

RETURN BIDS TO:
RETOURNER LES SOUMISSIONS À:
Bid Receiving - PWGSC / Réception des soumissions
- TPSGC
11 Laurier St. / 11, rue Laurier
Place du Portage , Phase III
Core 0B2 / Noyau 0B2
Gatineau, Québec K1A 0S5
Bid Fax: (819) 997-9776

SOLICITATION AMENDMENT
MODIFICATION DE L'INVITATION

The referenced document is hereby revised; unless otherwise indicated, all other terms and conditions of the Solicitation remain the same.

Ce document est par la présente révisé; sauf indication contraire, les modalités de l'invitation demeurent les mêmes.

Comments - Commentaires

Vendor/Firm Name and Address
Raison sociale et adresse du
fournisseur/de l'entrepreneur

Issuing Office - Bureau de distribution
Ship Refits and Conversions / Radoubss et
modifications de navires and / et
11 Laurier St. / 11, rue Laurier
6C2, Place du Portage
Gatineau, Québec K1A 0S5

Title - Sujet LEONARD J COWLEY VLE REFIT- 2015	
Solicitation No. - N° de l'invitation F7049-140286/A	Amendment No. - N° modif. 007
Client Reference No. - N° de référence du client F7049-140286	Date 2015-01-24
GETS Reference No. - N° de référence de SEAG PW-\$\$MD-021-24828	
File No. - N° de dossier 021md.F7049-140286	CCC No./N° CCC - FMS No./N° VME
Solicitation Closes - L'invitation prend fin at - à 02:00 PM on - le 2015-02-09	Time Zone Fuseau horaire Eastern Standard Time EST
F.O.B. - F.A.B. Plant-Usine: <input type="checkbox"/> Destination: <input type="checkbox"/> Other-Autre: <input type="checkbox"/>	
Address Enquiries to: - Adresser toutes questions à: Byron, Dan	Buyer Id - Id de l'acheteur 021md
Telephone No. - N° de téléphone (819) 956-0691 ()	FAX No. - N° de FAX (819) 956-7725
Destination - of Goods, Services, and Construction: Destination - des biens, services et construction:	

Instructions: See Herein

Instructions: Voir aux présentes

Delivery Required - Livraison exigée	Delivery Offered - Livraison proposée
Vendor/Firm Name and Address Raison sociale et adresse du fournisseur/de l'entrepreneur	
Telephone No. - N° de téléphone Facsimile No. - N° de télécopieur	
Name and title of person authorized to sign on behalf of Vendor/Firm (type or print) Nom et titre de la personne autorisée à signer au nom du fournisseur/ de l'entrepreneur (taper ou écrire en caractères d'imprimerie)	
Signature	Date

La modification n°7 de la demande de soumissions vise à:

1) Inclure les questions et réponses suivantes dans l'Appel d'offres.

INCLURE :

NUMÉ DE QUESTION	QUESTION	RÉPONSE
8	H-02 3.2.17 que cet abri sert pour toute la durée du radoub et devra-t-il se trouver à bord du navire ou sur le chantier?	L'abri est conçu pour HD-06 Peinture de la carène et HD-08 Peinture de la coque au-dessus de la zone de renforcement antiglace.
9	H-02, paragraphe – Services les spécifiés un « » Veuillez donner des détails sur cette exigence.	Voir la réponse fournie ci-dessus
10	H-25, paragraphe – Isolation des chambres froides de la cuisine Normalement, une chambre froide serait installée avec un plancher, mais la spécification indique que le plancher n'est pas requis. Veuillez expliquer pourquoi il n'y a pas d'exigences à ce sujet.	Les planchers doivent être remplacés et cela a été mentionné lors de la conférence des soumissionnaires pour supprimer (non) les sections 3.1.1.4. et 3.1.2.4 - les planchers sont requis. Le plancher doit être en acier inoxydable de 10 mm d'épaisseur avec aux murs des panneaux Camlock remplis de polyuréthane expansé sur place.
11	H-29, paragraphe – Essai de stabilité Veuillez fournir la « du livret sur la stabilité et l'assiette pour les navires de la GCC » daté d'octobre	J'ai joint la version anglaise et demandé la version française qui pourrait ne pas être disponible, car il s'agit d'une nouvelle version.
12	HD-10, Ré de la coque Veuillez fournir une copie de la spécification de soudage CT-043-EQ-EG-001.	J'ai joint les versions anglaise et française
13	H-17, paragraphe – Plancher de cuisine Peut-on utiliser des carreaux de plinthe de 6" plutôt que de 5" afin d'éviter de couper chaque carreau?	Non, ils doivent mesurer 5" car c'est toute la hauteur disponible.

14	H-17, paragraphe – Plancher de cuisine utiliser un coulis normal de plancher ou un mortier é ne né pas de scellant? Pour appliquer une couche de scellant, il y a une pé de durcissement de 28	L'entrepreneur doit utiliser le produit TEC Power Grout ou l'é Vous trouverez ci-joint les renseignements sur le produit.
15	H-12, paragraphe – Plancher et faux plancher : Pouvez-vous indiquer le fabricant d'origine des carreaux de tapis?	Déé nous n'avons pas cette information; selon nous, il doit é approuvé par Lloyd's pour ce secteur.
16	H-16, paragraphe – Remplacement du maté de cuisine Le numé de modè de la table d'aliments chauds MKE correspond à une unité de 33 – à deux puits. La description de la spé exige une longueur de 71 Veuillez indiquer ce qui est requis.	Nous aurions besoin d'une unité de 71 de longueur.
17	H-16, paragraphe – Remplacement du maté de cuisine : Le numé de modè HFT dé une base en acier peint. HTFS signifie tout en acier inoxydable. Lequel serait préé	Nous voulons de l'acier inoxydable.
18	À quel endroit la confé des soumissionnaires aura-t-elle lieu? Dans le dernier addenda, il est dit « à dé »	Base de la GCC de St. chemin Southside, dans la salle Gilbert, à 13 le 15
19	Lorsque le navire est en cale sè devons-nous tout de mê fournir 400A?	Oui

20	HD-10 – 1.2.1.1 Est-ce que vous acceptez une plaque de caté EH36 de DNV plutôt que de caté de Lloyd's?	<p>Lloyd's peut accepter à condition de respecter ce qui suit</p> <p>1. Avant l'inspection visuelle, l'inspecteur de Lloyd' Register doit confirmer le marquage et l'é de la plaque. L'inspecteur de Lloyd' Register doit indiquer que la plaque est acceptée</p> <p>2. La mesure de l'é doit être au hasard, conformément aux certificats.</p> <p>3 Examen des tô brutes qui doivent être jugées satisfaisantes selon les règles de Lloyd' Register. Tous les essais de confirmation dans la mesure requise par les règles de Lloyd' Register. L'acier est approuvé par Lloyd' Register.</p> <p>4. Certificat avalisé et accepté par l'inspecteur de Lloyd' Register.</p>
21	HD-10 Avons-nous besoin de remplacer le raidisseur sur la plaque d'acier à renouveler?	Non
22	HD-06 Dans la version française de la spécification il est dit de refaire le revêtement Inerta, mais au point 3.1, ils n'ont pas prévu le produit dans la section des revêtements	Le revêtement original qui a été appliqué sur ce navire est le produit Inerta. Notre processus de réparation pour le revêtement Inerta est défini à la section ainsi que la section des revêtements. Nous ne réparons pas le revêtement Inerta en appliquant le même produit.
23	H-09 ,2.1.1 « propriété se réserve un droit d'achat direct » ce qui rend difficile pour le soumissionnaire d'établir des prix et de présenter une soumission.	En prenant cette prévision nous voulons nous assurer que la qualité de l'acier est approuvée par Lloyd's ou qu'il s'agit d'acier d'origine, le cas échéant

24	H-09, 3.3.7 stipule « doit remplacer les supports conformément aux exigences de Lloyds » Cela est valable dans toute la spéc Le coût de ces remplacements devra-t-il être déduit à l'aide du formulaire de TPSGC?	Oui, il le sera à l'aide du formulaire de TPSGC.
25	H-09 La spéc demande fr de fournir des manuels. Doivent-ils être bilingues?	Non, ils doivent être rédigés en anglais; s'ils existent en français nous aimerions qu'ils soient fournis, mais nous ne voulons pas que l'entrepreneur s'occupe de la traduction.
26	H-12, 3.1.2 À quoi les mots « remplacement » font-ils référence	On précise que ce qui est déduit doit être fourni.
27	H-12, 3.1.11.7 Est-ce que le mot « » devrait être remplacé par « »	Oui, on devrait lire « » et non « »
28	H-16, 5,3 Veuillez confirmer la pièce d'équipement qui exige une formation fournie par le représentant technique du fournisseur.	L'entrepreneur doit passer en revue les neuf pièces
29	H-29 Est-ce que le Canada acceptera un livret de stabilité provisoire au moment de la livraison et le document intégralement plus tard, à une date déduite Si l'essai de stabilité est effectué à la fin des travaux, comme il se doit, le navire devra rester immobile pendant un mois jusqu'à ce que la version définitive du livret soit déduite et approuvée	Oui le Canada acceptera, au moment de la livraison, un livret de stabilité provisoire et le document intégralement plus tard, à une date déduite
30	HD-10, 2.2.2 L'analyse de l'air est-elle acceptable?	Ce doit être un test hydrostatique.

31	HD-13, 6.2.4 Le ré doit être véré avec les bouchons d'être enlevé et à la section le ré doit être véré avec les bouchons d'être posé Le ré doit-il être véré deux	Non. La section doit être supprimée entière
32	HD-14, 4,2 Nous supposons que l'essai correspondant à 1,5 la pression de service fait être à la tuyauterie installée dans la tâche du devis?	Oui, c'est bien cela.
33	Le ré doit-il être soumis à un essai hydrostatique?	Oui, conformément aux inspections de Lloyd's.
34	HD-15, 3.1.3 Veuillez indiquer ce qui doit être inclus dans le prix de la soumission.	Le dé de huit est de carburant, mais la soumission devra indiquer le prix unitaire, aux fins de rajustement par TPSGC à l'aide du formulaire Ré de mazout à bâ et à tribord numéroté et 4 selon le dessin de ré ré
35	HD-16, 3.1.8 Les ré de tôle internes endommagés seront-ils estimés à l'aide du formulaire Les soumissionnaires ne peuvent pas décrire la portée des ré nés jusqu'à ce que le ré soit ouvert.	3.1.8 Nous n'envisageons pas les ré de l'acier, mais plutôt celles du revêtement La zone de ré du revêtement aux fins de l'appel d'offres, mesure 4,65 m carré
36	E.05, 3.1.12, 3.2.8 et 313.9 Prévoyez que l'entrepreneur remplacera les vannes si Lloyd's l'exige. Dans la section 3.4.9, si les vannes sont remplacées ce sera à l'aide du formulaire Cette mesure s'appliquera-t-elle à toutes les vannes qui doivent être remplacées dans E.5?	Oui

37	ED-01, 1 Les dé pour Rolls seront-elles toutes couvertes par l'allocation et rajusté à la hausse ou à la baisse au moyen du formulaire	Oui
38	ED-02, 3.1.23 L'entrepreneur doit-il inclure une allocation pour Brown Broveri concernant la remise en é du turbocompresseur?	Non. Le turbocompresseur doit é remis en é par Wartsila.
39	L-02 Est-ce que l'achat des composants Woodward requis peut é inclus avec l'allocation du repré déé et rajusté au moyen du formulaire	Non
40	Est-il possible d'obtenir en format AutoCAD les dessins pour les systé de tuyauterie de Cowley?	Les dessins seront fournis dans le format disponible. 590-42-2 590-34 590-35 590-36 590-42-1 590-45-2 590-45-1 590-44-1 590-44-2
41	ED-03 Pouvez-vous fournir une copie des dessins Oui	Oui
42	HD-07 Pouvez-vous fournir une copie des dessins	Oui
43	ED-05 Existe-t-il un dessin de tuyauterie pour le remplacement du tuyau d'alimentation de l'unité d'osmose inverse?	Non

44	<p>Nous avons des questions en ce qui a trait à l'assurance demandé dans l'appel d'offres. Nous envisageons de ramener le navire à notre cale sè et le navire a besoin d'une assurance maritime qui n'est pas exigé dans le devis. Nous comprenons que lorsque le navire est en transit entre la cale sè et le quai d'armement, l'assurance responsabilité demeure au Canada. L'assurance de remorqueurs ne couvre jamais le navire pendant qu'il est remorqué ou en manœ dans le port. Pouvez-vous confirmer que votre navire est toujours assuré par votre assurance maritime normale lorsqu'il est remorqué Questions relatives à l'assurance demandé dans l'appel d'offres.</p>	<p>Le navire est sous les soins et la garde du chantier naval pendant le radoub. Il est de la responsabilité du chantier naval de fournir l'assurance supplé qui est né Selon la clause de la soumission « incombe à l' de dé s' doit souscrire une couverture d' supplé pour remplir ses obligations lié au contrat et se conformer aux lois qui s' Toute couverture d'assurance supplé souscrite est à la charge de l'entrepreneur, et dans son intéê »</p>
45	<p>HD-15 Quilles de roulis. Est-il possible d'avoir le dessin ré Nous comprenons qu'aucun nouveau revê n'est né à l'inté de la quille de roulis après le travail de soudage.</p>	<p>Un dessin sera fourni, et aucune peinture ne doit ê appliqué après le soudage.</p>
46	<p>L-10, 1.3 La spé H-03 fait réé aux essais en mer; pouvez-vous confirmer que cela devrait ê L-03?</p>	<p>Cela devrait ê H-05 Systè d'é fixes et L-03 Systè de dé d'</p>
47	<p>L-10, 3.1.1 Trente-cinq à contacts sont né</p>	<p>Oui</p>
48	<p>L-10, 3.1.1 Quatre d'activation sont né</p>	<p>Oui</p>

49	L-10, 3.1.1 Les commutateurs d'activation né une alimentation de 24	Les commutateurs d'activation né une alimentation de 24 La tension de 24 peut provenir des modules LUA et LUB dans la salle des machines principale, car l'alarme doit ê acheminé à ces armoires
50	L-10, 3.1.2 Quinze de surveillance de basse pression seront né	15 sont requis
51	L-10, 3.1.2.2 Cette fonction existe déjà sur le panneau du systè de dé d'incendie du navire. Cette caracté devra-t-elle ê retiré du panneau de dé ou sera-t-elle installé é sur le nouveau systè de l'espace des machines?	Non
52	L-10, 3.1.3 Nous ne sommes pas accréé pour installer le câ qui convient au systè de surveillance des machines. Y a-t-il une allocation en espè à cette fin?	Une allocation de 10 pour le repré de Trihedral est incluse dans la section
53	L-10, 3.1.4 Comme ci-dessus. 3.1.3	Une allocation de 10 pour le repré de Trihedral est incluse dans la section
54	L-10, 3.1.11 Blocage par un interrupteur ou par l'entremise du systè de surveillance des machines?	S'il y a une connexion au systè VTS Trihedral, cela peut ê effectué par l'intermé d'une interface IHM, à l'é dans la salle de commande des machines.
55	L-10, 3.1.13 Le soumissionnaire retenu pour cette porté aura-t-il accès à un dessin AutoCAD?	Oui, il aura accès à un dessin en format AutoCAD.
56	L-10, 5.1.1 Mê commentaire que 3.1.13	Il sera disponible en format AutoCAD.

Solicitation No. - N° de l'invitation

F7049-140286/A

Client Ref. No. - N° de réf. du client

F7049-140286

Amd. No. - N° de la modif.

007

File No. - N° du dossier

021mdF7049-140286

Buyer ID - Id de l'acheteur

021md


CCC No./N° CCC - FMS No/ N° VME

57	H-11, Le chantier naval doit-il fournir et installer l'é d'accès selon la description du dessin Trappe d'accès pour le ravitaillement en carburant de l'hée	Oui
58	H-11, Le chantier naval fournira-t-il l'installation de la tuyauterie conformé au dessin	Oui

Fin de la modification n°7 de la demande de soumissions

#18

REV.	DESCRIPTION	DATE	APPROVED BY
	APPROVED	DATE	APPROVED
	LEONARD COWLEY	07/03/84	OWNER
	C.C.O.S.		



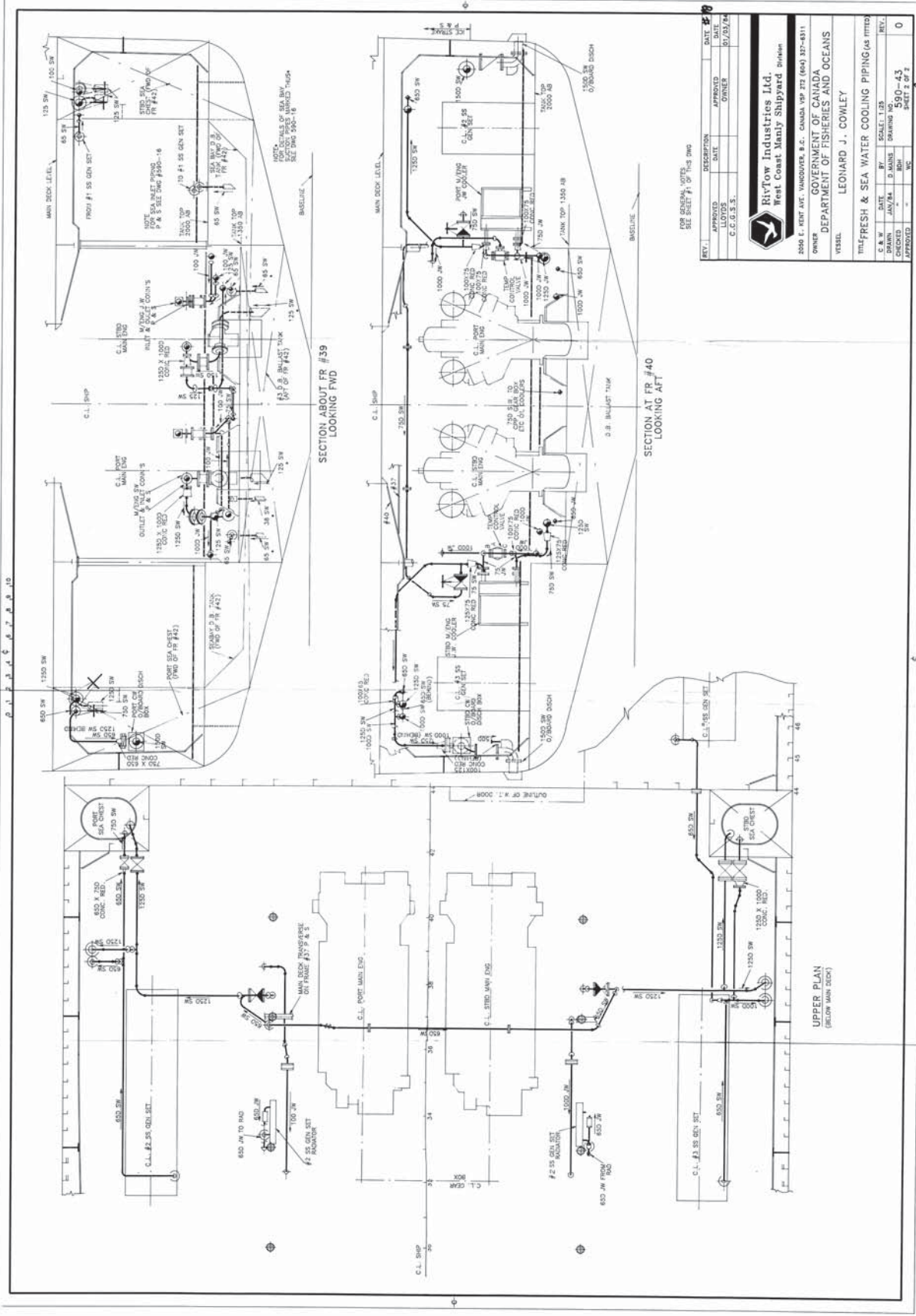
Rivtow Industries Ltd.
West Coast Manly Shipyard - Brisbane

2009 E. KENT AVE. COVINGTON, B.C., CANADA V5P 2T2 (604) 327-4311

OWNER: GOVERNMENT OF CANADA
DEPARTMENT OF FISHERIES AND OCEANS

VEHICLE: LEONARD J. COWLEY

TITLE: FRESH & SEA WATER COOLING PIPING (40 mm)



Rivtow Industries Ltd.
West Coast Manly Shipyard

2500 E. 1ST AVE., VANCOUVER, B.C. CANADA V5P 2T2 (604) 337-8311

GOVERNMENT OF CANADA
DEPARTMENT OF FISHERIES AND OCEANS

VESSEL
LEONARD J. COWLEY

THIS FRESH & SEA WATER COOLING PIPING (AS FITTED)

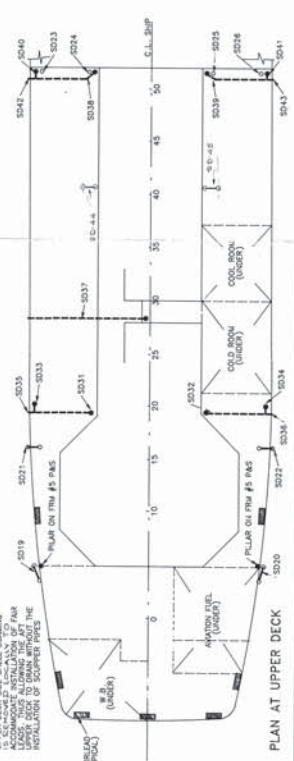
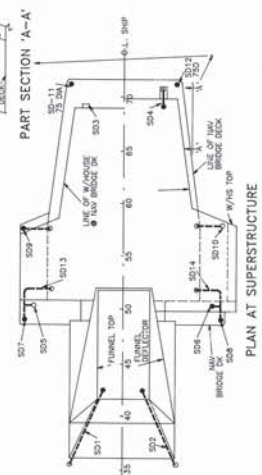
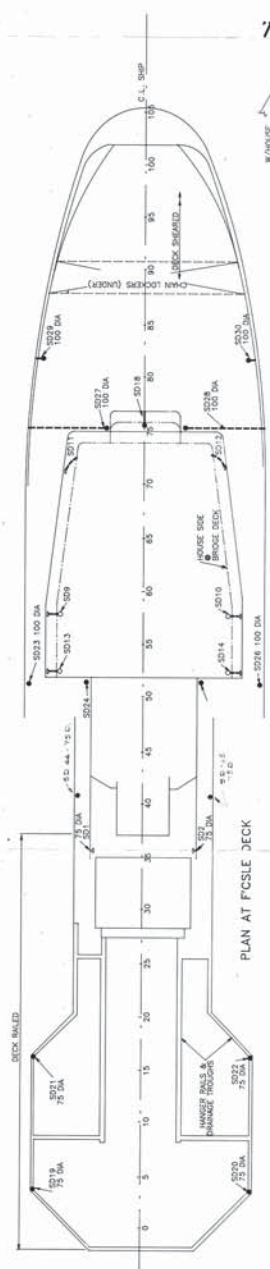
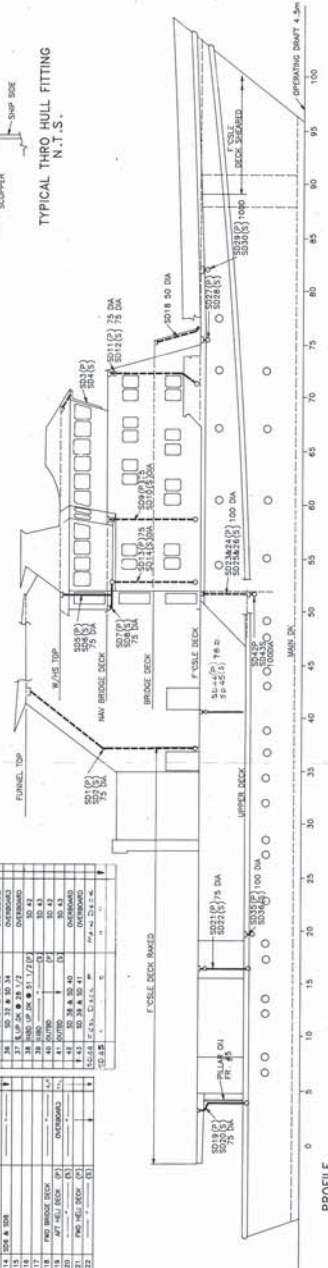
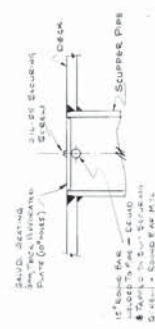
C & W DATE BY SCALE 1:25
JAN/84 D MAINS
DRAWN BY
APPROVED BY

0

Box 1

NOTE: COUPONS & PRIZES ARE FORWARDED IN SUCH A MANNER AS TO PROTECT THE IDENTIFICATION OF THE INDIVIDUALS DONATING TO AIDS THESE PRIZES MAY COLLECT:


- EUROPEAN RINGS SETS OR NAMEBANDS GIVING
- ONE SIX SIX BLACK SWEL - PRESENT OF EUROPEAN
- ALL TOP SCORING KITCHEN - REMOVALS GRATING OF
- THE TANNING REQUIREMENTS OF LOTS SALES, CO. BILLS
- COUPONS FOR INFORMATION, AS ARE APPLICABLE SHALL BE
COMPLETED WITHIN



5100 BRANCH
DFO OTTAWA
1807 221 1305
EXAMINED
BY: *[Signature]*

REV.	APPROVED LOTUS	DESCRIPTION BRI	DATE
	C.C.O.S.S.		

REV.	APPROVED LOTUS	DESCRIPTION BRI	DATE
	C.C.O.S.S.		



Rivtow Industries Ltd.
West Coast Heavy Shipyard
Division

2000 F. RD. AVE. VANCOUVER, B.C. CANADA V7V 2T2 (604) 327-4311

OWNER	GVERNMENT OF CANADA
DEPARTMENT	DEPARTMENT OF FISHERIES AND OCEANS
VESSEL	LEONARD J. COWLEY

TITLE	EXTERIOR SCUPPERS & DRAINS
C.N.W.	SCALE: 1:100
DATE	BY
CHECKED	DATE
APPROVED	590-51
	0

(Box 1)



Pêches et Océans
Canada

Fisheries and Oceans
Canada

CT-043-EQ-EG-001-F

Garde côtière
canadienne

Canadian
Coast Guard

Spécification de soudage



Spécification de soudage
Garde côtière canadienne

Canada

Contrôle du document

	Publié sous l'autorité de la : Direction générale des Services techniques intégrés Pêches et Océans Canada Garde côtière canadienne Ottawa, Ontario, K1A 0E6 CT-043-EQ-EG-001-F SPÉCIFICATION DE SOUDAGE
	PREMIER EDITION – MARS 2014 RÉVISÉ [CLIQUEZ_ET_ENTREZ_LA_DATE_(MMMM_YYYY)]
	Available in English : Welding Specification
	Disponible sur le site de la GCC : http://ccg-gcc.ncr.dfo-mpo.gc.ca EKME#3049562v1

Registre des modifications

N°	Date	Description	Initiales

Approbations

Bureau de première responsabilité (BPR)	Tracey Clarke	Approuvé : _____
		Date _____
Gestionnaire, Ingénierie et entretien, Coque/Mécanique/Électricité	Anne Marie Sekerka	Approuvé : _____
		Date _____
Directeur, Services d'ingénierie maritime, STI	Gary Ivany	Approuvé : _____
		Date _____
Directeur général Services techniques intégrés	Michel Cécire	Approuvé : _____
		Date _____

Table des matières

GESTION DE LA DOCUMENTATION.....	V
1. AUTORITÉ	V
2. RESPONSABILITÉ	V
3. DEMANDES DE RENSEIGNEMENTS OU DE REVISIONS.....	V
AVANT-PROPOS VI	
CHAPITRE 1 PORTÉE	1
CHAPITRE 2 DÉFINITIONS ET ABRÉVIATIONS.....	2
CHAPITRE 3 DOCUMENTS PERTINENTS.....	3
CHAPITRE 4 ADMINISTRATION	4
CHAPITRE 5 STRUCTURES SOUDÉES.....	5
5.1 EXIGENCES DE L'ENTREPRENEUR.....	5
5.1.1 Structures d'acier	5
5.1.2 Structures d'aluminium.....	5
5.1.3 Procédures de soudage	5
5.1.4 Soudeurs.....	5
5.1.5 Mise à l'épreuve de l'exécution et des qualifications	5
5.1.6 Limitations avant d'entreprendre des travaux de soudage	5
5.1.7 Normes régissant le soudage	5
5.2 CONCEPTION DES SOUDURES ET SYMBOLES	5
5.2.1 Conception des soudures	5
5.2.2 Symboles de soudage	5
5.3 PRODUITS CONSOMMABLES POUR LE SOUDAGE.....	6
5.3.1 Introduction	6
5.3.2 Acier.....	6
5.3.2.1 Sélection des électrodes et des produits consommables.....	6
5.3.2.2 Entreposage et manutention.....	6
5.3.2.3 Exigences des électrodes à teneur faible (bas hydrogène) ou contrôlée en hydrogène.....	7
5.3.2.4 Soudage à l'arc avec électrode enrobée (SMAW)	7
5.3.2.5 Soudage à l'arc submergé (SAW).....	8
5.3.2.6 Soudage à l'arc avec fil fourré et soudage à l'arc avec fil fourré de poudre métallique (FCAW et MCAW)	8
5.3.2.7 Soudage à l'arc sous gaz avec fil plein (GMAW)	9
5.3.2.8 Électrodes pour les aciers à haute résistance à l'effet d'entaille.....	9
5.3.2.9 Électrodes pour les aciers résistant à la corrosion atmosphérique	10
5.3.2.10 Soudures et joints de la coque d'acier des navires naviguant dans les glaces	10
5.3.3 Aluminium	10
5.3.3.1 Sélection des électrodes et des produits consommables.....	10
5.3.3.1 Entreposage et manutention.....	10
5.4 EXÉCUTION DES TRAVAUX	11
5.4.1 Environnement	11
5.4.2 Températures de préchauffage et entre les passes	11
5.4.3 Formage des plaques	11
5.4.3.1 Généralités.....	11
5.4.3.2 Personnel	11
5.4.3.3 Matériaux.....	11

5.4.3.4	<i>Procédures</i>	12
5.4.3.5	<i>Mesures de contrôle</i>	12
5.4.4	Taille et dimensions des soudures	12
5.4.5	Espacement des soudures adjacentes	12
5.4.6	Tôles et renforts	13
5.4.7	Préparation des bords et tolérances d'assemblage.....	13
5.4.8	Support intercostal	13
5.4.9	Épaisseur des plaques d'épaisseur différente.....	14
5.4.10	Tolérance des surfaces arasées	14
5.4.11	Tolérance des surfaces lisses	14
5.4.12	Préparation des soudures pour l'application de la peinture	14
5.4.13	Déformation et contrainte résiduelle.....	15
5.4.13.1	<i>Généralités</i>	15
5.4.13.2	<i>Joints retenus</i>	15
5.4.13.3	<i>Gabarits et montages</i>	15
5.4.13.4	<i>Déroulement</i>	16
5.4.13.5	<i>Intersections et distance de relâchement</i>	16
	Réparation des déformations.....	17
5.4.14	Soudures temporaires et retrait des anses	17
5.4.14.1	<i>Soudures temporaires</i>	17
5.4.14.2	<i>Anses et fixations temporaires</i>	17
5.4.14.3	<i>Retrait des soudures, des anses et des fixations temporaires</i>	17
5.4.15	Coups d'arc	17
5.5	EXIGENCES APPLICABLES AUX INSPECTIONS DE SOUDURE.....	18
5.5.1	Généralités	18
5.5.2	Vérifications mensuelles des installations	18
5.5.3	Vérifications des essais non destructifs	18
5.5.4	Choix des méthodes d'essais non destructifs	18
5.5.5	Emplacements assujettis aux inspections	19
5.5.6	Étendue des inspections.....	19
5.5.6.1	<i>Examen visuel</i>	19
5.5.6.2	<i>Méthodes d'END – Nouvelle construction</i>	19
5.5.6.1	<i>Méthodes d'END - autre</i>	20
5.5.7	Préparation de la surface avant l'inspection	20
5.5.8	Inspection différée	20
5.5.9	Qualifications et certificats du personnel d'inspection.....	20
5.5.9.1	<i>Examen visuel</i>	20
5.5.9.2	<i>Autres méthodes d'inspection</i>	20

5.5.9.3	Certificats	20
5.5.10	Structures d'acier	21
5.5.10.1	Procédures d'inspection.....	21
5.5.10.2	Critère d'acceptation.....	21
5.5.10.3	Examen radiographique.....	21
5.5.11	Structures d'aluminium.....	22
5.5.11.1	Méthodes d'inspection.....	22
5.5.11.2	Critère d'acceptation.....	22
5.5.11.3	Examen radiographique.....	22
5.5.12	Exigence relative aux films à double chargement	23
5.5.13	Visionneuse radiographique	23
5.5.14	Rapports d'inspection	23
5.5.14.1	Généralités.....	23
5.5.14.2	Examen visuel	23
5.5.14.3	Examen radiographique.....	23
5.5.14.4	Dessins des détails d'inspection.....	24
5.5.15	Chevauchement des inspections	24
5.5.16	Soudure rejetée en entier ou en partie	24
CHAPITRE 6	SOUDAGE DE L'ACIER INOXYDABLE DE CONSTRUCTION.....	25
6.1	PORTÉE	25
6.2	CONCEPTION ET DESSINS.....	25
6.3	CERTIFICATION	25
6.4	ÉLECTRODES DE SOUDAGE ET PRODUITS CONSOMMABLES.....	25
6.5	EXÉCUTION DES TRAVAUX	26
6.6	INSPECTION	26
6.6.1	Généralités.....	26
6.6.2	Personnel	26
6.6.3	Inspections.....	26
6.6.4	Critères d'acceptation	26
CHAPITRE 7	AUTRES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION.....	27
7.1	PORTÉE	27
7.2	CONCEPTION ET DESSINS.....	27
7.3	CERTIFICATION	27
7.4	ÉLECTRODES DE SOUDAGE ET PRODUITS CONSOMMABLES.....	27
7.5	EXÉCUTION DES TRAVAUX	28
7.6	INSPECTION	28
7.6.1	Personnel	28
7.6.2	Inspections.....	28
7.6.3	Critères d'acceptation	28
CHAPITRE 8	SOUDAGE DE LA TUYAUTERIE SOUS PRESSON	29
8.1	PORTÉE	29

8.2	CONCEPTION ET DESSINS	29
8.3	ÉLECTRODES DE SOUDAGE ET PRODUITS CONSOMMABLES	29
8.4	COMPÉTENCES DU PERSONNEL	29
8.5	QUALIFICATION DES PROCÉDURES DE SOUDAGE.....	29
8.6	EXÉCUTION DES TRAVAUX	29
8.7	INSPECTION	30
8.7.1	Généralités.....	30
8.7.2	Personnel	30
8.7.3	Inspections.....	30
8.7.4	Critère d'acceptation	30
ANNEXE A	CODES, PUBLICATIONS ET NORMES DE REFERENCE	A-1
A.1	LISTE DES CODES, DES PUBLICATIONS ET DES NORMES.....	A-1
ANNEXE B	ESSAIS POUR L'ÉVALUATION DE LA RÉSISTANCE À LA CORROSION DES MÉTAUX DE SOUDAGE EN ACIER AU CARBONE EXPOSÉS À L'EAU DE MER	B-1
B.1	PORTÉE	B-1
B.2	ENSEMBLE D'ESSAI.....	B-2
B.3	ESSAIS DE DISSOLUTION ANODIQUE	B-3
B.4	RAPPORTS DES RÉSULTATS D'ESSAI	B-3
ANNEXE C	FORMAGE A CHAUD ET EXIGENCES THERMIQUES - ALUMINIUM.....	C-1
C.1	FORMAGE À CHAUD	C-1
C.2	FORMAGE À FROID.....	C-1

Liste des tableaux

Tableau 5.1	Sélection des électrodes à teneur faible ou contrôlée en hydrogène	7
Tableau 5.2	Sélection des électrodes de soudage pour le soudage à l'arc avec électrode enrobée	7
Tableau 5.3.	Sélection du fil-électrode et du flux pour le soudage à l'arc submergé.....	8
Tableau 5.4	Sélection des fils-électrodes pour le soudage à l'arc avec fil fourré et le soudage à l'arc avec fil fourré de poudre métallique.....	8
Tableau 5.5	Sélection des fils-électrodes pour le soudage à l'arc sous gaz avec fil plein.....	9
Tableau 5.6	Emplacements assujettis aux inspections.....	19
Tableau 5.7	Nombre d'inspections – Nouvelle construction	19
Tableau 5.9	Épaisseur et kilovolts maximum.....	22
Tableau C1	Durée maximale d'exposition à une température préparatoire pour le formage des alliages d'aluminium ..	1

Liste des illustrations

Figure 5.1	Approche de soudage pour limiter la dureté sous cordon pour les dépôts de finition du bordé extérieur .	10
Figure 5.2	Support intercostal.....	13
Figure 5.3	Soudure de transition	14
Figure 5.4	Chanfreinage.....	14
Figure 5.5	Soudures bout à bout alternées	16
Figure 5.6	Soudure bout à bout alignée.....	16
Figure B1	Ensemble de plaques d'essai de dissolution anodique	B-2
Figure B2	Séquence des cordons	B-2
Figure B3	Échantillon d'essai de dissolution anodique.....	B-3
Figure B4	Système d'essai de dissolution anodique	B-3

Gestion de la documentation

1. Autorité

Le présent document est publié par le directeur général des Services techniques intégrés, au nom du sous-ministre de Pêches et Océans Canada et du commissaire de la Garde côtière canadienne.

2. Responsabilité

- a) Le directeur d'ingénierie navale est responsable de ce qui suit :
 - i) produire et diffuser le présent document;
 - ii) désigner un bureau de première responsabilité (BPR) chargé de la coordination et du contenu du document.
- b) Le BPR est responsable de ce qui suit :
 - i) de vérifier la validité et l'exactitude du contenu;
 - ii) d'assurer l'accessibilité de l'information;
 - iii) d'effectuer les mises à jour au besoin;
 - iv) d'assurer la révision périodique;
 - v) d'effectuer le suivi de tous les commentaires, demandes et suggestions reçus de l'expéditeur.

3. Demandes de renseignements ou de révisions

Toutes les demandes concernant le présent document, y compris les suggestions d'amélioration et les demandes d'explication, doivent être adressées au :

Titre du poste : Gestionnaire, Ingénierie et entretien, Coque/Mécanique/Électricité
Adresse : Pêches et Océans – Garde côtière canadienne
 200, rue Kent
 Ottawa (Ontario)
 K1A 0E6

Toutes les demandes devraient :

- vi) être claires et concises;
- vii) renvoyer à un chapitre, à une section, à une figure ou à un tableau précis.

Avant-propos

La présente spécification a été préparée par le secteur de Mécanique navale des Services techniques intégrés (STI) de la Garde côtière canadienne, Pêches et Océans Canada, Ottawa.

L'objet de la présente spécification est énoncé au chapitre 1.0, sous la rubrique Portée.

Lorsque la présente spécification fait l'objet d'une utilisation autre que celle qui est stipulée dans la portée du document, il incombe à l'utilisateur de juger de sa pertinence à cet effet.

Chapitre 1 PORTÉE

La présente spécification établit les exigences relatives au secteur de Mécanique navale des Services techniques intégrés de la Garde côtière canadienne, Pêches et Océans Canada, Ottawa.

La présente spécification doit être respectée dans le cadre de ce contrat.

La présente spécification indique en détail les exigences de soudage et d'examen non destructif des soudures de l'acier de structure, de l'aluminium et de l'acier inoxydable et du large éventail des autres matériaux utilisés pour l'installation de la tuyauterie sous pression, des réservoirs sous pression et des systèmes de confinement sous pression et de l'équipement à bord d'un navire.

La présente spécification se veut une exigence du propriétaire. Outre la présente spécification, l'entrepreneur doit respecter toutes les règles et la réglementation requises par la Sécurité et la sûreté maritimes de Transports Canada et la société de classification régissant les travaux, le cas échéant.

Lorsque les règles ci-dessus dépassent les exigences indiquées dans le présent document, les exigences les plus strictes s'appliquent.

Chapitre 2 DÉFINITIONS ET ABRÉVIATIONS

Les définitions et abréviations ci-dessous s'appliquent à la présente spécification :

Approuvé (approbation)	Signifie examiné et accepté par le représentant délégué du directeur d'ingénierie navale, à moins d'indication contraire.
Entrepreneur	Il s'agit de l'entreprise qui a obtenu le contrat attribué par le propriétaire.
CWB	Il s'agit du Bureau canadien de soudage.
Représentant délégué	C'est la personne qui a reçu l'autorité de représenter le directeur d'ingénierie navale concernant les enjeux relatifs aux exigences de la présente spécification, dans le cadre d'un contrat en particulier.
Ingénieur (dans les normes auxquelles on fait référence)	C'est le représentant délégué.
Inspection, Examen, Essais	Signifie l'acte de porter une attention particulière à un aspect donné, en ayant recours soit, à des méthodes destructives ou non destructives dans le but de caractériser l'aspect en question et de déterminer l'acceptation ou le rejet de ce dernier en se basant sur un critère défini, afin de localiser les problèmes.
Propriétaire	Dans le cadre de la présente spécification s'appliquant à un contrat donné, il s'agit de Mécanique navale, Services techniques intégrés (STI) de la Garde côtière canadienne, Pêches et Océans Canada, Ottawa.
Tuyauterie sous pression	Toute la tuyauterie servant à faire circuler un liquide à une pression supérieure à la pression atmosphérique, à moins d'indication contraire.
Responsable provincial des réservoirs sous pression	Ce sont les organisations, régies par les provinces du Canada, qui doivent surveiller le soudage de la tuyauterie sous pression, des réservoirs sous pression et les systèmes de confinement sous pression.
Structure ou structural (aux)	Correspond à la structure de la coque principale et à la structure secondaire.
Structure, coque principale	Correspond à la partie de la structure de la coque du navire qui constitue la poutre-coque principale comprenant la structure résistant aux surcharges de glace. Cette structure comprend les ponts de résistance, les plateformes et le bordé extérieur ainsi que les cadres de soutien, le plafond de ballast, la quille verticale, les cloisons longitudinales et transversales principales. En plus de la poutre-coque principale, les cloisons étanches à l'eau, à l'huile et aux gaz doivent être considérées comme faisant partie de la structure de la coque principale.
Structure, secondaire	Correspond à toute la structure du navire qui n'est pas incluse dans la définition de la structure de coque principale.
Sous-traitant	Il s'agit de l'entreprise qui a obtenu le contrat attribué par l'entrepreneur.

Chapitre 3 DOCUMENTS PERTINENTS

L'entrepreneur ou le sous-traitant qui effectue le soudage ou l'inspection des soudures doit se familiariser avec les codes, les normes, les règles et les publications qui se rapportent à la présente spécification (se reporter à l'annexe A).

Les références mentionnées ci-dessus doivent être de la dernière édition et faire l'approbation de l'organisation qui émet lesdites publications au moment de l'attribution du contrat.

Sauf mention faite dans le chapitre 1, lorsque des exigences d'autres publications entrent en conflit avec les exigences mentionnées dans le présent document, il importe de faire appel au représentant délégué afin d'établir la préséance.

Chapitre 4 ADMINISTRATION

La présente spécification doit être administrée par le directeur, Ingénierie navale, Services techniques intégrés de la Garde côtière canadienne, Pêches et Océans Canada, Ottawa.

Aux fins d'administration, le directeur d'ingénierie navale doit déléguer des représentants qui seront responsables de mesurer le rendement de l'entrepreneur et sa capacité à répondre aux exigences mentionnées dans le présent document.

L'entrepreneur doit permettre aux représentants délégués d'accéder aux installations, aux fichiers et aux registres relatifs aux exigences de cette spécification pour la durée du contrat et de la période de garantie.

La documentation qui doit être disponible pour les représentants délégués doit comprendre, sans toutefois s'y limiter, les registres de compétence du personnel, les spécifications de procédure de soudage et les feuilles de données de procédure de soudage, les dossiers de certification, les résultats des inspections visuelles et des examens non destructifs, les manuels et rapports de contrôle de la qualité et d'assurance de la qualité, et les autres documents connexes.

Chapitre 5 STRUCTURES SOUDÉES

5.1 EXIGENCES DE L'ENTREPRENEUR

5.1.1 Structures d'acier

Tous les entrepreneurs en soudage doivent être certifiés par le CWB, conformément à la norme CSAW47.1, division 1 ou 2, qui s'applique aux nouvelles constructions et aux tâches combinées que les nouvelles constructions.

5.1.2 Structures d'aluminium

Tous les entrepreneurs de soudage doivent être certifiés par le CWB, conformément à la norme CSAW47.2, division 1 ou 2 de la CSA, qui s'applique aux nouvelles constructions et aux tâches combinées que les nouvelles constructions.

5.1.3 Procédures de soudage

Toutes les spécifications de procédure de soudage ou les feuilles de données de procédure de soudage doivent être revues et approuvées par le CWB avant leur utilisation.

5.1.4 Soudeurs

Tous les soudeurs doivent être qualifiés par le CWB avant qu'ils puissent entreprendre un travail de soudage quel qu'il soit.

5.1.5 Mise à l'épreuve de l'exécution et des qualifications

Le CWB doit toujours être présent et documenter l'ensemble des mises à l'épreuve des qualifications de procédure de soudage.

5.1.6 Limitations avant d'entreprendre des travaux de soudage

Tous les entrepreneurs doivent soumettre leurs registres de compétence du personnel de soudage, ainsi que les procédures de soudage approuvées, au représentant délégué avant d'entreprendre un travail de soudage quel qu'il soit.

Toutes les procédures de soudage, y compris les spécifications de procédure de soudage et les feuilles de données de procédure de soudage, doivent inclure une indication d'acceptation par l'entrepreneur (signature, sceau ou tout autre moyen approprié) accompagné du sceau d'acceptation apposé par le CWB.

5.1.7 Normes régissant le soudage

Pour l'acier de structure ≥ 3 mm d'épaisseur, la soudure doit répondre aux exigences des normes CSA W47.1 et CSA W59, à l'exception des modifications indiquées dans le cadre de cette spécification.

Pour l'aluminium de structure ≥ 3 mm d'épaisseur, la soudure doit répondre aux exigences des normes CSA W47.2 et CSA W59.2, à l'exception des modifications indiquées dans le cadre de cette spécification.

5.2 CONCEPTION DES SOUDURES ET SYMBOLES

5.2.1 Conception des soudures

La conception des soudures doit respecter les règles d'une société de classification désignée comme organisme reconnu et approuvé par la Sécurité et la sûreté maritimes de Transports Canada. À moins d'approbation contraire par le représentant délégué, les conditions suivantes doivent être respectées :

- toute soudure sur préparation dans les assemblages bout à bout doit être à pénétration complète;
- tout assemblage en L doit comporter une soudure sur préparation à pénétration complète terminée par une soudure d'angle continue.

Un plan de conception des soudures doit être soumis au représentant délégué sous forme de dessin aux fins d'examen avant d'entreprendre des travaux de soudage quels qu'ils soient.

5.2.2 Symboles de soudage

Les dessins de conception doivent inclure les symboles des exigences de soudage, et les dessins d'exécution doivent comprendre des symboles de soudage qui respectent les exigences des normes CSA W59 et CSA W59.2. Pour les soudures d'angle, les dessins doivent indiquer si les dimensions de la soudure illustrée dans le symbole correspondent à la dimension de la gorge ou la longueur du côté.

5.3 PRODUITS CONSOMMABLES POUR LE SOUDAGE

5.3.1 Introduction

Cette section permet aux entrepreneurs de trouver rapidement les renseignements nécessaires pour faire correspondre les produits consommables pour le soudage avec les diverses nuances d'acier et d'aluminium utilisés pour la construction et la réparation des navires. Pour l'acier, il y a des renvois entre les produits consommables pour le soudage de la CSA et les désignations de matériaux pour la construction de navires. Cette section guide également l'entrepreneur dans le choix de produits consommables pour le soudage résistant à la corrosion pour les navires construits à l'aide de nuances d'aciers résistant à la corrosion atmosphérique et pour les soudures pratiquées dans le bordé extérieur des navires qui naviguent dans les glaces. En ce qui concerne les procédés de soudage autres que ceux énumérés dans le présent document, il importe de se reporter aux normes applicables de la section 5.1.7 du chapitre 5.1 de la présente spécification.

5.3.2 Acier

5.3.2.1 Sélection des électrodes et des produits consommables

Les électrodes et les produits consommables pour tous les procédés de soudage doivent être sélectionnés en fonction de la teneur en hydrogène, des propriétés mécaniques (résistance à la traction, limite d'élasticité, allongement et dureté) et de la résistance à la corrosion dans l'eau de mer.

Généralement, les exigences des tableaux 5.1 à 5.5 inclusivement s'appliquent lorsqu'on utilise de l'acier possédant une limite d'élasticité inférieure à 360 MPa (N/mm²) et des exigences de résilience Charpy V à des températures d'essai supérieures à -45 °C.

En ce qui concerne les autres matériaux ou conditions, les électrodes de soudage et les produits consommables doivent être choisis conformément aux exigences des sections ci-après de la présente spécification :

- Section 5.3.2.8 pour les aciers à haute résistance à l'effet d'entaille;
- Section 5.3.2.9 pour les aciers résistant à la corrosion atmosphérique;
- Section 5.3.2.10 pour les soudures et joints de la coque d'acier des navires naviguant dans les glaces

Les électrodes de soudage et les produits consommables pour le soudage de l'acier doivent être certifiés par le CWB en fonction des exigences de la norme CSA W48 ou de la série A5 des codes applicables de l'AWS.

Quand deux différentes nuances de matériaux comportant les mêmes propriétés de résistance à la traction sont jointes par soudage et que la résistance à la corrosion n'est pas un facteur à prendre en considération, les électrodes et les produits consommables de qualité inférieure sont habituellement acceptés. De même, lorsqu'on joint des matériaux de différentes propriétés de résistance à la traction, les électrodes et les produits consommables doivent convenir à la résistance à la traction de l'élément sur lequel la dimension de la soudure (p. ex. la soudure d'angle) a été déterminée.

Il faut s'assurer de ne pas apparier excessivement les propriétés mécaniques des métaux de soudage.

5.3.2.2 Entreposage et manutention

L'entreposage et la manutention des produits consommables de soudage, les électrodes et les flux doivent être conformes aux exigences de la norme CSA W59.

5.3.2.3 Exigences des électrodes à teneur faible (bas hydrogène) ou contrôlée en hydrogène

En plus des autres facteurs dont il faut tenir compte pour faire correspondre les dépôts de métaux de soudage aux diverses nuances de métal de base, les procédés de soudage et leurs électrodes et produits consommables respectifs produisent diverses quantités d'hydrogène gazeux pouvant être retenu dans le métal de soudage déposé. Bien qu'il soit possible de réduire la quantité d'hydrogène retenue en augmentant les températures de préchauffage, il faudra utiliser les électrodes à teneur faible ou contrôlée en hydrogène et les produits consommables conformément au tableau 5.1.

Tableau 5.1 Sélection des électrodes à teneur faible ou contrôlée en hydrogène

Utilisation obligatoire des électrodes à teneur faible ou contrôlée en hydrogène		Autre que les électrodes à teneur faible ou contrôlée en hydrogène (1)	
Nuance du matériau	Épaisseur du matériau	Nuance du matériau	Épaisseur du matériau
Nuance A	(t) ≥ 19 mm	Nuance A	(t) ≤ 19 mm
Nuance E	Toutes les épaisseurs		
Nuance AH 32, 34 36			
Nuance DH 32, 34, 36			
Nuance EH 32, 34,36			
Nuance FH 32, 36,40			
Nuance FH 42 - 69			
Quand (t) est l'élément le plus épais		Quand (t) est l'élément le plus épais	

Nota: (1) Indépendamment de la nuance du matériau spécifiée, quand l'équivalent de carbone (CE) du matériau dépasse 0,40 lorsque l'équivalent de carbone est calculé à partir de l'analyse de coulée de la manière suivante :

$$CE = \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{5} + \frac{V}{15} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cu}{15}$$

Des électrodes basiques ou à teneur contrôlée en hydrogène sont requis.

Lorsque les nuances de métaux de base nécessitent des électrodes à teneur faible ou contrôlée en hydrogène et que les produits consommables sont produits à l'aide d'une méthode de laminage contrôlé thermomécanique, l'entrepreneur peut demander au représentant délégué d'être exempté des exigences obligatoires qui sont énumérées au tableau 5.1. Cette exemption sera accordée seulement après un examen de la vulnérabilité à la fissuration à froid assisté ou provoqué par l'hydrogène.

5.3.2.4 Soudage à l'arc avec électrode enrobée (SMAW)

Les électrodes pour le soudage à l'arc avec électrode enrobée des aciers de nuance normale et à haute résistance pour la construction de navires doivent être sélectionnées conformément aux exigences du tableau 5.2.

Tableau 5.2 Sélection des électrodes de soudage pour le soudage à l'arc avec électrode enrobée

Nuance de matériau	Électrode CSA W48
Nuance A	E4300, 10, 11, 13, 27 (2) E4914, 24 (2) E4918, 28, 48 (1)
Nuance E	E4918-1 (1)
Nuances AH32, 34, 36 DH32, 34, 36	E4918, 28, 48 (1)
Nuances EH32, 34, 36	E4918-1 (1)
Nuances EH40 FH-XX XX-40-69	Voir section 5.3.2.8 du présent document.

REMARQUES : (1) Comme requis dans le tableau 5.1; (2) Utilisation restreinte comme il est précisé dans le tableau 5.1

5.3.2.5 Soudage à l'arc submergé (SAW)

Les combinaisons de flux et de fil-électrode pour le soudage à l'arc submergé des aciers de nuances normales et à haute résistance pour la construction de navires doivent être sélectionnées conformément aux exigences du tableau 5.3.

Tableau 5.3. Sélection du fil-électrode et du flux pour le soudage à l'arc submergé

Métal de base Nuance	CSA W48	
	Flux (1)	Électrodes
Nuance A	F43A1-XXXX F49A1-XXXX	XXXX-EL12 XXXX-EM12K
Nuances E	F49A4-XXXX F49A5-XXXX	XXXX-EM12K XXXX-EM13K
Nuances AH32, 34, 36 DH32, 34, 36	F49A1-XXXX F49A2-XXXX	XXXX-EM12K XXXX-EM13K
Nuances EH32, 34, 36	F49A4-XXXX F49A5-XXXX	XXXX-EM12K XXXX-EM13K
Nuances EH40 FH-XX XX-40-69	Voir section 5.3.2.8 du présent document.	Voir section 5.3.2.8 du présent document.

Nota: (1) Flux neutre uniquement pour les soudures sur préparation du bordé extérieur.

5.3.2.6 Soudage à l'arc avec fil fourré et soudage à l'arc avec fil fourré de poudre métallique (FCAW et MCAW)

Les fils-électrodes pour le soudage à l'arc avec fil fourré et le soudage à l'arc avec fil fourré de poudre métallique des aciers de nuances normales et à haute résistance pour la construction de navires doivent être sélectionnés conformément aux exigences du tableau 5.4. Le type de gaz de protection doit être conforme aux feuilles de données de procédure de soudage approuvées pour le fil-électrode sélectionné.

Tableau 5.4 Sélection des fils-électrodes pour le soudage à l'arc avec fil fourré et le soudage à l'arc avec fil fourré de poudre métallique

Métaux de base Nuance	Fil-électrode CSA W48					
Nuance A	E49X Voir remarque 2	-T	-1 (M) -5 (M) -6 (M) -8 -9 (M) -12 (M)	E490X Voir remarque 2	-T	-G (1) -GS (1) -4 (1) -7 (1) -10 (1) -11(1)
	E49X Voir remarque 2	-C	-3 (M) -6 (M)	E49X Voir remarque 2	-C	-G (1)
Nuances AH 32, 36 DH 32, 36	E49X Voir remarque 3	-T	-1 (M) -5 (M) -6	E49X Voir remarque 3	-T	-8 -9 (M) -12 (M)
	E49X Voir remarque 3	-C	-3 (M) -6 (M)	E49X Voir remarque 3	-C	-G1
Nuances E EH 32, 36	E49X-T-X(X)-J, E49X-C-X(X)-J Voir remarques 3 et 4 E49X-T-X(X)-J, E49X-C-X(X)-J Voir remarques 3 et 4 E55X-T-X(X)-J, E55X-C-X(X)-J Voir remarques 3 et 4					
Nuances EH40 FH-XX XX-40-69	Aucun produit consommable préautorisé. Voir section 5.3.2.8 du présent document. Des essais de qualification sont requis en utilisant le type de gaz de protection prévu pour la production.					

1. Soumettre pour approbation;
2. Désignation H16 pour l'épaisseur requise dans le tableau 5.1.
3. Désignation H16 pour toutes les épaisseurs.
4. Doit comporter la désignation « J », énergie de rupture moyenne de 27 j à -40 C.

5.3.2.7 Soudage à l'arc sous gaz avec fil plein (GMAW)

Les électrodes pour le soudage à l'arc sous gaz avec fil plein des aciers de nuances normales et à haute résistance pour la construction de navires doivent être sélectionnées conformément aux exigences du tableau 5.5. Le type de gaz de protection doit être conforme aux feuilles de données de procédure de soudage approuvées pour le fil-électrode sélectionné.

Tableau 5.5 Sélection des fils-électrodes pour le soudage à l'arc sous gaz avec fil plein

Métaux de base	Fils-électrodes
Qualité marine	CSA W48 & CAN/ISO 14341
Nuance A	
t ≤ 19 mm.....	ISO 14341-B-G-49A-X-X-XX
t > 19 mm.....	ISO 14341-B-G-49A-2-X-XX ISO 14341-B-G-49A-3-X-XX
Nuance E	ISO 14341-B-G-49A-4-X-XX ISO 14341-B-G-49A-5-X-XX ISO 14341-B-G-49A-6-X-XX
Nuances AH 32, 36 et DH 32, 36	ISO 14341-B-G-49A-2-X-XX ISO 14341-B-G-49A-3-X-XX
EH 32, 36	ISO 14341-B-G-49A-4-X-XX ISO 14341-B-G-49A-5-X-XX ISO 14341-B-G-49A-6-X-XX ISO 14341-B-G-55A-4-X-XX ISO 14341-B-G-55A-5-X-XX ISO 14341-B-G-55A-6-X-XX
Nuances EH40 FH-XX XX-40-69	Aucun produit consommable préautorisé. Voir section 5.3.2.8 du présent document. Des essais de qualification doivent être effectués au moyen du type de gaz de protection prévu pour la production.

Des fils-électrodes approuvés pour une limite d'élasticité et des énergies de rupture moyennes de 47 J, la méthode de suffixe « A », doivent être soumis au représentant délégué aux fins d'examen et d'approbation. Des essais de qualification de procédure de soudage sont requis.

5.3.2.8 Électrodes pour les aciers à haute résistance à l'effet d'entaille

Des électrodes de soudage et des produits consommables pour assembler les aciers de construction de navires à résistance élevée et normale, ayant été fabriqués à l'aide de la méthode par laminage contrôlé thermomécanique doivent être approuvés après une série d'essais de qualification de procédure de soudage.

Les électrodes de soudage et les produits consommables pour assembler les aciers de construction de navire de nuances FH-XX et XX-40 à XX-69 inclusivement doivent être approuvés après une série d'essais de qualification de procédure de soudage.

Les électrodes de soudage et les produits consommables doivent au moins correspondre à la résistance du métal de base (résistance à la traction, limite d'élasticité et allongement) ainsi qu'aux propriétés de résistance à l'effet d'entaille à la température d'essai du métal de base.

Pour être valides, les électrodes et les produits consommables doivent subir une série d'essais de qualification de procédure de soudage dans chaque position de soudage en utilisant les configurations de joints adaptées à celles prévues pour la production. Pour chacune des conditions d'essai, deux soudures doivent être réalisées; chacune aux apports de chaleur minimum et maximum anticipés (kJ/mm) pour le soudage de production.

Les assemblages, les types d'essai et les échantillons doivent être conformes à la norme CSA W47.1. Chaque essai de qualification de procédure de soudage doit être complété à l'aide de 15 échantillons de résilience Charpy V; 5 échantillons comportant l'entaille en V au centre du joint, 5 échantillons comportant l'encoche en V à l'intersection de la ligne de fusion et 5 échantillons comportant l'entaille en V à 5 mm de la ligne de fusion (HAZ). Les échantillons de résilience Charpy V doivent être mis à l'essai conformément aux exigences de la norme CSA W47.1, à des températures d'essai équivalentes à celles de la classification du métal de base (p. ex. E et EH à -40 °C, FH à -60 °C, etc.).

Les exigences d'acceptation minimales pour chaque méthode d'essai correspondent aux exigences de la spécification d'essai en fonction de laquelle le métal de base a été qualifié.

5.3.2.9 Électrodes pour les aciers résistant à la corrosion atmosphérique

Les électrodes de soudage et les produits consommables pour assembler les aciers résistants à la corrosion atmosphérique comme les aciers de nuances 350A, 350AT, 400A et 400AT de la norme CSA G40.21, y compris les nuances A242 et A588 de l'ASME, doivent être sélectionnées attentivement afin de correspondre à la teneur en cuivre et en nickel du matériau de base et aux propriétés de résistance à la rupture, de limite d'élasticité, d'allongement et de dureté. Il faudra prêter une attention particulière pour faire correspondre tous les éléments chimiques afin de prévenir la corrosion en mer.

Les soudures et les joints de la coque, des ponts supérieurs et toutes les soudures dans les citernes de ballast sans enduits doivent être effectués à l'aide d'électrodes de soudage et de produits consommables résistants à la corrosion de la zone de soudure (dépôts de soudure et HAZ), conformément aux exigences de la section 5.3.2.10 du présent document. Ces exigences s'appliquent également à la réparation par soudure des discontinuités dans le bordé extérieur, causées par le retrait des fixations temporaires. Il n'existe aucun dépôt de métal de soudage résistant à la corrosion préalablement approuvé pour le soudage des aciers résistant à la corrosion atmosphérique.

En ce qui a trait aux soudures effectuées aux autres endroits des structures primaire et secondaire, les électrodes et les produits consommables peuvent être sélectionnés et appariés conformément aux exigences de la norme CSA W59.

5.3.2.10 Soudures et joints de la coque d'acier des navires naviguant dans les glaces

Les couches de finition des soudures et des joints dans la coque situées du côté eau de mer des navires naviguant dans les glaces doivent être réalisées à l'aide d'électrodes de soudage et de produits consommables résistants à la corrosion dans la zone de soudure (dépôts de soudure et HAZ), conformément aux exigences de la présente section.

En ce qui concerne le soudage à l'arc avec électrode enrobée, l'utilisation de l'électrode de type E5518-C3 est approuvée sans essai. Il n'existe aucun autre produit consommable résistant à la corrosion préalablement approuvé pour les procédés de soudage.

Une fois que l'entrepreneur a assorti une électrode de soudage et un produit consommable aux exigences minimales relatives aux propriétés mécaniques des plaques de base de la présente spécification, des échantillons doivent être préparés, soudés et mis à l'essai pour vérifier leur résistance à la corrosion dans l'eau de mer en effectuant des essais de dissolution anodique, comme le décrit l'annexe B de la présente spécification. Deux échantillons de soudure doivent être préparés pour chaque combinaison de métal de soudage et de métal de base, chacune aux apports de chaleur minimum et maximum anticipés (kJ/mm) pour le soudage de production. La séquence des cordons de soudure pour ces essais doit faire appel à la technique de soudage pour limiter la dureté sous cordon, comme illustré à l'annexe B de la présente spécification. Aucune oscillation n'est permise.

Le critère d'acceptation cible correspond pratiquement à la perte équivalente de la plaque de base, à la zone touchée par la chaleur et les dépôts de métaux de soudure. Puisque ce n'est pas toujours possible pour toutes les nuances de métal de base, une légère perte de métal d'apport est préférable à toute perte dans la zone touchée par la chaleur. Les résultats de l'essai de dissolution anodique doivent être compilés et soumis au représentant délégué aux fins d'approbation.

Pour les couches de finition des soudures situées sur le bordé extérieur des navires naviguant dans les glaces, une approche de soudage pour limiter la dureté sous cordon doit être utilisée, semblable à celle illustrée à la figure 5.1.

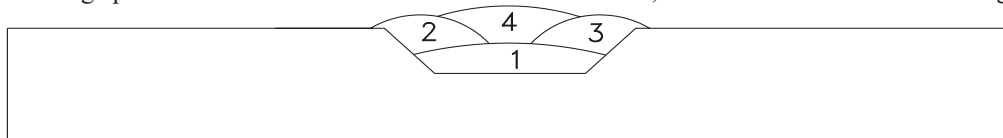


Figure 5.1 Approche de soudage pour limiter la dureté sous cordon pour les dépôts de finition du bordé extérieur
Le premier dépôt de métal de soudage résistant à la corrosion doit être pratiqué à 5 mm sous la surface du bordé.

5.3.3 Aluminium

5.3.3.1 Sélection des électrodes et des produits consommables

Les électrodes et baguettes de soudage et les produits consommables doivent correspondre au métal de base conformément aux exigences de la norme CSA W59.2. Toutes les électrodes de soudage, les baguettes de soudage et les produits consommables doivent être certifiés par le CWB conformément aux exigences de l'AWS A5.10.

5.3.3.2 Entreposage et manutention

L'entreposage et la manutention des électrodes de soudage, des baguettes de soudage et des produits consommables doivent être conformes aux exigences de la norme CSA W59.2.

5.4 EXÉCUTION DES TRAVAUX

5.4.1 Environnement

Les pièces soudées doivent être protégées adéquatement contre les effets du vent, de la pluie et de la neige pendant le soudage.

Le soudage de l'acier à des températures ambiantes sous les -18°C requiert une approbation conformément à la norme CSA W59. Le soudage de l'aluminium ne doit pas être effectué lorsque les surfaces de travail sont humides ou à des températures ambiantes inférieures à 0°C .

Le soudage avec des procédés qui utilisent un gaz de protection alimenté de l'extérieur ne doit pas être exécuté en présence de courants d'air ou de vent, à moins que la zone de soudage soit protégée contre la perte de gaz de protection, comme l'exigent les normes CSA W59 et CSA W59.2 pour l'acier et l'aluminium respectivement.

5.4.2 Températures de préchauffage et entre les passes

La température de préchauffage et la température entre les passes pour le soudage de l'acier et de l'aluminium doivent satisfaire aux exigences des normes CSA W59 et CSA W59.2 respectivement.

5.4.3 Formage des plaques

5.4.3.1 Généralités

Le cintrage le long de lignes de chaleur par l'application d'une flamme de chalumeau oxygaz pour courber les plaques d'acier est permis pour certaines nuances d'acier de construction de navires, pourvu que les exigences de la présente section soient respectées.

Le cintrage de l'aluminium le long de lignes de chaleur requiert des considérations spéciales et une approbation. L'annexe C de la présente spécification comporte des remarques judicieuses sur les pratiques de formage à chaud et à froid de l'aluminium.

5.4.3.2 Personnel

La personne qui exécute le cintrage le long de lignes de chaleur doit être formée et qualifiée avant de procéder au formage des plaques pour la production, ou à la réparation des déformations. Une liste du personnel qualifié doit être soumise au représentant délégué avant l'exécution du pliage le long de lignes de chaleur.

5.4.3.3 Matériaux

Le cintrage le long de lignes de chaleur est permis pour les matériaux de construction de navire de nuance « A »-« EH36 », pourvu que le matériau n'a pas été fabriqué par la méthode de laminage contrôlé thermomécanique. Toutes les autres nuances d'acier, y compris « FH-XX » et « XX-40 à XX-69 » inclusivement, nécessitent une attention particulière et l'approbation du représentant délégué. Le pliage le long de lignes de chaleur est interdit sur des aciers trempés et revenus.

5.4.3.4 Procédures

Pour les nuances d'aciers de construction de navires préalablement approuvés et énumérés à la section 5.4.3.3 du présent document, le formage ne doit pas être exécuté entre 205 °C et 425 °C. Si la température de formage dépasse 650 °C pour les aciers bruts de laminage, de laminage contrôlé ou normalisés, des essais mécaniques doivent être exécutés pour s'assurer que ces températures n'ont aucune incidence négative sur les propriétés mécaniques de l'acier. Le refroidissement à l'eau ne doit pas avoir lieu à des températures supérieures à 550 °C.

Pour les applications où la résistance est particulièrement importante, et lorsque l'acier est formé à une température inférieure à 650 °C avec une tension supérieure à 3 % sur la surface extérieure, les essais de résilience Charpy V doivent être exécutés à la satisfaction du représentant délégué afin de démontrer que les propriétés de résilience respectent les exigences minimales de la spécification du matériau. Le pourcentage de tension sur la surface extérieure doit être calculé comme suit : 65 fois l'épaisseur de la plaque divisée par le rayon extérieur.

Pour les matériaux qui ne sont pas préalablement approuvés, les procédures de cintrage le long de lignes de chaleur doivent être soumises au représentant délégué aux fins d'examen. La soumission doit inclure les résultats des essais métallurgiques et physiques ainsi que des essais de corrosion.

5.4.3.5 Mesures de contrôle

Pendant le formage des plaques, des mesures de contrôle doivent être en place pour vérifier les températures de refroidissement maximales des plaques, à l'eau ou à l'air. Une supervision et une surveillance sont requises pour les nuances de matériaux qui comportent des propriétés de résistance à l'effet d'entaille.

5.4.4 Taille et dimensions des soudures

La dimension et la longueur des soudures ne doivent pas être inférieures, ni largement supérieures, aux valeurs spécifiées dans les exigences de conception.

Pour les assemblages en T qui sont obliques, la dimension de la soudure d'angle doit être ajustée en fonction de l'angle établi et de l'écartement, comme l'exigent les normes CSA W59 et CSA W59.2 pour l'acier et l'aluminium respectivement. Les écartements ne doivent pas dépasser 5 mm et l'angle d'inclinaison ne doit pas excéder 135°.

5.4.5 Espacement des soudures adjacentes

Les dimensions minimales entre les soudures adjacentes sur préparation qui n'apparaissent pas sur les dessins approuvés ou ne font pas partie d'une tôle située dans le bordé extérieur doivent être d'au moins 300 mm.

Les dimensions minimales entre une soudure sur préparation dans un élément principal et une soudure d'angle du même élément principal qui n'est pas illustré sur les dessins approuvés, doivent être de 30 mm minimum.

Les dimensions minimales entre une soudure d'angle qui fixe un élément de bout à un élément principal et une soudure sur préparation du même élément de bout qui n'est pas illustré sur les dessins approuvés, doivent être de 300 mm minimum.

5.4.6 Tôles et renforts

Lorsqu'une augmentation locale de l'épaisseur d'une plaque est nécessaire, des tôles encastrées peuvent être utilisées au lieu de plaques de renfort.

Lorsqu'une tôle doit être insérée dans le bordé extérieur, la dimension minimale doit être de 1000 mm sur 1000 mm. Lorsqu'une tôle doit être située ailleurs, la dimension minimale doit être de 300 mm sur 300 mm. Les soudures doivent joindre les soudures et les joints existants, lorsqu'il est possible de le faire. L'arrondi de coin minimal utilisé pour toutes les tôles encastrées, indépendamment de l'emplacement, doit être de 5 (t), 75 mm minimum.

Pour le bordé extérieur et le pont supérieur, le sens du laminage des tôles encastrées doit être le même que celui des plaques de base adjacentes.

Les séquences de soudure doivent être soigneusement élaborées afin d'équilibrer la contrainte due au retrait et pour ne pas que des fissures de contrainte se produisent.

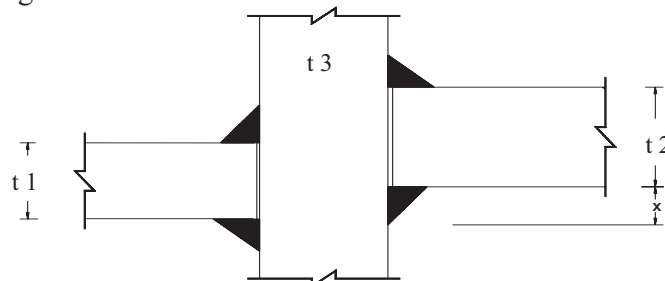
5.4.7 Préparation des bords et tolérances d'assemblage

La préparation des bords doit être précise et uniforme, et les pièces à souder doivent être ajustées conformément aux détails du joint approuvé. Des dispositions doivent être prises pour maintenir les pièces à souder dans la bonne position et bien les aligner pendant le soudage.

Le décalage occasionnel des joints ajustés pour le soudage ne doit pas dépasser les tolérances dimensionnelles détaillées dans les normes CSA W59 et CSA W59.2 pour l'acier et l'aluminium respectivement, ainsi que les exigences de la présente spécification.

5.4.8 Support intercostal

Le décalage occasionnel du support intercostal pour les structures d'acier ne doit pas dépasser les limites illustrées à la figure 5.2.



(X) = décalage mesuré à la ligne du talon Quand t 3 est inférieur à t 1, t 3 doit remplacer t 1.		
Pour les membres de résistance :	- Quand $(X) \leq t^1/3$	Augmenter la dimension de la soudure d'angle à égalité avec le décalage
	- Quand $(X) > t^1/3$	Relâcher et aligner de nouveau
Pour les autres membres :	- Quand $(X) \leq t^1/2$	Augmenter la dimension de la soudure d'angle à égalité avec le décalage
	- Quand $(X) > t^1/2$	Relâcher et aligner de nouveau

Figure 5.2 Support intercostal

Le décalage du support intercostal n'est pas toléré dans les structures d'aluminium.

5.4.9 Épaisseur des plaques d'épaisseur différente

Les plaques de différentes épaisseurs soudées sur préparation requièrent une transition comme suit :

- Bordé extérieur des navires naviguant dans les glaces, 1 en 4
- 1 en 3 pour les autres

Lorsque la différence d'épaisseur est inférieure ou égale à 5 mm et 3 mm pour l'acier et l'aluminium respectivement, il est possible de produire une transition en soudant comme l'illustre la figure 5.3.

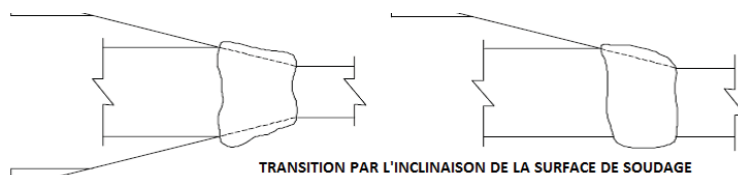


Figure 5.3 Soudure de transition

Lorsque la différence d'épaisseur est supérieure à 5 mm et 3 mm pour l'acier et l'aluminium respectivement, il est possible de créer une transition par chanfreinage ou une combinaison de chanfreinage et de soudure comme l'illustre la figure 5.4.

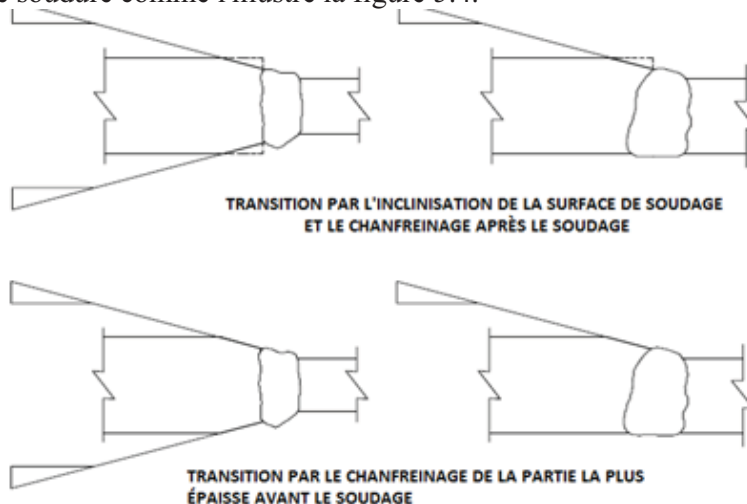


Figure 5.4 Chanfreinage

5.4.10 Tolérance des surfaces arasées

Les surfaces de soudure qui doivent être arasées doivent répondre aux exigences des normes CSA W59 et CSA W59.2 pour l'acier et l'aluminium respectivement. De plus, la finition des soudures de l'aluminium doit être réalisée de manière à ne pas réduire la section transversale en deçà de la tolérance d'usine du matériau de base établie en fonction de la norme de conformité du matériau.

5.4.11 Tolérance des surfaces lisses

Les surfaces des soudures sur préparation qui doivent être lisses doivent être finies afin que la surépaisseur de soudure ne dépasse pas 1,5 mm. Aucune vallée ou rainure entre les cordons de soudure individuels n'est tolérée et la racine de la soudure doit se fondre harmonieusement dans le métal de base, sans caniveau ni débordement.

5.4.12 Préparation des soudures pour l'application de la peinture

Les soudures finies doivent être préparées selon les exigences du fabricant de revêtement ou de peinture avant leur application.

5.4.13 Déformation et contrainte résiduelle

5.4.13.1 Généralités

Le soudage des structures, des sous-ensembles et des pièces doit progresser symétriquement afin de minimiser les déformations. Les membres doivent demeurer libres pendant le soudage afin de minimiser les contraintes. Les soudures doivent être déposées en fonction d'une séquence qui permet d'équilibrer la chaleur appliquée tout au long du procédé de soudage. Les soudures doivent progresser à partir de points où les pièces sont dans une position relativement fixe vers des points où elles présentent une liberté de mouvement relativement plus grande.

Il convient de noter que les aciers au carbone sont plus indulgents que l'aluminium. Le coefficient de dilatation thermique de l'aluminium est environ le double de celui de l'acier. La quantité totale de dilatation thermique varie de façon inversement proportionnelle à la vitesse de soudage. Les montages doivent donc être conçus pour que l'alignement de la plaque permette deux fois la variation dimensionnelle normalement prévue pour le soudage d'un élément semblable en acier.

Contrairement à l'acier, des restrictions s'appliquent pour corriger les déformations dans l'aluminium causées par le soudage. De plus, puisque les propriétés d'allongement du métal d'apport sont en moyenne de 5 à 7 %, les dépôts de soudure sont plus susceptibles de se fissurer sous contrainte.

La taille des soudures doit être réduite au minimum. Il faut éviter les coupes transversales ou le soudage excessif. Les joints susceptibles de causer un retrait important doivent être soudés en premier.

5.4.13.2 Soumission de la séquence de soudage

Tous les entrepreneurs doivent soumettre une séquence de soudage au représentant délégué avant de réaliser les travaux de soudage.

Ces séquences doivent être élaborées en fonction de la méthode de construction (construction en bloc ou à ossature et plaques) et pour les tôles encastrées.

En ce qui concerne la construction en bloc, il faut une séquence d'assemblage des blocs, de montage et de soudage des blocs les uns aux autres au poste d'accostage.

Pour les constructions à ossature et plaques, il faut une séquence de soudage pour les soudures et les joints de la coque, les membrures et les cloisons au bord extérieur, les plafonds de ballast aux membrures du plafond de double fond et les membrures en A et les tubes d'étambot, ainsi que les autres composants essentiels.

5.4.13.3 Joints retenus

Lorsque des joints de soudage sont retenus ou lorsqu'un retrait important est anticipé, le soudage doit être exécuté de façon continue, ou jusqu'à un point qui ne risque pas de se fissurer après le refroidissement du joint sous la température entre les passes. Les passes de fond doivent être assez larges pour résister aux contraintes dues au retrait. Dans la mesure du possible, il importe d'utiliser des techniques de soudage en séquentielles ou en cascade.

5.4.13.4 Gabarits et montages

Des gabarits, des montages, des brides et des plaques d'appui doivent être utilisés afin d'éviter les contraintes pendant le soudage. On donnera préférence à des plaques d'appui soudées sur un côté du joint et calées de l'autre. Au moment de retirer les plaques d'appui, il importe de ne pas abîmer le matériau sur lequel elles sont soudées. La réparation des discontinuités sur les plaques de base doit être effectuée conformément aux procédures approuvées.

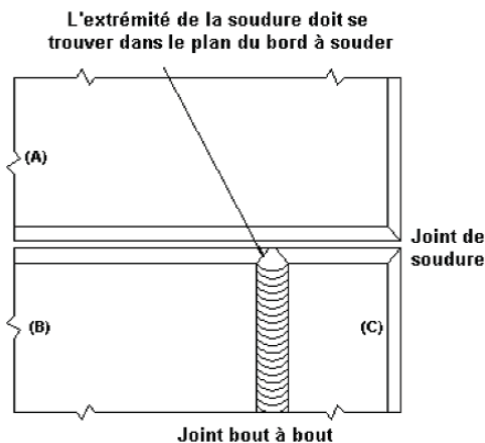
5.4.13.5 Déroulement

Il importe de souder les membrures, les renforts ou les supports intercostaux les uns aux autres avant de les souder aux plaques. Au moment de joindre les sous-ensembles les uns aux autres, les plaques de raccordement de joints doivent être soudées avant de souder les joints bout à bout des membrures de sous-ensemble.

Le soudage doit débuter au centre du navire pour se poursuivre vers l'avant et vers l'arrière. Les sous-ensembles doivent être soudés de la même façon, c.-à-d., en commençant par le centre et vers l'avant et l'arrière. Les soudures transversales des plaques doivent être soudées avant les joints longitudinaux.

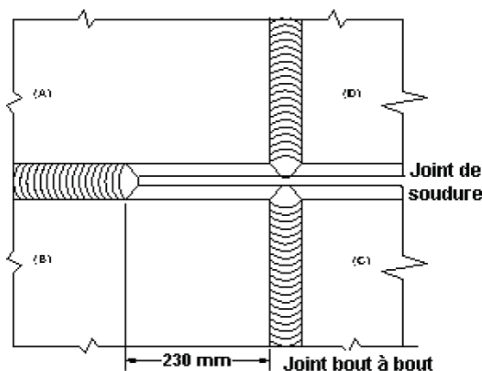
5.4.13.6 Intersections et distance de relâchement

Un soin particulier doit être apporté à la soudure transversale de l'intersection et des joints. Les techniques illustrées aux figures 5.5 et 5.6 doivent être respectées.



1. Effectuer la soudure transversale entre (B) et (C), puis souder le joint entre (A) et (B).

Figure 5.5 Soudures bout à bout alternées



- 1) Souder le joint entre (A) et (B) à 230 mm de la soudure.
- 2) Effectuer la soudure entre (B) et (C).
- 3) Effectuer la soudure entre (A) et (D).
- 4) Terminer la soudure du joint à 230 mm de la prochaine soudure.

Figure 5.6 Soudure bout à bout alignée

Les angles de renfort soudés aux plaques qui traversent les soudures et les joints doivent être relâchés et demeurer non soudés sur une distance d'au moins 230 mm dans chaque direction, jusqu'à ce que la soudure ou le joint qu'ils traversent soit complètement soudé. Pour les plaques \geq à 19 mm d'épaisseur, la distance de relâchement doit être augmentée à 300 mm minimum.

5.4.14 Réparation des déformations

Lorsque les déformations des plaques entre les renforts dépassent les limites illustrées au tableau 6.10 de la directive n° 47 de l'IACS, Norme de qualité dans la construction et la réparation navale, telle que reproduite ci-après, il faudra les redresser.

Élément	Norme	Limite	Élément	Norme	Limite
Bordé extérieur			Gaillard d'avant et pont de dunette		
• Partie parallèle (bordé latéral et inférieur)	4 mm	8 mm	• Partie nue	4 mm	8 mm
• Partie avant et arrière	5 mm	8 mm	• Partie recouverte	6 mm	9 mm
Elément du plafond de ballast	4 mm	8 mm	Pont de superstructure		
			• Partie nue	4 mm	6 mm
			• Partie recouverte	7 mm	9 mm
Cloison			Mur de bâtiment		
• Longitudinale Cloison	6 mm	8 mm	• Mur extérieur	4 mm	6 mm
• Trans. Cloison			• Mur intérieur	6 mm	8 mm
• Cloisons évidées			• Partie recouverte	7 mm	9 mm
Pont de résistance			Membre intérieur (âme de poutre, etc.)	5 mm	7 mm
• Partie parallèle	4 mm	8 mm			
• Partie recouverte	6 mm	9 mm			
• Partie avant et arrière	7 mm	9 mm			
Deuxième pont			Plancher et poutre dans le double-fond	5 mm	8 mm
• Partie nue	6 mm	8 mm			
• Partie recouverte	7 mm	9 mm			

Les membres déformés par la soudure doivent être redressés en suivant soigneusement les procédures approuvées par le représentant délégué qui s'appuient sur les méthodes et les mesures de contrôle prescrites par les normes CSA W59 et CSA W59.2 pour l'acier et l'aluminium respectivement, ainsi que les exigences de la présente spécification.

5.4.15 Soudures temporaires et retrait des anses**5.4.15.1 Soudures temporaires**

Les soudures temporaires ne doivent pas être situées sur une soudure bout à bout ou un joint. Les soudures temporaires doivent être effectuées uniquement de manière conforme aux procédures de soudage approuvées.

5.4.15.2 Anses et fixations temporaires

Pour l'extérieur de la coque, les cloisons exposées, les ponts, les panneaux, la superstructure, les passerelles, les pavois, les chaumards à rouleaux, les bornes de protection, et toute autre zone jugée nécessaire pour éviter des dangers de fonctionnement et offrir un plus bel aspect cosmétique au navire, toutes les oreilles, les aides de profilage temporaires, les goujons, etc. doivent être retirés afin de présenter une surface arasée et lisse.

5.4.15.3 Retrait des soudures, des anses et des fixations temporaires

Les soudures temporaires doivent être enlevées et la surface doit être remise à son état arasé avec la surface d'origine. Il faut éviter le martelage ou tout autre moyen mécanique qui cause des discontinuités au métal de base. Les discontinuités sur la surface des plaques peuvent être réparées à l'aide de soudure en respectant les procédures approuvées. Les électrodes de soudage et les produits consommables utilisés pour la réparation des discontinuités du bordé extérieur doivent être résistants à la corrosion en eau de mer et les soudures exécutées doivent satisfaire aux critères d'acceptation de la présente spécification. Les soudures de réparation doivent être rectifiées jusqu'à ce qu'elles soient arasées ou lisses, selon les préférences du représentant délégué.

5.4.16 Coups d'arc

Les coups d'arc à l'extérieur des soudures doivent être évités, conformément aux normes CSA W59 et CSA W59.2 pour l'acier et l'aluminium respectivement, et de la présente spécification. Lorsqu'un coup d'arc survient à un emplacement jugé critique par le représentant délégué, la surface doit être légèrement rectifiée et inspectée à l'aide des méthodes d'examen non destructifs appropriés. Les coups d'arc doivent être réparés à la satisfaction du représentant délégué.

5.5 EXIGENCES APPLICABLES AUX INSPECTIONS DE SOUDURE

5.5.1 Généralités

Tous les essais non destructifs requis dans le cadre de cette spécification doivent être considérés comme une exigence minimale du propriétaire.

La méthode et l'emplacement des essais doivent être déterminés par le représentant délégué.

Les résultats des essais doivent être transmis au représentant délégué dans les délais prévus.

Aucun rapport d'interprétation ou radiogramme ne doit être détruit ou jeté.

Le nombre minimum d'emplacements qui doit subir un examen simultanément doit correspondre à la combinaison de méthodes quelconques pour un total cumulatif de 10, sauf entente contraire avec le représentant délégué.

Les entrepreneurs qui souhaitent faire appel à l'examen par ultrasons au lieu de l'examen radiographique pour inspecter les soudures pratiquées dans les structures d'acier, doivent présenter une proposition détaillée au représentant délégué aux fins d'examen. L'examen par ultrasons peut être acceptée au lieu de l'examen radiographique, à la discrétion du représentant délégué, si la durée de l'examen est la même que pour l'examen par ultrasons dans le tableau 5.7 du présent document et que les procédures et les techniques de l'examen par ultrasons se révèlent précises et peuvent être répétées à raison de 30 % par radiographie pour les premiers quinze emplacements examinés au moyen de la méthode par ultrasons.

Les méthodes d'inspection de remplacement ne sont pas tolérées pour l'examen des soudures situées dans les structures d'aluminium.

5.5.2 Vérifications mensuelles des installations

En plus des vérifications semestrielles du CWB requises pour conserver sa certification selon les normes CSA W47.1 et CSA W47.2, le propriétaire doit retenir les services du CWB pour réaliser des vérifications mensuelles des installations de l'entrepreneur et des résultats d'examen visuels là où le soudage a lieu. Les vérifications doivent mesurer la conformité de l'entrepreneur avec les exigences de la présente spécification.

5.5.3 Vérifications des essais non destructifs

Le propriétaire se réserve le droit de retenir les services de l'organisme de certification national en essais non destructifs de Ressources naturelles Canada (RNCan) ou d'un autre organisme jugé acceptable par le propriétaire pour réaliser les vérifications du film radiographique et des rapports d'interprétation. Les vérifications doivent mesurer la conformité de l'entrepreneur avec les exigences de la présente spécification.

5.5.4 Choix des méthodes d'essais non destructifs

La méthode d'inspection doit être appropriée afin de pouvoir illustrer les discontinuités selon le matériau, le joint et le type de soudure, l'orientation des discontinuités éventuelles dans la coupe transversale de la soudure et accéder à la pièce qui doit être inspectée.

Toutes les soudures doivent être examinées à l'aide d'un examen visuel.

Les soudures à pénétration complète doivent être échantillonnées attentivement au moyen des méthodes d'examen radiographique et par ultrasons. Un examen radiographique doit être réalisé pour les soudures sur préparation à pénétration complète dans les joints bout à bout.

Un examen par ultrasons doit être réalisé pour les soudures sur préparation à pénétration complète dans les assemblages en T et en L.

Les soudures d'angle dans les structures d'acier doivent être échantillonnées attentivement au moyen d'un examen par ressuage et d'un examen magnétoscopique. Les soudures d'angle dans les structures d'aluminium doivent être échantillonnées attentivement au moyen d'un essai par ressuage.

5.5.5 Emplacements assujettis aux inspections

Les soudures assujetties à un essai non destructif doivent se trouver, sans toutefois s'y limiter, aux emplacements suivants :

Tableau 5.6 Emplacements assujettis aux inspections

• Membre de résistance :	<ul style="list-style-type: none"> ○ Quille plate et verticale; ○ Tôles latérales du réservoir; ○ Virure de carreau; ○ Virure de bouchain; ○ Limons de tôle de pont.
• Bordé extérieur :	<ul style="list-style-type: none"> ○ Intersection des soudures et joints; ○ Soudures transversales; ○ Joints longitudinaux.
• Autre :	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tôles encastrées et plaques de fermeture; ○ Soudures cruciformes; ○ Soudures finales.

La localisation exacte des inspections doit être déterminée par le représentant délégué.

5.5.6 Étendue des inspections

5.5.6.1 Examen visuel

Toutes les soudures doivent être visuellement examinées sur toute leur longueur.

5.5.6.2 Méthodes d'END – Nouvelle construction

Pour une nouvelle construction, en plus des exigences de la section 5.5.6.1 du présent document, le nombre d'emplacements inspectés au moyen d'un examen par ressuage, d'un examen magnétoscopique, d'un examen radiographique ou par ultrasons doit être conforme aux exigences calculées dans le tableau 5.7 du présent document.

Tableau 5.7 Nombre d'inspections – Nouvelle construction

Méthode d'inspection		Formule pour déterminer le nombre d'inspections requises
Examens UT		$= 0,50 \times (L+B+D)$
Examens MT ou PT		$= 1 \times (L+B+D)$
Examens RT		$= 2 \times (L+B+D)$
Où :	PT	= Examens par ressuage
	MT	= Examens magnétoscopiques
	RT	= Examens radiographiques
	UT	= Examens par ultrasons
	L	= Longueur hors tout en mètres
	B	= Largeur hors membrures la plus importante en mètres
	D	= Creux sur quille sur le côté, en mètres, mesuré à L/2

Par exemple : Un canot de sauvetage de 15 mètres de longueur qui présente une largeur hors membrure de 4,5 mètres et un creux sur quille de 2 mètres nécessite :

Méthode	#	Durée de l'inspection
Examens UT	= 11	1 000 mm – soudures ou joints 500 mm x 500 mm – intersection des soudures et joints
Examens MT ou PT	= 22	1000 mm
Examens RT	= 44	440 mm - soudures ou joints 300 mm x 300 mm – intersection des soudures et joints

Quand il est impossible d'utiliser un film de 300 mm sur 300 mm à l'intersection de la soudure et du joint en raison de l'accès, une série de films peut être placée afin de permettre d'examiner 150 mm de soudure dans toutes les directions.

5.5.6.3 Méthodes d'END - autre

Pour les blocs de tâches autres qu'une nouvelle construction, en plus des exigences de la section 5.5.6.1 du présent document, le nombre d'emplacements inspectés au moyen d'un examen par ressuage, d'un examen magnétoscopique, d'un examen radiographique ou par ultrasons doit être conforme aux exigences du tableau 5.8 du présent document.

Tableau 5.8 Nombre d'inspections – autres

Élément	Méthode	Nombre
Renouvellement intégral de plaque – soudures et joints (coque, ponts, cloisons, plafonds de ballast, etc.)	RT	6 par plaque
Renouvellement intégral de plaque – soudures et joints (structure secondaire)	RT	2 par plaque
Renouvellement partiel de plaque – soudures et joints (structure primaire et secondaire)	RT	Voir les tôles encastrées dans le présent document
Tôle encastrée – soudures et joints (coque, ponts, cloisons, plafonds de ballast, etc.)	RT	4 par tôle encastrée
Tôle encastrée – soudures sur préparation (autre structure primaire)	RT	2 par tôle encastrée
Tôle encastrée – soudures sur préparation (structure secondaire)	RT	1 par tôle encastrée
Ouverture de coque – Canalisation ou plaque à l'ouverture du bordé extérieur (sous la ligne de flottaison)	UT	Longueur de la soudure entière
Soudure périphérique de tuyauterie sous pression	RT	Circonférence complète de 1 soudure sur 5

5.5.7 Préparation de la surface avant l'inspection

Avant de procéder à l'inspection au moyen d'une méthode quelconque, les soudures et les zones adjacentes doivent être nettoyées pour enlever la rouille, la calamine, l'apprêt, la peinture, les projections de soudure et toute autre matière étrangère afin de voir exactement comment se présente la zone d'intérêt (zone de soudure). Des échafaudages et un éclairage doivent être fournis afin d'offrir un accès sécuritaire à la zone inspectée.

Pour l'examen par ressuage, l'examen magnétoscopique et l'examen radiographique, les profils et les contours de soudure doivent être suffisamment lisses pour que les conditions géométriques ne causent pas de fausses indications. Pour l'examen par ultrasons, les surfaces de contact doivent être lisses dans la mesure où la finition n'a pas d'incidence sur l'inspection. Les essais effectués sur des surfaces rugueuses nécessitent des procédures d'étalonnage spéciales.

5.5.8 Inspection différée

Au moment de mettre à l'essai les soudures soumises à des contraintes élevées ou lorsque la limite d'élasticité de l'acier est supérieure à 360 MPa, les essais doivent être différés d'au moins 48 heures après la réalisation des soudures.

5.5.9 Qualifications et certificats du personnel d'inspection

5.5.9.1 Examen visuel

Les personnes qui exécutent et interprètent les examens visuels doivent être actuellement certifiées par le CWB, conformément à la norme CSA W178.2 intitulée Qualification des inspecteurs de soudage. La personne doit avoir obtenu le niveau 2 ou 3 et conserver les catégories d'approbation du code : Navires et construction navales flottantes; et Bâtiments et structures industrielles. Le personnel de niveau 1 ne peut qu'observer ou aider le personnel de niveau 2 et 3 à réaliser l'inspection.

5.5.9.2 Autres méthodes d'inspection

Les personnes qui effectuent et interprètent l'examen par ressuage, l'examen magnétoscopique, l'examen radiographique ou par ultrasons doivent être actuellement certifiées par l'organisme de certification national en essais non destructifs de Ressources naturelles Canada (RNC) selon la norme CAN/CGSB 48.9712, niveau 2 ou niveau 3. Le personnel de niveau 1 ne peut qu'observer ou aider le personnel de niveau 2 et 3 à réaliser l'inspection.

5.5.9.3 Certificats

Pour chaque méthode d'inspection, un exemplaire du certificat de qualification de l'année en cours de la personne qui réalise l'examen doit être joint au rapport d'interprétation ou de vérification initial soumis au représentant délégué. Si une nouvelle année de validation est entrée ou si l'on fait appel à une personne différente, les nouveaux certificats de qualification doivent être fournis et accompagnés de tout rapport d'interprétation subséquent ayant été soumis.

5.5.10 Structures d'acier

5.5.10.1 Procédures d'inspection

Les procédures d'inspection et les techniques doivent être rédigées par le personnel de niveau 3 pour chaque méthode d'inspection requise dans le cadre de cette spécification, puis elles doivent être soumises au représentant délégué avant d'effectuer toute inspection de travail terminé.

Les procédures pour l'examen visuel doivent respecter les exigences de la disposition 7 de la norme CSA W59 et la section V de l'ASME.

Les procédures pour l'examen par de ressuage et l'examen magnétoscopique doivent respecter les exigences de la disposition 7 de la norme CSA W59.

Les procédures pour les examens radiographiques et par ultrasons doivent respecter les exigences des dispositions 7 et 8 de la norme CSA W59.

5.5.10.2 Critère d'acceptation

Les critères d'acceptation pour tous les types d'examens doivent être conformes aux dispositions 12.5.4 de la norme CSA W59.

5.5.10.3 Examen radiographique

5.5.10.3.1 Source de rayonnement

Les radiogrammes doivent être réalisés par rayons X ou rayons gamma de la manière suivante :

- Les rayons X doivent être utilisés pour le matériel d'une épaisseur de 6 mm ou moins.
- L'épaisseur minimale du matériau inspecté par rayons gamma est de 6 mm.
- L'épaisseur maximale du matériau inspecté par rayons gamma doit être de 50 mm. Le matériau plus épais que 50 mm doit être examiné à l'aide de la méthode par ultrasons.
- Pour les applications à rayons gamma, la source du rayonnement doit être l'iridium 192.

5.5.10.3.2 Film radiographique

La catégorie du film dépend de l'épaisseur du matériau, la source de rayonnement et la sensibilité requise. Les éléments suivants doivent s'appliquer :

- Pour les rayons X sur du matériau d'une épaisseur de moins de 6 mm, un film de catégorie II peut être utilisé pourvu que le trou 2-2(t) soit clairement visible sur le radiogramme. Autrement, un film de catégorie I peut être utilisé;
- Lorsque l'épaisseur du matériau est supérieure ou égale à 6 mm et moins de 12 mm, un film de catégorie I et du rayonnement gamma d'iridium 192 peuvent être utilisés;
- Lorsque l'épaisseur du matériau est supérieure ou égale à 12 mm, un film de catégorie I ou II et du rayonnement gamma d'iridium 192 peuvent être utilisés;

5.5.10.3.3 Affichage des renseignements et trous essentiels IQI

L'exposition du radiogramme doit illustrer le pourtour de l'indicateur de qualité d'image du « type à trous », les cales, le numéro d'identification IQI, le trou essentiel, le numéro d'identification du radiogramme, les repères d'emplacement, la date du radiogramme, une référence au numéro du contrat ou l'identification du navire et les initiales du radiographe.

- Lorsque des rayons X sont utilisés sur du matériau d'une épaisseur < 6 mm, l'image du trou 2-2(t) doit s'afficher clairement sur le radiogramme.
- Lorsque du rayonnement gamma d'iridium 192 est utilisé sur du matériau d'une épaisseur ≥ 6 mm, mais < 12 mm quand un film de catégorie I est requis, l'image du trou 2-2(t) doit s'afficher clairement sur le radiogramme.
- Lorsque du rayonnement gamma d'iridium 192 est utilisé sur du matériau d'une épaisseur ≥ 12 mm, mais < 30 mm, l'image du trou 2-4(t) doit s'afficher clairement sur le radiogramme.
- Lorsque du rayonnement gamma d'iridium 192 est utilisé sur du matériau d'une épaisseur > 30 mm, l'image du trou 2-2(t) doit s'afficher clairement sur le radiogramme.

5.5.10.3.4 Écrans de renforcement

Il est interdit d'utiliser des écrans de renforcement. Si un contraste adéquat ne peut être obtenu avec une seule pellicule au moment d'examiner les épaisseurs inégales, il est possible de faire appel à une technique à double exposition.

5.5.11 Structures d'aluminium

5.5.11.1 Méthodes d'inspection

Chaque méthode et technique d'inspection doit être préparée par le personnel de niveau 3 aux termes de la présente spécification, puis elles doivent être soumises au représentant délégué aux fins d'approbation avant de les mettre en pratique.

Les méthodes d'examen visuel doivent respecter les exigences de la disposition 7 de la norme CSA W59.2 et la section V de l'ASME.

Les méthodes d'examen par ressuage et les examens radiographiques et par ultrasons doivent respecter les exigences de la disposition 7 de la norme CSA W59.2 et de la présente spécification.

5.5.11.2 Critère d'acceptation

Les critères d'acceptation de l'examen par ressuage, des examens radiographiques et par ultrasons doivent respecter les exigences de la disposition 6 de la norme CSA W59.2, à l'exception des modifications apportées aux termes de la présente spécification.

Si l'examen visuel révèle des perforations ou une aspiration inverse, le métal de soudage ou les matériaux touchés doivent être traités au moyen de méthodes mécaniques, c.-à-d. réparés par soudage au besoin et examinés au moyen d'un examen par ressuage sur toute la longueur.

5.5.11.3 Examen radiographique

5.5.11.3.1 Source de rayonnement

Les radiogrammes doivent être réalisés par rayons X. Les tensions (en kilovolts) maximales permises sont celles du tableau 5.9.

Tableau 5.9 Épaisseur et kilovolts maximum

Épaisseur	Kilovolts maximum
Jusqu'à 6 mm	80
De 6 mm à 13 mm	De 80 à 120
De 13 mm à 19 mm	De 120 à 130
De 19 mm à 25 mm	De 130 à 150
Supérieur à 25 mm	170 maximum

5.5.11.3.2 Film radiographique

Tous les films radiographiques doivent être de catégorie I seulement.

5.5.11.3.3 Affichage des renseignements et trous essentiels IQI

L'exposition du radiogramme doit illustrer le pourtour de l'indicateur de qualité d'image du « type à trous », les cales, le numéro d'identification IQI, le trou essentiel, le numéro d'identification du radiogramme, les repères d'emplacement, la date du radiogramme, une référence au numéro du contrat ou l'identification du navire et les initiales du radiographe.

Pour les matériaux d'une épaisseur inférieure à 5 mm, le trou essentiel 2-1 (t) doit être illustré clairement sur le radiogramme. Pour les matériaux d'une épaisseur de 5 mm et plus, l'image du trou essentiel 2-2 (t) doit être illustrée clairement sur le radiogramme.

5.5.11.3.4 Écrans de renforcement

Il est interdit d'utiliser des écrans de renforcement. Si un contraste adéquat ne peut être obtenu avec une seule pellicule au moment d'examiner les épaisseurs inégales, il est possible de faire appel à une technique à double exposition.

5.5.12 Exigence relative aux films à double chargement

Tous les examens radiographiques doivent être réalisés grâce à la technique de films à double chargement afin d'obtenir deux négatifs de film pour chaque inspection. Un négatif de film doit être envoyé au directeur d'Ingénierie navale et l'autre négatif doit demeurer sur le lieu de travail, en possession du représentant délégué sur place. Lorsque le contrat aura été exécuté, les négatifs de film entreposés sur le lieu de travail doivent être envoyés au directeur d'ingénierie navale.

5.5.13 Visionneuse radiographique

L'entrepreneur doit disposer d'une visionneuse radiographique professionnelle à haute intensité capable de visionner des densités de film de 1,5 à 4,5. La visionneuse doit demeurer sur le lieu de travail et être mise à la disposition de l'entrepreneur et du représentant délégué pendant toute la durée du contrat et de la période de garantie.

5.5.14 Rapports d'inspection

5.5.14.1 Généralités

Les rapports d'inspection doivent comporter la date de l'inspection, le nom du constructeur ou de l'entrepreneur, le type de navire et le numéro de coque, le nom du propriétaire, le nom des organismes d'inspection, le numéro de procédure d'inspection, le numéro de rapport d'interprétation, l'article, l'emplacement, toutes les discontinuités y compris les indications simples et accumulées, les critères d'acceptation de soudure, l'emplacement des discontinuités ainsi que le nom, la qualification, le niveau et la signature des personnes qui effectuent l'inspection et l'interprétation.

Les rapports d'inspection doivent inclure des renvois au type de matériau, à l'épaisseur, au type de joint et à la géométrie. Lorsqu'une partie d'une soudure doit être inspectée au moyen d'un examen par ressuage, d'un examen magnétoscopique, d'un examen radiographique ou par ultrasons, l'emplacement doit faire l'objet d'un examen visuel avant tout. Les rapports d'interprétation sont requis pour les deux méthodes d'inspection.

5.5.14.2 Examen visuel

Pour les méthodes qui visent les nouvelles constructions d'assemblage en blocs, un rapport de vérification d'examen visuel est requis pour chaque bloc fabriqué et pour l'assemblage des blocs les uns aux autres.

Pour les méthodes qui visent les nouvelles constructions à ossature et plaques ou les blocs de tâches autres que les nouvelles constructions, un rapport de vérification est requis pour la fabrication de chaque compartiment (p. ex. entre deux cloisons adjacentes ou le compartiment de la salle des moteurs).

Le rapport de vérification doit être un énoncé signé par l'inspecteur qualifié de l'entrepreneur qui stipule que toutes les soudures ont été inspectées et qu'elles sont conformes aux exigences de la présente spécification. Les rapports de vérification doivent être présentés au représentant délégué avant la date de la vérification prévue par le propriétaire.

5.5.14.3 Examen radiographique

En plus des exigences des sections 5.5.14.1 et 5.5.14.2, les rapports d'interprétation radiographique doivent comporter un renvoi au numéro IQI de conception et d'identification, à la source du rayonnement, à la distance source-film, à l'angle du rayonnement incident, au type de film et à la conception de l'écran de renforcement (le cas échéant) et au type de matériau, à l'épaisseur, au type de joint et à la géométrie. Chaque rapport d'interprétation doit comporter un numéro de rapport. Le numéro de rapport doit comprendre le numéro de coque de l'entrepreneur (p. ex., 1-218, etc.) ou le nom du navire. Chaque emplacement énuméré sur le rapport doit être accompagné d'un numéro d'inspection (p. ex. l'emplacement 50 bâbord est l'inspection 3).

Pour les radiogrammes, chaque film et son double doivent être envoyés dans un dossier protecteur en papier. Chaque dossier doit comporter, comme illustré ci-après, les renseignements suivants : Inspection :, Rapport : et Coque :.

<u>Inspection</u> :	<u>Rapport</u> :	<u>Coque</u> :
3	- 1	- 218

Chaque emplacement qui a fait l'objet d'une réparation doit comporter un renvoi au rapport d'origine de l'emplacement rejeté, par exemple :

Emplacement 50	-	Bâbord R1	-	Voir 3-1-218
----------------	---	-----------	---	--------------

5.5.14.4 Dessins des détails d'inspection

L'entrepreneur doit préparer un nombre adéquat de dessins et de croquis des détails d'essais non destructifs qui documentent avec précision l'emplacement des inspections.

La méthode d'inspection, le numéro d'identification de soudure et les abréviations de chaque inspection doivent être consignés avec précision de façon progressive (p. ex. UT #75-R1, RT # 150 - adjacent - arrière, etc.). Une légende comportant les symboles d'identification utilisés par l'entrepreneur doit figurer sur chaque dessin de détails d'inspection.

L'entrepreneur doit présenter régulièrement des dessins de détails d'inspection mis à jour au représentant délégué pendant toute la durée du contrat. Trois exemplaires des dessins finaux doivent être présentés au représentant délégué à la fin du contrat.

5.5.15 Chevauchement des inspections

Lorsqu'une discontinuité se prolonge sur une extrémité d'un emplacement sous inspection, ou les deux, un chevauchement des inspections est requis. Le chevauchement des inspections doit illustrer une partie de l'extrémité d'origine.

Lorsque le chevauchement des inspections illustre des discontinuités inacceptables à une extrémité, ou les deux, la longueur totale de la soudure doit être jugée inacceptable, à moins que l'entrepreneur fournisse la preuve du contraire. Dans de telles conditions, les soudures doivent être réparées selon les exigences du représentant délégué.

Tout chevauchement des inspections doit être effectué avant la réparation de l'emplacement d'origine rejeté. Si la réparation est effectuée avant le chevauchement des inspections et que la longueur totale de la soudure n'a pas été réparée, le chevauchement des inspections doit avoir lieu au début et à la fin de la réparation. Tous les frais engagés pour ce chevauchement des inspections seront imputés à l'entrepreneur.

5.5.16 Soudure rejetée en entier ou en partie

Lorsqu'une partie d'une soudure comprend des discontinuités qui ne respectent pas les critères d'acceptation de la présente spécification, des mesures correctives doivent être prises pourvu que le représentant délégué ait examiné l'ampleur des discontinuités inacceptables et qu'il soit d'accord avec la procédure de réparation.

La zone réparée doit être inspectée, à tout le moins à l'aide de la même méthode d'essais non destructifs utilisée pour l'inspection d'origine. Un soin tout particulier doit être apporté afin que l'inspection de la zone réparée se situe avec précision pour bien mesurer l'endroit d'origine qui a été rejeté.

Pour chaque emplacement ayant échoué l'inspection, un nouvel emplacement doit être examiné. Tous les nouveaux emplacements seront choisis par le représentant délégué. Outre les exigences de la présente section, il faudra examiner chaque nouvel emplacement. L'entrepreneur doit assumer tous les coûts de réalisation des inspections additionnelles. Lorsqu'une soudure complète, le métal de base, une partie ou une section entière comportent des discontinuités inacceptables comme cela est décrit dans le présent document, aucune mesure corrective ne doit être prise avant l'approbation de la procédure de réparation par le représentant délégué et des autres parties intéressées.

Chapitre 6 SOUDAGE DE L'ACIER INOXYDABLE DE CONSTRUCTION

6.1 PORTÉE

Les exigences de la présente section doivent s'appliquer au soudage et à l'inspection de tous les aciers inoxydables de construction.

6.2 CONCEPTION ET DESSINS

La conception des soudures doit respecter les règles d'une société de classification désignée comme organisation reconnue et approuvée par la Sécurité et la sûreté maritimes de Transports Canada.

À moins d'approbation contraire par le représentant délégué, les conditions suivantes doivent être respectées :

- toute soudure sur préparation dans les assemblages bout à bout doit être à pénétration complète;
- tout assemblage en L d'angle doit comporter une soudure sur préparation à pénétration complète accompagnée d'une soudure d'angle continue.

Un plan de conception des soudures doit être soumis au représentant délégué sous forme de dessin aux fins d'examen avant d'entreprendre tout travail de soudage.

6.3 CERTIFICATION

Les entrepreneurs qui prennent part au soudage de l'acier inoxydable dans le cadre de cette spécification doivent être certifiés par le CWB en fonction des exigences de la norme CSA W47.1, division 1 ou 2.

Les soudeurs, les opérateurs de postes de soudage et les procédures de soudage doivent respecter les exigences de la norme CSA W47.1, et de l'AWS D1.6 conformément à la norme CSA W47.1.

6.4 ÉLECTRODES DE SOUDAGE ET PRODUITS CONSOMMABLES

Les électrodes de soudage et les produits consommables doivent être sélectionnés en fonction des exigences du code AWS D1.6.

Les électrodes de soudage et les produits consommables pour le soudage de l'acier inoxydable doivent être certifiés par le CWB conformément aux exigences de la norme CSA W48 ou de la série de codes A5 applicables de l'AWS.

6.5 EXÉCUTION DES TRAVAUX

Le soudage doit satisfaire aux exigences des normes CSA W47.1 et du code AWS D1.6, et de la présente spécification.

6.6 INSPECTION

6.6.1 Généralités

Tous les examens et toutes les inspections de l'acier inoxydable de construction doivent être conformes aux exigences du code AWS D1.6

6.6.2 Personnel

Tous les membres du personnel d'inspection doivent respecter les exigences du chapitre 5.0, section 5.5.9 de la présente spécification.

6.6.3 Inspections

Toutes les soudures doivent être examinées visuellement sur toute leur longueur afin d'assurer une dimension et un profil appropriés ainsi que l'absence de défauts visibles. Les conditions ou les défauts jugés inacceptables doivent être réparés à la satisfaction du représentant délégué.

Les soudures à pénétration complète doivent être échantillonnées sélectivement. Un examen radiographique doit être réalisé pour les soudures sur préparation à pénétration complète dans les assemblages bout à bout. Un examen par ultrasons doit être réalisé pour les soudures sur préparation à pénétration complète dans les assemblages en T et en L.

Les soudures d'angle doivent être échantillonnées sélectivement au moyen d'un examen par ressuage ou d'un examen magnétoscopique.

Toutes les exigences de la section 5.5 de la présente spécification doivent être respectées sauf indication contraire dans le présent chapitre.

6.6.4 Critères d'acceptation

Les critères d'acceptation pour l'examen visuel doivent être conformes aux dispositions 5.11 et 6.29.1 du code AWS D1.6.

Les critères d'acceptation de l'examen par ressuage doivent être conformes aux dispositions 6.7.6 et 6.29.4 du code AWS D1.6.

Les critères d'acceptation de l'examen magnétoscopique doivent être conformes aux dispositions 6.7.7 et 6.29.2 du code AWS D1.6.

Les critères d'acceptation de l'examen radiographique doivent être conformes aux dispositions 6.9, 6.10 et 6.29.2 du code AWS D1.6.

Les critères d'acceptation de l'examen par ultrasons doivent être conformes à la disposition 6, partie C et à la disposition 6.29.2 du code AWS D1.6.

Chapitre 7 AUTRES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

7.1 PORTÉE

Les exigences de la présente section doivent s'appliquer au soudage et à l'inspection de tous les matériaux de construction autres que ceux inclus dans la portée des normes CSA W47.1, CSA W59, CSA W47.2 et CSA W59.2 et du code AWS D1.6.

7.2 CONCEPTION ET DESSINS

La conception des soudures doit respecter les règles d'une société de classification désignée comme organisation reconnue et approuvée par la Sécurité et la sûreté maritimes de Transports Canada.

À moins d'approbation contraire par le représentant délégué, les conditions suivantes doivent être respectées :

- toutes les soudures sur préparation dans les assemblages bout à bout doivent être à pénétration complète;
- tous les assemblages en L doivent comporter une soudure sur préparation à pénétration complète accompagnée d'une soudure d'angle continue.

Un plan de conception des soudures doit être soumis au représentant délégué sous forme de dessin aux fins d'examen avant d'entreprendre les travaux de soudage.

7.3 CERTIFICATION

Les soudeurs, les opérateurs de machines à souder et les procédures de soudage doivent tous respecter les exigences de l'ASME, section IX ou de toute autre norme adéquate approuvée par le représentant désigné et le CWB.

Le CWB doit toujours être présent et documenter l'ensemble des mises à l'essai.

7.4 ÉLECTRODES DE SOUDAGE ET PRODUITS CONSOMMABLES

Les électrodes de soudage et les produits consommables doivent tous respecter les exigences de l'ASME, section IX ou de toute autre norme adéquate approuvée par le représentant désigné et le CWB.

Les électrodes de soudage et les produits consommables doivent être conformes aux exigences de l'ASME, section IX et de la série de codes A5 de l'AWS ou de toute autre norme adéquate approuvée par le représentant désigné et le CWB.

7.5 EXÉCUTION DES TRAVAUX

Le soudage doit satisfaire aux exigences de la norme CSA W59 et de la présente spécification.

7.6 INSPECTION

7.6.1 Personnel

Tous les membres du personnel d'inspection doivent respecter les exigences du chapitre 5.0, section 5.5.9 de la présente spécification.

7.6.2 Inspections

Toutes les soudures doivent être examinées visuellement sur l'ensemble de leur longueur afin d'assurer une dimension et un profil approprié ainsi que l'absence de défauts visibles. Les conditions ou les défauts jugés inacceptables doivent être réparés à la satisfaction du représentant délégué.

Les soudures à pénétration complète doivent être échantillonnées attentivement. Un examen radiographique doit être réalisé pour les soudures sur préparation à pénétration complète dans les assemblages bout à bout. Un examen par ultrasons doit être réalisé pour les soudures sur préparation à pénétration complète dans les assemblages en T et en L.

Les soudures d'angle doivent être échantillonnées attentivement au moyen d'un examen par ressuage ou d'un examen magnétoscopique.

Toutes les exigences de la section 5.5 de la présente spécification doivent être respectées sauf indication contraire dans le présent chapitre.

7.6.3 Critères d'acceptation

Les critères d'acceptation pour tous les types d'examens doivent être conformes aux dispositions 12.5.4 de la norme CSA W59.

Chapitre 8 SOUDAGE DE LA TUYAUTERIE SOUS PRESSION

8.1 PORTÉE

Les exigences du présent chapitre doivent s'appliquer au soudage et à l'inspection de toute la tuyauterie sous pression en l'absence de la supervision de la société de classification.

8.2 CONCEPTION ET DESSINS

La conception des soudures de tuyauterie sous pression doit être conforme au code B31.1 de l'ASME - Power Piping. Un plan de conception des soudures pour la tuyauterie sous pression doit être soumis au représentant délégué sous forme de dessin aux fins d'examen avant d'entreprendre tout travail de soudage.

8.3 ÉLECTRODES DE SOUDAGE ET PRODUITS CONSOMMABLES

Toutes les électrodes et tous les produits consommables doivent se conformer aux codes de l'ASME IX et de l'ASME B31.1. Les électrodes et les produits consommables qui ne sont pas couverts par la section IX de l'ASME peuvent être utilisés pourvu qu'un essai de qualification soit réussi avant de commencer les travaux. Les essais doivent refléter les exigences de la section IX de l'ASME.

8.4 COMPÉTENCES DU PERSONNEL

Les compétences des soudeurs et de machines à souder doivent se conformer aux exigences de la section IX de l'ASME et à l'ASME B31.1. Les essais et l'approbation doivent être administrés par l'autorité provinciale des réservoirs sous pression. Les registres de compétences du personnel doivent être soumis au représentant délégué avant les travaux de soudage.

8.5 QUALIFICATION DES PROCÉDURES DE SOUDAGE

Les procédures de soudage doivent être qualifiées conformément à la section IX de l'ASME et à l'ASME B31.1. Les essais et l'approbation doivent être administrés par l'autorité provinciale des réservoirs sous pression. Les registres de qualification des procédures doivent être soumis au représentant délégué avant les travaux de soudage.

8.6 EXÉCUTION DES TRAVAUX

L'exécution des travaux doit être entièrement conforme aux exigences de l'ASME B31.1.

8.7 INSPECTION

8.7.1 Généralités

Tous les examens et toutes les inspections de la tuyauterie sous pression, des réservoirs sous pression et des systèmes de confinement sous pression doivent se conformer aux exigences de l'ASME B31.1.

8.7.2 Personnel

Tous les membres du personnel d'inspection doivent respecter les exigences du chapitre 5.0, section 5.5.9 de la présente spécification.

8.7.3 Inspections

Toutes les soudures effectuées sur la tuyauterie sous pression et aux systèmes de confinement sous pression doivent être examinées visuellement sur l'ensemble de leur longueur afin d'assurer une dimension et un profil approprié ainsi que l'absence de défauts visibles. Les conditions ou les défauts jugés inacceptables doivent être réparés à la satisfaction du représentant délégué.

Les soudures sur préparation à pénétration complète doivent être échantillonnées en vue d'un examen radiographique à une fréquence d'une soudure sur cinq exécutées par chaque soudeur. Les soudeurs se verront attribuer un numéro d'identification unique qui sera estampillé sur chaque soudure de raccordement à pénétration complète. Si le radiogramme révèle des défauts très évidents, un joint additionnel doit être inspecté par radiographie. Si le nouveau radiogramme révèle des défauts très évidents, les trois dernières soudures doivent être inspectées par radiographie.

La réparation des défauts doit être effectuée conformément aux procédures acceptées par le représentant délégué. Une seconde tentative de réparation ne doit pas être permise sans tenir compte des conditions et doit être approuvée par le représentant délégué.

8.7.4 Critère d'acceptation

Pour toutes les méthodes d'inspection, les soudures doivent être évaluées conformément au code d'acceptation de l'ASME B31.1.

Annexe A CODES, PUBLICATIONS ET NORMES DE REFERENCE

A.1 LISTE DES CODES, DES PUBLICATIONS ET DES NORMES

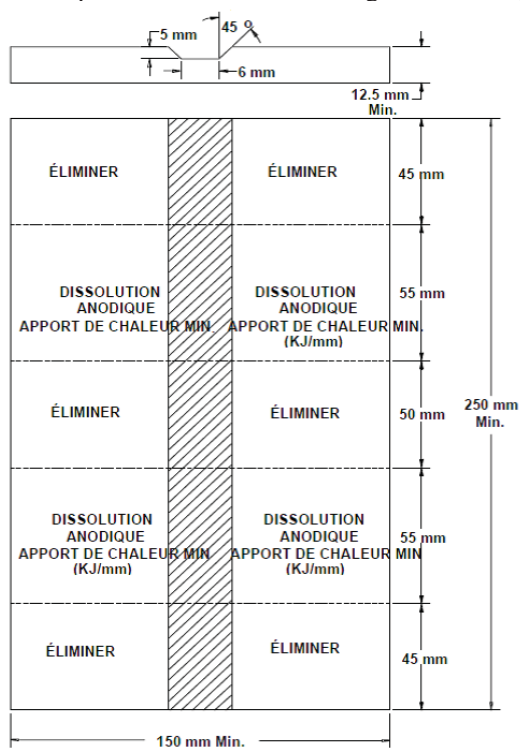
ASME	B31.1	Power Piping
	Section V : Section IX :	Boiler and Pressure Vessel Code, Non-destructive Examination Boiler and Pressure Vessel Code, Welding and Brazing Qualifications
AWS	Série A5	Specifications for Filler Metals and Consumables
	A5.10	Specification for Bare Aluminum and Aluminum-Alloy Welding Electrodes and Rods
	D1.6	Structural Welding Code – Stainless Steel
CAN/ONG C	48.9712	Qualification et certification du personnel responsable d'essais non destructifs
CAN/ISO	14341:XX	Produits consommables pour le soudage - Fils-électrodes et dépôts pour le soudage à l'arc sous protection gazeuse des aciers non alliés et à grains fins - Classification
CSA	G40.21	Acier de qualité structurale
	W47.1	Certification des compagnies de soudage par fusion de l'acier
	W47.2	Certification des compagnies de soudage par fusion de l'aluminium
	W48	Métaux d'apport et matériaux associés pour le soudage à l'arc
	W59	Construction soudée en acier (soudage à l'arc)
	W59.2	Construction soudée en aluminium
	W178.2	Qualification des inspecteurs de soudage

ESSAIS POUR L'ÉVALUATION DE LA RÉSISTANCE À LA CORROSION DES MÉTAUX DE SOUDAGE EN ACIER AU CARBONE EXPOSÉS À L'EAU DE MER

Lorsque la section 5.3.2 de la présente spécification l'oblige, les métaux de soudage doivent être mis à l'essai pour déterminer leur résistance à la corrosion lorsqu'ils sont exposés à l'eau de mer en suivant la procédure décrite dans le présent document.

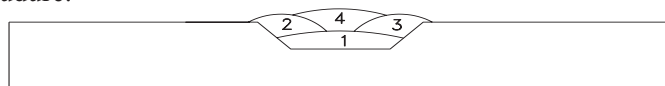
Le CWB doit toujours être présent et documenter le soudage des ensembles d'essai.

Les ensembles d'essai doivent être fabriqués conformément aux exigences de la figure B1 du présent document.



Les soudures doivent être déposées à l'aide d'une approche de soudage pour limiter la dureté sous cordon étiré, aux apports de chaleur minimum et maximum (kj/mm) prévus pour la production, comme l'illustre la figure B2 du présent document. La portion de rejet centrale de 50 mm de l'ensemble d'essai doit être utilisée comme transition entre les soudures à apport de chaleur minimum et maximum (arrêts et départs).

Pour le soudage automatique faisant appel au procédé de soudage à l'arc submergé, deux ensembles d'essai peuvent être utilisés : un pour l'apport de chaleur élevée et l'autre pour les soudures à faible apport de chaleur. Les séquences de cordons et de couches doivent être ajustées dans le but d'offrir une finition à couches divisées à la soudure.



Premier Edition – Mars 2014

B.3 ESSAIS DE DISSOLUTION ANODIQUE

Les échantillons retirés des assemblages d'essai, tel qu'indiqué dans la section B2.0 de la présente annexe, doivent être préparés par usinage comme illustré à la figure B3 du présent document.

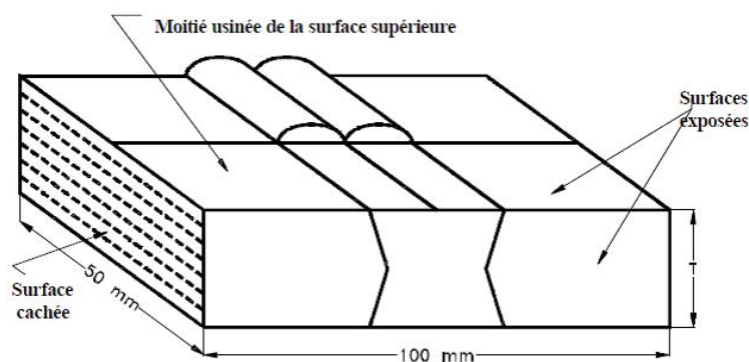


Figure B3 Échantillon d'essai de dissolution anodique

Chaque échantillon doit être corrodé à température ambiante à une densité de courant nominal de $0,88 \text{ mA/cm}^2$ pour une période de 15 jours. La solution d'essai doit se composer de 3,5 % de NaCl. Il faut placer une membrane sur l'ouverture du compartiment à cathodes pour éviter le mélange de l'anolyte avec la catholyte. Les systèmes d'essai doivent être disposés selon l'illustration de la figure B4 du présent document.

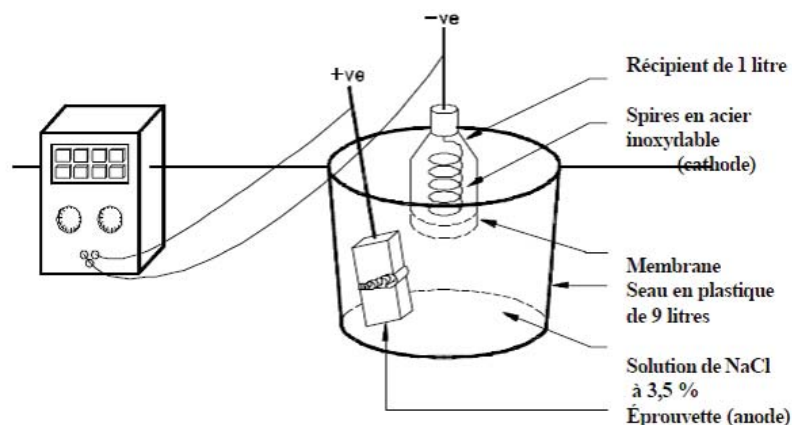


Figure B4 Système d'essai de dissolution anodique

La teneur en pH de l'anolyte et de la catholyte doit être surveillée chaque jour afin que la membrane ne présente aucune fuite. La teneur en pH de l'anolyte doit se situer entre 6 à 8,5 unités et la tension anodique doit se situer entre -600 et -560 mV par rapport aux SCE qui sont des tensions types de l'acier non protégé en eau de mer. Lorsque la tension est $> -600 \text{ mV}$ par rapport aux SCE, un brassage quotidien doit être effectué pour éviter la stratification du pH de l'anolyte.

B.4 RAPPORTS DES RÉSULTATS D'ESSAI

Les résultats des essais mécaniques, les plaques de base et les réactions chimiques du métal d'apport doivent être inscrits sur les formulaires d'inscription de qualification de procédure de soudage.

Les résultats des essais de corrosion doivent être documentés de façon précise et appuyés de photographies couleurs et de registres de photos de macro-examen en noir et blanc à grossissement de 5X.

Les pertes causées par la corrosion doivent être quantifiées par la prise d'une série de mesures de profil sur l'ensemble de la zone de soudure à l'aide d'un profilomètre doté d'une résolution dans la direction « Z » de $\pm 0,0125$ mm. La profondeur de l'attaque doit être dûment documentée pour chaque zone d'intérêt de la zone de soudure, de la plaque de base non touchée, de la zone touchée par la chaleur et du métal de soudage.

Trois exemplaires des rapports de résultats d'essai doivent être fournis au représentant délégué aux fins d'examen et d'approbation du métal de soudage à résistance optimale à la corrosion.

Annexe C FORMAGE A CHAUD ET EXIGENCES THERMIQUES - ALUMINIUM

C.1 FORMAGE À CHAUD

Toutes les procédures de formage à chaud doivent être approuvées par le représentant délégué avant de procéder aux opérations de formage à chaud.

La majorité des sections d'aluminium peuvent être formées à froid. De la chaleur peut être utilisée pour le formage intense. Les durées de maintien maximales pour le formage des alliages d'aluminium, à diverses températures, figurent au tableau C1.

Le formage des alliages d'aluminium de série 5000 est habituellement réalisé à des températures qui se situent entre 260 °C et 425 °C. Des méthodes appropriées de contrôle de température sont utilisées pour l'ensemble des opérations de formage à chaud et de recuit de détente. Dans le cas du formage à chaud ou de recuit de détente, l'exposition à des températures de 65 °C à 200 °C des alliages de série 5000 doit être minimisée à l'aide des techniques de refroidissement appropriées.

Tableau C1 Durée maximale d'exposition à une température préparatoire pour le formage des alliages d'aluminium

Température de maintien (Remarque 1) 0°C	6061-T4, T5 6061-T5, 6063-T5, 356.0-T4, (Remarque 2)	5454 (Remarque 3)	5083, 5086, 5154, 5254, 5456
430	NR(4)	50 heures	50 heures
260	NR(4)	50 heures	50 heures
230	5 minutes	50 heures	50 heures
220	15 minutes	50 heures	50 heures
205	30 minutes	50 heures	50 heures
190	1 à 2 heures	50 heures	NR(4)
175	8 à 10 heures	50 heures	NR(4)
120-165	50 heures	50 heures	NR(4)

REMARQUES :

1. Il est possible d'obtenir une formabilité égale avec des durées de chauffage plus courtes, à des températures correspondantes plus élevées. La durée proposée pour la température des alliages de métal plaqué doit être maintenue au minimum afin d'éviter la diffusion du placage dans l'alliage principal. Le chauffage doit être aussi rapide que possible, particulièrement à des températures de 205 °C et plus. Une durée excessive pour atteindre les températures souhaitées peut avoir des effets nocifs, semblables à ceux résultant d'une durée excessive aux températures adéquates.
2. La perte de résistance de ces alliages à l'état T6 ne passera pas environ 5 % lorsqu'ils sont chauffés à la température et aux durées prescrites. La résistance des alliages à l'état T4 augmentera.
3. Ces alliages seront recuits à une température de 345 °C et plus.
4. NR = non recommandé

C.2 FORMAGE À FROID

Le formage à froid des alliages d'aluminium de série 5000 doit être réalisé à des températures inférieures à 50 °C, à l'exception de l'alliage 5454, dont la température maximale peut atteindre 150 °C. Lorsque l'étendue du formage à froid est telle que les propriétés de la plaque de base sont modifiées au-delà des limites acceptables, il importe d'utiliser des traitements de post chauffage ou de recuit de détente afin de rétablir les propriétés acceptables.

Grouts, Sealants & Caulks

◆ Advanced Performance Grout

Power Grout™ Ultimate Performance Grout TA-550

TEC® Power Grout™ is a breakthrough in grout technology. It maximizes performance while providing ease of use. Its unique formulation is highly stain resistant and provides strong, color consistent joints by resisting efflorescence, fading, cracking and shrinking. TEC Power Grout provides excellent performance in virtually any environment, including high traffic and wet conditions, and in residential and commercial applications. One universal formula for joints 1/16" to 1/2" wide.

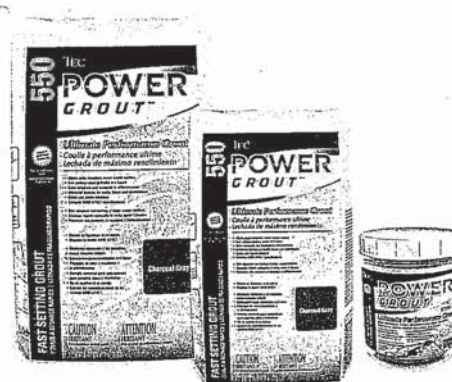
- Highly stain resistant, never needs sealing
- Fast setting; open to traffic in 4 hours
- Color accurate and resistant to efflorescence
- Universal formula for wall and floor applications
- Crack and shrink resistant
- Mold and mildew resistant
- Exceeds ANSI A118.7 specifications
- Residential to Extra Heavy Commercial Applications
- Interior/exterior use
- Zero VOC

Available in:

5 lb. jar (12 colors)

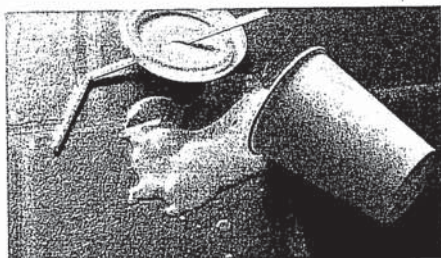
10 lb. bag (19 colors)

25 lb. bag (19 colors)

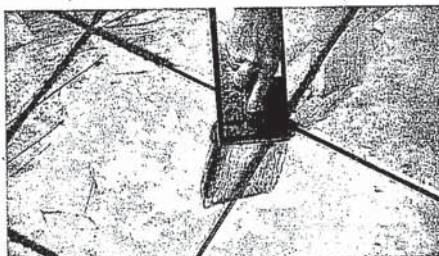


 Product contains zero VOC.

See page 32 for color options



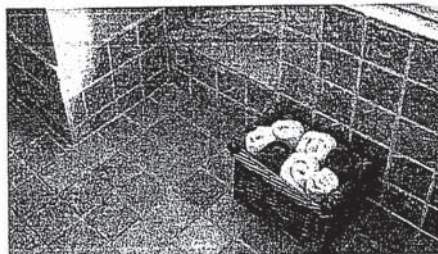
Permanently Stain Resistant



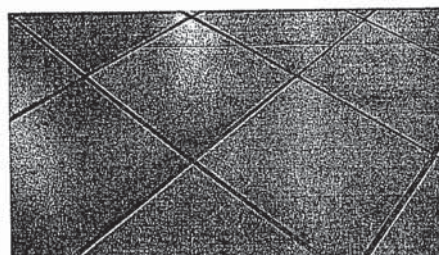
Fast And Easy To Install



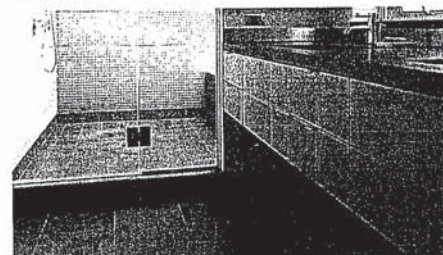
Color Consistent



Single Formula For Walls And Floors



Crack Resistant



Mold And Mildew Resistant

800-832-9002 tecspecialty.com



Trim and Stability Book Production for CCG Vessels

Prepared by:

Hull, Mechanical & Electrical
Marine Engineering
Integrated Technical Services

Canadian Coast Guard
200 Kent Street, 7th Floor
Ottawa, ON
K1A 06E

**Revision History**

Rev. #	Description	Page	Authority	Date
0	Draft	All	VK	Oct. 2014.

DRAFT



Table of Contents

1	General.....	1
1.1	Measurement System	1
1.2	Reference Coordinate System	1
1.3	Software	1
1.4	Deliverables.....	1
2	Front and Introductory Pages	3
2.1	Cover Page	3
2.2	Revision Page	3
2.3	Table of Contents.....	3
2.4	Nomenclature	3
3	Section 1: Notes Regarding Stability and Safe Operation of the Vessel	4
3.1	Statement of the Master's Responsibility Regarding Stability	4
3.2	Summary of Vessel Loading	4
3.3	Stowage of Cargoes/Scientific/Fishing Equipment	4
3.4	Watertight Doors and Hatches	4
3.5	Safety Equipment.....	4
3.6	Topside Icing	4
3.7	Lifting of Heavy Weights	5
3.8	Icebreaking Requirements	5
3.9	Limiting VCG Curve	5
4	Section 2: Vessel Information	6
4.1	Vessel Particulars	6
4.2	Frame Spacing.....	6
4.3	Stability Drawing	6
4.4	Downflooding Points.....	7
5	Section 3: Stability Criteria.....	8
6	Section 4: Intact Stability Assessment	9
7	Section 5: Damage Stability Assessment	12
8	Section 6: Special Stability Requirements.....	14



9	Section 7: Hydrostatic Data.....	15
10	Section 8: Cross Curves of Stability	16
11	Section 9: Tank Tables.....	17
12	Section 10: Watertight Compartments.....	18
	Annex A: Examples of Notes Regarding Stability and Safe Operation of the Vessel	A-1
	A.1 Statement of the Master's Responsibility Regarding Stability	A-2
	A.2 Summary of Vessel Loading	A-2
	A.3 Stowage of Cargoes/Scientific/Fishing Equipment	A-3
	F.4 Watertight Doors and Hatches	A-3
	F.5 Safety Equipment.....	A-3
	F.6 Topside Icing	A-3
	F.7 Lifting of Heavy Weights	A-5
	F.8 Icebreaking Requirements	A-65
	F.9 Limiting VCG Curve	A-65
	Annex B: Samples of Intact Stability Assessment Tables	B-1
	Annex C: Samples of Damage Stability Assessment Tables	C-1
	Annex D: Guidance on Using Hydrostatic Data.....	D-1
	D.1 Determine Vessel's Draft and Trim	D-2
	D.2 Determine Vessel's Displacement and Other Hydrostatic Data	D-2
	Annex E: Guidance on Using Cross Curves (KN) and Righting Arm (GZ) Calculation	E-1
	E.1 Determine Vessel's Draft, Trim and Displacement	E-2
	E.2 Determine Vessel's Vertical Centre of Gravity.....	E-2
	E.3 Obtain Cross Curves Ordinates (KN)	E-3
	E.4 Calculate Resulting GZ Curve	E-4
	E.5 Use of Righting Arm (GZ) Curve	E-4
	Annex F: Stability Drawing	E-1

List of Tables

Table 6.1: Summary of Intact Stability Assessment (for TC TP 7301 Stab 7 Criteria)	9
Table 7.1: Damage Case Flooding Table	12
Table 7.2: Summary of Damage Stability Assessment (for TC TP 10943 Sections 7 and 9 Criteria)	13



Table A.1: Loading Conditions Summary	A-2
Table A.2: Tank Usage Plan	A-3
Table A.3: Icing Coverage and Thickness Calculation	A-4
Table A.4: Icing Conditions and Rates	A-4
Table A.5: Times to Reach Ice Thicknesses on Various Areas for Icing Rates of 0.7, 2 and 4 cm/h.	A-54
Table B.1: Example of the First Page (Condition and Hydrostatic Properties Table)	B-2
Table E.1: Draft and Trim Calculation Summary	E-2
Table E.2: Calculation of Vertical Centre of Gravity	E-3
Table E.3: Calculation of GZ	E-4

List of Figures

Figure A.1: Limiting VCG Curve	A-6
Figure B.1: Example of the Second Page	B-3
Figure C.1: Example of the First Page (plan views showing all tanks and watertight compartments)	C-2
Figure C.2: Example of the Second Page (profile and section views showing all tanks and watertight compartments)	C-3



1 General

1.1 Measurement System

Stability Books are produced using the same measurement system to which the vessel was built. They can be produced in metric (SI) or Imperial measurement system.

1.2 Reference Coordinate System

All data and calculations presented in the Trim and Stability Book shall use the following coordinate system:

Vertical:	Positive (+) above baseline. Negative (-) below baseline.
Transverse:	Positive (+) to starboard of centreline. Negative (-) to port of centreline.
Longitudinal:	Positive (+) fwd of longitudinal origin. Negative (-) aft of longitudinal origin.

The vertical origin is typically at the flat of bottom, however, it may be located elsewhere for convenience. Drafts on many vessels refer to the bottom or underside of the keel. Drafts on some small boats are referred to the rake of keel (a line connecting the intersection of forward and aft perpendicular and keel line). In this case origin would typically be located at the intersection of aft perpendicular and projected rake of keel.

The transverse origin is typically at the centreline plane.

The longitudinal origin is typically at midship, however, it may be located elsewhere for convenience.

Trim by stern is positive.

Heel to starboard is positive.

1.3 Software

Primary software tool for stability analysis used by Canadian Coast Guard (CCG) is the General Hydro Statics (GHS) program created by Creative Systems, Inc. The Contractor shall use the latest version of GHS at the time of contract for Trim and Stability Book production.

1.4 Deliverables

Final Stability Books shall be submitted to the CCG in the following formats:

- 1) Hard Copy: Six hard copies presented in a three ring binders. Each section shall be separated by tabbed dividers with the section numbers clearly marked on each tab.
- 2) Soft Copy: A CD which includes the Trim and Stability Book in both Adobe PDF and Microsoft Word format. Source files for any tables and graphics embedded in the Word file shall also be included on CD (e.g. Excel tables, photographs etc.). In addition, this CD shall include all stability



program files required to generate the information within the Trim and Stability Book including all hull geometry, tank & compartment definition, library, macro, loading, intact stability and damaged stability run files.

DRAFT



2 Front and Introductory Pages

2.1 Cover Page

'Cover Page' shall be the first page of the Trim and Stability Book and will include the following information:

- 1) Name of vessel (or Class of vessels),
- 2) Date of the Trim and Stability Book production, and
- 3) Name of the organization that prepared the Stability Book.

2.2 Revision Page

'Revision page' shall be the page behind the 'Cover Page' and will include the document 'Revision History Table' identifying revision number, description of revision and the date of the revision publication.

2.3 Table of Contents

These pages will include the document table of contents followed by the list of annexes, list of tables and list of figures.

2.4 Nomenclature

This section shall provide an alphabetical listing of nomenclature used in this stability book. This shall include definitions of all acronyms, engineering symbols, mathematical variables and abbreviations



3 Section 1: Notes Regarding Stability and Safe Operation of the Vessel

‘Notes Regarding Stability and Safe Operation of the Vessel’ shall be the first section in Stability Book. This section shall present summary of the vessel’s stability and information required to safely operate the vessel. Each note shall provide clear and unambiguous detailed instruction on the safe operation of the vessel and shall be presented as a sub-section. Examples of the notes are given in Annex A. Notes shall be grouped by topic and include the following as appropriate:

3.1 Statement of the Master’s Responsibility Regarding Stability

This sub-section shall provide general information about ship stability (commentary on the vessel’s compliance with the intact, damage and any special stability criteria if required by stability standard) and the statement on the Master’s responsibilities regarding stability.

3.2 Summary of Vessel Loading

This sub-section shall provide summary of vessel loading. This note shall provide information about loading conditions, trim and tank usage.

1. A descriptive summary of all intact loading conditions followed by a table itemizing solid and liquid loads shall be presented at the beginning of this note. This table shall indicate weight both in units of measurement and as a percentage of maximum. The total displacement (lightship + solid load + liquid load) for each condition shall be given.
2. The operational values for trim for all intact loading conditions shall be stated and the trim limits quoted if there are any.
3. If applicable a tabular form tank usage plan shall be presented. This table shall list all major tanks and their percentage full for all operational loading conditions. If not already required by a stability standard, an additional ‘Mid-voyage’ loading condition shall be presented. This additional ‘Mid-voyage’ condition will present the vessel with 50% consumables and stores and some liquids at the operational level. The tank usage table generally defines fuel conditions so as to minimize vessel trim & heel, free surface moment and liquid VCG. The driving principles behind the development of a tank usage plan shall be discussed. If necessary, guidance shall be provided regarding the order to filling/emptying tanks to arrive at each fuel condition.

3.3 Stowage of Cargoes/Scientific/Fishing Equipment

This sub-section shall provide notes on stowage of cargoes/scientific equipment.

3.4 Watertight Doors and Hatches

This sub-section shall provide notes on operation of watertight doors and hatches.

3.5 Safety Equipment

This sub-section shall provide notes on safety equipment.

3.6 Topside Icing

This sub-section shall provide commentary on acceptable topsides icing load and hazards of icing if topside icing assessment is required by stability standard. Descriptive text shall be given indicating the coverage and thickness of icing this represents. Table containing weight and location of topsides icing



shall be presented. Commentary may be made regarding various icing conditions (light, moderate, heavy or extreme) and what exposure time in each is required to attain the icing weight used. This note shall also include guidance for mitigation and avoidance of vessel icing.

3.7 Lifting of Heavy Weights

This sub-section shall give notes on lifting of heavy weights from aspects of stability and safe operation of the vessel during the lifting if lifting assessment is required by stability standard.

3.8 Icebreaking Requirements

This sub-section shall cover any requirements in regards of ship stability and safe operation during icebreaking.

3.9 Limiting VCG Curve

This sub-section shall discuss the ship's "Limiting VCG" curve. Limiting VCG curves shall be generated for all primary loading conditions for intact stability. A graph illustrating the ship's limiting VCG curve(s) shall be provided. To generate the graph, lightship weight and VCG is modified for a given loading condition and longitudinal and transverse center of gravity is maintained constant. Over a series of displacement values, the ship VCG is varied and the maximum possible value before the failure of stability criteria is plotted.



4 Section 2: Vessel Information

The second section of the Trim and Stability Book shall be titled 'Vessel Information' and shall provide basic information about the vessel including all data needed for stability analysis. This section shall be divided into a number of sub-sections as outlined below.

4.1 Vessel Particulars

1. This sub-section shall provide the principle particulars of the vessel including, as a minimum:

- 1) Length overall;
- 2) Length between perpendiculars;
- 3) Breadth overall;
- 4) Breadth moulded;
- 5) Depth moulded;
- 6) All major deck heights above reference baseline at midships;
- 7) Camber of decks;
- 8) Rise of floor at the midships section;
- 9) Location of midships;
- 10) Positions of forward and aft draftmarks relative to midships;
- 11) Deep departure condition draft and trim;
- 12) Keel plate thickness;
- 13) Height of highest point above reference baseline;
- 14) Height of lowest point below reference baseline.

This sub-section should include a photograph of the vessel.

4.2 Frame Spacing

This sub-section shall provide a table of frame spacing spans throughout the ship.

4.3 Stability Drawing

'Stability Drawing' of the vessel shall be included in this sub-section. This is a standardized format drawing, a sample of which is given in Annex F. The Stability Drawing shall include the following:

- 1) Profile and deck views of vessel showing all compartments and tanks;
- 2) Markers showing key bulkheads, location of aft & fwd perpendiculars, midships and location of draft marks; frame scale shall be added below each vessel view;
- 3) Indication of key dimensions (e.g. distance below baseline of propellers, rudder, sonar, etc.);
- 4) Stability software (GHS) names for tanks and compartments with description;
- 5) Icon indicating coordinate system origin with orientation for both trim and stability book and stability software;
- 6) Location of down-flooding points;
- 7) Location of lightship centre of gravity (CoG);
- 8) Legend identifying shading used to indicate tank contents and line style used to indicate water tight bulkheads (WTBs);
- 9) List of all vessel particulars (from sub-section 4.1) shall be added to the drawing;
- 10) Table with frame spacing from sub-section 4.2 shall be added to the drawing;



- 11) Title block with vessel name and date.

If required by drawing size, a plastic holder shall be inserted in the hard copy Trim and Stability Book to accommodate the folded full size drawing.

4.4 Downflooding Points

This sub-section shall present a table summarizing the downflooding points considered in the stability analysis. This table shall identify, for each downflooding point, a brief description and the longitudinal, transverse and vertical coordinates. Table 4-4 provides an example of the format of this table. This sub-section should also include photographs of the primary downflooding points.



5 Section 3: Stability Criteria

This section shall identify the intact and damage stability standards used to assess the ship's stability capability. It will provide basic information about specific loading conditions, vessel stability requirements and hazards considered in the assessment. CCG vessels are typically assessed against criteria set in IMO codes, Transport Canada Regulations or Classification Society Rules.

DRAFT



6 Section 4: Intact Stability Assessment

This section shall detail ship's stability and hydrostatic characteristics for all intact conditions.

This section shall present a summary table of intact conditions, listing: condition name, loaded displacement, loaded heel and trim angle, the value attained for each stability criterion for each condition and the limit required. Table 6.1 shows an example of this summary table.

Intact Stability: Transport Canada TP 7301 STAB 7 Criteria									
Condition	Displacement [t]	Trim [deg]	Heel [deg]	Area from 0 To 30 deg > 0.055 m-rad	Area from 0 To 40 deg or Flood > 0.09 m-rad	Area from 30 To 40 deg or Flood > 0.03 m-rad	Righting Arm at 30 deg > 0.2 m	Absolute Angle at Max RA > 25	GM at 0 deg > 0.15 m
Departure	264.4	0.106	0.030	0.151	0.242	0.091	0.514	34.31	1.088
Load Line	268.6	0.111	0.030	0.149	0.239	0.090	0.510	33.97	1.067
Arrival	236.9	0.439	0.100	0.142	0.225	0.083	0.464	35.10	1.122
Arrival with Ice	269.6	0.436	0.160	0.091	0.136	0.045	0.290	28.63	0.648
Departure - Launching RHIB	264.4	0.123	4.050	0.145	0.222	0.077	0.455	34.93	1.083
Arrival - Launching RHIB	236.9	0.457	4.540	0.132	0.200	0.068	0.404	35.47	1.117
Departure - RHIB Departed	263.0	0.067	0.400	0.156	0.249	0.094	0.528	35.40	1.131
Arrival - RHIB Departed	235.5	0.437	0.300	0.149	0.236	0.087	0.487	35.30	1.170

Table 6.1: Summary of Intact Stability Assessment (for TC TP 7301 Stab 7 Criteria)

The rest of this section shall present a detailed summary of each loading condition. Each summary shall be arranged on two pages. Each page shall have the full condition title at the top of the page. As a recommendation, these two pages should be arranged in a way to be seen simultaneously.

The first page shall include three tables as outlined below. All tables shall have units and reference system clearly identified. First two tables are referred as Condition tables and the third one as Hydrostatic Properties table.

- 1) The first table shall summarize the solid weights. For each weight item the percentage of full load, weight, centres of gravities (CoG) and weight moments shall be provided. The weight items listed shall include the following as appropriate:
 - a) crew,
 - b) effects,
 - c) provisions & consumables,
 - d) stores,
 - e) cargo.

In addition to the above listed solid weights two other solid weights shall be listed:

- a) lightship weight,
- b) icing weight.

This table shall include a 'totals' line showing the total solid load weight and net CoG.

- 2) The second table shall summarize the liquid loads of structural and large tanks. The data presented for each tank shall include the following:
 - a) tank description and GHS name (in brackets),
 - b) specific gravity,



- c) percentage full,
- d) weight of liquid in tank,
- e) vertical, longitudinal and transverse liquid centres and moments, and
- f) free surface moment (FSM).

This table shall include a 'totals' line showing the total tank weight, net liquid CoG and total FSM.

A line of 'deadweight' and a line 'condition displacement' shall be placed below the second table. The first line ('deadweight') equals the sum of the liquid and solid loads noted in the previous two tables and the net CoG. The second line ('condition displacement') equals the sum of the lightship, icing weight (if exists) and deadweight and the net CoG. FSM from tanks loads shall also be added at this line.

- 3) This table shall continue with the presentation of hydrostatic particulars based on the condition displacement including:
 - a) Longitudinal Centre of Flotation (LCF),
 - b) Longitudinal Centre of Buoyancy (LCB),
 - c) Vertical Centre of Buoyancy (VCB),
 - d) Moment to Change Trim (MCT),
 - e) Metric tonnes per centimetre immersion (TPI) (or long tons per inch immersion - TPI),
 - f) Metacentric height transversal and longitudinal KM_T , KM_L .
 - g) Free Surface Correction (FSC),
 - h) GM fluid and solid (GM_F , GM_S),
 - i) Draft at the LCF,
 - j) Draft at forward and aft draft marks, referenced to draft vertical datum (as per ship markings),
 - k) Draft at forward and aft perpendiculars,
 - l) Trim over length between perpendiculars.

Example of the first page (condition and hydrostatic properties tables) is given in Figure B.1 in Annex B.



The second page shall include three figures as listed below:

- 1) The first figure shall be a diagram showing the ship profile and tank plan. The diagram shall be subdivided by watertight bulkhead, with tank boundaries clearly presented. The intact waterline shall be displayed and identified on the profile. This profile and tank plan shall be shaded indicating the location of liquid and select solid loads. A legend shall be provided identifying the shading used for the following loads:
 - a) fuel,
 - b) salt water,
 - c) fresh water,
 - d) black/grey water,
 - e) stores and provisions, and
 - f) scientific equipment/cargo
- 2) The second figure shall be table with the list of all intact stability criteria assessed with the required and attained values.
- 3) The third figure shall be a graph showing the intact righting arm and any heeling arm curves if required by standard. The curves shall be drawn to show positive range of the righting arm curve. If the down-flooding angle is governing, the figure shall show location of the down-flooding point. If the vessel has an initial list, care shall be exercised to ensure that the righting arm presented is for the vessel heeled in the same direction as the initial list.

Example of the second page is given in Figure 6.2.



7 Section 5: Damage Stability Assessment

This section shall detail ship's stability and buoyancy characteristics for all damage conditions if required by stability standard.

If damage stability assessment is not required by stability standard, Section 7: Damage Stability Assessment, Section 10: Watertight Compartments and parts of Section 1: Notes Regarding Stability and Safe Operation of the Vessel and Section 3: Stability Criteria related to damage stability shall be provided in a separate document as addendum to the Trim and Stability Book. Any additional damage stability requirements specified by Coast Guard and not required by damage stability standard shall be assessed and presented in the addendum.

A statement of the vessel's damage survivability shall be given to clearly identify any damage cases that are close to the stability limits.

This section shall contain a narrative describing how damage cases were derived including discussion on damage extents applied and asymmetric, symmetric and low buoyancy damage scenarios considered. The naming convention used for damage cases shall be defined.

This section shall include a damage case flooding table. This table shall explicitly identify which tanks and/or watertight compartments are flooded in each damage case. Table 7.1 provides an example of this table.

Damage Case	Flooded spaces
D001	steering gear compartment, tank 14, tank 16, AMR
D002	steering gear compartment, tank 14, AMR, atbd tube comp
D003	AMR, stbd tube comp, MMR
D004	MMR, aft accommodation space, tank 3
D005	aft accommodation space, tank 3, fwd accommodation space, tank 12
D006	fwd accommodation space, tank 12, bow thrust compartment, tank 1
D007	bow thrust compartment, chain locker voids, chain locker, fore peak void, fore peak
D008	fwd accommodation space, tank 11, bow thrust compartment, tank 1
D009	aft accommodation space, tank 2, fwd accommodation space, tank 11
D010	MMR, aft accommodation space, tank 2, tank 4
D011	AMR, port tube comp, MMR, tank 8A
D012	steering gear compartment, tank 13, AMR, port tube comp
D013	steering gear compartment, tank 13, tank 17, AMR

Table 7.1: Damage Case Flooding Table

This section shall present a summary table of damage conditions listing: damage case name, displacement in damage condition, the value attained for each stability criterion for each damage case and the limit required. Table 7.2 shows an example of this summary table. This table may be split into a number of sub-tables to organize results by loading condition (e.g. Departure, Arrival conditions).

This section shall also include a graphical summary presentation of select damage cases. As a recommendation, each of these cases shall be arranged on two pages that may be viewed simultaneously in the open trim and stability book (i.e. left and right side pages). Each page shall have the full damage case name at the top of the page. The content of these two pages is shown in Annex C.



Damage Stability Criteria																
Damage Case: Departure	Displace ment (tonnes)	Angle at Equilibrium < 12°		GM _r at Equilibrium≥ 0.05m		Minimum Freeboard to margin line > 0 (m) P/F		Angle from Equilibrium to RA _{ZERO} or Flood > 15°		Area from Equilibrium to 27° or Flood ≥ 0.015 rad-m		GZ _{MAX} ≥ 0.1m		GZ _{MAX} ≥ 0.04m (with wind heeling moment)		Case P/F
D001	265.3	1.00	P	0.679	P	0.177	P	38.80	P	0.068	P	0.257	P	0.226	P	PASS
D002	265.3	0.50	P	0.679	P	0.238	P	39.59	P	0.071	P	0.266	P	0.234	P	PASS
D003	266.2	0.88	P	0.587	P	0.140	P	34.90	P	0.051	P	0.172	P	0.140	P	PASS
D004	258.0	0.83	P	0.505	P	0.637	P	35.54	P	0.053	P	0.181	P	0.147	P	PASS
D005	254.8	1.38	P	0.786	P	0.566	P	31.80	P	0.084	P	0.335	P	0.301	P	PASS
D006	256.0	1.67	P	1.134	P	0.945	P	40.56	P	0.115	P	0.480	P	0.449	P	PASS
D007	266.2	0.03	P	1.106	P	1.420	P	53.01	P	0.128	P	0.533	P	0.503	P	PASS
D008	256.0	1.74	P	1.135	P	0.941	P	46.24	P	0.115	P	0.483	P	0.451	P	PASS
D009	254.8	1.45	P	0.786	P	0.562	P	31.70	P	0.084	P	0.336	P	0.303	P	PASS
D010	258.1	1.24	P	0.525	P	0.599	P	34.86	P	0.052	P	0.180	P	0.147	P	PASS
D011	265.3	0.00	P	0.598	P	0.191	P	35.91	P	0.055	P	0.182	P	0.149	P	PASS
D012	265.3	0.01	P	0.678	P	0.266	P	40.54	P	0.074	P	0.275	P	0.243	P	PASS
D013	265.3	0.39	P	0.681	P	0.213	P	40.00	P	0.071	P	0.263	P	0.231	P	PASS

Table 7.2: Summary of Damage Stability Assessment (for TC TP 10943 Sections 7 and 9 Criteria)

The first page shall include:

- 1) A schematic plan views showing all tanks and watertight compartments. Various hatches shall be used to indicate tanks and compartments that are flooded and the contents of intact tanks.
- 2) A table shall be given that lists all tanks and/or compartments that are flooded. This table shall also identify intact tanks which are not empty and their contents and percentage of full load.

The second page shall include:

- 1) A schematic centerline profile view showing tanks and watertight compartments. Various hatches shall be used to indicate tanks and compartments that are flooded and the contents of intact tanks. The damaged waterline will be shown on the profile schematic.
- 2) A number of section views showings tanks and watertight compartments. These sections will be shaded to indicate tanks and compartments that are flooded and the contents of intact tanks. Typically five section views will suffice, these should be located at approximately AP, 0.25LBP, midships, 0.75LBP and FP. However, location may be altered to capture points of interest (i.e. specific main tanks). The damaged waterline (preferably for zero heel) shall be shown on all section views.
- 3) A table listing each damaged stability criterion, the minimum or maximum limit for the criterion and the value attained for the damage case.
- 4) A graph showing the damaged case righting arm and heeling arm curves. The curves shall be drawn to show positive range of the righting arm curve or the down flooding angle.

It is not necessary to present all damage cases evaluated. The following guidelines shall apply:

- 1) The worst condition for reserve of buoyancy (minimum margin line freeboard) shall be presented for all cases of symmetric flooding.
- 2) All cases of flooding which engendered modifications to vessel loading in order to meet stability criteria shall be presented.



8 Section 6: Special Stability Requirements

This section shall cover special ship's stability requirements for ships such as icebreakers, vessels involved in lifting, towing, additional hazard of topside icing or any other non-typical service requirement.

DRAFT



9 Section 7: Hydrostatic Data

This section shall present hydrostatic data in both tabular and graphical format.

Hydrostatics shall be presented for a displacement range that starts 10% below the lightship condition and ends at 110% of the heaviest condition displacement. Draft increment should be around 10 cm (4 in). It can set to other value depending on the vessel's size. Data shall be presented for the minimum of three trim values that covers the range of trims that vessel has in all considered loading conditions. As a general rule the following trims are recommended: 0.5 % LBP stern trim, level trim and 0.5 % LBP bow trim.

The hydrostatic data tables shall include the following:

- 1) Draft (at mid-ships, usually referenced to vertical draft's datum),
- 2) Displacement,
- 3) LCB longitudinal centre of buoyancy,
- 4) VCB vertical centre of buoyancy,
- 5) LCF longitudinal centre of flotation,
- 6) TPC metric tonnes per centimetre immersion (or TPI = long tons per inch immersion),
- 7) MCT moments to change trim,
- 8) KMT transverse metacentre, and
- 9) KML longitudinal metacentre.

The hydrostatic tables and graphs shall be reported in the same units, reference system and water density used throughout the stability book.

Guidance, in the same section of this stability book, shall be provided explaining the use of hydrostatic data. An example of the guidance is provided in Annex D.



10 Section 8: Cross Curves of Stability

This section shall present cross curves of stability in both tabular and graphical format.

Cross curves should be reported at the same displacement's range and bow and stern trims as reported in the hydrostatic data tables. Heel angles reported should be at least up to 70 degrees in 5 degree increments. If the damage stability assessment is required by stability standard then a cross curve at the flooding shall also be added in both table and graph.

The cross curve data tables and graphs shall be reported in the same units, reference system and water density used throughout the stability book.

Guidance, in separate section or annex of this stability book, shall be provided explaining the use of cross curves and righting arm calculation. An example of the guidance is provided in Annex E.



11 Section 9: Tank Tables

This section shall detail information regarding ship tanks. At the beginning of section a summary table shall be provided followed by the detailed tank loading tables.

This section shall include a summary table which lists each major tank by name, its contents, the assumed specific gravity and the 100% liquid load weight.

Detailed loading tables shall be provided for each tank. Each loading table shall give the tank name, tank number, frame station range, contents, assumed specific gravity and reference point for tank soundings. Capacities from 10% to 100% in increments of 10% including 95% shall be given. For each capacity, the following parameters shall be listed:

- a) tank sounding,
- b) fluid weight,
- c) tank volume,
- d) vertical centre of gravity,
- e) transverse centre of gravity,
- f) longitudinal centre of gravity,
- g) free surface moment.

All parameters in individual tank loading tables shall be reported at the same bow and stern trims as in the hydrostatic data tables.

~~calculated for zero heel and trim condition (ship in upright and even keel position).~~

Individual loading tables shall be presented in the same order as listed in the summary table at the beginning of the section.



12 Section 10: Watertight Compartments

This section shall provide detailed information regarding all watertight compartments including general information notes and identification of spaces within the boundaries of each watertight compartment. Compartment names should correspond to that used on the stability drawing presented in sub-section 4.3.

This section shall give instruction for interpolating weight and centres of partially flooded compartments. Guidance shall be provided for estimating free surface correction of flooded compartments.

This section shall include a watertight compartment table that lists all watertight compartments on and below the weather deck. For each watertight compartment the following information shall be given:

- 1) frame span of watertight compartment,
- 2) gross dimensions of watertight compartment,
- 3) permeability,
- 4) fully flooded weight (assuming sea water flooding),
- 5) Centre of Gravity,
- 6) A list of all spaces within the compartment.



Annex A: Examples of Notes Regarding Stability and Safe Operation of the Vessel



A.1 Statement of the Master's Responsibility Regarding Stability

Vessel has good initial stability in all specified loading conditions and fully meets requirements of Transport Canada TP 7301, Part I, Stab 7. Vessel meets additional requirements for stability with topside icing prescribed in the same standard.

Vessel has good damage stability in Departure and Arrival loading conditions for all damage cases and fully meets requirements of SOLAS, Chapter II-1, Part B-1 Subdivision and damage stability of cargo ships.

*Notwithstanding the above, compliance with the stability criteria **does not** ensure immunity against capsizing regardless of the circumstances, or absolve the vessel master from his responsibility. The Master should therefore exercise prudence and good seamanship having regard to the season of the year, weather forecasts and the navigational zone and should take the appropriate action as to speed and course warranted by the prevailing circumstances.*

A.2 Summary of Vessel Loading

The Departure condition is the heaviest operational state for the ship. In this condition, the ship is fully stored and fuelled and ballast tanks are empty. Arrival condition is the lightest condition and the least stable. Ship consumables, fuel tanks are at 10% and 14% respectively, while black and grey water, bilge and dirty oil tanks are at 90% level. Fresh water tanks are at 10% level. Ballast water tanks are empty. Deck cargo and SAR equipment are at 100% level.

Table A.1 summarizes the load items for the Departure and Arrival loading conditions.

Loading Condition	Departure		Arrival	
Load Item	Loading (%)	Weight (tonne)	Loading (%)	Weight (tonne)
Lightship	100	218.29	100	218.29
Stores	100	1.5	10	0.15
Crew and Equipment	100	1.8	100	1.8
SAR Equipment	100	0.3	100	0.3
Deck Cargo	100	2.4	100	2.4
Fuel Oil	94	31.2	14	4.65
Fresh Water	100	6.42	10	0.64
Ballast Water	0	0	0	0
Gasoline	95	1.86	10	0.19
Lube Oil	100	0.63	10	0.07
Black and Grey Water	0	0	90	4.68
Bilge Water	0	0	90	1.46
Other Liquids	0	0	90	2.29
Displacement	N/A	264.4	N/A	236.92

Table A.1: Loading Conditions Summary

In the Departure loading condition the vessel has a 0.07 m trim by the stern. The Arrival condition has a 0.281 m trim by the stern.

Acceptable trim for this vessel is between 0 meters by the bow and 0.3 meters by the stern. Bow trim is not acceptable. Excessive stern trim will reduce reserve of buoyancy. Therefore, cargo storage and tank usage should be optimized to maintain, as far as practicable, a level trim for the vessel.



Victory Class ships are fitted with five fuel and one emergency fuel tanks, two fresh water tanks, two gasoline tanks. Other tanks including black and grey water, lube oil, bilge water dirty oil, sludge and two water ballast tanks are not included in tank usage plan.

Tank usage plan specify tank levels for fuel, gasoline and fresh water loads. These levels have been for three loading conditions: departure (95% fuel), mid-voyage (50% fuel) and the arrival (14% fuel) condition. The tank usage plan is outlined in Table A.2.

Tank Name	Condition		
	Departure	Mid-Voyage	Arrival
FO STORAGE	95%	95%	57%
FO SERVICE PORT	95%	30%	0%
FO SERVICE STBD	95%	30%	0%
FO DAY	90%	90%	10%
FO STORAGE/OVERFLOW	92%	60%	0%
FW PORT	100%	50%	15%
FW STBD	100%	50%	5%
GASOLINE PORT	95%	75%	20%
GASOLINE STBD	95%	25%	0%
EMERGENCY FUEL	95%	95%	95%

Table A.2: Tank Usage Plan

A.3 Stowage of Cargoes/Scientific/Fishing Equipment

The C&P variant of the Victory Class ships is outfitted with only a single Zodiac H753 OB RHIB, fitted on the port side. The starboard side RHIB, RHIB cradle and RHIB painter jib are not fitted. The C&P variant fitted with the removable fishing gear appliance, the RAPP KB-08 power block and the MARCO J0117 pot line hauler has a useable deck cargo capacity of 2.4 tonne. If the fishing equipment is removed from the vessel the resulting deck cargo capacity is 3.0 tonne.

Prior to operation, ensure items of equipment and cargo have been properly stowed and/or lashed so as to minimize the possibility of both longitudinal and lateral shifting while underway, under the effect of acceleration caused by rolling or pitching.

A.4 Watertight Doors and Hatches

Hatches, doors, etc. which give access to the main deck should be kept closed during navigation, except when necessarily opened for the working of the vessel, and should always be ready for immediate closure and be clearly marked to indicate that these fittings are to be kept closed except for access. Flush hatches to the: fore peak; chain locker void; main machinery room; auxiliary machinery room; and forward deck house at the Bridge Deck level should be kept closed while the vessel is at sea.

Hinged watertight doors in bulkheads at frames 4, 9, 17, 25 and 31 are to be kept closed at sea except when opened for access.

A.5 Safety Equipment

A.6 Topside Icing

Calculation of Ice Accretion:



Ice accretion for the vessel has been calculated in accordance TP 7301E, Stability, Subdivision, and Load Line Standards, Part I, STAB 7. Table A.3 below provides details of icing coverage and thickness.

Description	Area (m ²)	Rate (kg/m ²)	Weight (tonnes)	Ice Thickness (cm)	VCG (m)	LCG (m)	TCG (m)
Main Deck	144.8	54	7.819	5.9	3.9	17.8	0
Bridge Deck	69.2	54	3.738	5.9	6.25	19.5	0
Top of Bridge Deck	44.8	54	2.419	5.9	8.6	17	0
Superstructure Front	7.5	37	0.278	4.0	5.4	32.2	0
Superstructure Sides (P&S)	142.4	37	5.27	4.0	5.05	21.5	0
Superstructure Back	10.7	37	0.396	4.0	5.2	13	0
Bridge Front & Back	24.4	37	0.905	4.0	7.5	18.5	0
Bridge Sides (P&S)	25.2	37	0.932	4.0	7.5	18.5	0
Bulwarks (P&S)	38.2	37	1.415	4.0	4.9	33	0
Mast	2.5	48	0.12	5.2	14.5	15	0
Guardrails (P&S)	110	78	8.58	8.5	6	8	0
Small Items	10	78	0.78	8.5	6	8	0
TOTAL:	629.8	N/A	32.652	N/A	5.62	16.48	0

Table A.3: Icing Coverage and Thickness Calculation

The resulting ice load is approximately 32.65 tonnes. Loading conditions including ice accretion are only intended to show compliance with the stability criteria. Excessive ice accretion must be avoided and all opportunities to remove ice shall be utilized.

Prediction of Ship Icing:

Table A.4 provides information about icing conditions (light, moderate, heavy and extreme) and rates.

Icing Condition	None	Light	Moderate	Heavy	Extreme
Icing Rates (cm/hour)	0	<0.7	0.7-2.0	2.0-4.0	>4.0
(inches/hour)		<0.3	0.3-0.8	0.8-1.6	>1.6

Table A.4: Icing Conditions and Rates

Actual icing rates depend on various parameters. Values provided in table should be used as guide for crew to monitor ice accumulation and mitigate dangerous situation associated. Table A.5 below provides times to reach ice thickness for areas considered in Table A.3. Icing rates considered in calculation are 0.7, 2 and 4 cm/h.



Description	Weight (tonnes)	Ice Thickness (cm)	Ice accretion time (h) for the following icing rates (cm/h)		
			0.7	2	4
Main Deck	7.819	5.9	8.4	2.9	1.5
Bridge Deck	3.738	5.9	8.4	2.9	1.5
Top of Bridge Deck	2.419	5.9	8.4	2.9	1.5
Superstructure Front	0.278	4.0	5.8	2.0	1.0
Superstructure Sides (P&S)	5.27	4.0	5.8	2.0	1.0
Superstructure Back	0.396	4.0	5.8	2.0	1.0
Bridge Front & Back	0.905	4.0	5.8	2.0	1.0
Bridge Sides (P&S)	0.932	4.0	5.8	2.0	1.0
Bulwarks (P&S)	1.415	4.0	5.8	2.0	1.0
Mast	0.12	5.2	7.5	2.6	1.3
Guardrails (P&S)	8.58	8.5	12.2	4.3	2.1
Small Items	0.78	8.5	12.2	4.3	2.1

Table A.5: Times to Reach Ice Thicknesses on Various Areas for Icing Rates of 0.7, 2 and 4 cm/h.

Avoidance and mitigation of ship icing:

Vessel icing is associated with the following weather conditions: cold air advection and cold sea temperatures. Monitor weather and these two factors. Especially be aware of polar low pressure cyclones as they can create severe icing due to their high winds and formation of cold air.

When the danger of ship damage and instability arises due to ice formation immediate steps should be taken to remove the ice from large surfaces of the vessel, beginning with the upper structures. Crew should be organized and all the means for combating ice formation should be ready for use.

Freeing ports should be kept clear of debris and ice accretion at all times.

Recommended tools for physical removal are recommended: baseball bats, wooden mallets, steel-bladed ice scrapers, straight bottom shovels, spades, hoes, picks, brooms, snow shovels. Wooden tools are good as they are efficient and make no damage to ship.

The following chemicals can also be used for ice removal: rock salt, calcium chloride, urea, ethylene glycol, methanol and other de-icers including alcohols. The following devices can also be used for ice removal: hot air guns, hair dryers and steam lances.

A.7 Lifting of Heavy Weights

Exercise due diligence and extreme caution in hoisting items with the crane while at extension.

The vessel's stability is influenced by the lifting of weights over the side, as the weight acts as a point load under the tip of the extended crane boom. Lifting weights over the side of the vessel has two impacts on vessel stability. The first is a significant impact on the vertical centre of gravity as the load is taken on the tip of the crane boom. The second is a heeling moment caused by lifting a weight some distance away from the vessel centreline.

The heaviest weight lifted with the crane on the vessel is an estimated weight of 1500 kg and an outreach of 10 m. It is assumed that the crane lifts to starboard, creating the least favourable stability case. Vessel stability is marginal when lifting this heavy load.



A.8 Icebreaking Requirements

A.9 Limiting VCG Curve

Vessel's limiting VCG was examined in the four loading conditions: Departure, Arrival, Departure with Ice Accretion and Arrival with Ice Accretion. To obtain the curves lightship weights and VCGs for each condition were modified and longitudinal and transverse centers of gravity were maintained constant. Over a series of displacement values, the ship VCG was varied and the maximum possible value before the failure of stability criteria was plotted. Current values for all four loading conditions are added to the plot in addition to the limiting VCG curves. Both Arrival conditions (with and without ice) has less reserve in the lightship and VCG growth due to free surface effects and reducing the weights located low in the ship. Ice accretion significantly reduces vessel's weight and VCG margin before failing any of stability criteria. Arrival Condition with Ice Accretion has the least reserve in the lightship and VCG growth of all four conditions.

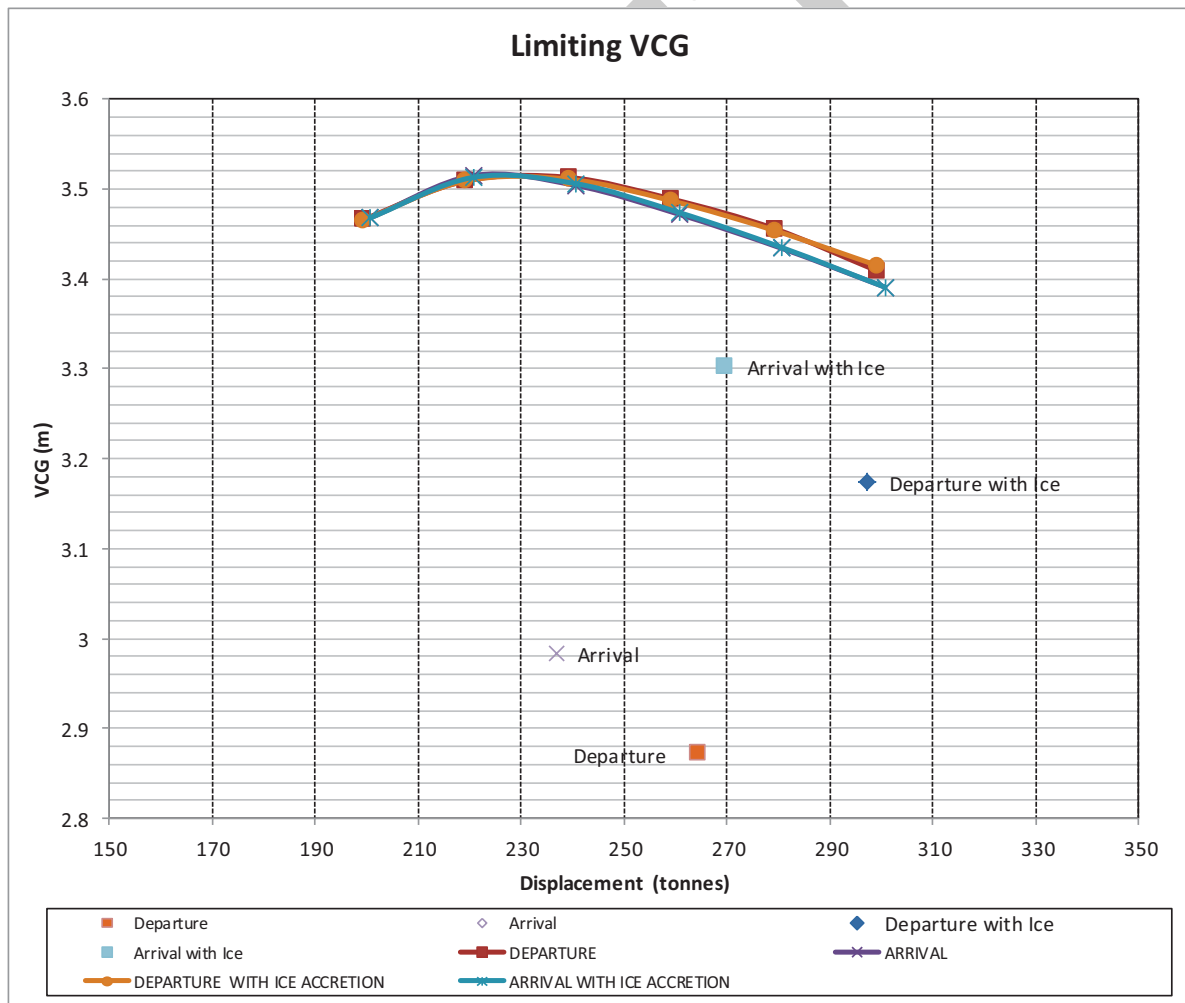


Figure A.1: Limiting VCG Curve



DRAFT



Annex B: Samples of Intact Stability Assessment Tables

DRAFT



Condition: Arrival with Ice Accretion										
Weight Item	Specific Gravity	% Full	Weight [t]	VCG [m]	LCG [m]	TCG [m]	V.Mom. [mt]	L.Mom. [mt]	T.Mom. [mt]	FSM [mt]
Lightship			218.29	3.08	16.21	-0.01	672.77	3539.35	-1.31	
Solid Weights										
Crew and Equipment	N/A	100	0.90	4.270	24.800	-0.300	3.843	22.320	-0.270	
Effects	N/A	100	0.90	4.270	24.800	-0.300	3.843	22.320	-0.270	
Stores	N/A	10	0.15	4.900	15.500	-1.450	0.735	2.325	-0.218	
Emergency Generator Fuel Oil	N/A	95	0.31	5.600	15.580	0.610	1.736	4.830	0.189	
SAR Equipment - GFE	N/A	100	0.30	4.710	17.952	-0.150	1.413	5.386	-0.045	
Deck Cargo	N/A	100	2.40	4.400	5.000	1.650	10.560	12.000	3.960	
Total Solid Weight			4.96	4.462	13.948	0.675	22.130	69.180	3.347	
Icing Weight	N/A	N/A	32.65	16.475	0	5.618	537.909	0.000	183.428	
Liquid Loads										
FO STORAGE (FO-TK1.C)	0.840	57	4.23	28.237	0.005	0.604	119.443	0.021	2.555	4.110
FO SERVICE PORT (FO-TK2.P)	0.840	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
FO SERVICE STBD (FO-TK3.S)	0.840	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
FO DAY (FO-TK8A.P)	0.840	10	0.11	8.746	-1.308	2.026	0.962	-0.144	0.223	0.100
FO STORAGE/OVERFLOW (FO-TK9.C)	0.840	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
FW PORT (FW-TK11.P)	1.000	15	0.48	28.572	-2.631	3.002	13.715	-1.263	1.441	0.080
FW STBD (FW-TK12.S)	1.000	5	0.16	28.453	2.629	2.920	4.552	0.421	0.467	0.080
LO MAIN ENGINE (LO-TK5.S)	0.900	10	0.06	14.522	0.855	0.528	0.871	0.051	0.032	0.010
BILGE WATER (BILGE_W-TK4.P)	1.000	90	1.46	16.036	-1.151	0.861	23.413	-1.680	1.257	0.310
SEWAGE SLUDGE (SEWAGE-TK6.C)	1.000	90	0.52	12.751	0.001	0.724	6.631	0.001	0.376	0.090
GREY WATER (GW-TK7A.C)	1.000	90	3.59	10.539	0.002	0.834	37.835	0.007	2.994	1.370
BLACK WATER (BW-TK7B.C)	1.000	90	0.57	12.244	0.001	0.759	6.979	0.001	0.433	0.130
DIRTY OIL SLUDGE (DIRTY_O-TK15.C)	1.000	90	2.29	14.015	-0.001	0.703	32.094	-0.002	1.610	0.380
WATER BALLAST STBD (WB-TK16.S)	1.025	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WATER BALLAST PORT (WB-TK17.P)	1.025	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
GASOLINE PORT (GAS-TK13.P)	0.735	20	0.20	2.243	-2.872	2.898	0.449	-0.574	0.580	0.090
GASOLINE STBD (GAS-TK14.S)	0.735	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
DG LUBE OIL RESEVOIR (DG_LO_TK.S)	0.900	10	0.01	7.824	0.188	2.685	0.078	0.002	0.027	0.000
Total Tanks			13.68	18.057	-0.231	0.877	247.021	-3.161	11.994	6.750
Deadweight	N/A	N/A	18.64	14.439	3.542	0.823	269.151	66.020	15.341	
Condition Totals	N/A	N/A	269.58	5.489	13.374	0.732	1479.830	3605.374	197.459	6.750
LCF (m)	16.514	KM _T (m)	3.591	Draft at LCF (m)	2.205					
LCB (m)	16.284	KM _L (m)	76.853	Draft at Aft Mark (m)	2.341					
VCB (m)	1.513	FSC (m)	6.75	Draft at Fwd Mark (m)	2.061					
MCT (t/cm)	5.4	GM _S (m)	0.673	Draft at AP (m)	2.35					
TPC (t/cm)	2.14	GM _F (m)	0.648	Draft at FP (m)	2.047					
		Trim (m)	0.279	Draft at MS (m)	2.201					

Table B.1: Example of the First Page (Condition and Hydrostatic Properties Table)



LIM-----STAB 7 CRITERION-----Min/Max-----Attained

(1) Area from abs 0.157 deg to 30	>	0.0550 m.-Rad	0.0905 P
(2) Area from abs 0.157 deg to 40 or Flood	>	0.0900 m.-Rad	0.1356 P
(3) Area from 30 deg to 40 or Flood	>	0.0300 m.-Rad	0.0451 P
(4) Righting Arm at 30 deg	>	0.200 m.	0.290 P
(5) Absolute Angle at MaxRA	>	25.00 deg	28.63 P
(6) GM Upright	>	0.150 m.	0.648 P

-----Relative angles measured from 0.157 -----

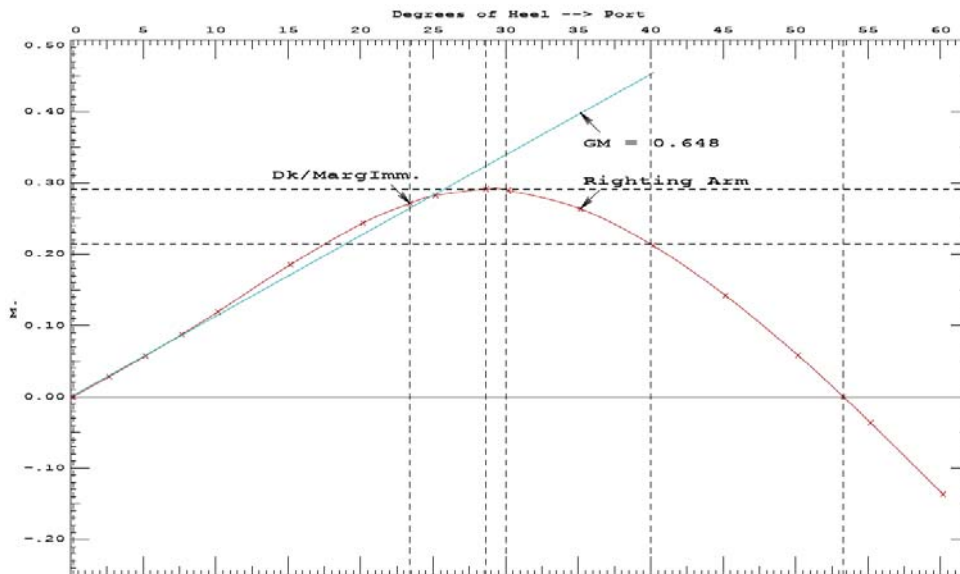


Figure B.1: Example of the Second Page

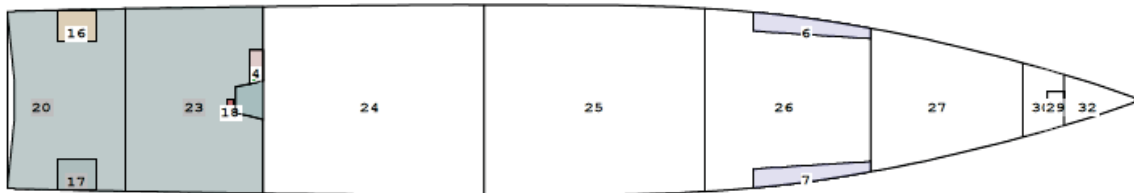


Annex C: Samples of Damage Stability Assessment Tables

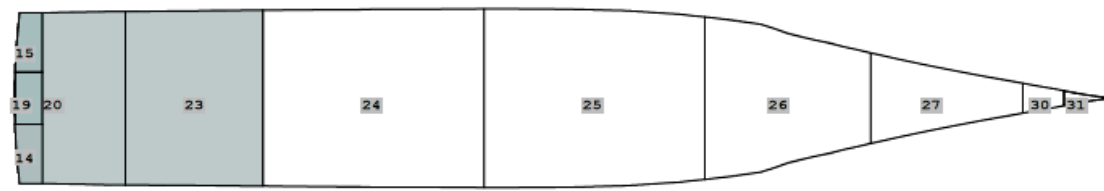
DRAFT



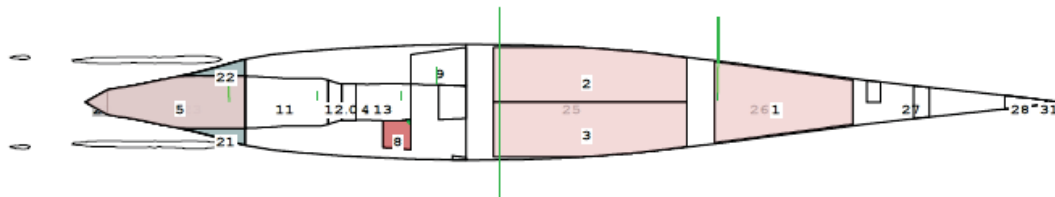
Plan View @ 3.200



Plan View @ 1.800



Plan View @ 0.950



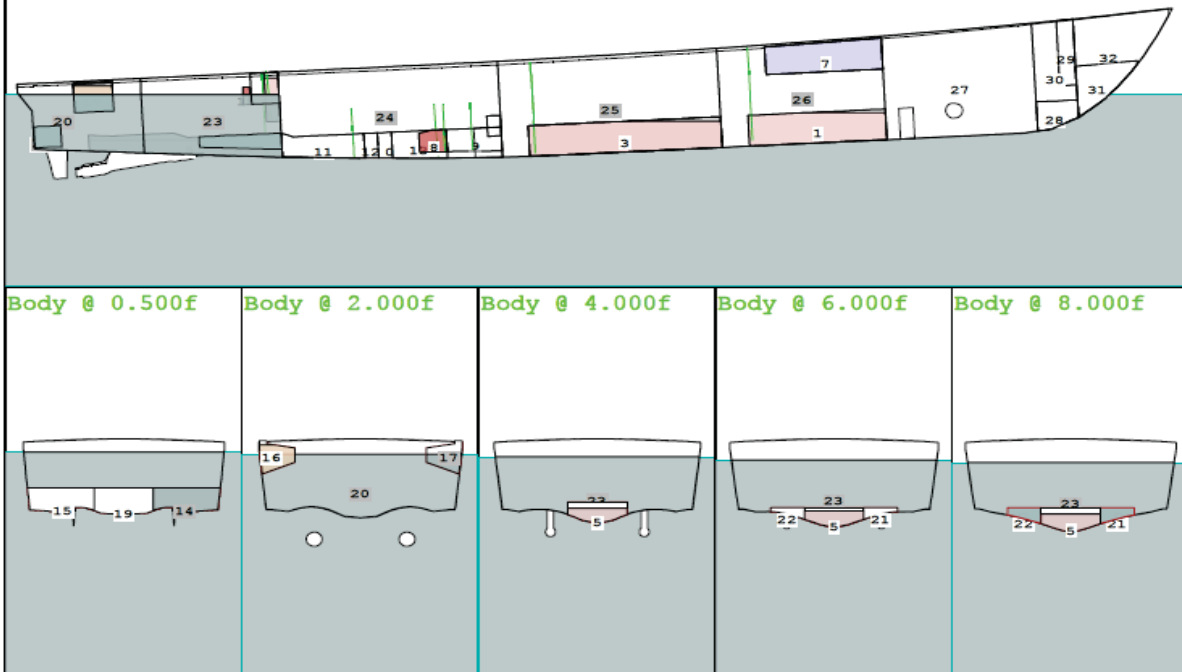
Tanks

1 FO-TK1.C.....95% FUEL OIL	11 GW-TK7A.C.....0% GREY WATER	22 2-TUBE_PS.P.....0% WATER
2 FO-TK2.P.....95% FUEL OIL	12 BW-TK7B.C.....0% BLACK WATER	23 2-AMR.C.....Flooded
3 FO-TK3.S.....95% FUEL OIL	13 DIRTY_O-TK15.C.....0% DIRTY OIL	24 3-MMR.C.....0% WATER
4 FO-TK8A.P.....90% FUEL OIL	14 WB-TK16.S.....Flooded	25 4-ACOMM_1725.C.....0% WATER
5 FO-TK9.C.....70% FUEL OIL	15 WB-TK17.P.....0% BALLAST	26 5-ACOMM_2531.C.....0% WATER
6 FW-TK11.P.....100% FRESH WATER	16 GAS-TK13.P.....95% GASOLINE	27 6-BOW_THRUST.C.....0% WATER
7 FW-TK12.S.....100% FRESH WATER	17 GAS-TK14.S.....Flooded	28 7-VOID_3638.C.....0% WATER
8 LO-TK5.S.....100% LUBE OIL	18 DG_LO_TK.S.....100% DG LO	29 7-CHAIN_LKR.C.....0% WATER
9 BILGE_W-TK4.P.....0% BILGE WATER	19 1-VOID_01.C.....0% WATER	30 7-CHAIN_VOID.C.....0% WATER
10 SEWAGE-TK6.C.....0% SLUDGE	20 1-SG_COMP.C.....Flooded	31 8-VOID_3840.C.....0% WATER
	21 2-TUBE_SB.S.....0% WATER	32 8-FORE_PEAK.C.....0% WATER

Figure C.1: Example of the First Page (plan views showing all tanks and watertight compartments)



Profile View



LIM-----	DAMAGE STABILITY CRITERION-----	Min/Max-----	Attained-----
(1)	Absolute Angle at Equilibrium	< 12.00 deg	1.09 P
(2)	GM at Equilibrium	> 0.050 m.	0.678 P
(3)	Angle from Equilibrium to Dk/margin Immersion	> 0.00 deg	2.81 P
(4)	Angle from Equilibrium to RAzero or Flood	> 15.00 deg	38.65 P
(5)	Area from Equilibrium to abs 27 deg or Flood	> 0.0150 m.-Rad	0.0673 P
(6)	Righting Arm at MaxRA	> 0.100 m.	0.256 P
(7)	Righting Arm at MaxRA	> 0.040 m.	0.224 P

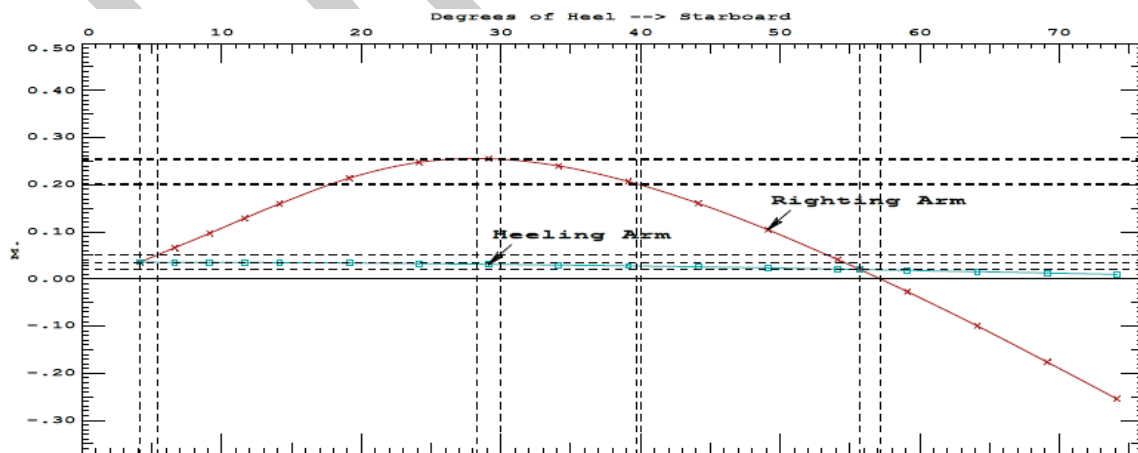


Figure C.2: Example of the Second Page (profile and section views showing all tanks and watertight compartments)



Annex D: Guidance on Using Hydrostatic Data

DRAFT



D.1 Determine Vessel's Draft and Trim

Read the vessel draft marks on port and starboard, forward and aft and calculate the vessel's mean draft and using the following formulas:

$$D_F = (D_{FP} + D_{FS})/2,$$

$$D_A = (D_{AP} + D_{AS})/2,$$

$$D_{MS} = (D_F + D_A)/2.$$

$$t = D_A - D_F.$$

Where:

D_F , D_{FP} , D_{FS} – Forward drafts at CL, port and starboard side respectively,

D_A , D_{AP} , D_{AS} – Aft drafts at CL, port and starboard side respectively,

D_{MS} – Mid-ship draft,

t – trim

D.2 Determine Vessel's Displacement and Other Hydrostatic Data

The mid-ship draft (D_{MS}) and trim (t) are obtained from the calculations in sub-section D.1. Determine vessel's displacement or any other hydrostatic data from the hydrostatic tables by interpolating between appropriate displacements and trims to the actual displacement and trim. Hydrostatic tables are typically provided for three trims and draft increment of 10 cm (4 in).



Annex E: Guidance on Using Cross Curves (KN) and Righting Arm (GZ) Calculation



The approximate righting arm (GZ) curve for any intact loading condition can be obtained by reading the vessel's draft marks and using the hydrostatic curves and the cross-curves contained (please see Sections 8 and 9). The user will also need to determine the vessel's approximate vertical centre of gravity based on the Lightship and solid and liquid loads.

E.1 Determine Vessel's Draft, Trim and Displacement

Read the vessel draft marks on port and starboard, forward and aft and calculate the vessel's mean draft using the following formulas:

$$D_F = (D_{FP} + D_{FS})/2,$$

$$D_A = (D_{AP} + D_{AS})/2,$$

$$D_{MS} = (D_F + D_A)/2.$$

$$t = D_A - D_F.$$

Where:

D_F , D_{FP} , D_{FS} – Forward drafts at CL, port and starboard side respectively,

D_A , D_{AP} , D_{AS} – Aft drafts at CL, port and starboard side respectively,

D_{MS} – Mid-ship draft,

t – trim,

The mid-ship draft (D_{MS}) and trim (t) from this calculation can then be used to obtain the vessel displacement from the Hydrostatic tables or curves. Example of draft and trim calculation procedure is summarized in Table C.1.

D_{FP} (m)	D_{FS} (m)	D_F (m)	D_{AP} (m)	D_{AS} (m)	D_A (m)	D_{MS} (m)	t (m)
2.06	2.062	2.061	2.339	2.343	2.341	2.201	0.280

Table E.1: Draft and Trim Calculation Summary

E.2 Determine Vessel's Vertical Centre of Gravity

Determine the vertical centre of gravity using a condition tables similar to those presented in section 4 of this manual and as reproduced in Table C.2 below. Weight and location of deadweight items (solid and liquid loads) that are onboard the vessel should be estimated, as example below, and should be added to the lightship displacement. The resulting loaded displacement should be checked against the displacement obtained from the draft marks as a check against the accuracy of the estimate. The vertical centre of gravity corresponding to this displacement is obtained by summing the vertical moments of the individual lightship and load items and dividing this number by the total displacement of the vessel.



Condition: Arrival with Ice Accretion					
Weight Item	Specific Gravity	% Full	Weight [t]	VCG [m]	V.Mom. [mt]
Lightship			218.29	3.08	672.77
Solid Weights					
Crew and Equipment	N/A	100	0.90	4.270	3.843
Effects	N/A	100	0.90	4.270	3.843
Stores	N/A	10	0.15	4.900	0.735
Emergency Generator Fuel Oil	N/A	95	0.31	5.600	1.736
SAR Equipment - GFE	N/A	100	0.30	4.710	1.413
Deck Cargo	N/A	100	2.40	4.400	10.560
Total Solid Weight			4.96	4.462	22.130
Icing Weight	N/A	N/A	32.65	5.618	183.428
Liquid Loads					
FO STORAGE (FO-TK1.C)	0.840	57	4.23	0.604	2.555
FO SERVICE PORT (FO-TK2.P)	0.840	0	0.00	0.000	0.000
FO SERVICE STBD (FO-TK3.S)	0.840	0	0.00	0.000	0.000
FO DAY (FO-TK8A.P)	0.840	10	0.11	2.026	0.223
FO STORAGE/OVERFLOW (FO-TK9.C)	0.840	0	0.00	0.000	0.000
FW PORT (FW-TK11.P)	1.000	15	0.48	3.002	1.441
FW STBD (FW-TK12.S)	1.000	5	0.16	2.920	0.467
LO MAIN ENGINE (LO-TK5.S)	0.900	10	0.06	0.528	0.032
BILGE WATER (BILGE_W-TK4.P)	1.000	90	1.46	0.861	1.257
SEWAGE SLUDGE (SEWAGE-TK6.C)	1.000	90	0.52	0.724	0.376
GREY WATER (GW-TK7A.C)	1.000	90	3.59	0.834	2.994
BLACK WATER (BW-TK7B.C)	1.000	90	0.57	0.759	0.433
DIRTY OIL SLUDGE (DIRTY_O-TK15.C)	1.000	90	2.29	0.703	1.610
WATER BALLAST STBD (WB-TK16.S)	1.025	0	0.00	0.000	0.000
WATER BALLAST PORT (WB-TK17.P)	1.025	0	0.00	0.000	0.000
GASOLINE PORT (GAS-TK13.P)	0.735	20	0.20	2.898	0.580
GASOLINE STBD (GAS-TK14.S)	0.735	0	0.00	0.000	0.000
DG LUBE OIL RESEVOIR (DG_LO_TK.S)	0.900	10	0.01	2.685	0.027
Total Tanks			13.68	0.877	11.994
Deadweight	N/A	N/A	18.64	1.831	34.124
Condition Totals	N/A	N/A	269.58	3.303	890.322

Table E.2: Calculation of Vertical Centre of Gravity

E.3 Obtain Cross Curves Ordinates (KN)

Obtain cross curves ordinates (KN) from the cross curves of stability presented in Section 8. for the vessel's displacement and trim estimated in sub-sections C.1.1 and C.1.2. Interpolate between appropriate displacements and trims to the actual displacement and trim and determine the KN values



at each angle of heel including the limiting flooding angle. Insert the KN values in the table (example shown in Table C.3).

E.4 Calculate Resulting GZ Curve

Calculate righting arm (GZ) curve values for each angle of heel. Having obtained the KN values at each heel angle for the required displacement the righting arm (GZ) values can be obtained by subtracting from KN the value of $KG \sin \phi$ using the following formula:

$$GZ = KN - KG \cdot \sin \phi$$

Where:

GZ – righting arm (m),
KN – cross curve ordinate (m),
KG – Vertical centre of gravity,
 ϕ – heel angle ($^{\circ}$).

For the loaded displacement (269.58 tonnes) and centre of gravity (3.303 m) in Table C.2, corresponding GZ values have been calculated in Table C.3.

KN	ϕ ($^{\circ}$)	$\sin \phi$	$KG \sin \phi$	$GZ = KN - KG \sin \phi$
0.35	5	0.0872	0.2878	0.0622
0.699	10	0.1736	0.5735	0.1255
1.048	15	0.2588	0.8548	0.1932
1.382	20	0.3420	1.1296	0.2524
1.688	25	0.4226	1.3957	0.2923
1.953	30	0.5000	1.6513	0.3017
2.17	35	0.5736	1.8943	0.2757
2.348	40	0.6428	2.1229	0.2251
2.491	45	0.7071	2.3353	0.1557
2.602	50	0.7660	2.5300	0.0720
2.683	55	0.8192	2.7054	-0.0224
2.737	60	0.8660	2.8602	-0.1232
2.767	65	0.9063	2.9932	-0.2262

Table E. 3: Calculation of GZ

E.5 Use of Righting Arm (GZ) Curve

Righting arm (GZ) curve, once obtained for any loading condition, can be used to assess stability for that particular loading condition. Righting arm curve graph can be obtained by plotting GZ values (ordinates) against heel angles (coordinates).

GZ curve calculated using the above explained is approximate, however sufficiently accurate for quick stability assessment when no other more sophisticated tools are available. For more accurate stability assessment use stability software (GHS) or on-board stability programs (GLM).



Annex F: Stability Drawing

DRAFT



DRAFT