

**Annexe A**

# **Guide de production et de tenue à jour des ENC Haute Densité (HD)**

**Édition 1.0.0 – Janvier 2020**

**IHO**



International  
Hydrographic  
Organization

Publié par  
L'Organisation Hydrographique Internationale  
4b quai Antoine 1<sup>er</sup>  
Principauté de Monaco  
Tel: (377) 93.10.81.00  
Fax: (377) 93.10.81.40  
info@iho.int  
www.iho.int

© Copyright Organisation hydrographique internationale 2020

Cet ouvrage est protégé par le droit d'auteur. À l'exception de tout usage autorisé dans le cadre de la Convention de Berne pour la protection des œuvres littéraires et artistiques (1886) et à l'exception des circonstances décrites ci-dessous, aucune partie de cet ouvrage ne peut être traduite, reproduite sous quelque forme que ce soit, adaptée, communiquée ou exploitée à des fins commerciales sans autorisation écrite préalable de l'Organisation hydrographique internationale (OHI). Le droit d'auteur de certaines parties de cette publication peut être détenu par un tiers et l'autorisation de traduction et/ou de reproduction de ces parties doit être obtenue auprès de leur propriétaire.

Ce document, dans son intégralité ou en partie, peut être traduit, reproduit ou diffusé pour information générale sur la base du seul recouvrement des coûts. Aucune reproduction ne peut être vendue ou diffusée à des fins commerciales sans autorisation écrite préalable du Secrétariat de l'Organisation hydrographique internationale (OHI) ou de tout autre détenteur du droit d'auteur.

Au cas où ce document, dans son intégralité ou en partie, serait reproduit, traduit ou diffusé selon les dispositions décrites ci-dessus les mentions suivantes devront être incluses :

*« Le matériel provenant de la publication [référence de l'extrait : titre, édition] est reproduit avec la permission du Secrétariat de l'OHI (Autorisation N° ...../...), agissant au nom de l'Organisation hydrographique internationale (OHI), qui n'est pas responsable de l'exactitude du matériel reproduit : en cas de doute le texte authentique de l'OHI prévaut. L'inclusion de matériel provenant de l'OHI ne sera pas interprétée comme équivalant à une approbation de ce produit par l'OHI. »*

*« Ce [document/publication] est une traduction du [document/publication] [nom] de l'OHI. L'OHI n'a pas vérifié cette traduction et en conséquence décline toute responsabilité quant à sa fidélité. En cas de doute la version source de [nom] en [langue] doit être consultée. »*

Le logo de l'OHI ou tout autre signe identificateur de l'OHI ne seront pas utilisés dans tout produit dérivé sans autorisation écrite préalable du Secrétariat de l'Organisation hydrographique internationale (OHI).

**Gestion du document**

Numéro de version	Date	Auteur	Objet
0.0.1	Mai 2019	ENCWG	Ébauche du document pour discussion (S-101PT4)
0.0.2	Août 2019	ENCWG	Ébauche du document pour approbation par le Groupe de Travail (GT)
0.0.3	Novembre 2019	ENCWG	Révision de l'ébauche du document par le GT
0.0.4	Janvier 2020	ENCWG	Ébauche finale pour approbation par le GT
1.0.0	Janvier 2020	ENCWG	Publication de l'Édition 1.0.0

## **Contenu**

1	Généralités .....	1
1.1	Introduction .....	1
1.2	Références.....	1
1.3	Définitions.....	1
2	Levés bathymétriques pour les ENC HD .....	2
3	Création de cellules ENC HD .....	3
3.1	Cellules existantes.....	3
3.2	Nouvelles cellules.....	4
4	Taille des cellules .....	5
5	Qualité des données bathymétriques.....	5
5.1	Validation des ENC HD .....	5
6	Génération automatique des isobathes et choix de sondes .....	5
7	Application de SCAMIN .....	6
7.1	SCAMIN sur les isobathes.....	6
7.2	SCAMIN sur les sondes.....	6
8	Gestion des hauts-fonds et des fosses .....	6
9	Tests.....	7
10	Tenue à jour des données de l'ENC HD .....	7

## 1 Généralités

### 1.1 Introduction

Lorsque les Cartes Électroniques de Navigation (ENC) ont été introduites pour la première fois, la plupart des Services Hydrographiques ont utilisé leurs séries de cartes papier comme source de ce nouveau produit vectoriel. Malheureusement, tout en permettant la création relativement rapide de données ENC, cela a également conduit à d'autres problèmes imprévus. L'un des principaux avantages de l'utilisation de l'ECDIS pour la navigation est que le système permet de définir une isobathe de sécurité, différenciant ainsi les eaux saines des eaux malsaines. Cela ne peut être réalisé avec précision que si les données de l'ECDIS comprennent une densité d'isobathes plus importante que celle qui figure traditionnellement sur la carte papier. Nombre des ENC actuelles ne contiennent que la série standard d'isobathes figurant sur la carte papier, telle que spécifiée dans la publication S-4 de l'OHI - Règlement de l'OHI pour les cartes internationales (INT) et spécifications de l'OHI pour les cartes marines, section B-411. Il en résulte que certains navires doivent naviguer dans des eaux indiquées comme dangereuses sur l'ECDIS, alors qu'en réalité le navire navigue de façon sécuritaire et n'a pas atteint la profondeur d'eau minimale admissible.

Il existe également un besoin croissant pour que les ENC couvrant les ports commerciaux incluent des échelles significativement plus grandes et des contenus bathymétriques nettement plus importants que ceux inclus dans le portefeuille de cartes papier correspondant. Cette exigence est motivée par :

- L'augmentation de la taille des navires accédant aux ports, à leurs chenaux et eaux resserrées ;
- La réduction des marges sous-quille du fait de l'augmentation des mouvements de navires dans chaque fenêtre de marée ;
- Un changement fondamental dans la façon de naviguer de ces navires et un changement dans les attentes des utilisateurs.

Il est préférable de répondre à ces besoins au moyen d'ENC officielles S-57/S-63 plutôt que de formats propriétaires "fermés" non officiels. Il existe une crainte que l'utilisation d'un format propriétaire ne crée une situation dans laquelle le pilote du navire a une vision considérablement différente de la situation de navigation par rapport au commandant du navire, ce qui entraîne une gestion inefficace des ressources à la passerelle, une confusion et un risque accru pour la sécurité. En revanche, l'utilisation exclusive de l'ENC S-57/S-63 permet l'accès et l'utilisation des mêmes informations par toutes les parties.

Grâce aux progrès réalisés dans le traitement de la bathymétrie haute résolution, il est désormais possible de créer automatiquement des ensembles d'isobathes supplémentaires qui peuvent directement alimenter la création d'ENC haute densité (HD). La présente annexe fournit des conseils aux Services Hydrographiques sur la saisie des levés hydrographiques, leur traitement et la production afin de permettre la création efficace d'ENC HD.

### 1.2 Références

- |          |   |
|----------|---|
| IHO S-4  | Règlement pour les cartes internationales (INT) et spécifications pour les cartes marines, de l'OHI, édition 4.8.0, novembre 2018.  |
| IHO S-44 | Normes OHI pour les levés hydrographiques, édition 5.0.0, février 2008.   |
| IHO S-57 | Normes de l'OHI pour le transfert de données hydrographiques numériques – Appendice B.1 – ENC Product Specification, Novembre 2000. |
| IHO S-58 | Vérifications pour la validation des ENC, édition 6.1.0, septembre 2018.  |

### 1.3 Définitions

#### **ENC Haute densité (ENC HD)**

Un produit ENC qui comporte de la bathymétrie représentée avec des intervalles de 1 mètre ou moins dans la plage de profondeur pertinente, centrée sur une voie de navigation physiquement limitée. Les

informations bathymétriques supplémentaires sont incorporées dans le lot de données de base de l'ENC. Le produit peut également inclure des infrastructures portuaires plus détaillées. Conformément aux normes de performance ECDIS actuelles de l'OMI, ce produit peut être affiché et utilisé sur n'importe quel ECDIS certifié et peut donc être utilisé pour répondre aux exigences de l'OMI en matière de prescriptions d'emport des cartes marines.

## 2 Levés bathymétriques pour les ENC HD

Les ENC HD sont considérées comme présentant un avantage maximal pour le Navigateur dans les zones où la hauteur d'eau sous-quille est minimale et/ou la manœuvrabilité du navire est limitée.

Il convient d'accorder une attention particulière lors de la planification des levés, de sorte que les données qui en résultent puissent être utilisées pour compiler les zones de bathymétrie HD où un besoin est identifié. Les Services Hydrographiques doivent consulter les ports, les pilotes, etc. pour ce qui concerne les levés, l'entretien, la précision des infrastructures, le(s) type(s) de navire(s) cible(s) et toute autre caractéristique de la zone d'intérêt susceptible d'influencer la structure et le contenu d'une ENC HD.

Les levés hydrographiques à utiliser pour la compilation des zones bathymétriques HD devront, dans la majorité des cas, répondre aux exigences d'un levé d'Ordre spécial, selon la norme S-44 de l'OHI :

**Tableau 2.1 – S-44 Exigences pour un levé d'Ordre spécial**

Incertitude horizontale totale maximum admissible (Niveau de confiance 95%)	+/- 2 m
Incertitude Verticale Totale maximum admissible (IVT) pour les profondeurs réduites (niveau de confiance 95%)* : a = +/- 0.25m b = 0.0075	Exemples: IVT pour profondeur de 10m = +/- 0.26m IVT pour profondeur de 20m = +/- 0.29m
Détection d'éléments	Insonification totale du fond (détection des éléments de taille supérieure à 1 mètre cube)

\* Reconnaissant qu'il existe à la fois des sources d'erreurs indépendantes et dépendantes de la profondeur qui affectent les mesures des profondeurs, la formule ci-dessous est utilisée pour calculer un intervalle d'acceptation pour les incertitudes des mesures verticales. L'intervalle des *incertitudes verticales totales* des mesures de profondeur calculé avec un niveau de confiance de 95 % doit respecter cet intervalle d'acceptation.

Les paramètres "a" et "b", ainsi que la profondeur "d", doivent être introduits dans la formule ci-dessous afin de calculer l'intervalle d'acceptation  $A_{TVU}(d)$ :

$$A_{TVU}(d) = \left[ -\sqrt{a^2 + (b \times d)^2} ; +\sqrt{a^2 + (b \times d)^2} \right]$$

Où :

- a représente la portion de l'incertitude qui ne varie pas avec la profondeur.
- b est un coefficient qui représente la portion de l'incertitude qui varie avec la profondeur. Il est donné sous forme de pourcentage et doit être divisé par 100 lorsqu'il est utilisé dans l'équation ci-dessus (c'est-à-dire pour 0,75% de la profondeur, utiliser b = 0,0075).
- d est la profondeur.
- b x d représente la portion de l'incertitude qui varie avec la profondeur<sup>1</sup>.

La bathymétrie fournie doit être référencée :

<sup>1</sup> Publication S-44 de l'OHI – Normes de l'OHI pour les levés hydrographiques – Édition 6.0.0 (septembre 2020), § 3.2.3

- Au WGS84. C'est le système qu'utilisent les navires, les pilotes et les ENC. La transformation vers d'autres systèmes de référence, puis inversement, augmente l'incertitude horizontale totale.
- A une référence verticale spécifique au port (telle que "zéro du marégraphe du port", "x,xx mètres en dessous du repère [nom]" ou similaire). Lorsque plusieurs stations de marée ou nœuds sur une grille modèle ont été utilisés, chacun d'entre eux devrait être listé pour garantir que la précision soit maintenue jusqu'à l'ENC. Le simple fait d'indiquer "LAT" (*Lowest Astronomical Tide – Plus basse mer astronomique*) ne fournit pas nécessairement suffisamment de détails pour reproduire le plan de référence de la marée. Le LAT dans les ports est souvent insuffisamment défini pour que les niveaux de précision soient maintenus jusqu'à l'ENC HD.

En termes cartographiques, les données bathymétriques HD ne devraient être représentées que dans les zones classées CATZOC A1 ou A2.

L'exception à ce qui précède se trouve lorsque le fond est constitué de boue/limon et que la colonne d'eau contient des quantités importantes de sédiments. Dans de telles conditions environnementales, la technique de levés bathymétriques par sondeur multifaisceaux n'est pas adaptée. Dans cette situation, d'autres techniques de levés peuvent être utilisées.

Il est recommandé que les autorités cartographiques prennent en compte les critères suivants lors de l'élaboration des ENC HD :

- a. Possibilité pour les grands navires d'accéder au port.
- b. Amélioration des voies d'accès pour éviter les zones à risque environnemental.
- c. Amélioration des voies d'accès pour améliorer la fluidité du trafic.
- d. Sera-t-il utile de tenir les cellules à jour une fois produites ?

### 3 Création de cellules ENC HD

Il existe deux options pour créer des ENC HD :

- Incorporation d'informations d'ENC HD dans les cellules ENC déjà publiées.
- Création de nouveaux lots de données ENC HD dédiés.

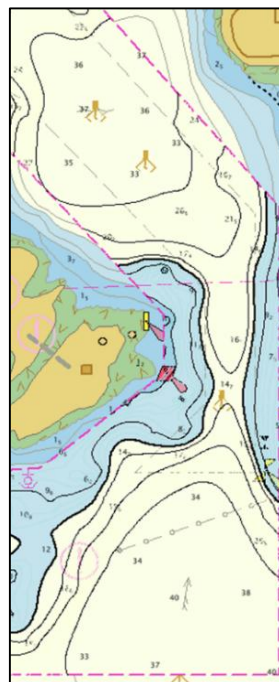
Pour que les RENC ou d'autres fournisseurs de services puissent identifier une ENC HD dans un service de catalogue, la chaîne de texte "HD ENC" devrait être incluse dans le sous-champ "Comment" [COMT] du champ "Data Set Identification" [DSID] de l'enregistrement Data Set General Information de l'ENC.

#### 3.1 Cellules existantes

Des données bathymétriques HD peuvent être incluses dans des ENC de n'importe quel type de navigation, à condition que le produit soit l'ENC à plus grande échelle disponible dans la zone. La zone de l'ENC comportant des données et devant être couverte par les informations HD doit, pour des raisons d'économie et de tenue à jour, être limitée à la zone d'intérêt des informations HD de l'ENC pour les classes de navires cibles ; le reste de la zone de couverture de données contenant le niveau de détail bathymétrique plus "traditionnel". En général, la zone d'intérêt pour la couverture des données de l'ENC HD comprendra (mais n'est pas limitée à) les chenaux de navigation (y compris les zones draguées), les mouillages, les canaux d'évacuation d'urgence, les zones d'attente, les zones de manœuvre des navires (par exemple les bassins d'évitage) et les postes d'amarrage. Dans la plupart des cas, ces zones nécessiteront une plus grande échelle de compilation (en utilisant le méta-objet M\_CSCL de la S-57) pour prendre en charge les détails supplémentaires fournis et la manière dont l'utilisateur final utilisera l'ENC.



ENC traditionnelle



ENC contenant des données bathymétriques HD

**Figure 3.1 – ENC traditionnelle et ENC contenant des données bathymétriques HD – comparaison**

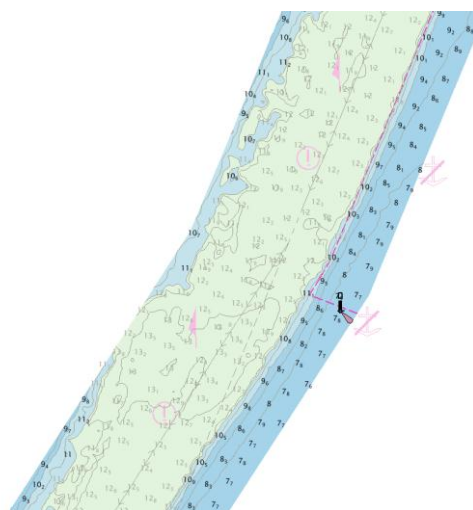
Les images ci-dessus montrent l'impact sur les eaux saines disponibles lorsque des isobathes supplémentaires sont incluses.

### 3.2 Nouvelles cellules

Les nouvelles cellules ENC ne contenant que des données HD doivent appartenir au type de navigation le plus important couvrant la zone. Lorsque des données ENC existent déjà dans la bande Portuaire (type de navigation 5), le type de navigation 6 (Accostage) peut être utilisé. La majorité des données bathymétriques HD devraient être incluses dans de nouvelles cellules créées dans le type de navigation Accostage. Cette approche est préférable, car elle simplifie le processus de mise à jour.



ENC classique de type de Navigation 5



ENC HD

**Figure 3.2 – Comparaison entre une ENC standard et une nouvelle cellule ENC HD**



## 4 Taille des cellules

Un lot de données ENC contenant des données bathymétriques HD ne devrait pas contenir plus de 5 mégaoctets de données. Il convient d'envisager un découpage approprié de la zone d'intérêt, par exemple en envisageant plusieurs cellules au lieu d'une seule cellule de grande taille, en particulier si l'on considère qu'il est important de conserver la limite de 5 mégaoctets de données.

## 5 Qualité des données bathymétriques

Afin de garantir que le navigateur ait accès à toutes les métadonnées relatives au levé bathymétrique, le méta-objet M\_QUAL doit être utilisé, conformément à la norme S-57, appendice B.1, annexe A - Utilisation du catalogue d'objets pour les ENC. Toutefois, pour les données bathymétriques HD, l'utilisation de la valeur d'attribut CATZOC = 6 (non évalué) est interdite.

Il est fortement recommandé que les attributs POSACC, SOUACC, SUREND et TECSOU soient utilisés sur le M\_QUAL lorsque cela est possible, pour relayer des informations importantes sur la précision quantitative des levés sources et la technique de sondage, en tenant compte des consignes sur l'utilisation de ces attributs telles qu'elles figurent dans la norme S-57 Appendice B.1, Annexe A, paragraphe 2.2.3.1.

La qualité des levés sources utilisés pour compiler les données bathymétriques HD doit être équivalente aux valeurs CATZOC A1 ou A2 des données ENC (voir paragraphe 2).

### 5.1 Validation des ENC HD

Les cellules ENC contenant des données bathymétriques HD doivent être conformes à la norme S-58 – *Vérifications pour la validation des ENC* en notant toutefois la tolérance de dépassement du volume de données de 5 mégaoctets (voir paragraphe 4 ci-dessus).

## 6 Génération automatique des isobathes et choix de sondes

Les Services Hydrographiques sont libres de déterminer la densité des isobathes. Il est recommandé d'utiliser un intervalle de 1 m, car cela représente l'intervalle d'isobathes le plus utile pour l'utilisateur final, bien qu'il y ait eu des données de bathymétrie HD produites avec un intervalle d'isobathes de 0,1 m.

Pour une utilisation dans le système ECDIS, il n'est pas nécessaire que les données bathymétriques HD s'étendent sur toute la plage de profondeur de 0 à 50 m ; la plage de profondeur la plus utile pour la navigation de surface se situe entre 5 et 30 m. Les Services Hydrographiques devraient tenir compte de facteurs tels que la nature de la topographie, la zone à couvrir et les catégories de navires auxquels les données sont destinées, lorsqu'ils déterminent la gamme de profondeurs dans laquelle la bathymétrie HD sera compilée.

Pour des raisons d'économie, il est considéré que la qualité cartographique des isobathes automatiquement générées et lissées par les outils des logiciels de production modernes est suffisante pour l'utilisation de la bathymétrie HD dans l'ECDIS. L'intervention cartographique ne doit être mise en œuvre que pour faire correspondre les isobathes "standard" avec les données adjacentes et dans la représentation des hauts-fonds et de fosses isolés (voir paragraphe 8).

L'élaboration d'un réseau de sondes dense (espacement au sol de 50 à 100 m) peut être utile pour soutenir la navigation de grands navires qui peuvent nécessiter une précision plus élevée que l'intervalle d'isobathes recommandé de 1 m. Dans ces cas, un réseau de sondes uniformément espacées (routine de suppression/sélection (conforme à la règle de sécurité, voir le paragraphe B-410a de la norme S-4 de l'OHI) automatisée des sondes par le logiciel de production) est préférable. Avec les logiciels de production modernes, un tel processus automatisé est très rapide, très fiable et

tient compte des isobathes supplémentaires à traiter. Il faut noter qu'avec des données de densité aussi élevée, on ne s'attend pas à ce que le navigateur navigue "de sonde à sonde" comme c'est la pratique courante lors de la navigation avec des cartes traditionnelles. Il est important de rappeler que les sondes ne font pas partie de l'affichage "standard" de la norme S-52 et qu'elles peuvent être désactivées à tout moment.

Note : Lorsque des zones draguées (classe d'objet DRGARE en S-57) existent dans la zone de bathymétrie HD, l'utilisation d'isobathes "supplémentaires" correspondant à la profondeur théorique de dragage est fortement recommandée (par exemple 7,6 m). Les Services Hydrographiques peuvent décider de remplacer les zones draguées par une bathymétrie complète, auquel cas la limite de la zone draguée et la profondeur de dragage devraient être indiquées à l'aide d'un chenal (classe d'objets FAIRWY en S-57).

## **7 Application de SCAMIN**

### **7.1 SCAMIN sur les isobathes**

Le SCAMIN doit être appliqué aux isobathes "standard" (0, 2, 5, 10, ...) de telle sorte qu'ils correspondent aux valeurs SCAMIN des isobathes correspondantes, à l'extérieur et à proximité de la zone de bathymétrie HD. Cela garantit que les isobathes "standard" apparaîtront et disparaîtront en même temps, qu'elles soient situées à l'intérieur ou à l'extérieur de la zone de bathymétrie HD.

Pour éviter un encombrement excessif sur l'ECDIS, il est recommandé d'appliquer le SCAMIN aux isobathes intermédiaires (non standard) de la zone de bathymétrie HD, de sorte qu'elles ne soient pas visibles ou seulement visibles à l'échelle de compilation de la bathymétrie HD. La décision dépend de la topographie du fond marin et de la proximité des isobathes à l'échelle de la compilation. Les contrôles S-58 connexes (1553) peuvent être ignorés lorsque la décision est d'appliquer le SCAMIN de telle sorte que les isobathes intermédiaires ont disparu de l'affichage ECDIS à l'échelle de compilation.

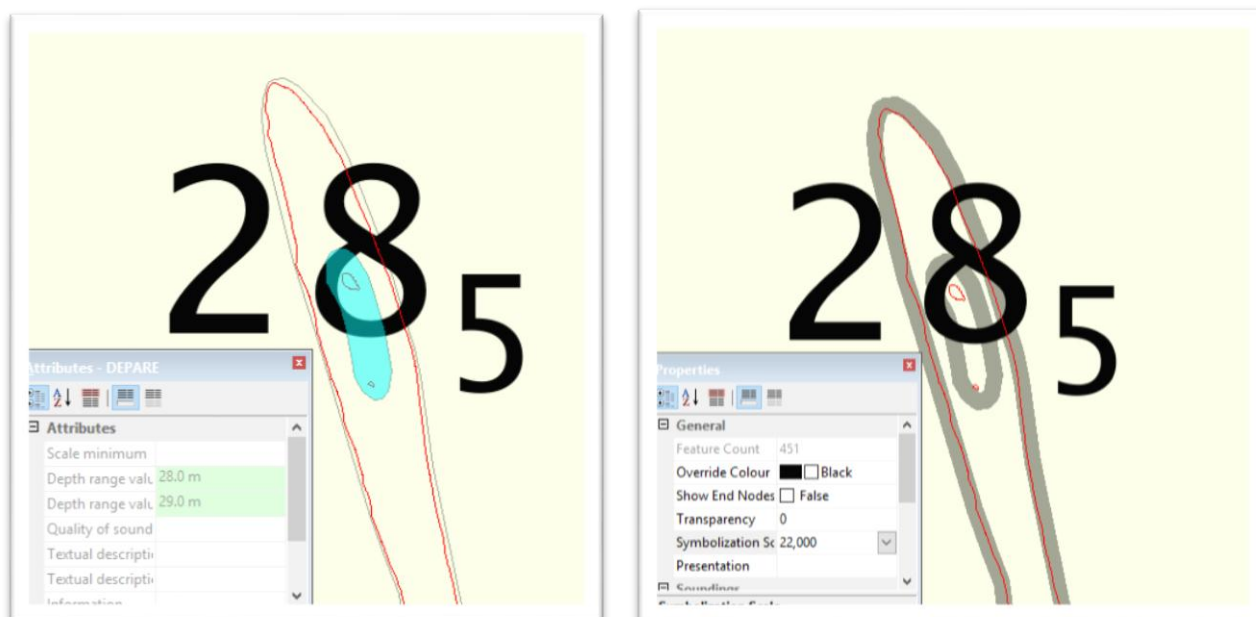
### **7.2 SCAMIN sur les sondes**

SCAMIN doit être appliqué aux sondes conformément à la pratique générale du Service Hydrographique.

## **8 Gestion des hauts-fonds et des fosses**

Le processus de génération d'isobathes automatisé peut créer des isobathes trop petites pour être facilement affichées à l'échelle de compilation de l'ENC HD. Il est recommandé qu'aucune dimension d'un haut-fond isolé ou d'une fosse (zone plus profonde) ne soit inférieure à 2,75 mm à l'échelle de compilation de l'ENC HD. Il convient d'étudier des algorithmes appropriés de génération automatique des isobathes afin d'éviter la création de petits hauts-fonds.

Les petites fosses isolées peuvent être filtrées et exclues des données de l'ENC HD.



**Figure 8.1 – Généralisation et agrandissements d'isobathes - exemple**

## 9 Tests

Avant la publication, il est fortement recommandé de fournir les lots de données ENC HD aux autorités portuaires et aux pilotes pour qu'ils puissent les tester et les commenter. Si possible, il convient également d'envisager de fournir les lots de données d'ENC HD aux centres locaux de formation sur simulateur de navigation pour évaluation, essais et retour d'information.

## 10 Tenue à jour des données de l'ENC HD

Les ENC HD devraient être tenues à jour au minimum à l'identique des ENC standard. Cependant, lorsqu'il est nécessaire de publier les données plus régulièrement, cela sera possible avec l'accord des RENC.

Pour les levés après dragage, le Service Hydrographique devrait envisager de traiter les données et de publier un lot de données d'ENC HD à jour dans les deux semaines suivant la réception des données.

Dans tous les cas où la fiabilité d'une ENC HD pourrait être mise en doute (par exemple, changement dans la capacité à renouveler des levés dans des zones de fonds marins changeants ou dans des zones draguées ; conséquences d'une catastrophe naturelle), une ligne de conduite doit être déterminée en consultation avec les principales parties prenantes. Cela peut inclure, pour les lots de données ENC HD ayant une couverture bathymétrique HD complète, une décision d'annuler la cellule en attendant la résolution du problème. Une telle action doit être entreprise dès qu'il est considéré que le CATZOC pour la bathymétrie HD du lot de données s'est dégradé en-deçà du niveau CATZOC A1 ou A2 recommandé.