

Guide à l'intention du navigateur relatif à la précision des informations bathymétriques figurées sur les cartes électroniques de navigation (ENC)

Edition 1.0.0 – Septembre 2020

(Date de publication : juillet 2022)

IHO



International
Hydrographic
Organization

Publié par
l'Organisation Hydrographique Internationale
4b quai Antoine 1^{er}
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 2022

Cet ouvrage est protégé par le droit d'auteur. A 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 du Secrétariat 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'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'OHI.

Document Control

Les modifications apportées à cette norme sont coordonnées par le groupe de travail sur la qualité des données de l'OHI (DQWG), qui est un groupe de travail du Comité des Services et Normes Hydrographiques (HSSC) de l'OHI. Les nouvelles éditions seront disponibles via le site internet de l'OHI

Numéro d'édition	Date	Auteur	Objet
0.4	Avri 2017	DQWG	Projet de document pour discussion (DQWG-12)
0.5	Août 2017	DQWG	Examen par correspondance
0.6	Juillet 2018	DQWG	Examen par correspondance
0.7	Septembre 2018	DQWG	Prise en compte des examens
0.8	Mai 2019	DQWG	Prise en compte des commentaires australiens
0.9	Février 2020	DQWG	Projet soumis à l'approbation du GT
1.0.0	Mars 2020	DQWG	Version pour approbation par le HSSC-12
1.0.0	Juillet 2020	DQWG	Projet final.
1.0.0	Septembre 2020	DQWG	Édition publiée 1.0.0

Page laissée intentionnellement en blanc

TABLE DES MATIÈRES

1	Introduction	2
1.1	Abréviations	2
2	Résumé et recommandations	3
3	Précision des informations bathymétriques sur les cartes papier	5
4	Précision des informations bathymétriques dans les ENC	6
4.1	Information généralisée	6
4.1.1	Information bathymétrique de précision élevée	8
4.1.2	Information bathymétrique de précision moyenne	8
4.1.3	Information bathymétrique de précision médiocre	8
4.2	Description qualitative des objets ponctuels dangereux pour la sécurité de la navigation	9
4.2.1	Obstructions	10
4.3	Fiabilité d'un levé	11
4.4	Précision de la profondeur par rapport à la profondeur cartographiée	12
4.4.1	Isobathe de sécurité	13
5	Les symboles des zones de fiabilité dans les ENC	14
5.1	Impact des catégories de ZOC sur les navigateurs	15
5.1.1	Effet du zoom excessif (« Overscale »)	15
6	Évaluation de la qualité d'un levé dans une zone de fiabilité par le Service Hydrographique .	16
6.1	Exemples d'évaluation	17
6.2	Précision du positionnement d'un levé	18
Annexe A	Catégories de zones de fiabilité	20
Annexe B	Les effets dangereux de l'utilisation d'un zoom excessif (<i>overscale</i>) sur l'ECDIS à proximité de dangers isolés	22

Page laissée intentionnellement en blanc

Préface

La publication S-67 de l'OHI "Guide à l'intention du navigateur relatif à la précision des informations bathymétriques figurées sur les cartes électroniques de navigation (ENC)" est un guide, destiné aux navigateurs et aux organismes de formation en navigation marine, qui a pour objectif de les informer sur le degré de confiance qu'ils peuvent adopter concernant la pertinence et la précision des informations bathymétriques, ainsi que de leur positionnement, figurées sur les cartes électroniques de navigation.

Ce document est particulièrement lié aux publications de l'OHI S-4 - "Règlement pour les cartes internationales (INT) et spécifications pour les cartes marines, de l'OHI" et S-52 - "Spécifications pour le contenu cartographique et les modalités d'affichage des ECDIS".

Le public visé par ce document est les navigateurs en eaux côtières ou internationales, ainsi que les organismes formant ces navigateurs.

Ce document complète la publication S-66 de l'OHI - "La carte marine et les prescriptions d'emport : les faits" ainsi que les normes de l'OHI déjà existantes mentionnées ci-dessus, afin de fournir une connaissance plus approfondie sur la manière dont un navigateur doit interpréter les informations bathymétriques qui lui sont présentées par un ECDIS (système de visualisation des cartes électroniques et d'information). Les lecteurs de ce document devraient également consulter les guides sur les pratiques nationales de représentation des informations relatives à la précision de la bathymétrie dans les ENC, telles que le Guide du Navigateur et les sites internet des autorités hydrographiques nationales, lorsqu'ils existent.

L'OHI remercie pour leur contribution à l'élaboration de ce document les diverses parties prenantes, en particulier Intertanko et CSmart/Carnival.

1 Introduction

Le but principal des cartes marines est de fournir les informations requises pour permettre au navigateur de planifier et de réaliser une navigation en sécurité.¹ Le navigateur a donc besoin d'une information appropriée, pertinentes, précise et non ambiguë.

La plupart des Services Hydrographiques ont l'obligation de produire des cartes marines qui couvrent leurs eaux nationales en nombre suffisant et à des échelles qui permettent, dans les eaux côtières, une navigation sûre à toutes les catégories de navires, des plus petits aux plus grands, y compris pour les grands ports dans lesquels font escale les plus grands navires et les petits bras de mer secondaires d'intérêt purement local. Sous cet aspect le plus connu, les cartes marines sont de réels instruments de navigation.²

Les portefeuilles nationaux comprennent en général les publications à la plus grande échelle disponible indiquant en détail la configuration du fond marin côtier. Les Services Hydrographiques sont, à cet égard, responsables de fait de leurs eaux nationales, comme les producteurs de cartes topographiques le sont pour les zones terrestres. De tels renseignements sur la forme du fond marin sont demandés par divers utilisateurs nationaux autres que les navigateurs : ingénieurs chargés de travaux en mer, entreprises de dragage, océanographes, ministères de la défense, responsables des zones côtières.³

Ces deux exigences combinées ont conduit les portefeuilles nationaux à couvrir les eaux nationales de façon très détaillée, ce qui se traduit par des cartes à petite et moyenne échelles pour fournir une vue d'ensemble, une vue générale et une vue côtière ; et des cartes à grande échelle pour fournir des informations sur l'approche des ports, les ports et l'accostage. Les Services Hydrographiques fournissent des cartes électroniques de navigation (ENC) dont l'utilisation prévue est alignée sur les bandes d'utilisation (ou de navigation). Leurs dénominations sont :

1. Vue d'ensemble
2. Générale
3. Côtière
4. Approches
5. Portuaire
6. Amarrage

Le navigateur a besoin d'ENC cohérentes aux différentes bandes d'utilisation, au moins pour la représentation des données essentielles ; c'est ce qu'on appelle la "cohérence verticale". Aux plus petites échelles, les détails doivent être généralisés, avec seulement une sélection des données sources disponibles (y compris les profondeurs) de sorte que l'information retenue dans l'ENC soit clairement présentée. Chaque profondeur de la carte à plus petite échelle sera aussi présente à la plus grande échelle.⁴

Une carte présente une image du monde réel au navigateur. Les informations de profondeur figurées sur la carte sont compilées à partir de diverses sources, chacune ayant sa propre pertinence et précision. Dans ce contexte, une question se pose : Comment le navigateur peut-il distinguer, en utilisant un ECDIS, la pertinence et la précision des informations bathymétriques afin de planifier et réaliser sa navigation ?

1.1 Abréviations

CATZOC Catégorie de zone de fiabilité relatives aux données bathymétriques⁵

ECDIS Système de visualisation des cartes électroniques et d'information

¹ Voir la publication S-4 - B-100.4

² Voir la publication S-4 - A-102.1

³ Voir la publication S-4 - A-102.1B

⁴ Voir la publication S-4 - B-100.5

⁵ Voir la publication S-57 Annexe A, Chapitre 2 – page 2.106

ENC	Carte de navigation électronique
SH	Service Hydrographique
m	Mètre
NM	Mille marin (ou nautique)
ZOC	Zone de fiabilité

2 Résumé et recommandations

La précision de l'information bathymétrique incluse dans une ENC peut être visualisée en affichant les zones de fiabilité (ZOC) sur l'ECDIS. Une surface ZOC donne une image généralisée de la qualité de l'information bathymétrique cartographiée dans cette zone. La qualité de la donnée hydrographique source est évaluée en six catégories (CATZOC) : cinq catégories de qualité pour les données qui ont pu être évaluées (A1, A2, B, C et D) et une sixième catégorie (U) pour les données qui n'ont pas pu être évaluées. L'évaluation de la qualité de la donnée hydrographique et la classification en ZOC par les SH sont basées sur une combinaison de :

- Précision de la profondeur ;
- Précision du positionnement ;
- Couverture du fond.

Pour faciliter la lecture, on peut interpréter ces ZOC comme suit :

1. Information bathymétrique de précision élevée (ZOC A1 et A2), indiquée par 5 étoiles ou plus.
2. Information bathymétrique de précision moyenne (ZOC B), indiquée par 4 étoiles.
3. Information bathymétrique de précision médiocre (ZOC C, D et U), indiquée par 3 étoiles ou moins ou par la lettre U.

Les ZOC peuvent être visualisées dans un ECDIS en activant la fonction "Accuracy". Les recommandations suivantes sont faites au navigateur :

- Lors de la planification d'une nouvelle route, les ZOC devraient être visualisées afin de contrôler la qualité sur l'intégralité de la zone dans laquelle le navire va transiter.
- Lors de la modification de la route prévue au cours du voyage, les ZOC devraient être visualisées afin de contrôler la qualité sur l'intégralité de la zone dans laquelle le navire va transiter.
- Lors de la planification de routes dans les zones de ZOC A1 et A2, le navigateur devrait tenir compte du fait que les dangers isolés et les haut-fond peuvent se trouver jusqu'à 20 mètres de leur position cartographiée et être à minima 0,5-1 mètre plus court que la profondeur indiquée sur la carte.
- Lors de la planification de routes dans des zones de ZOC B, le navigateur devrait tenir compte du fait que les dangers isolés et les haut-fond peuvent se trouver jusqu'à 50 mètres de leur position cartographiée et être à minima 1 mètre plus court que la profondeur indiquée sur la carte.
- Lors de la planification de la route dans les zones avec des ZOC C, D et U, le navigateur devrait tenir compte du fait que les dangers isolés et les haut-fond peuvent se trouver jusqu'à 500 mètres de leur position cartographiée et être à minima 2 mètres plus courts que la profondeur indiquée sur la carte.
- Le navigateur devrait tenir compte de la précision de la bathymétrie dans les zones qu'il prévoit de traverser et prendre les précautions nécessaires, en adoptant les marges de sécurité appropriées, en particulier dans les situations où la profondeur sous quille est critique et/ou dans les zones de fonds évolutifs.
- Le navigateur devrait prendre en considération la précision horizontale telle que définie par le CATZOC de sa zone de navigation lorsqu'il fixe l'écart latéral à la route (XTD) pris en compte par la vérification automatique de la route effectuée lors de la planification du voyage sur l'ECDIS.

- Dans les ZOC C, D et U, il est conseillé au navigateur de faire preuve de prudence car les profondeurs cartographiées peuvent en réalité être sensiblement plus faibles. Il est en effet très probable que certaines caractéristiques importantes du fond marin, dangereuses pour la sécurité de la navigation (rochers, récifs coralliens, épaves, obstacles submergés), n'aient pas été identifiées et n'apparaissent pas sur la carte.
- En utilisant la fonction "Pick Report" de l'ECDIS, le navigateur peut consulter des informations supplémentaires sur la qualité des données concernant des dangers isolés pour la navigation et/ou sur la fiabilité des levés, si celles-ci ont été incluses dans l'ENC. Sinon, le navigateur devrait estimer que le danger isolé peut être décalé en termes de position et/ou être moins profond de la valeur indiquée par le CATZOC.
- Le navigateur doit veiller à disposer de l'ensemble des ENC à l'échelle appropriée pour la traversée effectuée, car les fonctions de sécurité de l'ECDIS utilisent les données encodées dans l'ENC à la plus grande échelle disponible dans le système (qu'elle soit affichée ou non) pour déclencher des alarmes. L'ECDIS permet au marin de zoomer à volonté, au risque de lui donner un faux sentiment de sécurité quant à la précision des dangers isolés si les CATZOC ne sont pas vérifiés ; et à leur étendue (voir annexe B). Le zoom excessif (*overscale*) est déconseillé en circonstances normales ; par conséquent, l'indicateur "overscale" de l'ECDIS doit être pris en compte.
- Des zones de fond évolutif se trouvent dans de nombreux estuaires et fleuve soumis à la marée, au niveau des barres à l'entrée de certains ports et sur certains récifs ou bancs de sables isolés. Une des limites du système CATZOC est le manque d'information sur la date à laquelle le levé a été réalisé, ou sur l'évolutivité des fonds marins ; il faut cependant noter que la date à laquelle un levé a été réalisé peut-être disponible dans l'ENC par le biais d'un "pick report" de l'ECDIS sur la zone. Il est donc important que les navigateurs repèrent les zones de dunes sous-marines, les dates indiquées dans les chenaux dragués et tout autre nota indiquant que les chenaux ont évolué ou sont susceptibles d'évoluer.

Plus simplement, les navigateurs peuvent naviguer en confiance dans les zones classées en ZOC A1 et A2. Il est également peu probable que des dangers non cartographiés pour la navigation de surface existent dans les zones ZOC B. Dans les zones ZOC C, les navigateurs devraient être prudents car des éléments dangereux non cartographiés peuvent exister, en particulier dans ou près des zones de récifs et de rochers, ou des zones de fonds évolutifs. Une très grande prudence est recommandée pour les zones évaluées en ZOC D, car celles-ci contiennent des données très parcellaires ou sont non hydrographiées. Enfin, il est recommandé aux navigateurs de considérer les zones ZOC U avec le même degré de prudence que les zones ZOC D.

Dans les ports, le pilote ou le capitaine du port peut informer le navigateur que des levés plus précis ont été effectués, ce qui permet de réévaluer la hauteur d'eau sous quille minimum nécessaire (en fonction de la marée, des conditions météorologiques, de la vitesse et des marges nécessaires à la manœuvre). En l'absence de ce type d'information, il est déconseillé de diminuer cette hauteur d'eau sous quille minimum.

Dans les zones de navigation côtière, les valeurs de ZOC les plus courantes sont :

- ZOC B - environ 40 % des eaux côtières du monde ;
- ZOC C - environ 30 % des eaux côtières du monde ;
- ZOC D - environ 10 % des eaux côtières du monde ;
- ZOC U - environ 15 % des eaux côtières du monde.

Bien que ces pourcentages puissent varier d'une zone à l'autre, il est important de savoir que les standards de levé rencontrés dans les ports ne sont que très rarement rencontrés en dehors des ports. Les navires peuvent donc être exposés à plus de risques hors des ports, même si les profondeurs sont plus importantes. Le risque diminue avec l'augmentation de la profondeur d'eau sous quille (profondeurs supérieures à 100 mètres) ; et les zones de profondeur supérieures à 200 mètres sont généralement considérées comme sûres pour la navigation de surface. Il est donc important de bien comprendre le degré de fiabilité qu'il peut être accordé aux informations bathymétriques dans une ENC.

3 Précision des informations bathymétriques sur les cartes papier

Les cartes fournissent des informations aux navigateurs et à ceux qui planifient les "opérations nautiques" (y compris la planification de nouvelles routes et les mesures de routage officielles) sur le degré de confiance qu'ils peuvent avoir dans la pertinence et la précision des informations bathymétriques cartographiées, ainsi que de leur positionnement. Ces informations sont représentées sur les cartes papier sous la forme d'un graphique accompagné d'un texte constituant ce qui est appelé le "diagramme des sources". Ce diagramme fournit des informations sur les levés sources à partir desquelles le navigateur peut déduire le degré de confiance dans les informations bathymétriques portées sur les cartes. Le diagramme donne une indication de :

- La qualité de l'équipement utilisé ;
- Le contrôle minutieux des dangers à certaines profondeurs (basé sur le tirant d'eau maximum des navires à cette date) ;
- La probabilité de changements ultérieurs dans les profondeurs, particulièrement dans les zones de fonds mobiles ou les zones de croissance du corail.

La date d'édition d'une carte utilisée peut induire en erreur (car les données sources peuvent être beaucoup plus anciennes) mais peut présenter un certain intérêt.⁶

Le type de levé devrait être indiqué sur le diagramme des sources conventionnels de la carte papier (les termes étant traduits si nécessaire) :

- "Levé" implique un levé régulier, systématique, ou levé hydrographique systématique de n'importe quelle date.
- "Levé sommaire" ou "levé de reconnaissance" implique qu'il existe un risque important de dangers non détectés, même si le "levé" est récent.
- "Sondages en transit" implique des sondes obtenues de façon non coordonnée au fil des années.
- Des commentaires explicatifs, par exemple : "(sondage au plomb)", "(pas de contrôle sonar)" et "(multifaisceau)" peuvent être ajoutés après le type de levé, lorsque la date ne donne pas une d'indications suffisantes sur la méthode de levé.
- Si un levé porté sur la carte est complété par des sondages occasionnels provenant de sources anciennes ou récentes, seul le levé principal devrait figurer normalement sur la liste.⁷

On peut trouver des zones de fonds changeants dans de nombreux fleuves et estuaires soumis à la marée, sur des barres aux abords de quelques ports et sur quelques bancs situés au large.⁸

Dans la plupart des zones qui n'ont pas fait l'objet d'un dragage hydrographique ou d'une exploration complète, il est possible de rencontrer des profondeurs un peu moindres que celles qui sont portées sur la carte. Normalement, les navigateurs en tiennent compte, tout comme d'autres incertitudes, en prenant des marges de sécurité (pied de pilote). Les zones incomplètement hydrographiées peuvent être définies comme des zones où la bathymétrie est basée sur d'anciens sondages au plomb, ou d'autres levés dont les profils sont largement espacés (par exemple des levés de reconnaissance) ou qui ne sont pas des levés hydrographiques (par exemple des levés sismiques). Ces types de levés sont inadaptés pour identifier tous les haut-fond qui peuvent exister entre les lignes de sondes, ou peuvent ne pas être dédiés aux haut-fond dans la sélection des sondes enregistrées.⁹

Les informations portées et les interprétations des diagrammes des sources varient beaucoup d'un pays à l'autre. Les différences de méthode, de renseignement et d'interprétation rendent ce type d'information impropre à l'utilisation dans un système de navigation électronique tel que l'ECDIS, car il n'est pas compatible avec l'utilisation de routines de contrôles automatisées de la pertinence d'une route planifiée.

Lors de la transition de la carte papier à l'ENC, l'Organisation Hydrographique Internationale a développé et publié le concept de zones de fiabilité dans sa Publication S-57 - "Norme pour le transfert de données hydrographiques numériques". Il convient de noter que certains Services Hydrographiques

⁶ Voir la publication S-4 - B-294.1

⁷ Voir la publication S-4 - B-295.2

⁸ Voir la publication S-4 - B-416

⁹ Voir la publication S-4 - B-417

ont remplacé les diagrammes des sources des cartes papier par des diagrammes de "zone de fiabilité (ZOC)" afin d'assurer la cohérence avec leur portefeuille d'ENC.

4 Précision des informations bathymétriques dans les ENC

La précision des données bathymétriques des ENC peut être décrite de trois façons :

1. Information surfacique généralisée indiquée par une zone de fiabilité (ZOC) (obligatoire) ;
2. Des attributs de qualité pour des objets individuels dangereux pour la sécurité de la navigation (semblable à l'utilisation des dénominations "PA" ou "PD" sur les cartes papier) (facultatif) ;
3. Information sur la fiabilité d'un levé (facultatif).

NOTE : Les méthodes facultatives énumérées aux points 2 et 3 ne sont visibles dans l'ECDIS qu'en utilisant la fonction "Pick Report" (voir 4.2 et 4.3).

4.1 Information généralisée

La qualité des données bathymétriques figurant sur l'ENC est évaluée selon six catégories (CATZOC ou ZOC) : cinq catégories de qualité pour les données évaluées (A1, A2, B, C et D) et une sixième catégorie (U) pour les données qui n'ont pas été évaluées¹⁰ (voir le tableau 4-1 ci-dessous). Le CATZOC est un attribut inclus dans la classe d'objets S-57 M_QUAL (Qualité des données). Les surfaces CATZOC couvrent toutes les zones de l'ENC qui contiennent de la bathymétrie ; elles ne se chevauchent jamais et n'ont pas d'écart entre elles. L'évaluation de la qualité des données bathymétriques et la classification en zones sont basées sur une combinaison de :

- Précision de la mesure verticale ;
- Précision du positionnement ;
- Couverture du fond.

Tableau 4-1 – Catégories de ZOC

ZOC	Précision du positionnement	Précision de la profondeur	Couverture du fond
A1	± 5 m + 5 % de la profondeur	0,50 m + 1 % de la profondeur	Exploration totale du fond. Tous les éléments significatifs du fond détectés et les profondeurs mesurées.
A2	± 20 m	1,00 m + 2% de la profondeur	Exploration totale du fond. Tous les éléments significatifs du fond détectés et les profondeurs mesurées.
B	± 50 m	1,00 m + 2% de la profondeur	Exploration partielle du fond. Des éléments non cartographiés et dangereux pour la navigation de surface sont peu probables mais peuvent exister
C	± 500 m	2,00 m + 5% de la profondeur	Exploration partielle du fond. Des anomalies de profondeur peuvent exister
D	Plus mauvaise que ZOC C	Plus mauvaise que ZOC C	Exploration partielle du fond. Des anomalies importantes de profondeur peuvent exister
U	Non évalué - La qualité des informations bathymétriques n'a pas été évaluée.		

La version complète de ce tableau, y compris les notes explicatives relatives à chaque catégorie, se trouve en Annexe A.

¹⁰ Voir la publication S-4 - B-297.4

La précision de la position est un cumul d'erreur qui comprend en général les erreurs dues au levé, de transformation géodésique, de numérisation et de compilation. Les plus hautes catégories de ZOC, A1 et A2, exigent une insonification complète ou un dragage exhaustif du fond ainsi que des normes de précision très élevées qui n'ont été obtenues qu'avec la technologie existante depuis 1980 environ. En conséquence, un grand nombre de voies de circulation qui avaient été considérées jusqu'à présent comme bien hydrographiées peuvent être classées ZOC B. Les levés modernes des zones critiques peuvent quant à eux être classés ZOC A2 tandis que la ZOC A1 couvrira les zones hydrographiées uniquement dans des conditions très strictes.¹¹

La figure 4-1 ci-dessous fournit une représentation graphique de l'impact des précisions du positionnement et de la mesure verticale sur un objet cartographié ; dans ce schéma, la position réelle de l'obstruction de profondeur cartographié 5 mètres peut se trouver n'importe où dans le cylindre, dont le volume est défini par les valeurs de CATZOC assignées, défini dans le tableau 4-1 ci-dessus.

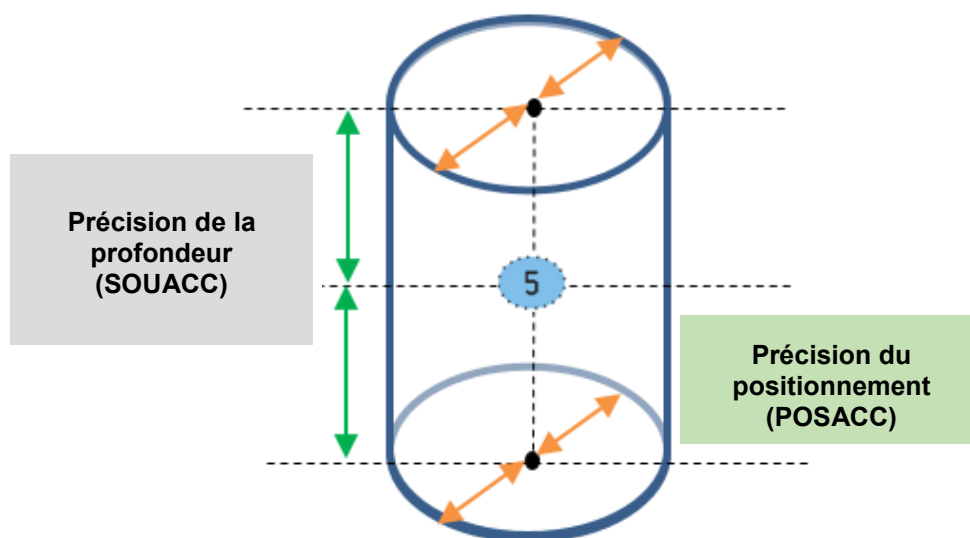


Figure 4-1 – Précisions du positionnement et de la profondeur des éléments cartographiés en tenant compte des ZOC

Une des limites du système CATZOC est le manque d'informations sur la date à laquelle un levé a été conduit ou sur la stabilité des fonds marins. Bien que la date puisse être indiquée dans un champ de données supplémentaire de l'ENC, cela est rarement le cas ; et cette information ne peut être visualisé qu'à l'aide de la fonction "Pick Report" de l'ECDIS. Dans les zones où le fond marin est évolutif, les recommandations d'encodage de l'ENC conseillent d'inclure la date du ou des levés et/ou de déclasser la catégorie de ZOC attribuée, ainsi que de ne la rétablir qu'une fois qu'un levé récent est intégré dans l'ENC. Cependant, cela n'étant pas toujours fait, il est judicieux de prendre en compte les zones de dunes sous-marines, les dates indiquées dans les chenaux dragués et toute autre nota indiquant que les chenaux peuvent avoir évolués ou sont susceptibles d'évoluer.

¹¹ Voir la publication S-4 - B-297.6

La figure 4-2 ci-dessous illustre les zones où un haut-fond cartographié peut se trouver par rapport à sa position sur la carte. A noter, la différence entre la position indiquée sur la carte et la position réelle d'un haut-fond peut être beaucoup plus importante que la différence entre la position du navire mesurée par GNSS et la position réelle de celui-ci. Il est conseillé aux navigateurs de prendre les précautions nécessaires.

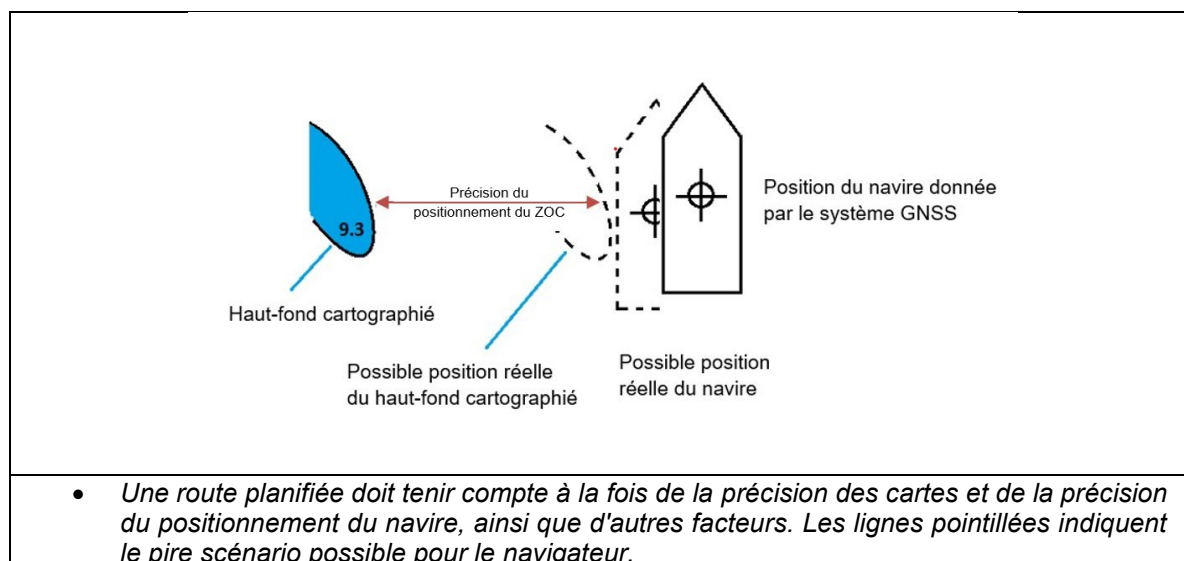


Figure 4-2 – Précision de la position horizontale tenant compte des ZOC et de la position GNSS du navire

Pour faciliter la lecture, le tableau 4-1 peut être interprété comme suit :

1. Information bathymétrique de précision élevée (ZOC A1 et A2) ;
2. Information bathymétrique de précision moyenne (ZOC B) ;
3. Information bathymétrique de précision médiocre (ZOC C, D et U).

4.1.1 Information bathymétrique de précision élevée

La bathymétrie de cette zone a été mesurée par un ensemble de levés hydrographiques réguliers, contrôlés ou systématiques. Les éléments significatifs du fond marin dangereux pour la sécurité de la navigation (roches, récifs coralliens, épaves, obstructions immergées) ont été identifiées, positionnées avec précision et leur profondeur minimale a été déterminée avec précision. Par conséquent, lors de la planification de routes dans les zones de ZOC A1 et A2, le navigateur devrait tenir compte du fait que les dangers isolés et les haut-fond peuvent se trouver jusqu'à **20 mètres** de leur position cartographiée et être à minima **0,5 à 1 mètre** plus court que la profondeur indiquée sur la carte (voir tableau 4-4).

4.1.2 Information bathymétrique de précision moyenne

Il existe un risque que des éléments importants du fond marin dangereux pour la sécurité de la navigation (roches, récifs coralliens, épaves, obstructions immergées) n'aient pas été identifiées et n'apparaissent pas sur la carte. Les éléments qui figurent sur la carte ont une précision horizontale de ± 50 mètres et une précision de profondeur d'au moins ± 1 mètre (voir tableau 4-1). Par conséquent, lors de la planification de routes dans les zones de ZOC B, le navigateur devrait tenir compte du fait que les dangers isolés et les haut-fond peuvent se trouver jusqu'à **50 mètres** de leur position cartographiée et être à minima **1 mètre** plus court que la profondeur indiquée sur la carte (voir tableau 4-4).

4.1.3 Information bathymétrique de précision médiocre

Le navigateur devrait prendre les précautions nécessaires lorsqu'il traverse cette zone. Les profondeurs indiquées sur les cartes peuvent en réalité être beaucoup moins profondes. Il est très probable que

certaines éléments importants du fond marin dangereux pour la sécurité de la navigation (roches, récifs coralliens, épaves, obstacles submergés) n'aient pas été identifiées et n'apparaissent pas sur la carte. Les éléments qui figurent sur la carte ont une précision horizontale de ± 500 mètres et une précision de profondeur d'au moins ± 2 mètres (voir tableau 4-1). Par conséquent, lors de la planification de routes dans les zones de ZOC C, D et U, le navigateur devrait tenir compte du fait que les dangers isolés et les haut-fond peuvent se trouver jusqu'à **500 mètres** de leur position cartographiée et être à minima **2 mètre** plus court que la profondeur indiquée sur la carte (voir tableau 4-4).

4.2 Description qualitative des objets ponctuels dangereux pour la sécurité de la navigation

Dans le document S-57 - "*Normes de l'OHI pour le transfert de données hydrographiques numériques*", les éléments suivants (en subsurface) sont considérés comme dangereux pour la sécurité de la navigation :

- obstructions ;
- roches et récifs ;
- épaves.

Le codage individuel de ces éléments, tout comme les sondes, peuvent contenir des informations complémentaires sur leur qualité uniquement applicable à l'élément. La structure de l'ENC permet aux Services Hydrographiques d'ajouter ces informations, mais ce n'est pas une obligation.

Les obstructions isolées, les roches, les récifs, les épaves et les sondes peuvent comporter les informations complémentaires de qualité suivantes :

Tableau 4-2 – Informations complémentaires sur la qualité pour les obstructions, roches, récifs, épaves et sondes

Objet	Information complémentaire	Options
Obstruction (OBSTRN) Roche (UWTROC) Épave (WRECKS) Sonde (SOUNDG)	Cohérence bathymétrique (EXPSOU) (Certaines obstructions peuvent avoir une profondeur différente de la gamme de profondeur des fonds environnants, comme une épave de 10 mètres se trouvant dans une gamme de profondeur de 15 à 20 mètres)	1. dans la gamme des profondeurs environnantes
		2. moins profond que la gamme des profondeurs environnantes
		3. plus profond que la gamme des profondeurs environnantes
	Qualité de la sonde (QUASOU) (Les valeurs 3, 4, 6, 8, 9 et 11 ont la même signification pratique : la profondeur réelle peut être différente de la profondeur cartographiée)	1. profondeur connue
		2. profondeur inconnue
		3. sonde douteuse
		4. sonde non fiable
		5. pas de fond trouvé à la valeur indiquée
		6. profondeur inconnue
		7. profondeur inconnue, mais estimé supérieur à la valeur indiquée
		8. signalé, non hydrographié
9. signalé, non confirmé		
10. profondeur entretenue		
11. non entretenu régulièrement		
Précision de la sonde (SOUACC) (Peut être codé uniquement si la précision de la profondeur diffère de celle indiquée par la valeur CATZOC)	Valeur en mètres	

Objet	Information complémentaire	Options
	Technique de mesure de la sonde (TECSOU) (Bien que certains Services Hydrographiques indiquent la technique utilisée pour déterminer la position et la profondeur d'un élément, les navigateurs devraient se concentrer principalement sur la valeur CATZOC et d'autres attributs de qualité spécifiques, plutôt que sur la technique utilisée)	1. déterminé par sondeur monofaisceau
		2. déterminé par sondeur latéral
		3. déterminé par sondeur multifaisceau
		4. déterminé par plongeur
		5. déterminé par sondage au plomb
		6. vérifié à la drague hydrographique
		7. déterminé par laser
		8. déterminé par système acoustique vertical
		9. déterminé par un capteur électromagnétique
		10. photogrammétrie
		11. imagerie satellitale
		12. déterminé par nivellement (sans objet)
		13. vérifié par sondeur latéral
		14. calculé par ordinateur

Le marin peut exécuter un "Pick Report" dans l'ECDIS pour afficher les informations complémentaires liées à une obstruction, une roche, un récif, une épave ou une sonde.

La valeur de la zone CATZOC s'applique aussi à la précision horizontale des obstructions, roches, récifs, épaves et sondes individuelles. Cependant, il faut noter que la précision de la position horizontale des objets individuels peut être encodée à l'aide des attributs POSACC et QUAPOS sur les objets spatiaux associés lorsque ces objets individuels ont une précision de position différente de celle indiquée par le CATZOC en recouvrement.

4.2.1 Obstructions

Les éléments suivants sont considérés comme une obstruction¹²:

- Piliers immergés ;
- Poteaux immergés ;
- Tête de puits ;
- Diffuseurs ;
- Gabarit ;
- Abri/Refuges à poissons ;
- Zones malsaines ;
- Fonds malsains ;
- Barrière flottante/panne ;
- Barrière de protection contre la glace / Estacade ;
- Vestiges de plateforme ;
- Système d'ancrage.

Pour les obstructions, il faut noter la différence entre une zone malsaine et un fond malsain. Une zone malsaine est définie comme une zone présentant de nombreux dangers pour la navigation non cartographiés. Si le Service Hydrographique crée une zone malsaine dans une ENC, celle-ci apparaîtra dans "l'affichage de base" de l'ECDIS comme un obstacle à la navigation, avec toutes les alarmes associées pour indiquer qu'il n'est pas sûr pour les navires d'entrer ou de transiter dans cette zone.

Un fond malsain est défini comme une zone dans laquelle il est possible de naviguer en toute sécurité mais qui devrait être évitée pour le mouillage, l'échouage ou la pêche. Le fond malsain inclus dans une ENC n'apparaît que dans le mode d'affichage "other display" de l'ECDIS, sans alarme ni indication

¹² S-57 Appendice B.1, Annexe A - Utilisation du catalogue d'objets pour les ENC, 6.2.2

associée. REMARQUE : Les barrages flottants, les barrières de protection contre la glace et les systèmes d'ancrage inclus dans une ENC en tant qu'objets ponctuels ont les mêmes modes d'affichages dans l'ECDIS qu'un fond malsain.

4.3 Fiabilité d'un levé

Le Service Hydrographique peut fournir des informations supplémentaires sur la qualité des levés utilisés pour la compilation de l'ENC en utilisant la classe d'objets M_SREL (Survey Reliability). Les informations, lorsqu'elles sont incluses dans l'ENC, peuvent être consultées en exécutant un "Pick Report" sur la zone. Les informations disponibles sont¹³:

Tableau 4-3 – Informations sur la fiabilité d'un levé

Attribut	Valeurs admissibles	Définitions
Qualité du positionnement (QUAPOS)	1 : hydrographié	La (les) position(s) a (ont) été déterminée(s) par la réalisation de mesures pour déterminer la position relative du points sur, au-dessus ou au-dessous de la surface de la terre. Hydrographié implique un relevé régulier et contrôlé de n'importe quelle date.
	2 : non hydrographié	Les données du levé n'existent pas ou sont très mauvaises.
	3 : insuffisamment hydrographié	Les données de position sont de très mauvaise qualité.
	4 : approximatif	Une position qui est considérée comme étant à moins de 30,5 mètres de son emplacement géographique correct. Peut également s'appliquer à un objet dont la position ne reste pas fixe.
	5 : position douteuse	Un objet dont la position a été signalée mais qui est considérée comme douteuse.
	6 : peu fiable	La position d'un objet obtenue à partir de données douteuses ou peu fiables.
	7 : signalé (non hydrographié)	Un objet dont la position a été signalée et confirmée par un moyen autre qu'un levé officiel, par exemple un signalement indépendant concernant l'objet.
	8 : signalé (non confirmé)	Un objet dont la position a été signalée et dont la position n'a pas été confirmée.
	9 : estimé	La position la plus probable d'un objet déterminé à partir de données incomplètes ou d'une précision douteuse.
	10 : précisément connu	Une position qui a une valeur connue, comme la position d'un poste d'ancrage ou d'un autre objet défini.
	11 : calculé	Une position qui est calculée à partir de données.
Qualité de la mesure verticale (QUASOU)	1 : profondeur connue	La profondeur entre le niveau de référence verticale de la carte et le fond est une valeur connue.
	2 : profondeur inconnue	La profondeur entre le niveau de référence verticale de la carte et le fond est inconnue.
	3 : sonde douteuse	Une profondeur qui peut être inférieure à celle indiquée.
	4 : sonde peu fiable	Une profondeur qui est considérée comme une valeur peu fiable.
	5 : pas de fond trouvé à la valeur indiquée	Après investigation, le fond n'a pas été trouvé à cette profondeur.
	6 : profondeur minimale connue	La profondeur la plus courte d'un objet est connue.
	7 : profondeur minimale inconnue, brassage de sécurité à la valeur indiquée	La profondeur minimale au-dessus d'un objet est inconnue, mais on considère un brassage de sécurité à cette profondeur.
	8 : valeur signalée (non hydrographié)	Valeur de la profondeur obtenue à partir d'un signalement, mais pas entièrement hydrographié.

¹³ S-57, Annexe A - Chapitre 2 - Attributs

Attribut	Valeurs admissibles	Définitions
	9 : valeur signalée (non confirmée)	Valeur de profondeur obtenue à partir d'un signalement, qu'il n'a pas été possible de confirmer.
	10 : profondeur entretenue	La profondeur à laquelle un chenal est maintenu par intervention humaine, généralement par dragage.
	11 : non entretenu régulièrement	Les profondeurs peuvent être modifiées par intervention humaine, mais elles ne seront pas maintenues de façon systématique.
Valeur d'échelle 1 (SCVAL1)	valeur numérique (25000 -> échelle 1:25 000)	La plus grande échelle parmi celles des levés figurés dans le diagramme des sources.
Valeur d'échelle 2 (SCVAL2)	valeur numérique (250000 -> échelle 1:250 000)	La plus petite échelle parmi celles des levés figurés dans le diagramme des sources.
Distance de sondage - minimum (SDISMN)	valeur numérique (50 pour 50 mètres ou pieds)	L'espacement minimal des principaux profils de sondage d'un levé.
Distance de sondage - maximum (SDISMX)	valeur numérique (150 pour 150 mètres ou pieds)	L'espacement maximal des principaux profils de sondage d'un levé.
Autorité du levé (SURATH)	nom de l'autorité du levé source	L'autorité responsable du levé.
Date de fin du levé (SUREND)	CCYYMMDD CCYYMM CCYY	La "date de fin de levé" doit être encodée en utilisant 4 chiffres pour l'année civile (CCYY), 2 chiffres pour le mois (MM) (par exemple avril = 04) et 2 chiffres pour le jour (JJ). Lorsqu'aucun mois et/ou jour spécifique n'est requis/connu, l'indication du mois et/ou du jour est omise. Ceci est conforme à la norme ISO 8601 : 1988.
Date de début du levé (SURSTA)	CCYYMMDD CCYYMM CCYY	Comme pour la date de fin du levé ci-dessus.
Type de levé (SURTYP)	1 : levé de reconnaissance	Un levé réalisé à un degré de précision et de détail inférieur à celui que l'échelle choisie impliquerait normalement.
	2 : levé régulier	Un levé approfondi généralement mené suivant des normes strictes.
	4 : levé de recherche	Un levé visant principalement à investiguer les obstructions et les dangers sous-marins.
	5 : levé en transit	Un levé mené par un navire en transit
	6 : télédétection	Un levé où les objets ont été positionnées et délimitées à l'aide de techniques de télédétection.
Information (INFORM)	texte	Information textuelle sur l'objet.
Informations en langue nationale (NINFOM)	texte	Information textuelle dans la langue nationale.

Il convient de noter que, comme pour les indications liées au CATZOC, les informations relatives à la fiabilité d'un levé ne fournissent aucune indication concernant la stabilité du fond marin et l'écart possible, causé par le déplacement du fond marin au fil du temps, entre la profondeur cartographiée et la profondeur réelle

4.4 Précision de la profondeur par rapport à la profondeur cartographiée

Le CATZOC donne une vue d'ensemble de la qualité des données sources qui sont utilisées pour créer les zones de profondeur et les isobathes associées. Une zone de profondeur est une zone dans laquelle les profondeurs cartographiées sont délimitées par une valeur de profondeur minimale et (éventuellement) maximale. Par défaut, une isobathe est affichée sous la forme d'une ligne continue ; il s'agit d'une limite entre deux zones de profondeur. Le Service Hydrographique peut avoir fourni des informations supplémentaires indiquant que l'isobathe est approximative ; elle sera alors affichée sous forme d'une ligne tiretée.

Plusieurs zones de profondeur différentes peuvent avoir la même valeur CATZOC. D'autre part, plusieurs valeurs CATZOC peuvent être présentes dans une même zone de profondeur.

Le navigateur doit prendre en compte la précision verticale des informations bathymétriques cartographiées (sondes, isobathes, zones de profondeur, zones draguées et dangers sous-marins) dans les zones qu'il prévoit de traverser et prendre les précautions nécessaires. Le tableau 4-4 ci-dessous fournit la précision des profondeurs pour une gamme de profondeurs, sur la base des précisions de profondeur définies pour les catégories de ZOC dans le tableau 4-1.

Tableau 4-4 – Précision de la profondeur en fonction de la valeur CATZOC

Profondeur	CATZOC					
	A1	A2	B	C	D	U
0	0,5 m	1,0 m	1,0 m	2,0 m	>2,0 m	inconnu
10	0,6 m	1,2 m	1,2 m	2,5 m	>2,5 m	inconnu
20	0,7 m	1,4 m	1,4 m	3,0 m	>3,0 m	inconnu
30	0,8 m	1,6 m	1,6 m	3,5 m	>3,5 m	inconnu
40	0,9 m	1,8 m	1,8 m	4,0 m	>4,0 m	inconnu
50	1,0 m	2,0 m	2,0 m	4,5 m	>4,5 m	inconnu
75	1,3 m	2,5 m	2,5 m	5,8 m	>5,8 m	inconnu
100	1,5 m	3,0 m	3,0 m	7,0 m	>7,0 m	inconnu

Cependant, les navigateurs doivent noter que des dangers non détectés (et donc non cartographiés) peuvent exister dans les ZOC C, D et U, et même éventuellement dans la ZOC B. Ceux-ci peuvent dépasser la précision des profondeurs cartographiées.

4.4.1 Isobathe de sécurité

Dans un ECDIS, le paramètre par défaut pour l'isobathe de sécurité est l'isobathe de 30 mètres. Lorsque les paramètres par défaut d'un ECDIS sont utilisés, les zones de profondeur supérieures à 30 mètres seront affichées en blanc (eaux profondes) et les zones moins profondes que 30 mètres seront affichées en bleu (eaux peu profondes). Lorsqu'une valeur d'isobathe de sécurité est saisie dans l'ECDIS, le système recherche l'isobathe égale à la valeur saisie ou de valeur la plus proche (si aucune isobathe égalant la valeur saisie n'est incluse dans l'ENC) et l'attribue comme isobathe de sécurité à utiliser. Les zones de couleurs blanche et bleue seront ajustées en conséquence.

Dans une ENC, les isobathes normalisées suivantes sont généralement disponibles :
0, 2m, 5m, 10m, 20m, 30m, 50m, 100m, 200m, 300m, 400m, 500m, 1000m, 2000m, 3000m, 4000m.

L'ENC peut également contenir des isobathes supplémentaires, par exemple :
3m, 8m, 15m, 25m, 40m, 75m, 600m, 700m, 800m, 900m.¹⁴

En plus des isobathes ci-dessus, certains Services Hydrographiques produisent maintenant des "ENC haute densité (HD)", qui peuvent avoir un intervalle entre les isobathes aussi rapproché que 0,1 mètre couvrant les gammes de profondeur adaptées aux tirants d'eau des navires auxquels l'ENC est destinée.

¹⁴ Voir la publication S-4 - B-411

5 Les symboles des zones de fiabilité dans les ENC

Il existe deux statuts pour les zones de fiabilité :

- Évalué
- Non évalué

Les zones qui ont été évaluées sont symbolisées par le nombre d'étoiles. Les zones qui n'ont pas été évaluées sont symbolisées par la lettre U.

Le nombre d'étoile est une indication de la valeur du CATZOC :

- 6 étoiles = A1 (dans un triangle)
- 5 étoiles = A2 (dans un triangle)
- 4 étoiles = B (dans un triangle)
- 3 étoiles = C (dans une barre horizontale)
- 2 étoiles = D (dans une barre horizontale)

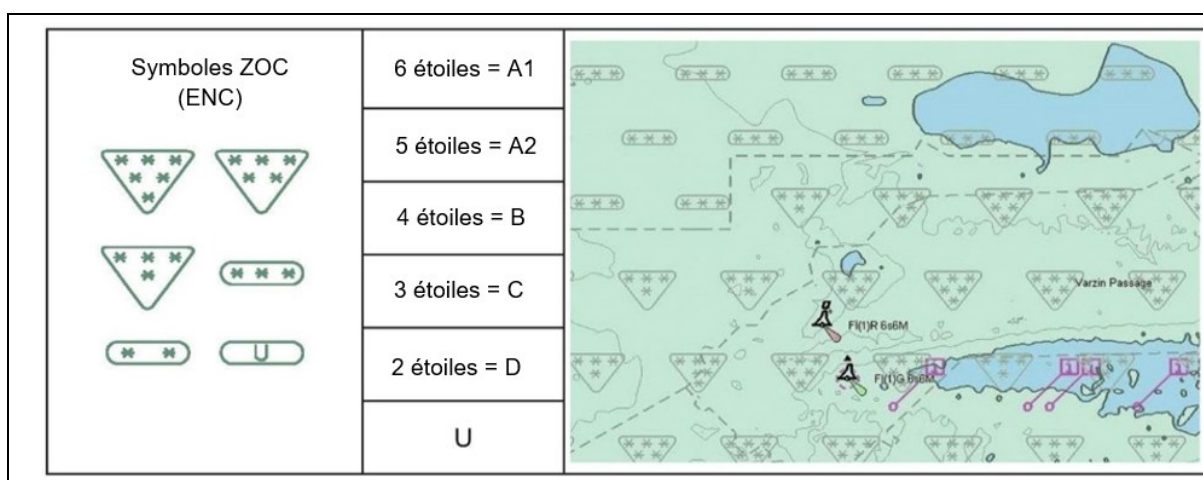


Figure 5-1 – Symboles et représentation des zones de fiabilité sur une ENC

Pour visualiser la symbologie des zones de fiabilité, le navigateur doit activer la "couche d'information sur la visualisation des cartes" (ou un réglage similaire, selon le type d'ECDIS utilisé).

Les symboles ZOC sont placés horizontalement sur l'écran avec un motif régulier. La limite des zones CATZOC est représentée par une ligne tiretée. Le symbole ZOC affiché est basé sur la zone définie pour chaque différent CATZOC. Cela signifie qu'occasionnellement, seul un symbole partiel indiquant le CATZOC peut être affiché, le symbole étant "coupé" à la limite des zones CATZOC adjacentes (créant ainsi un symbole "composite" non valide, qui peut prêter à confusion) ou au bord d'une cellule ENC. Ceci est visible dans la figure 5-1 ci-dessus, en particulier le long de la limite séparant les zones ZOC A1 et B.

Ce type de symbologie a tendance à encombrer l'écran, aussi, pendant le suivi de la route, les navigateurs préféreront désactiver ce réglage. Toutefois, lorsque les navigateurs planifient une nouvelle route ou modifient une route existante en cours de route, il leur est recommandé d'activer l'affichage du CATZOC et d'utiliser les informations fournies pour accompagner leur processus de décision avant de valider la nouvelle route dans l'ECDIS.

Référence rapide :

- 5 étoiles ou plus = zone de fiabilité de haute précision.
- 4 étoiles = zone de fiabilité de précision moyenne.
- 3 étoiles ou moins = zone de fiabilité de précision médiocre.
- U = non évalué, précautions nécessaires à prendre.

5.1 Impact des catégories de ZOC sur les navigateurs

En simplifiant, les navigateurs peuvent naviguer avec confiance dans les zones classées en ZOC A1 et A2. Il est possible, mais peu probable, qu'un danger non cartographié affectant la navigation de surface existe dans les zones ZOC B. Dans les zones ZOC C, les navigateurs doivent faire preuve de prudence car des dangers non cartographiés peuvent exister, en particulier dans ou près des zones de récifs et de rochers. Un degré de prudence très élevé est requis pour les zones évaluées comme ZOC D, car celles-ci contiennent des données très partielles ou n'ont pas été hydrographiées du tout. Enfin, il est de bonne pratique de traiter les zones ZOC U avec le même degré de prudence que les zones de ZOC D.

Pour mettre cela en perspective, le tableau 5-1 ci-dessous est une analyse globale de plus de 14 millions de kilomètres carrés d'ENC côtières¹⁵ de 32 nations :

Tableau 5-1 – Couverture par catégorie de ZOC - analyse

Catégorie ZOC	% de la superficie de la Manche	% de la superficie des détroits de Singapour et de Malacca	% de la superficie des ENC côtières du monde (32 états)	Confiance
A1 (6 étoiles)	12,4%	1,4%	2,5%	Bonne
A2 (5 étoiles)	7,1%	0,2%	3,0%	Bonne
B (4 étoiles)	43,5%	2,5%	38,5%	Moyenne
C (3 étoiles)	21,6%	76,2%	27,8%	Médiocre
D (2 étoiles)	12,4%	1,1%	12,5%	Médiocre
Non évalué (U)	3,0%	18,5%	15,7%	Médiocre

5.1.1 Effet du zoom excessif (« Overscale »)

Les échelles d'affichage disponibles pour les navigateurs dans un ECDIS ne sont pas normalisées et varient d'un ECDIS à l'autre. En revanche, l'OHI recommandent aux Services Hydrographiques de compiler leurs ENC en utilisant l'une des valeurs d'échelle prédéfinies indiquées dans le tableau 5-2 ci-dessous. Ces valeurs d'échelle, bien que choisies pour s'aligner le plus possible sur les portées radars standard, ne correspondent pas toujours aux valeurs de pas d'échelle d'affichage dont disposent les navigateurs dans l'ECDIS. Par conséquent, il est fortement recommandé aux navigateurs, en particulier lors du suivi de route, d'utiliser le réglage d'affichage ECDIS 1 :1 lorsqu'il est disponible. Ce réglage permet d'afficher l'ENC à l'échelle d'affichage prévue à la position du navire. Les navigateurs bénéficieront alors du niveau de détail maximum disponible dans l'ENC sans risque de zoom excessif.

Tableau 5-2 – Échelles standard recommandées pour la compilation des ENC

Gamme sélectionnable	Échelle standard (arrondie)
200 NM	1:3 000 000
96 NM	1:1 500 000
48 NM	1:700 000
24 NM	1:350 000
12 NM	1:180 000
6 NM	1:90 000
3 NM	1:45 000

¹⁵ En considérant les ENC d'Usage Band 3 et 4, couvrant 14 218 244 km². Les données pour la Manche et le monde datent de 2020 ; celles pour les détroits de Singapour et de Malacca datent de 2015. L'analyse n'inclut pas les ports.

1,5 NM	1:22 000
0,75 NM	1:12 000
0,5 NM	1:8 000
0,25 NM	1:4 000

Il existe également un lien entre l'échelle d'une ENC et sa finalité. Les ENC destinées à la navigation côtière ou à l'approche d'un port seront généralement compilées à une échelle plus petite que les ENC destinées à une navigation plus précise et à des manœuvres dans un port. Par exemple, sur une ENC destinée à la navigation côtière, le Service Hydrographique n'a généralement pas l'intention de cartographier les informations de manière à ce que les navigateurs puissent naviguer à proximité de dangers isolés (par exemple, les dangers couvrant une zone peuvent être représentés sous forme d'éléments ponctuels) ; si tel était le cas, l'ENC serait établie à une échelle beaucoup plus grande. Un zoom excessif sur une ENC rompt effectivement cette relation entre l'échelle à laquelle les informations cartographiées sont affichées et l'utilisation prévue de ces informations.

Une carte à grande échelle couvre une petite zone avec un niveau de détail élevé. Les zones de fiabilité associées sont donc également fournies à un niveau de détail élevé. Lors de la transition vers une carte à plus petite échelle, à un moment donné, deux zones CATZOC adjacentes fusionneront en une seule. À ce moment-là, seule la valeur la plus faible des deux CATZOC sera disponible pour des raisons de sécurité. Des accidents de navigation se sont produits lorsque des navigateurs ne disposaient pas de la carte à la plus grande échelle dans leur ECDIS ; ils ont zoomé excessivement sur une carte à moyenne échelle, et se sont échoués en passant trop près de dangers sous-marins isolés.

Des accidents se sont également produits en raison d'un zoom excessif dans des zones où les obstructions ont été généralisées sous formes ponctuelles en raison de l'échelle à laquelle les données ont été compilées. De plus amples détails et exemples sont fournis en Annexe B.

6 Évaluation de la qualité d'un levé dans une zone de fiabilité par le Service Hydrographique

Les ENC contiennent différents types de données collectées via différentes technologies. Certaines données peuvent avoir plus de 50 ans, tandis que d'autres sont collectées à l'aide des technologies les plus récentes. Certaines données peuvent avoir été collectées par sondage au plomb à partir d'un navire, d'autres peuvent être mesurées par satellite depuis l'espace. Toutes ces données sont compilées pour fournir une image des fonds marins et des objets au-dessus des fonds marins. Certaines données sont collectées par le Service Hydrographique, d'autres peuvent provenir des autorités portuaires, des instituts de recherche scientifique et d'armateurs privés. Le Service Hydrographique a pour tâche d'évaluer la qualité des données reçues et de décider si et comment ces données doivent être mises à disposition pour la mise à jour de l'ENC. Cette tâche est généralement réalisée conformément aux critères décrits en Annexe A.

En règle générale, les choix suivants sont faits par le Service Hydrographique :

- Les données des ports sont généralement classées en ZOC A1, A2 ou B.
- Les données satellitaires sont classées en ZOC C.
- Les données laser aéroporté sont classées en ZOC B, parfois A2.
- Les données relatives aux armateurs privés sont classées en ZOC D.
- Les données antérieures à 1980 sont classées en ZOC B, C ou D. En général, plus les données sont anciennes, plus la valeur est faible.

Au cas par cas, le Service Hydrographique peut s'écarter de ces directives générales comme il l'entend, en tenant compte de la connaissance locale de la zone, des routes de navigation prévues, etc.

6.1 Exemples d'évaluation

Les caractéristiques typiques d'un levé sont les premières considérations à prendre en compte pour évaluer la couverture du fond marin, la précision de la profondeur et de la position. Ensuite, la nature systématique / non systématique du levé ; le levé comprend-il des lignes de levé planifiées dans un système géodésique connu qui peut être transformé avec précision en WGS 84 ? Quelle est la précision des paramètres de transformation lors de la conversion d'un ancien levé (avant 1980) au système géodésique WGS84 utilisé dans l'ENC ? Le Service Hydrographique en tiendra généralement compte et déclassera les zones CATZOC de manière appropriée.

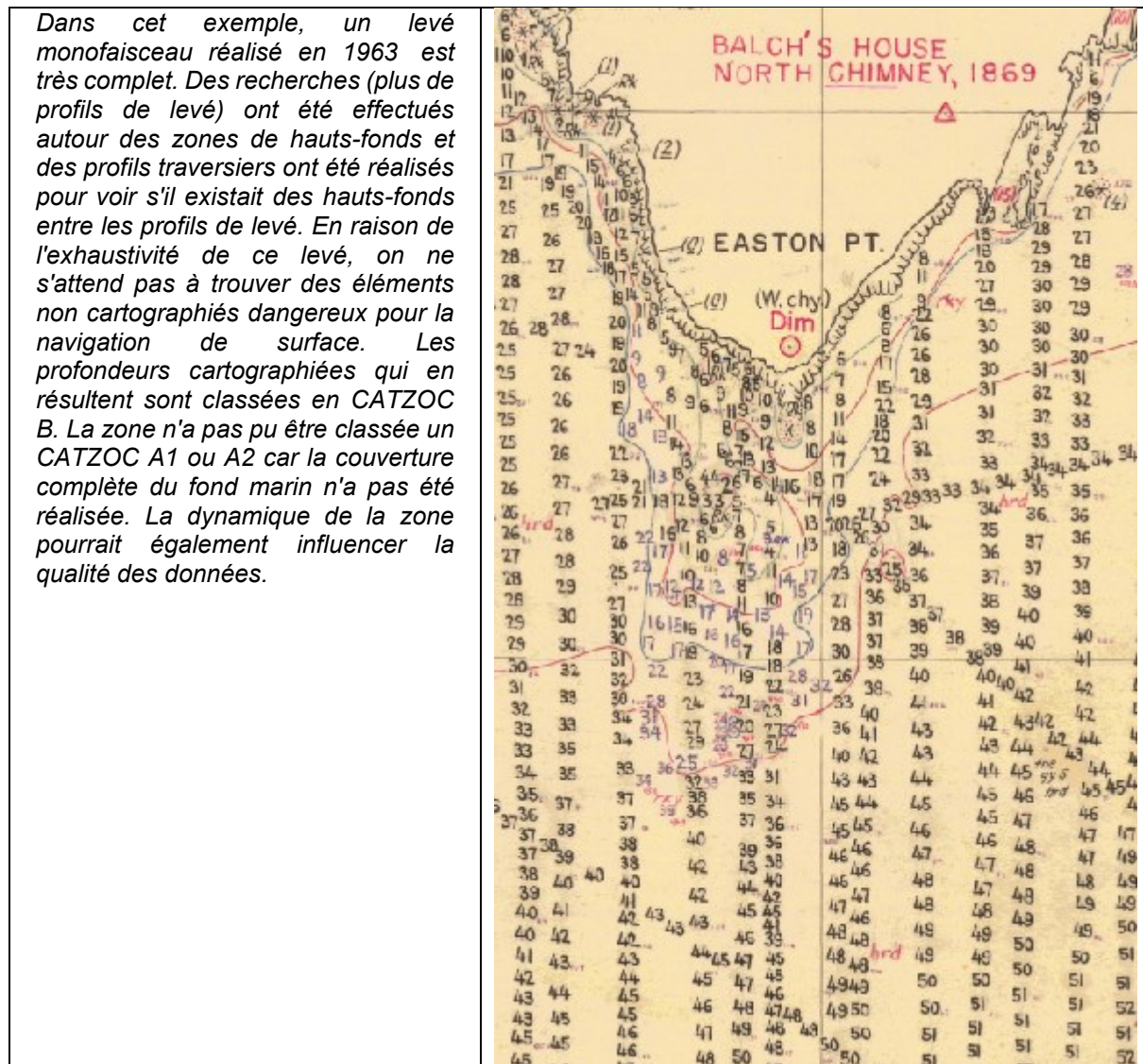


Figure 6-1 – Exemple: levé systématique au sondeur monofaisceau de 1963

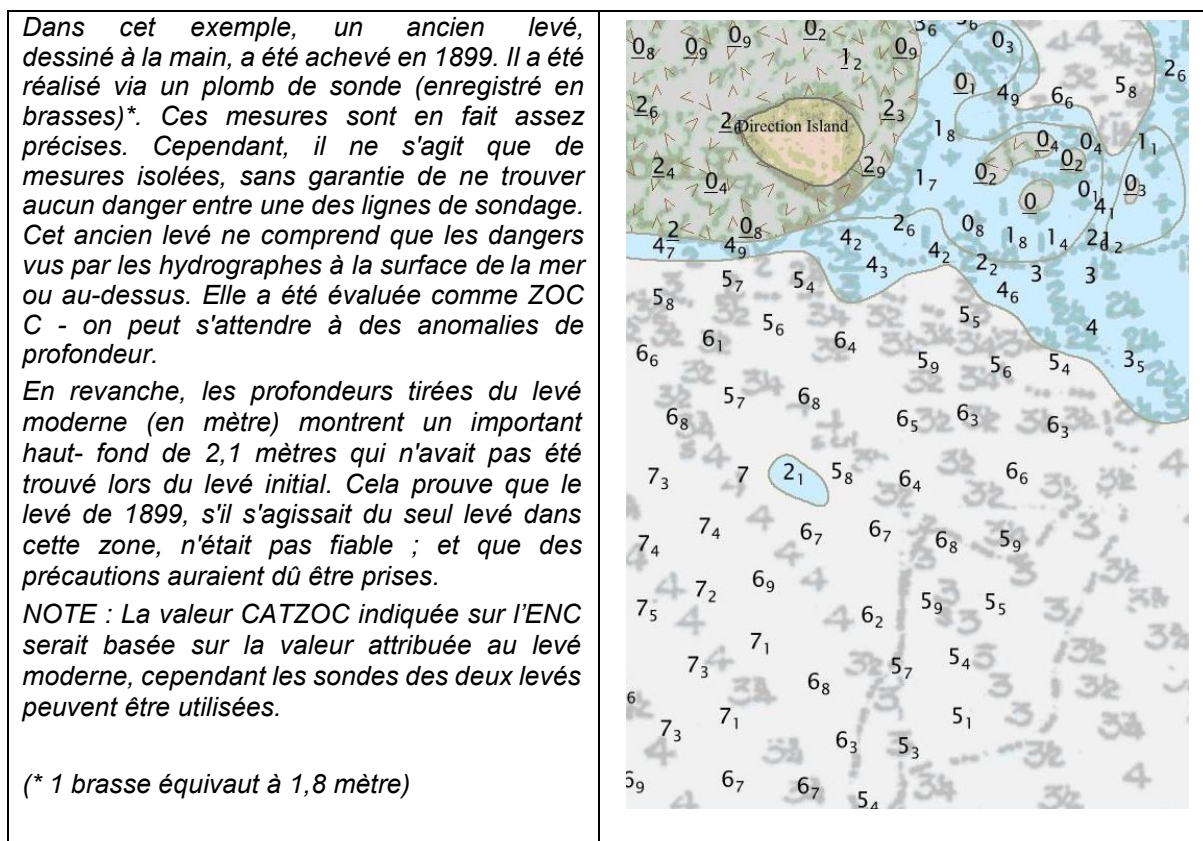


Figure 6-2 – Exemple: levé par sondage au plomb de 1899

6.2 Précision du positionnement d'un levé

La précision de la position d'un levé est généralement déterminée par les systèmes de positionnement utilisés pendant le levé hydrographique. La capacité de positionner avec précision un navire n'importe où sur le globe s'est considérablement améliorée au cours des 100 dernières années.

Depuis 1978, le gouvernement américain fournit un système de radionavigation spatiale, opéré par l'armée de l'air américaine. Ce service, le Global Positioning System (GPS), est accessible à un nombre illimité d'utilisateurs équipés d'un récepteur GPS. L'utilisateur peut déterminer avec précision l'heure et la position, par n'importe quelle météo, de jour comme de nuit, partout dans le monde. D'autres pays ont lancé un service similaire, à savoir GLONASS (Russie), Beidou (Chine) et Galileo (UE). Un utilisateur équipé d'un récepteur GNSS (Global Navigation Satellite System) peut désormais utiliser tous ces services en même temps, ce qui améliore la précision horizontale et verticale de sa position.

Dans les années 1980, la précision d'un récepteur GPS était d'environ 30 mètres. Pour les levés hydrographiques, un signal de correction terrestre était fourni pour corriger les erreurs introduites par l'armée de l'air américaine à des fins militaires, ainsi que la perte de signal entre les satellites et le récepteur. La précision initiale de 30 mètres a d'abord été ramenée à 2 mètres, puis jusqu'à 0,10 mètre. La précision d'un récepteur GNSS standard est aujourd'hui de l'ordre de 5 mètres, mais la précision des positions dans l'Arctique peut être moindre car les satellites ne passent pas directement à la verticale. Lorsque la constellation Galileo sera complète, la précision d'un récepteur GNSS autonome passera à 0,20 mètre. Cela signifie que la position du navire deviendra (beaucoup) plus précise que les levés précédemment réalisés et cartographiés.

De la fin des années 1940 aux années 1990, les navires de recherche dépendaient de systèmes de positionnement électronique basés à terre qui transmettaient leur signal sur de courtes ou moyennes distances, donnant une précision d'environ 20 à 100 mètres. Dans les zones côtières, cela signifie que la position réelle d'un objet pouvait être jusqu'à 100 mètres de l'endroit où l'on pensait qu'il se trouvait.

Cela dépendait en grande partie de la précision du positionnement de l'émetteur à terre, ainsi que de la précision des portées de transmission pour réaliser le "point".

Auparavant, les navires hydrographiques utilisaient des sextants pour mesurer les angles entre un amer ou des mâts de pavillon construits sur des tours établies à terre, et les hydrographes mesuraient les angles au sextant pendant des heures. Une deuxième rangée de tours pouvait être construite en eau peu profonde ou sur des récifs pour étendre le réseau plus au large, mais avec une précision encore plus réduite. Selon la précision avec laquelle ces tours étaient placées, le navire pouvait atteindre une précision de 50 à 500 mètres. Ainsi, la position réelle d'un objet, en particulier au large, pouvait facilement être à 500 mètres de l'endroit où on pensait qu'il se trouvait.

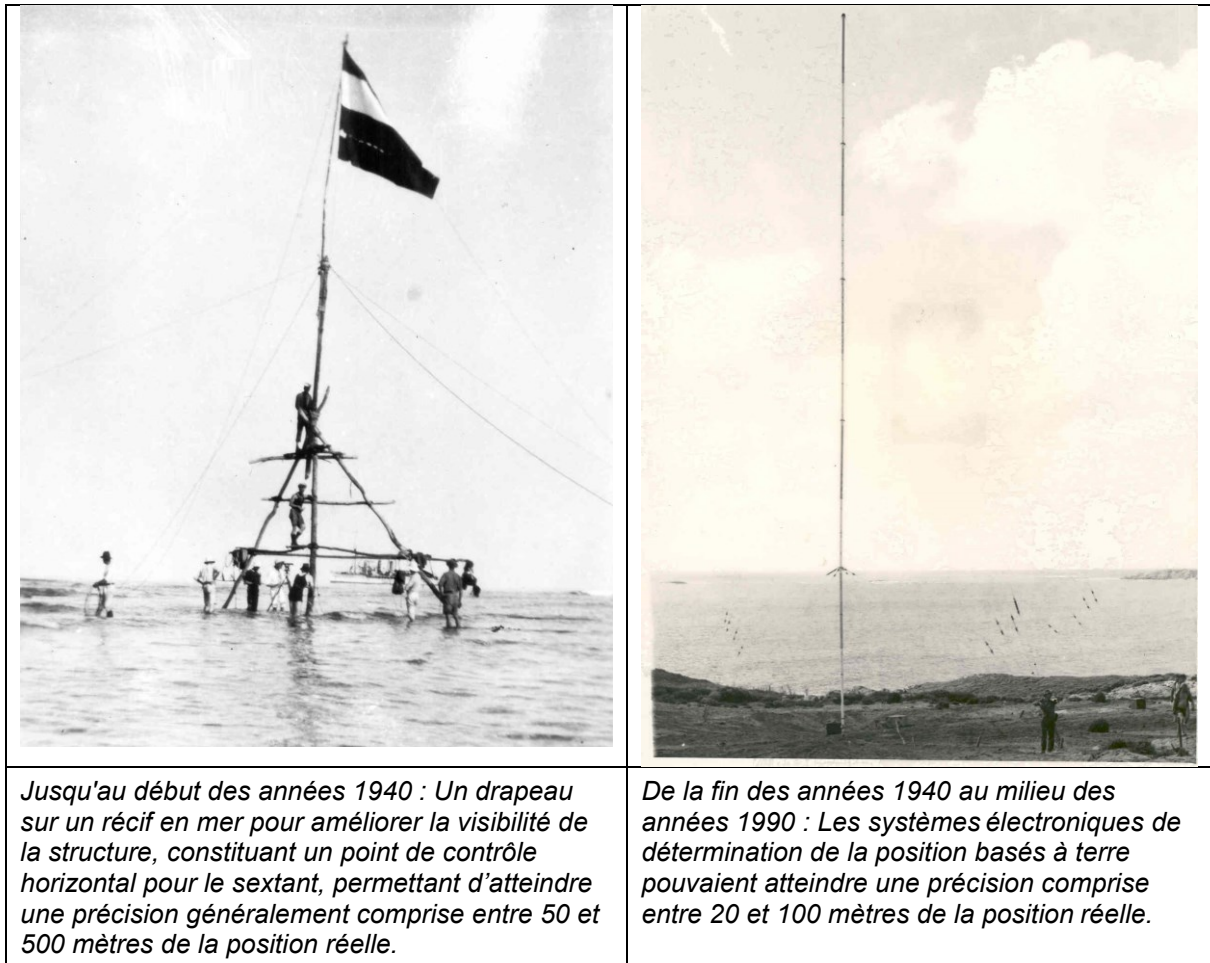


Figure 6-3 – Détermination de la position - avant les années 1940 ; de la fin des années 1940 aux années 1990

Plus au large, où les informations sont collectées par des navires qui dépendent entièrement de la navigation céleste, les positions peuvent être considérablement moins précises, généralement pas plus de 1 à 2 NM, et souvent pire.

Alors que les images satellites modernes peuvent être utilisées pour corriger la position de nombreux éléments isolés visibles au large, tels que des îles, des récifs ou des haut-fond brisant par gros temps, tout ce qui se trouve à plus de quelques mètres sous la surface reste souvent invisible, et sera donc possiblement porté sur une carte loin de sa position réelle.

Annexe A Catégories de zones de fiabilité

Tableau A-1 – Catégories de zones de fiabilité

Catégorie ZOC (note 1)	Précision du positionnement (note 2)	Précision de la profondeur (note 3)		Couverture du fond	Caractéristiques typiques du levé (note 5)
A1	± 5 m + 5% de profondeur	= 0,50 + 1%p		Exploration totale du fond. Tous les éléments significatifs du fond détectés (note 4) et les profondeurs mesurées.	Levé systématique (note 6) de haute précision pour les positions et les profondeurs réalisés en utilisant le GPS différentiel (DGPS) ou un minimum de 3 lignes de position de grande précision (LOP) un système multifaisceaux, un système de sondeurs multi-transducteurs ou un système de dragage mécanique.
		Profondeur (m) 10 30 100 1000	Précision (m) ± 0,6 ± 0,8 ± 1,5 ± 10,5		
A2	± 20 m	= 1,00 + 2%p		Exploration totale du fond. Tous les éléments significatifs du fond détectés (note 4) et les profondeurs mesurées.	Levé systématique (note 6) de précision moindre pour les positions et les profondeurs que le SOC A1, réalisé en utilisant un sondeur moderne (note 7) et un sondeur latéral ou un système de dragage mécanique.
		Profondeur (m) 10 30 100 1000	Précision (m) ± 1,2 ± 1,6 ± 3,0 ± 21,0		
B	± 50 m	= 1,00 + 2%p		Exploration partielle du fond. Des éléments non cartographiés et dangereux pour la navigation de surface sont peu probables mais peuvent exister.	Levé systématique (note 6) de précision identique pour les profondeurs que ZOC A2 et moindre pour les positions, réalisé en utilisant un sondeur moderne (note 7), mais sans sondeur latéral ou système de dragage mécanique.
		Profondeur (m) 10 30 100 1000	Précision (m) ± 1,2 ± 1,6 ± 3,0 ± 21,0		
C	± 500 m	= 2,00 + 5%p		Exploration partielle du fond. Des anomalies de profondeur peuvent exister.	Levé de faible précision ou données recueillies à l'occasion par exemple de sondage en transit.
		Profondeur (m) 10 30 100 1000	Précision (m) ± 2,5 ± 3,5 ± 7,0 ± 52,0		
D	Plus mauvais que ZOC C	Plus mauvais que ZOC C		Exploration partielle du fond. Des anomalies importantes de profondeur peuvent exister.	Données de qualité médiocre ou données qui ne peuvent être évaluées faute de renseignement.
U	Non évalué - La qualité des informations bathymétriques n'a pas été évaluée.				
Colonne 1	2	3		4	5

Source: S-4 – B-297.4

Remarques :

Pour déterminer la catégorie d'une ZOC, toutes les conditions indiquées dans les colonnes 2 à 4 du tableau doivent être remplies.

Signification des renvois cités dans le tableau des CATZOC :

Note 1. L'attribution d'une valeur de ZOC signifie que les données respectent les critères minimaux pour la précision de la profondeur et de la position ainsi que pour la couverture du fond définis dans ce tableau. Les valeurs de ZOC reflètent une norme cartographique et pas seulement une norme de levé hydrographique. Les précisions des profondeurs et des positions attachées à chaque catégorie de ZOC se réfèrent aux erreurs des sondes cartographiées en final et incluent donc non seulement les erreurs dues aux levés mais aussi celles introduites lors de la production de la carte.

Note 2. Précision de position à 95% CI (2.45 sigma) des sondes représentées relativement au système de référence donné. Il s'agit de l'erreur cumulative qui inclut les erreurs de levé, de transformation et de numérisation etc. La précision de position n'exige pas d'être rigoureusement calculée pour les ZOC B, C et D mais peut être estimée à partir du type d'équipement, de la méthode d'étalonnage, de la précision historique, etc.

Note 3. Précision de profondeur des sondages décrits = $a + (b \times p)/100$ à 95% CI (2.00 sigma), où p = profondeur en mètres de la profondeur critique. La précision de profondeur n'exige pas d'être rigoureusement calculée pour les ZOC B, C et D mais peut être estimée à partir du type d'équipement, de la méthode d'étalonnage, de la précision historique, etc.

Note 4. Les éléments significatifs du fond sont définis comme ceux s'élevant au-dessus des profondeurs indiquées par plus de :

Profondeur	Caractéristique importante
a. <40 m	2 m
b. >40 m	10% de profondeur

Une exploration totale du fond signifie qu'un levé systématique a été réalisé en utilisant des systèmes de détection, des systèmes de mesure de la profondeur, des procédures, du personnel formé, apte à détecter et mesurer les profondeurs sur les éléments significatifs du fond. Ces éléments significatifs sont portés sur les cartes si l'échelle le permet. Il est impossible de garantir qu'aucun élément significatif puisse ne pas avoir été détecté, et des éléments significatifs peuvent être arrivés dans la zone depuis la date du levé.

Note 5. Caractéristiques typiques du levé – ces descriptions devraient être considérées seulement comme des exemples indicatifs.

Note 6. Levés systématiques (ZOC A1, A2 et B) – levés comprenant un plan de lignes de sondage, sur un système géodésique de référence qui peut être converti au WGS-84.

Note 7. Sondeur moderne – un équipement de mesure de la profondeur monofaisceau de haute précision, incluant généralement tous les sondeurs conçus après 1970.

Annexe B Les effets dangereux de l'utilisation d'un zoom excessif (overscale) sur l'ECDIS à proximité de dangers isolés

L'utilisation d'un zoom excessif (*overscale*) pour l'affichage d'une ENC peut être dangereuse dans certaines circonstances. On croit à tort que le zoom permet une plus grande précision, mais ce n'est pas le cas. En réalité, zoomer au-delà de l'échelle de compilation de l'ENC peut être trompeur et dangereux, en particulier pour les "dangers isolés d'une profondeur inférieure à la profondeur de sécurité", car toute erreur de position incluse dans les données est amplifiée. L'indicateur de dépassement d'échelle de l'ECDIS doit donc être pris en compte pour éviter de zoomer excessivement sur la carte.

Chaque ENC est compilée à une échelle de visualisation prévue, connue sous le nom d'échelle de compilation. À cette échelle, le niveau de détail maximum est affiché, tandis que le zoom arrière réduit progressivement le niveau de détail. Rien de tout cela n'affecte la précision de la carte. Un zoom avant peut révéler une nouvelle ENC à plus grande échelle, mais celle-ci a également des limites, et un point sera atteint où il n'y aura plus de raison de zoomer.

À l'échelle de compilation de l'ENC, les détails de la zone qui sont trop petits pour être cartographiés, mais qui présentent néanmoins un danger pour la navigation, sont généralement remplacés par un symbole ponctuel plus grand que la taille cartographiée de l'élément (comme un très petit récif). Le fait de zoomer excessivement a un impact négatif sur la relation entre la taille du danger réel de la zone (maintenant plus grande) et la taille du symbole.

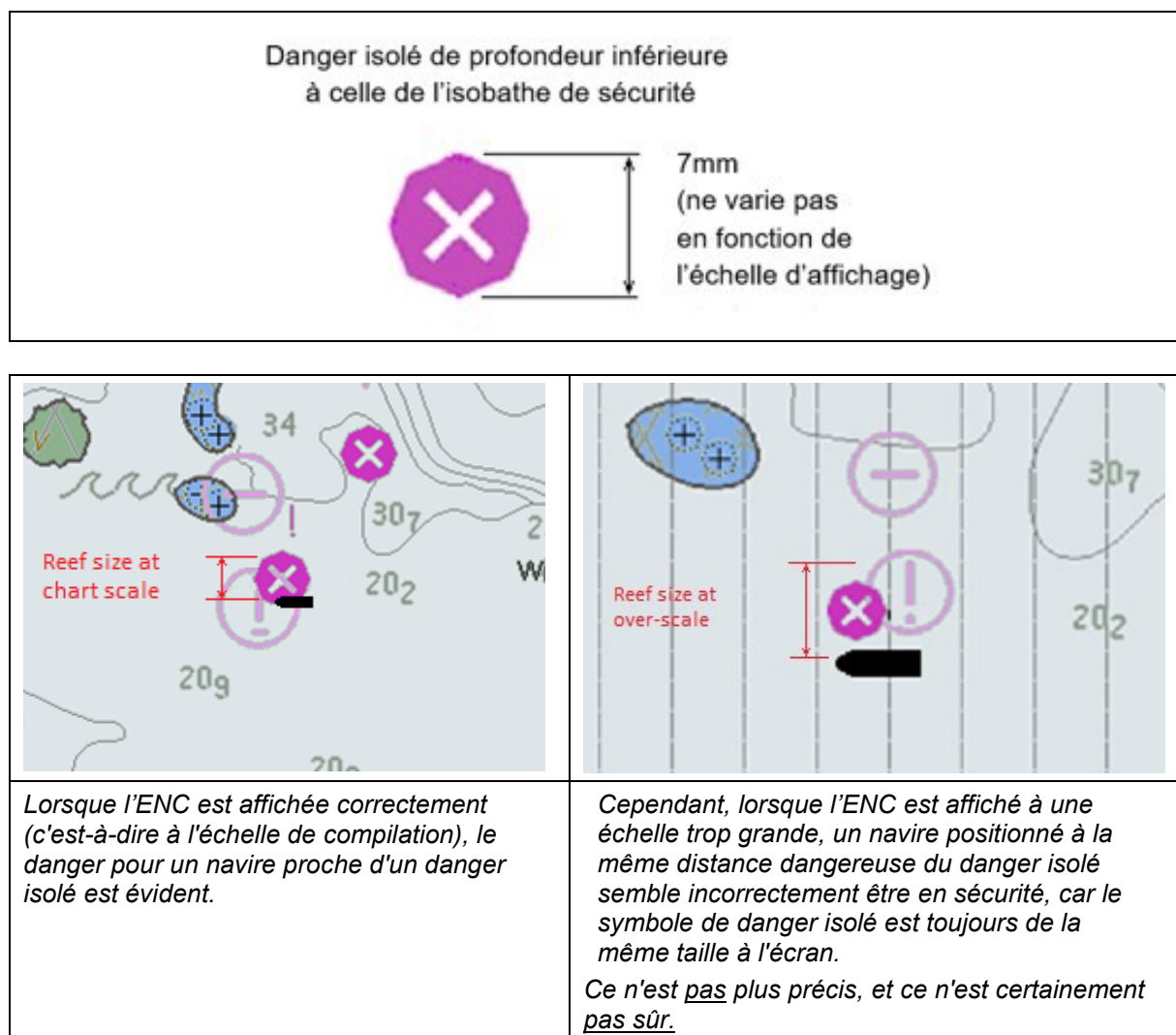


Figure B-1 – Effet du zoom excessif sur la relation entre le symbole ponctuel et l'élément du monde réel

Il faut se souvenir que la précision de positionnement du danger isolé peut être supérieure à 500 mètres. Les routes doivent être planifiées de manière à éviter ces dangers avec au moins une distance égale à celle indiquée par la catégorie ZOC immédiatement autour du danger.

Page laissée intentionnellement en blanc