

généralisation cartographique de la bathymétrie

Raymond Guillou – chef de la production cartes (SHOM)

INTRODUCTION

Faire les meilleures cartes marines possibles est l'une des missions du SHOM. Pour cela, il doit maîtriser parfaitement la technique de généralisation cartographique ⁽¹⁾. En expliquer au navigateur les grandes lignes pour lui permettre une meilleure compréhension de sa carte est un devoir que la Lettre du SHOM a abordé dans son n° 14. Nous allons voir maintenant quels principes régissent le choix des informations bathymétriques ⁽²⁾ portées sur une carte marine.

GÉNÉRALISATION CARTOGRAPHIQUE DE LA BATHYMÉTRIE

L'objectif de la généralisation bathymétrique sur les cartes marines est de définir une image lisible et simplifiée à l'aide de sondes (valeur de la profondeur en un point) et d'isobathes, préservant les formes remarquables du relief sous-marin tout en tenant compte des contraintes de sécurité et de lisibilité. Ce processus est traditionnellement appelé "choix de sondes cartographiques". C'est tout l'art du cartographe marin, qui doit avoir un bon sens pratique de l'usage qui sera fait de la carte, que de simplifier cette information sans la dénaturer tout en assurant la sécurité de la navigation.

Or, il existe peu de règles qui gouvernent cette opération fondamentale du processus de cartographie marine. Nous allons toutefois examiner les phases essentielles de la procédure traditionnelle de généralisation de la bathymétrie à partir de données numériques (*fig. 1*). Ces données sont extraites de la Base de Données Bathymétriques du SHOM (BDBS), puis filtrées afin d'obtenir une pseudo-minute de bathymétrie lisible à l'échelle de la carte. Ce filtrage, basé sur un tri des sondes par valeur croissante, sélectionne itérativement les sondes les plus faibles en retirant les sondes les plus proches dans un voisinage circulaire donné. Il permet de respecter les contraintes de lisibilité et de sécurité. Sur ce document, le cartographe trace ensuite l'ébauche des isobathes afin de mieux comprendre la géomorphologie du fond marin. Il est alors en mesure de rechercher les sondes caractéristiques, c'est-à-dire celles qui caractérisent

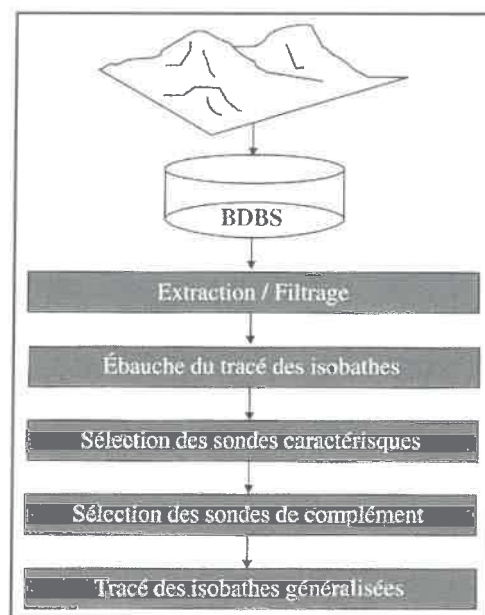


Fig. 1 – Processus manuel de généralisation bathymétrique en cartographie marine

nettement un accident du terrain (le plus souvent elles mettent en cause la sécurité de la navigation car ce sont les sondes les plus faibles, qui correspondent à des remontées du fond sous-marin (sommets sous-marins)).

Une fois ces sondes sélectionnées, il s'agit, de la côte vers les profondeurs croissantes, de compléter la sélection des sondes afin de maintenir une certaine homogénéité en densité tout en assurant la sécurité de la navigation. Ces sondes de complément seront sélectionnées de proche en proche à partir des sondes caractéristiques.

Enfin les isobathes cartographiques sont tracées en tenant compte de la sélection des sondes afin d'assurer la cohérence géométrique des sondes et des isobathes ainsi que la lisibilité de la carte. Ces différentes étapes sont schématisées sur la *figure 2*. Le résultat obtenu, dont un exemple concret est illustré par la *figure 3*, est une représentation généralisée de la bathymétrie, à la fois lisible et assurant la sécurité de la navigation.

Ce processus manuel de généralisation de la bathymétrie repose sur l'expertise du cartographe. Celui-ci doit être apte à détecter et corriger des conflits multiples en gérant des priorités et en réalisant des choix.

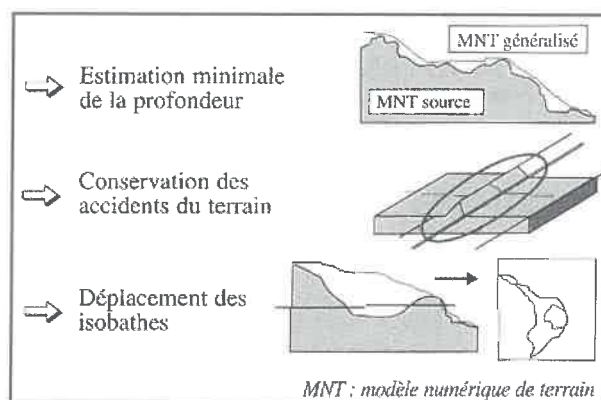


Fig. 2 – L'application des règles au modèle de terrain le plus fidèle dont dispose le cartographe (issu des levés bathymétriques) est illustrée par les schémas ci-dessus :
– détermination d'une enveloppe du fond plus ou moins détaillée suivant l'échelle de la carte ;
– conservation des éléments caractéristiques du fond ;
– généralisation des isobathes par déplacement dans le sens des profondeurs croissantes

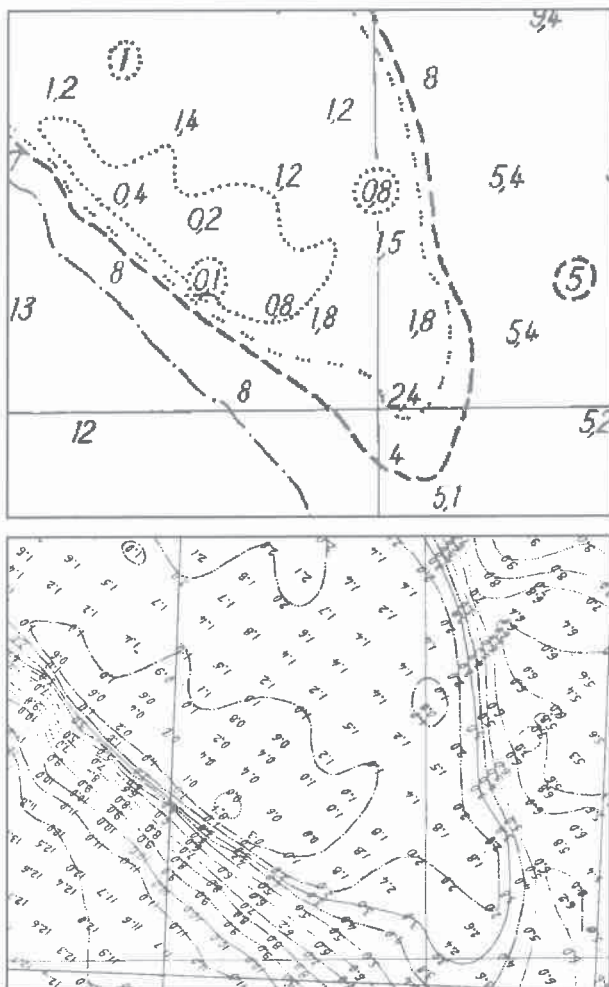


Fig. 3 – Exemple de généralisation bathymétrique

LE CHOIX DE SONDES

La phase de préparation d'une carte marine la plus coûteuse est le choix de sondes, qui est indissociable du tracé des isobathes. Les isobathes apportent une bonne connaissance de la bathy-morphologie du fond, essentielle à la bonne réalisation du choix de sondes. De même celui-ci influence le tracé des isobathes définitives pour respecter les critères de généralisation et de lisibilité.

Pour le cartographe, il s'agit là d'exploiter les données bathymétriques en vue de donner la meilleure image possible du fond, tout en ne faisant aucune impasse sur le critère de sécurité de la navigation. Ainsi le cartographe doit avant toute autre chose vérifier le critère de sécurité satisfait par l'application des deux règles suivantes :

Règle 1 :

Dans le triangle formé par trois sondes choisies S1, S2 et S3 il ne doit pas y avoir de sonde non retenue de valeur inférieure à la plus faible des trois. Cette règle est impérative et n'admet aucune dérogation. Dans l'exemple représenté, (fig. 4) l'existence de la sonde S4, inférieure à S1, rend le choix de sondes inacceptable.

Règle 2 :

Aucune sonde non choisie ne doit être de valeur inférieure à celle de la sonde interpolée dans le triangle au même endroit ^(a).

Cette règle ne peut pas toujours être respectée rigoureusement. Elle peut conduire, notamment aux petites

échelles, à des déformations importantes des figures bathy-morphologiques réelles.

Ces déformations doivent être limitées par un choix judicieux des sondes et des isobathes cartographiées. Dans l'exemple cité, la sonde non choisie S5 ne vérifie pas cette règle. Cependant le cartographe peut tolérer ce défaut suivant le cas (on suppose ici que S4 n'existe pas). La sonde non choisie S6 respecte quant à elle totalement les critères énoncés.

PERSPECTIVES

L'élaboration d'une carte peut apparaître comme un travail sans grande difficulté. L'expérience montre au contraire que c'est un travail complexe, qui prend du temps et qui requiert des compétences particulières et du savoir faire.

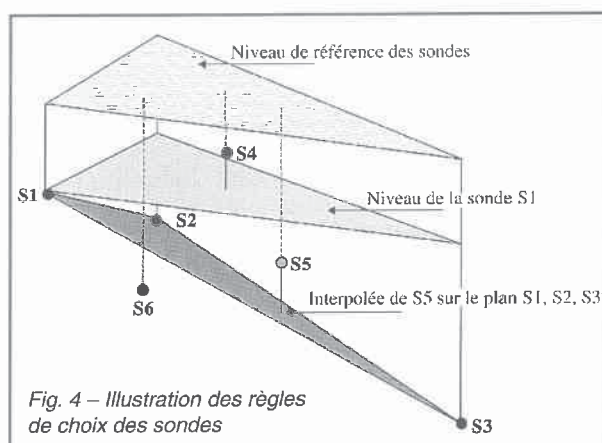


Fig. 4 – Illustration des règles de choix des sondes

Il ne faut pas perdre de vue que la carte marine est le document fondamental pour préparer et suivre sa navigation (détermination et suivi des routes du navire).

Une carte marine doit en particulier répondre aux principes suivants :

- Toutes les informations sont présentées de façon claire et sans ambiguïté ;
- Toutes les informations ont été vérifiées à partir de documents originaux ;
- La carte possède les qualités requises pour l'usage auquel elle est destinée. En particulier, elle montre une quantité suffisante d'informations pour permettre de naviguer avec précision et sans risque à tout instant ;
- La carte est d'un graphisme net, agréable et facile à lire, dans lequel les éléments les plus significatifs se repèrent rapidement.

Aujourd'hui, les cartographes marins réalisent des traitements numériques complexes. Ils travaillent depuis plusieurs années à la production de cartes électroniques (ENC) pour les ECDIS ^(a) et utilisent de plus en plus les systèmes d'information géographiques (SIG). Ils sont donc favorables à l'emploi d'outils d'aide au traitement numérique des données bathymétriques. Des études ont commencé pour la mise au point de logiciels interactifs qui proposeront au cartographe des ébauches de solution au choix de sondes ; il lui appartiendra de valider ces solutions ou de les modifier (le logiciel sera aussi capable de détecter les anomalies de traitement lors de la généralisation, anomalies qui peuvent exister dans le choix fait par le cartographe, ce qui nécessite actuellement un contrôle strict par un tiers).

Ainsi, le processus de généralisation de la bathymétrie pourra bénéficier des travaux de recherche dans le

domaine de l'orographie et de la généralisation du linéaire. S'il n'existe pas encore de plate-forme de généralisation automatique suffisamment performante, il semble que cette situation puisse changer dans les années à venir. Ceci ouvre donc des perspectives très encourageantes pour ce qui est de la réalisation d'une telle plate-forme.

Les avantages de cette génération d'outils cartographiques seront doubles. Ils généreront un gain de productivité évident par la conservation de l'intégrité de la chaîne numérique, des données acquises aux produits

numériques. De plus, il deviendra plus facile de généraliser la bathymétrie selon des objectifs, des contraintes et des règles différents. Il peut s'agir de ceux de la navigation par corrélation, de la lutte sous la mer, etc. Par ailleurs des études sur la généralisation de la bathymétrie pourront être utilement étendues à d'autres paramètres géophysiques (magnétisme, pesanteur, sédimentologie...).

Enfin, ce problème sera d'autant mieux et vite résolu qu'une collaboration internationale se développera.

(Article paru dans "La lettre du SHOM aux navigateurs". Déc. 98. Reproduit avec leur aimable autorisation).

NOTES

- (1) C'est la procédure ayant pour but de synthétiser l'information géographique afin de la représenter dans un espace restreint, tout en maximisant la qualité de l'information transmise selon le niveau de perception souhaité.
- (2) Il suffit de savoir que le radical bathy vient du grec bathus, qui signifie "profond", pour comprendre que le mot bathymétrie est relatif à la mesure des profondeurs et qu'isobathe désigne la ligne reliant sur une carte des points de même (iso) profondeur!
- (3) Intersection de la verticale passant par la sonde considérée avec le plan passant par les trois sondes retenues a priori.
- (4) Electronic chart display and information system : système de visualisation de cartes électroniques et d'information.

Rollei

fototechnic

Photogrammétrie numérique

- **MSR** : Redressement d'images - Mosaïques jusqu'à 100 photos
- **CDW** : Photogrammétrie 3D multi-images - Orientation automatique - Compensation de faisceau en bloc (750 inconnues simultanées) - Restitution assistée
- **Orthoimage** : Orthophotoplans en applications terrestres ou aériennes
- **Q7** : Chambre numérique - Résolution 1280 x 1024 - Flash incorporé - Viseur optique + écran - Pccard de 8 à 45 Mo - Interfaces Scsi, Série, Parallèle

MAURY INFORMATIQUE - 1, résidence Avel Mor - 56250 SAINT-NOLFF

Tél./Fax : 02 97 45 42 65 - Email : mauryinfo@compuserve.com