

B-12 Edition 2.0.3

Guide sur la bathymétrie participative

OHI



Organisation
Hydrographique
Internationale

Publié par
l'Organisation hydrographique internationale
4b quai Antoine^{1er}
Principauté de Monaco
Tél : (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. 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 et de tout autre détenteur du droit d'auteur.

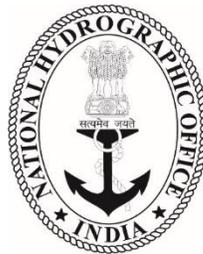
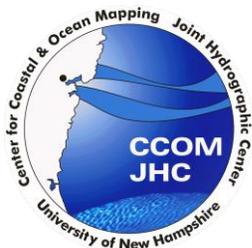
Au cas où ce document, dans son intégralité ou en partie, serait reproduit, traduit ou diffusé dans les conditions décrites ci-dessus, les mentions suivantes doivent être incluses :

« Le matériel provenant de la publication de l'OHI B-12, édition 1.0.0, 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 doit pas être interprétée comme équivalant à une approbation de ce produit par l'OHI ».

« Cette publication est une traduction de l'édition 1.0.0 de la publication de l'OHI B-12 - Directives de l'OHI sur la bathymétrie participative. 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 la publication de l'OHI B-12, édition 1.0.0, en anglais doit être consultée ».

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

Contributeurs



Déclaration de l'OHI sur la bathymétrie participative

[La bathymétrie participative](#) (CSB) consiste en la collecte de mesures de profondeur effectuées à partir de navires, à l'aide d'instruments de navigation standards, lors d'opérations maritimes de routine. L'[Organisation hydrographique internationale](#) (OHI) encourage depuis longtemps la collecte de données bathymétriques participatives, afin de contribuer à accroître les connaissances qu'ont les hommes de la forme et de la profondeur des fonds marins.

Le projet de [Carte générale bathymétrique des océans](#) (GEBCO) a été initié en 1903 par le Prince Albert I^{er} de Monaco afin de proposer la bathymétrie (cartes de profondeur) des océans du monde la plus fiable et la plus accessible au public. Au fil des ans, le projet GEBCO, désormais supervisé conjointement par l'OHI et par la [Commission océanographique intergouvernementale](#) (COI) de l'UNESCO, a produit des cartes des fonds océaniques à partir des mesures de profondeur recueillies par les navires lors de leur traversée des océans. Ces sondages occasionnels ont permis de réaliser des cartes des fonds marins de plus en plus détaillées et des grilles de données numériques. Plus récemment, l'exécution de levés systématiques a également permis d'améliorer ces cartes et ces grilles.

Malheureusement, en dépit des nombreuses données qui ont été collectées depuis 1903, moins de 15% des profondeurs des océans du monde ont été mesurées ; le reste des informations utilisées pour établir les cartes des fonds marins sont des estimations. Ces profondeurs estimées sont en grande partie dérivées des mesures de la gravité par satellite, lesquelles peuvent omettre des caractéristiques importantes et ne fournir que des représentations à résolution grossière des plus grands monts, crêtes et canyons sous-marins. Les progrès réalisés dans la cartographie des eaux côtières ne sont que marginalement meilleurs. La [publication C-55 de l'OHI, Etat des levés hydrographiques et de la cartographie marine dans le monde](#), indique qu'approximativement 50% des eaux côtières mondiales ayant une profondeur inférieure à 200 mètres n'ont pas encore été hydrographiées.

Tandis que la communauté hydrographique et scientifique déplore ce manque de données, l'intérêt du monde entier envers les mers, les océans et les voies navigables ne cesse de croître. Le concept de l'économie bleue est solidement établi, de même que la prise de conscience croissante du public quant à la dépendance et à la vulnérabilité de l'humanité vis-à-vis de la mer. Plusieurs initiatives mondiales de haut niveau sont désormais en place afin de traiter les questions relatives aux océans, notamment l'[Agenda 2030 des Nations unies pour les objectifs de développement durable](#), l'[accord de Paris dans le cadre de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques](#) et le [cadre de Sendai pour la réduction des risques de catastrophes 2015-2030](#). Dans ce contexte, le manque de données bathymétriques est encore plus significatif, car il est désormais reconnu que la connaissance de la profondeur et de la forme des fonds marins permet de réaliser de manière sûre, durable et rentable presque toutes les activités humaines sur ou sous la mer.

En 2014, lors de sa cinquième Conférence hydrographique internationale extraordinaire (CHIE-5), l'OHI a décidé de commencer à remédier à cette situation en faisant progresser les actions visant à améliorer la

collecte, la qualité et la mise à disposition des données hydrographiques dans le monde entier. L'une de ces actions, la proposition 4, concernait la bathymétrie participative. La CHIE-5, considérant la proposition 4, et les commentaires formulés pendant la Conférence, a décidé, par sa décision 8, de charger le [Comité de coordination inter-régional \(IRCC\)](#) de créer un groupe de travail chargé de préparer une nouvelle publication de l'OHI sur la politique en matière de bathymétrie participative.

Les prescriptions d'emport de la Convention SOLAS (sauvegarde de la vie humaine en mer) de [l'Organisation maritime internationale \(OMI\)](#) imposent à tous les navires commerciaux d'être équipés de sondeurs acoustiques et de systèmes de navigation par satellite homologués. En conséquence, la flotte commerciale mondiale constitue une importante source inexploitée de mesures potentielles de profondeur. Bien que les données CSB ne répondent pas forcément aux exigences de précision pour la cartographie des zones critiques pour la profondeur d'eau sous quille, elles offrent un potentiel illimité pour une multitude d'autres utilisations. En collectant et en fournissant des informations sur la profondeur au cours de la traversée, les données fournies par ces navires peuvent servir à identifier des éléments non représentés sur la carte, contribuer à vérifier les informations cartographiées et aider à confirmer que les cartes existantes sont appropriées aux derniers schémas de trafic. La bathymétrie participative peut également fournir des informations vitales à l'appui des activités de développement national et régional, ainsi que des études scientifiques dans les zones où il n'existe que peu ou pas d'autres données.

Reconnaissant l'importance de la bathymétrie pour la politique maritime internationale et l'économie bleue, et constatant que la bathymétrie participative peut être utile à de nombreux utilisateurs potentiels des mers, océans et voies navigables de par le monde, l'OHI a élaboré ce document d'orientation afin de définir sa politique et de fournir les meilleures pratiques en matière de collecte de données bathymétriques participatives. Nous espérons que ce document fournira aux collecteurs de données à titre volontaire ainsi qu'aux parties intéressées, des lignes directrices pour la collecte et l'évaluation de la qualité des données CSB.

Ce document fournit uniquement des directives techniques qui ne remplacent en aucun cas les législations et réglementations nationales ou internationales.



Secrétaire général
20 janvier 2020

Table des matières

Contributeurs	2
Déclaration de l'OHI sur la bathymétrie participative	3
Liste des figures	7
Liste des tableaux	8
Introduction	9
I. Objectif et portée	9
II. Public cible	9
III. Structure du document	9
1. Contribution en données	11
1.1 Centre de données de l'OHI pour la bathymétrie numérique (DCDB).....	11
1.2 Le modèle des tiers de confiance	11
1.2.1 Protocole de transmission	12
1.2.2 Méthode d'authentification	12
1.2.3 Formats des données et des métadonnées.....	13
1.3 Aperçu du flux de données sur les CSB	13
1.3.1 Soumission des données CSB au DCDB	13
1.3.2 Accès aux données CSB	14
2. Collecte des données	16
2.1 Systèmes et capteurs.....	16
2.1.1 Sondeurs acoustiques.....	16
2.1.1.1 Sondeurs acoustiques monofaisceaux	16
2.1.1.2 Sondeurs acoustiques multifaisceaux.....	16
2.1.2 Systèmes de positionnement	17
2.1.3 Capteurs de mouvement	17
2.2 Matériel et logiciels	17
2.2.1 Enregistreurs de données	17
2.2.2 Comprendre le NMEA 0183	18
2.2.2.1 Phrases NMEA associées au capteur GNSS.....	18
2.2.2.2 Phrases NMEA associées au sondeur acoustique.....	18
2.2.2.3 Enregistrement des données NMEA	19
2.2.2.4 Heure de l'ordinateur.....	19

2.2.3	Stockage des données à bord	19
2.2.4	Transfert de données	19
2.2.5	Continuité de l'alimentation électrique	20
2.3	Mesures du navire et des capteurs	20
2.3.1	Décalage des capteurs	20
2.3.2	Variations du tirant d'eau.....	21
3.	Données et métadonnées.....	23
3.1	Données et métadonnées.....	23
3.2	L'importance des métadonnées.....	23
3.3	Métadonnées et formats de données.....	23
3.3.1	Données requises	24
3.3.2	Métadonnées facultatives.....	25
3.3.3	Métadonnées requises des tiers de confiance.....	29
4.	Incertitude.....	30
4.1	Introduction à l'incertitude.....	30
4.2	Signification, sources et conséquences de l'incertitude	31
4.2.1	La signification de l'incertitude.....	31
4.2.2	Catégorisation de l'incertitude.....	31
4.2.3	Estimation et expression de l'incertitude	33
4.2.4	Incertitude pour les tiers de confiance et les utilisateurs de données	34
4.2.4.1	<i>Effets de l'intégration des capteurs sur la saisie des données.....</i>	34
4.2.4.2	<i>Modélisation de l'incertitude</i>	36
4.2.4.3	<i>Conséquences de l'incertitude</i>	36
4.3	Orientations en matière d'incertitude pour les groupes d'utilisateurs.....	38
4.3.1	Corrections des données et étalonnage de la profondeur.....	38
4.3.2	Bilan d'incertitude.....	39
4.3.3	Incertitude pour les tiers de confiance	41
4.3.4	Utilisateurs de la base de données	42
5.	Considérations complémentaires	43
Annexe A	- Abréviations	46
Annexe B	- Glossaire	47
Annexe C	- Format de contribution de données GeoJSON.....	48

Liste des figures

Figure 1. Flux de données des navires, via les tiers de confiance, vers le DCDB.	12
Figure 2. Schéma d'un flux filtré de données CSB basé sur la réponse fournie par un Etat côtier à un futur questionnaire CSB de l'OHI.	13
Figure 3. Schéma du flux de données CSB du tiers de confiance, vers le DCDB de l'OHI et vers le public.	14
Figure 4. Le portail de visualisation des données CSB de l'OHI, qui permet de découvrir et d'accéder à la bathymétrie participative.	15
Figure 5. Comment mesurer les décalages entre l'antenne GNSS et le transducteur du sondeur acoustique.	21
Figure 6. Comment mesurer la profondeur du transducteur sous la ligne de flottaison.	22
Figure 7. Exemple d'estimation de la profondeur avec un sondeur acoustique monofaisceau (à gauche), et illustration (à droite) d'erreurs potentielles (par exemple, le sondeur acoustique détectant la profondeur d'un banc de poissons, plutôt que le fond marin).....	30
Figure 8. Effets de l'exactitude et de la précision (biais et variance) des mesures sur la capacité d'un système à mesurer.	32
Figure 9. Exemple de mesures de profondeur, à partir des quatre quadrants de la figure 8.	32
Figure 10. Conséquence d'une incertitude exacte, mais non précise, de la mesure d'une profondeur. Ici, en moyenne, la profondeur mesurée (ligne rouge) est correcte mais, point par point, elle diffère de la profondeur réelle (ligne jaune).	33
Figure 11. Exemples des effets de la non-correction des décalages verticaux. Ici, le décalage du transducteur par rapport à la ligne de base n'est pas corrigé, ce qui conduit à une mesure (ligne rouge) qui diffère sensiblement de la réalité (ligne jaune). Cela introduit un biais (systématique) d'incertitude aux mesures.	35
Figure 12. Effets de la non-correction des décalages horizontaux. Ici, le fait de ne pas mesurer le décalage horizontal entre la position du récepteur GNSS et le sondeur acoustique entraîne un décalage des caractéristiques du fond marin le long de la trajectoire. Ligne rouge : mesuré ; ligne jaune : réalité.....	35
Figure 13. Exemples de profondeurs de sécurité pour différentes probabilités, sur la base de la même estimation de l'incertitude de base de $12,0 \pm 0,3$ m (CI à 95 %). En supposant qu'une profondeur de 12,0 m n'est vraie que 50 % du temps (à gauche) ; une probabilité de 5 % d'une profondeur inférieure exige que la profondeur soit réduite à 11,74 m (au milieu) ; une probabilité de 1:1000 d'une profondeur inférieure exige une profondeur de sécurité de 11,34 m (à droite).	37
Figure 14. Différence entre des observations de bathymétrie participative et un modèle de grille de référence (données fournies par le Shom). Les erreurs dans les observations de bathymétrie participative sont clairement visibles en vue de dessus (à gauche) et se reflètent dans la distribution bimodale des différences (à droite). L'incertitude associée aux observations pourrait ne pas refléter ces différences si les métadonnées de l'observateur étaient incomplètes.	38
Figure 15. Exemple de problèmes qui peuvent survenir lors de l'estimation de l'incertitude à partir de données éparées, lorsque tous les objets n'ont pas été saisis dans le jeu de données. À partir des données (schéma du haut), les techniques géostatistiques peuvent estimer une incertitude que l'utilisateur, sans autre donnée ou référence, pourrait supposer être les limites extérieures de la profondeur réelle. En revanche, pour les objets non compris dans les données éparées (schéma du bas), il pourrait y avoir des écarts non saisis dans l'interpolation, en dehors des limites implicites estimées par la méthode d'interpolation.	43

Liste des tableaux

Tableau 1. Informations requises.....	24
Tableau 2. Métadonnées facultatives	25
Tableau 3. Métadonnées des tiers de confiance	29
Tableau 4. Exemple de bilan d'incertitude pour un sondeur acoustique en eau peu profonde et un système GNSS moderne.	39

Introduction

I. Objectif et portée

L'objectif de ce document est de fournir des directives aux navigateurs pour les aider à collecter et à fournir des données bathymétriques participatives dans un format utile au plus grand nombre. Nous espérons que ce document aidera les navigateurs à optimiser la collecte de données et leur fournira des informations sur les dispositifs, les techniques et les formats recommandés par l'Organisation hydrographique internationale pour la collecte et la fourniture de données CSB.

Ce document fournit également des informations sur l'incertitude des données, afin d'aider les collecteurs et les utilisateurs de données à mieux comprendre les problèmes de qualité, d'exhaustivité et de précision de la bathymétrie participative. D'autres considérations liées à l'enregistrement et au partage des données bathymétriques participatives sont également brièvement explorées.

Ce document n'a pas pour but de fournir des directives définitives sur la meilleure façon d'utiliser les données participatives, car le champ d'application de la bathymétrie participative est très vaste et comporte de nombreuses applications potentielles pour l'avenir.

II. Public cible

L'OHI cherche à informer et à guider les collecteurs de données bathymétriques participatives. Les organisations (également appelées « tiers de confiance ») qui souhaitent servir de relais entre les collecteurs de données et l'OHI estimeront peut-être également que ces informations sont utiles. Les utilisateurs de données bathymétriques participatives pourront également juger ce document instructif, bien qu'ils ne soient pas le principal public visé.

III. Structure du document

Ce document aborde plusieurs sujets liés à la bathymétrie participative. Le premier chapitre, « [Contribution de données](#) », fournit des informations sur la façon d'envoyer des données bathymétriques participatives au Centre de données pour la bathymétrie numérique (DCDB) de l'OHI, via des tiers de confiance.

Le deuxième chapitre, « [Collecte des données](#) », donne un aperçu de haut niveau des capteurs nécessaires à la collecte de la bathymétrie participative, ainsi que les meilleures pratiques et recommandations pour la collecte de ces données. Le troisième chapitre, « [Données et métadonnées](#) », décrit l'importance des données et des métadonnées, et détaille les informations requises pour soumettre les données de bathymétrie participative au DCDB, ainsi que les informations supplémentaires qui doivent être collectées chaque fois que possible.

Le quatrième chapitre, « [Incertitude](#) », aborde les questions de qualité des données et explique comment les navigateurs et les utilisateurs finaux peuvent mieux comprendre l'impact de divers facteurs sur la fiabilité d'un jeu de données. Le cinquième chapitre, « [Considérations supplémentaires](#) », aborde les questions que les collecteurs et les tiers de confiance peuvent souhaiter prendre en considération avant de s'engager dans des activités de bathymétrie participative.

Des détails supplémentaires et des lectures complémentaires sont fournis via les [annexes](#) et des liens externes. Ce document d'orientation est conçu pour être un document évolutif et sera mis à jour à la lumière de l'expérience acquise et des commentaires fournis en retour par les collecteurs et les utilisateurs de données.

1. Contribution en données

Ce chapitre détaille le processus de contribution en données bathymétriques participatives (CSB) au [Centre de données de l'OHI pour la bathymétrie numérique](#) (DCDB) via les tiers de confiance, et précise les formats de données requis. Les collecteurs de données CSB et les tiers de confiance sont vivement encouragés à fournir leurs données au DCDB pour aider à combler les lacunes dans la couverture bathymétrique mondiale. Ces données seront, à leur tour, mises à la disposition du public gratuitement sur le portail internet du DCDB pour la bathymétrie participative.

Les données hydrographiques et bathymétriques recueillies par les navires des programmes nationaux pour l'Antarctique et par d'autres bâtiments en rapport avec leurs activités dans l'Antarctique, devraient être transmises par les programmes nationaux pour l'Antarctique, ou par d'autres moyens, aux Services hydrographiques nationaux, au moyen du formulaire de collecte et de transmission de données hydrographiques de l'OHI disponible sur le site internet de l'OHI¹. Ce processus et ce formulaire, qui sont axés sur la sécurité de la navigation et sur la cartographie, n'empêchent pas les navires d'opportunité d'appliquer les directives données dans la B-12 qui sont à vocation multiple pour ce qui concerne les données bathymétriques.

1.1 Centre de données de l'OHI pour la bathymétrie numérique (DCDB)

Le DCDB a été créé par l'OHI en 1988 pour gérer la collecte mondiale de données bathymétriques dont les propriétaires souhaitent qu'elles soient en libre accès. Le centre archive et partage les données de profondeur fournies par les navigateurs, entre autres, dans le monde entier. Le DCDB est hébergé par le [Centre national d'information environnementale \(NCEI\)](#) de l'administration océanique et atmosphérique nationale (NOAA) des Etats-Unis, de Boulder, Colorado. Toutes les données hébergées par le DCDB sont accessibles en ligne via des [services cartographiques en ligne](#).

1.2 Le modèle des tiers de confiance

Le DCDB accepte actuellement les contributions de bathymétrie participative (CSB) par l'intermédiaire d'un réseau de [tiers de confiance](#), qui sont des organisations ou des personnes qui assurent la liaison entre les navigateurs (les collecteurs de données) et le DCDB (figure 1). Les tiers de confiance peuvent aider les navigateurs en fournissant du matériel d'enregistrement des données, en apportant un soutien technique aux navires, en téléchargeant les données des enregistreurs et en fournissant des informations au DCDB. Le DCDB travaille avec chaque tiers de confiance afin de standardiser les métadonnées et les formats de données et pour définir les exigences en matière de livraison de données. Ce modèle normalise les contributions en données et réduit les exigences et les efforts pour les navigateurs.

¹ <https://iho.int/fr/hca-hpwwg>

A l'heure actuelle, les contributeurs de données à titre individuel sont encouragés à rejoindre un tiers de confiance existant. Dans le futur, le DCDB pourrait étendre sa capacité en vue de soutenir les contributeurs individuels ou d'autres modèles de contribution.

Les candidats qui souhaitent devenir des tiers de confiance devraient contacter le DCDB à l'adresse mb.info@noaa.gov.

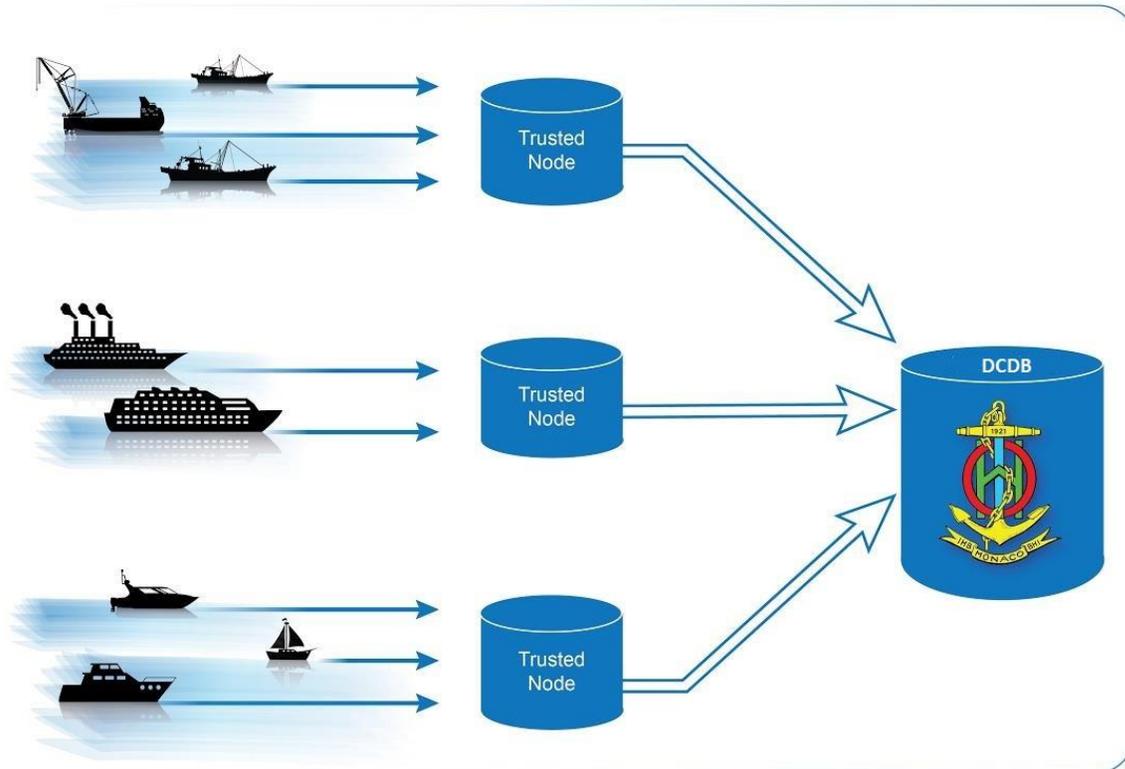


Figure 1. Flux de données des navires, via les tiers de confiance, vers le DCDB.

1.2.1 Protocole de transmission

Les tiers de confiance permettent de mettre les données CSB à la disposition du DCDB en utilisant un protocole réseau standard tel que [FTP](#), ou un lien [HTTP post](#). Le DCDB n'a aucune exigence quant à la fréquence ou à la taille des soumissions de données.

1.2.2 Méthode d'authentification

Le DCDB doit garantir l'intégrité des flux de données entrants, c'est pourquoi une clé unique est attribuée à chaque tiers de confiance pour authentifier le fournisseur. La clé unique est fournie avec le lien HTTP et identifie la validité du flux de données. Si la clé unique n'est pas fournie, ou est inconnue, la soumission de données est rejetée, et un code d'erreur HTTP 401 est renvoyé au fournisseur. La clé unique n'est utilisée que pour le processus de soumission et n'est pas liée aux fichiers de données, ce qui permet d'assurer un certain degré d'anonymat au fournisseur de données, s'il le souhaite.

1.2.3 Formats des données et des métadonnées

Toutes les contributions en données devraient être conformes aux normes de format de données et de métadonnées décrites dans le chapitre [« Données et métadonnées »](#) du présent document, sauf décision contraire, particulière et spécifique du directeur du DCDB de l'OHI.

1.3 Aperçu du flux de données sur les CSB

Les données CSB, répertoriées comme appartenant à la haute mer (ou « eaux internationales » selon la Convention des Nations unies sur le droit de la mer (CNUDM)), seront intégrées dans la base de données du DCDB sans restriction quant à leur réutilisation ultérieure. La figure 2 montre les futurs processus de filtrage, intégrant un processus de vérification de la localisation géographique et toute action de masquage ultérieure, qui seront appliqués à toutes les données CSB entrantes, collectées dans les eaux sous juridiction nationale, avant leur intégration dans la base de données du DCDB. Le diagramme de flux est de nature générique. Le flux filtré des données CSB sera basé sur les informations que le Secrétariat de l'OHI recevra des Etats côtiers, à titre individuel. De plus amples détails sur les Etats côtiers qui soutiennent les activités de CSB dans les eaux relevant de leur juridiction nationale, ainsi que les réserves qu'ils ont formulées, seront mises à disposition sur le site internet de l'OHI. Les données de bathymétrie participatives, collectées dans les eaux relevant de la juridiction nationale des Etats côtiers qui n'ont pas notifié leur soutien respectif à la bathymétrie participative au Secrétariat de l'OHI, ne seront pas intégrées. Ces données seront stockées et mises à disposition uniquement lorsque l'OHI aura reçu l'autorisation de l'Etat côtier concerné.

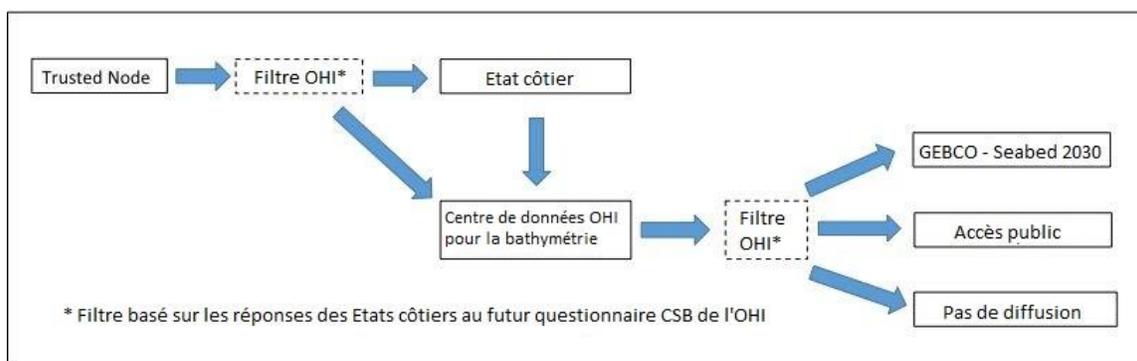


Figure 2. Schéma d'un flux filtré de données CSB basé sur la réponse fournie par un Etat côtier à un futur questionnaire CSB de l'OHI.

1.3.1 Soumission des données CSB au DCDB

Les données CSB soumises au DCDB de l'OHI sont automatiquement vérifiées dès leur réception. Cette vérification confirme que les données proviennent d'une source fiable et que la soumission contient des types de fichiers valides. Les fichiers sont ensuite enregistrés dans un système de suivi, au DCDB. Des scripts d'intégration convertissent les données en GeoJSON si nécessaire, stockent les fichiers pour l'accès des utilisateurs et l'archivage, et alimentent un catalogue de métadonnées. Un processus d'extraction, de transformation et de chargement crée ensuite les géométries des fichiers et alimente une base de

données spatiales avec les géométries et un sous-ensemble de métadonnées. La figure 3 illustre le flux de données CSB du navigateur, vers le tiers de confiance, vers le DCDB de l'OHI et enfin, vers les utilisateurs finaux.

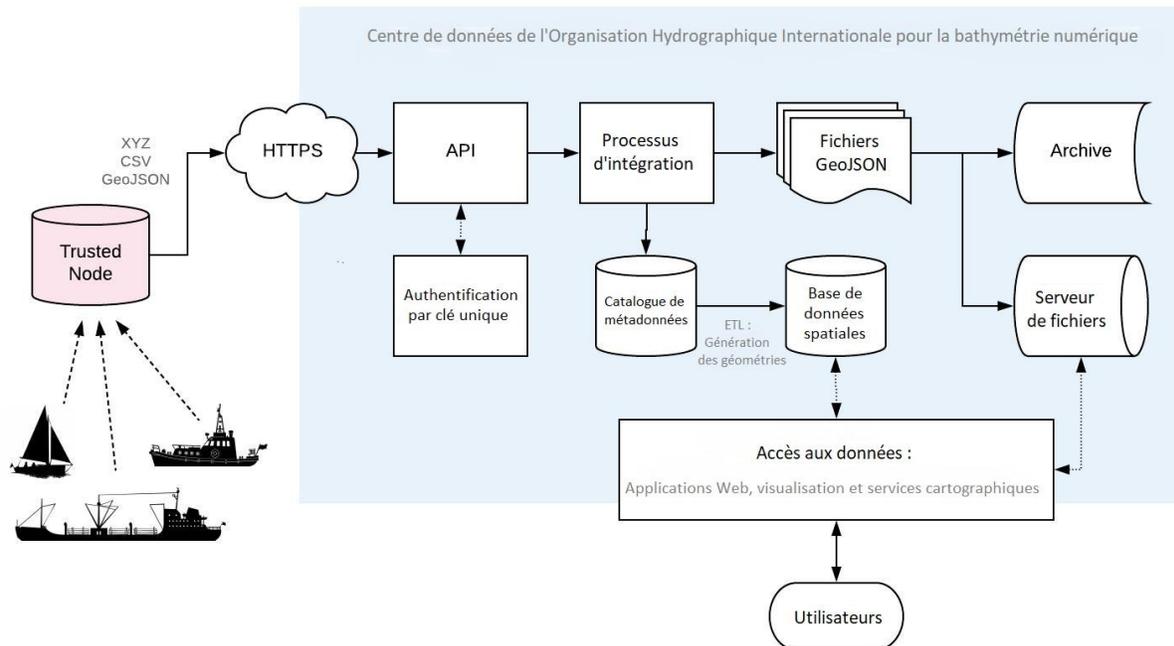


Figure 3. Schéma du flux de données CSB du tiers de confiance, vers le DCDB de l'OHI et vers le public.

1.3.2 Accès aux données CSB

La base de données spatiales alimente un portail de visualisation cartographique sur <https://maps.ngdc.noaa.gov/viewers/csb/index.html> qui permet la découverte des données (figure 4). Ce portail de visualisation cartographique est un outil en ligne qui permet aux utilisateurs de rechercher, d'identifier et d'obtenir des données CSB. Pour aider les utilisateurs à trouver les données spécifiques qu'ils recherchent, le portail propose des filtres qui correspondent à une plage de temps ou à un navire spécifique (à moins que le navire ne choisisse de rester anonyme). Les utilisateurs peuvent également identifier les fichiers de données géographiquement, en utilisant l'outil de sélection, qui permet aux utilisateurs de cliquer sur un seul point, de dessiner un rectangle ou un polygone, ou d'entrer des limites géographiques.

Une fois la sélection effectuée, une fenêtre pop-up affiche les fichiers correspondants. En cliquant sur le nom d'un fichier, on obtient des informations supplémentaires sur ce dernier. En sélectionnant « Extraire les données », une demande de données est faite, et l'utilisateur est dirigé vers la page d'accès aux données, où il peut modifier ou finaliser sa commande. L'application envoie ensuite cette demande de données, avec le courriel du demandeur, au système de livraison des données, qui vérifie que la demande est bien formalisée et la met ensuite en file d'attente dans le système de traitement. Lorsque la

récupération et la préparation des données sont terminées, l'utilisateur est averti par courrier électronique et reçoit une adresse URL où il peut récupérer l'ensemble de données.

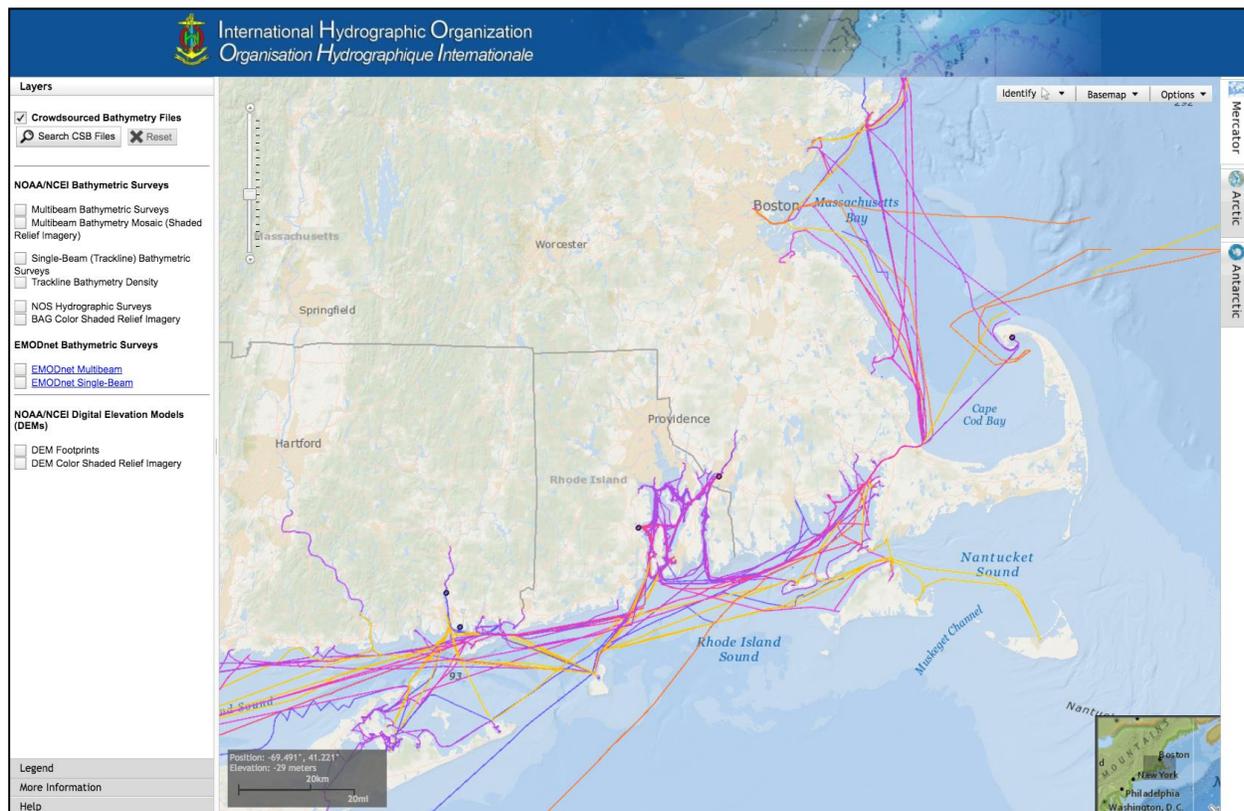


Figure 4. Le portail de visualisation des données CSB de l'OHI, qui permet de découvrir et d'accéder à la bathymétrie participative.

2. Collecte des données

2.1 Systèmes et capteurs

De nombreux navires possèdent déjà l'équipement minimum nécessaire pour collecter les données de CSB, et il suffit d'installer un enregistreur de données, ou d'activer un logiciel d'enregistrement, pour commencer à collecter des données de CSB. Les sections suivantes fournissent des informations de base sur les capteurs, ainsi que les meilleures pratiques et recommandations pour la collecte de données de CSB. Pour des informations plus approfondies sur les systèmes et les capteurs, se référer à la publication de l'OHI [C-13, Manuel d'hydrographie](#) (chapitres 2 et 3).

2.1.1 Sondeurs acoustiques

Les sondeurs acoustiques, ou sondeurs bathymétriques, déterminent la profondeur de l'eau en émettant des impulsions sonores à partir d'un transducteur, et en enregistrant le temps que met le capteur à recevoir l'écho de retour du fond marin. Les transducteurs sont généralement montés sur la coque d'un navire, mais peuvent également être montés sur d'autres plates-formes. Il existe deux principaux types de sondeurs acoustiques : à faisceau unique (monofaisceau) et à faisceaux multiples (multifaisceaux). L'un ou l'autre de ces sondeurs acoustiques peut être utilisé pour collecter des données de bathymétrie participative, mais les directives fournies dans ce document se concentrent sur les données CSB à faisceau unique, car le modèle tiers de confiance/DCDB est actuellement dimensionné pour recevoir et traiter ces données. Les navires utilisant des systèmes multifaisceaux à des fins de sécurité de la navigation et souhaitant fournir leurs profils monofaisceaux sont invités à les soumettre directement au service hydrographique national de l'Etat côtier concerné.

2.1.1.1 Sondeurs acoustiques monofaisceaux

Les sondeurs acoustiques monofaisceaux recueillent une seule mesure de profondeur à partir d'un faisceau sonore relativement étroit focalisé sur le fond marin directement sous le transducteur. De nombreux navires sont équipés de sondeurs acoustiques monofaisceaux, car ils fournissent des informations suffisantes sur la profondeur d'eau sous quille pour une navigation sûre. Le modèle des tiers de confiance est actuellement conçu pour traiter et mettre à disposition des données de sondeurs acoustiques monofaisceaux au DCDB.

2.1.1.2 Sondeurs acoustiques multifaisceaux

Les sondeurs acoustiques multifaisceaux collectent les mesures de profondeur en formant de nombreux faisceaux de réception dans un large arc sous le navire (ou devant le navire dans le cas d'un sonar de navigation vers l'avant). Les sondeurs acoustiques multifaisceaux fournissent une représentation beaucoup plus détaillée du fond marin que les sondeurs acoustiques monofaisceaux, et peuvent donc fournir des informations supplémentaires sur les dangers ou les objets présents sur le fond marin. Les sondeurs acoustiques multifaisceaux sont souvent installés sur les navires de recherche, ainsi que sur certains navires commerciaux, bateaux de croisière, d'expédition et de plaisance. Les navires équipés de

sondeurs acoustiques multifaisceaux qui souhaitent alimenter le DCDB doivent le contacter directement à l'adresse mb.info@noaa.gov.

2.1.2 Systèmes de positionnement

Les systèmes de positionnement aident les navigateurs à déterminer leur position à la surface de la Terre et fournissent des informations vitales pour la CSB. Sans information de localisation précise, la bathymétrie participative n'a que peu de valeur. La plupart des navires utilisent un [système mondial de navigation par satellite](#) (GNSS), tel que le GPS, le GLONASS ou toute autre constellation, qui permet de se positionner automatiquement. Les positions GNSS sont généralement fournies une fois par seconde et sont accompagnées d'un horodatage. Les systèmes de collecte de données CSB devraient fournir une position et un horodatage avec chaque relevé de profondeur. Cela permet aux utilisateurs de données de positionner avec précision les mesures de profondeur et d'appliquer des corrections aux données si nécessaire. Le GNSS peut également fournir des informations sur la qualité du positionnement et sur les interruptions de service. Ces dernières peuvent aussi être enregistrées.

2.1.3 Capteurs de mouvement

Certains navires peuvent être équipés de capteurs de mouvement. Les capteurs de mouvement mesurent le mouvement d'un navire causé par les vagues et la houle. Les données des capteurs de mouvement ne sont pas des données obligatoires, et il est reconnu que la plupart des navires ne seront pas équipés de cette technologie. Pour les sondeurs acoustiques monofaisceaux, cependant, les capteurs de mouvement enregistrent le mouvement vertical (pilonnement) et sont utilisées pour corriger les mesures de profondeur en fonction de la houle. Pour les sondeurs acoustiques multifaisceaux, les capteurs de mouvement mesurent le mouvement d'un navire en trois dimensions, de sorte que des corrections peuvent être appliquées aux données pour tenir compte du pilonnement, du tangage et du roulis du navire. Les navires équipés d'un capteur de mouvement peuvent également inclure les données du capteur de mouvement au moment de la collecte des données dans le jeu de données qu'ils envoient à leur tiers de confiance, car cela peut améliorer considérablement la qualité du jeu de données final.

2.2 Matériel et logiciels

En plus des capteurs de profondeur, de positionnement et d'attitude, il existe plusieurs éléments matériels et logiciels dont les marins doivent tenir compte lors de la collecte de données CSB.

2.2.1 Enregistreurs de données

Les enregistreurs de données de bathymétrie participative sont des dispositifs électroniques ou des logiciels qui se connectent au sondeur acoustique et au système de positionnement d'un navire et enregistrent les sorties de ces capteurs. Ils écrivent dans des fichiers dans un format désigné par le concepteur de l'enregistreur de données ou du logiciel, tel que NMEA 0183. Les données enregistrées sont ensuite relayées à un tiers de confiance, qui prépare ces données en vue de leur contribution au DCDB. Les enregistreurs de données basés sur un logiciel peuvent intégrer des fonctionnalités de

visualisation au sein d'un [ECDIS](#) ou un traceur de cartes électroniques. Les navires qui ne disposent pas d'un système de navigation approprié ou d'un logiciel d'enregistrement de données devront installer un enregistreur autonome. Les enregistreurs de données actuels nécessitent généralement l'installation d'un simple petit composant électronique qui se connecte au sondeur acoustique et au GNSS et enregistre leur produit. Certains tiers de confiance ont la possibilité de fournir aux navigateurs des enregistreurs de données, ainsi que des conseils et une assistance pour l'installation.

2.2.2 Comprendre le NMEA 0183

Il est utile pour les navigateurs de comprendre les données brutes qui sont produites par leurs capteurs. De nombreux capteurs marins, tels que les systèmes de positionnement GNSS ou les transducteurs de sondeurs acoustiques, transmettent des données conformément aux normes élaborées par la [National Marine Electronics Association \(NMEA\)](#), en français : Association nationale de l'électronique marine). Le format de données standard NMEA 0183, composé de « phrases », est à la fois lisible par l'homme et par la machine, et fournit des informations sur la mesure et l'état du capteur. Toutes les phrases NMEA commencent par un \$ et chaque champ est délimité par une virgule. Il existe de nombreux types différents de phrases NMEA. Les sections suivantes en décrivent quelques-unes qui peuvent être utiles pour la collecte de données de CSB.

2.2.2.1 Phrases NMEA associées au capteur GNSS

Les phrases RMC, GGA et GLL fournissent les produits du capteur GNSS. Chaque type de phrase fournit des informations légèrement différentes. Une phrase « GLL » NMEA 0183 fournit des informations de position et de temps, et peut ressembler à ceci : **\$GPGLL,0424.9921,N,11359.7734,E,012636.21,A,D,*5E**. Dans cette phrase, l'indicatif « GLL » est suivi de la latitude et de la longitude (avec les hémisphères), et de l'heure (mais pas de la date), au format UTC hhmmss.ss.

Une phrase GNSS « GGA » fournit des informations sur l'heure, la position et les coordonnées, et peut ressembler à ceci : **\$GPGGA,071953.00,0424.9862,N,11359.7661,E,1,9,1.8,21,M,,M,,*68**. Dans cet exemple, l'indicatif « GGA » est suivi de l'heure (en UTC), de la latitude, de la longitude et d'informations sur la précision de la position GNSS.

La phrase « RMC » émise par un GNSS contient les informations minimales de navigation recommandées et fournit la position, la vitesse, la trajectoire suivie, la date, l'heure et les variations magnétiques. Elle peut ressembler à ceci : **\$GPRMC,102318.23,A,4537.0226,N,03243.0262,E,015.3,186.3,211217,007.2,W*6A**. Dans cette phrase, l'indicatif « RMC » est suivi de l'heure, en UTC (hhmmss.ss), de la latitude et de la longitude, de la vitesse du navire (en nœuds), de la route suivie (en degrés), de la date (jjmmaa) et de la variation magnétique (degrés et E/O).

2.2.2.2 Phrases NMEA associées au sondeur acoustique

Les phrases NMEA « DBT » (depth below transducer) pour les sondeurs acoustiques fournissent des mesures de profondeur en plusieurs unités, et peuvent ressembler à ceci : **\$SDDBT,0006.0,f,0001.828,M,0001.0,F*3A**. La profondeur, en pieds, mètres et brasses, est visible dans

chacun des champs délimités par des virgules, séparés par leur unité de mesure. Pour cette mesure de la profondeur, des correcteurs verticaux, tels que le tirant d'eau du navire et le niveau de l'eau, doivent être ajoutés à la profondeur DBT pour obtenir la profondeur totale de la colonne d'eau.

2.2.2.3 Enregistrement des données NMEA

Il n'est pas recommandé de supprimer les données d'une phrase NMEA. La sauvegarde des données dans leur format d'origine permettra de valider les relevés des capteurs et de corriger de potentielles anomalies dans les données. Bien que le DCDB de l'OHI n'accepte que les données [GeoJSON](#), CSV ou XYZT (longitude, latitude, profondeur, temps) dans un format standard, il est fortement recommandé d'enregistrer la chaîne NMEA complète et de la soumettre au tiers de confiance. De nombreux enregistreurs de données fournis par les tiers de confiance conservent déjà la phrase NMEA entière.

2.2.2.4 Heure de l'ordinateur

L'horloge interne d'un ordinateur se décale généralement de quelques secondes par semaine. Pour maintenir l'horodatage le plus correct possible, ce qui permettra de conserver les meilleures informations de position pour les données de profondeur, l'enregistreur de données, ou le logiciel d'enregistrement, devra préférentiellement prendre en compte l'heure fournie par la phrase GNSS GGA, GLL, ou RMC. S'il est nécessaire d'utiliser l'horloge de l'ordinateur pour la datation et l'horodatage des données, documentez-le, si possible, et examinez dans quelle mesure l'horloge interne de l'ordinateur conservera une heure exacte après une longue période sans alimentation du système.

2.2.3 Stockage des données à bord

Les propriétaires et les exploitants de navires devraient s'assurer qu'ils disposent de capacités suffisantes de stockage de données à bord pour enregistrer les données de profondeur et de positionnement jusqu'à ce qu'elles puissent être transférées à un tiers de confiance. La réalisation d'un ou deux jours d'enregistrement des données peut aider le navigateur à estimer la taille moyenne des fichiers enregistrés par ses systèmes et à évaluer les besoins de stockage de données pour des voyages plus longs. Si un navire installe un enregistreur de données basé sur du matériel, le navigateur peut consulter le tiers de confiance pour déterminer les contraintes de stockage des données. Si un stockage supplémentaire est nécessaire, le navigateur devrait demander au tiers de confiance s'il est possible de transférer les données de l'enregistreur vers un stockage auxiliaire (tel qu'un disque dur externe).

2.2.4 Transfert de données

Une fois que les données CSB sont enregistrées, elles doivent être transmises à un tiers de confiance. Les processus d'enregistrement et de transmission doivent être aussi simples et automatisés que possible afin d'encourager l'apport fréquent de données. Chaque tiers de confiance ou agrégateur de données fournira aux navigateurs la procédure appropriée pour la transmission des données CSB. Envoyer et recevoir des données en mer est un défi, et les systèmes de communication et la largeur de bande peuvent être limités ou coûteux. Pour cette raison, il est important de noter que les données CSB ne sont normalement pas sensibles au temps ; le facteur le plus important est de s'assurer que les données sont partagées. Certains

navigateurs peuvent tirer parti des systèmes de communication pour transférer des données alors qu'ils sont encore en mer ; cependant, la méthode de transmission des données peut aussi être aussi simple que l'envoi d'un support USB au tiers de confiance. Les navigateurs sont encouragés à travailler avec leur tiers de confiance ou leur fournisseur d'enregistreurs de données pour identifier la meilleure méthode de transfert de données.

2.2.5 Continuité de l'alimentation électrique

L'alimentation électrique continue à bord des navires n'est jamais garantie. Certains navires investissent dans un système d'alimentation électrique ininterrompue (*uninterruptible power supply* - UPS) ou sont tenus d'en avoir un à bord pour alimenter les équipements de navigation en cas de perte d'alimentation du navire. Cependant, tous les navires ne disposent pas d'un UPS, et même avec un UPS, il arrive que le passage du courant de quai à un générateur provoque une perte momentanée d'alimentation. Lorsque cela se produit, les enregistreurs de données et les instruments doivent redémarrer et se remettre en marche. Envisagez d'utiliser un enregistreur de données qui se rétablira automatiquement en cas de coupure de courant, ou un enregistreur doté d'une batterie de secours.

2.3 Mesures du navire et des capteurs

Les distances horizontales et verticales entre le GNSS et sondeur acoustique, et entre la ligne de flottaison et le transducteur, sont des éléments clés de la qualité et de la précision des données. Certains systèmes sont programmés pour intégrer ces décalages lors de l'installation des capteurs. S'ils ne le font pas, les navigateurs doivent évaluer ces décalages au mieux et les inclure dans leurs métadonnées. Les sections suivantes fournissent des informations sur ces mesures et les meilleures pratiques pour les collecter et les enregistrer.

2.3.1 Décalage des capteurs

Les décalages des capteurs font référence aux distances avant et arrière et bâbord et tribord de l'antenne GNSS d'un navire et du transducteur. Lors de la mesure de ces distances, il est important d'enregistrer les directions axiales des valeurs positives et négatives, car ces conventions peuvent varier. Le graphique ci-dessous (figure 5) montre un exemple où les mesures sont prises de l'antenne GNSS au transducteur du sonar, avec des valeurs positives vers l'avant et vers tribord. Dans certains systèmes, le décalage de l'antenne GNSS est déjà intégré dans les mesures du sondeur acoustique. Si ce décalage n'est pas automatiquement intégré, les navigateurs doivent enregistrer les décalages de leurs capteurs et transmettre cette information à leur tiers de confiance. Ces mesures de décalage permettent de corriger les données bathymétriques afin que la position indiquée par le GNSS soit celle du transducteur. Cela améliore considérablement la précision de la position des données de profondeur.

Si les informations de profondeur ne sont pas corrigées par un décalage de l'antenne GNSS, les données de profondeur peuvent être positionnées à un endroit différent de celui où elles se trouvent. Sur les très

grands navires, où le décalage entre l'antenne GNSS et le transducteur peut être plus important, l'erreur augmente.

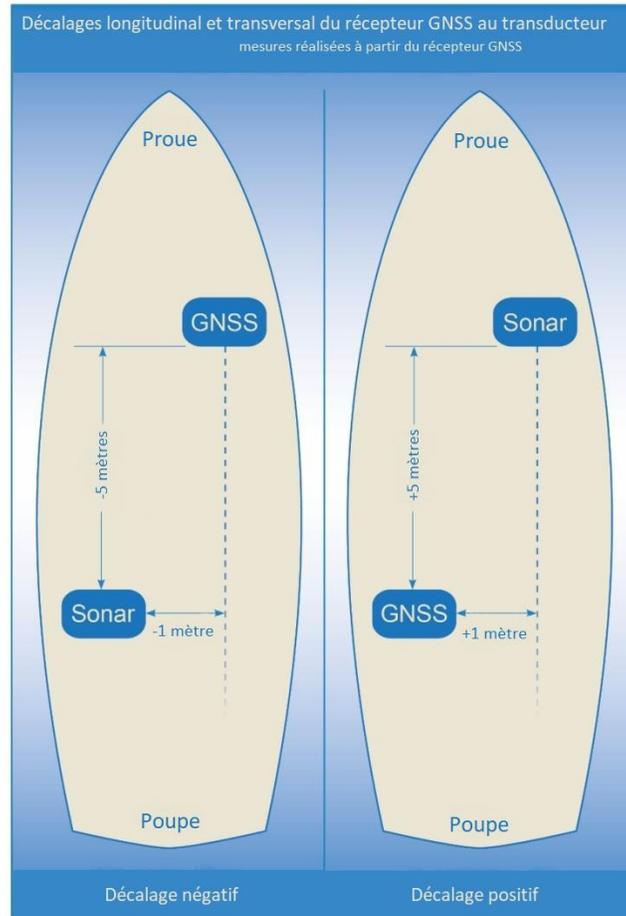


Figure 5. Comment mesurer les décalages entre l'antenne GNSS et le transducteur du sondeur acoustique.

2.3.2 Variations du tirant d'eau

Si un navire prend en charge une cargaison, du carburant ou des fournitures, le tirant d'eau du navire varie, ce qui modifie la profondeur du transducteur du sondeur acoustique sous la ligne de flottaison. Cette modification de la profondeur peut faire que le transducteur enregistre des mesures plus ou moins profondes que la réalité. Comme pour les décalages du capteur, il est important que le navigateur enregistre ces informations, afin que des ajustements verticaux puissent être effectués sur les données lors du post-traitement. Cela peut être réalisé en enregistrant le tirant d'eau du navire, ainsi que l'heure et la date, au début et à la fin d'un voyage, et en fournissant ces informations au tiers de confiance (figure 6).

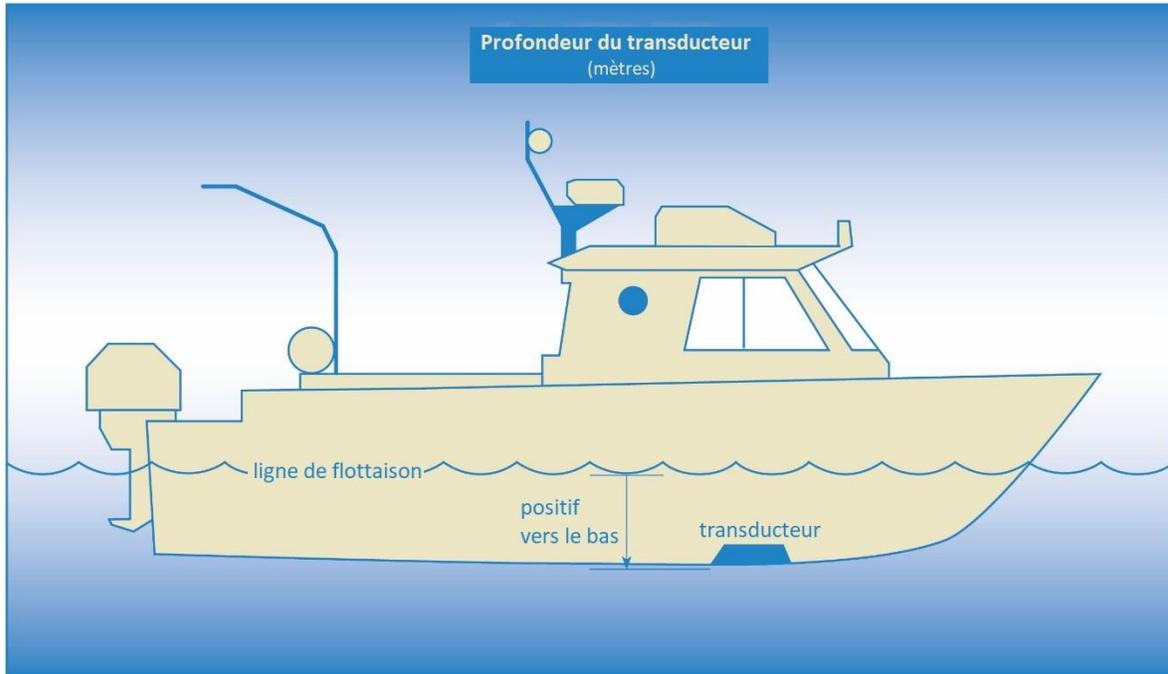


Figure 6. Comment mesurer la profondeur du transducteur sous la ligne de flottaison.

3. Données et métadonnées

3.1 Données et métadonnées

Il est important de comprendre la différence entre les données et les métadonnées. Les données sont les informations de base, et les métadonnées décrivent ces données. Pour la bathymétrie participative, les données sont les mesures de profondeurs et des positions géographiques recueillies par un navire, ainsi que la date et l'heure de leur collecte. Les métadonnées fournissent des informations complémentaires sur ces données, telles que la marque et le modèle du sondeur acoustique et du GNSS, le tirant d'eau du navire, l'endroit où les capteurs ont été installés sur le navire, etc.

3.2 L'importance des métadonnées

Les métadonnées fournissent des informations aux utilisateurs des données qui les aident à déterminer leur qualité, et donc à les utiliser pour plus d'applications qu'il ne serait possible avec les seules informations de profondeur et de position. Si les métadonnées sont également cohérentes, il est plus facile d'incorporer les données dans une base de données, et pour les utilisateurs de manipuler ces données pour répondre à leurs besoins.

3.2.1 Informations sur la marée

La bathymétrie participative qui est soumise au DCDB de l'OHI ne devrait pas faire l'objet de corrections de marée. Cela permet de conserver les données dans un format standard. Si le collecteur de données fournit des informations sur l'heure et la date auxquelles une mesure de profondeur a été effectuée, il permet aux futurs utilisateurs d'appliquer des corrections de marée aux données, s'ils le souhaitent.

3.2.2 Décalage entre les capteurs

Les informations sur le décalage vertical d'un transducteur par rapport à la ligne de flottaison, ou son décalage horizontal par rapport à un récepteur GNSS, permettent aux utilisateurs d'appliquer aux données des corrections de tirant d'eau et de positionnement horizontal.

En appliquant des corrections basées sur les informations contenues dans les métadonnées, les utilisateurs de données peuvent grandement améliorer la précision et la valeur des données bathymétriques pour la recherche, l'industrie ou d'autres applications. Se reporter à la section 2.3.1 pour plus d'informations sur les décalages des capteurs.

3.3 Métadonnées et formats de données

Cette section fournit des conseils aux collecteurs de données et aux tiers de confiance sur les métadonnées standards qui sont nécessaires pour soumettre des données au DCDB. En outre, elle fournit des informations sur les métadonnées supplémentaires qui permettraient d'améliorer la valeur des

données pour les utilisateurs finaux. Les navigateurs devraient collecter et transmettre ces informations dans la mesure du possible.

3.3.1 Données requises

Un minimum d'informations est nécessaire pour permettre aux tiers de confiance de recevoir et de traiter les données de bathymétrie participative pour les transmettre au DCDB. Le tableau 1 énumère les informations requises.

Tableau 1. Informations requises

Champ de données	Description	Exemple
Longitude	Longitude du navire, en WGS84 degrés décimaux, avec une précision de six décimales. Elle peut être extraite de la chaîne NMEA RMC, GGL ou GGA. Les valeurs négatives se trouvent dans l'hémisphère ouest ; les valeurs positives dans l'hémisphère est.	-19.005236
Latitude	Latitude du navire, en WGS84 degrés décimaux, avec une précision de six décimales. Elle peut être extraite de la chaîne NMEA GGA, GLL ou RMC. Les valeurs négatives se trouvent dans l'hémisphère sud ; les valeurs positives dans l'hémisphère nord.	40.914812
Profondeur	La distance entre le sondeur acoustique et le fond de la mer. Elle doit être recueillie sous forme de valeur positive, en mètres, avec une résolution décimétrique, ou mieux. Cette valeur peut être extraite de la chaîne de données NMEA DBT, DBK ou DBS. Le DBT nécessitera des informations supplémentaires sur le tirant d'eau du navire. La DBS intègre le tirant d'eau du navire dans la mesure globale de la profondeur.	7,3
Date et heure	La date et l'heure UTC de la mesure de la profondeur. Ces données peuvent être extraites de la phrase RMC du message NMEA.	2015-08-06T22:00:00Z

3.3.2 Métadonnées facultatives

Des informations supplémentaires sur le navire, les capteurs et leur installation permettent aux utilisateurs d'évaluer la qualité des données et d'appliquer des corrections, si nécessaire. Cela augmente considérablement les applications potentielles des données pour la recherche océanographique, les études scientifiques et de faisabilité, et d'autres utilisations. Le tableau 2 énumère les métadonnées que les navigateurs devraient fournir dans la mesure du possible.

Tableau 2. Métadonnées facultatives

Champ de métadonnées	Description	Exemple
Type de navire	Le type de navire qui collecte les données, tel qu'un cargo, un navire de pêche, un navire privé, un navire de recherche, etc.	Navire privé
Nom du navire	Le nom du navire, en texte libre.	White Rose of Drachs
Longueur du navire	La longueur hors tout (LHT) du navire, exprimée par une valeur positive, en mètres, au mètre près.	65
Type d'identification	Numéros d'identification utilisés pour identifier les navires de manière unique. Actuellement, seuls deux types de numéros sont disponibles : le numéro d'identité du service mobile maritime (ISMM) ou le numéro de l'Organisation maritime internationale (OMI). Le numéro ISMM est utilisé pour identifier de manière unique un navire par le biais de services tels que l' AIS . Le numéro OMI est lié à un navire pendant toute sa durée de vie, quel que soit son changement de pavillon ou de propriétaire. Les contributeurs ne peuvent sélectionner qu'un seul type d'identification.	ISMM
Numéro d'identification	La valeur pour le type d'identification. Les numéros ISMM comportent souvent neuf chiffres, tandis que les numéros OMI sont constitués des lettres « IMO », suivies d'un numéro à sept chiffres.	369958000

Type de sondeur	Ceci indique le type de sondeur acoustique. La seule option actuelle est « Sondeur ». Les « Sondeurs » sont de simples sondeurs acoustiques monofaisceaux. À l'avenir, l'option « multifaisceaux » pourrait être ajoutée. « Multifaisceaux » fait référence aux navires équipés de systèmes de sondage surfacique.	Sondeur
Marque du sondeur	La marque du système de sondeur acoustique. Ces informations peuvent être obtenues à partir d'une liste fournie par un tiers de confiance.	Sperry Marine (L3 ELAC)
Modèle de sondeur	Une valeur en texte libre, qui fournit des informations sur le modèle du sondeur acoustique. À l'avenir, une liste des modèles de sondeurs acoustiques pourrait être fournie par le biais des tiers de confiance.	ES155100-2
Fréquence du sondeur	Une valeur en texte libre, qui fournit des informations sur la fréquence de fonctionnement du sondeur acoustique. À l'avenir, une liste des fréquences des transducteurs pourra être fournie par le biais des tiers de confiance.	Double fréquence 200/400 kHz
Tirant d'eau du sondeur	La distance verticale, en mètres, entre la ligne de flottaison et le transducteur du sondeur acoustique. Le tirant d'eau doit être exprimé en valeur positive, en mètres, avec une précision de l'ordre du décimètre ou mieux si possible. Pour les navires qui opèrent avec une gamme de tirants d'eau, il est recommandé de mettre la ligne de charge d'été.	4,6
Incertitude sur le tirant d'eau du sondeur	L'estimation par le contributeur de données de l'incertitude de la mesure du tirant d'eau du sondeur acoustique, exprimée en mètres. Le tirant d'eau du navire peut être affecté par la cargaison, le carburant ou d'autres facteurs. Il est utile pour le contributeur de données de fournir	1,0

	<p>une estimation de la façon dont ces facteurs peuvent avoir affecté la profondeur normale du transducteur sous la ligne de flottaison, au moment de la collecte des données. Reportez-vous au chapitre sur l'incertitude pour plus d'informations sur la façon de calculer cette valeur.</p>	
<p>Application du tirant d'eau du sondeur</p>	<p>Certains systèmes de sondeurs acoustiques appliquent le tirant d'eau du navire en temps réel. Ce champ permet au contributeur de données d'indiquer si les corrections de tirant d'eau ont été appliquées pendant la collecte des données (« Vrai ») ou si elles ne l'ont pas été (« Faux »).</p>	<p>Faux</p>
<p>Application de la vitesse du son</p>	<p>Certains systèmes peuvent avoir la capacité de fournir des données sur la vitesse du son et de corriger la mesure de profondeur. Ce champ permet au contributeur de données d'indiquer si les corrections de la vitesse du son ont été appliquées pendant la collecte des données (« Vrai ») ou si elles ne l'ont pas été (« Faux »)</p>	<p>Faux</p>
<p>Point de référence pour la profondeur</p>	<p>Le point de référence est l'endroit sur le navire auquel toutes les profondeurs du sondeur acoustique sont référencées. Les profondeurs du sondeur acoustique peuvent être référencées par rapport à la ligne de base, à la quille du navire, au transducteur du sondeur acoustique ou au récepteur GNSS. Les informations sur le point de référence aident les utilisateurs de données à normaliser les données de profondeur à un niveau d'eau commun.</p>	<p>Transducteur</p>
<p>Type de capteur GNSS</p>	<p>Ce champ définit le type de capteur pour les récepteurs GNSS. Il doit toujours être défini comme : « GNSS », et n'est pas une valeur que les contributeurs de données peuvent modifier.</p>	<p>GNSS</p>

Marque du capteur GNSS	La marque du récepteur GNSS du navire, qui peut être choisie dans une liste fournie par un tiers de confiance.	Litton Marine Systems
Modèle du capteur GNSS	Le modèle du récepteur GNSS du navire, qui peut être sélectionné à partir d'une liste fournie par un tiers de confiance.	LMX420
Distance longitudinale entre le système GNSS et le sondeur	Il s'agit de la mesure longitudinale (décalage avant-arrière) entre le récepteur GNSS et le transducteur du sondeur acoustique. Cette valeur doit être exprimée en mètres, avec une précision de l'ordre du centimètre. Si le récepteur GNSS se trouve à l'arrière du sondeur, la valeur de la mesure est positive. Si le récepteur GNSS se trouve en avant du sondeur, la valeur de mesure est négative.	3,52
Distance latérale entre le système GNSS et le sondeur	Il s'agit de la mesure latérale (décalage transversal) entre le récepteur GNSS et le sondeur acoustique. Cette valeur doit être exprimée en mètres, avec une précision de l'ordre du centimètre. Si le récepteur GNSS se trouve du côté bâbord du sondeur acoustique, la valeur est positive. Si le GNSS se trouve à tribord du sondeur acoustique, la valeur est négative.	-0,76
Application des décalages de position	Ce champ indique si la position finale du navire (longitude et latitude) a été corrigée pour tenir compte des décalages latéraux et longitudinaux entre le récepteur GNSS et le transducteur du sondeur acoustique (« Vrai »), ou si ce n'était pas le cas (« Faux »).	Faux
Commentaires des contributeurs	Si le contributeur estime qu'il y a eu des problèmes ou des événements qui ont pu dégrader la qualité des mesures de position ou de profondeur, il peut saisir ces informations dans ce champ de texte libre.	Le 3/8/2018, à 20:30 UTC, le sondeur acoustique a perdu le suivi du fond après que le navire ait croisé le sillage d'un autre navire.

3.3.3 Métadonnées requises des tiers de confiance

Les tiers de confiance devraient attribuer des métadonnées supplémentaires aux données de bathymétrie participative avant de les fournir au DCDB. Le tableau 3 énumère les métadonnées que les tiers de confiance devraient fournir.

Tableau 3. Métadonnées des tiers de confiance

Point de contact du fournisseur Nom de l'organisation	Le nom du tiers de confiance, en format texte libre.	Sea-ID
Courriel du fournisseur	Un champ de texte libre pour l'adresse électronique du tiers de confiance, afin que les utilisateurs de données puissent contacter le tiers de confiance pour toute question concernant les données.	support@sea-id.org/
Identification unique du navire	Généré par le tiers de confiance, ce numéro identifie le tiers de confiance et identifie de manière unique le navire contributeur. Les cinq premiers caractères identifient le tiers de confiance, suivis d'un trait d'union (-), puis de l'identifiant unique du navire. L'UUID attribué par le tiers de confiance reste le même pour chaque navire contributeur, pendant toute la durée de vie du navire. Toutefois, si le navire choisit de rester anonyme pour les utilisateurs de données, le tiers de confiance ne publiera pas le nom du navire en association avec l'UUID.	SEAID-UUID
Convention	Ce champ décrit le format et la version des données et métadonnées, comme CSB 2.0 , CSV ou XYZT	CSB 2.0
Enregistreur du fournisseur	Le programme logiciel ou le matériel enregistreur utilisé pour enregistrer les données.	Rose Point ECS
Version de l'enregistreur du fournisseur	La version du programme logiciel ou du matériel enregistreur.	1.0

4. Incertitude

4.1 Introduction à l'incertitude

De nombreuses variables peuvent faire que les mesures du sondeur acoustique diffèrent de la profondeur réelle du fond marin. Par exemple, un sondeur acoustique mesure le temps nécessaire à une impulsion acoustique pour se réfléchir sur le fond marin et revenir au transducteur. Cette mesure est ensuite convertie en une mesure de profondeur, basée sur une hypothèse concernant la vitesse du son dans l'eau (v) (figure 7). Si l'estimation de la vitesse du son est incorrecte, alors la profondeur (D) le sera également. De même, si l'onde sonore se réfléchit sur des poissons dans la colonne d'eau (figure 7), ou si le sondeur acoustique capte le bruit acoustique d'autres bateaux dans la zone, des erreurs peuvent être introduites dans les données.

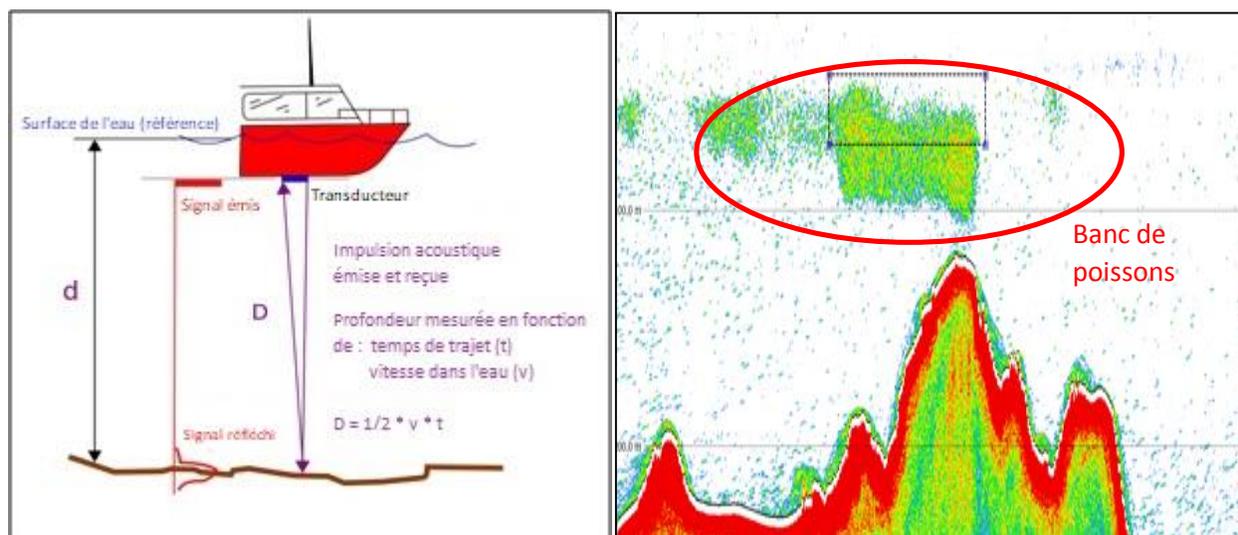


Figure 7. Exemple d'estimation de la profondeur avec un sondeur acoustique monofaisceau (à gauche), et illustration (à droite) d'erreurs potentielles (par exemple, le sondeur acoustique détectant la profondeur d'un banc de poissons, plutôt que le fond marin).

Ces erreurs, et d'autres encore, pourraient entraîner une incertitude quant à la précision d'une mesure de profondeur, qui devrait être prise en compte lors du traitement, du stockage et de l'utilisation des données. Ce chapitre présente les caractéristiques de l'incertitude qui peuvent intéresser les collecteurs de données, les tiers de confiance et les utilisateurs finaux de ces informations.

Le thème de l'incertitude ne doit pas être négligé. Ce document donne un aperçu du sujet, mais la publication spéciale S-44 de l'OHI (Normes pour les levés hydrographiques, édition 5, 2008), la publication C-13 de l'OHI (Manuel d'hydrographie, 2010) et le Guide ISO pour l'expression de l'incertitude de mesure (ISO, 1995) contiennent des informations complémentaires et peuvent être consultés pour plus de détails.

4.2 Signification, sources et conséquences de l'incertitude

4.2.1 La signification de l'incertitude

Dans un contexte scientifique, l'« erreur » est la différence entre la valeur mesurée et la valeur réelle de la grandeur mesurée. Malheureusement, il est généralement impossible de vérifier directement et physiquement la valeur réelle, et l'erreur réelle est donc inconnue et inconnaisable. Par contre, nous pouvons estimer la valeur probable de l'erreur de mesure, « l'incertitude », et la fournir avec la mesure. Une incertitude quantifiée est essentielle pour comprendre et qualifier une mesure en vue de son utilisation. Par exemple, une estimation de l'incertitude d'une mesure de profondeur permet aux utilisateurs de déterminer si les données conviennent à un objectif donné, et d'appliquer les techniques de traitement appropriées.

4.2.2 Catégorisation de l'incertitude

De nombreuses mesures différentes sont combinées pour créer une estimation de la profondeur. Il existe donc de nombreuses sources potentielles d'erreur et donc d'incertitude. Il est utile de catégoriser les différents types d'incertitudes qui pourraient affecter ces mesures, puis d'estimer leurs amplitudes individuelles, avant de les combiner en une estimation générale de l'incertitude. Cela se fait généralement sous la forme d'un bilan d'incertitude (voir section 4.3.2 pour un exemple détaillé).

Pour chaque source d'incertitude, la méthode la plus courante pour classer le type d'incertitude consiste à estimer la précision (ou variance) et l'exactitude (ou biais) des observations. Toutes les observations comportent potentiellement ces deux types d'incertitude, bien qu'une observation donnée puisse être dominée davantage par l'un ou l'autre type (ce qui peut rendre l'estimation plus simple). Idéalement, les estimations de la précision et de l'exactitude devraient être suivies séparément pour chaque observation, jusqu'à ce que toutes les sources d'incertitude soient combinées.

Les figures 8 et 9 présentent des exemples de précision et d'exactitude. Idéalement, toutes les observations de profondeur seraient à la fois précises et exactes, mais des variations aléatoires dans les mesures peuvent donner lieu à une observation exacte, mais pas précise. Les estimations de profondeur bien calibrées entrent souvent dans cette catégorie (figures 8 à 10).

Par ailleurs, les mesures de profondeur peuvent être précises, mais pas exactes, s'il existe un décalage qui pourrait être corrigé mais qui, pour une raison quelconque, ne l'est pas. Par exemple, si la vitesse du son est supposée être une valeur fixe et n'est pas réellement mesurée, les mesures de profondeur seront décalées par rapport à la profondeur réelle (c'est-à-dire de faible exactitude), même si des mesures consécutives semblent similaires (c'est-à-dire de grande précision). Une correction pourrait être appliquée pour améliorer les données, mais cela pourrait ne pas être pratique ou efficace en termes de temps. Il pourrait donc être plus pragmatique de se contenter d'estimer le biais de la mesure et de le considérer comme une incertitude.

En fin de compte, il peut être difficile d'effectuer une analyse complète de l'incertitude pour chaque observation. Cependant, tant que ce qui a été fait est documenté, toute information fournie reste valable.

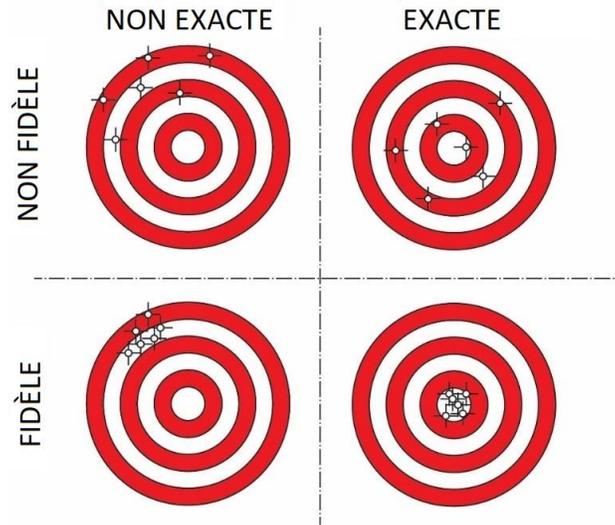


Figure 8. Effets de l'exactitude et de la précision (biais et variance) des mesures sur la capacité d'un système à mesurer.

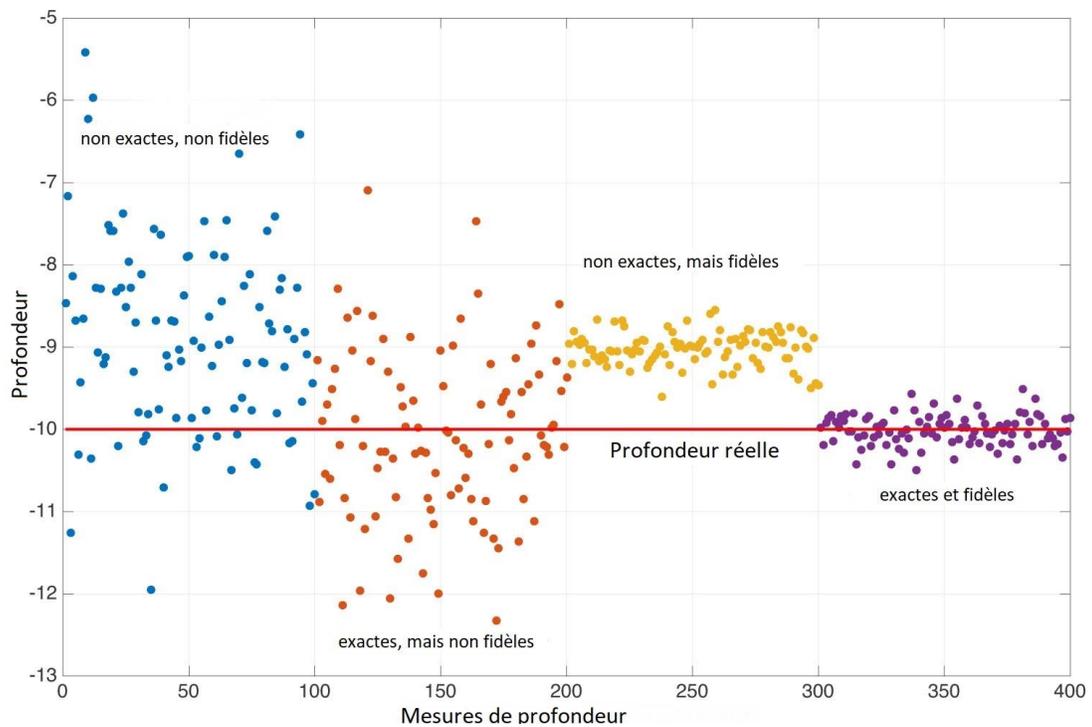


Figure 9. Exemple de mesures de profondeur, à partir des quatre quadrants de la figure 8.

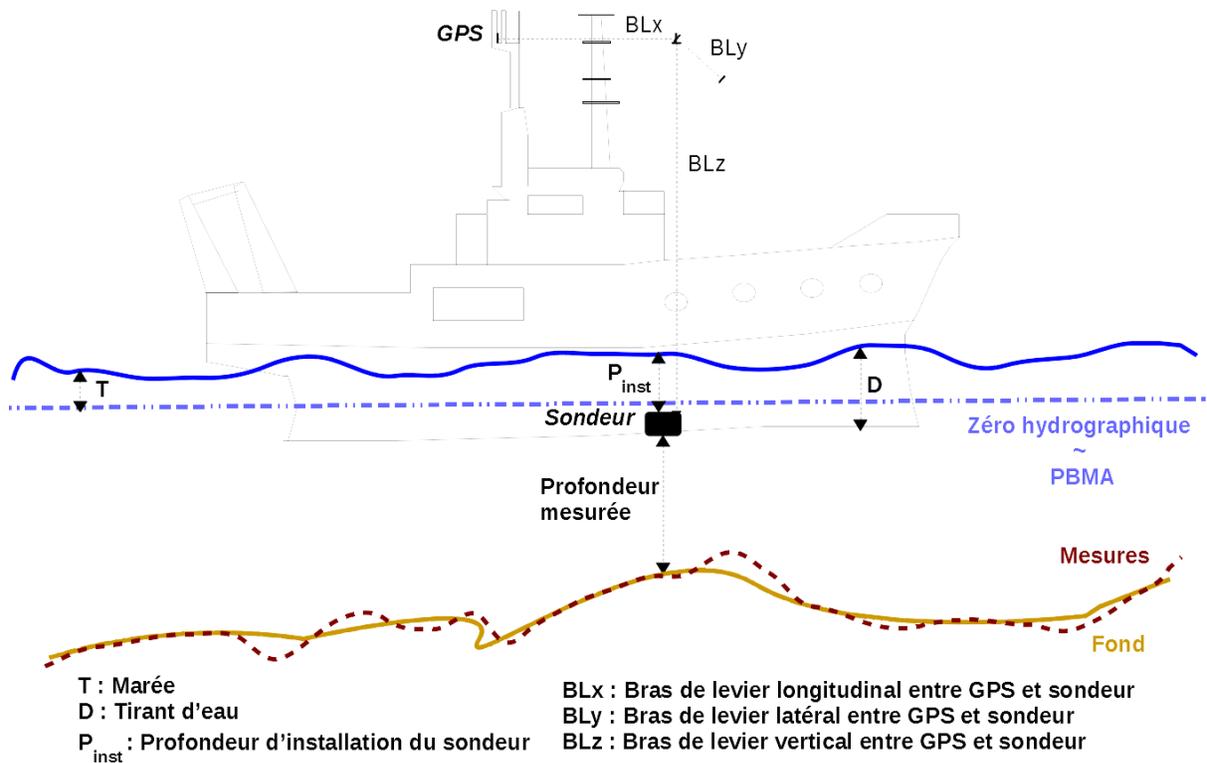


Figure 10. Conséquence d'une incertitude exacte, mais non précise, de la mesure d'une profondeur. Ici, en moyenne, la profondeur mesurée (ligne rouge) est correcte mais, point par point, elle diffère de la profondeur réelle (ligne jaune).

4.2.3 Estimation et expression de l'incertitude

Les différents types d'incertitude peuvent être estimés séparément, puis combinés en une valeur globale. Cela fonctionne bien lorsque les métadonnées disponibles sont suffisantes pour aider au calcul, c'est pourquoi il est si important pour les collecteurs de données de bathymétrie participative de fournir autant d'informations que possible sur un ensemble de données. Malheureusement, ces informations ne sont pas toujours disponibles ou fournies.

L'incertitude peut être exprimée sous la forme d'un intervalle de valeurs, dans laquelle la valeur réelle de la mesure est censée se situer. Par exemple, une profondeur peut être spécifiée comme étant « entre 12,3 et 14,2 mètres, 95% du temps ». Lorsque l'intervalle de valeurs est connu, ou supposé symétrique, la valeur moyenne et l'écart peuvent être donnés, de sorte que la profondeur peut être spécifiée comme étant « $13,25 \pm 0,95$ mètres, 95% du temps ». Quelle que soit la méthode utilisée, il est important de l'indiquer clairement (c'est-à-dire spécifier explicitement quelles limites de confiance, ou autres mesures, sont utilisées).

Lorsqu'elle est disponible, la méthode la plus simple pour évaluer l'incertitude consiste à collecter des mesures redondantes et à calculer une estimation empirique de l'écart type (ou d'une autre grandeur) en tenant compte de la variabilité des mesures, qui sont supposées ou connues pour être de même nature (par exemple la profondeur). En pratique, cela se fait souvent en considérant des lignes de sondage qui se croisent ou qui couvrent la même zone, bien que cela ne permette d'évaluer que la précision des observations, et pas nécessairement leur exactitude.

Bien que les descriptions statistiques de l'incertitude soient préférables, il n'y a pas toujours suffisamment d'informations pour en fournir une description complète. Dans ce cas, les données peuvent être décrites comme étant de « mauvaise », « moyenne » ou « bonne » qualité, ou être classées suivant un indice (par exemple, dans la gamme [1,5] avec une extrémité de l'échelle définie comme « meilleure ») basé sur une évaluation subjective de la façon dont les données ont été collectées, ou en comparant les données avec d'autres jeux de données. La catégorie de zone de confiance (CATZOC), caractéristique de la spécification S-57 - Cartes électroniques de navigation (ENC), est un exemple de ce type d'évaluation subjective.

4.2.4 Incertitude pour les tiers de confiance et les utilisateurs de données

Il existe des composantes d'incertitude supplémentaires que les tiers de confiance et les utilisateurs de données devraient comprendre lorsqu'ils exploitent des données de bathymétrie participative. Ces incertitudes concernent principalement la validation et le traitement des données, et ne peuvent donc être véritablement évaluées qu'au niveau du tiers de confiance ou du DCDB dans leur ensemble. Il est peu probable que les collecteurs de données soient en mesure d'évaluer ces types d'incertitude, bien qu'ils puissent trouver l'information intéressante.

4.2.4.1 Effets de l'intégration des capteurs sur la saisie des données

L'incertitude liée à l'intégration des capteurs devient importante lorsqu'un instrument est mal installé ou lorsque son installation est mal documentée. Par exemple, si le décalage entre le transducteur du sondeur acoustique et la ligne de base (figure 11), ou entre le récepteur GNSS et le transducteur (figure 12), n'est pas mesuré, ou est mesuré incorrectement, une incertitude supplémentaire affectera les estimations de profondeur. Dans la mesure du possible, les tiers de confiance devraient donc tenter d'évaluer cette incertitude, et fournir cette estimation avec les données au DCDB sous forme de métadonnées. Dans de nombreux cas, la limite de cette évaluation peut être une information binaire pour indiquer si de telles mesures existent ou non, et si elles ont déjà été appliquées. Même aussi basique, cette information est cruciale pour les utilisateurs finaux afin de déterminer si les données sont adaptées à leur objet.

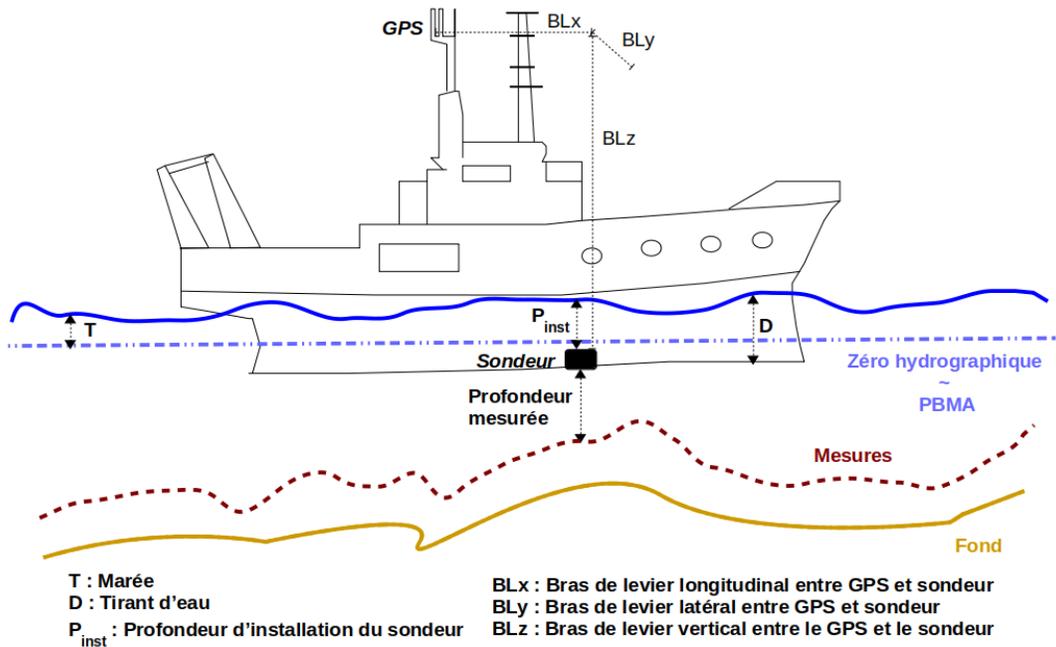


Figure 11. Exemples des effets de la non-corrrection des décalages verticaux. Ici, le décalage du transducteur par rapport à la ligne de base n'est pas corrigé, ce qui conduit à une mesure (ligne rouge) qui diffère sensiblement de la réalité (ligne jaune). Cela introduit un biais (systématique) d'incertitude aux mesures.

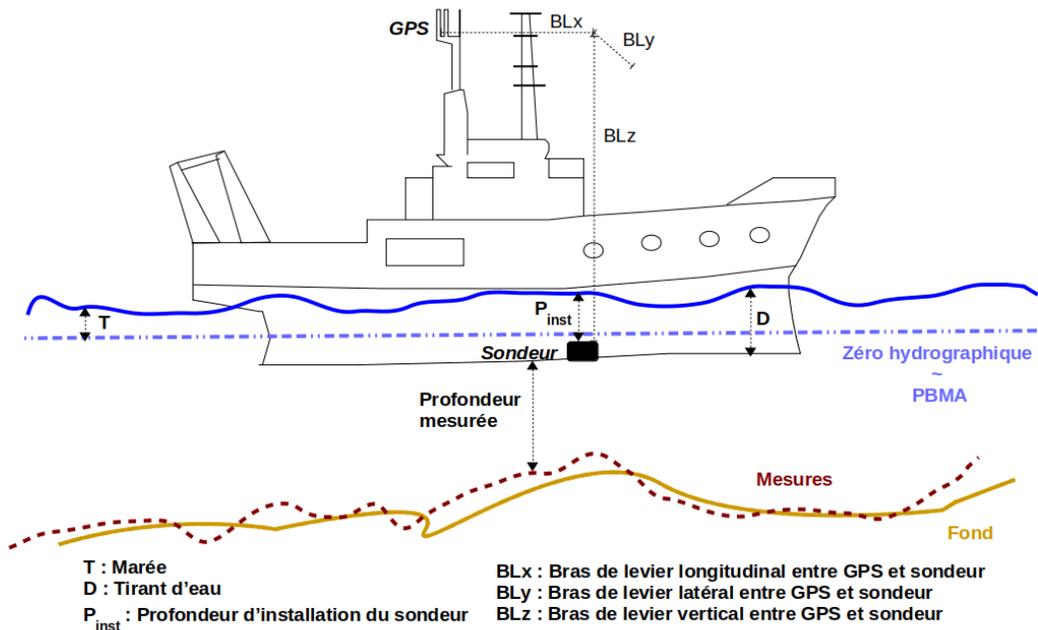


Figure 12. Effets de la non-corrrection des décalages horizontaux. Ici, le fait de ne pas mesurer le décalage horizontal entre la position du récepteur GNSS et le sondeur acoustique entraîne un décalage des caractéristiques du fond marin le long de la trajectoire. Ligne rouge : mesuré ; ligne jaune : réalité.

4.2.4.2 Modélisation de l'incertitude

Les fonds marins sont complexes, et leur grande majorité n'a pas été hydrographiée exhaustivement, mais ils sont souvent modélisés comme une surface mathématique continue avec des profondeurs interpolées ne s'appuyant pas sur des observations. Les hypothèses utilisées pour construire un tel modèle affecteront évidemment l'incertitude des profondeurs résultantes. C'est la plus difficile des incertitudes à estimer, et elle est souvent ignorée.

De nombreux jeux de données ne contiennent pas suffisamment de données pour permettre la construction d'un modèle décrivant complètement le fond marin ou pour que les utilisateurs puissent déterminer la qualité résultante. Par exemple, si un modèle a été construit à partir de mesures de profondeur espacées de plus de 50 m, il est impossible d'évaluer la forme, l'emplacement ou la présence d'objets de moins de 100 m. Il est possible (bien que non recommandé) d'interpoler toutes les données, aussi rares soient-elles, à une résolution arbitraire, comme une grille de 1 m. Cependant, la plupart des informations contenues dans cette grille seraient un artefact du schéma d'interpolation et ne représenteraient pas de manière fiable le monde réel.

Si les utilisateurs de données ne maîtrisent pas ces questions, les modèles peuvent sembler précis alors qu'ils sont en fait fortement, voire majoritairement, interpolés. Les données maillées peuvent être très persuasives visuellement, ce qui peut conduire à croire, à tort, que ces données sont meilleures qu'elles ne le sont. Les producteurs de modèles de ce type doivent soigneusement documenter les procédures utilisées afin d'informer l'utilisateur final potentiel. Les métadonnées sont un moyen approprié pour le faire.

4.2.4.3 Conséquences de l'incertitude

Bien que l'utilisation de modèles et de bilans d'incertitude fasse partie de la pratique hydrographique moderne depuis la fin des années 1990, les incertitudes sont souvent calculées dans le cadre du traitement des données, mais sont ensuite soit oubliées, soit abandonnées lorsque les données sont présentées ou interprétées. C'est une erreur.

Par exemple, si une profondeur est déclarée comme étant de $12,0 \pm 0,3$ m (avec un [intervalle de confiance de 95 %](#)), il serait imprudent de supposer qu'un navire a au moins 12 m de profondeur d'eau dans cette zone ; avec les hypothèses probabilistes habituelles de la distribution de l'incertitude, cela n'est vrai que la moitié du temps (figure 13(a)), ce qui est certainement une probabilité trop faible pour qu'un navigateur prudent accepte pour naviguer. Une valeur de 11,74 m serait un meilleur choix (figure 13(b)), mais si un navigateur veut avoir moins de 1:1000 de chance que la profondeur soit inférieure à la valeur déclarée, il doit considérer une profondeur de 11,34 m (figure 13(c)). Il est clair que la profondeur « sûre » dépend des besoins de l'utilisateur. Il est incorrect, et peu judicieux, de déclarer simplement la profondeur moyenne.

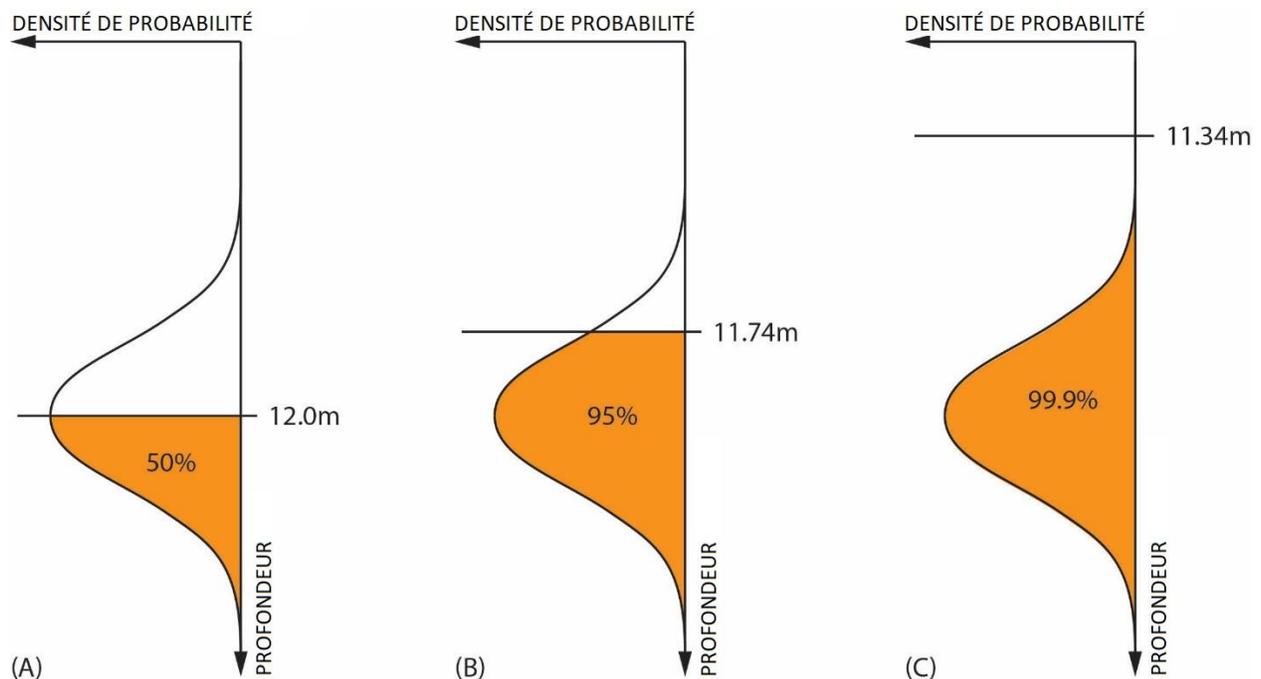


Figure 13. Exemples de profondeurs de sécurité pour différentes probabilités, sur la base de la même estimation de l'incertitude de base de $12,0 \pm 0,3$ m (CI à 95 %). En supposant qu'une profondeur de 12,0 m n'est vraie que 50 % du temps (à gauche) ; une probabilité de 5 % d'une profondeur inférieure exige que la profondeur soit réduite à 11,74 m (au milieu) ; une probabilité de 1:1000 d'une profondeur inférieure exige une profondeur de sécurité de 11,34 m (à droite).

Comme les profondeurs, les incertitudes ne sont que des estimations, basées sur ce que le fournisseur suppose être le comportement du système de collecte de données. Il est donc possible qu'une observation ait une estimation de l'incertitude qui ne reflète pas réellement la différence entre la mesure et la profondeur réelle.

Prenons, par exemple, les données de la figure 14. Ici, les données provenant d'observations de bathymétrie participative ont été comparées à des données haute résolution officielles, qui montrent des différences significatives entre les deux pour certaines zones. L'erreur provient ici de décalages verticaux (tels que les corrections de marée) qui n'ont pas été correctement appliqués aux observations de bathymétrie participative. Cette erreur ne serait pas apparente pour les contributeurs individuels de données, qui n'ont pas accès aux données de comparaison. L'un des avantages de fournir les données au DCDB par l'intermédiaire d'un tiers de confiance est que ces agrégateurs de données peuvent les comparer à d'autres sources et identifier les erreurs ou les incertitudes de ces données.

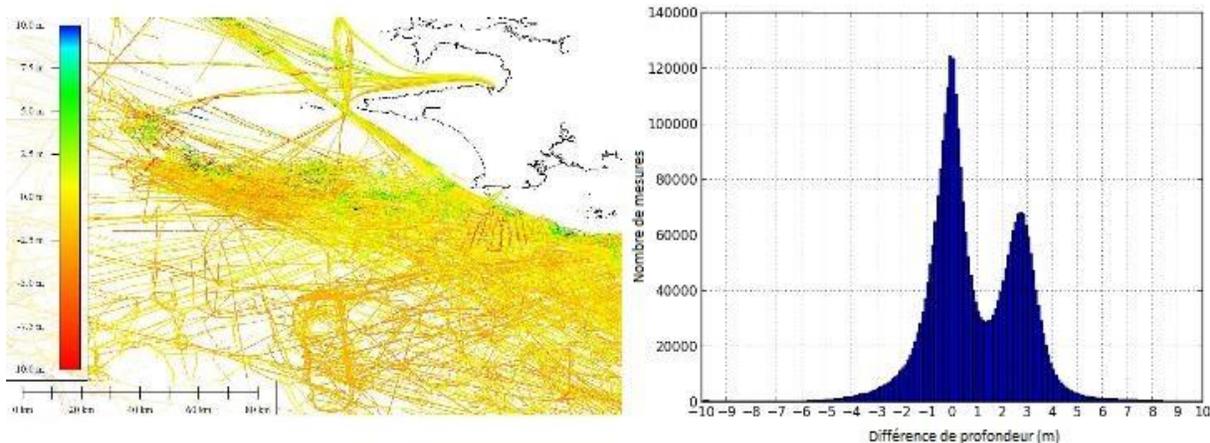


Figure 14. Différence entre des observations de bathymétrie participative et un modèle de grille de référence (données fournies par le Shom). Les erreurs dans les observations de bathymétrie participative sont clairement visibles en vue de dessus (à gauche) et se reflètent dans la distribution bimodale des différences (à droite). L'incertitude associée aux observations pourrait ne pas refléter ces différences si les métadonnées de l'observateur étaient incomplètes.

Notez qu'il est nécessaire de faire connaître une incertitude de 10 % de la profondeur. En revanche, une incertitude de 10 % sur l'incertitude, elle-même (c'est-à-dire qu'elle se situe entre 9 et 11 %) n'est probablement pas aussi importante. Par conséquent, tant que l'estimation de l'incertitude est plausible et que les données sont exemptes d'erreurs comme dans l'exemple ci-dessus, les exigences relatives à l'estimation de l'incertitude ne sont pas aussi strictes. Cette idée peut être utilisée pour rationaliser l'effort nécessaire pour estimer les incertitudes à un niveau raisonnable.

4.3 Orientations en matière d'incertitude pour les groupes d'utilisateurs

4.3.1 Corrections des données et étalonnage de la profondeur

Les utilisateurs des données doivent savoir si des corrections, telles que le tirant d'eau des navires ou les corrections de marée, devraient être appliquées aux jeux de données participatifs avant de les utiliser. Les métadonnées (chapitre 3) fournissent les informations clés qui permettent aux utilisateurs de données de déterminer les corrections nécessaires : plus les utilisateurs disposent d'informations, plus ils peuvent appliquer de corrections et plus les données deviennent alors utilisables.

Déterminer quelles corrections sont nécessaires n'est qu'une partie du processus. Chaque correction influence l'incertitude globale des mesures de profondeur, il est donc également très important d'enregistrer la manière dont les corrections ont été déterminées et appliquées. S'il y a un degré d'incertitude dans une correction appliquée aux données, alors cela doit être indiqué dans les métadonnées.

Des zones de profondeur connue, également appelées surfaces d'étalonnage, sont parfois établies par les services hydrographiques ou les autorités portuaires sur des amers bien visibles, tels que les bouées de chenal, les quais de ravitaillement ou les zones à forte circulation. La collecte de données sur ces zones

augmente considérablement la valeur d'un jeu de données ; la collecte de nombreuses observations alors que la morphologie du fond est stationnaire dans une telle zone permet également d'estimer l'incertitude de mesure du sondeur acoustique dans certains cas. Si le collecteur de données effectue également une vérification croisée, en collectant des profondeurs perpendiculaires à une trajectoire précédente, cette information peut être utile pour identifier les incohérences internes du jeu de données.

Les changements environnementaux autour d'un navire peuvent avoir un impact significatif sur les mesures de profondeur et peuvent nécessiter des calibrages plus fréquents. Dans les zones côtières où il y a un important débit d'eau douce fluviale, par exemple, les changements de salinité de l'eau qui affectent la vitesse du son peuvent amener le sondeur acoustique à enregistrer des profondeurs incorrectes. Des détails sur la façon de procéder à un étalonnage complet du sondeur acoustique sont disponibles dans la publication [C-13 de l'OHI, Manuel d'hydrographie](#).

4.3.2 Bilan d'incertitude

Les collecteurs de données peuvent synthétiser les incertitudes associées à leurs observations de la profondeur dans un tableau appelé « bilan d'incertitude ». Certaines composantes de l'incertitude varient en fonction de la profondeur mesurée, d'autres sont fixes. Un exemple de bilan d'incertitude de levé hydrographique est présenté dans le tableau 4. Les mesures des données participatives ne seront probablement pas aussi précises, ou ne fourniront pas toutes ces métadonnées, mais plus les informations recueillies et fournies sont nombreuses, plus les mesures de profondeur ont de la valeur.

Tableau 4. Exemple de bilan d'incertitude pour un sondeur acoustique en eau peu profonde et un système GNSS moderne.

Sources d'incertitude	Appliqué (Oui/Non)	Exemple de valeurs d'incertitudes types (95%) évaluées à 50 m	Remarques
Paramètres du tirant d'eau statique		±0,1 m	La valeur du tirant d'eau statique qui a été paramétrée dans le sondeur acoustique
Variation du tirant d'eau		±0,05 m	Modification du tirant d'eau du fait de la variation des conditions de chargement. Le tirant d'eau moyen doit être évalué en conditions de pleine charge et de lestage complet.
Vitesse du son		±0,2 m/s	La mesure est basée sur l'équipement. Elle dépend de la température, de la salinité et de la profondeur.

L'incertitude instrumentale du sondeur acoustique		±0,1 m	A ne pas confondre avec la résolution de l'instrument, celle-ci varie selon le type d'équipement.
Capteur de mouvement (Roulis/Tangage)		±0,05 degrés	Cette mesure dépend du capteur.
Cap		±0,05 degrés	Cette mesure dépend du capteur.
Pilonnement		±0,05 m	Cette mesure dépend du capteur.
Tirant d'eau dynamique, surenfoncement et squat du navire		±0,1 m	Affecte principalement les données en eaux peu profondes. Le surenfoncement dépend de la vitesse du navire et du tirant d'eau.
Mesure de la marée		±0,06 m	La marée est la variation du niveau de la mer. Elle dépend de l'endroit où la mesure de la marée est calculée ou observée. Cet endroit ne correspond pas toujours à la zone de mesure. La mesure de la marée ne s'applique pas aux profondeurs supérieures à 200 m.
Décalage entre les capteurs		±0,01 – 0,1 m	Le décalage doit être mesuré aussi précisément que possible. La mesure de l'incertitude dépend de la manière dont le décalage a été mesuré.
Position		±2 – 10 m	La mesure dépend de l'équipement et de l'application ou non d'un décalage des capteurs GNSS.
Synchronisation du temps		<1 ms	La mesure dépend de l'équipement.

La création d'une estimation complète de l'incertitude peut être longue, mais les variables d'incertitude peuvent être hiérarchisées, en fonction de l'environnement opérationnel du navire. Par exemple, en eaux peu profondes, l'enregistrement du tirant d'eau et du niveau d'eau est particulièrement important, car les variations de ces valeurs ont un impact important sur la mesure de la profondeur lorsqu'elle est ramenée à un niveau de référence cartographique. En eaux plus profondes, les informations sur la vitesse

du son sont plus importantes que les autres facteurs. Dans la plupart des cas, le tangage et le roulis du navire ont un impact relativement faible sur l'incertitude des données considérées ici.

4.3.3 Incertitude pour les tiers de confiance

Les tiers de confiance sont idéalement placés pour estimer les incertitudes associées aux données qu'ils transmettent au DCDB. Ils peuvent effectuer des recoupements entre les jeux de données, éliminer les biais, estimer les incertitudes pour chaque collecteur de données et mesures de profondeur, et éventuellement les corriger pour eux. Cela peut augmenter considérablement la valeur des données de bathymétrie participative envoyées au DCDB. La réalisation de ces opérations par les tiers de confiance est fortement recommandée.

Les tiers de confiance peuvent appliquer des corrections aux données que les observateurs ne peuvent pas appliquer individuellement. Ils peuvent comparer les données avec des jeux de données faisant autorité ou évaluer celles-ci pour en vérifier la cohérence interne. Les tiers de confiance peuvent également collaborer avec les autorités portuaires pour établir des zones de profondeur connue où les contributeurs peuvent calibrer les mesures de leur sondeur acoustique. De même, il peut être difficile pour de nombreux collecteurs d'établir une incertitude associée à l'estimation du tirant d'eau. Un tiers de confiance, cependant, peut être en mesure d'établir, à partir de données prises *en masse*, une incertitude plausible à ajouter au bilan global pour représenter ces corrections.

L'analyse de plusieurs jeux de données dans une même zone peut également être utilisée pour établir les incertitudes de base pour les collecteurs de données, et pour identifier les problèmes de qualité des données. Les tiers de confiance peuvent alors établir un historique d'étalonnage et d'incertitude pour chaque collecteur de données, qui pourrait être fourni au DCDB dans le cadre des métadonnées fournies avec chaque jeu de données. Un historique du comportement des utilisateurs peut également être utilisé pour aider à identifier les changements dans l'instrumentation.

Les tiers de confiance pourraient procéder à un étalonnage croisé des données, en utilisant les données recueillies par un navire dont l'incertitude et les valeurs d'étalonnage sont bien établies, afin de déterminer l'installation ou l'incertitude de mesure d'autres collecteurs de données dans la même zone. Les métadonnées de ce type peuvent aider les utilisateurs de bases de données à avoir confiance dans les données provenant de collecteurs de données individuels.

Les tiers de confiance auront une relation plus directe avec les collecteurs de données que le DCDB ou les utilisateurs de la base de données, et ils sont par conséquent bien placés pour évaluer les métadonnées et pour corriger des informations manquantes, corrompues ou ambiguës. Cela peut améliorer l'incertitude associée à chaque observation et la confiance de l'utilisateur final dans les données.

Les tiers de confiance sont également dans une position idéale pour encourager les collecteurs de données à améliorer les métadonnées qu'ils fournissent et à tenter de corriger par eux-mêmes les

données. Ils peuvent également fournir aux collecteurs de données un retour d'information sur les domaines à améliorer.

4.3.4 Utilisateurs de la base de données

Les utilisateurs de la base de données devraient interpréter les informations sur l'incertitude fournies avec un ensemble de données et générer de nouvelles estimations d'incertitude pour leur propre production. Ce faisant, ils doivent être conscients que les incertitudes fournies par les collecteurs de données, ou évaluées par les tiers de confiance peuvent ne pas être cohérentes : les incertitudes évaluées par les collecteurs de données peuvent être subjectives et ne pas avoir été vérifiées par rapport à des sources d'informations officielles. Les estimations d'incertitudes très faibles doivent être traitées avec prudence. Il n'existe pas de pratique universelle pour l'estimation d'incertitude, bien que l'intervalle de confiance de 95% soit très courant. Le type d'incertitude déclaré doit être bien documenté et intégré dans les métadonnées du produit.

Avertissement : Le DCDB ne fournit aucune garantie quant à l'exactitude des données de bathymétrie participative. Cependant, certains tiers de confiance peuvent fournir de meilleures garanties pour les données qu'ils agrègent. L'utilisateur de la base de données doit être conscient qu'il peut exister des erreurs résiduelles difficiles à mettre en évidence dans les statistiques d'incertitude conventionnelles.

Les utilisateurs de bases de données ne devraient pas accorder une confiance excessive aux valeurs d'incertitude lorsqu'ils utilisent des méthodes d'interpolation qui estiment leurs incertitudes à partir des géostatistiques des observations (par exemple le krigeage), car la densité des données peut être insuffisante à cet effet. En pratique, l'hypothèse selon laquelle la variabilité significative est saisie par les géostatistiques peut ne pas être valable pour le monde réel. Les utilisateurs de la base de données devraient en être conscients, et devraient déterminer la manière dont ils compenseront la rareté des données dans le jeu de données. La figure 15 donne un exemple schématique des problèmes qui peuvent survenir en appliquant l'interpolation géostatistique à des jeux de données clairsemés.

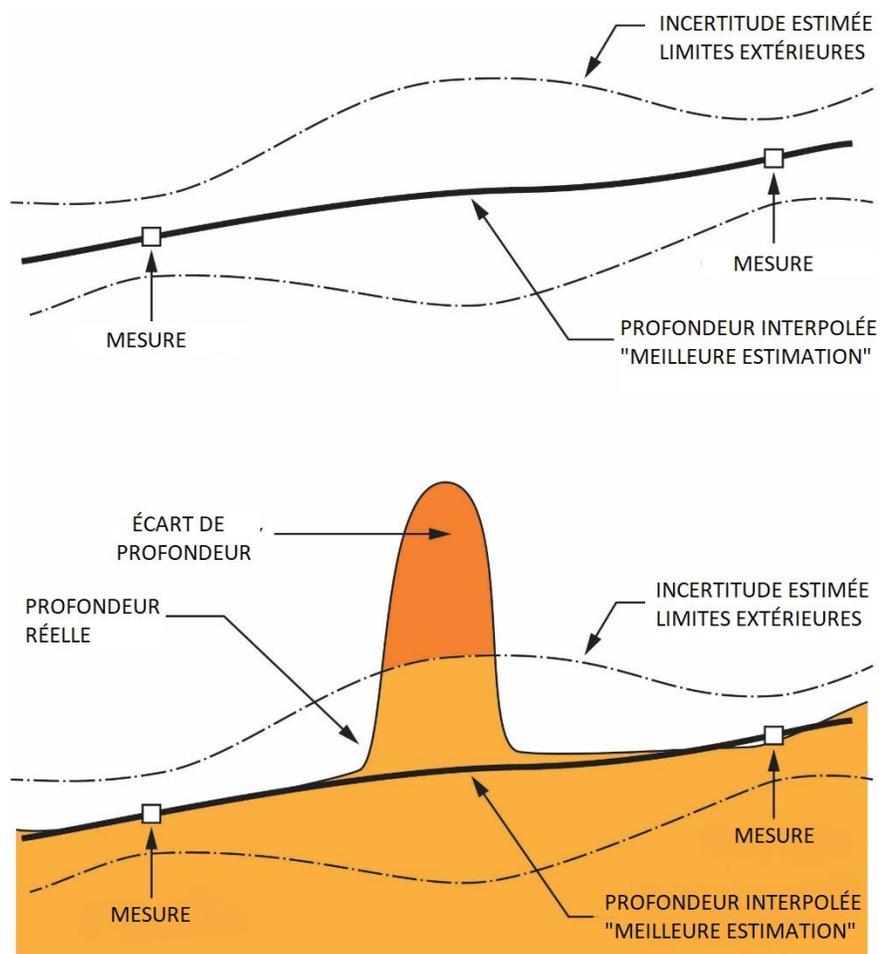


Figure 15. Exemple de problèmes qui peuvent survenir lors de l'estimation de l'incertitude à partir de données éparées, lorsque tous les objets n'ont pas été saisis dans le jeu de données. À partir des données (schéma du haut), les techniques géostatistiques peuvent estimer une incertitude que l'utilisateur, sans autre donnée ou référence, pourrait supposer être les limites extérieures de la profondeur réelle. En revanche, pour les objets non compris dans les données éparées (schéma du bas), il pourrait y avoir des écarts non saisis dans l'interpolation, en dehors des limites implicites estimées par la méthode d'interpolation.

Les utilisateurs de la base de données sont idéalement placés pour identifier les problèmes avec les observateurs individuels ou les jeux de données. Les utilisateurs qui identifient des observations aberrantes ou anormales sont encouragés à communiquer ces informations au DCDB.

5. Considérations complémentaires

Les indications suivantes, non exhaustives, sont fournies à titre d'information.

Les principes du programme de bathymétrie participative (CSB) de l'OHI sont similaires à de nombreuses autres initiatives dans le cadre desquelles des données et des informations environnementales sont collectées sur une base volontaire par les utilisateurs et le public, et fournies dans le cadre d'une infrastructure ouverte à tous dans l'intérêt général. En particulier, la collecte et la transmission de

données bathymétriques par les navigateurs dans le cadre de « sondages en cours de route » à l'appui d'initiatives mondiales telles que le projet GEBCO ont lieu depuis plus d'un siècle sans problème. Depuis que des cartes de navigation sont produites, les navigateurs notent et rapportent toute incohérence avec les données publiées identifiées lors de leur passage, sous la forme de signalement d'information hydrographique. Ce document d'orientation de la CSB est conçu pour aider le navigateur à améliorer la qualité et la cohérence de toute information qu'il souhaite faire contribuer au domaine public.

Lorsqu'ils envisagent de participer au programme CSB de l'OHI, les navigateurs doivent tenir compte des éléments suivants :

- Les navigateurs qui se proposent de collecter des données bathymétriques dans le cadre d'une activité de « sondage en cours de route » doivent être conscients des conditions qui peuvent être associées à la collecte de telles informations environnementales dans les eaux relevant de la juridiction nationale ;
- Les personnes impliquées dans le programme CSB de l'OHI, que ce soit en tant que collecteur de données, tiers de confiance ou utilisateur, doivent connaître les conditions d'utilisation et de mise à disposition des données collectées ;
- Ceux qui utilisent les données obtenues via le DCDB de l'OHI doivent tenir compte de la nature et de l'incertitude des données et vérifier si elles sont adaptées aux objectifs visés.

Afin que les utilisateurs soient clairement informés de leurs droits et obligations lorsqu'ils utilisent ces données, le programme CSB de l'OHI a sélectionné un ensemble de licences parmi les Creative Commons (www.creativecommons.org). Les données fournies au DCDB de l'OHI par des navires, soit directement, soit par l'intermédiaire de tiers de confiance, sont sous licence « *Attribution 4.0 International* » (CC BY 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fr>) et « *Attribution 3.0 IGO* » (CC BY 3.0 IGO) (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/deed.fr>). L'OHI peut, à l'avenir, mettre à jour les licences qu'elle a sélectionnées à mesure que les versions et les conditions des licences Creative Commons changent. Toutefois, l'OHI conservera au moins les droits actuellement prévus par les licences CC BY 4.0 et CC BY-IGO 3.0.

Les collecteurs de CSB, y compris les tiers de confiance et le DCDB, doivent reconnaître qu'ils fournissent leurs données pour inclusion dans la base de données DCDB de l'OHI de bonne foi et dans le but d'accroître les connaissances bathymétriques des mers, océans et voies navigables du monde entier. Si les données bathymétriques sont fournies à l'OHI par un collecteur de CSB, alors la libre utilisation des données accordée par le collecteur de données doit s'appliquer. Ils reconnaissent également que l'OHI peut autoriser toute personne à copier et à redistribuer les données qu'elle fournit au DCDB de l'OHI sur tout support ou format et peut combiner, transformer et exploiter les données à toute fin. Les collecteurs de CSB ne peuvent pas révoquer ces libertés tant que les utilisateurs de leurs données respectent les conditions de licence énoncées ci-dessus.

L'OHI précisera également que les données sont mises à disposition sur une base « utilisateur averti » ; en particulier, elle soulignera que l'utilisateur doit examiner attentivement la nature et l'incertitude des données utilisées par rapport à toute utilisation proposée par l'utilisateur.

En accordant sa licence aux utilisateurs de données, il convient de noter que l'OHI, en tant qu'organisation intergouvernementale, jouit de certains droits et privilèges, dont l'immunité de la juridiction des tribunaux nationaux.

Annexe A - Abréviations

AIS - Système d'identification automatique

IC - Intervalle de confiance

CSB - Bathymétrie participative

CSV - Valeurs séparées par des virgules

DBT - Profondeur sous le transducteur (phrase NMEA)

DCDB - Centre de données de l'OHI pour la bathymétrie numérique

ECDIS - Système de visualisation des cartes électroniques et d'information

FTP - Protocole de transfert de fichiers

GGA – Phrase NMEA fournissant des informations sur la qualité du positionnement

GEBCO - Carte générale bathymétrique des océans

GLL - Position géographique, latitude / longitude (phrase NMEA)

GNSS - Système mondial de navigation par satellite

GPS - Système mondial de positionnement

HTTP(S) - Protocole de transfert hypertexte (sécurisé)

OHI - Organisation hydrographique internationale

COI - Commission océanographique intergouvernementale de l'UNESCO

OMI - Organisation maritime internationale

MMSI - Identité du service mobile maritime

NCEI - Centres nationaux d'information sur l'environnement

NMEA - Association nationale de l'électronique marine

NOAA - Administration océanique et atmosphérique nationale

RMC - Données minimales recommandées pour le GPS (phrase NMEA)

UNESCO - Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture

UPS - Alimentation électrique sans interruption

UTC - Temps universel coordonné

UUID - Identification unique et uniforme

Annexe B - Glossaire

Système d'identification automatique (AIS). Système de suivi qui transmet, via VHF, la position, la route et la vitesse d'un navire à d'autres navires dans les environs, afin de réduire le risque de collision.

Intervalle de confiance (IC). Une plage de valeurs définie de telle sorte qu'il existe une probabilité spécifiée que la valeur d'un paramètre se trouve à l'intérieur de celle-ci.

Bathymétrie participative (CSB). La collecte de mesures de profondeur à partir de navires, à l'aide d'instruments de navigation standards, lors d'opérations maritimes de routine.

Système de visualisation des cartes électroniques et d'information (ECDIS). Système de navigation informatisé conforme aux exigences de l'OMI et pouvant être utilisé pour la navigation à la place des cartes de navigation papier.

Carte générale bathymétrique des océans (GEBCO). Carte bathymétrique des océans du monde, et produits associés, accessibles au public. La GEBCO est un projet conjoint de l'OHI et de la COI qui repose en grande partie sur les efforts volontaires d'une communauté internationale de scientifiques et d'hydrographes qui collaborent avec le soutien de leurs organisations mères.

Système mondial de navigation par satellite (GNSS). Système de navigation par satellite à couverture mondiale, tel que le système de positionnement mondial (GPS) NAVSTAR des Etats-Unis, le GLONASS de la Fédération de Russie et le Galileo de l'Union européenne.

Organisation hydrographique internationale (OHI). L'OHI est une organisation intergouvernementale consultative et technique qui a été créée en 1921 pour soutenir la sécurité de la navigation et la protection du milieu marin. L'objectif principal de l'OHI est de veiller à ce que toutes les mers, tous les océans et toutes les eaux navigables du monde soient hydrographiés et cartographiés.

Organisation maritime internationale (OMI). L'OMI est l'institution spécialisée des Nations unies chargée de la sécurité et de la sûreté des transports maritimes et de la prévention de la pollution marine par les navires. C'est l'autorité mondiale chargée de fixer les normes en matière de sécurité, de sûreté et de performance environnementale du transport maritime international. Son rôle principal est de créer un cadre réglementaire pour l'industrie du transport maritime qui soit équitable et efficace, universellement adopté et mis en œuvre.

Commission océanographique intergouvernementale de l'UNESCO (COI-UNESCO). La COI est l'organe compétent des Nations unies pour les sciences marines. Le rôle de la COI est de promouvoir la coopération internationale et de coordonner les programmes de recherche, les services et le renforcement des capacités, afin d'accroître la connaissance de la nature et des ressources de l'océan et des zones côtières et d'appliquer ces connaissances à l'amélioration de la gestion, au développement durable, à la protection du milieu marin et aux processus décisionnels de ses Etats membres.

Association nationale de l'électronique marine (NMEA). L'organisation commerciale de l'électronique marine basée aux Etats-Unis, qui établit des normes de communication entre les différents équipements électroniques marins.

Tiers de confiance. Organisations ou individus qui servent de liaison entre les navigateurs (collecteurs de données) et le DCDB. Ils peuvent fournir aux navigateurs des enregistreurs de données, une aide à l'installation et au téléchargement de données, des recommandations sur les meilleures pratiques pour la collecte de données de CSB et la fourniture des informations au DCDB.

Annexe C - Format de contribution de données GeoJSON

Bathymétrie participative GeoJSON

Format Version 2.0

Dernière mise à jour : 4 avril 2018

```
"type": "FeatureCollection",
"crs": {
  "type": "name",
  "properties": {
    "name": "EPSG:4326"
  }
},
"properties": {
  "convention": "CSB 2.0",
  "platform": {
    "uniqueID": "SEAID-e8c469f8-df38-11e5-b86d-9a79f06e9478",
    "type": "Ship",
    "name": "White Rose of Drachs",
    "length": 65,
    "lengthUnitOfMeasure": "meters",
    "IDType": "IMO",
    "IDNumber": "1008140",
    "sensors": [{
      "type": "Sounder",
      "make": "Sperry Marine (L3 ELAC)",
      "model": "ES155100-02",
      "transducer": ""
    }, {
      "type": "GNSS",
      "make": "Litton Marine Systems",
      "model": "LMX420"
    }
  ],
  "correctors": {
    "sounderDraft": 4.6,
    "sounderDraftUnitOfMeasure": "meters",
    "sounderDraftApplied": false,

    "longitudinalOffsetFromGNSSToSounder": 3.52,
    "longitudinalOffsetUnitOfMeasure": "meters",
    "lateralOffsetFromGNSSToSounder": -0.76,
    "lateralOffsetUnitOfMeasure": "meters",
    "positionOffsetsApplied": false,

    "soundSpeed": 1500,
    "soundSpeedUnitOfMeasure": "m/s"
  }
},
"providerContactPoint": {
  "orgName": "Sea-ID",
  "email": "support@sea-id.org",
  "logger": "MarkIII",
  "loggerVersion": "1.0"
}
```

```
    },
    "depthUnits": "meters",
    "timeUnits": "ISO 8601"
  },
  "features": [{
    "type": "Feature",
    "geometry": {
      "type": "Point",
      "coordinates": [41.914832, 18.005296]
    },
    "properties": {
      "depth": 15.8,
      "time": "2016-03-03T18:41:49Z"
    }
  },
  {
    "type": "Feature",
    "geometry": {
      "type": "Point",
      "coordinates": [40.914789, 19.005552]
    },
    "properties": {
      "depth": 15.2,
      "time": "2016-03-03T18:41:50Z"
    }
  }
]
}
```