DSF a traité le problème). En ce qui concerne la nature du fond pour des profondeurs n'excédant pas 200 m nous avons choisi une fréquence d'émission de 200 KHz, une fréquence plus basse ayant pour effet de pénétrer plus ou moins dans le sédiment suivant sa densité.

Nous avons donc défini une bathymétrie des fonds correspondant à l'écho d'un ultra-son de 200 KHz.

La vitesse des ultra-sons dans l'eau variant suivant sa densité (salinité, température), nous avons dû effectuer des profils de densités afin d'apporter la correction nécessaire à l'obtention de la mesure exacte de l'épaisseur d'eau.

- C) Marées :** bien que très faibles en Méditerranée, nous ne les avons pas négligées, en corrigeant leur effet sur les sondes à la fois par l'analyse d'un enregistreur et au traitement définitif en ordinateur.

Rapport définitif : ce chapitre prend une importance capitale. Depuis l'apparition de l'ordinateur, notre société a acquis une très grande expérience en ce domaine en l'utilisant depuis près de 15 années. Il faut bien se dire que tout ce que nous avons eu auparavant concernant les mesures est un peu théorique. Il ne faut pas oublier que celles-ci sont prises depuis un bateau en mouvement soumis à la fois à la houle, au tangage, et au roulis, que de plus l'élément liquide traversé par les ultra-sons n'est pas homogène comme ne l'est pas non plus le miroir les réfléchissant. Ceci dit, il est inutile de vouloir rechercher, dans une mesure d'économie, une extrême précision dans l'un des éléments entrant dans la composition d'un levé bathymétrique si les autres ne suivent pas. Par contre, l'ordinateur peut améliorer considérablement le résultat de toutes les mesures.

Nous avons vu que la précision sur une mesure du Trisponder était de plus ou moins 2 mètres. Pour améliorer cette valeur, nous lisons avec un programme approprié la trajectoire du bateau en sachant que celle-ci ne peut être anarchique. En ce qui concerne la mesure de l'épaisseur d'eau, le faisceau d'émission du sondeur, bien que réduit, entraîne une erreur dans celle-ci en prenant en compte l'écho le plus près et non pas celui qui est à la verticale du bateau. Nous avons également résolu ce problème en utilisant les sondes brutes pour définir les pentes du fond les environnant, nous cherchons ensuite la pente la plus forte et nous calculons la correction à apporter à celle-ci. Quand deux sondes consécutives ont des pentes d'orientation contraire (c'est le cas des fonds de vallée), nous calculons l'intersection de celles-ci pour définir le mieux possible la sonde du fond de la vallée, indéfinie au sondeur.

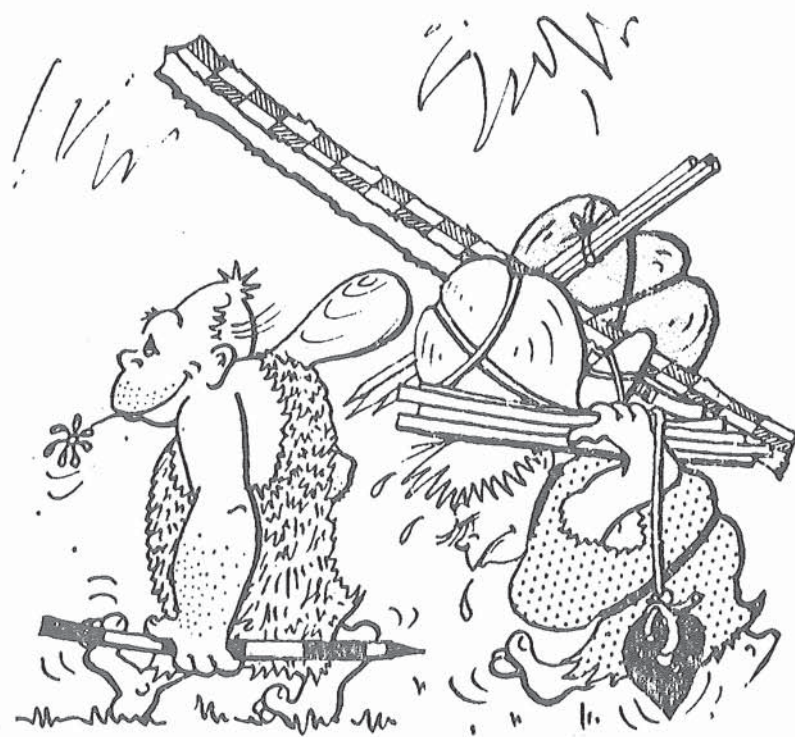
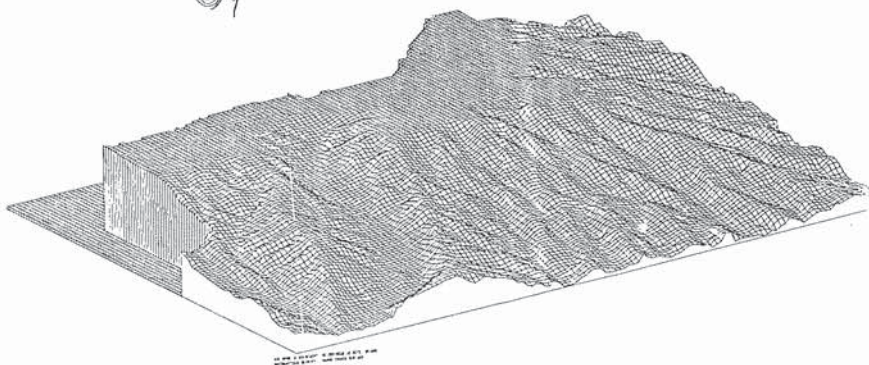
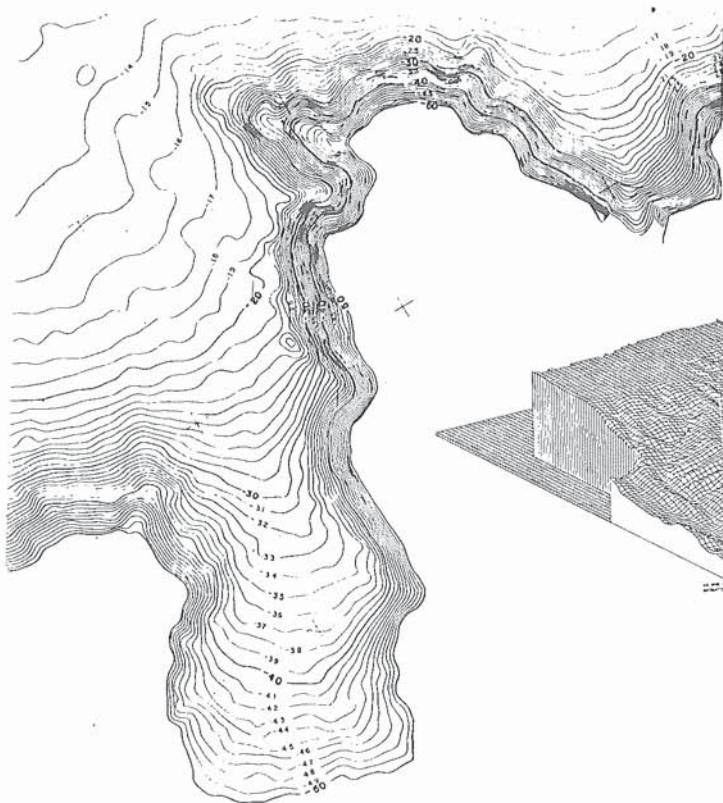
Une fois ce premier traitement exécuté, nous en effectuons un second qui consiste à analyser la cote trouvée à l'intersection des profils. Théoriquement,



cette cote devrait être la même. Malheureusement, c'est là que nous retrouvons l'accumulation des erreurs systématiques rencontrées tout au long de l'établissement de la carte. (Par exemple : l'imprécision du positionnement, l'imprécision de la mesure de l'épaisseur d'eau, roulis, tangage, densité de l'eau, marées, variation de tension du sondeur, etc...). Nous avons donc, afin d'éliminer au mieux l'accumulation de toutes ces imprécisions, mis au

point un programme qui analyse toutes les intersections de profils, et qui recale au mieux les profils les uns par rapport aux autres sans évidemment les déformer. De cette façon, tout en améliorant les résultats, cela nous permet également d'avoir une idée précise de la qualité du travail remis au client.

C'est seulement après ces différents traitements que nous traçons automatiquement les isobathes ou les vues perspectives.



LE GÉOMÈTRE ENV. 5000 AV. J.-C.