

Dossier du BHI No. S3/7198

**LETTRE CIRCULAIRE 45/2001**  
**5 octobre 2001**

**DIRECTIVES POUR LE TRAITEMENT D'IMPORTANTES VOLUMES  
DE DONNEES BATHYMETRIQUES**

Référence: LC 1/2001 du 11 janvier 2001.

Monsieur,

Le projet final des "Directives pour le traitement d'importants volumes de données bathymétriques", établi par correspondance en collaboration avec le groupe de travail de l'OHI sur la S-44, a été distribué sous couvert de la LC 1/2001.

Les Etats membres étaient invités à adresser au BHI leurs commentaires eu égard à ce projet. Le Bureau remercie les 15 Etats membres qui ont répondu. Un résumé de leurs commentaires est joint en annexe A.

Vous trouverez, en annexe B, le projet révisé soumis à votre approbation. Il vous est demandé de bien vouloir faire parvenir vos ultimes commentaires au Bureau **avant le 31 janvier 2002.**

Ensuite, et comme indiqué dans la LC 1/2001, le Bureau prévoit d'incorporer les Directives dans une future édition de la S-44, en tant qu'annexe. Il convient de noter que les Directives ci-jointes ne doivent pas être considérées comme faisant partie des normes (voir également la dernière phrase de l'introduction).

Veuillez agréer, Monsieur, l'assurance de ma haute considération.

Pour le Comité de direction,

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Giuseppe Angrisano', is centered on the page.

Contre-amiral Giuseppe ANGRISANO  
Président

Annexe A - Résumé des commentaires

Annexe B - Projet de Directives révisé (anglais seulement).

**Résumé des commentaires des Etats membres**  
(Réponses à la LC 1/2001)

**Argentine**

N'a pas encore commencé à utiliser les SMF. Lors de l'élimination des valeurs anormales il convient de s'assurer de ne pas supprimer par inadvertance les dangers pour la navigation. Le paragraphe 3.4 devrait être plus détaillé. L'on pourrait aussi inclure les Directives dans le Manuel sur l'hydrographie au lieu de les inclure dans la S-44.

**Chili**

Approuve dans l'ensemble. Fait observer que les données douteuses (2.3) devraient être vérifiées en utilisant les données provenant d'autres capteurs. Il devrait y avoir des critères uniformes en matière de réduction des données (2.4) lesquels seraient basés sur l'importance de la zone et de la configuration du fond.

*BHI: Est d'avis que chaque SH doit établir ses propres critères. Les Directives indiquent seulement des exigences minimales.*

Met l'accent sur le fait que les opérateurs doivent être particulièrement au fait des procédures de traitement, que les blancs en matière de position, dus à la perte de signal, requièrent une attention particulière, et que plusieurs profils de vitesse du son doivent être déterminés dans les zones complexes du point de vue de l'environnement.

**Cuba**

Juge les directives utiles, bien que n'utilisant pas encore les SMF. Aucun amendement nécessaire.

**Finlande**

Propose que les Directives soient publiées en tant que document séparé et non pas comme annexe à la S-44. La Finlande a mis en oeuvre des principes similaires pour ses propres travaux. Les Directives contiennent essentiellement des exigences minimales de haut niveau. Davantage de détails sont nécessaires dans la pratique.

Propose d'inclure également certaines directives pour la suppression des erreurs. Afin d'éviter que les Directives ne soient utilisées contre les SH en matière de responsabilité, il devrait être précisé, dans l'introduction, qu'elles visent seulement à fournir des conseils aux SH.

*BHI: Si " data cleaning" ( suppression des erreurs ) doit être compris au sens de " data réduction " ( réduction des données ), cet aspect est traité sous 2.4 . Dans le cas contraire, l'ensemble du document traite de la vérification et de la correction des données. L'introduction sera amendée, comme proposé.*

**France**

Propose de modifier le 3e alinéa du paragraphe 3.4 (les règles utilisées par les opérateurs devraient être documentées, une action explicite de l'opérateur ne devrait être requise que si les indicateurs établis au cours de la phase automatique correspondent à des profondeurs plus importantes que celles constatées dans les zones voisines) et de rajouter un paragraphe sur les métadonnées.

*BHI: Les commentaires seront pris en considération dans le projet révisé.*

**Monaco**

Bien que la principauté de Monaco ne soit pas directement confrontée au traitement d'importants volumes de données bathymétriques, nous pensons que les Directives permettront de fiabiliser et de normaliser les résultats des travaux entrepris par les différents Services hydrographiques.

**Pays-Bas**

Proposent l'ajout, dans l'introduction, du paragraphe suivant :

"Modern hard and software capabilities enable to execute processing stages during real-time data acquisition . This tendency does not replace the requirements for raw data logging and full post-processing capabilities."

*BHI: Est d'avis que le paragraphe 2.1 est suffisant si l'on tient présent à l'esprit le fait que l'objectif visé est de spécifier des exigences minimales.*

Suggère d'ajouter, en 2.2 "Statistics", le paragraphe suivant:

"Systematic errors should be eliminated by means of calibration prior to execution or by procedure during execution of the survey."

*BHI: Convient que l'étalonnage devrait être effectué antérieurement au levé ou durant son exécution. Toutefois, ces directives concernent le traitement, pas les levés.*

Propose d'ajouter, au deuxième paragraphe, sous 2.2:

"Fault-detection, fault-identification and adaptation mechanisms may be added" et "Each individual measured position and depth should be tested w.r.t. the precision criteria set in S-44."

*BHI: En ce qui concerne la première partie de cette proposition, le BHI pense que cela va au-delà des exigences minimales car "may be added" laisse sous entendre une option. En ce qui concerne la deuxième partie, une courte phrase a été ajoutée aux Directives.*

Propose d'ajouter, sous 2.4 : "Errors introduced in the data-reduction (thinning) process should be included in the total propagated error budget."

*BHI: Là encore, exigences minimales.*

Suggère l'ajout d'un nouveau paragraphe:

"2.5 Audit trail

All automatic and manual processing steps should be logged in an audit trail to be able to reconstruct the executed processing steps."

*BHI: Pour le traitement manuel, l'exigence en matière d'analyse rétrospective a été précisée sous 3.4. Pour le traitement automatique seulement des indicateurs peuvent être établis.*

Dans le paragraphe 3.1, il est proposé de remplacer en plusieurs endroits "files" par "ancillary data".

*BHI: Suggestion d'ordre sémantique essentiellement. Ne voit pas l'utilité de ces modifications.*

Plusieurs suppressions sont suggérées dans les divers alinéas du paragraphe 3.2.

*BHI: Ne voit pas l'utilité de cette suggestion, étant donné que l'introduction, sous 3.2, indique clairement que les étapes proposées ne doivent être considérées que comme une indication et que des adaptations peuvent s'avérer nécessaires.*

Suggère d'ajouter en 3.2.3 "Validation and correction of the applied SV-profiles should be executed in a temporal and spatial framework."

*BHI: Voir 3.1.*

Propose de remplacer 3.2.5 par "A representation of the time series of the returning acoustic signal should be available for assessment of the quality of soundings".

*BHI: Ce nouveau texte semble donner un caractère plus obligatoire à ce qui est demandé et il vaudrait mieux l'éviter dans le cas d'exigences minimales.*

Suggère de faire référence à un document en 3.3.

*BHI: Référence ajoutée.*

Propose de supprimer, dans le premier alinéa de 3.4 : "editing of data should be possible in all modes and include an audit trail."

*BHI: L'édition des données doit être possible. Les Pays Bas ont eux même proposé une analyse rétrospective (nouveau paragraphe 2.5).*

#### **Nouvelle-Zélande**

Suggère d'insérer, entre 3.2.2 et 3.2.3, un paragraphe visant à la prise en compte de l'intégrité des données du capteur de position enregistrées.

*BHI: Il en sera fait ainsi.*

Suggère d'insérer entre, 3.2.3 et 3.2.4, un paragraphe précisant qu'il devrait être possible de procéder à un nouveau traitement des données si les données relatives aux marées ont été appliqués en temps réel ou lors d'une phase précédente du traitement. Suggère, par ailleurs, de supprimer "water level changes " en 3.2.2.

*BHI: Une phrase concernant la possibilité d'un nouveau traitement sera ajoutée en 3.2.2. Toutefois, "water level changes" ne doit pas être supprimé car ce terme couvre les eaux à marée et les autres.*

Suggère l'ajout au paragraphe 4 de 2 phrases précisant que la validation devrait, au moins, inclure la vérification des différences de profondeur entre données qui se recouvrent et l'utilisation d'images prises à la lumière du jour à partir des directions orthogonales afin que les artefacts des SMF apparaissent.

*BHI: Pense que cela devrait être inclus dans des instructions nationales plus détaillées et non dans des directives visant à établir des exigences minimales.*

A ses commentaires, la Nouvelle-Zélande a joint un exemplaire des normes utilisées conjointement avec les levés exécutés sous contrat, [Hydrographic Survey Digital Data Formats, Hydrographic MBES Survey Standards, Technical Specifications for Hydrographic Surveys (HY Spec.)] Ces normes, susceptibles d'intéresser les Etats membres ayant recours à l'exécution de levés sous contrat peuvent être téléchargées à l'adresse suivante : <http://www.linz.govt.nz / services> ( cliquer sur "Levés hydrographiques ").

#### **Norvège**

Propose d'ajouter en 2.1 "from the different sensors" au texte entre parenthèses.

*BHI: Il en sera fait ainsi.*

Propose d'ajouter au dernier paragraphe de 3.1.: "Calibration is recommended as part of quality assurance of the sensors, and the result of the calibration should be kept and archived".

*BHI: Est d'avis que l'étalonnage fait partie du levé (voir, par exemple, S-44, p.12). Du fait de l'ajout du texte proposé en 2.1 les données relatives à l'étalonnage sont comprises .*

#### **Portugal**

Propose de modifier 3.2.3 pour lire ".....in real-time, it is desirable to be able to override them..."

*BHI: Le texte actuel ("...in real-time it should be possible to override ") ne doit pas être modifié, le nouveau texte proposé ne constituant pas une amélioration.*

Suggère de supprimer le 2e paragraphe de 3.3 , les techniques d'estimations robustes n'étant généralement pas encore utilisées et n'ayant pas encore véritablement fait leurs preuves. Ces méthodes ne devraient pas être encouragées.

*BHI: Ce paragraphe suggère la prise en compte des techniques d'estimation robustes lors de la sélection d' un algorithme. Les outils de détection des objets automatisés sont également mentionnés dans ce paragraphe.*

L'expression "audit trail" (analyse rétrospective) utilisée en 3.4 (fin du 1er paragraphe) devrait faire l'objet d'une clarification.

*BHI: L'analyse rétrospective est un enregistrement de toutes les modifications apportées par un opérateur.*

Le dernier paragraphe de 3.4 devrait être supprimé, le rapport avec la S-44 n'étant pas facile à établir.

*BHI: Approuve*

**Suède**

Pense que les Directives interfèrent, dans une certaine mesure, avec la S-44 et suggère qu'elles soient considérées et finalisées conjointement avec une version actualisée de la S-44. La nouvelle édition de la S-44 devrait donc comporter une partie regroupant des exigences à caractère obligatoire et une autre contenant des exigences facultatives comme, par exemple, ces Directives.

**Refined Final Draft (October 2001)**  
**GUIDELINES FOR THE**  
**PROCESSING OF HIGH VOLUME BATHYMETRIC DATA**

N.B.: Modifications are indicated in italics and additionally by strikethrough for deletions.

## **1. Introduction**

With the advent of multibeam echosounders (MBES) and laser airborne systems, hydrographers and oceanographers are nowadays confronted with the task of processing high data volumes collected during surveys. The main advantages of MBES and laser airborne systems are increased bottom coverage and potentially wider spacing of track lines, due to the greater swath, when compared to single beam echosounder (SBES) surveys which may result in a reduction of time required for a survey.

However, processing procedures used prior to the introduction of MBES and laser airborne systems are inefficient, in terms of both manpower and time required to process the high volume of data gathered by these systems. Therefore, new processing procedures are needed to allow the reduction, processing and production of the final data set within acceptable manpower and time constraints while maintaining data integrity.

As hydrographic offices continue to be responsible (liable) for their products, these processing procedures should be well documented and fulfil, at least, certain requirements. The following processing guidelines concentrate on principles and describe **minimum requirements**; they do not specify details as, for example, computer hardware, operating system, use of screen colours etc. *The principle purpose of these guidelines is to provide guidance to hydrographic offices and not to set standards.*

## **2. General Principles**

### 2.1 Conservation of Data

It is strongly recommended that the original survey data (raw data *from the different sensors*) be conserved adequately before commencing with the processing of data. The final processed data set should also be conserved.

### 2.2 Statistics

Statistical algorithms employed for detecting erroneous and/or doubtful data should be adequately tested to prove their suitability.

For the control of positions, a Kalman filter or comparable mechanism is deemed adequate. *Compliance with the criteria specified in IHO Publication S-44 (4<sup>th</sup> edition) has to be ascertained.*

The minimum control of depths should consist of defining areas where the number of, and distance between, depths allow the calculation of meaningful statistics to ensure compliance with the standards specified in IHO Publication S-44 (4<sup>th</sup> edition). Furthermore, cross checklines have to be used for the quality control of depths.

In addition to statistics, threshold values for survey data can be used to facilitate the detection of blunders.

### 2.3 Treatment of Doubtful Data

Data considered erroneous and/or doubtful, either by the statistical algorithms employed or by an operator, shall be flagged (marked) accordingly and shall not be deleted. To classify errors in accordance with their magnitude, use of error classes is recommended.

### 2.4 Data Reduction

The rules and mechanisms employed for data reduction have to be documented. When reducing the data density, the selection of shoal biased depths must be possible.

### 3. Processing Stages

The processing of high volume bathymetric data can be divided into the following stages:

- Data Preparation
- Data Processing
- Automatic (Non-interactive) quality control
- Manual (Interactive) quality control

#### 3.1 Data Preparation

Data preparation files contain either fixed values, e.g. system calibration factors and sensor offsets, or variable values such as sound velocity profiles and tide values for the reduction of soundings. Data files are either prepared by direct operator interaction or automatically. The data in these files are needed for processing raw survey data.

All of these files should be subject to automatic or manual plausibility checks to avoid contamination of the survey data during processing. If, for example, the athwartship offset between the positioning antenna and the transducer is incorrect, a systematic error will be introduced in the positions of all depths.

Files prepared manually by direct operator interaction should be subject to an independent check by a second operator.

#### 3.2 Data Processing

The processing steps outlined below are only to be interpreted as an indication, also with regard to their sequence, and are not necessarily exhaustive. Adaptations may be required due to the configuration of the survey as well as the processing system actually used. In general, processing should strive to use all available sources of information to confirm the presence of navigationally significant soundings.

##### 3.2.1 Position

This step should comprise merging of positioning data from different sensors (if necessary), qualifying positioning data, and eliminating position jumps. Doubtful data should be flagged and not be deleted.

##### 3.2.2 Depth corrections

Corrections should be applied for water level changes, measurements of attitude sensors, and changes of the draught of the survey vessel (e. g. squat changing with speed; change over time caused by fuel consumption). *It should be possible to re-process data for which corrections were applied in real-time.*

##### 3.2.3 Attitude corrections

*Attitude data (heading, pitch, roll) should be qualified and data jumps be eliminated. Doubtful data should be flagged and not be deleted.*

##### 3.2.4 Sound velocity

Corrections due to refraction should be calculated and applied during this step. If these corrections have already been applied in real-time during the survey, it should be possible to override them by using another sound velocity profile.

##### 3.2.5 Merging positions and depths

For this operation the time offset (latency) and the geometric offset between sensors have to be taken into consideration.

### 3.2.6 Analysis of Returning Acoustic signal

When a representation of the time series of the returning acoustic signal is available, the processing methods should attempt to use this information to qualify soundings.

### 3.3 Automatic (Non-interactive) Quality Control

During this stage, the coordinates (i.e. positions and depths) obtained should be controlled automatically by a programme using suitable statistical algorithms which have been documented, tested and demonstrated to produce repeatable and accurate results.

Selecting an algorithm, robust estimation techniques should be taken into consideration as their adequacy has been confirmed by extensive and independent research conducted by –inter alia- China<sup>1</sup>, France<sup>2</sup>, Denmark, Germany, and the NATO<sup>3</sup>. Employing automated object detection tools using angle-independent time-sampled backscatter from the acoustic signal might be considered as well as a check on automated processing algorithms.

All blunders and erroneous and doubtful data should be flagged for subsequent operator control. The type of flag used should indicate that it was set during the automatic stage.

### 3.4 Manual (Interactive) Quality Control

For this stage the use of 3-D visualisation tools is strongly recommended. These tools should allow viewing the data using a zoom facility. The interactive processing system should also offer different display modes for visualisation, e.g. depth plot, error plot, single profile, single beam, backscatter imagery etc. and should allow for the visualisation of the survey data in conjunction with other useful information as e.g. shoreline, wrecks, aids to navigation etc.; editing of data should be possible in all modes and include an audit trail. If feasible, data displays should be geo-referenced.

If feasible, these tools should include the reconciliation of normalised backscatter imagery with bathymetry and, provided that automated object detection tools were used, display of flagged data for both data modes should be possible.

*The rules to be observed by operators during this stage should be documented.*

*The flags set during the automatic stage, which correspond to depths shallower than the surrounding area, should require explicit operator action, at least, for Special Order and Order 1 surveys (cf. S-44, Table 1). If the operator overrules flags set during the automatic stage, this should be documented. If a flag is set by the operator, the type of flag used should indicate this.*

~~*It may be possible to exclude areas where depths are not relevant for the safety of navigation (cf. IHO Publication S-44, Table 1).*~~

## 4. Metadata

*Metadata should be associated with each processed dataset. Chapter 5 of S-44 contains recommendations on the scope of metadata.*

## 5. Validation Procedures

The final data should be subject to independent in-house validation employing documented quality control procedures.

---

<sup>1</sup> Huang Motao et al. "Robust Method for the Detection of Abnormal Data in Hydrography" in International Hydrographic Review, Monaco, LXXVI(2), September 1999, pp. 93-102

<sup>2</sup> N. Debese, H. Bisquay "Automatic Detection of Punctual Errors in Multibeam Data Using a Robust Estimator" in International Hydrographic Review, Monaco, LXXVI(1), March 1999, pp. 49-63

<sup>3</sup> G. Canepa, O. Bergen "An approach to robust map generation from multibeam bathymetric data" in SACLANTCEN Report Nr. SR-285