



Transport
Canada

Transports
Canada

TP 12260

Ship
Safety

Sécurité
des Navires

*Arctic Shipping Pollution
Prevention Regulations*

*Règlement sur la prévention
de la pollution par les navires
dans l'Arctique*

**EQUIVALENT STANDARDS
FOR THE CONSTRUCTION
OF
ARCTIC CLASS SHIPS**

**NORMES ÉQUIVALENTES
POUR LA CONSTRUCTION
DE NAVIRES DE LA
CLASSE ARCTIQUE**

Canada

**This document is protected by
Crown copyright .**

**© Minister of Supply and Services,
Canada, 1995.**

**Permission is granted to copy and
distribute without charge.**

**Additional copies may be obtained
from :**

**Ship Safety -
International & Secretariat
Services - AMBE**

**Transport Canada,
344, Slater Street,
Ottawa, Ontario, K1A 0N7.**

Telephone: (613) 998 0594

Facsimile : (613) 954 4916

**Ce document est protégé par les
droits de la Couronne.**

**© Ministre des Approvisionnements
et Services, Canada, 1995**

**Aucune autorisation n'est requise
pour le reproduire ou le distribuer
gratuitement.**

**On peut obtenir les copies
supplémentaires de :**

**Sécurité des navires -
services internationaux et de
secrétariat - AMBE**

**Transports Canada
344, rue Slater
Ottawa (Ontario) K1A 0N7.**

Téléphone: (613) 998 0594

Télécopieur: (613) 954 4916

**Updated information may also be
obtained at the world wide web site:
www.tc.gc.ca**

**Les informations supplémentaires
peut être obtenir ver le réseau
internet mondial: www.tc.gc.ca**

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

Table of contents

Table des matières

PREFACE vii
PRÉFACE vii

 Introduction..... vii
 Introduction..... vii
 Purpose.....viii
 Objetviii
 Background to the standards ix
 Historique de la norme..... ix
 Use of the standard ix
 Utilisation de la norme..... ix
 Aids for the designer and comments..... x
 Aide aux architectes et autres commentaires x

EQUIVALENT STANDARDS FOR THE CONSTRUCTION OF ARCTIC CLASS SHIPS 1
NORMES ÉQUIVALENTES POUR LA CONSTRUCTION DE NAVIRES DE CLASSE ARCTIQUE 1

 1. Application 1
 1. Application 1
 2. Equivalency with regulations 1
 2. Équivalence avec le règlement 1
 3. Interpretation 2
 3. Interprétation 2
 4. Ship categorization 2
 4. Classification des navires..... 2
 5. Requirements..... 4
 5. Exigences 4
 6. Documentation..... 5
 6. Documentation..... 5
 7. Responsibility of the owner and master 5
 7. Responsabilité de l'armateur et du capitaine 5

SCHEDULE 1 7
ANNEXE 1 7

SUBDIVISION and CRITERIA FOR STABILITY AFTER DAMAGE..... 7
COMPARTIMENTAGES ET CRITERES DE STABILITÉ APRÈS AVARIES 7

 1. Double hull..... 7
 1. Double coque..... 7
 2. Flooding 7
 2. Envahissement 7
 3. Criteria for equilibrium..... 8

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

3. Critères de stabilité.....	8
4. Ramming stability	9
4. Stabilité à l'abordage	9
5. Calculations.....	10
5. Calculs.....	10
6. Permeability	10
6. Perméabilité	10
7. Intact stability.....	11
7. Stabilité intacte	11
8. Submission of stability information	11
8. Présentation de données sur la stabilité	11
SCHEDULE 2.....	13
ANNEXE 2.....	13
HULL CONSTRUCTION STANDARDS	13
NORMES DE CONSTRUCTION DES COQUES	13
Design process and ice characteristics.....	13
Les plans des navires et les caractéristiques des glaces	13
1. Definitions	14
1. Définitions	14
2. Waterlines.....	16
2. Lignes de flottaison	16
3. Hull areas.....	16
3. Zones de la coque.....	16
4. Skeg areas.....	18
4. Zone du brion.....	18
5. Bow area	20
5. Zone de la proue.....	20
6. Bottom area	22
6. Zone du fond	22
7. Mid body / stern area.....	23
7. Zone du corps / poupe	23
8. Transition areas	23
8. Zones de transition.....	23
9. Class factors.....	24
9. Facteurs de classe.....	24
10. Design pressure	24
10. Contraintes de pression.....	24
11. Shell design pressure	26
11. Contraintes de pression de la coque	26
12. Shell plate thickness	29

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

12. Épaisseur des bordés de coque.....	29
13. Framing design.....	30
13. Contrainte de la membrure	30
14. Load shape for framing.....	30
14. Forme de la charge pour les renforts.....	30
15. Stiffener design pressure	31
15. Contrainte de pression des renforts.....	31
16. Brackets	32
16. Goussets.....	32
17. Span of members	32
17. Portée des membrures	32
18. Transverse framing.....	33
18. Membrures transversales.....	33
19. Longitudinal framing.....	37
19. Membrures longitudinales.....	37
20. Oblique framing.....	43
20. Membrures oblique.....	43
21. Shear area.....	44
21. Zone de cisaillement	44
22. Plastic section modulus	44
22. Module de section plastique.....	44
23. Local buckling of framing.....	45
23. Gauchissement local de la charpente.....	45
24. Tripping of framing.....	47
24. Gauchissement de la charpente	47
25. Hull girder strength	50
25. Résistance de la poutre navire.....	50
26. Ice-skegs	51
26. Butoirs de brion.....	51
27. Design loads for rudders.....	53
27. Contrainte de charges pour les gouvernails.....	53
28. Design loads for propeller nozzles	54
28. Contrainte de charges pour les tuyères d'hélice.....	54
29. Ice horns and other exterior appendages	57
29. Butoirs de gouvernail et autres appendices externes.....	57
30. Steering systems.....	59
30. Machine à gouverner	59
31. Structural monitoring system	61
31. Dispositif de surveillance de la structure.....	61
32. Submission and approval of plans etc.	62

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

32. Soumission et approbation des plans	62
33. Inspection and construction standards	63
33. Inspection et normes de construction	63
34. Maintenance of the structure.....	64
34. Entretien de la structure.....	64
35. Maintenance of certification.....	64
35. Maintien de la certification.....	64
36. Design for accessibility	64
36. Accessibilité ¹	64
SCHEDULE 3.....	67
ANNEXE 3.....	67
STRUCTURAL STEELS FOR CATEGORY SHIPS.....	67
ACIERS DE STRUCTURE POUR LES NAVIRES DE CLASSE	67
1. Interpretation.....	67
1. Interprétation.....	67
2. Steel grades.....	67
2. Qualités d'acier	67
3. Plate orientation.....	67
3. Orientation des tôles.....	67
4. Welding	68
4. Soudure	68
5. Properties of the weld metal and heat affected zone.....	68
5. Propriétés du métal de soudure et de la zone affectée par la chaleur de la soudure	68

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

List of figures

Liste des schémas

Figure 1 - Illustration of damage patch.....	8
Figure 1 - Illustration de secteur avarie	8
Figure 1 - Effective knuckles and reamers.....	15
Figure 1 - Angle de voûte	15
Figure 2 - Hull areas	17
Figure 2 - Zones de la coque.....	17
Figure 3 - Extent of flat of bottom.....	17
Figure 3 - L'Entendue de la zone du plat du fond	17
Figure 4 - End of ram line	19
Figure 4 - Fin de la ligne d'abordage.....	19
Figure 5 - Extent of ice skeg	20
Figure 5 - L'étendue du butoir de brion	20
Figure 6 - Spacing and span of stiffening members	29
Figure 6 - L'espace des renforts et des portées.....	29
Figure 7 - Stiffener angles.....	31
Figure 7 - Angles des renforts	31
Figure 8 - Nozzle definitions.....	54
Figure 8 - Définitions de la tuyère	54
Figure 1 - Areas for steel grades.....	71
Figure 1 - Zones de coque pour le choix d'acier.....	71

List of tables

Liste des tables

Table 1 - Arctic class equivalencies	1
Tableau 1 - Équivalences pour la class Arctique	1
Table 2 - Factors for hull areas	23
Tableau 2 - Facteurs pour les zones de coque	23
Table 3 - Graduation of hull area factors.....	24
Tableau 3 - Gradation des coefficients de surface.....	24
Table 4 - Extent of transition areas.....	25
Tableau 4 - Étendue des zones de transition.....	25
Table 5 - Class factors	25
Tableau 5 - Facteurs de classe	25
Table 6 - Design pressure.....	26
Tableau 6 - Contraintes de pression.....	26
Table 7 - Frame factors.....	37
Tableau 7 - Facteurs des membrures.....	37
Table 1 - Required steel grades	69
Tableau 1 - Qualité d'acier	70

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

PREFACE

Introduction

This document describes equivalent structural requirements for Arctic Class ships as prescribed by the *Arctic Shipping Pollution Prevention Regulations* (Regulations). Section 11 of the Regulations permits this equivalency. The standard is also made under the authority of the *Canada Shipping Act*, Section 305.

The *Arctic Waters Pollution Prevention Act* [AWPPA], and the *Canada Shipping Act* [CSA] have provisions for the making of regulations for the safety of ships and the environment. The Regulations are made solely under the AWPPA, and do not contain provisions for the approval or submission of plans. The authority for the production of plans is contained in section 338(1) of the CSA which is sub-delegated into the *Hull Inspection Regulations*. For the purpose of this standard, the requirement in the *Hull Inspection Regulations* for the submission and approval of plans is required by the Board of Steamship Inspection to apply to this Standard. The construction of the ship must comply with the approved arrangements.

This equivalent Standard is to be used as a complete and stand alone alternative for the hull construction provisions in Schedule VI of the Regulations. It also includes the various interpretations used by Ship Safety in assessing the adequacy of the stability after damage, and the extent of the damage that is to be applied.

The rationale behind this Standard takes into account the fact that all aspects of Arctic navigation are inter-related, and are based on an understanding of the relationship between the ships structural capability and the prevailing ice conditions. The ice information available on board the ship, the shipping control regime, the vessel's operating mode and crew training are some of the related factors contributing to safe navigation in ice covered waters. This standard is contingent on the implementation of an Ice Regime system; this system is anticipated to be operative in 1996.

This standard is essentially a prescriptive standard. Considerable research work stands as the background to the standard. If a designer wishes to propose alternative arrangements based on direct

PRÉFACE

Introduction

Ce document décrit les exigences structurales équivalentes pour les navires de classe Arctique telles que prescrites par le *Règlement sur la prévention de la pollution par les navires dans l'Arctique*. L'article 11 du Règlement permet cette équivalence. La norme a par ailleurs été préparée sous le régime de l'article 305 de la *Loi sur la Marine marchande du Canada*.

La Loi sur la prévention de la pollution des eaux arctiques [LPPEA] et la *Loi sur la marine marchande du Canada* [LMMC] prévoient l'établissement de règlements sur la sécurité des navires et de l'environnement. Les règlements sont uniquement formulés en vertu de la LPPEA et ne contiennent aucune disposition relative à la soumission ou à l'approbation de plans de construction des navires. C'est l'article 338(1) de la LMMC qui, sous le régime du *Règlement sur l'inspection des coques*, confère l'autorité relative à la production des plans. Pour l'application de la présente norme, le Bureau d'inspection des navires à vapeur exige que les dispositions du *Règlement sur l'inspection des coques* relatives à la soumission et à l'approbation des plans s'appliquent à la norme. La construction du navire doit être conforme au plan d'ensemble approuvé.

Cette norme équivalente doit être considérée comme une alternative complète et autosuffisante aux exigences pour la construction de coques de l'Annexe VI du Règlement. Elle couvre aussi les différentes interprétations utilisées par la Direction de la sécurité des navires pour évaluer la stabilité après avarie du navire et l'étendue des dommages à considérer.

Le raisonnement sous-jacent à cette Norme est que tous les aspects de la navigation arctique sont reliés entre-eux, et sont basés sur la compréhension des rapports entre la résistance de la structure du navire et les conditions de glace prévalantes. Les renseignements disponibles au sujet de la glace, le régime de contrôle de la navigation, le mode d'opération du navire et la formation de l'équipage sont quelques-uns des facteurs inter-reliés qui contribuent à une navigation sécuritaire dans les eaux recouvertes de glace. L'application d'un nouveau Régimes des glaces, est prévue pour 1996.

La présente norme est essentiellement un document normatif. Elle se fonde sur un travail de recherche considérable. Si un constructeur désire proposer des solutions de rechange basées sur des calculs directs

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

calculation from first principles, Ship Safety is prepared to examine each case on its merits. A risk analysis may be required for any such submission.

Alternatives for the machinery requirements of the Regulations are not yet developed. Consequently, the requirements in Schedule VII of the Regulations are still applicable. Recognising that some of the requirements may not be appropriate, Ship Safety is prepared to examine alternative proposals.

The *Arctic Shipping Control Authority* a body which is made up of senior Arctic pollution prevention officers, reviews all significant alternative proposals or amendments to the Regulations on recommendation from Ship Safety, and have authorised this standard.

Purpose

The purpose of the regulations is to minimise the risk of pollution in the waters of the Canadian Arctic. The *Arctic Waters Pollution Prevention Act* is only interested in aspects of pollution. The *Canada Shipping Act* is the applicable act when considerations of the safety of the persons on board and of the vessel itself are to be considered. This standard, although incorporating measures which will lead to the improved safety of those on board of the vessel itself, was not designed with that intent. The possibility that large tankers would use the north-west passage as a regular route led to the enactment of the *Arctic Waters Pollution Prevention Act* in 1970. Civil Liability and Arctic Shipping regulations were promulgated in 1972, applicable to all vessels, sovereign or commercial in the Canadian Arctic. There has been no major amendment to the regulations since then.

This Standard updates the requirements for the structure, subdivision and stability after damage. The modernisation in the Standard creates a more effective and safer structure with improved pollution protection of the waters of the Arctic.

The criteria in the Standard were developed using current methods for structural analysis. It includes criteria that will enhance the stability of the structure against failure from tripping and buckling. They require steels to be used that have properties against crack initiation at low temperatures. An further important change is that oil or other pollutants are no longer permitted against the side or bottom of the ship, i.e. a double hull is necessary for tankers and in way of all oil tanks etc. The extent of

fondés sur des principes de base, la Direction de la sécurité des navires est prête à examiner chaque cas selon son mérite. Une analyse de risque peut-être demande pour une soumission de ce type

On n'a pas encore établi d'alternatives aux exigences du Règlement sur les machines. Conséquemment, les exigences de l'Annexe VII du Règlement s'appliquent encore. Tout en reconnaissant que quelques unes des exigences peuvent ne pas être appropriées, la Sécurité des navires est disposée à étudier d'autres suggestions.

Le Service de la navigation dans l'Arctique, un organisme composé d'officiers supérieurs préposés à la prévention de la pollution arctique, revoit toutes les modifications importantes au Règlement sur la recommandation de la Direction générale de la Sécurité des navires arctiques et a autorise cette norme.

Objet

Le but du Règlement est de minimiser la pollution dans les eaux arctiques canadiennes. La possibilité que des navires-citernes lourds se servent du passage du nord-ouest comme route régulière a mené à l'adoption de la Loi sur la prévention de la pollution des eaux arctiques. Les Règlements pour la responsabilité civile et les navires dans l'Arctique ont été promulgués en 1972, et s'appliquent à tous les navires, souverains ou commerciaux. Il n'y a pas eu de modifications majeures à ce Règlement depuis lors. La Loi sur la prévention de la pollution des eaux arctiques ne s'intéresse qu'à l'aspect pollution de la question. C'est la Loi sur la marine marchande du Canada qui s'applique lorsqu'il s'agit de la sécurité des navires et des personnes à bord des navires. Bien que la présente norme comprenne des mesures qui feront en sorte que les navires et les personnes à bord des navires soient mieux protégés, elle n'est pas conçue à cette intention.

Cette Norme met à jour les exigences structurales arctiques des vaisseaux compartimentage et stabilité après avarie. La modernisation de la Norme crée une structure plus efficace et plus sécuritaire avec une protection accrue contre la pollution des eaux Arctiques.

Les critères de la Norme ont été élaborés à l'aide des méthodes modernes d'analyse structurale. Ils comprennent des critères qui augmentent la résistance de la structure contre la défaillance due au flambement et à la déformation. Ils requièrent l'usage d'aciers qui résistent aux fissures à basses températures. Un changement important est qu'aucune huile ou autre polluant n'est permise en contact avec le flanc ou le fond du navire, au contraire de ce qui était permis auparavant. Finalement,

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

subdivision and stability after damage are now more strictly controlled, as the minimum extent of damage and the criteria for stability after damage are fully defined.

la division interne du navire est contrôlée d'une façon plus stricte, puisque l'étendue minimum de l'avarie, et les critères de stabilité sont mieux définis.

Background to the standards

In 1985, following several years of a concerted research effort by both Ship Safety, and the northern shipping industry, a committee was convened to make recommendations for the improvement of the regulations. This committee reported in the document "Proposals for the Revision of the Arctic Shipping Pollution Prevention Regulations" TP 9981 (McCallum). A technical review of the proposals was performed by a team led by staff from the Memorial University of Newfoundland. This Standard is the result of the proposals, the Memorial University review, and the consultative effort at various Canadian Marine Advisory Council (CMAC) meetings.

There were two options for promulgating and making effective the proposed requirements. The first, was to make the requirements a regulation, and to replace or add to the existing Schedule VI of the Regulations. The other was to implement a standard of equivalency. At the CMAC meetings there a consensus that a standard was the preferred mechanism for implementing the changes.

The effect of using a standard is that it is easier to implement in the first place, and also to make any subsequent changes. In order that the policies of the government are fully followed with respect to consultation and review, Ship Safety commissioned an impact review of the same extent as that of any regulation with respect to the economic and environmental impact. This review was performed by *Consulting and Audit Canada*, and is documented in "Background paper to the Regulatory Impact Analysis Statement for proposed amendments to the ASPPR." This report includes both a *Regulatory Impact Analysis Statement* (RIAS), and the review.

Use of the standard

Various explanatory notes are included in the text of the Standard. The notes are in a different style of type from that of the requirements. Any recommendations to that effect will be considered for future editions of the Standard.

Historique de la norme

En 1985, après plusieurs années de recherche conjointes par la Sécurité des navires et l'industrie de la navigation nordique, un comité a été formé et chargé de soumettre des recommandation pour l'amélioration des règlements. Le rapport de ce comité est intitulé: Propositions pour la révision des règlements pour la prévention de la pollution des eaux arctiques par les navires TP 9981. Une revue technique des recommandations du comité a été menée par une équipe de l'Université Memorial de Terre-Neuve. La Norme prend sa source dans les recommandations de la revue de l'Université Memorial et de consultations tenues lors des réunions du Conseil consultatif de la marine canadienne (CCMC).

La sécurité des navires avait deux options pour la promulgation et la mise en vigueur des exigences structurales proposées. La première était de rédiger un Règlement, et de l'ajouter à la l'Annexe VI du Règlement. L'autre consistait à appliquer une norme d'équivalence. Les réunions du CCMC ont mené à un consensus qu'une norme équivalente était la manière la plus efficace d'effectuer les changements.

L'utilisation d'une norme équivalente présente un double avantage. En premier lieu, celle-ci est beaucoup plus rapide à mettre en oeuvre et, en deuxième lieu, elle est beaucoup plus facile à modifier éventuellement. Afin de respecter pleinement les politiques du gouvernement en matière de consultation et de révision, la sécurité des navires a commandé une étude d'impact économique et environnemental, de la même importance que pour toute autre nouvelle réglementation. Cette étude exécutée par Conseils et Vérifications Canada porte le titre «Historique de la déclaration analytique d'impact pour l'ébauche de modifications à l'ASPPR». Le rapport comprend la Déclaration d'analyse d'impact sur les règlements (DAIR) et l'historique.

Utilisation de la norme

Diverses notes explicatives paraissent dans le texte de cette norme. Ces notes sont imprimées en caractères différents Nous avons ajouté diverses notes explicatives dans le texte de la Norme. Toute recommandation à cet effet sera prise en considération lors de la prochaine révision.

Aids for the designer and comments

Ship Safety - Northern Region, has a computer programme available to aid the naval architect in the calculations necessary for determination of design pressure, spans and scantlings.

Designers, shipbuilders and ship owners are encouraged to read the documentation (McCallum) that led to these standards, to fully appreciate the approach to design, construction and operation of ships in ice-covered waters.

All those having comments on this document, or requesting a copy of the computer programme should send them to:

Director
Ship Safety Prairie & Northern Region - AMNS,
Transport Canada
344 Slater Street
Ottawa, Ontario K1A 0N7.
Facsimile (613) 991 9261

Aide aux architectes et autres commentaires

La sécurité des navires - région du Nord dispose d'un logiciel destiné à aider les architectes à faire les calculs nécessaires pour déterminer les contraintes de pression, les couples et les échantillonnages.

Les concepteurs, constructeurs et armateurs sont invités à lire la documentation (McCallum) qui a conduit à ces normes, afin d'apprécier pleinement l'approche employée pour le dessin, la construction et l'opération de navires dans les eaux couvertes de glaces.

Tout commentaires au sujet du présent document et les demandes pour l'obtention du logiciel mentionné plus haut doivent être adressées au:

Directeur
Sécurité des navires - région des prairies et du Nord - AMNS
Transports Canada
344, rue Slater
Ottawa (Ontario) K1A 0N7
Fac-similé (613) 991 9261

**EQUIVALENT STANDARDS
FOR THE CONSTRUCTION OF
ARCTIC CLASS SHIPS**

**NORMES ÉQUIVALENTES POUR LA
CONSTRUCTION DE NAVIRES DE
CLASSE ARCTIQUE**

1. Application

1.1 This Standard is to be used for all new ships of welded steel construction that navigate in a shipping safety control zone, and that would otherwise be constructed as an Arctic Class ship. They completely replace the requirements of Schedule VI of the *Arctic Shipping Pollution Prevention Regulations* (regulations).

1. Application

1.1 La présente Norme doit être utilisée pour la construction de tous les nouveaux navires en acier soudé qui naviguent dans une zone de contrôle de la sécurité des navires, et qui seraient, autrement, construits comme un navire de côte Arctique. Elle remplace complètement les exigences de l'Annexe VI du *Règlement sur la prévention de la pollution par les navires dans l'Arctique* (règlement).

2. Equivalency with regulations

2.1 The categories of ships defined in this Standard are equivalent to the Arctic Classes in the regulations as shown in Table 1. These equivalencies are to be used for the determination of the machinery requirements of Schedule VII of the regulations, for navigational entry purposes and any other purpose not covered by this Standard. This nominal equivalency is not reciprocal.

2. Équivalence avec le règlement

2.1 Les catégories de navires définies dans la Norme tel qu'indiquées au tableau 1 sont équivalentes à la classe Arctique dans le Règlement. Ces équivalences servent à déterminer les exigences relatives aux machines de l'Annexe VII du Règlement, pour les besoins d'enregistrement ou tout autre besoin non couvert par la présente norme. Cette équivalence nominale n'est pas réciproque.

Table 1

Table of nominal Arctic Class Equivalencies

Tableau 1

Tableau des équivalences nominales pour la classe Arctique

Category Catégorie	Equivalent Arctic Class	Côte Arctique équivalente
CAC1 →	Arctic Class 10	Côte Arctique 10
CAC2 →	Arctic Class 8	Côte Arctique 8
CAC3 →	Arctic Class 6	Côte Arctique 6
CAC4 →	Arctic Class 3	Côte Arctique 3

2.2 A pollution prevention officer may permit any other arrangement than that specified in this Standard, if satisfied that it is at least equivalent to that required by this Standard.

2.2 Un fonctionnaire chargé de la prévention de la pollution peut permettre toute autre disposition que celle spécifiée dans cette Norme, s'il est d'avis que cette disposition est au moins équivalente à celle requise par la Norme.

3. Interpretation

3.1 In this Standard, including the schedules¹

“category” means a ship of category CAC1, CAC2, CAC3 or CAC4, as set out in section 4;

“new ship” means a ship :

- (a) for which the building contract is placed after 31 December, 1995; or
- (b) in the absence if a building contract, the keel of which is laid or which is at a similar stage of construction after 30th June 1996; or
- (c) the delivery of which is after 31 December 1999.

“pollution prevention officer” means a pollution prevention officer designated under the *Arctic Waters Pollution Prevention Act*;

“recognized” means recognized in writing by the Director, Ship Safety Northern Region.

4. Ship categorization

Ships in this Standard are divided into four categories. The categories are based upon the purpose for which the vessel is designed. They are related to the manner in which a ship is designed to break ice, as well as the type or thickness of ice. The basic philosophy is that ships may be operated to their fullest capability within their structural capacity. For the CAC2, CAC3 and CAC4 classes there is a requirement that the ship is fitted with a structural monitoring system that will enable the person in charge of navigation to determine the severity of ice loads during various operations, and if

¹ Other items not defined in the standard or the schedules to the standard, if not defined in the Regulation or the Act have their commonly accepted usage.

¹ Les autres articles qui ne sont pas définis dans la Norme ou les annexes à la Norme, conservent leur signification habituelle, à moins qu'ils ne soient définis dans le Règlement.

3. Interprétation

3.1 Dans la présente Norme, y compris les annexes¹,

«catégorie» signifie un navire de catégorie CAC1, CAC2, CAC3, ou CAC4, décrit à l'article 4;

«nouveau navire» désigne un navire :

- (a) dont le contrat de construction est passé après le 31 décembre 1995; ou
- (b) en l'absence d'un contrat de construction, dont la quille est posée ou qui se trouve dans un état d'avancement équivalent après le 30 juin 1996; ou
- (c) dont la livraison s'effectue après le 31 décembre 1999 .

«officier préposé à la prévention de la pollution» signifie un officier préposé à la prévention de la pollution défini dans la *Loi sur la prévention de la pollution dans les eaux arctiques*;

“reconnu” signifie reconnu par écrit par le Directeur, Sécurité des navires nord.

4. Classification des navires

Dans cette Norme les navires comprennent quatre catégories. Ces catégories sont établies selon l'usage auquel le navire est destiné. Elles se rapportent à «l'agressivité» avec laquelle la construction du navire lui permet de briser la glace, aussi bien que le type et l'épaisseur de la glace. Ce qui suppose, pour les navires de classe CAC2, CAC3 ou CAC4, un système de surveillance structurale qui alerte le commandant lorsque les forces générées par les opérations de bris de glace approchent la limite autorisée.

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

necessary, warn them to reduce the loads during ramming.

- | | |
|---|--|
| <p>4.1 A Category 1 or CAC1 ship is a ship which is designed and constructed for the purposes of unrestricted navigation in Canadian Arctic waters; and the management of large ice features² near</p> <ul style="list-style-type: none"> • mobile offshore drilling units, • offshore installations, • terminals, and • other ships. <p>4.2 A Category 2 or CAC2 ship is a ship which is designed and constructed</p> <ul style="list-style-type: none"> • for the purposes of unrestricted³ navigation in Canadian Arctic waters, • ice management within its structural capability; and • is fitted with a stress measuring system to monitor the ramming process. <p>4.3 A Category 3 or CAC3 ship is a ship which is designed and constructed for</p> | <p>4.1 Un navire de catégorie 1 ou CAC1 est un navire conçu et construit pour la navigation, sans restrictions, dans les eaux arctiques canadiennes ainsi que l'abordage de grosses masses de glace² à proximité:</p> <ul style="list-style-type: none"> • des unités mobiles de forage en mer; • des plates-formes de forage en mer; • des quais; et • d'autres navires. <p>4.2 Un navire de catégorie 2 ou CAC2 doit être conçu et construit:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pour naviguer dans les eaux arctiques canadienne sans restrictions³ ; • pour briser les glaces en deçà des limites de ses structures; et • et est muni d'un système de mesure de tension des poutres de coque qui permet de contrôler l'effet de la percussion des glaces. <p>4.3 Un navire de catégorie 3 ou CAC3 doit être conçu et construit:</p> |
|---|--|

² The management of large ice features implies that the vessel may be used in aggressive ice breaking manoeuvres leading to almost total destruction of these large ice features. This means that there is no ice in which the vessel will be restricted from operating. This does not include the deliberate ramming of icebergs or similar ice features.

² L'expression «abordage de grosses masses de glace» signifie que le navire sera opéré de façon très agressive pour détruire celles-ci presque complètement. Le type de glace ne constituera donc pas un facteur limite pour l'opération du navire. L'abordage délibéré d'icebergs ou d'obstacles similaires n'est pas prévu.

³ The limiting role and ice type for each category are given in the table :

³ L'interrelation entre les limites de classes et les types de glaces s'établit comme suit:

Category Catégorie	Operating Role	Opérations	Limiting Ice Type	Types de glaces
CAC1	Unrestricted	Sans restrictions	Multi-year	Plusieurs années
CAC2	Transit or controlled icebreaking	Transit ou bris de glace contrôlé	Multi-year	Plusieurs années
CAC3	Transit or controlled icebreaking	Transit ou bris de glace contrôlé	Second-year	Deuxième année
CAC4	Transit or controlled icebreaking	Transit ou bris de glace contrôlé	Thick first-year	Épaisse de première année

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">• the purposes of navigation in Canadian Arctic waters,• ice management within its structural capability; and• is fitted with a stress measuring system to monitor the ramming process. <p>4.4 A Category 4 or CAC4 ship is a ship which is designed and constructed for</p> <ul style="list-style-type: none">• the purposes of navigation in Canadian Arctic waters,• is fitted with a stress measuring system to monitor the ramming process. | <ul style="list-style-type: none">• pour naviguer dans les eaux arctiques canadiennes;• pour briser les glaces en deçà des limites de ses structures; et• est muni d'un système de mesure de tension des poutres de coque qui permet de contrôler l'effet de la percussion des glaces. <p>4.4 Un navire de catégorie 4 ou CAC4 doit être conçu et construit:</p> <ul style="list-style-type: none">• pour naviguer dans les eaux arctiques canadiennes;• est muni d'un système de mesure de tension des poutres de coque qui permet de contrôler l'effet de la percussion des glaces. |
|---|--|

5. Requirements

Ships of all categories must

- 5.1 comply with the standards set out in Schedules 1, 2, and 3;
- 5.2 have on board
- an operating manual to guide the master as to the proper operation of the ship in ice, and
 - a manual describing the operating services and regulatory regime for the Arctic waters of Canada;
- 5.3 have on board radio facsimile or other equipment for receiving ice and weather maps; and
- 5.4 have on board a person trained in
- the determination and interpretation of the overall Arctic ice regime and climate,
 - the recognition by visual and electronic means of the ice types found in Arctic waters,

5. Exigences

Les navires de toutes catégories doivent:

- 5.1 se conformer aux normes décrites dans les Annexes 1, 2 et 3;
- 5.2 avoir à bord:
- un manuel d'opération pour guider le capitaine dans l'opération de son navire dans les glaces; et
 - un manuel décrivant les services opérationnels et la réglementation pour naviguer dans les eaux arctiques canadiennes.
- 5.3 avoir à bord un télécopieur pouvant recevoir les cartes météorologiques et les cartes des conditions des glaces; et
- 5.4 avoir à bord une personne ayant reçu une formation au sujet:
- du régime des glaces arctiques et des conditions climatiques appropriées;
 - de la différenciation par moyens visuels et électroniques des différents types de glace arctiques;

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

- the operation of any electronic and related equipment on board, for the purposes of receiving and interpreting ice and weather information, and
- the regulatory regime as it applies to vessels in Canadian waters.
- de l'opération des appareils électroniques et autres, pour la réception et l'interprétation des renseignements météorologiques et de conditions des glaces; et
- de la réglementation qui s'appliquant aux eaux canadiennes.

6. Documentation

- 6.1 Ships of all categories must have on board a document issued by a pollution prevention officer or an officer of a classification society authorised by Ship Safety to issue such a document, which identifies the ship as complying with the requirements of Schedules 1, 2 and 3 of this Standard. If the structure is changed, or damage occurs to the structure, the document ceases in validity until a pollution prevention officer affirms that it is in order⁴. The ship must not navigate without a valid document except in cases of "force majeure."

7. Responsibility of the owner and master

- 7.1 It is the responsibility of both the owner and the Master of the vessel to ensure that the manning, operational readiness of the equipment and navigation of the vessel fully complies with the requirements of the Standard and regulations.

6. Documentation

- 6.1 Les navires de toutes catégories doivent avoir à bord un document émis par un officier préposé à la prévention de la pollution, qui confirme que le navire satisfait aux exigences des Annexes 1, 2 et 3 de la présente Norme. Advenant un changement ou une avarie de la structure, ce document perd toute validité jusqu'à ce qu'un officier préposé à la prévention de la pollution le remette en vigueur⁴. Le navire ne doit pas naviguer sans document valide sauf en cas de le force majeure.

7. Responsabilité de l'armateur et du capitaine

- 7.1 Il incombe à l'armateur et au capitaine de s'assurer conjointement que l'équipage, l'état de marche et la navigation du navire soient conformes avec la Norme et à la réglementation.

⁴ All damage reports are to be sent in the manner prescribed in the standards and regulations.
⁴ Tous les rapports de dommage doivent être transmis de la manière prescrite dans les Normes et règlements.

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

SCHEDULE 1

ANNEXE 1

SUBDIVISION and CRITERIA FOR STABILITY AFTER DAMAGE

COMPARTIMENTAGES ET CRITERES DE STABILITÉ APRÈS AVARIES

1. Double hull

- 1.1 Where waste¹ is carried on a ship, it must be separated by an intermediate compartment of not less than 750 millimetres in depth or breadth from the moulded surface of the outer shell plating.

2. Flooding

- 2.1 Every ship must in any Arctic operating condition be able to withstand the flooding due to hull penetration resulting from ice damage anywhere on the hull having the extent set out in paragraph 2.2 and must remain in a satisfactory condition of equilibrium after such damage.
- 2.2 The hull penetration patch due to ice damage to be used in calculations to ensure compliance with paragraph 2.1 is a rectangle which must extend
- 5 metres spaced equally forward and aft from the centre of the assumed damage along a line parallel to the waterline before damage,
 - 5 metres measured on the girth equally above and below the line of the centre of damage, and
 - 750 millimetres in depth measured in-board from the moulded line of the shell, and normal to the shell, for the full

1. Double coque

- 1.1 Lorsque des déchets¹ sont transportés dans un navire dans n'importe quelle partie de la coque, ces déchets seront séparés par au moins 750 mm de la surface hors membrures du bordé extérieur, au moyen d'une cloison ou d'une varangue étanche à l'eau ou à l'huile.

2. Envahissement

- 2.1 Tout navire dans des conditions de navigation arctique, devra être en mesure de résister à l'envahissement résultant d'avaries causées par le choc de la glace, à n'importe quel endroit de la coque dont l'étendue est décrite à l'alinéa 2.2 et pouvoir demeurer en équilibre stable après une telle avarie.
- 2.2 La zone d'avarie par la glace dont on doit se servir pour les calculs afin d'assurer la conformité avec l'alinéa 2.1, représente un rectangle dont les dimensions sont comme suit:
- 5 mètres mesurés le long de la ligne endommagée;
 - 5 mètres mesurés selon le développement à l'extérieur du bordé, également au dessus et au dessous la ligne de charge endommagée; et
 - 750 millimètres d'épaisseur, perpendiculairement à la coque et sur la pleine étendue de la zone².

¹ Waste, as defined in the *Arctic Waters Pollution Prevention Act*, essentially means a pollutant, for example - oil. However in the Arctic many other substances may be considered to be waste, e.g. ores and mine tailings.

¹ Le terme «Déchets» est défini dans la *Loi sur la prévention de la pollution des eaux arctiques* et signifie essentiellement des polluants tels que de l'huile ou des lubrifiants. Toutefois, plusieurs autres substances peut-être considérées comme «déchets» dans l'Arctique, e.g. ores et tenil de mines.

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

extent of the patch¹.

Figure 1

Illustration of damage patch

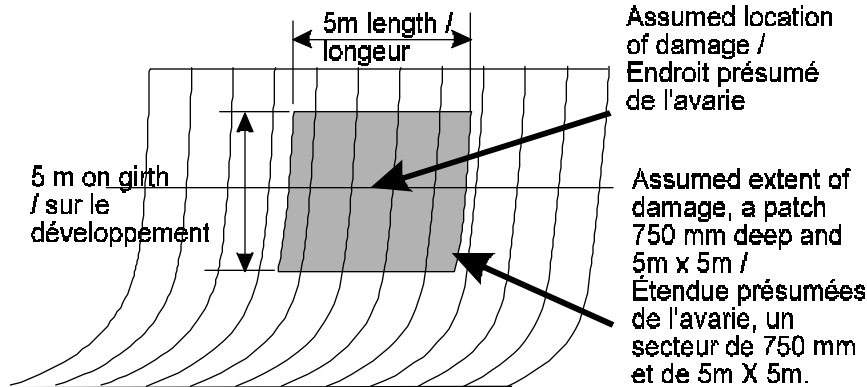


Figure 1

Illustration de secteur avarie

2.3 If lesser extents of damage would have greater adverse effect on the equilibrium of the vessel than the damage described in 2.2, the necessary calculations to ensure compliance with paragraph 2.1 must also be based on those lesser extents of damage.

2.3 Si une zone d'avarie de moindre importance devait affecter l'équilibre du navire d'une façon moindre que les dommages décrits à l'alinéa 2.2, les calculs nécessaires pour assurer la conformité avec l'alinéa 2.1, devront, eux aussi, être basés sur l'étendue réduite des dommages.

3. Criteria for equilibrium

3. Critères de stabilité

3.1 A satisfactory condition of equilibrium, is a condition with a positive metacentric height of not less than 150 mm, an area under the righting lever curve of not less than 0.055 metre-radians, a positive range under the righting lever curve beyond the position of equilibrium of not less than 20 degrees; and a freeboard at any position of not less than one third of the intact freeboard at that position or, 50 per cent of the design limiting ice thickness for the ship where this can be determined.

3.1 Une stabilité satisfaisante signifie: une hauteur métacentrique positive (CM) de pas moins de 150 mm, une surface sous la courbe de bras de levier de redressement de pas moins que 0.055 mètre-radian, un écart positif passé le point d'équilibre d'au moins 20 degrés sous la courbe de bras de levier de redressement, et un franc-bord dans n'importe quelle position d'au moins un tiers du franc-bord intact à cet endroit.

3.2 The maximum angle of heel due to unsymmetrical flooding after damage and after any automatic equalisation measures have been completed is not to exceed 17 degrees. Equalisation measures requiring mechanical assistance are not to be used. Automatic cross-flooding arrangements must equalise in a

3.2 L'angle de gîte maximum causé par l'envahissement asymétrique après l'avarie et après que les mesures automatiques d'égalisation sont complétées, ne doit pas dépasser 15 degrés. Si aucune partie du pont n'est immergée, un angle ne dépassant pas 17 degrés est permis. Les mesures d'égalisation

¹ The lateral extent of damage is not intended to penetrate beyond a shell side compartment.
² L'étendue latérale de l'avarie ne doit pas dépasser un compartiment de côté de la coque.

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

period of not more than 15 minutes. All pipes, ducts and tunnels within a 750 mm distance from the side shell must be considered damaged, and arrangements must be made as necessary to prevent progressive flooding to compartments other than those assumed to be floodable in the calculation for each case of damage. All doors in watertight bulkheads must be of the sliding type to be considered as intact. However in the case of doors separating a main machinery space from a steering gear compartment, watertight doors may be of a hinged, quick acting type kept closed at sea, whilst not in use, provided also that the lower sill of such doors is above the summer load waterline, and that the door is located near the centreline of the vessel.

- 3.3 The transitory conditions during flooding resulting from the damage specified in sections 2.2 and 2.3 must be considered when making calculations to ensure compliance with section 3.1. During all stages of flooding and cross-flooding a positive metacentric height of not less than 50 millimetres must be maintained, calculated on the basis of lost buoyancy.

4. Ramming stability

- 4.1 Every ship must be constructed such that during any ram when the ship is riding up and sliding off the ice, and at the end of any such ram,
- the ship is in a state of stable equilibrium with a positive metacentric height of not less than 150 millimetres, and
 - a line 150 mm below the deck edge of the freeboard deck, as defined in the applicable *Load Line Regulations*, does not submerge.
- 4.2 Depending on the fore end hull characteristics, the vessel is assumed to ride up onto the ice and remain momentarily poised at the lowest stem extremity as follows:
- for a regular stem profile, at the point at which the stem contour is tangent to the keel line;

qui requièrent de l'aide mécanique ne doivent pas être utilisées; les mesures automatiques d'invasion croisée devront équilibrer les niveaux en moins de 15 minutes. Tous les tuyaux, conduits et tunnels dans la zone de 750 mm à l'intérieur du bordé extérieur seront réputés endommagés, et des dispositions seront prises si nécessaire, afin d'empêcher l'invasion progressive d'autres compartiments que ceux présumés être susceptibles d'invasion dans le calcul de chaque avarie. Toutes les portes dans les cloisons étanches, pour être considérées intactes, devront être des portes à glissières. En dérogation, dans le cas de portes séparant l'espace des machines principales d'un compartiment de machine à gouverner, les portes étanches peuvent être d'un modèle à charnières, à action rapide et maintenues fermées en mer lorsqu'elles ne servent pas, à condition que le seuil inférieur de ces portes soient au dessus de la ligne de flottaison d'été.

- 3.3 Les conditions transitoires pendant l'invasion résultant de dommages spécifiés dans les alinéas 2.2 et 2.3, devront être prise en considération dans les calculs qui assurent la conformité avec l'alinéa 3.1. Pendant toutes les étapes de remplissage direct et croisé, une hauteur métacentrique positive d'au moins 50 mm, calculée d'après la perte de flottabilité, devra être maintenue.

4. Stabilité à l'abordage

- 4.1 Chaque navire devra être construit de telle façon que pendant l'opération de bris de glace, alors que le navire monte sur la glace et en redescend, et à la suite de tels mouvements,
- le navire soit en état d'équilibre stable avec une hauteur métacentrique positive d'au moins 150 mm; et
 - une ligne située à 150 mm sous la limite du pont de franc-bord, tel que défini dans le *Règlement sur les lignes de charge*, ne soit pas submergée.
- 4.2 Selon ses caractéristiques d'étrave, il est présumé que le navire monte sur la glace et demeure un moment en ballant sur l'extrémité inférieure de l'étrave comme suit:
- pour un profil d'étrave régulier, au point où le contour de l'étrave est tangent à la ligne de quille;

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

- for a stem fitted with a structurally defined skeg, at the point at which the stem contour meets the top of the skeg,
- for a stem profile where the skeg is defined by shape alone, at the point at which the stem contour tangent intersects the ice horn tangent,
- for a stem profile of novel design, the position will be specially considered by Ship Safety.
- pour les étraves munies d'un butoir de brion bien défini, au point où le contour de l'étrave coupe le dessus de ce butoir;
- pour un profil d'étrave où le butoir n'est défini que par sa forme, au point auquel la tangente de contour du butoir coupe la tangente de la corne à glace;
- pour un profil d'étrave de conception nouvelle, cette dernière fera l'objet d'un examen de la part de la Sécurité de navires.

5. Calculations

- 5.1 All calculations are to be made on the basis of trimmed hydrostatics appropriate to the initial and final conditions of the vessel, and to take full account of the effect of free surface.
- 5.2 The angle at which progressive flooding occurs will cut short the righting lever curve that is used for determining the area under the curve, the maximum righting lever (GZ_{MAX}) and the range of positive stability.

6. Permeability

- 6.1 The permeability of spaces may be assessed by direct calculation where this is appropriate. If insulation is contained in spaces for which consideration of direct calculation is requested, the insulation
- shall be impermeable to water under hydrostatic pressure at least corresponding to the pressure caused by the assumed flooding;
 - shall not crush or break-up due to hydrostatic pressure at least corresponding to the pressure caused by the assumed flooding;
 - shall be highly resistant to heat and be non-combustible;
 - shall not deteriorate or change properties over the long term in the space in which it is to be installed onboard;

5. Calculs

- 5.1 Tous les calculs seront effectués sur la base d'assiette hydrostatiques appropriées aux conditions initiales et finales du navire; et devront tenir pleinement compte de l'effet de surface libre.
- 5.2 L'angle auquel l'invasion progressive se produit devra couper la courbe du bras de levier de redressement I qui sert à déterminer la surface sous la courbe, le bras maximum de levier (GZ_{MAX}) et la fourchette de stabilité positive.

6. Perméabilité

- 6.1 La perméabilité des espaces peut être évaluée par calcul direct lorsqu'approprié. Si de l'isolant est contenu dans les espaces pour lesquels le calcul direct est requis, l'isolant:
- devra être imperméable à l'eau à une pression hydrostatique au moins comparable à la pression causée par l'invasion supposée;
 - ne devra pas s'écraser ou se fragmenter à cause de la pression hydrostatique qui devra correspondre au moins à la pression causée par l'invasion assumée;
 - devra être très résistant à la chaleur et n'être pas combustible;
 - ne devra pas se détériorer ou changer ses propriétés à long terme dans l'espace où il doit être installé à bord;

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

- shall be highly resistant to the action of hydrocarbons; and
- shall be adequately secured so it will remain in position if subjected to collision damage and displacement, distortion of its supporting and retaining structure, repeated rapid ingress and outflow of sea water and the buoyant forces caused by immersion following a flooding casualty.
- devra être très résistant à l'action des hydrocarbures;
- devra être installé adéquatement de sorte qu'il restera en position s'il est exposé à des avaries par collisions ou par le déplacement ou distorsion des structures le supportant ou le retenant, le flux rapide de l'eau de mer à l'intérieur de l'espace et des forces exercées par sa flottabilité suite à l'immersion causé par l'envahissement.

7. Intact stability

- 7.1 Where ships are fitted with a heeling system, the deck edge shall not be immersed when the vessel is heeled to 5 degrees beyond the design maximum heel, or 15 degrees, whichever is the greater, when floating at the deepest ice operating waterline,
- 7.2 In all respects, the intact stability of the ship shall meet the stability criteria set out
- for Canadian ships, in the document "*Stability, Subdivision and Load Line Standards*" TP 7301, as amended from time to time; and
 - for foreign ships as required by their national administration.

8. Submission of stability information

- 8.1 Before a ship operates in the Canadian Arctic, copies of all calculations and all other necessary information to demonstrate compliance with the criteria are to be submitted to Ship Safety.

7. Stabilité intacte

- 7.1 Lorsque les navires sont munis d'un dispositif de gîte, le can de livet (ligne où la surface du pont extérieur le plus bas rencontre le bordé) ne devra pas être immergé lorsque le navire est penché à l'angle le plus grand de 5 degrés au delà de la gîte maximum permise en vertu des plans, ou 15 degrés lorsque naviguant à la ligne de flottaison correspondant au plus profond tirant d'eau d'exploitation dans les glaces.
- 7.2 En toutes les circonstances, la stabilité du navire intact sera conforme aux critères de stabilité décrits
- pour les navires canadiens dans le document "*Normes de stabilité, de compartimentage et de lignes de charges*", TP 7301 tel que révisé; et
 - pour les navires étrangers, tels que requis par leurs autorités gouvernementales respectives.

8. Présentation de données sur la stabilité

- 8.1 Avant qu'un navire puisse opérer dans l'Arctique canadien, des copies de tous les calculs et autres données nécessaires pour démontrer sa conformité avec les critères d'avarie et de stabilité après une avarie ou un abordage, doivent être soumises à la sécurité de navires.

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

- 8.2 All information submitted is to be in either English or French. There shall also be included a copy of the lines plan¹.
- 8.3 All stability information on board the vessel is to be available in a language that all persons in charge of each deck watch can readily understand. All intact stability information is to include samples of manual methods of determining the stability characteristics of the vessel. The stability information is to contain details of typical service and ballast conditions, provision for evaluating other conditions of loading, a summary of the ship's survival capabilities and sufficient information to ensure that the ship is loaded and operated in a safe and seaworthy manner.
- 8.2 Tous les renseignements soumissionnés doivent être rédigés en français ou en anglais. Une copie des plans de forme sera aussi soumise¹.
- 8.3 Tous les renseignements à bord du navire, concernant sa stabilité doivent être disponibles dans une langue que les personnes responsables de chaque quart de pont puissent facilement comprendre. Toutes les données sur la stabilité du navire intact, doivent comprendre des exemples de méthodes manuelles pour déterminer les caractéristiques de stabilité du navire. Les renseignements de stabilité doivent inclure des détails de conditions de service et de lest typiques, des moyens d'évaluation des différentes conditions de chargement, un sommaire des capacités de survie du vaisseau, de même que des renseignements suffisants pour vérifier si le navire est chargé et opéré d'une façon sécuritaire et est en état de navigabilité.

¹ To assist in the checking of the stability information, submission of the calculations in an agreed computer format is acceptable, provided it is based on recognized programmes.

¹ Afin d'aider à la vérification des données de stabilité, les calculs peuvent être soumis sous forme de disquette informatique pourvu qu'ils soient basés sur des logiciels reconnus.

SCHEDULE 2

HULL CONSTRUCTION STANDARDS

This construction Standard is based on the publication "*Proposals for the Revision of the Arctic Shipping Pollution Prevention Regulations*" TP9981. A technical review of those proposals was led by staff of the Ocean Engineering Research Centre of the Memorial University of Newfoundland. The Standard incorporates those recommendations that Ship Safety could incorporate without major changes to the proposals. There are also additional requirements where necessary for clarification, to incorporate items from Schedule VI of the Regulations, or where otherwise considered necessary. For a detailed explanation of the rationale behind this Standard it is essential to review the "Proposals."

This schedule generally requires a lower shell thickness and higher framing strength than that in the regulations for an equivalent Arctic Class. For the shell, the strength reserve due to elastic-plastic behaviour is now recognized. For the framing, criteria for shear and bending strength together with tripping and buckling stability are provided that are not included in the regulations.

All the scantlings required in this schedule are minima and determined solely to reduce the risk of pollution. The naval architect may decide that additional scantlings are required for other purposes such as increased corrosion or abrasion allowances, absorbing impact forces when coming alongside, or operations in other ice covered waters. These provisions are at the discretion and option of the designer or ship owner.

Design process and ice characteristics

To apply this Standard, it is necessary to determine the category of ship required for the intended voyages. It is the responsibility of the owner and the naval architect to ensure that the category used for design is the one appropriate for the desired operations of the vessel. It is recommended that expert advice be obtained from consultants with a

ANNEXE 2

NORMES DE CONSTRUCTION DES COQUES

La présente Norme de construction est fondée sur la publication Propositions pour la révision de Règlements sur la prévention de la pollution par les navires dans l'arctique TP9981. Un examen technique de ces propositions a été mené par le personnel du Centre de recherches en génie océanique de l'Université Memorial de Terre-Neuve. La Norme comprend aussi des recommandations que la sécurité des navires pourrait ajouter sans apporter des modifications majeures aux propositions. On y a ajouté de plus, certaines exigences où elles ont été jugées nécessaires soit pour la bonne compréhension du texte, soit pour y inclure des articles de l'Annexe VI du Règlement lorsqu'il a eu omission. Pour une explication détaillée des raisons qui sous-tendent cette Norme il est nécessaire de se référer aux «propositions».

Ce devis, en général, exige une épaisseur de coque moindre et une plus grande force de membrure que celles du Règlement pour un navire de classe Arctique équivalente. Pour la coque, la force de réserve due au comportement élasto-plastique de l'acier est maintenant reconnue. En ce qui a trait à la membrure, les critères de résistance au déchirement et à la flexion, de même qu'au flambement et au déclenchement, sont maintenant disponibles mais ne sont pas compris dans le Règlement.

Tous les échantillonnages requis dans la présente Norme sont des minima et sont établis uniquement pour réduire les risques de pollution. L'architecte naval peut juger que des échantillonnages additionnels sont requis pour différentes raisons, telles qu'une augmentation de la résistance à la corrosion, l'absorption de chocs lors des abordages, ou des opérations dans d'autres régions couvertes par les glaces. Ces décisions sont laissées à la discrétion et au choix de l'architecte ou de l'armateur.

Les plans des navires et les caractéristiques des glaces

L'usage de cette Norme implique le choix de la catégorie de navire requis pour le trajet prévu. Il incombe à l'armateur et à l'architecte naval de s'assurer que la catégorie utilisée pour la conception du navire soit appropriée à l'usage prévu pour celui-ci. Nous recommandons que des experts qui ont une connaissance des caractéristiques temporelles et

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

knowledge of the temporal and spacial characteristics of the ice in the planned areas of operation. Navigation will not necessarily be permitted on a strict calendar basis, as the *Ice Regime System* will override this once it is introduced.

Where this Schedule does not require any particular level of strength or other specific criteria, e.g. where the area factor is 0, the structure is to be designed to comply with full ocean going scantlings in accordance with a recognized standard.

spatiales de la glace dans les eaux considérées, soient consultés. La navigation ne sera pas toujours permise selon un calendrier bien établi, et le Régime des glaces aura toujours la primauté.

Dans le cas où le calendrier ne demande aucun niveau de force particulier ou autre critère spécifique, ex. quand le coefficient de surface est 0, la structure doit être construite en correspondance à une norme reconnue.

1. Definitions

- 1.1. An “appendage iceskeg” is an iceskeg where the radius of curvature of the transition from the stem line to the forward edge of the iceskeg has a radius less than 0.5 of the deepest Arctic operating draft at the forward perpendicular.
- 1.2. The “breadth” of a vessel *B* is the greatest moulded breadth, in metres.
- 1.3. A “continuous iceskeg” is an iceskeg that is not an appendage iceskeg.
- 1.4. The “ice load water-line” *ILWL* is the deepest water-line that will be used when the vessel is operating in Arctic waters.
- 1.5. An “iceskeg” is a part of the hull of a ship at the forefoot designed to prevent excessive ride-up when ramming heavy ice features and which may also be designed to enhance the breaking of heavy ice features. If the stem angle never becomes equal to or greater than 45 degrees to the base line, the vessel is deemed not to have an iceskeg.
- 1.6. The “length” of the vessel *L*, is the distance, in metres, on the summer load water-line, and as defined in the applicable load line regulations.
- 1.7. A “reamer” is a feature designed to enhance ice breaking performance which, as illustrated in figure 1,
 - makes a discontinuity in the fore body of a ship

1. Définitions

- 1.1 Un «butoir de brion en appendice» est un butoir de brion dont le rayon de courbure, de la transition de la ligne de proue au bord avant du butoir, est moins que 0.5 du plus grand tirant d'eau arctique à la perpendiculaire avant.
- 1.2 la «largeur» d'un navire *B* est la plus grande largeur hors membrures, en mètres.
- 1.3 Un «butoir de brion continu» est une butoir de brion qui n'est pas un butoir de brion en appendice.
- 1.4 La «ligne de flottaison arctique» *LFA* est la ligne de flottaison utilisée par un navire navigant en eaux arctiques.
- 1.5 Un «butoir de brion» est une partie de la coque située au bas de l'étrave destiné à prévenir une montée sur la glace trop longue lorsque le navire frappe de grosses masses de glace; celui-ci peut aussi être fabriqué de telle façon qu'il augmente la capacité de bris de glace. Si l'angle d'étrave ne dépasse en aucun cas 45° de la ligne de référence, le bateau est réputé ne pas avoir de butoir de brion.
- 1.6 La «longueur» du navire, est la distance, en mètres, sur la ligne de flottaison d'été, telle que définie dans les règlements de ligne de flottaison pertinents.
- 1.7 Un «alésioir» est un appendice destiné à augmenter la capacité de bris de glace qui, tel qu'illustré au schéma 1,
 - crée une discontinuité dans l'étrave d'un navire;

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • extends beyond the maximum beam measured without the reamer for a distance port and starboard of not less than 2.5 per cent of that beam. • is knuckled in section such that the upper surface has a tumblehome of not less than 30 degrees to the vertical, and • extends from the ice load water-line (<i>ILWL</i>) to the end of ram line as defined in section 3. | <ul style="list-style-type: none"> • dépasse la largeur maximum mesurée sans l'alésoir, pour une distance à bâbord et à tribord de pas moins que 2.5% de cette largeur; • en section est voûté de telle façon que la surface supérieure soit courbée vers l'intérieur d'au moins 30 degrés de la verticale; et • s'étend de la ligne de flottaison de glace (<i>LFG</i>) jusqu'au bout de la ligne de choc, telle que définie à l'article 3. |
|---|---|

1.8. An "effective knuckle" is a knuckle in the shell of the forebody of a ship which must, as illustrated in figure 1,

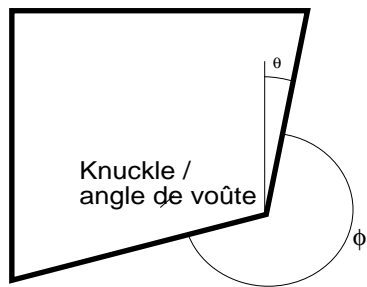
- extend from the ice load water-line to the end of ram line (*ERL*) as defined in section 3.
- have an external angle created by the knuckle of not less than 220 degrees,
- not have the section above the knuckle flared outboard to an angle greater than 20 degrees from the vertical, and
- be at the maximum half breadth of each water plane,

1.8 Un «angle de voûte efficace» est un angle de voûte dans le bordé de l'avant du navire qui, comme démontré au schéma 1 devra ,

- s'étendre de la ligne de flottaison de glace jusqu'au bout de la ligne de choc (*ERL*), tel que défini à l'article 3;
- posséder un angle extérieur d'au moins 220 degrés;
- ne pas avoir un angle de voûte, supérieur à 20 degrés de la verticale; et
- être à la demi-largeur maximum de chaque plan d'eau.

Figure 1

Illustration of effective knuckles and reamers



A knuckle is considered effective when

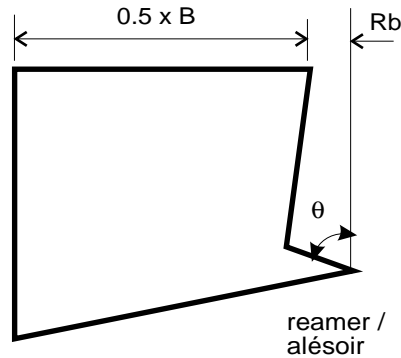
1. θ is less than 20 degrees, and
2. ϕ is greater than 200 degrees

Un angle de voûte est considéré efficace lorsque

1. θ est moins de 20 degrés, et
2. ϕ est supérieur à 220 degrés

Schéma 1

Angle de voûte



A reamer is considered effective when

1. R_b is greater than $0.025 \times B$ and
2. θ is greater than 30 degrees

Un alésoir est considéré efficace lorsque

1. R_b est supérieur à $0.025 \times B$, et
2. θ est plus grand que 30 degrés.

2. Waterlines

- 2.1 The deepest and lightest Arctic operating waterlines are to be determined, and indicated on the information submitted for approval. These waterlines will be used as the range of limiting draughts shown on acceptance documentation.
- 2.2 Any ballast tank that contains water above the waterline is to be equipped with means to prevent the water in the tank from freezing.
- 2.3 In addition to considering the aspects of structural strength in determining the ballast waterline, regard is to be given to the need to ensure proper ice-going capability in the ballast condition. The propeller should preferably be fully submerged.

3. Hull areas

- 3.1 To define the necessary level of strength, the hull is divided into the following main areas: bow, skeg, midbody/stern, and bottom. Except between the bottom and midbody/stern area, each main area is to be separated from the adjacent main area by a transition area. These areas are illustrated in figure 2.
- 3.2 The designer may elect to extend the scantlings of a main area into its adjacent transition area, this is acceptable provided that the scantlings are those of the area with the higher area factor.
- 3.3 Due to the interactions between the elements of the hull areas, the determination of these areas, particularly the appendage area will involve some reiteration before the final extent of the areas can be fixed.
- 3.4 The ice freeboard line (*IFL*) is a line 2.0 metres above the deepest ice load water-line (*ILWL*), except that on ships fitted with a heeling system that may be used for freeing or assisting the progress of the ship in ice, the ice freeboard line (*IFL*) must be at the higher of

2. Lignes de flottaison

- 2.1 Les lignes de flottaison de charge et lège dans l'Arctique doivent être établies et indiquées dans les informations soumises pour fins d'approbation. Ces lignes de flottaison serviront à établir l'éventail des tirants d'eau maxima qui paraissent sur le certificat.
- 2.2 Tout réservoir de lest chargé de lest au dessus de la ligne de flottaison extérieur doit être équipé de façon à empêcher l'eau de geler.
- 2.3 En plus de considérer la force structurale pour déterminer la ligne de flottaison sous lest, il faut s'assurer que le navire puisse naviguer dans les glaces même en lest. L'hélice doit être complètement submergée et préférablement complètement sous la glace.

3. Zones de la coque.

- 3.1 Afin de définir le niveau de solidité requis, la coque est divisée en plusieurs zones principales: la proue, le butoir, le corps/poupe, et le fond. À l'exception de la séparation entre le fond et le corps/poupe, chaque zone principale est séparé de sa voisine par une zone de transition. Ces zones sont illustrées au schéma 2.
- 3.2 Il est acceptable, au choix de l'architecte, d'étendre l'échantillonnage d'une zone principale dans sa zone de transition adjacente, à condition que l'échantillonnage soit celui de la zone avec le plus grand facteur de surface.
- 3.3 L'identification de ces zones, exigera des calculs répétés avant que leur surface puisse être déterminée avec exactitude, à cause des interactions entre les éléments situés dans la zone de corps et surtout dans la zone des appendices.
- 3.4 La ligne de charge dans les glaces (*IFL*) est une ligne située à 2.0 mètres au dessus de la ligne de charge la plus profonde dans les glaces (*ILWL*), sauf s'il s'agit de navires avec un système de gîte qui peut servir à libérer ou à assister le navire dans la glace alors que la ligne de franc-bord dans les glaces (*IFL*) sera placée à la plus haute des positions suivantes:

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

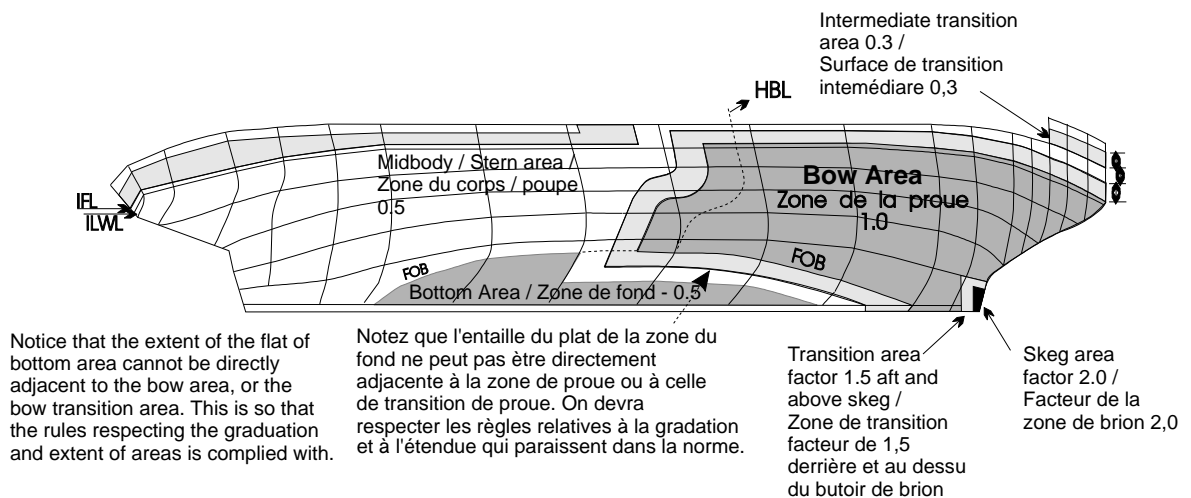
- 2.0 metres above the deepest ice load water-line when the ship is upright; and
- 1.0 metres measured vertically above the deepest water-line when the ship is at the maximum angle of heel that the heeling system is capable of generating, from any Arctic operating condition.
- 2.0 mètres au dessus de la ligne de charge de glace la plus profonde lorsque le navire est en position verticale; et
- 1.0 mètre mesuré verticalement au dessus de la ligne de charge la plus profonde lorsque le navire est à l'angle de gîte maximum que le système peut générer, sous n'importe quelle condition arctique.

Figure 2

Schéma 2

Illustration of hull areas on a round bilge form ship with an ice knife

Illustration des zones de la coque d'un navire à bouchain rond muni d'un couteau à glace



3.5 The flat of bottom line (*FOB*) is that line joining the points on the bottom of a ship where the sections make an angle equal to or less than 15 degrees to the baseline.

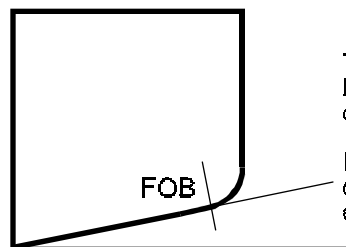
3.5 Le plat de la ligne de fond (*FOB*) est la ligne qui joint les points sur le fond du navire où les membrures font un angle égal ou inférieur à 15 degrés de la ligne de base.

Figure 3

Schéma 3

Illustration of Extent of Flat of Bottom Area

Illustration de l'étendue de la zone du plat du fond



The tangent line where the bottom rises above 15 degrees defines the *FOB*.

La tangente à l'endroit où le fond s'élève de plus de 15 degrés est définie comme étant le *FOB*

3.6 The half breadth line (*HBL*) is a line in the fore body of a ship, and above the flat of bottom line, joining the points where the water-lines reach their maximum half breadth.

3.6 La ligne de demi-largeur (*HBL*) est la ligne située dans la partie avant du navire, et au dessus de la ligne de plat du fond, qui joint les points où les lignes de flottaison atteignent

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

3.7 The end of ram line (*ERL*) is the line which joins

- the point (*TP*) on the deepest ice load water-line $0.33L$ from the aft end of that water-line, and
- the point (*Lip*) at a distance $3 \times CL$ aft of the uppermost forward point of the iceskeg (*SP*) as described in section 4, on the upper transition line between the skeg and bow areas.

and as illustrated in Figure 4.

4. Skeg areas

4.1 Skegs are divided into two separate forms, those termed a continuous skeg, and those termed an appendage skeg. A continuous skeg is a skeg that is continuous with the lines of the bow, that is, the hull shape changes smoothly, and the stopping force is built up gradually. An appendage skeg is of a form where the ship is brought to a more abrupt halt during the ramming process, with higher deceleration forces. The differentiation between the two forms of skeg is made by means of the stem curvature at half the deepest ice load water-line. The requirements for ice-skegs are in section 26 [Page 51].

4.2 To determine the extent of the skeg area, it is necessary to first ascertain the location of the *critical section CS*. The critical section, is the section of the iceskeg where, theoretically, the maximum horizontal stopping force is first generated. The critical length (*CL*) is the distance the critical section is aft of the skeg forward point (*Sfp*). Determination of the critical section is made in section 26.

4.3 The iceskeg area is bounded by the points or lines defined below

- The skeg forward point, which is the point (*Sfp*) where the angle between the stem line and the horizontal becomes 45 degrees, and is at a height above the baseline denoted as *HS*.

leurs demi-largeur la plus grande.

3.7 La fin de la ligne de butée (*ERL*) est une ligne qui joint:

- le point(*TP*) sur la partie la plus profonde de la ligne de flottaison des glaces $0.33L$ à partir de l'arrière de cette ligne; et
- le point(*Lip*) à une distance égales à $3 \times CL$ à l'arrière du point le plus haut à l'avant du butoir de brion (*SP*) tel que décrit à l'article 4, sur la ligne de transition supérieure entre la zone du brion et celle de la proue.

d'après le Schéma 4.

4. Zone du brion

4.1 On distingue deux formes différentes de brions, les brions continus et les brions en appendice. Un brion continu est un brion qui forme une continuation de l'étrave, c'est à dire que la modification de la forme de l'étrave se produit graduellement de sorte que la force d'accélération négative augmente lentement. Un brion en appendice est une forme qui cause un arrêt abrupt durant le bris de glace accompagné d'une augmentation rapide de la force d'accélération négative. La différenciation entre les deux formes de brions est déterminée à partir de la courbure de l'étrave à 50% de la ligne de flottaison de glace. Les exigences concernant les butoirs de brions paraissent à l'article section 26 [Page 51].

4.2 Afin de déterminer l'étendue de la zone du butoir de brion il est nécessaire d'identifier en premier l'endroit de la section critique *CS*. Cette section critique, est la section du butoir de brion où, théoriquement la force d'arrêt horizontale maximum est générée en premier. La longueur critique (*CL*) est la distance qui sépare la section critique de l'arrière de la pointe avant (*Sfp*) du brion. L'identification de la section critique est décrite à l'article 26.

4.3 La zone du butoir de brion est limitée par les points ou lignes décrites comme suit:

- La pointe avant du brion, qui est le point (*Sfp*) où l'angle entre la ligne d'étrave et l'horizontale atteint 45 degrés, et est à une hauteur nommée *HS*, au dessus de la ligne de quille;

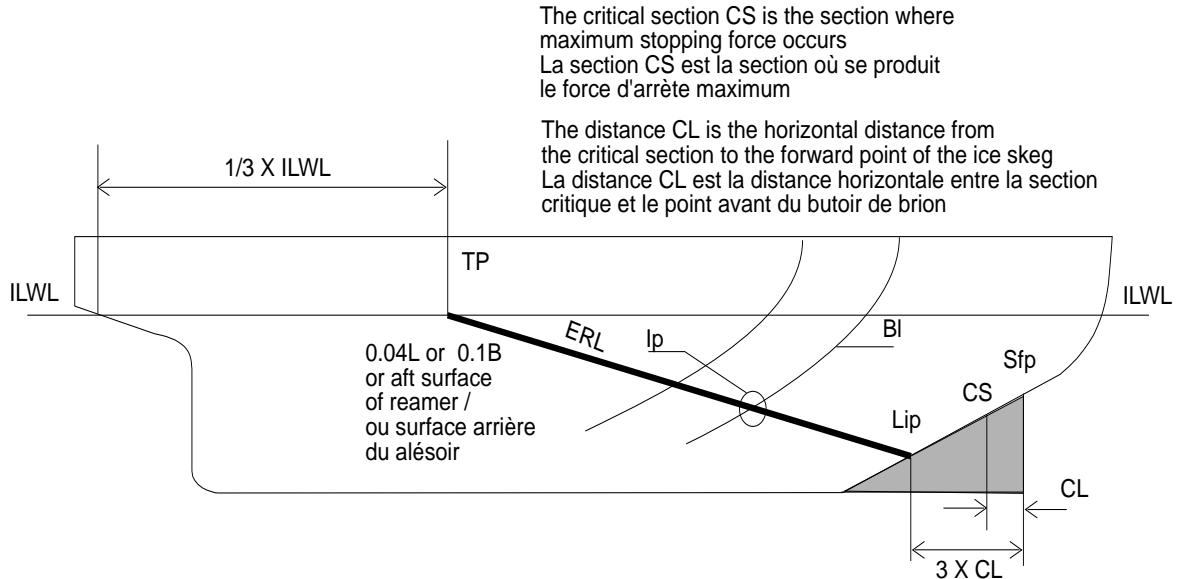
Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

Figure 4

Illustration of how the end of ram Line is obtained

Schéma 4

Illustration de la façon dont on obtient la fin de la ligne d'abordage



The critical section CS is the section where maximum stopping force occurs
La section CS est la section où se produit le force d'arrêt maximum

The distance CL is the horizontal distance from the critical section to the forward point of the ice skag
La distance CL est la distance horizontale entre la section critique et le point avant du butoir de brion

The after point of the end of ram waterline ERL is at a horizontal distance of 1/3 of the length of the ice load waterline, on this waterline, measured from the after end.

Le point arrière de la fin de la ligne de charge d'abordage ERL, est à une distance horizontale de 1/3 de la longueur de la ligne de charge de glace, sur cette ligne de charge, mesurée de l'extrémité arrière.

The forward point Lip of the end of ram waterline ERL is at a horizontal distance of 3 X CL aft of the forward edge of the iceskeg, on the upper edge of the iceskeg.

Le point avant Lip de la fin de la ligne de charge d'abordage ERL est à une distance horizontale de 3 X CL à l'arrière du bord avant du butoir de brion, sur le bord supérieur du butoir de brion.

- The top of the appendage iceskeg area, which is
- the line of the knuckle aft from Sfp, or
- where the knuckle is not distinct, a horizontal line aft from Sfp;
- The top of the continuous iceskeg area, which is a horizontal line aft from Sfp
- The bottom of any iceskeg area is the flat of bottom or the keel at the centreline if there is no flat of bottom. and
- The aft end of the iceskeg area, which is at the critical section (CS) obtained in section 26 [Page 51].
- le dessus de la zone du butoir de brion en appendice qui forme
- la ligne de la voûte à l'arrière de Sfp, ou
- quand la voûte n'est pas distincte, une ligne horizontale vers l'arrière à partir de Sfp;
- le dessus de la zone continue du butoir de brion qui constitue une ligne horizontale vers l'arrière à partir de Sfp;
- le dessous de n'importe quelle zone de butoir de brion, est le fond plat, ou la quille à la ligne centrale, si il n'y a pas de plat de fond; et
- la partie arrière de la zone de butoir de brion, qui est à la section critique (CS) obtenue à la section 26 [Page 51].

Figure 5

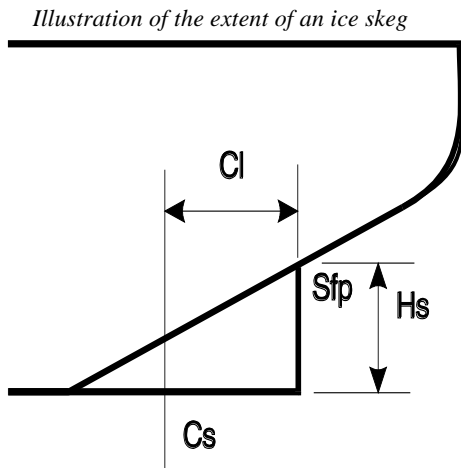
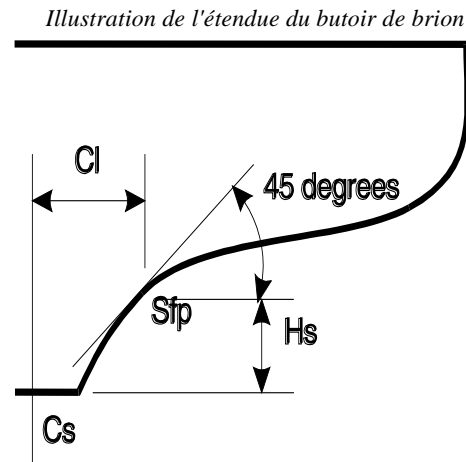


Schéma 5



5. Bow area

- 5.1 The extent of the bow area depends upon whether a reamer or a knuckle is fitted.
- 5.2 Where a reamer, or a knuckle having an angle of greater than 15 degrees between chords, is not fitted, the bow area is that area bounded by the stem, the ice freeboard line, the flat of bottom line, and a line $0.04L$ aft of, or $0.1B$ above, the line BL , whichever gives the widest band at any point. This is illustrated in figure 4.
- 5.3 Subject to section 8 and paragraph 5.4 on a ship which is fitted with an iceskeg and a reamer the bow area includes

- that area of the hull bounded by
 - the stem line,
 - the ice freeboard line (*IFL*),
 - the line B_L aft to the point (I_P) at the intersection with the end of ram line (*ERWL*),
 - the end of ram line forward to Lip ,
 - a vertical line from Lip down to the flat of bottom line (*FOB*),

5. Zone de la proue

- 5.1 L'étendue de la zone de proue varie selon la présence d'un alésoir ou d'une voûte.
- 5.2 Lorsqu'il n'y a pas d'alésoir, ou de voûte ayant un angle plus grand que 15 degrés entre les cordes, la zone de proue est limitée par, l'étrave, la ligne de franc bord de glace, la ligne de fond plat, et une ligne $0.04L$ derrière, ou $0.1B$ au-dessus, de la ligne BL , afin d'obtenir la virure la plus large à n'importe quel point. Voir le Schéma 4.
- 5.3 Sous réserve des dispositions de l'article 8 et de l'alinéa 5.4, concernant un navire muni d'un butoir de brion et d'un alésoir, la zone de la proue comprend:

- la partie de la coque délimitée par
 - la ligne de l'étrave;
 - la ligne indiquant la ligne de flottaison de glace (*IFL*);
 - la ligne B_L , vers l'arrière jusqu'au point (I_P) où elle coupe le bout de la ligne de butée (*ERWL*);
 - la fin de la ligne de butée vers l'avant jusqu'à Lip ;
 - une ligne verticale de Lip vers le bas jusqu'à la ligne de fond (*FOB*);

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

<p>the flat of bottom line (<i>FOB</i>) forward to <i>CS</i>,</p> <p>the aft end of the iceskeg (<i>CS</i>), and</p> <p>the top of the iceskeg; and</p> <ul style="list-style-type: none"> • a strake or area extending from the area defined in paragraph 5.1 below <i>BL</i> to the aft end of <i>BL</i> at <i>FOB</i> measured <p>0.1<i>B</i> on the girth, or</p> <p>0.04<i>L</i> in the fore and aft direction</p> <p>whichever provides the wider strake at any point.</p> <p>5.4 Subject to section 8 and paragraph 5.4 on a ship which is fitted with an iceskeg and an effective knuckle the bow area includes</p> <ul style="list-style-type: none"> • that area of the hull bounded by <ul style="list-style-type: none"> the stem line, the ice freeboard line, a line 0.04<i>L</i> aft of <i>BL</i> aft to the point 0.04<i>L</i> aft of <i>I_p</i> on the end of ram line, the end of ram line forward to <i>Lip</i>, a vertical line from <i>Lip</i> down to the flat of bottom line (<i>FOB</i>), the flat of bottom line (<i>FOB</i>) forward to <i>CS</i>, the aft end of the iceskeg (<i>CS</i>), and the top of the iceskeg; and • the area extending from the area defined in paragraph (a) above and below <i>BL</i> to the aft end of <i>BL</i> at <i>FOB</i> measured <p>0.1<i>B</i> above and below <i>BL</i> on the girth, or</p> <p>0.04<i>L</i> fore and aft of <i>BL</i></p> <p>whichever provides the wider strakes at any</p>	<p>la ligne de fond (<i>FOB</i>) vers l'avant à (<i>CS</i>);</p> <p>le bout arrière du brion(<i>CS</i>); et,</p> <p>le dessus du butoir de brion; et</p> <ul style="list-style-type: none"> • une virure ou une zone s'étendant depuis la zone définie à l'alinéa 5.1 sous <i>BL</i> jusqu'au bout arrière de <i>BL</i> à <i>FOB</i> mesuré: <p>0.1<i>B</i> au développement du bordé; ou</p> <p>0.04<i>L</i> dans la direction longitudinale, la valeur retenue étant celle qui</p> <p>maintient la virure la plus large en tout point.</p> <p>5.4 Sous réserve des dispositions de l'article 8 et de l'alinéa 5.4, concernant un navire qui est muni d'un butoir de brion et d'une voûte efficace, la zone de la proue comprend:</p> <ul style="list-style-type: none"> • la zone de la coque limitée par: <ul style="list-style-type: none"> l'étrave; la ligne de franc bord de glace; une ligne située à 0.04<i>L</i> à l'arrière de <i>I_p</i>, vers l'arrière de la ligne de butée; la fin de la ligne de butée vers l'avant à <i>Lip</i>; une ligne verticale de <i>Lip</i> vers le bas jusqu'au plat de la ligne de fond(<i>FOB</i>); la ligne de fond(<i>FOB</i>) vers l'avant à <i>CS</i>; la partie arrière du brion(<i>CS</i>); le dessus du butoir de brion; et • la zone s'étendant de la zone définie à l'alinéa (a) au-dessus et au-dessous de <i>BL</i>, jusqu'à l'extrémité arrière de <i>BL</i>, en <i>FOB</i> mesurée soit: <p>0.1<i>B</i> au-dessus et au-dessous de <i>BL</i> sur le développement; ou</p> <p>0.04<i>L</i> mesuré longitudinalement de <i>BL</i>;</p> <p>la valeur retenue étant celle qui donne la virure</p>
--	---

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

point.

la plus large en tout point.

5.5 Notwithstanding paragraphs 5.1, 5.2 and 5.3 all areas of the hull except ice-skegs and their associated transition areas, below the ice freeboard line (*IFL*) and above the flat of bottom line (*FOB*) which are less than $0.10L$ from the forward perpendicular must be part of the bow area.

5.5 Nonobstant les alinéas 5.1, 5.2 et 5.3, toutes les zones de la coque à l'exception des butoirs de brion et de leurs zones de transition, situées sous la ligne de flottaison de glace (*IFL*) et au dessus de la ligne de fond (*FOB*), et qui sont placées moins de $0.01L$ de la perpendiculaire avant, sont considérées comme appartenant à la zone de proue.

6. Bottom area

6. Zone du fond

6.1 Subject to paragraphs 6.2 to 6.6 and section 8 the bottom area is that area of the bottom of a ship inboard of the flat of bottom line (*FOB*.)

6.1 Sous réserve des alinéas 6.2 à .6. et de l'article 8, la zone du fond est cette partie de la zone du fond du navire à l'intérieur du plat de la ligne de fond (*FOB*).

6.2 On ships with ramp type sterns the bottom area may be continued aft up the ramp if

6.2 Sur les navires dotés d'une poupe à rampe la zone de fond peut s'étendre vers l'arrière en remontant cette rampe si:

- the sections do not make an angle to the horizontal greater than 15 degrees, and
- it does not extend further aft than a section that is 3 times the diameter of the foremost propeller forward of that propeller.

- les varangues ne font pas un angle avec l'horizontale de plus de 15 degrés; et
- si elle ne s'étend pas plus à l'arrière qu'une varangue située à une distance égale à trois diamètres de l'hélice la plus avancée, à l'avant de cette même hélice.

6.3 On ships fitted with an effective knuckle or a reamer the bottom area may be extended forward of the *FOB* line, provided the requirements of section 8 are complied with.

6.3 Sur les navires munis d'une voûte efficace ou d'un alésoir, le zone de fond peut s'étendre à l'avant de la ligne *FOB*, si les dispositions de l'article 8 sont respectées.

6.4 On CAC4 ships the bottom area need not extend more than 80 metres aft of the aft end of the bow area.

6.4 Sur les navires CAC4 il n'est pas requis que la zone du fond s'étende plus que 80 mètres à l'arrière de la partie arrière de la zone de proue.

6.5 Ships fitted with an ice skeg must use an area factor of 0.2 for the forward two-thirds of the bottom area, and an area factor of 0.1 for the remaining portion of the bottom area.

6.5 Pour les navires dotés d'un butoir de brion, on doit se servir d'un facteur de surface de 0,2 pour les deux tiers avant de la zone de fond, et d'un facteur de 0,1 pour le reste de la zone de fond

6.6 Ships not fitted with an ice skeg

6.6 Pour les navires non dotés d'un butoir de brion

- and that are CAC 4 vessels must use an area factor of 0.3 in the forward 55 metres of the bottom area, an area factor of 0.15 in the next 25 metres, and an area factor of 0 may be used in any remaining portion of the bottom area;
- and are either CAC1, CAC2 or CAC3

- et qui sont des navires CAC4, on doit se servir d'un facteur de surface de 0,3 pour les premiers 55 mètres avant de la zone de fond, d'un facteur de 0,15 pour les 25 mètres suivants et d'un facteur de 0 pour le reste de la zone de fond;
- et qui sont soit des navires CAC1,

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

vessels must use an area factor of 0.3 for the forward 80 metres, an area factor of 0.15 in the next 40 metres, and an area factor of 0 may be used in any remaining portion of the bottom area.

CAC2 ou CAC3, on doit se servir d'un facteur de surface de 0,3 pour les premiers 80 mètres avant de la zone de fond, d'un facteur de 0,15 pour les 40 mètres suivants et d'un facteur de 0 pour le reste de la zone de fond.

Table 2

Factors for hull areas

Main hull areas	Zones de coques	Area factor AF	Coefficient de surface AF
Appendage iceskeg area	Zone du butoir de brion en appendice	2.0	2.0
Continuous iceskeg area	Zone du butoir de brion continu	1.5	1.5
Bow area	Zone de la proue	1.0	1.5
Mid body & stern area	Zone du corps/poupe	0.5	0.5
Bottom area	Zone du fond	See paragraphs 6.5 and 6.6	Voir paragraphes 6.5 et 6.6

Tableau 2

Facteurs pour les zones de coque

7. Mid body / stern area

7.1 Subject to section 8 the mid body/stern area is all the hull area below the ice freeboard line (*IFL*) which is not a bow area, iceskeg area, bottom area or a transition area adjoining one of these areas.

8. Transition areas

8.1 Subject to section 3.1, between and above the bow area, iceskeg area, bottom area and midbody/stern area there must be transition areas.

8.2 The transition areas must be arranged in the area with the lower area factor (*AF*) set out in Table 2.

7. Zone du corps / poupe

7.1 Sous réserve des dispositions de l'article 8, la zone de corps/poupe comprend toute la zone de la coque située sous la ligne de franc-bord de glace (*IFL*) autre que la zone de proue, la zone de butoir de brion, la zone de fond ou la zone de transition adjacente à une de ces zones.

8. Zones de transition

8.1 Sous réserve des dispositions de l'article 3.1, il doit y avoir une zone de transition entre et sous la zone de proue, la zone de brion, la zone de fond et la zone de corps/poupe.

8.2 Les zones de transition seront disposées de telle sorte que la zone avec le plus petit coefficient de surface (*AF*) coïncidera avec le Tableau 2

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

8.3 The transition areas must be arranged such that the graduation of area factors (*AF*) complies with that set out in Table 3 and additional transition areas must be arranged as necessary to ensure compliance, except that where the area factor of 0.15 is used in the bottom area, no additional transition area is required to the area using the factor of 0.15 .

8.3 La zone de transition sera disposée de telle sorte que la gradation des coefficients de surface (*AF*) soit conforme au tableau 3 et que les zones de transition additionnelles soient disposées en conformité du Règlement, sauf quand le coefficient de surface de 0.15 est utilisé dans la zone du fond, aucune zone de transition additionnelle est nécessaire pour la zone qui utilise le coefficient de surface de 0.15.

Table 3

Graduation of hull area factors

2.0
1.5
1.0
0.7
0.5
0.3
0

Tableau 3

Gradation des coefficients de surface

8.4 The extent of transition areas must not be less than that set out in Table 4.

8.4 L'étendue des surfaces de transition ne doit pas être inférieure à celle précisée au Tableau 4.

9. Class factors

9. Facteurs de classe

9.1 The class factors are obtained from Table 5 for the given category of ship.

9.1 Les facteurs de classe sont extraits du Tableau 5 pour chaque catégorie de navire.

10. Design pressure

10. Contraintes de pression

10.1 The design pressure in megapascals is obtained from table 6, for the appropriate design parameter.

10.1 Les contraintes de pression en mégapascals paraissent au tableau 6, et tiennent compte des paramètres appropriés.

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

Table 4

Tableau 4.

Minimum extent of transition areas between the main hull area

Étendue minimum des zones de transition entre les différentes zones de la coque

Location	Endroit	Extent	Étendue
Aft of an iceskeg area	À l'arrière d'une zone de butoir de brion	CL fore and aft	CL d'avant en arrière
Above an iceskeg area	Au-dessus d'une zone de butoir de brion	0.5 CL on girth	0.5CL sur la largeur
On bottom aft of an iceskeg	Au fond en arrière d'un butoir de brion	CL over full width	CL sur le plein développement
Above ice freeboard line	Au-dessus la ligne de franc bord de glace	1.5 metres	1,5 metres
Aft of bow area with reamer	À l'arrière de zone de la proue avec un alésoir	Aft surface of reamer	Surface de l'arrière d'alésoir
All other locations	Toutes les autres endroits	0.04L fore and aft or 0.1B on girth whichever gives the wider strakes at any point but it need not exceed 2.0 metres	0.04L d'avant en arrière ou 0.1B sur le développement, selon la mesure relative aux virures les plus larges en tout point.

Table 5

Tableau 5

Table of Class factors

Tableau des facteurs de classe

Category Catégorie	Class factor Facteur de Classe CF
CAC1	1.0
CAC2	0.8
CAC3	0.6
CAC4	0.4

Table 6

Design Pressure

DPT or/ou DPH	P_{AV} MPa	DPT or/ou DPH	P_{AV} MPa
0.00	12.00	0.35	5.83
0.03	10.20	0.40	5.61
0.05	9.16	0.45	5.42
0.08	8.37	0.50	5.27
0.10	7.99	0.60	5.02
0.15	7.33	0.70	4.84
0.20	6.87	0.80	4.70
0.25	6.44	0.90	4.59
0.30	6.10	1.00	4.50

Tableau 6

Contraintes de pression

11. Shell design pressure

11.1 The shell design pressure is dependent on location and frame spacing. It is not constant in any area, as the frame spacing used in determining the pressure is measured along the chord of the spacing at the shell, and is not a nominal spacing at the middle plane¹.

11.2 Subject to the minimum's in paragraph 11.3 the design pressure (p_{DE}) for the shell plating must be obtained from the formula:-

$$p_{DE} = \frac{AF \times CF \times OF \times (6.4 + (0.044 \times (\Delta^{0.7} + \Delta^{0.48} \times P^{0.33})))}{S} \text{ MPa}$$

where

“AF” is the area factor for the area of the hull shell in question obtained from Table 2;

“CF” is the class factor for the Category obtained from Table 5;

“OF” is an framing orientation factor equal to

11. Contraintes de pression de la coque

11.1 Les contraintes de pression de la coque dépendent de l'endroit et de l'espacement des membrures. Elle n'est pas constante, puisque la séparation des membrures dont on se sert pour déterminer la pression est mesurée le long de la corde de l'espacement au bordé et n'est pas un espacement nominal au plan central¹.

11.2 Tout en observant les minima de l'alinéa 11.3 les contraintes (p_{DE}) du bordé sera obtenu par la formule:

où:

«AF» est le facteur de surface extrait du Tableau 2 pour la surface de la zone en question;

«CF» est le facteur de classe pour la catégorie, extrait du Tableau 5;

«OF» est un facteur d'orientation des membrures, égal à:

¹ To assist in the determination of the design pressure and the scantlings of the shell and stiffening me, Ship Safety - Northern Region, has available a computer programme to assist in the calculations. This programme can be provided to naval architects designing ships to this standard.

¹ Afin d'aider les architectes qui travaillent sous cette Norme, à déterminer les contraintes de pression et les échantillonnages de la coque et des membrures, la Sécurité des navires - région du nord, met à leur disposition un logiciel spécial.

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

1.0

where the angle Ω is equal to or greater than 70 degrees (a transverse frame),

où l'angle Ω est égal ou supérieur à 70 degrés (une membrure transverse);

$$1+ U \times S \times \cos \Omega$$

where Ω is between 20 and 70 degrees (an oblique frame), and

où Ω est compris entre 20 et 70 degrés (une membrure oblique); et

$$1+ U \times S$$

where Ω is equal to or less than 20 degrees (a longitudinal frame);

où Ω est égal ou inférieur à 20 degrés (une membrure longitudinale);

“ Δ ” is the displacement in thousands of tonnes;

« Δ » est le déplacement en milliers de tonnes;

“ P ” is the shaft power in megawatts;

« P » est la puissance sur l'arbre en mégawatts;

“ S ” is the frame spacing of the first level of support measured in metres normal to the moulded lines of the frames on the chord of the moulded surface of the shell;

« S » est l'espacement en mètres des membrures du premier niveau de support, perpendiculaire aux membrures sur la corde de la surface hors membrures du bordé;

“ U ” equals:

« U » est égal à:

0.8 in the Bow and Iceskeg areas and their transitions,

0.8 dans les zones de l'avant et du butoir de brion et leurs zones de transition;

0.4 in the Mid Body/Stern area and its transitions, and

0.4 dans la zone du corps/poupe et des zones de transition; et

0 (zero) in the Bottom area;

0 (zéro) dans la zone du fond.

“ Ω ” is the acute angle in degrees between the chord of the water-line and the line of the first level of framing supporting the shell. Where the first level of support is the stiffening with the lower scantlings and the closer spacing (See Figure 7.).

« Ω » est l'angle aigu en degrés entre la corde de la ligne de flottaison et la ligne du premier niveau de membrures supportant le bordé. Le premier niveau de support représente le renfort qui accompagne les échantillonnages et l'espacement de moindre dimension. (voir Figure 7.).

11.3 Notwithstanding paragraph 11.2 the design pressure (p_{DE}) for the shell plating must not be less than

11.3 Par dérogation aux dispositions du paragraphe 11.2, la contrainte de pression (p_{DE}) pour le bordé de coque ne doit pas être inférieure à:

$$\frac{OF \times 2.3}{S}$$

MPa

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

in the bow area and mid body/stern area for vessels of category CAC1, CAC2 and CAC3,

dans les zones de proue et du corps/poupe pour des navires de classe CAC1, CAC2 et CAC3;

$$\frac{OF \times 1.8}{S}$$

MPa

in the bow area and mid body/stern area for vessels of category CAC4,

dans les zones de proue et le corps/poupe pour des navires de classe CAC4;

$$\frac{OF \times 1.7}{S}$$

MPa

in the bottom area for vessels of category CAC1, CAC2 and CAC3, and

dans la zone de fond pour les navires de classe CAC1, CAC2 et CAC3, et;

$$\frac{OF \times 1.4}{S}$$

MPa

in the bottom area for vessels of category CAC4;

dans la zone de fond pour des navires de classe CAC4;

where

où

“OF” is a framing orientation factor equal to

«OF» est un facteur d'orientation égal à

1.0 where the angle Ω is equal to or greater than 70 degrees,

1.0 lorsque l'angle « Ω » est égal ou supérieur à 70 degrés;

$$1 + U \times S \times \cos \Omega$$

where Ω is between 20 and 70 degrees, and

lorsque « Ω » est compris entre 20 et 70 degrés; et

$$1 \times U \times S$$

where Ω is equal to or less than 20 degrees;

lorsque l'angle « Ω » est égal ou inférieur à 20 degrés;

“S” is the frame spacing of the first level of support measured in metres normal to the moulded lines of the frames on the chord of the moulded surface of the shell;

«S» Représente l'espacement des membrures du premier niveau de support en mètres hors membrures, sur la corde de l'espacement de la surface du bordé;

“U” equals:

«U» est égal à:

0.8 in the Bow & Iceskeg areas and their transitions,

0.8 dans les zones de proue et du butoir de brion et leurs zones de transitions.

0.5 in the Mid Body/Stern area and their transitions, and

0.5 dans les zones de corps/poupe et leurs transitions; et

0 (zero) in the Bottom area;

0 (zéro) dans la zone du fond;

“ Ω ” is the acute angle in degrees between the chord of the water-line and the line of the first level of framing supporting the

« Ω » est l'angle aigu en degrés entre la corde de la ligne de flottaison et la ligne du premier niveau de membrures

shell.

supportant le bordé.

12. Shell plate thickness

12. Épaisseur des bordés de coque

12.1 The thickness of the shell plating must be obtained from the following formula:

12.1 L'épaisseur du bordé de coque doit être calculée à partir de la formule suivante:

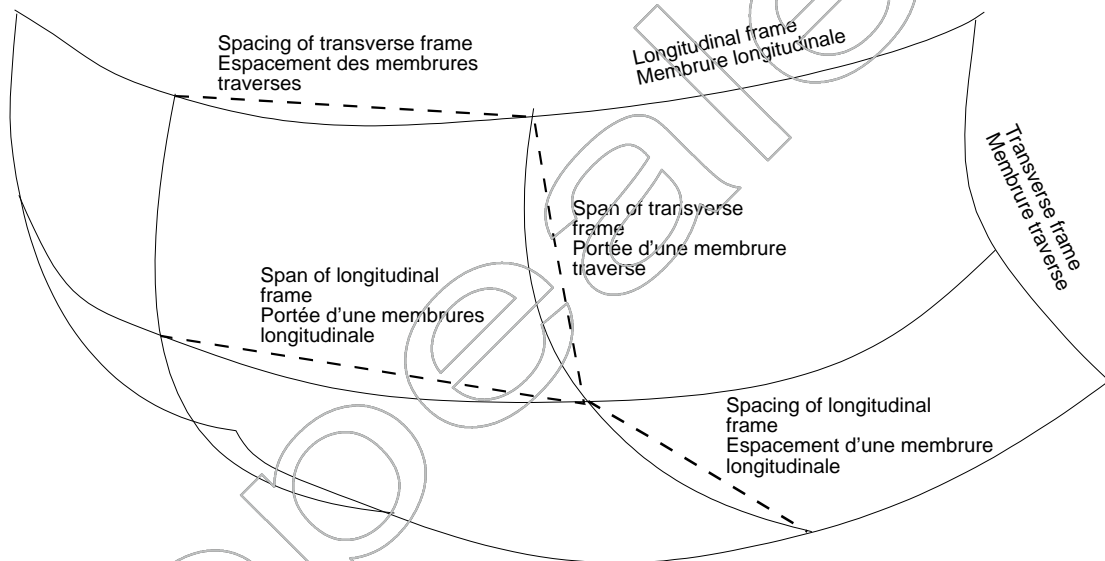
$$t_s = S \times 1000 \times \sqrt{\frac{0.75 \times P_{DE}}{4.0 \times f_y}} + CA \text{ millimetres}$$

Figure 6

Illustration of stiffener spacing and span

Schéma 6

Illustration de l'espacement des renforts et des portées



where

“S” is the frame spacing of the first level of support measured in metres normal to the moulded lines of the frames on the chord of the moulded surface of the shell;

“P_{DE}” is the design pressure determined in accordance with section 11.1;

“f_y” is the nominal yield strength of the steel in megapascals; and

“CA” is a correction equal to 0 if a high impact resistant coating is applied to the exterior of the hull, and 2.0 if no such coating is applied. In all cases an internal coating protecting against corrosion should be applied.

où:

«S» est l'espacement en mètres des membrures du premier niveau de support, mesuré perpendiculairement hors membrures sur la corde de la surface du bordé;

«P_{DE}» est la contrainte de pression déterminée selon la section 11.1

«f_y» est la limite d'élasticité de l'acier en mégapascals; et

«CA» est une correction qui est égal à zéro si un enduit résistant à la corrosion est appliqué à l'extérieur de la coque, et 2.0 si un tel enduit n'est pas utilisé. Dans l'un et l'autre cas un enduit anticorrosion intérieur doit être appliqué.

13. Framing design

- 13.1 The framing supporting the shell is separated into three different categories, transverse, longitudinal and oblique, the requirements for each form of framing are given in sections 18, 19 and 20 respectively.
- 13.2 The orientation and scantlings of a member are to be determined at the mid-point of the span of the part.
- 13.3 A transverse framing member, is a member, that when viewed from a point normal to the shell at the midpoint of the span, is at right angles to or within 20 degrees of being at right angles to a water plane parallel to the design ice load waterline.
- 13.4 A longitudinal framing member is a member that when viewed from a point normal to the shell at the midpoint of the span, is parallel to or is within 20 degrees of parallel to the chord of the water-line.
- 13.5 An oblique framing member is any framing member that is not a transverse or longitudinal framing member.

14. Load shape for framing

- 14.1 Subject to paragraph 14.3, the length of the design ice load L_{DL} along the chord of the water-line is obtained from the formula:-

$$L_{DL} = 2.80 \times \sqrt{\Delta^{0.7} + \Delta^{0.48}} \times P^{0.33} \text{ metres}$$

where

“ Δ ” is the displacement in thousands of tonnes; and

“ P ” is the total shaft power in megawatts.

- 14.2 Subject to paragraph 14.3, the vertical extent in metres of the design ice load VP on the chord of the shell at right angles to the water-line is to be taken as one eighth of L_{DL} .

13. Contrainte de la membrure

- 13.1 La membrure supportant le bordé est séparée en trois catégories, transverse, longitudinale et oblique. Les exigences pour chaque catégorie de membrure paraissent aux Articles 18, 19 et 20 respectivement.
- 13.2 L'orientation et l'échantillonnage d'une membrure doivent être déterminées au milieu de sa portée.
- 13.3 Une membrure transverse, est une membrure qui, lorsqu'elle est vue à partir d'un point perpendiculaire au bordé au milieu de sa portée, est en deçà de 20 degrés de la perpendiculaire d'un plan d'eau parallèle à la ligne de flottaison de glace.
- 13.4 Une membrure longitudinale est une membrure qui lorsqu'elle est vue d'un point perpendiculaire au bordé au milieu de sa portée, est en deçà de 20 degrés de la parallèle de la corde de la ligne de flottaison.
- 13.5 Une membrure oblique est n'importe quelle membrure qui n'est pas une membrure transverse ou longitudinale.

14. Forme de la charge pour les renforts

- 14.1 Sous réserve des dispositions de l'alinéa 14.3 la contrainte de longueur de la charge de glace L_{DL} le long de la corde de la ligne de flottaison est dérivé de la formule suivante:

où:

« Ω » est le déplacement en milliers de tonnes; et

« P » est la puissance sur l'arbre en mégawatts.

- 14.2 Sous réserve des dispositions de l'alinéa 14.3, la hauteur en mètres de la charge d'échantillonnage VP sur la corde de la coque perpendiculairement à la ligne de flottaison doit être de 1/8 de L_{DL} .

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

14.3 For the minimum framing design in accordance with sections 18.3 and 19.4 the design load length L_{DL} is taken as 6.0 metres and VP is taken as 0.75 metres

14.3 Pour que la contrainte des membrures soit en conformité avec les Articles 18.3 et 19.4, la longueur sous charge L_{DL} , doit être de 6.0 mètres et VP de 0.75 mètre.

Figure 7

Illustration of stiffener angles Ω

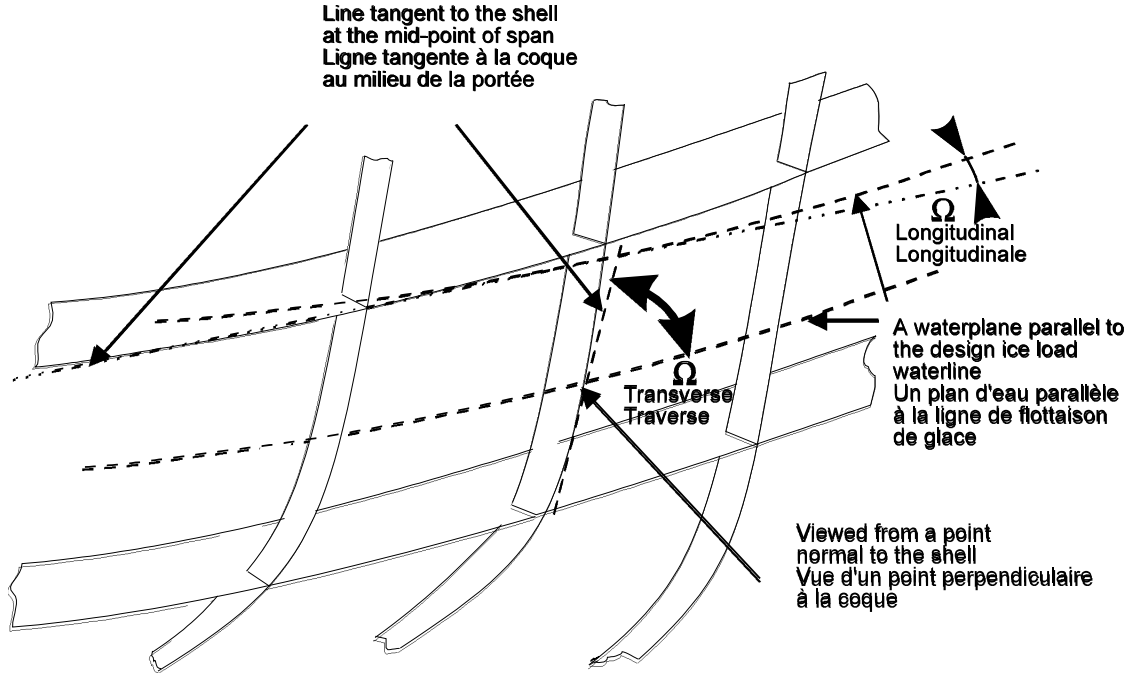


Schéma 7

Illustration des angles de renforts Ω

15. Stiffener design pressure

15. Contrainte de pression des renforts

15.1 The design pressure P_{AV} is obtained where $X < 0.2$ from

15.1 La contrainte de pression P_{AV} est obtenue où $X < 0.2$ de:

$$P_{AV} = \frac{1}{(X + 0.054)^{0.7}} + 4.285 \text{ MPa}$$

and, where $X \geq 0.2$ from

et, où $X \geq 0.2$ de:

$$P_{AV} = \frac{1}{(X + 0.3)^{1.6}} + 3.84 \text{ MPa}$$

where

où

X being D_{PH} or D_{PT} as is appropriate, and is the ratio of the portion under consideration of length S to the total length of the

X étant D_{PH} ou D_{PT} si approprié, et est le rapport de la portion de la longueur S sous considération à la longueur totale de l'empreinte de

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

ice print L_{DL} , as shown in Table 6, see sections 18.1 and 19.1 .

glace L_{DL} , tel que montré au Tableau 6, voir sections 18.1 et 19.1 .

16. Brackets

16.1 An effective bracket at the end of any framing member is a bracket with a thickness not less than the greater of

the thickness of the web; and

$$0.003 \times K \times \sqrt{f_y}$$

in the case of brackets not fitted with a flange; or

$$0.001 \times K \times \sqrt{f_y}$$

in the case of brackets fitted with a flange

where

“ K ” is the minimum throat dimension of the bracket in millimetres; and

“ f_y ” is the nominal yield stress of the steel in megapascals.

16.2 The total length of effective brackets on any framing member must not exceed 50 per cent of the moulded span.

16. Goussets

16.1 Un gousset efficace installé à l'extrémité d'une membrure est un gousset dont l'épaisseur est égale ou supérieure à la plus grande des valeurs suivantes:

l'épaisseur de l'âme; et

millimetres

dans le cas de goussets non munis de collets où

millimetres

dans le cas de goussets munis de collets

où

« K » est la dimension minimale de la base du gousset en millimètres; et

« f_y » est la limite d'élasticité nominale de l'acier en mégapascals.

16.2 La longueur totale des goussets efficaces sur n'importe quel élément de membrure ne doit pas excéder 50 % de la portée des membrures.

17. Span of members

The application of the following two sections is defined in those sections which permit reductions in span.

17.1 Where effective brackets are fitted at the ends of a framing member, the span of the member may be measured

- when the free edge of the bracket makes an angle of less than 45 degrees to a framing member, from the point where a line drawn from the top of the bracket intersects the top of the framing member at 45 degrees; and
- when the free edge of the bracket

17. Portée des membrures

Le mode d'application des deux sections suivantes est défini dans les sections qui permettent de réduire les portées.

17.1 Là où des goussets efficaces sont installés au bout d'une membrure, la portée de la membrure peut être mesurée comme suit:

- lorsque le bord libre du gousset fait un angle inférieur à 45 degrés avec une membrure, à partir du point où une ligne tirée du dessus du gousset coupe le dessus de la membrure à 45 degrés; et
- lorsque le bord libre du gousset fait un

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

makes an angle equal to or greater than 45 degrees to a framing member, from the toe of the bracket.

angle égal ou supérieur à 45 degrés avec une membrure, depuis la base du gousset.

17.2 Where effective brackets are fitted at the ends of a framing member, the span of the member may be reduced by two thirds of the shortest leg length of the bracket.

17.2 Lorsque des goussets efficaces sont installés aux bouts d'une membrure de charpente, la portée de flexion efficace de la membrure L_B peut être réduite des deux tiers de la longueur de la plus courte patte du gousset.

18. Transverse framing

18. Membrures transversales

18.1 The design parameter DPT for determining the design pressure P_{AV} from Table 6 for transverse main frames and web frames is obtained from the formula:-

18.1 La contrainte du paramètre DPT pour déterminer la contrainte de pression P_{AV} du Tableau 6 pour les membrures principales transverses et les membrures (porque) est calculé à partir de la formule:

$$DPT = \frac{S}{L_{DL}}$$

where

où

“ S ” is the greatest moulded spacing between adjacent frames in metres which is

« S » est la plus grande séparation en mètres entre des membrures adjacentes qui est:

- measured normal to the moulded lines of the frames on the chord of the moulded surface of the shell, and
- at the mid point on the span or, where there is curvature of the frame line, at the point where the frame line is parallel to the chord of the span; and

- mesurée normalement à la ligne hors bord de la ligne des membrures, sur la corde de la surface hors tout de la coque; et
- au milieu de la portée ou, lorsque la ligne de membrure est courbée, au point où la ligne de membrure est parallèle à la corde de la portée; et

“ L_{DL} ” is the appropriate horizontal length of the design ice load from section 14.

« L_{DL} » est la longueur horizontale appropriée de la contrainte de charge de glace selon l'article 14.

18.2 Subject to section 18.3, for transverse main frames and web frames the shear area must not be less than that obtained from the formula:-

18.2 Sous réserve des provisions de l'article 18.3 pour des membrures transversales principales et des porques, la surface de cisaillement ne doit pas être inférieure à celle obtenue à partir de la formule suivante:

$$A_s^T = \frac{CF \times AF \times P_{AV} \times R_1 \times VP \times S \times R_2 \times H}{f_y} \text{ centimetres}^2$$

and the plastic section modulus must not be less than that obtained from the formula:-

et le module de résistance plastique ne doit pas être moins que celui donné par la formule:

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

$$Z_p = \frac{CF \times AF \times P_{AV} \times S \times LB \times B \times R_2 \times 41670}{f_y} \text{ centimetres}^3$$

where

où:

“ A_s^T ” is the shear area defined in Section 21;

« A_s^T » est la surface de cisaillement définie à l'article 21;

“ CF ” is a factor for the Category from Table 5;

« CF » est le facteur approprié pour la Catégorie selon le Tableau 5;

“ AF ” is a factor for the area of the hull area in question obtained from Table 2;

« AF » est un facteur pour la surface de la zone de la coque en question, obtenu du Tableau 2;

“ P_{AV} ” is the design pressure obtained from Table 6;

« P_{AV} » est la contrainte de pression obtenue du Tableau 6;

“ R_1 ” is a factor obtained from Table 7 according to the ratio of VP to the span (LS) to be used determining shear area of the frame;

« R_1 » est un facteur extrait du Tableau 7 d'après le rapport de VP à la portée (LS) que l'on utilise pour déterminer la surface de cisaillement de la membrure;

“ VP ” is the vertical height of the design ice load from section 14.2;

« VP » est la hauteur verticale de la contrainte de charge de glace selon l'article 14.2;

“ S ” is the greatest spacing between adjacent frames in metres which is

« S » est l'espacement maximum en mètres entre des membrures adjacentes qui est:

- measured normal to the moulded lines of the frames on the chord of the moulded surface of the shell,
- at the mid point on the span but
- it is not to be taken as greater than L_{DL} ;

- mesurée perpendiculairement aux lignes de l'extérieur des membrures sur la corde de la surface hors-membrure de la coque;
- au milieu de la portée mais:
- inférieur ou égal à L_{DL} .

“ R_2 ” is a factor for load distribution based on load shape and is equal to 0.83;

« R_2 » est un facteur de répartition des charges, calculé à partir de la forme de la charge et égal à 0.83.

“ H ” equals

« H » est égal à:

- 15000 for tee and angle sections complying with sections 23.1, 23.2, 23.4, 23.6 and 23.7, and
- 17320 for all other sections;

- 15000 pour les profilés en T et les fers en L, conformément aux dispositions des Articles 23.1, 23.2, 23.4, 23.6 et 23.7; et:
- 17320 pour tous les autres profilés.

“ f_y ” is the nominal yield strength of the steel in megapascals;

« f_y » est la limite d'élasticité de l'acier en mégapascals;

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

“ Z_p ” is the plastic section modulus defined in Section 22;

« Z_p » est le module de section plastique défini à l'article 22;

“ L_{DL} ” is the length of the design ice load from section 14.1 in metres;

« L_{DL} » est la longueur horizontale de la charge d'échantillonnage dans les glaces déterminée en mètres selon l'article 14.1;

“ LS ” is the span in metres to be used in deriving the factor A from Table 7 and is, subject to section 17.1, the moulded span measured along the chord of the moulded line of the shell;

« LS » est la portée utilisée pour calculer le facteur A du Tableau 7 et représente, conformément aux dispositions de la section 17.1, la portée hors membrures, mesurée le long de la corde de la ligne de la coque;

“ LB ” is, subject to section 17.2, the moulded span in metres measured along the chord of the moulded line of the shell; and

« LB » est, conformément à la section 17.2, la portée en mètres mesurée le long de la corde de la ligne de la coque; et

“ B ” is a term for the relationship between VP and LB and

« B » est un terme décrivant le rapport entre VP et LB et:

when $VP \leq LB$, is equal to

lorsque $VP \leq LB$, est égal à:

$$VP \times \left(3 - \frac{VP}{LB} \right) \text{ metres,}$$

and when $VP > LB$, is equal to

et lorsque $VP > LB$, est égal à

$$LP \times \left(3 - \frac{LB}{VP} \right) \text{ metres.}$$

18.3 Notwithstanding section 18.2 the shear area of transverse main frames and web frames must not be less than that obtained from the formula:-

18.3 Nonobstant les dispositions de l'article 18.2 la surface de cisaillement des carlingues et des porques, ne doit pas être inférieure à celle obtenue d'après la formule suivante:

$$A_s^T = \frac{AF \times P_{AV} \times R_1 \times VP \times S \times R_2 \times H \times C}{f_y} \text{ centimetres}^2$$

and the plastic section modulus must not be less than that obtained from the formula:

et le modules de section plastique ne sera pas moindre que celui obtenu d'après la formule suivante:

$$Z_p = \frac{AF \times P_{AV} \times S \times LB \times B \times R_2 \times 41670 \times C}{f_y}$$

where

où:

“ As^T ” is the shear area defined in Section 21;

« As^T » est la surface de cisaillement définie à l'article 21;

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

“ AF ” is a factor for the area of the hull area in question obtained from Table 2;	« AF » est un facteur à appliquer à la surface de la zone de coque en question, extrait du Tableau 2;
“ P_{AV} ” is the design pressure obtained from Table 6;	« P_{AV} » est la contrainte de pression obtenue du Tableau 6;
“ R_I ” is a factor R obtained from Table 7 according to the ratio of VP to the span (LS) to be used determining shear area of the frame;	« R_I » est un facteur R extrait du Tableau 7 d'après le rapport: VP sur la portée(LS) utilisé pour déterminer la surface de cisaillement de la membrure;
“ VP ” is the vertical height of the design ice load from section 14;	« VP » est la hauteur verticale de la contrainte de charge de glace selon l'article 14;
“ S ” is the greatest spacing between adjacent frames in metres which is <ul style="list-style-type: none">• measured normal to the moulded lines of the frames on the chord of the moulded surface of the shell,• at the mid point on the span but• it is not to be taken as greater than L_{DL};	« S » est le plus grand écartement en mètres entre des membrures adjacentes qui est: <ul style="list-style-type: none">• mesuré perpendiculairement aux lignes hors membrures sur la corde de la surface du bordé;• au milieu sur la portée mais• ne doit pas être supérieur à L_{DL};
“ R_2 ” is a factor for load distribution based on load shape, and is equal to 0.83;	« R_2 » est un facteur pour la répartition des charges basé sur la forme de la charge, et est égal à 0.83;
“ H ” equals <ul style="list-style-type: none">• 15000 for tee and angle sections complying with sections 23.1, 23.2, 23.4, 23.6 and 23.7, and• 17320 for all other sections;	« H » est égal à: <ul style="list-style-type: none">• 15000 pour les profilés en T et les fers en L, conformément aux dispositions des paragraphes 23.1, 23.2, 23.4, 23.6 et 23.7, et;• 17230 pour toutes les autres sections;
“ f_y ” is the nominal yield strength of the steel in megapascals;	« f_y » est la limite nominale d'élasticité de l'acier en mégapascals;
“ Z_p ” is the plastic section modulus defined in Section 22;	« Z_p » est le modules de section plastique défini par l'article 22;
“ L_{DL} ” is the horizontal length of the design ice load from section 14.3;	« L_{DL} » est la contrainte de la longueur de la charge de glace selon l'article 14.3;
“ LS ” is the span to be used in deriving the factor R from Table 7 and is, subject to section 17.1, the moulded span measured along the chord of the moulded line of the shell;	« LS » est la portée utilisée pour dériver le facteur R du Tableau 7 et représente, conformément à l'article 17.1, la portée hors membrures mesurée le long de la corde de la ligne du bordé;
“ LB ” is, subject to section 17.2, the moulded span measured along the chord of the moulded line of the shell;	« LB » est, conformément aux dispositions de l'article 17.2, la portée hors membrures mesurée le long de la corde de la ligne

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

du bordé;

“B” is a term for the relationship between VP and LB equal when VP ≤ LB to

«B» représente le rapport entre VP et LB lorsque VP ≤ LB est égal à:

$$VP \times \left(3 - \frac{VP}{LB} \right) \text{ metres}$$

and, when VP > LB to

et, quand VP > LB égal à:

$$LB \times \left(3 - \frac{LB}{VP} \right) \text{ metres;}$$

and

et

“C” equals 1.0 for CAC1, CAC2 and CAC3 and 0.8 for CAC4.

«C» est égal à 1.0 pour CAC1, CAC2 et CAC3, et 0.8 pour CAC4.

Table 7

Tableau 7

Frame Factors

Facteurs des membrures

$\frac{VP}{LS}$	Factor Facteur R	$\frac{VP}{LS}$	Factor Facteur R	$\frac{VP}{LS}$	Factor Facteur R	$\frac{VP}{LS}$	Factor Facteur R
0.02	0.99	0.8	0.68	2.2	0.37	4.2	4.2
0.1	0.95	0.9	0.65	2.4	0.35	4.6	4.6
0.2	0.90	1.0	0.62	2.6	0.33	5.0	5.0
0.3	0.86	1.2	0.56	2.8	0.31	6.0	6.0
0.4	0.82	1.4	0.52	3.0	0.29	7.0	7.0
0.5	0.78	1.6	0.47	3.2	0.27	8.0	8.0
0.6	0.74	1.8	0.44	3.6	0.25	9.0	9.0
0.7	0.71	2.0	0.40	4.0	0.23	10.0	10.0

19. Longitudinal framing

19. Membrures longitudinales

19.1 The design parameter (DPH) for determining the design pressure from Table 6 of longitudinal frames, stringers and bottom girders is obtained for shear area from the formulae:-

19.1 Le paramètre de contrainte (DPH) permettant de déterminer la contrainte de pression à partir du Tableau 6, des membrures longitudinales, des serres et des carlingues de fond, est obtenu pour la zone de cisaillement d'après les formules suivantes:

$$DPH = \frac{LS}{L_{DL}}$$

and for plastic modulus from

et pour le module plastique

$$DPH = \frac{LB}{L_{DL}}$$

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

where

“*LS*” is, subject to section 17.1, the moulded span, in metres, measured along the chord of the moulded line of the shell;

“*LB*” is, subject to section 17.2, the moulded span, in metres, measured along the chord of the moulded line of the shell; and

“*L_{DL}*” is the appropriate horizontal length of the design ice load, in metres, from section 14.

où:

«*LS*» est, sujet à l'article 17.1, la portée hors membrures, en mètres, mesurée le long de la corde de la ligne du bordé;

«*LB*» est, conformément aux dispositions de l'article 17.2, la portée hors membrures en mètres, mesurée le long de la corde de la ligne du bordé; et

«*L_{DL}*» est la contrainte de longueur horizontale appropriée en mètres, de la charge pour la glace, extrait de l'article 14.

19.2 Subject to paragraph .4 for longitudinal frames, stringers and bottom girders the shear area must not be less than that obtained from the formula:

$$A_s^L = \frac{CF \times AF \times P_{AV} \times E \times J \times Q \times LS \times S \times F}{f_y} \text{ centimetres}^2$$

and the plastic section modulus must not be less than that obtained from the formula:

$$Z_p^L = \frac{CF \times AF \times 62500 \times P_{AV} \times E \times Q \times S \times LB^2 \times G}{f_y} \text{ centimetres}^3$$

19.2 Conformément aux dispositions du paragraphe .4 pour les membrures longitudinales, les serres et les carlingues de fond, la surface de cisaillement ne doit pas être inférieure à celle obtenue d'après la formule suivante:

et la section de module plastique ne sera pas moindre que celle obtenue par la formule suivante:

where

“*A_s^L*” is the shear area defined in Section 21;

“*Z_p^L*” is the plastic section modulus defined in Section 22;

“*CF*” is a factor for the Arctic Class from Table 3;

“*AF*” is a factor for the area of the hull area in question obtained from Table 2;

“*J*” equals

15000 for tee and angle sections complying with sections 23.1, 23.2, 23.4, 23.6 and 23.7, and

17320 for all other sections;

où:

«*A_s^L*» est la surface de cisaillement définie à l'article 21;

«*Z_p^L*» est le module de section plastique définie à l'article 22;

«*CF*» est un facteur pour la classe Arctique du Tableau 3;

«*AF*» est un facteur propre à la surface de la coque en question extrait du Tableau 2.

«*J*» est égal,

à 15000 pour les profilés en T et les fers en L conformément aux dispositions des sections 23.1, 23.2, 23.4, 23.6, et 23.7, et;

17230 pour toutes les autres sections;

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

“*Q*” is a load sharing factor which, where

«*Q*» est un facteur de partage de charge où:

$$\frac{VP}{S} < 4.5,$$

is equal to the greater of 0.7, and

est égal au plus grand de 0.7 et:

$$0.64 + 0.058 \times \frac{VP}{S}$$

or, where

où

$$\frac{VP}{S} \geq 4.5$$

is equal to the lesser of 1.0, and

est égal au moindre de 1.0; et

$$0.855 + 0.01 \times \frac{VP}{S}$$

where

ou

“*P_{AV}*” is the design pressure obtained from section 10;

«*P_{AV}*» est la contrainte de pression tirée de l'article 10;

“*E*” is a vertical load distribution factor for the relationship between *VP* and *S* and equals if *VP* > *S*

«*E*» est un facteur de distribution de charge applicable au rapport entre *VP* et *S* et est égal si *VP* > *S* à:

$$\frac{2 - S}{VP}$$

and when *VP* < *S*

et quand *VP* < *S*

$$\frac{VP}{S}$$

“*VP*” is the vertical height of the design ice load from section 14.2;

«*VP*» est la contrainte de hauteur verticale de la charge de glace, tirée de l'article 14.2;

“*LS*” is, subject to section 17.1, the moulded span, in metres, measured along the chord of the moulded line of the shell;

«*LS*» est, conformément aux dispositions de l'article 17.1, la portée hors membrures en mètres, mesurée le long de la corde hors membrures du bordé;

“*S*” is the greatest moulded spacing in metres between adjacent frames measured at the mid point on the span normal to the moulded lines of the frames on the chord of the moulded surface of the shell;

«*S*» est le plus grand écartement en mètres entre des membrures adjacentes, mesuré au milieu de la portée, normalement aux lignes hors membrures du bordé, sur la corde de la surface hors membrures de la coque;

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

“*F*” is a longitudinal load distribution factor for the relationship between L_{DL} and LS equal

when $L_{DL} \geq LS$, to 0.55,

and when $L_{DL} < LS$, to

«*F*» est un facteur de distribution longitudinale de la charge pour le rapport entre L_{DL} et LS égal à

lorsque $L_{DL} \geq LS$, à 0.55,

et lorsque $L_{DL} < LS$, à:

$$\frac{L_{DL}}{LS} - \left(\frac{L_{DL}^2}{2.22 \times LS^2} \right)$$

“ L_{DL} ” is the horizontal length of the design ice load from section 14.1;

“ f_y ” is the nominal yield strength of the steel in megapascals;

“ LB ” is, subject to section 17.2, the moulded span, in metres, measured along the chord of the moulded line of the shell; and

“ G ” the longitudinal load distribution factor for the relationship between “ L_{DL} ” and “ LB ” equals

when $L_{DL} > LB$, to 1.1, and

when $L_{DL} \leq LB$, to

« L_{DL} » est la longueur horizontale de la contrainte de charge de glace selon l'article 14.1;

« f_y » est la limite d'élasticité de l'acier en mégapascal;

« LB » est, conformément aux dispositions de l'article 17.2, la portée hors membrures en mètres, mesuré le long de la corde de la surface hors membrures du bordé; et

« G » le facteur de distribution longitudinale de la charge pour le rapport entre « L_{DL} » et « LB » égal à:

lorsque $L_{DL} > LB$, à 1.1, et:

lorsque $L_{DL} \leq LB$, à

$$2 \times \left(\frac{L_{DL}}{LB} - \frac{L_{DL}^2}{2.22 \times LB^2} \right)$$

19.3 Notwithstanding paragraph 19.2 for longitudinal frames and stringers; the shear area must not be less than that obtained from the formula:

19.3 Nonobstant les dispositions du paragraphe 19.2 pour les membrures longitudinales et les serres, la surface de cisaillement ne doit pas être inférieure à celle obtenue d'après la formule suivante:

$$A_s^L = \frac{AF \times P_{AV} \times E \times J \times Q \times LS \times S \times F \times C}{f_y} \text{ centimetres}^2$$

and, the plastic section modulus must not be less than that obtained from the formula:-

et le module de section plastique ne doit pas être inférieur à celui obtenu d'après la formule suivante:

$$Z_p^L = \frac{AF \times 62500 \times P_{AV} \times E \times Q \times S \times LB^2 \times G \times C}{f_y} \text{ centimetres}^3$$

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

where

“ A_s^L ” is the shear area defined in Section 21;

“ Z_p^L ” is the plastic section modulus defined in Section 22;

“ AF ” is a factor for the area of the hull area in question obtained from Table 2;

“ J ” equals

- 15000 for tee and angle sections complying with sections 23.1, 23.2, 23.4, 23.6 and 23.7, and
- 17320 for all other sections;

“ Q ” is a load sharing factor equal to

where,

$$\frac{VP}{S} < 4.5$$

the greater of 0.7, and

$$0.64 + 0.058 \times \frac{VP}{S}$$

or where,

$$\frac{VP}{S} \geq 4.5$$

the lesser of 1.0, and

$$0.855 + 0.01 \times \frac{VP}{S}$$

“ P_{AV} ” is the design pressure obtained from Table 6;

“ E ” is a vertical load distribution factor for the relationship between VP and S equal to

où:

« A_s^L » est la zone de cisaillement définie à l'article 21;

« Z_p^L » est le module de section plastique défini dans l'article 22;

« AF » est un facteur pour l'aire de la surface de la coque en question obtenue à partir du Tableau 2;

« J » est égal à:

- 15000 pour les varangues en T et en L, conformément aux sections 23.1, 23.2, 23.4, 23.6, et 23.7; et
- 17320 pour toutes les autres sections;

« Q » est un facteur de répartition de charge égal à:

où

les plus grand de 0.7 et:

ou lorsque:

le moindre de 1.0 et de

« P_{AV} » est la contrainte de pression extraite du Tableau 6;

« E » est le facteur de distribution de charge verticale pour le rapport entre VP et S et égal à:

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

$$\frac{2 - S}{VP}$$

if $VP \geq S$, and

si $VP \geq S$ et;

$$\frac{VP}{S}$$

when $VP < S$;

lorsque $VP < S$;

“VP” is the vertical height of the design ice load from section 14.3;

«VP» est la hauteur verticale de la contrainte de charge de glace, tiré de l'article 14.3;

“LS” is, subject to section 17.2, the moulded span, in metres, measured along the chord of the moulded line of the shell;

«LS» est, conformément aux dispositions de l'article 17.2, la portée hors tout en mètres, mesuré le long de la corde de la ligne hors membrures du bordé;

“S” is the greatest moulded spacing in metres between adjacent frames measured at the mid point on the span normal to the moulded lines of the frames on the chord of the moulded surface of the shell;

«S» est le plus grand écartement en mètres entre les membrures adjacentes mesuré au milieu de la portée, normalement aux lignes hors tout des membrures, sur la corde de la ligne hors membrures du bordé;

“F” is a longitudinal load distribution factor for the relationship between “LDL” and “LS” equal to 0.55 when $L_{DL} \geq LS$, and when $L_{DL} < LS$ to

«F» est un facteur de distribution de charge longitudinal, pour établir le rapport entre « LDL » et « LS » égal à 0.55 lorsque $L_{DL} \geq LS$, et lorsque $L_{DL} < LS$ est égal à:

$$\frac{L_{DL}}{LS} - \frac{L_{DL}^2}{2.22 \times LS^2}$$

“LDL” is the horizontal length of the design ice load from section 14.3;

«LDL» est la longueur horizontale de la contrainte de charge figurant à l'article 14.3;

“C” equals 1.0 for CAC1, CAC2 and CAC3 and 0.8 for CAC4;

«C» est égal à 1.0 pour CAC1, CAC2 et CAC3 et à 0.8 pour CAC4;

“fy” is the nominal yield strength of the steel in megapascals;

«fy» est la limite d'élasticité nominale de l'acier en mégapascals;

“LB” is, subject to section 16.3, the span of the measured along the chord of the moulded line of the shell; and

«LB» est, conformément aux dispositions de l'article 16.3, la portée hors membrures en mètres, mesurée le long de la corde de la ligne de tracé du bordé; et

“G” is a longitudinal load distribution factor for the relationship between “LDL” and “LB” equal to 1.1 when $L_{DL} > LB$, and when $L_{DL} \leq LB$ to

«G» est un facteur de répartition de charge pour établir le rapport entre « LDL » et « LB » qui doit être égal à 1.1 lorsque $L_{DL} > LB$, et lorsque $L_{DL} \leq LB$ à:

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

$$2 \times \left(\frac{L_{DL}}{LB} - \frac{L_{DL}^2}{2.22 \times LB^2} \right)$$

19.4 In the bottom area as defined in section 6, the shear area and plastic bending modulus of longitudinal frames need not exceed that calculated for transverse frames in section 18.

19.4 Dans la zone du fond telle que définie à l'article 6, la zone de cisaillement et le module de flexion plastique des membrures longitudinales n'ont pas besoin de dépasser ceux calculés pour les membrures transversales à l'article 18.

20. Oblique framing

20. Membrures oblique

20.1 Where framing members are at an angle from 20 to 70 degrees to L_{DL} or VP , the minimum shear area must not be less than that obtained from the formula:-

20.1 Lorsque les membrures de charpente forment un angle de 20 à 70 degrés avec L_{DL} ou VP , la zone de cisaillement minimum ne devra pas être inférieure à celle obtenue par la formule suivante:

$$A_s = A_s^t \times \sin^2 \Omega + A_s^l \times \cos^2 \Omega \text{ centimetres}^2$$

and, the minimum plastic bending modulus must not be less than that obtained from the formula:-

et le module de flexion plastique minimum ne devra pas être moindre que celui résultant de la formule suivante:

$$Z_p = Z_p^t \times \sin^2 \Omega + Z_p^l \times \cos^2 \Omega \text{ centimetres}^3$$

where

où:

“ A_s ” is the shear area in accordance with section 21;

« A » est la zone de cisaillement selon l'article 21;

“ Ω ” is the acute angle between the chord of the moulded line of the frame and the chord of the water-line;

« Ω » est l'angle aigu entre la corde de la ligne hors tout de la charpente et la corde de la ligne de flottaison;

“ A_s^t ” is the shear area obtained for an equivalent transverse frame determined in accordance with section 18;

« A_s^t » est la zone de cisaillement obtenue pour une membrure transversale équivalente déterminée en conformité avec l'article 18;

“ A_s^l ” is the shear area obtained for an equivalent longitudinal frame determined according to section 19;

« A_s^l » est la zone de cisaillement obtenue pour une charpente longitudinale équivalente déterminée en conformité de l'article 19;

“ Z_p ” is the required plastic section modulus;

« Z_p » est le module de section plastique requis;

“ Z_p^t ” is the plastic section modulus for the equivalent transverse frame determined in accordance with section 18; and

« Z_p^t » est le module de section plastique pour la charpente transverse équivalente déterminé en conformité avec l'article 18;

“ Z_p^l ” is the plastic section modulus for the

« Z_p^l » est le module de section plastique pour

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

equivalent longitudinal frame determined according to section 19.

la charpente longitudinale équivalente déterminé conformément à l'article 19.

21. Shear area

21.1 The shear area of frames, stringers, web frames and girders is composed of the cross sectional area in the web only.

21. Zone de cisaillement

21.1 La zone de cisaillement des membrures, des serres, des porques et des carlingues comprend l'aire de la surface transverse de l'âme exclusivement.

22. Plastic section modulus

22.1 The plastic section modulus of a section is obtained, for all angle and tee sections from the formula:-

$$Z_p = k \times \left[A_f \times (h_w + 0.5 \times (t_f + t_p)) + A_w \times 0.5 \times (h_w + t_p) \right] \text{centimetres}^3$$

for offset bulb plate sections from the formula :-

$$Z_p = k \times \left[A_t \times \left(CX + \frac{t_p}{2} \right) \right] \text{centimetres}^3$$

and, for flat bar sections from the formula:-

$$Z_p = A_w \times 0.5 \times (h_w + t_p) \times k \text{ centimetres}^3$$

where:

“ A_f ” is the sectional area of the flange in square centimetres;

“ A_w ” is the sectional area of the web in square centimetres;

“ A_t ” is the total sectional area of the stiffener in square centimetres;

“ CX ” is the distance from the attached plating to the centre of gravity of the stiffener;

“ Z_p ” is the plastic section modulus in cubic centimetres;

“ h_w ” is the height of the web in centimetres;

22. Module de section plastique

22.1 Le module de section plastique d'une varangue est obtenu, pour toutes les varangues en L et en T, par la formule suivante:

et pour les plaques de varangues désaxées en bulbe par la formule suivante:

et pour les sections de barres par la formule suivante:

où:

« A_f » est l'aire de profil du collet en centimètres carrés;

« A_w » est l'aire de profil de l'âme en centimètres carrés;

« A_t » est l'aire total de profil du renfort en centimètres²

« CX » est la distance de la plaque qui y est attachée, au centre de gravité du renfort;

« Z_p » est le module de section plastique en centimètres cubes;

« h_w » est la hauteur de l'âme en centimètres;

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

“k” equals

- 1.0 when ϕ is equal to or greater than 75 degrees, and
- $\sin \phi$ when ϕ is less than 75 degrees; where

“ ϕ ” is the acute angle at the mid point of the chord of the span between the web and the moulded shell;

“ t_f ” is the thickness of the flange in centimetres;

“ t_p ” is the thickness of the shell plate in way in centimetres.

22.2 A tangent plane is the plane at the mid point of the moulded span at the shell that is parallel to the plane defined by the chord of the span and the chord of the two frame spaces in way.

23. Local buckling of framing

23.1 Except in the case of offset bulb plate stiffeners which are manufactured in a similar proportion to those shown in the International Standards Organisation standard ISO 657/19-1980, for the purposes of this section a flange must have a width not less than five times the thickness of the web.

23.2 Subject to paragraphs 23.7 and 23.8 where any framing member is fitted with a flange, and is not fitted with stiffeners designed to prevent local buckling, it must satisfy the following criteria;

$$\frac{h_w}{t_w} \leq \frac{1000}{\sqrt{f_y}}$$

where

“ h_w ” is the height of the web in centimetres;

“ t_w ” is the thickness of the web in centimetres; and

“ f_y ” is the nominal yield stress of the steel in

«k» est égal à:

- 1.0 lorsque ϕ est égal ou supérieur à 75 degrés, et;
- $\sin \phi$ quand ϕ est moins que 75 degrés; où

« ϕ » est l'angle aigu au milieu de la corde de la portée entre l'âme et le bordé hors tout;

« t_f » est l'épaisseur du collet en centimètres;

« t_p » est l'épaisseur de la plaque de bordé en centimètres.

22.2 Un plan tangent est un plan au milieu de la portée hors tout au bordé, qui est parallèle au plan limité par la corde de la portée et la corde des deux espaces de charpente qui la limitent.

23. Gauchissement local de la charpente

23.1 À l'exception des renforts de plaque en bulbe désaxés qui sont fabriqués dans des proportions similaires à celles contenue dans la norme de l'Organisation internationale de normalisation, ISO 657/19-1980, pour l'application de cet Article un collet aura une largeur qui ne sera pas inférieure à cinq fois l'épaisseur de l'âme.

23.2 Sous réserve des alinéas 23.7 et 23.8, lorsqu'une membrure de charpente est munie d'un collet, et n'est pas munie de renforts spécifiques pour prévenir le gauchissement localisé, elle devra se conformer aux critères suivants:

où:

« h_w » est la hauteur de l'âme en centimètres;

« t_w » est l'épaisseur de l'âme en centimètres; et

« f_y » est la limite d'élasticité nominale de

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

megapascals.

l'acier en mégapascals.

23.3 Subject to paragraphs 23.7 and 23.8 where any framing member is not fitted with a flange, and not fitted with stiffeners designed to prevent local buckling it must satisfy the following criteria;

23.3 Sous réserve des alinéas 23.7 et 23.8, lorsqu'une membrure de charpente n'est pas munie d'un collet, et n'est pas munie de renforts spécifique pour prévenir le gauchissement local, elle devra se conformer aux critères suivants:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq \frac{282}{\sqrt{f_y}}$$

where

où:

“ h_w ” is the height of the web in centimetres;

« h_w » est la hauteur de l'âme en centimètres;

“ t_w ” is the thickness of the web in centimetres; and

« t_w » est l'épaisseur de l'âme en centimètres; et

“ f_y ” is the nominal yield stress of the steel in megapascals.

« f_y » est la limite d'élasticité nominale de l'acier en mégapascals.

23.4 Subject to paragraph 23.7 any framing member fitted with a flange and that is not an offset bulb bar must satisfy the following criteria;

23.4 Sous réserve des dispositions du alinéa 23.7 toute membrure de charpente munie d'un collet et qui n'est pas une barre de bulbe désaxée devra répondre aux critères suivants:

$$\frac{FOS}{t_f} \leq \frac{155}{\sqrt{f_y}}$$

where

où:

“ FOS ” is the outstand of the flange from the web in centimetres;

« FOS » est la distance dont le collet s'étend hors de l'âme en centimètres;

“ t_f ” is the thickness of the flange in centimetres; and

« t_f » est l'épaisseur du collet en centimètres, et

“ f_y ” is the nominal yield stress of the steel in megapascals.

« f_y » est la limite d'élasticité de l'acier en mégapascals.

23.5 Subject to paragraph 23.7, framing members consisting of offset bulb bars must satisfy the following criteria for web slenderness ratio;

23.5 Sous réserve des dispositions du alinéa 23.7, les membrures de charpente composées de barres de bulbes désaxées devront répondre aux critères suivants pour la minceur de l'âme;

$$\frac{h_w}{t_w} \leq \frac{805}{\sqrt{f_y}}$$

where

où:

“ h_w ” is the height of the stiffener in centimetres;

« h_w » est la hauteur du renfort en centimètres;

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

“ t_w ” is the thickness of the web in centimetres; and

“ f_y ” is the nominal yield stress of the steel in megapascals.

« t_w » est l'épaisseur de l'âme en centimètres; et

« f_y » est la limite d'élasticité de l'acier en mégapascals.

23.6 Subject to paragraph 23.7, on framing members that do not comply with paragraphs 23.2, 23.3, 22.4 and 23.5, as appropriate, additional stiffening must be fitted with spacing and scantlings designed to prevent elastic buckling.

23.6 Sous réserve des dispositions de l'alinéa 23.7, les membrures de charpentes, qui ne se conforment pas aux alinéas 23.2, 23.3, 23.4, et 23.5 selon le cas, devront être munis de renforts additionnels de dimensions et d'écartement suffisants pour empêcher le gauchissement élastique.

23.7 Framing members that do not comply with paragraphs 23.2, 23.3, 23.4, 23.5 and 23.6, as appropriate, must be checked for elastic buckling by detailed calculation using a pressure of 110 per cent of P_{AV} where P_{AV} is the appropriate design pressure according to section 18 or 19.

23.7 Les membrures de charpentes non conformes aux dispositions des alinéas 23.2, 23.3, 23.4, 23.5, et 23.6 selon le cas, devront être vérifiées contre le gauchissement élastique à l'aide de calculs détaillés, en se servant d'une pression de 110 pour cent de PAV alors que PAV est la contrainte appropriée, selon l'article 18 ou 19.

23.8 Notwithstanding paragraphs 23.2, 23.3, 23.5, 23.6 and 23.7 the webs of all framing members forming the second and third levels of support of the shell plating must be fitted with stiffeners to distribute the loads transmitted at the points of intersection with the members forming the first or second levels of support respectively.

23.8 Par dérogation aux dispositions des alinéas 23.2, 23.3, 23.4, 23.6 et 23.7 les âmes de toutes les membrures de charpente qui forment le second et le troisième niveau de support du bordé de la coque, devront être munis de renforts pour répartir les charges transmises aux intersections avec les membrures qui forment le premier ou le second niveau de support respectivement.

24. Tripping of framing

24. Gauchissement de la charpente

24.1 Framing members consisting of tee sections must satisfy one of the following criteria;

24.1 Les membrures de charpente composées de profilés en T doivent se conformer à l'un des critères suivants:

$$\frac{LU \times V}{WF} \leq \frac{395 \times N}{\left[1 - \left(\frac{155 \times N \times Tw}{Hw \times V} \right)^2 \right]^{0.75}}$$

$$\frac{Hw}{Tw} \leq \frac{155 \times N}{V}$$

or

où:

$$\frac{LU}{WF} \leq \frac{395 \times N}{V}$$

24.2 Framing members consisting of angle sections

24.2 Les membrures de charpente composées de

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

must satisfy the criterion;

profilés en L doivent se conformer au critère suivant:

$$\frac{LU}{WF} \leq \frac{300 \times N}{V}$$

24.3 Framing members consisting of flat bar sections must satisfy one of the following criteria;

24.3 Les membrures de charpente composés de sections de barres, devront répondre à l'un des critères suivants:

$$\frac{LU \times V}{T_w} \leq \frac{710 \times N}{\sqrt{1 - \left(\frac{168 \times N \times T_w}{H_w \times V} \right)^2}}$$

$$\frac{H_w}{T_w} \leq \frac{168 \times N}{V}$$

or

ou

$$\frac{LU}{T_w} \leq \frac{710 \times N}{V}$$

24.4 Framing members consisting of offset bulb bars must comply with the following flange slenderness ratio :-

24.4 Les membrures de charpente composées de varangues désaxées de barres de bulbe devront répondre aux critères de minceur de collet suivants:

$$\frac{LU}{B} \leq \frac{719}{V}$$

24.5 where:

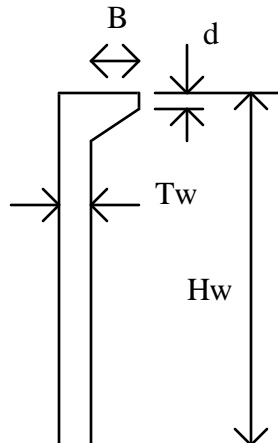
24.5 où:

“ Z_p^{AF} ” is the as fitted modulus calculated in accordance with section 22;

« Z_p^{AF} » est le module tel qu’installé, calculé selon l’article 22;

“ B ” is the width of the bulb outstand in centimetres (see figure);

« B » est la largeur de l'excroissance du bulbe en centimètres (Voir le Schéma);



Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

“ Z_p ” is the required frame section modulus in accordance with sections 18 or 19 and 20;

« Z_p » est le module de résistance des membrures exigé conformément avec les Articles 18, 19 ou 20;

“ f_y ” is the nominal yield stress;

« f_y » est la limite d'élasticité nominale;

“ H_w ” is the height of the web in centimetres;

« H_w » est la hauteur de l'âme en centimètres.

“ LU ” is the unbraced span in centimetres between tripping brackets or runners, or the span (LB) where no tripping brackets or runners are fitted;

« LU » est la portée non supportée en centimètres entre les goussets antiflambements, ou la portée où des goussets antiflambements ne sont pas installés;

“ N ” equals one when ∂ is equal to or greater than 85 degrees and $(1-\cos\partial)$ when ∂ is less than 85 degrees; where

« N » est égal à 1 lorsque ∂ est égal ou supérieur à 85 degrés et $(1-\cos\partial)$ lorsque ∂ est inférieur à 85 degrés, alors que:

“ ∂ ” is the acute angle at the mid point of the span between:

« ∂ » est l'angle aigu au milieu de la portée entre:

- a line joining the mid point of the root of the web and the centroid of the section, and
- the tangent plane at the root of the web.

- une ligne joignant le milieu de la racine de l'âme et la centroïde des sections, et:
- le plan tangent à la racine de l'âme.

“ V ” equals

« V » est égal à

$$\sqrt{\frac{f_y \times Z_p}{Z_p^{AF}}}$$

“ WF ” is the width of the flange in centimetres;

« WF » est la largeur du collet en centimètres;

“ T_w ” is the thickness of the web in centimetres;

« T_w » est l'épaisseur de l'âme en centimètres.

24.6 The tangent plane is the plane at the mid point of the moulded span at the shell that is parallel to the plane defined by the chord of the span and the chord of the two frame spaces in way.

24.6 Un plan tangent est un plan au milieu de la portée hors tout au bordé, qui est parallèle au plan limité par la corde de la portée et la corde des deux espaces de charpente qui la limitent.

24.7 The thickness of the web of any section must not exceed the thickness of the contiguous shell plating, and not be less than

24.7 L'épaisseur de l'âme de tous les profilés ne devra pas excéder l'épaisseur du bordé qui lui est contigu, et n'être pas moins que:

$$0.35 \times t \times \sqrt{\frac{f_y}{235}}$$

where

où:

“ t ” is the thickness of the shell plate; and

« t » est l'épaisseur du bordé et;

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

“ f_y ” is the nominal yield stress of the contiguous shell plating.

« f_y » est la limite d'élasticité nominale du bordé contigu.

25. Hull girder strength

25. Résistance de la poutre navire

25.1 The design bending moment Bm_{ice} for the hull girder of a ship is obtained from the formula:-

25.1 La contrainte du moment de flexion Bm_{ice} de la poutre navire, d'un navire doit être calculé d'après la formule suivante:

$$BM_{ice} = CF \times BM_{ram} + BM_{asw} \text{ meganewton metres}$$

where

ou

“ BM_{ram} ” is the ice ramming bending moment obtained from section 25.2; and

« BM_{ram} » est le moment de flexion au cours de l'opération de bris de glace obtenu de l'article 25.2 et;

“ BM_{asw} ” is the maximum Arctic operating still water bending moment in meganewton metres for the sagging condition;

« Bm_{asw} » est la valeur maximum du moment de flexion en méganewtons-mètres lorsque le navire est en position de contre-arc en eaux calmes arctiques;

“ CF ” is the factor for the Category from Table 5.

“ CF ” est le facteur approprié pour la Catégorie selon le Tableau 5.

25.2 The ice ramming bending moment (BM_{ram}) is obtained from the formula :

25.2 Le moment de flexion au cours l'opération de bris de glace (BM_{ram}) est dérivé de la formule suivante:

$$BM_{ram} = 1.52 \times L \times (\Delta^{0.55} + \Delta^{0.33} + P^{0.33}) \text{ meganewton metres}$$

where

où:

“ L ” is the distance, in metres, on the summer load water-line from the forward side of the stem to the after side of the rudder post, or to the centre of the rudder stock if there is no rudder post. L is to be not less than 96 per cent, and need not be greater than 97 per cent, of the extreme length on the summer load water-line. In ships with unusual stem of stern arrangements the length L will be specially considered.

« L » est le distance en mètres, mesurée sur la ligne d'été à partir du côté avant de l'étrave jusqu'à l'arrière de l'étambot ou au centre du safran lorsqu'il n'y a pas d'étambot. L ne doit pas être moins de 96 % et peut ne pas être supérieur à 97 %, de la longueur extrême sur la ligne d'été. Pour les navires munis d'une poupe inhabituelle, la longueur L sera étudiée particulièrement.

“ Δ ” is the displacement in thousands of tonnes, and

« Δ » est le déplacement en millier de tonnes, et;

“ P ” is the shaft power in megawatts.

« P » est la puissance sur l'arbre en mégawatts.

25.3 The section modulus of the hull girder of a CAC1 ship must not be less than that obtained

25.3 Le module de résistance de la poutre navire d'un navire de CAC1 ne doit pas être inférieur à celui obtenu d'après les formules suivantes:

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

- for the deck, from the formula :-
- pour le pont:

$$Z_{deck} = \frac{BM_{ice}}{0.75 \times f_y} \text{ metres}^3$$

- for the bottom, from the formula :-
- pour le fond:

$$Z_{btm} = \frac{BM_{ice}}{180 \times f} \text{ metres}^3$$

where

où:

“ f_y ” is the nominal yield strength in megapascals of the steel which is distributed in the upper part of the hull girder in accordance with Recognized Standards; and

« f_y » est la limite d'élasticité nominale de l'acier en mégapascals, sur la partie supérieure de la poutre navire conformément à des normes reconnues; et

“ f ” is the material factor, where the material factor is obtained from the relationship:

« f » est le facteur de matériau déterminé selon des normes reconnues pour l'acier dans les parties inférieures de la poutre navire:

$$f = \frac{\text{nominal strength of higher tensile steel}}{\text{nominal strength of regular strength steel}}$$

$$f = \frac{\text{limite d' elasticite nominale de l' acier a haute limite d' elasticite}}{\text{limite d' elasticite nominale de l' acier a limite reguliere d' elasticite}}$$

25.4 The section modulus obtained according to paragraph 25.3 must extend from at least $0.1 \times L$ aft of amidships to at least $0.3 \times L$ forward of amidships.

25.4 Le module de section résultant du alinéa 25.3 devra se prolonger depuis au moins $0.1 \times L$ à l'arrière du milieu du navire, jusqu'à au moins $0.3 \times L$ à l'avant du milieu du navire.

25.5 The structure above the neutral axis must be designed against buckling according to Recognized Standards.

25.5 La structure située au-dessus de l'axe neutre devra être conçue de façon à éviter le gauchissement, d'après des normes reconnues.

26. Ice-skegs

26. Butoirs de brion

26.1 Ice-skegs must be fitted on

26.1 Des butoirs de brion doivent être installés sur:

- all CAC1 ships,
- CAC2 ships of 50,000 tonnes displacement or less,
- CAC3 ships of 20,000 tonnes displacement or less, and
- CAC4 ships of 2,000 tonnes displacement or less.

- tous les navires de classe CAC1;
- les navires de classe CAC2 de 50,000 tonnes de déplacement ou moins;
- les navires de classe CAC3 de 20,000 tonnes de déplacement ou moins; et
- les navires de classe CAC4 de 2,000 tonnes de déplacement ou moins.

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

26.2 The horizontal load to be used in the delineation of an iceskeg is obtained from the formula:-

26.2 La charge horizontale à utiliser dans le plan d'un butoir de brion s'obtient par la formule suivante:

$$HL = CF \times F_{\max}$$

where

où:

“ F_{\max} ” is the maximum force developed when ramming, and is obtained from the following relationship:-

« F_{\max} » est la force maximale développée au cours de l'éperonnage, obtenue par la formule suivante

$$F_{\max} = 4.4 \times \Delta^{0.7} \times \left(1 + \sqrt[3]{\frac{P}{\Delta^{\frac{2}{3}}}} \right)$$

“ HL ” is the horizontal load in megapascals;

« HL » est la charge horizontale en mégapascals;

“ Δ ” is the displacement in thousands of tonnes;

« Δ » est le déplacement en milliers de tonnes;

“ P ” is the shaft power in megawatts; and

« P » est la puissance sur l'arbre en mégawatts; et

“ CF ” is the Factor from Table 5.

« CF » est le facteur extrait du Tableau 5.

26.3 The stopping force (SF) at any section of an iceskeg is obtained from the formula

26.3 La force de ralentissement (SF) de toute section d'un butoir de brion doit être calculé d'après la formule suivante:

$$SF = AF \times P_{AV} \times AS \text{ meganewtons}$$

where

où:

“ AF ” is the area factor from Table 2;

« AF » est le facteur de surface extrait du Tableau 2;

“ P_{AV} ” is derived from Table 5 using the maximum width of the iceskeg at the section in question;

« P_{AV} » est dérivé du Tableau 5 en se servant de la largeur maximale du butoir de brion à la section en question;

“ AS ” is the sectional area of the iceskeg at the section in question but the depth down from the top need not exceed $2 \times VP$; and

« AS » est la surface de la section transversale à l'endroit en question, mais la profondeur à partir du dessus n'a pas besoin d'excéder $2 \times VP$ et;

“ VP ” is determined according to section 14.2.

« VP » est déterminé selon l'article 14.2.

26.4 The design parameter (DPH) for determining the pressure from Table 8 for the stopping force (SF) at any section of an iceskeg is obtained from the formula:-

26.4 Le paramètre de conception (DPH) pour déterminer la pression à partir du Tableau 9 pour la force de ralentissement (SF) à toute section d'un butoir de brion est tiré de la formule suivante:

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

$$DPH = \frac{WS}{L_{DL}}$$

where

“WS” is the width at the top of the iceskeg at the section in question; and

“ L_{DL} ” is the applicable horizontal length of the design ice load from section 14.1.

26.5 Ice-skegs must be designed so that the maximum stopping force (SF) is not less than $0.5 \times HL$ however it need not be greater than HL .

26.6 The critical section (CS) of an iceskeg is the section of maximum stopping force.

26.7 The critical distance (CL) is the fore and aft distance from the skeg forward point SP to the critical section CS .

26.8 The fore end structure must be designed to transmit the iceskeg loads into the main structure of the ship.

où:

«WS» est la largeur du dessus du butoir de brion au profil en question; et

« L_{DL} » est la longueur horizontale de la contrainte de charge selon l'article 14.1.

26.5 Les butoirs de brion doivent être conçus de telle façon que la force de ralentissement maximale (SF) n'est pas moins que $0.5 \times HL$, mais n'a pas besoin d'être supérieure à HL .

26.6 La section critique (CS) d'un butoir de brion est la section où s'exerce la plus grande force de ralentissement.

26.7 La distance critique (CL) est la distance qui sépare le point le plus avancé du brion SP , de la section critique CS .

26.8 La structure de la proue doit être conçue de façon à transmettre les charges du butoir de brion à la structure principale du navire.

27. Design loads for rudders

27.1 The design pressure P_{AV} for a rudder is to be determined from Table 6 [Page 26] using the value of parameter (DPT) obtained from the formula :-

$$DPT = \frac{C}{L_{DL}}$$

where

“C” is the length of the chord of the rudder at the level in question, and

“ L_{DL} ” is the horizontal length of the design load determined according to section 14.

27.2 The design pressure P_{AV} for the lower two-thirds of a rudder may be reduced linearly from $1 \times P_{AV}$ at the upper one-third point to $0.3 \times P_{AV}$ at the bottom.

27. Contrainte de charges pour les gouvernails

27.1 La contrainte de pression P_{AV} pour un gouvernail doit être déterminée selon le Tableau 6 (page 26) en se servant des paramètres (DPT) obtenus à l'aide de la formule suivante:

où

«C» est la longueur de la corde du gouvernail au niveau en question, et;

« L_{DL} » est la longueur horizontale de la contrainte de charge déterminée selon l'article 14.

27.2 La contrainte de pression P_{AV} pour les deux-tiers inférieurs d'un gouvernail peut être réduite de façon linéaire de $1 \times P_{AV}$ au point où commence le tiers supérieur, à $0.3 \times P_{AV}$

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

au bas.

27.3 The design load (*RDL*) for a rudder is determined from the formula:

27.3 La contrainte de charge (*RDL*) pour un gouvernail est déterminée suivant la formule suivante:

$$RDL = CF \times AF \times VP \times C \times P_{AV} \text{ meganewtons}$$

where:

“*CF*” is a factor for the Arctic Class from Table 5,

“*AF*” is a factor equal to 0.5 ,

“*VP*” is the vertical height of the design ice load from section 14.2,

“*C*” is the chord of the rudder at the level in question, and

“*P_{AV}*” is the design pressure obtained according to section 10.

où:

«*CF*» est un facteur pour la classe Arctique extrait du Tableau 5;

«*AF*» est un facteur égal à 0.5;

«*VP*» est la hauteur verticale de la charge dans les glaces tiré de l'article 14.2.

«*C*» est la corde du gouvernail au niveau en question, et

«*P_{AV}*» est la charge de pression obtenue selon l'article 10.

28. Design loads for propeller nozzles

28. Contrainte de charges pour les tuyères d'hélice

A propeller nozzle is a device shrouding a propeller designed to improve propulsion efficiency and may also protect the propeller from damage by large ice pieces.

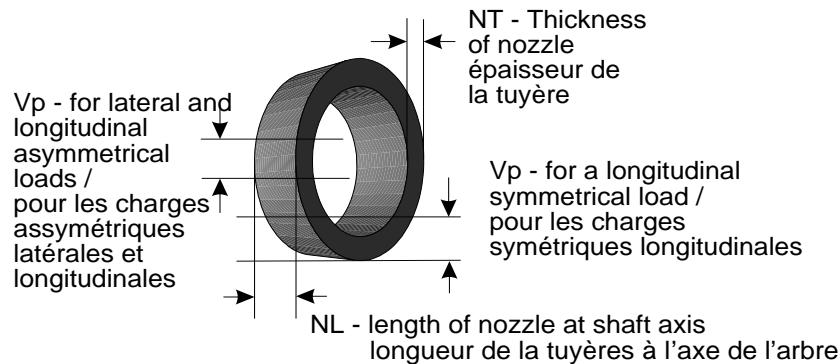
Une tuyère d'hélice est un dispositif enveloppant une hélice pour améliorer l'efficacité de sa propulsion et peut aussi protéger l'hélice contre les chocs avec de gros morceaux de glace.

Figure 8

Schéma 8

Nozzle definitions

Définitions de la tuyère



The requirements for nozzle strength are developed in the same manner as other structure. The design loads are obtained from the following, a direct lateral or transverse load, a symmetrical longitudinal load on the lower part of the nozzle, and an asymmetric longitudinal load at the shaft height. These loads are

Les exigences pour la force des tuyères sont générées à partir des facteurs suivants: une charge directe latérale ou transverse, une charge longitudinale symétrique sur la partie inférieure de la tuyère, et une charge longitudinale asymétrique au niveau de l'arbre. Ces charges sont appliquées

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

applied independently to determine the worst case to obtain the shell and framing scantlings in a similar manner to the main hull.

indépendamment pour trouver le pire scénario, qui fournira les échantillonnages de membrures et de bordé de la même manière que pour la coque principale.

28.1 The lateral design load (*NTDL*) for a propeller nozzle is determined from the formula:

28.1 La contrainte de charge latérale (*NTDL*) pour une tuyère d'hélice est déterminée par la formule suivante:

$$NTDL = CF \times AF \times VP \times NL \times PAV \text{ meganewtons}$$

where:

où:

“*CF*” is a factor for the Arctic Class from Table 5 [Page25],

«*CF*» est un facteur pour des navires de classe Arctique extrait du Tableau 5 (page 25);

“*AF*” is a factor equal to 0.5 ,

«*AF*» est un facteur égal à 0.5;

“*VP*” is the vertical height of the design ice load from section 14.2,

«*VP*» est la hauteur verticale de la contrainte de charge pour la glace tiré de l'article 14.2;

“*NL*” is the length of the nozzle at the axis of the propeller shaft, and

«*NL*» est la longueur de la tuyère à l'axe de l'arbre de l'hélice, et;

“*P_{AV}*” is the design pressure obtained from Table 6 [Page 26], with the value of the design parameter (*DPT*) for determining the design pressure obtained from the formula:-

«*P_{AV}*» est la contrainte de pression extraite du Tableau 6 (page 26), avec la valeur du paramètre (*DPT*) pour déterminer la contrainte de pression avec la formule:

$$DPT = \frac{NL}{HP}$$

where

où:

“*NL*” is as defined above, and

«*NL*» est défini comme ci-dessus, et:

“*L_{DL}*” is the horizontal length of the design load determined according to section 14.1.

«*L_{DL}*» est la longueur horizontale de la contrainte de charge d'après l'article 14.1.

28.2 The longitudinal asymmetric design load (*NLASDL*) for a nozzle at the level of the propeller shaft is determined from the formula:

28.2 La contrainte de charge longitudinale asymétrique (*NLASDL*) pour une tuyère au niveau de l'arbre de l'hélice, est déterminée avec la formule suivante:

$$NLASDL = CF \times AF \times VP \times NT \times PAV \text{ meganewtons}$$

where:

où:

“*CF*” is a factor for the class from Table 5 [Page24],

«*CF*» est un facteur pour les navires de classe extrait du Tableau 5 (page 24);

“*AF*” is a factor equal to 1.0 ,

«*AF*» est un facteur égal à 1.0;

“*VP*” is the vertical height of the design ice

«*VP*» est la hauteur verticale de la contrainte

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

load from section 14.2,

de charge de glace dérivée de l'article 14.2;

“*NT*” is the thickness of the nozzle, and

«*NT*» est l'épaisseur de la tuyère;

“*P_{AV}*” is the design pressure obtained from Table 6, with the design parameter (*DPH*) obtained from the formula:-

«*P_{AV}*» est la contrainte de pression extraite du Tableau 6, avec le paramètre (*DPH*) obtenu de la formule suivante:

$$DPH = \frac{NT}{HP}$$

where

où:

“*NT*” is as defined above, and

«*NT*» est défini ci-haut; et

“*L_{DL}*” is the horizontal length of the design load determined according to section 14.1.

«*L_{DL}*» est la longueur horizontale de la contrainte de charge déterminée selon l'article 14.1.

28.3 The longitudinal symmetric design loads (*NLSDL*) for a height *VP* above the bottom of a nozzle is determined from the formula:

28.3 Les contraintes de charges longitudinales symétriques (*NLSDL*) pour une hauteur *VP* ou dessus du fond de la tuyère sont déterminées à l'aide la formule suivante:

$$NLSDL = CF \times AF \times NPA \times P_{AV} \times 0.5 \text{ meganewtons}$$

where:

où:

“*CF*” is a factor for the Arctic Class from Table 5,

«*CF*» est un facteur pour les navires de classe Arctique extrait du Tableau 5;

“*AF*” is a factor equal to 0.5 ,

«*AF*» est un facteur égal à 0.5;

“*NPA*” is the longitudinal projected area of the nozzle for a height *VP* up from the bottom of the nozzle, and

«*NPA*» est la surface longitudinale projetée de la tuyère pour une hauteur *VP* à partir du fond de celle-ci;

“*P_{AV}*” is the design pressure obtained from Table 6, with the value of the design parameter *DPH* for on the bottom of nozzle obtained from the formula:-

«*P_{AV}*» est la contrainte de pression obtenue du Tableau 6, en prenant comme valeur du paramètre, *DPH* à partir du fond de la tuyère obtenu à l'aide la formule suivante:

$$DPH = \frac{NPA}{HP \times VP}$$

where

où:

“*NPA*” is as defined above,

«*NPA*» est défini ci-haut;

“*L_{DL}*” is the horizontal length of the design load determined according to section 14.1, and

«*L_{DL}*» est la longueur horizontale de la contrainte de charge déterminée selon l'article 14.1, et;

“*VP*” is the vertical height of the design ice load as defined in section 14.2,

«*VP*» est la hauteur verticale de la contrainte de charge de glace telle que définie à

29. Ice horns and other exterior appendages

- 29.1 An ice horn is a device fitted aft of a rudder that is designed to protect it from ice impact when the ship is moving astern.
- 29.2 Ice horns must be fitted on all ships unless other means are provided to protect the rudder and entire steering system from ice loads when going astern.
- 29.3 Ice horns must be designed to provide protection to the rudder for two degrees either side of the centreline.
- 29.4 Ice horns must project below the top of the rudder for a distance of $0.5 \times VP$ or 0.5 metres whichever is the greater, where VP is the vertical height of the design ice load from section 14.2.
- 29.5 The ice horn must be designed to withstand within the elastic range, the design loads determined in this paragraph at all vertical levels.
- 29.6 The lateral design loads ($IKTDL$) for an ice horn is determined from the formula:

$$IKTDL = CF \times AF \times VP \times IKL \times PAV \text{ meganewtons}$$

where:

- “ CF ” is a factor for the Arctic Class from Table 3,
- “ AF ” is a factor equal to 0.5 ,
- “ VP ” is the vertical height of the design ice load from paragraph 14.2 but not greater than the depth of the ice horn,
- “ IKL ” is the length of the ice horn at the level in question, and
- “ P_{AV} ” is the design pressure obtained from Table 6, with the design parameter

29. Butoirs de gouvernail et autres appendices externes.

- 29.1 Un butoir de gouvernail est un dispositif installé à l'arrière d'un gouvernail qui est conçu pour le protéger du choc de la glace lorsque que le navire fait marche arrière.
- 29.2 Des butoirs de gouvernail devront être installés sur tous les bateaux, à moins que d'autres moyens ne soient pris pour protéger le gouvernail et toute la machine à gouverner, des charges de glace lorsque le navire fait marche arrière.
- 29.3 Les butoirs de gouvernail devront être ainsi conçu qu'ils protègent le gouvernail pour deux degrés de chaque côté de l'axe longitudinal du navire.
- 29.4 Les butoirs de gouvernail devront se prolonger au dessous de la partie supérieure du gouvernail, sur une distance égale à $0.5 \times VP$ ou 0.5 mètres, en prenant la valeur la plus grande. VP étant la hauteur verticale de la charge pour les glaces d'après les dispositions de l'article 14.2. L'écartement entre le gouvernail et le butoir de gouvernail devra être inférieur à 100 mm.
- 29.5 Le butoir de gouvernail devra être conçu de façon à résister, à l'intérieur de ses limites d'élasticité, aux contraintes de charges qui seront déterminées dans ce alinéa à tous les niveaux verticaux.
- 29.6 Les contraintes de charges latérales ($IKTDL$) pour un butoir de gouvernail sont déterminées à partir de la formule suivante:

où:

- « CF » est un facteur pour les navires de classe Arctique selon le Tableau 3;
- « AF » est un facteur égal à 0.5;
- « VP » est la hauteur verticale de la contrainte de charge des glaces, telle que déterminée à l'alinéa 14.2, mais égale ou inférieure à la profondeur du butoir de gouvernail;
- « IKL » est la longueur du butoir de gouvernail au niveau en question;
- « P_{AV} » est la contrainte de pression extrait du Tableau 6, en utilisant les paramètres de

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

(DPT) obtained from the formula:-

devis (DPT) selon la formule suivante:

$$DPT = \frac{C}{HP}$$

where

où:

“C” is the chord of the ice horn at the level in question, and

«C» est la corde du butoir de gouvernail au niveau en question, et:

“L_{DL}” is the horizontal length of the design load determined according to section 14.

«L_{DL}» est la longueur de la contrainte de charge déterminée d'après l'article 14.

29.7 The longitudinal design load (IHLDL) for an ice horn is determined from the formula:

29.7 Les charges d'échantillonnage longitudinales (IHLDL) pour un butoir de gouvernail doivent être déterminées d'après la formule suivante:

$$IHLDL = CF \times AF \times VP \times IHT \times PAV$$

where:

où:

“CF” is a factor for the Arctic Class from Table 3,

«CF» est un facteur pour la classe Arctique extrait du Tableau 3;

“AF” is a factor equal to 1.0 ,

«AF» est un facteur égal à 1.0;

“VP” is the vertical height of the design ice load from section 14.2 but not less than the depth of the ice horn,

«VP» est la hauteur de la charge d'échantillonnage dans les glaces, telle que déterminée à l'article 14.2 mais ne doit pas être moindre que la profondeur du butoir de gouvernail.

“IHT” is the thickness of the horn, and

«IHT» est l'épaisseur du butoir, et;

“P_{AV}” is the design pressure obtained from Table 6, with the design parameter (DPH) obtained from the formula:-

«P_{AV}» est la contrainte de pression extrait du Tableau 6, en se servant du paramètre (DPH) extrait de la formule suivante:

$$DPH = \frac{IHT}{HP}$$

where

où:

“IHT” is the thickness of the ice horn and

«IHT» es l'épaisseur du butoir de gouvernail et;

“L_{DL}” is the horizontal length of the design load determined according to section 14.1.

«L_{DL}» est la longueur horizontale de la contrainte de charge déterminée conformément au dispositions de l'article 14.1.

29.8 Any other exterior appendage such as ice knives, bilge keels etc. must be designed such that if they are damaged that they do not rupture the shell plating or otherwise damage the internal stiffening. They must be designed

29.8 Tout autre appendice externe tels que couteaux à glace, quille de roulis, etc. seront conçus de telle sorte qu'ils ne percent pas le bordé de la coque ou ne causent pas d'autres avaries à sa charpente interne. Ils seront

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

to safely resist the same ice loads as the area supporting them. Additional local stiffening of the shell and supporting structure is to be arranged to absorb the concentrated loads that can be applied when the design ice load is applied to the appendage.

conçus pour résister à la même charge de glace que les surfaces qui les supportent. Des renforts ponctuels de la coque et de la structure de support doivent être disposés de façon à absorber les charges concentrées qui peuvent résulter de l'application de la contrainte de charge de glace à l'appendice.

30. Steering systems

- 30.1 The entire steering system, comprising rudder, pintles, rudder stock, steering gear and steering gear mounts must be designed so that the largest load that may be applied to the rudder from the ice loads developed in section 27 will not exceed the elastic material yield level. The design conditions must include the case where the rudder is forced hard over against the stops, and the rudder stops shall be designed to be within their elastic limits.
- 30.2 Steering systems must be fitted with physical rudder stops to protect the steering gear and rudder stock when the rudder is forced hard over by ice.
- 30.3 The physical stops required in paragraph 30.2 must be fitted such that protection is provided two degrees before maximum travel of the steering gear, both Port and Starboard.
- 30.4 Hydraulic steering systems must be designed for the pressures created when
- the pressure created when the rudder is forced over by ice from the centreline position against the physical stops in 0.1 seconds, and
 - a pressure 1.2 times the pressure at which
 - the quick acting pressure relief valve required under paragraph 30.5 is set, or
 - the bursting pressure of the bursting disc fitted according to paragraph 30.8.
- 30.5 Except where a bursting disk is fitted complying with paragraph 30.9, every hydraulic steering system must be fitted with a quick acting pressure relief valve having a response time of not more than 10 milliseconds.
- 30.6 The rudder stock must be designed for a torque of not less than 1.2 times the torque

30. Machine à gouverner

- 30.1 Le dispositif à gouverner en entier, comprenant le gouvernail, les aiguillots, le safran, la machine à gouverner et ses montures, devra être conçu de sorte que la charge la plus grande qui puisse être appliquée par la charge de glace identifiée à l'article 27, n'excédera pas la limite d'élasticité du matériel employé. Les conditions de plan devront inclure le cas où le gouvernail est forcé à bloc contre les butées.
- 30.2 Les appareils à gouverner devront être munis de butées de gouvernail afin de protéger l'appareil et le safran lorsque le gouvernail est forcé à bloc d'un côté comme de l'autre.
- 30.3 Les butées requises au alinéa 30.2 devront être disposées de telle façon que le gouvernail est protégé à partir de deux degrés avant la fin de sa course, aussi bien à bâbord qu'à tribord.
- 30.4 Les machines à gouverner hydrauliques devront être conçues pour résister aux charges créées lorsque:
- la pression créée lorsque le gouvernail est forcé à bloc par la glace d'un côté ou de l'autre contre ses butées en 0.1 seconde; et
 - à une pression égale à 1.2 fois la pression à laquelle:
 - la soupape de sécurité à action rapide requise à l'alinéa 30.5 entre en action, ou;
 - la pression de rupture du diaphragme installé conformément à l'alinéa 30.8 est atteinte.
- 30.5 A l'exception du cas où un diaphragme est installé en conformité avec l'alinéa 30.9, chaque machine à gouverner hydraulique devra être muni d'une soupape de sécurité à action rapide ayant un temps de réaction inférieur ou égal à 10 millisecondes.
- 30.6 Le safran devra être conçu pour résister à un moment de torsion d'au moins 1.2 fois le

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

that occurs at	moment de torsion correspondant à:
<ul style="list-style-type: none">the setting of the quick acting pressure relief valve required under paragraph 30.5, orthe bursting pressure of the bursting disc fitted according to paragraph 30.9.	<ul style="list-style-type: none">l'entrée en action de la soupape de sécurité à action rapide requise au alinéa 30.5, ou;la pression d'éclatement du diaphragme installé, selon l'alinéa 30.9
30.7 Where one pressure relief valve is fitted it must be set to not less than 1.25 times the normal working pressure of the system.	30.7 Lorsqu'une seule soupape de sécurité est installée elle doit entrer en action à une pression qui n'est pas inférieure à 1.25 fois la pression normale du dispositif.
30.8 Where the fast acting pressure relief valve required in paragraph 30.5 is fitted in parallel with a relief valve fitted according to Recognized Standards for open water navigation the fast acting relief valve should be set at a pressure 15% higher.	30.8 Lorsque la soupape de sécurité requise à l'alinéa 30.5 est montée en parallèle avec une soupape de sécurité installée en conformité avec des normes reconnues pour la navigation en eau libres, la soupape à action rapide doit entrer en action à une pression 15 % plus élevée.
30.9 A bursting disc system may be fitted in lieu of a fast acting relief valve if	30.9 Un dispositif à diaphragme d'éclatement peut être installé à la place de la soupape de sécurité à action rapide si:
<ul style="list-style-type: none">it is fitted in parallel with a relief valve fitted in accordance with Recognized Standards for open water navigation,the system is installed in duplicate on each steering gear,with isolation valves installed so that only one disk will rupture at any one occasiontwo spare disks are available for installation, andmeans are provided for quick repriming of the system.	<ul style="list-style-type: none">il est monté en parallèle avec une soupape de sécurité installée conformément aux normes reconnues pour la navigation en eaux libres;le système est installé en double sur chaque machine à gouverner,avec des soupapes d'isolement installées de telle manière qu'un seul diaphragme puisse éclater en même temps.deux diaphragmes de rechange sont prêts à installer; etil existe un mécanisme de pour réamorcer rapidement le dispositif.
30.10 Where an ice horn is fitted, the steering system must be designed such that the rudder is centered automatically immediately before the ship goes astern when the ship is operating in the ice breaking mode. An audible and visual alarm is to be fitted in the wheel house to indicate that the rudder is moving automatically to the central position. An emergency override of the automatic centring mechanism must be fitted.	30.10 Si un butoir de gouvernail est installé, la machine à gouverner doit être conçue de sorte que le gouvernail soit centré automatiquement avant que le navire fasse marche arrière lorsque le navire est en mode de bris de glace. Un signal audible et visuel devra être installé dans la timonerie pour indiquer que le gouvernail se dirige automatiquement vers la position centrale. Un mécanisme de prise de priorité d'urgence sur le dispositif de centrage automatique doit être prévu.
30.11 Where multiple rudders are fitted, they shall be operated by independent steering mechanisms, and shall not be mechanically connected together.	30.11 Lorsque plusieurs gouvernails sont installés, ils seront opérés par des machines à gouverner individuelles, qui seront indépendantes mécaniquement les unes des autres.

31. Structural monitoring system

A structural monitoring system is required for category 2, 3 and 4 ships. To provide the necessary information to the crew and to record it, the following minimum system is required. The purpose of the information provided to the crew is to enable them to restrict the ramming process so the loads developed are within the structural capability of the ship.

31.1 Each ship required to be fitted with a structural monitoring system (system) shall have the system designed and engineered for operation in the worst anticipated environmental conditions .

31.2 The system must be self contained, and arranged to operate from both the main and emergency electrical supplies.

31.3 The system must maintain a permanent record of all events that approach within 10 per cent of the warning and alarm limits with a window from 5 seconds before to 10 seconds after the event being recorded. The record of all events recorded shall be sent to Ship Safety - Prairie & Northern Region, not less than 30 days before the expiry of the Arctic Pollution Prevention Certificate. Together with each record of events supplied there must be a summary voyage log, giving details of the approximate geographical location, weather, sea and ice conditions at the time of each main event recorded. A statistical and structural analysis may be required to be provided for those alarm events recorded.

31.4 The determination of the warning and alarm limits and the exact location of monitoring gauges must be carried out for each vessel by means of a finite element analysis of the structure or other suitable means. Audible and visual signals giving indication of warning and alarm levels must be given on the navigating bridge.

31. Dispositif de surveillance de la structure

Un dispositif de surveillance structurale est requis pour les navires de catégories 2 et 3. Le premier but de ce dispositif est de fournir un retour d'information aux membres de l'équipage de sorte qu'ils n'engagent pas le navire intentionnellement dans des manoeuvres de bris de glace qui placent les structures du navire à la limite de leur endurance. Afin de fournir les renseignements nécessaires à l'équipage, et les enregistrer pour une analyse future, on envisage le dispositif minimum suivant.

31.1 Dans le cas des navires, qui doivent être munis d'un système de surveillance de la structure, on doit veiller ce que ce système soit installé et conçu de telle façon qu'il puisse résister aux opérations, à la limite des conditions atmosphériques prévues, dans une période de 100 ans, dans la zone d'opération prévue.

31.2 Le système de surveillance de la structure devra être autonome, et devra pouvoir fonctionner à partir de la source électrique principale ou de la source électrique d'urgence.

31.3 Le système devra tenir un registre permanent de toutes les incidents qui approchent de 10 % de la limite d'avertissement et d'alerte en laissant une fenêtre de 5 secondes avant à 10 secondes après que l'incident est enregistré. Le registre de tous les incidents inscrits doit être expédié au la sécurité de navires - région des prairies et du nord, pas moins de trente jours avant l'expiration du Certificat de prévention de la pollution arctique. Pour chaque incident inscrit on devra fournir un sommaire du journal de bord, donnant des détails sur la location géographique approximative du navire, la température, les conditions de mer et de glace au moment de chaque incident principal. Une analyse statistique et structurale devra aussi être fournie pour les incidents qui ont causé une alerte.

31.4 L'identification des limites d'avertissement et d'alerte et la location exacte des moniteurs devra être déterminée pour chaque navire au moyen d'une analyse des caractéristiques de la structure. Des signaux audibles et visuels indiquant les conditions d'avertissement et d'alerte devront être situées à la passerelle de navigation.

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

- 31.5 Each system must be calibrated on initial installation, yearly, and as necessary between the yearly calibrations. Each system must always be maintained in an operating condition.
- 31.6 The system must contain as a minimum, two accelerometers in the bow, four long-base deck gauges to measure hull girder loads, and four local plate or frame strain gauges in the shoulder area of the bow area. The hull girder strain gauges are to be arranged to measure the longitudinal bending stress at a position as close as possible to that where it can be expected to be a maximum.
- 31.7 The system should comply with the requirements for classification society notations such as Lloyd's Register of Shipping - SEA.
- 31.5 Chaque système devra être calibré dès l'installation initiale, annuellement et lorsque requis entre les étalonnages annuels. Chaque système devra toujours être entretenu en état de fonctionnement.
- 31.6 Le système devra consister au minimum, de deux accéléromètres à la proue, de quatre jauges de pont pour mesurer les charges de la poutre navire, et de quatre jauges de tensions locales de plaques ou de charpente dans la zone de l'épaule de la proue. Les jauges servant à mesurer la contrainte de flexion longitudinale de la poutre-coque doivent être placées aussi près que possible de l'endroit où l'on s'attend à ce qu'elle soit à son maximum.
- 31.7 Le système doivent satisfait les exigences d'une société des classification comme Lloyds's Register of Shipping pour la notation SEA.

32. Submission and approval of plans etc.

- 32.1 Plans shall be submitted for examination for each ship, or series of sister ships, in not less than four copies each, of which one copy of each plan will be returned. Plans shall be submitted for examination for any modifications.
- 32.2 All plans must be accompanied by copies of the necessary engineering calculations to demonstrate compliance with the Standards.
- 32.3 Plans must be in adequate detail to fully describe the intended structure. They shall be submitted in either English or French. They shall be of adequate clarity for micro-filming. They must fully detail the size of all welds or other means of connection.
- 32.4 Mill certificates for all structural steel shall be made available to the pollution prevention officer during construction, and for any new material incorporated at the time of any subsequent repairs or changes to the structure.
- 32.5 Special care is to be taken during the design and construction process to ensure that fatigue will not lead to premature failure of any part of the structure under the design loads in this

32. Soumission et approbation des plans.

- 32.1 Les plans doivent être soumis pour chaque navire, ou pour chaque série de bâtiments identiques, afin qu'ils soit examinés, en quatre copies, dont une copie sera retournée. Les plans doivent être soumis pour l'examen de chaque modification.
- 32.2 Tous les plans seront accompagnés de copies des calculs de génie nécessaires pour démontrer la conformité à la Norme.
- 32.3 Les plans devront être suffisamment détaillés pour décrire pleinement les structures visées. Ils peuvent être soumis en français ou en anglais. Ils devront être établis à une échelle adéquate pour être microfilmés. Les dimensions de toutes les soudures devront être documentées.
- 32.4 Des certificats de laminage pour tous les éléments de structure, ainsi que pour tout nouveau matériau incorporé lors de réparations subséquente ou changements à la structure devront être mis à la disposition de l'agent de prévention de la pollution durant les travaux.
- 32.5 Des précautions particulières devront être prises pendant la conception et la construction afin d'assurer que la fatigue du métal ne mène pas à la défaillance prématurée de toute partie

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

Standard.

de structure soumise aux contraintes de charge de cette Norme. Une contrainte de vie d'au moins 25 ans doit être utilisée.

32.6 Special attention to fatigue is to be given where scantlings are reduced by the use of higher tensile steels. Detail design particulars are to ensure that notches, and other such stress risers are eliminated, by means of having adequate radii at edges or similar techniques.

32.6 Une attention spéciale devra être portée à la fatigue du métal lorsque l'échantillonnage est réduit par l'usage des aciers à haute limite d'élasticité. Les détails de construction devront assurer que les entailles et autres sources d'augmentation de tension soient éliminées, en spécifiant des rayons adéquats aux bords ou par d'autres techniques similaires.

33. Inspection and construction standards

33. Inspection et normes de construction

33.1 The owner must ensure during construction that adequate quality control measures are carried out. Compliance with the International Standards Organization (ISO) 9000 series of standards will be accepted as demonstrating that adequate quality control measures are in place. An assessment of the yard standards used may be required to verify that the workmanship is acceptable.

33.1 L'armateur devra s'assurer pendant la construction, que des mesures adéquates de vérifications de la qualité soient appliquées. La conformité avec la série 9000 de normes de l'Organisation internationale de normalisation (ISO) sera acceptée comme témoignage que des mesures adéquates de vérification de la qualité ont été adoptées.

33.2 The owner must make adequate arrangements for the structure to be inspected by a pollution prevention officer or an authorised surveyor¹ of a recognized classification society during construction, repair or modifications.

33.2 L'armateur devra prendre des mesures adéquates pour l'inspection de la structure du navire par un agent de prévention de la pollution ou un expert¹ autorisé d'un organisme de classification reconnu, pendant la construction, la réparation ou les modifications à celle-ci.

33.3 On completion of construction, the owner must make arrangements for a pollution prevention officer to inspect the structure and make such tests as are necessary to verify the quality of the structure. All defects found shall be repaired before any certification may be issued.

33.3 À la fin de la construction, l'armateur devra prendre des dispositions pour qu'un agent de prévention de la pollution inspecte la structure et fasse les essais nécessaires pour vérifier la qualité de celle-ci. Toute déféctuosité devra être remédiée avant qu'un certificat de conformité soit émis.

33.4 After any damage affecting the structural capability of the ship to resist ice loads or other systems required by this Standard, and on completion of repairs to damage or modifications to the structure or any other system required by this Standard, the owner must make arrangements for their inspection, and re-issuance or re-validation of any certification or other documentation.

33.4 Après une avarie et à l'achèvement des réparations des dommages ou des modifications à la structure ou tout autre action requise par cette Norme, l'armateur devra prendre des dispositions pour leur vérification par un agent de prévention de la pollution et le renouvellement des certificats de conformité appropriés.

¹ Ship Safety is prepared to authorise exclusive surveyors of classification societies to witness surveys on their behalf. In each instance details must be provided beforehand for approval.

¹ La Direction générale de la sécurité des navires est préparée à permettre des experts exclusifs autorisés d'un organisme de classification reconnu à témoigner à la classification pour eux. Dans chaque cas les détails doivent être fournis à l'avance pour être approuvés.

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

33.5 All welding must be carried out by qualified welders, and in accordance with approved procedures¹.

33.6 The final layer of the internal coating of all tanks, and the final layer of all external coatings of the hull should be of a light colour in order to facilitate in-service inspections. It is recommended that the different layers of such coatings are made in contrasting colours so that holidays in the application of the coatings and any breakdowns in service can readily be detected.

33.5 Toute les soudures devront être faites par des soudeurs qualifiés, et selon les règles de l'art².

33.6 La couche finale du revêtement intérieur de toutes les caisses, et la couche finale des revêtements extérieurs de la coque doivent être de couleur pâle de façon à faciliter les inspections en service. On recommande que les différentes couches de revêtements soient de couleurs contrastantes de façon que les vacances d'application et les défauts de service puissent être facilement détectés.

34. Maintenance of the structure

34.1 The continuing certification of the structure in the original category is contingent on the structure being maintained in good condition. The condition of internal and external coatings protecting against corrosion will also be inspected.

34. Entretien de la structure

34.1 La reconduction de la certification de la structure dans sa classe originelle dépendra du bon entretien de celle-ci. Ce bon entretien comprend l'entretien des enduits internes et externes pour protéger la structure contre la corrosion du métal de base et des soudures de zones adjacentes aux soudures susceptibles d'être affectées par la chaleur.

35. Maintenance of certification

35.1 If in practice, the ship is found to be inadequately powered, or otherwise unsuitable for operation at the class designated, Ship Safety may reduce the classification, or require such other measures as are necessary to obtain an equivalent level of safety.

35. Maintien de la certification.

35.1 Si dans la pratique, un navire se trouve à être inadéquatement propulsé, ou à être autrement impropre à opérer dans la classe indiquée, la sécurité des navires peut réduire sa classification, ou demander que d'autres mesures soient prises afin qu'il atteigne un degré comparable de sécurité.

36. Design for accessibility¹

36.1 All spaces shall be arranged for their safe inspection and accessibility. Hand rails and guard rails shall be provided as necessary to prevent falls. Ladders, rungs or stairways shall be provided when a vertical access in excess of 600 mm is required.

36. Accessibilité¹

36.1 Tous les espaces doivent être conçus de façon à ce que l'on puisse les inspecter et y avoir accès en toute sécurité. Des mains courantes et des garde-corps doivent être installés au besoin pour empêcher les chutes. Des échelles, des barreaux et des escaliers doivent être installés lorsqu'il faut monter ou descendre de plus de 600 mm

¹ The procedures must be accepted and approved by a national certifying authority, a classification society or like body, to the satisfaction of a pollution prevention officer.

² Les procédures doivent être acceptées et approuvées par une autorité de certification nationale, par une société de classification ou par un organisme semblable, à la satisfaction de l'agent de prévention de la pollution

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

- 36.2 For access through horizontal openings, hatches or manholes, the dimensions should be sufficient to allow a person wearing a self-contained air-breathing apparatus and protective equipment to ascend or descend any ladder without obstruction and also to provide a clear opening to facilitate the hoisting of an injured person from the bottom of the space. The minimum clear opening should be not less than 600 mm by 600 mm. In all spaces, ladders or other arrangements as necessary shall be provided to allow a safe vertical ascent and descent below the access openings.
- 36.3 For access through vertical openings or manholes, providing passage through the length and breadth of the space, the minimum clear opening should be not less than 600 mm by 800 mm at a height of not more than 600 mm from the bottom shell plating unless gratings or other footholds are provided. All opening in vertical openings or manholes shall have hand grips above the openings on each side, where the opening is located more than 600 mm above the horizontal surface from which passage is made.
- 36.4 Smaller openings may be accepted in special circumstances .
- 36.5 Plans indicating access routes through all tanks and void spaces are to be kept on board the vessel, and special care is to be taken during construction to ensure that the installations of pipes, conduits or other items does not render any part of the structure inaccessible for inspection.
- 36.6 Where the space permits, the vertical access in tanks, voids and other compartments shall be arranged by means of sloping stairways and not vertical ladders.
- 36.2 Pour ce qui est des ouvertures, des écoutilles ou des trous de visite horizontaux, ils doivent être de dimensions suffisantes pour permettre à une personne portant un appareil de protection respiratoire autonome et des vêtements de protection de monter ou de descendre n'importe quelle échelle sans obstruction, et être suffisamment grands pour permettre d'en extraire, à partir du fond, une personne étendue sur une civière. L'ouverture ne doit pas être inférieure à 600 mm sur 600 mm. Des échelles ou d'autres dispositifs doivent être installés sous l'ouverture d'accès de tous les espaces pour permettre de monter ou de descendre en toute sécurité
- 36.3 L'ouverture utile des passages ou des trous de visite verticaux qui donnent accès en longueur et en largeur à un espace ne doit pas être de dimensions inférieures à 600 mm sur 800 mm, ni se trouver à plus de 600 mm de la bordée de fond, à moins que l'espace ne soit doté de caillebotis ou d'autres prises de pieds. Toutes les ouvertures de passages et de trous de visites verticaux, situées à plus de 600 mm au-dessus de la surface horizontale à partir de laquelle le passage a été fait, doivent être munies de poignées de chaque côté
- 36.4 On pourrait accepter des ouvertures plus petites dans certaines circonstances
- 36.5 Des plans indiquant les routes d'accès à travers les caisses et les espaces clos doivent être gardés à bord du navire et il faut faire très attention lors de la construction de ne pas installer des tuyaux, des conduites ou d'autres pièces qui pourraient rendre impossible l'accès à certaines parties de la structure pour fins d'inspection.
- 36.6 Là où l'espace le permet, les trous d'accès verticaux aux caisses, aux espaces clos ou aux autres compartiments doivent être servis par des escaliers inclinés et non par des échelles verticales.

¹ IMO DE 35/31 / IBCIGC code, amend. 4, section 2.9

SCHEDULE 3

STRUCTURAL STEELS FOR CATEGORY SHIPS

1. Interpretation

- 1.1 The following definitions apply in this schedule:

“structural member” means a part of a ship's structure listed in the table and includes any contiguous member inboard from the moulded line for a distance of 750 millimetres.

“exposed” means in contact with the outside air or water.

“steel grade” means a steel of a grade set out in a recognized standard that complies with the minimum requirements of that standard for that grade.

2. Steel grades

- 2.1 The steel grade of a structural member must not be lower than that set out for that member in the table. The steel grade indicated, applies for the item in the table, and for the supporting structure for a distance of 750 mm from the moulded line.

3. Plate orientation

- 3.1 All plates fitted in areas of the vessel shown in the table that are between 0.3L forward of amidships and 0.2L aft of amidships must be fitted such that the mill rolling direction is fore and aft.

ANNEXE 3

ACIERS DE STRUCTURE POUR LES NAVIRES DE CLASSE

1. Interprétation

- 1.1 Les définitions suivantes s'appliquent au présent annexe:

«élément structural» signifie une partie de la structure d'un navire répertorié au Tableau et comprend tout élément contigu à cet élément à l'intérieur de la ligne hors membrures du bordé sur une distance de 750 millimètres

«exposé» signifie en contact avec l'air extérieur ou l'eau;

«qualité d'acier» signifie un acier dont la qualité est conforme à une norme reconnue et aux exigences minimales de cette norme pour cette qualité

2. Qualités d'acier

- 2.1 La qualité d'acier d'un élément structural ne devra pas être moins élevé que celui établi pour cet élément dans le Tableau. La qualité d'acier indiquée, s'applique à l'article mentionné dans le Tableau ainsi que pour la structure qui le supporte jusqu'à une distance de 750 mm hors membrure.

3. Orientation des tôles

- 3.1 Toutes les tôles assemblées dans les zones du navire indiquées au Tableau et situées entre 0.3L à l'avant du milieu du navire, et 0.2L à l'arrière du milieu doivent être assemblées de telle façon que la direction du laminage soit parallèle à l'axe longitudinal du navire.

4. Welding

- 4.1 The welding processes, procedures, quality control, inspection and testing must be in accordance with Recognized Standards without the exercise of any optional easement or optional reduction of extent that may be allowed therein.

5. Properties of the weld metal and heat affected zone

- 5.1 For all items, including the relevant supporting structure, mentioned in the table, the properties for material toughness and yield, in the weld metal and the heat affected zones, are to be not less than those for the minimum design requirement of the parent metal indicated in the table.

4. Soudure

- 4.1 Les techniques de soudure, les méthodes, le contrôle de la qualité, l'inspection et les épreuves doivent être conformes aux normes reconnues, sans possibilité d'allègement ou de réduction des exigences à cet égard.

5. Propriétés du métal de soudure et de la zone affectée par la chaleur de la soudure

- 5.1 Pour tous les éléments, y inclus la structure de support pertinente, mentionnés dans le Tableau, les propriétés de dureté et d'élasticité, dans les zones du métal de base affectée par la chaleur de la soudure, et du métal de soudure lui-même ne devront pas être moindre que celles du métal de base.

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

Table 1

Item	Area of vessel	Steel Grade			
	Column 1	Column 2	Column 3	Column 4	Column 5
1	Structural member including any attached structure for a depth of 740mm	from 0.2L aft to 0.3L forward of amidships	from 0.2L aft to 0.3L forward of amidships	outside 0.2L aft to 0.3L forward of amidships	outside 0.2L aft to 0.3L forward of amidships
2	Thickness	≤ 25mm	> 25mm	≤ 25mm	>25mm
3	Sheerstrake at strength deck	E	F ¹	DH	E
4	Strength deck plating exposed or in unheated deckhouses	E	EH	DH	E
5	Strength deck plating in heated deckhouses	B	B	B	B
6	Side shell plating from lower edge of sheerstrake to water-line 1m below the lightest Arctic operating draught	E	E	E	E
7	Remainder of side shell to flat of bottom	DH	DH	DH	DH
8	Flat of bottom and keel	B	B	B	B
9	Exposed non-strength deck plating	B	B	B	B
10	Continuous longitudinal members above strength deck	E	EH	DH	E
11	Upper strake of longitudinal bulkhead at strength deck	E	E	DH	E
12	Upper strake of top wing tank longitudinal bulkhead	E	E	DH	E
13	Lower strake of longitudinal bulkhead at bottom shell	DH	DH	DH	DH
14	Stern-frames, rudder horns, rudders, ice horns, shaft brackets, bossings	-	-	DH	DH
15.	In ships which by the nature of their trade, have their cargo hold hatches open in ambient temperatures below -20° degrees Celsius, tank top and lower strakes of hold bulkheads	D	D	D	D

¹ Steel of grade F, may also be known as LT steel.

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

Tableau 1

Item	Surface du navire	Qualités d'acier			
	Colonne 1	Colonne 2	Colonne 3	Colonne 4	Colonne 5
1	Membrure structurale incluant toutes les structures attachées sur une profondeur de 740 mm	de 0.2L en arrière à 0.3L en avant du milieu	De 0.2L en arrière à 0.3L en avant du milieu	en dehors 0.2L en arrière à 0.03L en avant du milieu	en dehors 0.2L en arrière à 0.3L en avant du milieu
2	Épaisseur	≤ 25mm	>25 mm	≤ 25 mm	>25 mm
3	Virure de bordé au pont.	E	F ¹	DH	E
4	Tôles de pont de résistance exposées ou dans un rouf non chauffé.	E	EH	DH	E
5	Tôles de pont de résistance dans un rouf chauffé.	B	B	B	B
6	Tôles de bordé du can inférieur à une ligne 1 metre sous le tirant d'eau arctique léger.	E	E	E	E
7	Autre surfaces du bordé jusqu'au plat de quille.	DH	DH	DH	DH
8	Plat du fond et quille.	B	B	B	B
9	Tôles du pont non structurales exposées.	B	B	B	B
10	Membrures longitudinales continues au-dessus du pont de résistance.	E	EH	DH	E
11	Virure supérieure de la cloison longitudinale au pont de résistance.	E	E	DH	E
12	Virure supérieure de la cloison longitudinale du réservoir d'aile supérieur.	E	E	DH	E
13	Virure inférieure de la cloison longitudinale, au bas du bordé.	DH	DH	DH	DH
14	Étambots, butoir de safran, gouvernails, butoir de gouvernail, goussets d'arbre, cadasses.	-	-	DH	DH
15	Plafond de ballast et virures inférieures des cloisons de la cale (sur les navires où, de par la nature du service, les écoutilles de cale sont toujours ouvertes, même par températures ambiantes inférieures à -20° Celsius)	D	D	D	D

¹ De l'acier de qualité F, peut aussi être connu sous le nom d'acier LT

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

Figure 1

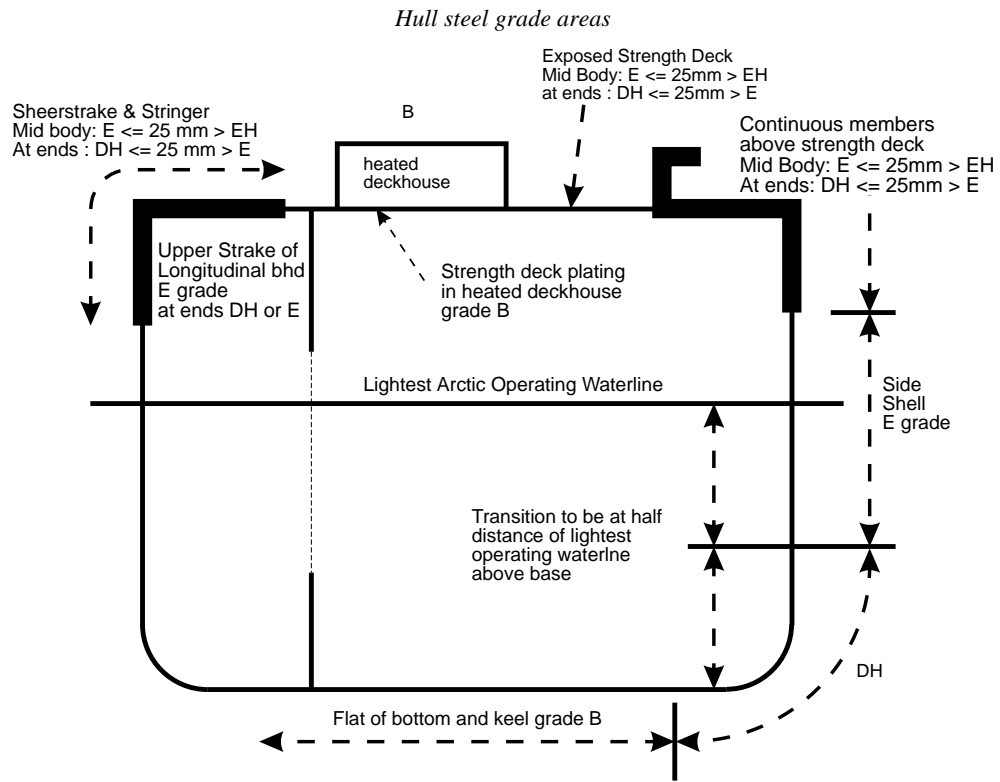
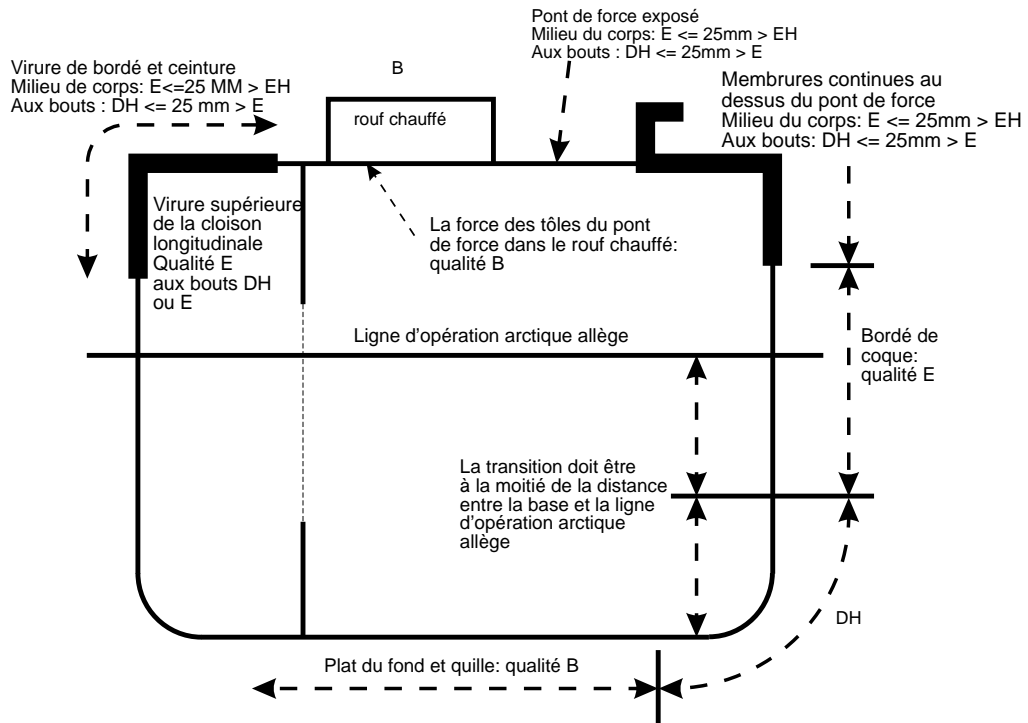


Schéma 1

Zones de coque à utiliser pour le choix d'acier



Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

References: Références:

Walker, Mallory (1993) - Consulting and Audit Canada - Background Paper to the Regulatory Impact Analysis Statement for Proposed Amendments to *Arctic Shipping Pollution Prevention Regulations* - TP 11537 - Ship Safety, Transport Canada..

Carter, Frederking, Jordaan, Milne, Nessim & Brown (1992) - Memorial University - Review and Verification of Proposals for the Revision of the Arctic Shipping Pollution Prevention Regulations - TP 11472E - Ship Safety, Transport Canada, March 1992

Carter, Frederking, Jordaan, Milne, Nessim & Brown (1991) - Memorial University - Review and Verification of Proposals for the Revision of the Arctic Shipping Pollution Prevention Regulations Phase 1 report - TP 1366E - Ship Safety, Transport Canada - March 1991

Centre for Frontier Engineering Research (CFER) (1992) - Risk-Based assessment of hull response and brittle fracture of vessels designed to ASPPR Report 90-35 Centre for Frontier Engineering Research (CFER) (1992)

McCallum et al. - Proposals for the revision of the *Arctic Shipping Pollution Prevention Regulations* TP 9981 - Ship Safety, Transport Canada - December 1989.

Risk-Based assessment of proposed revisions to material selection and subdivision sections of the *Arctic Shipping Pollution Prevention Regulations*

Daley, Dinovitzer (1992) - Strength and Stability of Offset Bulb Sections for Ice Strengthening - TP 11543 - Ship Safety, Transport Canada - December 1992.

Maes, Hermans (1991) - Review of methods of analysis of data and extreme value techniques for ice loads, Queens University

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

INDEX

—A—		—I—	
accessibility	65	ice freeboard line	16
appendage iceskeg	14	Ice Horns	57
Application	1	ice load water-line	14
Approval of plans	63	ice ramming bending moment	50
		<i>Ice regime system</i>	13, 14
—B—		iceskeg	14
Background	ix	Iceskeg Areas	18
Bottom area	22	Iceskegs	52
Bow area	20	Inspection	63
Brackets	32	Intact stability	11
breadth	14	Interpretation	2
		—L—	
—C—		length of the vessel	14
CAC1	3	<i>Load Line Regulations</i>	9
CAC2	3	Load shape	30
CAC3	4	Local buckling of framing	45
CAC4	4	Longitudinal Framing	37
calculations	10		
categories	1, 2	—M—	
category	2	Maintenance of certification	65
class factors	24	Maintenance of the structure	64
construction standards	63	Mid body	23
continuous iceskeg	14	monitoring system	61
Criteria for equilibrium	8		
Criteria for stability	7	—N—	
		new ship	2
—D—		Nozzles	54
damage patch	8		
Definitions	14	—O—	
design pressure	25	Oblique Framing	43
Documentation	5	other appendages	57
doors in watertight bulkheads	8, 9		
Double hull	7	—P—	
		penetration patch	7
—E—		permeability	10
effective knuckle	15	Plastic section modulus	44
end of ram line	18	Plate Orientation	67
Equivalency	1	pollution prevention officer	2
		—R—	
—F—		Ramming Stability	9
fatigue	63	reamer	14
Flooding	7	Requirements	4
Framing design	30	Responsibility	5
Framing factors	37	Rudders	54
—H—			
Heat affected zone	68		
Hull areas	16		
Hull girder strength	50		

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

—S—		Submission of plans	63
		Submission of stability information	11
Shear area	44		
shell design pressure	26		
Shell Plate Thickness	29		
Skeg areas	18		
Span of members	32		
Stability, Subdivision and Load Line Standards	11		
Steel Grades	67		
Steering systems	59		
Stern area	23		
Stiffener design pressure	31		
stopping force	52		
structural monitoring system	61		
Structural steel	67		
Subdivision	7		
		—T—	
		Transition Areas	24
		transitory conditions	9
		Transverse framing	33
		Tripping of framing	47
		—W—	
		Waterlines	16
		Weld metal properties	68
		Welding	68

Equivalent Standards for the Construction of Arctic Class Ships

INDICE

—A—		force de ralentissement	52
		Forme de la charge pour les renforts	30
—B—		—G—	
ACIERS DE STRUCTURE	67	Gauchissement de la charpente	47
alésoir	14	Gauchissement local de la charpente	45
angle de voûte efficace	15	Goussets	32
Application	1	gouvernails	54
autres appendices	57	—H—	
		Historique	ix
—C—		—I—	
but	viii	Inspection de construction	63
butoir de brion	14	Interprétation	2
butoir de brion continu	14	—L—	
butoir de brion en appendice	14	largeur	14
butoir de gouvernail	57	ligne de charge dans les glaces	16
Butoirs de brion	52	ligne de flottaison arctique	14
		Lignes de flottaison	16
		—M—	
		Machine à gouverner	59
		Maintien de la certification	65
		Membrures longitudinales	37
		Membrures transversales	33
		Module de section plastique	44
		moment de flexion au cours l'opération de bris de glace	50
		—N—	
		normes de construction	63
		nouveau navire	2
		—O—	
		officier préposé à la prévention de la pollution	2
		Orientation des tôles	67
		—P—	
		perméabilité	10
		plat de la ligne de fond	17
		Portée des membrures	32
		portes dans les cloisons étanches	8, 9
		Présentation de données sur la stabilité	11
		Propriétés du métal de soudure	68
—D—			
Définitions	14		
dispositif de surveillance	61		
Documentation	5		
Double coque	7		
—E—			
Entretien de la structure	64		
Envahissement	7		
Épaisseur des bordés de coque	29		
Équivalence	1		
Exigences	4		
—F—			
Facteurs de classe	24		
fatigue	63		
fin de la ligne de butée	18		

Normes équivalentes pour la construction de navires de la classe Arctique

	—Q—			Stabilité intacte	11
Qualités d'acier		67		—T—	
	—R—			tuyères	54
Régime des glaces		13, 14		—Z—	
<i>Règlement sur les lignes de charge</i>		9			
Résistance de la poutre navire		50		zone d'avarie	7
Responsabilité		5		Zone de cisaillement	44
	—S—			Zone de la proue	20
secteur avarie		8		Zone de poupe	23
Soudure		68		Zone du brion	18
soumission des plans		63		Zone du corps	23
STABILITÉ		7		Zone du fond	22
Stabilité à l'abordage		9		Zones de la coque	16
				Zones de transition	24