



Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW

Autorité responsable	Approbation
Le directeur des Normes du personnel maritime et pilotage est responsable de ce document, y compris toute modification, correction ou mise à jour.	<hr data-bbox="771 1570 1328 1575"/> Directeur, Normes du personnel maritime et pilotage, Sécurité maritime

Date de diffusion originale : juillet 2006

Date Reviser: Juin 2007




 Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion :	Juillet 2006	Réf. : TP-14609F
	Approuvé par :	AMSP	Page : 3 de 76
TABLE DES MATIÈRES	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Révision n° 00

Table des matières

1.	Contexte	5
1.1.	Introduction.....	5
1.2.	Objectifs.....	5
2.	Lois et règlements maritimes	6
2.1.	Réglementation canadienne	6
2.1.1.	Lois et règlements	6
2.1.2.	Le processus d'adoption des lois et des règlements canadiens.....	6
2.1.3.	Mise en œuvre des conventions internationales dont le Canada est signataire	7
2.1.4.	Les différents règlements maritimes canadiens	8
2.2.	Réglementation internationale, conventions de l'OMI.....	15
2.2.1.	La convention MARPOL.....	15
2.2.2.	La convention SOLAS.....	23
3.	Stabilité.....	29
3.1.	Masse volumique, densité, masse et poids.....	29
3.1.1.	Masse volumique	29
3.1.2.	Densité	29
3.1.3.	Masse et poids.....	30
3.1.4.	Problèmes résolus	31
3.1.5.	Problèmes à résoudre	33
3.2.	Poussée et flottaison.....	34
3.2.1.	Définitions.....	34
3.2.2.	Principe d'Archimède	36
3.2.3.	Coefficients de forme.....	40
3.2.4.	Tonnes par centimètre.....	42
3.2.5.	Effets du changement de la densité de l'eau sur le tirant d'eau	43
3.2.6.	Problèmes à résoudre	44
3.3.	Stabilité statique transversale.....	45
3.3.1.	Point de référence (K).....	46
3.3.2.	Centre de gravité (G)	46
3.3.3.	Centre de flottaison (B).....	49
3.3.4.	Inclinaison du navire.....	50
3.3.5.	Métacentre (M)	52
3.3.6.	Hauteur métacentrique (GM).....	52
3.3.7.	Déplacement brusque de G	54
3.4.	Stabilité longitudinale simple	57
4.	Construction.....	59
4.1.	Définitions des éléments de la coque.....	59
4.2.	Types de construction	64
4.2.1.	Construction transversale.....	64
4.2.2.	Construction longitudinale.....	64
4.2.3.	Construction mixte.....	65
4.3.	Efforts et contraintes sur la structure du navire	65

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 4 de 76
TABLE DES MATIÈRES		Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Révision n° 00

4.3.1.	Efforts et contraintes statiques	65
4.3.2.	Efforts et contraintes dynamiques.....	67
4.4.	Cloisons étanches.....	67
4.5.	Portes étanches.....	68
5.	Installation de la machinerie	71
5.1.	Appareil à gouverner.....	71
5.2.	Groupes électrogènes de secours	71
5.3.	Collecteur d'incendie	72
5.4.	Hélices.....	73
6.	Bibliographie.....	75
6.1.	Bibliographie.....	75

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 5 de 76
CONTEXTE		Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 1 Révision n° 01

1. Contexte

1.1. Introduction

Ce guide a été conçu pour aider les candidats à atteindre le niveau de compétence requis pour obtenir un brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW. Ces exigences sont énoncées dans le Tableau A-III/1 du code STCW. Les compétences qui nous concernent sont :

- contrôler le respect de la réglementation;
 - maintenir la navigabilité du navire.
- Les candidats qui répondront aux questions contenues dans les annexes A et B de la TP-13721, *Exigences concernant le registre de formation pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe*, au lieu d'une formation approuvée devront être familiers avec la *Loi de 2001 sur la Marine marchande du Canada*, le Règlement sur la prévention de la pollution par les navires et sur les produits chimiques dangereux; le Règlement sur le contrôle et la gestion de l'eau de ballast; le Règlement sur l'intervention environnementale. Tous ces règlements découlent de la *Loi de 2001 sur la Marine marchande du Canada*. Ils devront aussi être familiers avec les conventions MARPOL et SOLAS.


Les candidats devront aussi avoir accès à des livres de stabilité et d'architecture navale.

Les candidats doivent prévoir 60 heures de travail pour compléter le questionnaire. La partie portant sur les lois et règlements est évaluée à 20 heures de travail, alors que celles sur la stabilité et la construction peuvent prendre jusqu'à 40 heures de travail. Lorsque le questionnaire est complété, il doit être présenté à un examinateur de la Sécurité maritime pour être évalué.

1.2. Objectifs

Les objectifs de ce guide d'apprentissage sont d'acquérir des connaissances de base pertinentes à leur futur emploi sur les sujets suivants :

- a) la réglementation canadienne appliquée à la prévention de la pollution sur les grands lacs et autres eaux intérieures canadiennes;
- b) les conventions de l'OMI liées à la protection de l'environnement marin et à la sauvegarde de la vie humaine en mer;
- c) l'utilisation des tables hydrostatiques et des données sur la stabilité d'un navire;
- d) les principes fondamentaux de l'étanchéité et les actions à prendre en cas de perte partielle de flottabilité;
- e) les principaux éléments de la structure d'un navire.

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 6 de 76
LOIS ET RÉGLEMENTS CANADIENS		Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 2 Révision n° 01

2. Lois et règlements maritimes

2.1. Réglementation canadienne

2.1.1. Lois et règlements

L'industrie du transport maritime est fortement réglementée, et ce dans presque tous ses aspects. Parmi les textes de loi les plus importants pour les activités de transport maritime, notons : *La Loi sur le pilotage*, la *Loi sur la sûreté du transport maritime*, la *Loi sur la protection des eaux navigables* et la *Loi sur la marine marchande du Canada*, pour n'en citer que quelques unes. C'est la *Loi de 2001 sur la marine marchande du Canada* (LMMC2001) qui encadre de façon large les activités maritimes et en régle le plus grand nombre d'aspects

La mise en œuvre des nombreux éléments contenus dans la Loi est assurée par les différents règlements. Ces règlements sont appelés législation subordonnée puisqu'ils dérivent de la loi appropriée qui leur sert de référence. C'est pourquoi on retrouve souvent la notation : « La loi de 2001 sur la marine marchande du Canada et ses règlements ».

Il existe différents règlements subordonnés aux diverses lois qui s'appliquent au transport maritime. Parmi ceux-ci on retrouve notamment : le *Règlement sur le personnel maritime*, le *Code canadien du travail*, le *Règlement sur la prévention de la pollution par les navires et sur les produits chimiques dangereux*; le *Règlement sur le contrôle et la gestion de l'eau de ballast*; le *Règlement sur l'intervention environnementale* pour n'en nommer que quelques-uns.

2.1.2. Le processus d'adoption des lois et des règlements canadiens

Pour mieux comprendre la portée des différents textes de loi, il est important d'avoir une connaissance minimale du processus législatif au Canada.


Au Canada les projets de loi deviennent lois en suivant un processus comprenant plusieurs étapes.

Le projet de loi est déposé, selon le cas, soit à la chambre des communes, soit au Sénat pour franchir les étapes de la première, de la deuxième et de la troisième lecture. Une fois que l'étape de la troisième lecture a été franchie le projet de loi est envoyé au Sénat pour y être analysé et adopté par les sénateurs. Finalement, la dernière étape est celle de la sanction royale qui est donnée par le Gouverneur général du Canada au nom de la reine. Le projet de loi devient une loi à ce moment.

Les règlements assurant la mise en œuvre des lois suivent aussi une procédure bien définie appelée le processus réglementaire. Le projet de règlement doit franchir les étapes suivantes :

2.1.2.a. Conception et élaboration

Cette étape vise à démontrer la nécessité de la mise en place d'un règlement et à envisager quelles en seront les principales conséquences.

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 7 de 76
	LOIS ET RÉGLEMENTS CANADIENS	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 2 Révision n° 01

2.1.2.b. Rédaction du règlement

L'élaboration d'un projet de règlement peut être plus ou moins long dépendamment des parties concernées et des impacts du règlement et il doit se faire en accord avec la politique de réglementation en vigueur.

2.1.2.c. Examen et évaluation préliminaire

À cette étape, le règlement est analysé finement par les instances autorisées que sont le greffier du Conseil privé et le sous-ministre de la Justice. C'est à cette étape que l'on vérifie notamment que le règlement n'entre pas en conflit avec une autre loi, par exemple.

2.1.2.d. Approbation du ministre pour la publication préalable

2.1.2.e. Examen de la publication préalable

Cette étape est assurée par le Secrétariat de la réglementation et des décrets du Conseil (SRDC) et par le Conseil du Trésor.

2.1.2.f. Publication préalable dans la Gazette du Canada, partie 1

Cette étape comprend une période de commentaires permettant aux divers groupes intéressés de commenter le règlement une dernière fois.

2.1.2.g. Préparation d'un projet de règlement final

Le ministère de la justice présente le projet final au Conseil du Trésor incluant les modifications apportées suite aux commentaires reçus.

2.1.2.h. Examen final par le SRDC et le Conseil du Trésor

2.1.2.i. Établissement, enregistrement, publication dans la Gazette du Canada Partie II, distribution du règlement


Après cette étape le règlement peut s'appliquer.

2.1.2.j. Examen parlementaire

La vérification de l'application du règlement est assurée par le comité mixte d'examen de la réglementation.

2.1.3. Mise en œuvre des conventions internationales dont le Canada est signataire

Au niveau mondial, c'est l'Organisation maritime internationale (OMI) qui est chargée de l'élaboration des différentes conventions internationales ayant trait au transport maritime. Le

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 8 de 76
LOIS ET RÉGLEMENTS CANADIENS		Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 2 Révision n° 01

Canada est signataire de certaines de ces conventions. Parmi les plus connues, notons la *Convention internationale sur la prévention de la pollution par les navires* (MARPOL), la *Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer* (SOLAS) et la *Convention internationale sur les lignes de charge*. Les conventions internationales s'appliquent aux pays signataires dans la mesure où ces derniers intègrent le contenu de ces textes dans leurs propres documents légaux. Sans cette appropriation du contenu des conventions par les pays signataires, elles n'ont alors pas force de loi. C'est pourquoi bon nombre de règlements canadiens se réfèrent aux conventions internationales. Il faut aussi savoir que, parfois, certaines sections des conventions ne sont pas ratifiées par le Canada. Soit parce qu'elles sont trop complexes à mettre en application à l'heure actuelle ou encore parce que le pays possède déjà des exigences supérieures aux standards internationaux. C'est le cas, notamment, pour la convention MARPOL tandis que la convention SOLAS s'applique intégralement. Pour sa part, la mise en œuvre de la convention internationale sur les lignes de charge est assurée par le biais des règlements canadiens sur les lignes de charge découlant de la LMMC.

2.1.4. Les différents règlements maritimes canadiens

Tel que mentionné précédemment, la LMMC 2001 est l'une des lois qui régit les activités du transport maritime au Canada. Cette loi a fait l'objet d'une révision en 2001. La LMMC de 2001 étant liée à plusieurs règlements différents, qui en découlent, et qui assurent l'application des thèmes plus spécifiques de la loi. Plusieurs d'entre eux ont été ou sont en voie d'être révisés. Nous en présentons ici quelques-uns.

2.1.4.a. Règlement sur la prévention de la pollution par les navires et sur les produits chimiques dangereux (Règlement sur la pollution de l'air) :


La convention internationale MARPOL comporte des dispositions sur la pollution de l'air par les émissions atmosphériques des navires. Étant donné que le Canada n'a pas ratifié cette annexe, les exigences applicables sont celles prévues dans le *Règlement sur la pollution de l'air*.

Ce règlement ne porte actuellement que sur la couleur (indicateur de la densité) de la fumée émise par un navire lorsque ce navire se trouve en eaux canadiennes à moins d'un mille de la terre.

Les densités de fumée autorisées sont spécifiées dans le règlement et sont indiquées en pourcentage de noircissement de l'espace. On se sert de la carte des fumées du ministère des Transports ou d'une carte comparable sur laquelle de minuscules points noirs ou de fines lignes représentent ces pourcentages de noircissement.

Un navire qui se trouve dans la zone d'application du règlement ne peut donc pas émettre une fumée d'une densité supérieure à celle autorisée par le règlement sauf s'il se trouve dans un des cas d'exceptions suivants :

- lors de l'allumage de nouveaux feux;
- lors du nettoyage des foyers ou de l'évacuation de la suie, lorsque le navire ne fait pas route;
- lors du désarmement du navire;
- en cas de dérangement de l'installation de combustion;

	Transports Canada	Date de diffusion :	Juillet 2006	Réf. : TP-14609F
	Sécurité maritime	Approuvé par :	AMSP	Page : 9 de 76
LOIS ET RÉGLEMENTS CANADIENS	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW			Chapitre 2 Révision n° 01

– en cas de difficultés de navigation obligeant à forcer l'installation de combustion.

Dans ces situations, le dégagement de fumée est permis si, et seulement si, toutes les précautions ont été prises pour réduire au minimum le dégagement de fumée.

2.1.4.b. Règlement sur la prévention de la pollution par les navires et sur les produits chimiques dangereux (Règlement sur les substances polluantes) :

Tel que mentionné précédemment, la pièce maîtresse de réglementation concernant la prévention de la pollution par les navires, est la convention MARPOL. Le Canada a intégré ces dispositions de la convention relatives aux substances polluantes dans la LMMC 2001.

2.1.4.c. Règlement sur la prévention de la pollution par les navires et sur les produits chimiques dangereux (Règlement sur les rapports relatifs au rejet de polluants) :

Au Canada, le contrôle du rejet à la mer de substances polluantes est régi par un règlement découlant de la LMMC 2001 qui est le *Règlement sur les rapports relatifs au rejet de polluants*.

Ce règlement s'applique aux navires canadiens où qu'ils soient et aux navires non canadiens qui se trouvent dans les eaux de compétence canadienne et y compris une zone de contrôle de la sécurité de la navigation désignée en vertu du paragraphe 11 (1) de la *Loi sur la prévention des eaux arctiques*.

Certains navires sont exemptés de cette réglementation. Ce sont les navires de guerre, les navires de guerre auxiliaires et les navires appartenant à un État ou exploités par un État et utilisés exclusivement à des fins gouvernementales et non commerciales.


Ce règlement précise que, en cas de rejet ou de probabilité de rejet d'une substance polluante, le capitaine du navire est tenu de produire un rapport sur l'événement. Advenant le cas où le capitaine du navire ne produit pas le dit rapport pour quelque raison que ce soit, c'est le propriétaire du navire qui doit le faire dès qu'il est informé de la situation.

2.1.4.d. Le règlement sur la prévention de la pollution par les hydrocarbures

Ce règlement encadre les activités de manutention, de transport et de stockage d'hydrocarbures à bord des navires. On y trouve notamment une liste des documents qui doivent être tenus à bord des navires transportant des hydrocarbures, que ce soit en cargaison ou comme combustible.

Ce règlement encadre également les opérations de transbordement à bord des navires en fonction des aspects suivants :

- communications;
- éclairage;

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 10 de 76
LOIS ET RÈGLEMENTS CANADIENS		Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 2 Révision n° 01

- tuyaux de transbordement;
- installations de réception et raccords de jonction de déchargement normalisés;
- surveillance des opérations de transbordement à bord des navires;
- fonctions des surveillants des opérations de transbordement à bord des navires;
- situations d'urgence.

Le registre des hydrocarbures est l'une des pièces maîtresse à avoir, en tout temps, à bord des navires auxquels s'applique le règlement.

La forme du registre des hydrocarbures (parties I et II) est établie à l'appendice III de l'annexe I de la convention MARPOL.

Le registre des hydrocarbures est conservé à bord pendant une période de trois ans suivant la date de la dernière inscription et doit, pendant cette période, être disponible à des fins d'inspection.


Ce registre des hydrocarbures est divisé en deux parties :

- Partie I
Opérations dans la tranche des machines. Cette partie du registre est obligatoire pour tous les pétroliers d'une jauge brute supérieure ou égale à 150 tonneaux et pour tout autre navire d'une jauge brute égale ou supérieure à 400 tonneaux transportant des hydrocarbures comme combustible ou comme cargaison.
- Partie II
Opérations concernant la cargaison et le ballast. Cette partie du registre des hydrocarbures doit être tenue à bord de tous les pétroliers d'une jauge brute de 150 tonneaux et plus.

En plus du registre des hydrocarbures, le *Règlement sur la prévention de la pollution par les hydrocarbures* spécifie que les pétroliers d'une jauge brute égale ou supérieure à 150 tonneaux et tout autre navire d'une jauge brute égale ou supérieure à 400 tonneaux qui transporte des hydrocarbures comme combustible ou cargaison conservent à bord dans leur version française ou anglaise :

a) L'un des documents suivants :

- un certificat canadien de prévention de la pollution par les hydrocarbures, s'il s'agit d'un navire canadien effectuant des voyages exclusivement dans les eaux de compétence canadienne;
- un certificat international de prévention de la pollution par les hydrocarbures, s'il s'agit, selon le cas :
 - d'un navire canadien n'effectuant pas des voyages exclusivement dans les eaux de compétence canadienne,

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 11 de 76
LOIS ET RÉGLEMENTS CANADIENS		Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 2 Révision n° 01


- d'un navire non canadien immatriculé dans un État signataire de la *Convention sur la pollution des mers* effectuant des voyages dans les eaux de compétence canadienne,
 - un certificat de conformité, s'il s'agit d'un navire auquel la *Convention sur la pollution des mers* ne s'applique pas et qui effectue des voyages dans les eaux de compétence canadienne;
- b) Le cas échéant, un certificat d'essai de l'équipement suivant :
- un séparateur d'eau et d'hydrocarbures à 100 ppm ou le matériel de filtrage d'hydrocarbures à 15 ppm,
 - un dispositif de traitement,
 - un détecteur d'hydrocarbures (tranche des machines),
 - un détecteur d'hydrocarbures (tranche des citernes à cargaison des pétroliers),
 - un détecteur d'interface hydrocarbures-eau (pétroliers);
- c) Un manuel d'exploitation des systèmes suivants:
- un dispositif de surveillance continue et de contrôle des rejets d'hydrocarbures (pétroliers),
 - un système de lavage au pétrole brut (dans le cas des pétroliers de brut d'un port en lourd égal ou supérieur à 20 000 tonnes métriques);
- d) Les renseignements et les données visés aux alinéas a) et b) du paragraphe (5) de la règle 25 de l'annexe I de la *Convention sur la pollution des mers* (pétroliers).

2.1.4.d.(i) Équipement obligatoire de retenue en cas de fuite

Le Règlement sur la prévention de la pollution par les navires et sur les produits chimiques dangereux (*Règlement sur la prévention de la pollution par les hydrocarbures*) comporte aussi une section présentant les exigences applicables à la construction des navires et des équipements obligatoires. L'une des exigences particulières de ce règlement concerne les conteneurs et les ponts fermés pour les opérations de mazoutage. Tous les navires de jauge brute égale ou supérieure à 100 tonneaux doivent être équipés d'un conteneur ou d'un pont fermé capable de retenir les fuites ou les déversements d'hydrocarbures qui peuvent survenir pendant le soutage du combustible ou de l'huile de graissage en vrac.

La capacité minimale de ces dispositifs de retenue est établie à :

- au moins 0.08 m³ pour les navires de jauge brute inférieure à 400 tonneaux;

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 12 de 76
LOIS ET RÉGLEMENTS CANADIENS		Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 2 Révision n° 01

– au moins 0.16 m³ pour les navires de jauge brute égale ou supérieure à 400 tonneaux.

Certaines exemptions à ce règlement existent. Ainsi, les navires munis d'un système de débordement qui empêche le rejet d'hydrocarbures sur le pont découvert et les navires dont les soutes sont habituellement remplies par un camion qui est muni d'un tuyau de soutage d'un diamètre intérieur d'au plus 51 mm avec un bec à arrêt automatique sont exemptés de cette partie du règlement portant sur les dispositifs de retenue.

2.1.4.d.(ii) Rejets d'hydrocarbures et de mélanges d'hydrocarbures

La partie III du *Règlement sur la prévention de la pollution par les hydrocarbures* s'intitule *Rejets d'hydrocarbures et de mélanges d'hydrocarbures*. Elle présente les interdictions générales et les exceptions concernant le rejet de telles substances.

De façon générale, l'énoncé d'application de la loi est le suivant : « Il est interdit à tout navire de rejeter à la mer des hydrocarbures ou des mélanges d'hydrocarbures dans les eaux relevant de compétence canadienne. » Les eaux de compétence canadienne sont divisées en différentes zones auxquelles se rattachent différentes restrictions concernant le rejet d'hydrocarbures.

Eaux de compétence canadienne

La mer territoriale du Canada est la zone maritime comprise entre la ligne de base déterminée selon l'article 5 et :

- a) soit la ligne dont chaque point est à une distance de 12 milles marins du point le plus proche de la ligne de base;
- b) soit pour toute partie de la mer territoriale ayant fait l'objet d'une liste de coordonnées géographiques de points établis sous le régime du sous alinéa 25a) (ii), les géodésiques reliant ces points.

Les eaux canadiennes


Les eaux de la zone économique exclusive du Canada est celle adjacente à la mer territoriale qui est comprise entre la limite extérieure de celle-ci et :

- a) La ligne dont chaque point est à 200 milles marins du point le plus proche de la ligne de base de la mer territoriale, ou toute partie de la zone économique exclusive ayant fait l'objet d'une liste de coordonnées géographiques de points établis sous le régime du sous alinéa 25a) (ii), les géodésiques reliant ces points.

- b) Eaux intérieures

Les eaux intérieures du Canada sont les eaux situées en deçà de la ligne de base de la mer territoriale.

- c) Eaux de la section I

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 13 de 76
LOIS ET RÉGLEMENTS CANADIENS		Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 2 Révision n° 01

Les eaux de la section I regroupent les zones de pêche 1, 2 et 3 ainsi que les eaux intérieures qui ne se trouvent pas dans une zone de contrôle de la sécurité de la navigation.

d) Eaux de la section II

La mer territoriale et les parties des zones de pêche 4,5 et 6 qui ne se trouvent pas dans une zone de contrôle de la sécurité de la navigation.

e) Eaux internes

L'ensemble des fleuves, rivières, lacs et autres plans d'eau douce du Canada, y compris la partie du Saint-Laurent délimitée vers la mer, par les lignes droites joignant :

- Cap-des-Rosiers à la pointe extrême ouest de l'île d'Anticosti;
- l'île d'Anticosti à la rive nord du Saint-Laurent suivant le méridien de soixante-trois degrés de longitude ouest.

Il faut aussi considérer les concepts suivants :

– Zone de contrôle de la sécurité de la navigation

Les zones des eaux arctiques indiquées dans l'annexe II et décrites dans l'annexe I sont prescrites à titre de zones de contrôle de la sécurité de la navigation.

– Zones de pêche 1, 2 et 3

Les zones de pêche du Canada sont les zones maritimes adjacentes à la côte canadienne qui sont désignées comme telles par la *Loi sur les Océans* et le *Décret sur les zones de pêche du Canada*.

– Zones spéciales

Telles que mentionnées dans la convention MARPOL (voir section sur l'annexe I de MARPOL).

Évidemment, l'interdiction formelle est levée si le navire se trouve dans une situation extrême où le rejet d'hydrocarbures est inévitable ou nécessaire à la sauvegarde de la stabilité du navire par exemple. C'est à l'article 29 de la loi que l'on retrouve les cas d'exception suivants :

- le rejet est nécessaire pour éviter la perte immédiate d'un navire ou pour sauvegarder des vies humaines;

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 14 de 76
LOIS ET RÉGLEMENTS CANADIENS		Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 2 Révision n° 01

- un rejet se produit à la suite d'un accident maritime qui a endommagé le navire ou son équipement sauf si l'accident ne survient pas à la suite d'une action qui ne s'inscrit pas dans la pratique ordinaire des marins;
- il s'agit d'une fuite mineure et inévitable qui s'est produite à la suite du fonctionnement d'une pièce mécanique immergée;
- un rejet est effectué aux fins de recherche scientifiques visant la lutte contre la pollution conformément à une permission donnée à cette fin par l'autorité compétente.

Concrètement, dans une situation normale, un navire peut rejeter à la mer un mélange d'hydrocarbure d'au plus 5 ppm dans les eaux de la section I si les circonstances suivantes sont réunies :


- le navire a de l'erre;
- le mélange d'hydrocarbures ne doit pas provenir des bouchains de la salle des pompes de la cargaison et ne doit pas être mélangé à des résidus de la cargaison contenant des hydrocarbures;
- le rejet est traité au moyen d'un matériel de filtrage d'hydrocarbures qui produit un effluent non dilué ayant une teneur en hydrocarbures d'au plus 15 ppm et qui déclenche une alarme et un dispositif d'arrêt des rejets dès que :
 - l'effluent dépasse 5 ppm lorsque qu'il est rejeté dans les eaux internes du Canada,
 - 15 ppm lorsque l'effluent est rejeté dans les zones de pêche 1, 2, ou 3 ou dans les eaux intérieures qui ne comprennent pas les eaux internes du Canada;
- le rejet ne contient pas de produit chimique ou de substance ajoutée pour empêcher la détection de concentrations d'hydrocarbures supérieures aux teneurs limites en hydrocarbures autorisées par le règlement.

2.1.4.d.(iii) Plan d'urgence

Si malgré toutes les précautions mentionnées, un incident survient, le plus important est de pouvoir réagir rapidement et efficacement. C'est pourquoi le Règlement sur la prévention de la pollution par les navires et sur les produits chimiques dangereux (*Règlement sur la prévention de la pollution par les hydrocarbures*) exige que les navires possèdent des plans d'urgence de bord contre la prévention de la pollution par les hydrocarbures.

L'objectif d'un tel plan d'urgence est de permettre à l'effectif du navire de pouvoir prendre toutes les mesures nécessaires pour minimiser ou corriger les effets d'une situation d'urgence qui surviendrait au cours d'une opération de transbordement d'hydrocarbures.

Ce plan d'urgence doit être approuvé par le ministère des Transports. Il doit aussi être tenu à bord de tous les pétroliers d'une jauge brute égale ou supérieure à 150 tonneaux de même qu'à bord de

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 15 de 76
LOIS ET RÉGLEMENTS CANADIENS		Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 2 Révision n° 01

tout autre navire de jauge brute supérieure ou égale à 400 tonneaux se trouvant dans les eaux de compétence canadienne.

2.2. Réglementation internationale, conventions de l'OMI

Les différents pays signataires des conventions internationales s'engagent à respecter les exigences des conventions en les intégrant dans leurs textes juridiques respectifs.

Parmi les conventions internationales dont le Canada est signataire, deux sont particulièrement importantes pour les activités de transport maritime : la *Convention internationale sur la prévention de la pollution par les navires* (MARPOL) et la *Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer* (SOLAS).

2.2.1. La convention MARPOL

La convention MARPOL est divisée en plusieurs annexes correspondant chacune à un type de pollution.

Annexe I : Règles relatives à la prévention de la pollution par les hydrocarbures

Annexe II : Règles relatives à la prévention de la pollution par les substances liquides nocives transportées en vrac

Annexe III : Règles relatives à la prévention de la pollution par les substances nuisibles transportées par mer en colis ou dans des conteneurs, des citernes mobiles, des camions-citernes ou des wagons-citernes

Annexe IV : Règles relatives à la prévention de la pollution par les eaux usées des navires

Annexe V : Règles relatives à la prévention de la pollution par les ordures des navires

Annexe VI : Règles relatives à la prévention de la pollution de l'air par les navires

Seules les annexes I et II doivent obligatoirement être ratifiées par les pays signataires. Le Canada, en plus de ces deux annexes, a également ratifié l'annexe III.

2.2.1.a. Application

Chacune des annexes de la convention spécifie à quels navires s'appliquent les règles édictées dans une section intitulée application. De façon globale, les exigences de la convention s'appliquent à tous les navires battant pavillon d'un pays signataire de la convention ou encore qui sont exploités sous l'autorité de l'un des ces pays signataires.

La convention MARPOL ne s'applique jamais aux navires de guerre, aux navires de guerre auxiliaires ni aux navires appartenant à un État ou exploités par un État et utilisés exclusivement à des fins gouvernementales et non commerciales.

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 16 de 76
LOIS ET RÉGLEMENTS CANADIENS		Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 2 Révision n° 01

2.2.1.b. Concept de zones spéciales

La mission de l'OMI est d'assurer la sécurité et la préservation de tous les océans par le biais des différentes conventions. Cependant, certaines régions et environnements marins étant plus sensibles que d'autres, des dispositions particulières sont parfois intégrées aux textes.

Par exemple, le concept de zones spéciales a été introduit dans la convention MARPOL afin de protéger certaines zones particulièrement vulnérables. Ce concept de zones spéciales fait partie de l'annexe I de la convention portant sur la pollution par les hydrocarbures et est défini de la façon suivante : une zone spéciale est une zone marine reconnue selon des critères techniques liés à leur condition océanographique, écologique et au caractère particulier du trafic qui y a lieu, comme devant bénéficier de moyens particuliers pour en assurer l'intégrité. C'est à la règle 10 de l'annexe I de la convention que sont listées toutes les zones spéciales. Elles sont la mer Méditerranée, la mer Baltique, la mer Noire, la mer Rouge, le Golfe Persique, le Golfe d'Aden et la zone Antarctique.


En plus d'établir quelles sont les zones spéciales, les dispositions prévues à l'annexe 1 de la convention MARPOL visent aussi à établir les procédures valides en cas de rejet d'hydrocarbures, qu'il soit autorisé ou accidentel, de même qu'à préciser les situations d'interdiction de rejet. La convention exige aussi qu'un plan d'urgence soit élaboré ainsi que les documents officiels requis à bord du navire

Concernant le rejet à la mer des hydrocarbures et des mélanges d'hydrocarbures selon le type de navire c'est à la règle 9 de l'Annexe I que se retrouvent les précisions.

Tout d'abord la première condition s'applique peu importe le type de navire assujetti à la convention. Cette condition est la suivante : le navire ne doit en aucun cas se trouver dans une zone spéciale, dans ces zones aucun rejet n'est autorisé.

Il existe aussi certaines dispositions qui varient selon le type de navire. Par exemple, les pétroliers doivent respecter les conditions suivantes pour pouvoir rejeter à la mer un mélange d'hydrocarbures :

- le navire se trouve à plus de 50 milles nautiques de la terre la plus proche;
- le navire a de l'erre;
- la quantité totale d'huile rejetée ne dépasse pas 1/15 000 de la quantité totale du cargo d'où provient le résidu huileux pour les navires mis en service avant 1980. Pour les navires mis en service mis en service à partir de 1980, le taux ne doit pas dépasser 1/30 000;
- le navire a en fonction un appareil de surveillance et de contrôle des rejets d'hydrocarbures et un réservoir de retenue du mélange d'huile.

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 17 de 76
	LOIS ET RÉGLEMENTS CANADIENS	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 2 Révision n° 01

Les navires, autres que les pétroliers dont la jauge brute est égale ou supérieure à 400 tonneaux, peuvent rejeter un mélange d'hydrocarbures provenant des bouchains de la tranche des machines dans la mesure où les conditions suivantes sont réunies :

- le navire a de l'erre;
- la concentration d'hydrocarbure de l'effluent non dilué n'exécède pas 15 ppm;
- le navire a, en opération, tous les équipements requis en fonction de son tonnage, de sa date d'entrée en service et des systèmes qui se trouvent à bord. Ces différentes pièces d'équipement sont précisées à la règle 16 de l'Annexe I de la convention MARPOL.

Dans le cas d'un navire de moins de 400 tonneaux de jauge brute, autre qu'un pétrolier, et se trouvant à l'extérieur d'une zone spéciale, l'Administration doit s'assurer qu'il est équipé, dans la mesure du possible, d'installations permettant l'entreposage des résidus huileux à bord et leur transfert vers des installation de réception des résidus huileux ou vers la mer conformément aux dispositions prévues dans la convention MARPOL.

Si jamais des traces visibles d'huile sont observées sous la surface ou à la surface de l'eau dans l'entourage immédiat du navire ou dans son sillage, les gouvernements signataires de la Convention doivent, dans la mesure où ils sont habilités à le faire, enquêter sur les causes du déversement afin de vérifier s'il y a eu contravention aux règles de la Convention.


Les précisions de l'annexe I concernant le rejet à la mer des hydrocarbures et des mélanges d'hydrocarbures ne s'appliquent pas au rejet des eaux de ballasts propres ou des mélanges eau hydrocarbures qui, non traitées, ont une teneur en huile n'excédant pas 15 ppm et qui ne proviennent pas des bouchains de la salle des pompes de la cargaison ni n'ont été mélangés à d'autres résidus de cargaison.

En aucun cas le rejet à la mer ne doit contenir de produits chimiques ou substances qui sont nuisibles à l'environnement marin ni de produits chimiques ou substances utilisées aux fins de contourner les conditions spécifiées dans la convention qui autorisent le rejet de mélange d'hydrocarbures.

Les résidus huileux qui ne peuvent pas être rejetés à la mer en vertu des dispositions de la convention MARPOL doivent être retenus à bord ou transférés dans des installations conçues à cet effet.

Bien entendu, en cas de force majeure, le rejet à la mer d'hydrocarbures ou d'un mélange d'hydrocarbures peut être autorisé. Ces cas d'exception sont les suivants :

- lorsque le rejet est nécessaire pour préserver la sécurité du navire et la sauvegarde de vies humaines;

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 18 de 76
LOIS ET RÉGLEMENTS CANADIENS		Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 2 Révision n° 01


- lorsque le rejet à la mer résulte d'un dommage au navire ou de son équipement, si la preuve peut être faite que :
 - toutes les précautions raisonnables ont été prises après le déversement ou après la découverte du déversement pour en prévenir et en minimiser les effets;
 - ni le propriétaire du navire, ni le capitaine n'ont causé intentionnellement le bris, ou fait preuve de négligence en sachant qu'un bris pourrait en résulter;
 - le rejet peut être autorisé si la substance contenant de l'huile est déversée par les autorités dans le but de combattre un type de pollution spécifique. Tout rejet de ce type doit faire l'objet d'une approbation préalable du gouvernement du pays dans lequel s'est produit le déversement.

2.2.1.c. Les citernes de retenue des résidus huileux

Certains navires doivent être munis de citernes de retenue de l'huile usée résultant du traitement des résidus huileux de la salle des machines. C'est la règle 17 de l'Annexe I de la convention MARPOL qui spécifie les exigences à ce sujet. Tous les navires d'une jauge brute supérieure ou égale à 400 tonneaux doivent être équipés d'un réservoir de retenue de l'huile usée. Cette citerne doit être d'une capacité suffisante compte tenu du type de machinerie à bord et de la durée des voyages prévus pour le navire. Les résidus d'huile provenant de fuites des machines et des différents systèmes (huile de graissage et combustible) y sont entreposés avant d'être séparés des eaux puis, déchargés par la suite.

Les résidus huileux des navires qui résultent du processus de traitement du mélange d'eau huileuse, doivent être acheminés dans des installations de réception spécialement conçues à cette fin. La convention MARPOL spécifie, à la règle 12 de l'Annexe I, quels sont les endroits où doivent se trouver de telles installation de réception des résidus huileux des navires comme suit :

- Dans tous les ports et terminaux dans lesquels du pétrole brut est chargé à bord de navires pétroliers lorsqu'un tel navire arrive d'un voyage à lège ayant duré moins de 72 heures ou ayant parcouru une distance de moins de 1200 milles nautiques;
- Dans tous les ports et terminaux dans lesquels des hydrocarbures autres que du pétrole brut en vrac sont chargés à une quantité moyenne de plus de 1000 tonnes métriques par jour;
- Dans tous les ports ayant un chantier de réparation navale ou des installations de nettoyage de cales;
- Dans tous les ports accueillant des navires équipés de citerne de retenue des résidus d'huile usée;
- Tous les ports doivent être équipés en conséquence pour recueillir les eaux huileuses et autres résidus ne pouvant être déchargés conformément aux règles de l'Annexe I de MARPOL;
- Tous les ports de chargement de cargaison en vrac doivent être équipés en conséquence pour recueillir les résidus huileux des navires de cargaison générale ne pouvant pas être déchargés conformément aux règles de l'Annexe I de MARPOL.

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 19 de 76
	LOIS ET RÈGLEMENTS CANADIENS	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 2 Révision n° 01

2.2.1.d. Annexe II : Transport de marchandises dangereuses en vrac

L'annexe II de la convention MARPOL précise les exigences spécifiques ayant trait au transport des marchandises dangereuses en vrac. L'une de ces exigences est celle décrivant l'obligation de tenir à bord du navire un registre de la cargaison. Ce registre est obligatoire pour tous les navires transportant des produits nocifs en vrac auxquels s'applique la convention MARPOL.

Ce registre doit contenir les informations concernant les opérations de chargement, de déchargement et de ballastage, et ce pour chacun des réservoirs pris individuellement, à toutes les fois que l'une des opérations suivantes a lieu :

- Chargement de cargaison
- Transfert de cargaison dans le navire
- Déchargement de cargaison
- Nettoyage des réservoirs
- Ballastage des réservoirs
- Déchargement des eaux de lest provenant des réservoirs de cargaison
- Déchargement des résidus vers une unité de réception
- Rejet à la mer ou rejet par ventilation de certains résidus autorisés à la règle IV de l'annexe II de MARPOL


Le registre sert aussi à noter tout incident de déversement accidentel de même que toute vérification faite par un inspecteur.

2.2.1.e. L'annexe III : Règles relatives à la prévention de la pollution par les substances nuisibles transportées par mer en colis, ou dans des conteneurs, des citernes mobiles, des camions-citernes ou des wagons-citernes

Le transport des substances nuisibles en colis, relève de l'annexe III de la convention MARPOL. Cette annexe est très succincte et ses prescriptions visent principalement l'entreposage des produits et leur étiquetage.

Tous les paquets doivent être identifiés conformément aux prescriptions énoncées dans la règle 3 de l'annexe III. Les deux principales règles d'étiquetage sont les suivantes :

- Les paquets contenant des produits nocifs doivent être identifiés de façon durable avec le nom technique du produit. Si la substance est un polluant marin, cela doit aussi être indiqué. L'identification doit aussi être appuyée si possible par le numéro de code officiel des Nations Unies de la substance.
- La méthode employée pour identifier la substance nuisible doit pouvoir résister jusqu'à une période de 3 mois d'immersion dans l'eau. À cette fin, le matériel utilisé pour le marquage et la surface d'identification doit être prévu en conséquence.

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 20 de 76
	LOIS ET RÉGLEMENTS CANADIENS	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 2 Révision n° 01

Dans tous les documents relatifs au transport des marchandises dangereuses dans lesquels ces substances sont nommées, le nom technique approprié de chacune des substances doit être employé (le nom de commerce seul de la substance ne peut pas être utilisé) et la substance doit aussi porter la mention « polluant marin ».

Les documents d'expédition fournis par l'expéditeur doivent inclure ou être accompagnés d'un certificat signé ou d'une déclaration attestant que l'emballage a été fait correctement en vue du transport et a été étiqueté de façon appropriée afin de minimiser les risques de dommages à l'environnement marin.

Tout navire transportant des substances dangereuses doit avoir à bord une liste officielle des substances nocives qui se trouvent à bord et qui précisent leur localisation. Un plan de chargement détaillé exposant la localisation à bord de chacune des substances peut être utilisée à cet effet. Il est important que des copies de ces documents soient conservées à terre par le propriétaire du navire ou son représentant jusqu'à ce que la marchandise en question ait été déchargée. Une copie de la liste des produits doit aussi être préparée pour remettre, avant le départ, à la personne en charge du contrôle par l'État du port.


Pour de plus amples renseignements, le *code IMDG (code maritime international des marchandises dangereuses)* contient des renseignements et procédures détaillées concernant le transport maritime des marchandises dangereuses.

2.2.1.f. L'Annexe IV : Prévention de la pollution par les eaux usées

Les exigences concernant le traitement et le rejet des eaux usées des navires relèvent de l'annexe IV de la convention MARPOL. Ces spécifications concernent la gestion des rejets autorisés et les différents équipements et documents requis.

Les dispositions de cette Annexe de la convention s'appliquent aux navires suivants :

- les nouveaux navires d'une jauge brute supérieure ou égale à 200 tonneaux;
- les nouveaux navires d'une jauge brute inférieure à 200 tonneaux certifiés pour transporter plus de 10 personnes;
- les navires existants d'une jauge brute supérieure ou égale à 200 tonneaux, 10 ans après la date d'entrée en vigueur de l'annexe IV;
- les navires existants d'une jauge brute inférieure à 200 tonneaux qui sont certifiés pour transporter plus de 10 personnes, 10 ans après l'entrée en vigueur de l'Annexe IV;
- les navires existant dont la jauge brute n'a pas été mesurée et qui sont certifiés pour le transport de plus de 10 personnes, 10 ans après la date d'entrée en vigueur de l'Annexe IV.

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 21 de 76
	LOIS ET RÉGLEMENTS CANADIENS	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 2 Révision n° 01

De façon générale, le rejet des eaux usées est interdit. Les cas d'exception sont définis à la règle 8 de cette Annexe IV :


- le navire décharge des eaux usées neutralisées et désinfectées en utilisant un système de traitement approuvé par l'autorité compétente, et ce, à une distance de plus de 4 miles nautiques de la terre la plus proche;
- le navire décharge des eaux usées non neutralisées et non traitées à au moins 12 miles nautiques de la terre la plus proche. Dans ce cas, on doit pouvoir démontrer que les eaux usées ont été contenues dans des réservoirs septiques et qu'elles ne sont pas déchargées instantanément, mais de façon graduelle lorsque le navire a de l'erre et avance à une vitesse d'au moins 4 nœuds. Le taux de déchargement doit aussi être approuvé par les autorités conformément aux exigences de l'OMI et en fonction des systèmes utilisés à bord des navires;
- le navire a en opération un système approuvé de traitement des eaux usées qui a été certifié par les autorités comme étant conforme aux exigences de la convention MARPOL. à la règle III. Dans un tel cas :
 - les tests effectués sur le système sont mentionnés dans le certificat international de prévention de la pollution par les eaux usées;
 - l'effluent ne doit pas contenir de dépôts solides flottants, ni produire une décoloration de l'eau environnante;
 - le navire n'est pas situé dans les eaux sous la juridiction d'un État dans lequel le rejet des eaux usées relève d'une réglementation moins sévère que les dispositions de la convention MARPOL.

Comme dans les autres règlements concernant la pollution par les rejets des navires, cette interdiction générale ne s'applique pas dans les cas de force majeures tels que :

- lorsque le rejet des eaux usées est nécessaire pour assurer la sécurité du navire et des passagers ou la sauvegarde de la vie en mer;
- lorsque le rejet des eaux usées à la mer résulte d'une avarie au navire ou de son équipement, si toutes les précautions ont été prises avant et après l'incident afin de prévenir et de minimiser le rejet en question.

Note : La réglementation canadienne concernant la pollution par les eaux d'égout et les eaux usées diffère de celle des conventions internationales. Le Canada a adopté à cet effet trois règlements qui encadrent cet aspect de la pollution. Ce sont :

- *Règlement sur la prévention de la pollution des Grands lacs par les eaux d'égout*
- *Règlement sur prévention de la pollution par les eaux usées des embarcations de plaisance*
- *Règlement sur la prévention de la pollution par les eaux usées des navires autres que les embarcations de plaisance*

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 22 de 76
	LOIS ET RÉGLEMENTS CANADIENS	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 2 Révision n° 01

2.2.1.g. L'Annexe V : prévention de la pollution par les ordures des navires

L'annexe V de la convention MARPOL présente les règlements concernant la prévention de la pollution par les ordures des navires. Certains rejets de déchets sont autorisés dans certaines zones sous certaines conditions. Or, tel que c'est le cas pour l'annexe I, le concept de zones spéciales s'applique aussi. Dans ces zones spéciales aucun rejet n'est autorisé puisque ce sont des zones reconnues pour la fragilité océanographique et écologique de leur condition. De plus, en raison du trafic y ayant lieu, elles nécessitent l'application de mesures particulières. La règle 5 de cette Annexe V énumère ces zones spéciales que sont : la Méditerranée, la mer Baltique, la mer Noire, la mer Rouge, le Golfe Persique, la mer du Nord, la région antarctique, la mer des Caraïbes et le Golfe du Mexique. Toutes les latitudes et longitudes sont spécifiées à la règle 5.

Au Canada les règles concernant le rejet des ordures des navires sont énoncées dans le *Règlement sur la prévention de la pollution par les ordures déversées par les navires*, découlant de la LMMC. Ces restrictions sont les suivantes :


Il est interdit à tout navire de déverser des ordures dans les eaux désignées ci-après:

- a) les eaux canadiennes situées au sud du 60^e parallèle de latitude nord;
- b) les eaux canadiennes situées au nord du 60^e parallèle de latitude nord à l'exclusion de celles qui sont à l'intérieur d'une zone de contrôle de la sécurité de la navigation prescrite en application de la Loi sur la prévention de la pollution des eaux arctiques; et
- c) les zones de pêche telles que décrites dans la Loi sur les Océans (voir section sur le règlement sur la prévention de la pollution par les hydrocarbures).

Par ailleurs, il est interdit à quiconque de déverser des ordures d'un navire dans les eaux désignées en a), b) et c) ci-dessus ou de permettre un tel déversement.

Lorsque le navire ne se trouve pas dans l'une de ces zones spéciales, il peut rejeter certains types de déchets à condition de respecter les exigences suivantes :

- le rejet à la mer de matières plastiques est interdit sous toutes ses formes. Les cordes synthétiques, filets de pêche et sacs de plastique sont des exemples de déchets appartenant à cette catégorie.
- en tout temps le rejet autorisé à la mer des déchets doit être fait le plus loin possible de la terre la plus proche.
- pour les catégories de déchets suivants, le rejet est interdit si la distance de la terre la plus proche est inférieure à :
 - 25 milles nautiques pour les tissus, et emballages qui flottent

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 23 de 76
	LOIS ET RÉGLEMENTS CANADIENS	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 2 Révision n° 01

- 12 milles nautiques pour les restes de table et autres déchets tels que papiers, cartons, torchons, verre, métal, porcelaine et autre déchets similaires. Si des déchets de cette catégorie ont été passés dans un broyeur, le rejet ne doit être fait à moins de 3 milles nautiques de la terre la plus proche. De plus, les déchets broyés doivent l'être de façon à ce qu'ils puissent passer au travers d'une grille aux ouvertures d'au plus 25 mm.

2.2.2. La convention SOLAS

La *convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer* (SOLAS) est la plus ancienne de toutes les conventions internationales ayant trait à la sécurité maritime. La première version fut adoptée en 1914 à la suite du naufrage du Titanic où périrent plus de 1500 personnes. Depuis sa première version elle a été modifiée et la version actuelle est celle rédigée en 1974 et adoptée en 1980. Elle a aussi connu plusieurs amendements au fil des ans jusqu'à nos jours.


Voici les thèmes qui y sont abordés dans les différents chapitres :

- Chapitre I – Dispositions générales
- Chapitre II – Construction
- Chapitre III – Engins et dispositifs de sauvetage
- Chapitre IV – Radiocommunications
- Chapitre V – Sécurité de la navigation
- Chapitre VI – Transport de cargaisons
- Chapitre VII – Transport de marchandises dangereuses
- Chapitre VIII – Navires nucléaires
- Chapitre IX – Gestion pour la sécurité de l'exploitation des navires
- Chapitre X – Mesures de sécurité applicables aux engins à grande vitesse
- Chapitre XI – Mesures spéciales pour renforcer la sécurité maritime
- Chapitre XII – Mesures de sécurité supplémentaires applicables aux vraquiers

Le premier chapitre de la Convention traitant des dispositions générales revêt une grande importance puisque l'on y pose les bases de l'application de la convention. Il est divisé en trois sections :

- la section A s'intitule *Application et définitions* et l'on apprend quels navires sont liés par cette convention et quelles sont les exemptions prévues;
- la section B s'intitule *Visites et certificats* dans laquelle on y retrouve les renseignements portant sur l'émission des certificats requis pour les navires à passager comme pour les navires de charge de même que des indications quant à leur période de validité;
- la section C s'intitule *Accidents* et expose les procédures prévues en cas de problème.

Les chapitres subséquents (Chapitre II à XII) entrent davantage dans les détails techniques protégeant différents aspects reliés à la sauvegarde de la vie en mer.

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 24 de 76
	LOIS ET RÉGLEMENTS CANADIENS	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 2 Révision n° 01

2.2.2.a. Application et exemptions

La convention SOLAS, en général, s'applique aux navires battant le pavillon d'un pays signataire de cette convention et qui effectuent des voyages internationaux.

De façon particulière, chacun des chapitres traitant de sujets différents, précisent tour à tour à quels navires s'appliquent les règlements pour un sujet donné.

Cependant, les dispositions générales de la convention SOLAS ne s'appliquent pas aux navires suivants :

- aux navires de guerre et au transport de troupes;
- aux navires de charge d'une jauge brute inférieure à 500 tonneaux;
- aux navires sans moyen de propulsion mécanique;
- aux navires en bois de construction primitive;
- aux yachts de plaisance ne se livrant à aucun trafic commercial;
- aux navires de pêche.

En ce qui concerne la navigation au Canada les dispositions générale de SOLAS ne s'appliquent pas non plus aux navires exploités exclusivement sur les Grands Lacs de l'Amérique du Nord et sur le Saint-Laurent, dans les parages limités à l'est par une ligne droite allant du cap des Rosiers à la pointe ouest de l'Île d'Anticosti et, au nord de l'île d'Anticosti, par le 63^e méridien.


La règle 4 du Chapitre I prévoit aussi des exemptions pour un navire qui fait, à cause de circonstances exceptionnelles, un voyage international.

Finalement, l'administration d'un pays signataire de la convention peut aussi exempter un navire. Dans ce cas elle, doit communiquer sa décision à l'OMI qui en fera part aux autres pays signataires de la convention.

2.2.2.b. Contrôle et conformité des navires

Pour les différents pays signataires, l'une des façons de s'assurer que les navires sont conformes à la convention est de contrôler les certificats par le biais de l'intervention des inspecteurs chargés du contrôle par l'État du port. Lors des inspections périodiques ou inopinées les personnes chargées de faire appliquer les normes peuvent exiger de voir les différents certificats requis par les divers règlements et conventions. Plusieurs documents sont donc requis en vertu de la convention SOLAS et leur période de validité mérite une attention particulière puisqu'elle varie en fonction d'un document à un autre. Par exemple :

- à bord des navires à passager, on doit retrouver un certificat de sécurité pour navires à passager. Ce certificat est valide pour une période de douze mois;
- à bord des navires de charge on doit retrouver :

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 25 de 76
LOIS ET RÈGLEMENTS CANADIENS		Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 2 Révision n° 01

- un certificat de sécurité de construction pour les navires de charge;
 - un certificat de sécurité du matériel d'armement pour navires de charge;
 - un certificat de sécurité radioélectrique pour navires de charge
 - un certificat IOPP (International Oil Pollution Prevention) certificate ou en français certificat international de prévention de la pollution par les hydrocarbures;
 - un certificat ISM (International Safety Management) ou en français code international de gestion de la sécurité.
- Les documents requis par le code ISPS (Code international pour la sûreté des navires et des installations portuaires) :
- certificat international de sûreté du navire (International Ship Security Certificate (ISPS));
 - certificat émis par l'administration attestant que le système de sûreté et tout le matériel de sûreté sont conformes au Code ISPS;
 - fiche synoptique continue (Continuous Synopsis Record).

Ces documents sont délivrés par l'administration qui constitue un dossier de bord des antécédents du navire.

La convention SOLAS stipule que la période de validité de ces certificats est fixée par l'Administration pour une période ne devant pas excéder 5 ans.

Il est possible qu'une exemption à propos d'un certificat soit accordée par les autorités. Dans ce cas, un Certificat d'exemption doit être émis. Sa durée doit correspondre à la durée d'émission du certificat auquel il se réfère et ne doit pas l'excéder.


Une attention particulière doit être portée à la liste des certificats requis en fonction du navire. Toutes les conventions internationales et les règlements mentionnent quels sont les certificats exigés en vertu de l'annexe ou du chapitre en question. Certains certificats sont requis en vertu du code ISPS, d'autres en vertu de la convention SOLAS et d'autre selon MARPOL où les certificats requis varient suivant les annexes et leur champ d'application.

2.2.2.c. Chapitre III : Engins et dispositifs de sauvetage

Sachant que la convention SOLAS a été élaborée suite à la tragédie du Titanic, où bon nombre de personnes ont perdu la vie faute d'avoir accès aux canots de secours, il n'est pas surprenant que l'on y retrouve de nombreuses règles concernant les embarcations de sauvetage.

La règle 17 du Chapitre III de la convention SOLAS spécifie que les dispositifs d'embarquement dans les canots de secours et de mise à l'eau doivent être tels que l'embarquement dans le canot de secours et sa mise à l'eau puissent s'effectuer aussi rapidement que possible.

Au Canada, les dispositions particulières concernant les procédures et les vitesses de mise à l'eau des embarcations de sauvetage sont détaillées dans le *Règlement sur l'équipement de sauvetage*. Les conditions suivantes doivent être respectées :

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 26 de 76
	LOIS ET RÉGLEMENTS CANADIENS	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 2 Révision n° 01

La vitesse d'abaissement d'un bateau de sauvetage ne doit pas être inférieure à la vitesse calculée d'après cette formule :

$$S = 0,4 + (0,02 \times H)$$

S = représente la vitesse d'abaissement en mètres par seconde

H = représente la hauteur en mètres de la tête de bossoir jusqu'à la ligne de flottaison lège

Quant à la vitesse maximale de descente, elle est établie par l'Administration en tenant compte de différents facteurs, tels que la sauvegarde des occupants par rapport aux forces excessives subies pendant la mise à l'eau, la construction des embarcations de même que la solidité du dispositif de lancement et sa capacité de résister à la force d'inertie lors d'un arrêt d'urgence. Au Canada, la vitesse maximale d'abaissement d'un bateau de sauvetage ne doit en aucun cas dépasser 1,3 m/s. À cet effet, des dispositifs de freinage doivent être intégrés au système de mise à l'eau afin de s'assurer que la vitesse maximale ne soit pas excédée. Ils doivent pouvoir permettre d'arrêter la descente du bateau de sauvetage et le maintenir solidement avec son plein chargement en personnes et en équipement.

Les freins des treuils de l'appareil de mise à l'eau doivent être équipés de freins d'une résistance suffisante pour supporter :


- une charge d'essai statique qui ne soit pas inférieure à 1,5 fois leur charge utile maximale prévue;
- une charge d'essai dynamique à la vitesse maximale d'abaissement qui ne soit pas supérieure à 1,1 fois leur charge utile maximale prévue.

2.2.2.d. Chapitre VII : Transport de marchandises dangereuses

Le chapitre VII de la convention SOLAS traite du transport des marchandises dangereuses, de manière très succincte, puisque le texte complet de référence en matière de transport de marchandises dangereuses est le *Code IMDG (Code Maritime International des Marchandises Dangereuses)*.

À la règle 2 du chapitre VII on retrouve tout de même les différentes classes de marchandises dangereuses. Ces catégories de marchandises sont les suivantes :

- Classe 1 : Matière et objets explosibles
- Classe 2 : Gaz comprimés, liquéfiés ou dissous sous pression
- Classe 3 : Matières liquides inflammables
- Classe 4.1 : Matières solides inflammables
- Classe 4.2 : Matières sujettes à combustion spontanée
- Classe 4.3 : Matière qui au contact de l'eau, dégagent des gaz inflammables
- Classe 5.1 : Matières comburantes
- Classe 5.2 : Peroxydes organiques

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 27 de 76
	LOIS ET RÉGLEMENTS CANADIENS	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 2 Révision n° 01

- Classe 6.1 : Matières toxiques
- Classe 6.2 : Matières infectieuses
- Classe 7 : Matières radioactives
- Classe 8 : Matières corrosives
- Classe 9 : Matières et objets dangereux divers, c'est-à-dire toutes autres matières dont l'expérience a démontré ou pourra démontrer, qu'elles présentent un caractère dangereux tel que les dispositions de la présente partie doivent leur être appliquées.

Dans certains cas, lorsque les substances sont mélangées et se retrouvent dans plus d'une classe, on applique les prescriptions applicables à la substance la plus nocive.

2.2.2.e. Chapitre IX : Gestion pour la sécurité de l'exploitation des navires

2.2.2.e.(i) Code International de Gestion de la Sécurité à bord des Navires

Le code ISM (International Safety Management - Code international de gestion de la sécurité à bord des navires) est un système obligatoire depuis 2002 qui s'applique aux navires de 500 tonneaux de jauge brute et plus. Il ne s'applique pas aux navires d'État utilisés à des fins non commerciales. Une attestation de conformité au Code ISM doit être délivrée à toute compagnie qui satisfait aux exigences de ce code. Chaque navire doit détenir un certificat de gestion de la sécurité émis par l'Administration ou par un organisme reconnu par celle-ci. Sans entrer dans les détails du code, on peut mentionner qu'il contient notamment les éléments suivants :


- politique claire et précise, analyse systématique de risques, définitions des responsabilités, mise en place de procédures, préparation aux situations d'urgence, amélioration des relations terre/navire; contrôle de la documentation nécessaire pour n'en nommer que quelques aspects.

2.2.2.f. Chapitre XI : mesures spéciales de renforcement de la sécurité maritime


Les dispositions de cette section de la convention SOLAS concernent les visites d'inspection à bord des navires, les numéros d'identification des navires de même que le contrôle des normes d'exploitation par l'État du port. Évidemment les dispositions de cette partie de la convention ont subi des modifications suite aux événements du 11 septembre 2001.

2.2.2.f.(i) Code International pour la sûreté des navires et des installations portuaires (Code ISPS)

Le Code ISPS est un nouveau système portant sur la sûreté visant à établir un régime international de coopération entre les gouvernements, les organismes gouvernementaux, l'industrie du transport maritime et l'industrie portuaire. Le code vise à ce que les différents intervenants s'entendent afin de déterminer les mesures à prendre pour prévenir les incidents portant sur la sûreté des navires et des installations portuaires assurant le commerce international, et d'appliquer ces mesures. Le code ISPS est en vigueur depuis 2004. Le code exige que tous les navires commerciaux d'une jauge brute de 500 tonneaux ou plus assujettis à la convention SOLAS, les navires de 100 tonneaux ou plus non assujettis à la convention ou les navires transportant plus de 12 passagers et se déplaçant d'un pays à un autre, ainsi que les installations maritimes desservant ces navires,

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion :	Juillet 2006	Réf. : TP-14609F
		Approuvé par :	AMSP	Page : 28 de 76
LOIS ET RÉGLEMENTS CANADIENS	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW	Chapitre 2 Révision n° 01		

effectuent des évaluations de la sécurité, élaborent des plans de sécurité et désignent des agents de sécurité. Au Canada, les exigences du code ISPS s'appliquent aussi aux installations portuaires du Canada, aux cargos de 100 tonneaux de jauge brute ou plus et aux remorqueurs d'une longueur de plus de 8 m qui remorquent des barges transportant des marchandises dangereuses en vrac. Un certificat de conformité au code ISPS est émis par l'Administration lorsque les normes du code sont rencontrées.

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 29 de 76
	STABILITÉ	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 3 Révision n° 00

3. Stabilité

3.1. Masse volumique, densité, masse et poids

Les notions de masse volumique et de densité sont très utiles pour trouver la masse d'un volume connu de solide ou de liquide. Elles sont aussi utilisées pour trouver un volume qu'occupe une masse donnée de liquide ou de solide.

3.1.1. Masse volumique

La **masse volumique** est l'expression de la masse d'un corps (exprimée en kg) par unité de volume. L'unité de volume standardisée est le mètre cube (m^3). L'unité de la masse volumique sera donc le kg/m^3 .

La masse volumique est une propriété qui est propre à chaque matière. Les liquides, les solides et les gaz ont tous une masse volumique qui leur est propre.

Voici quelques exemples de valeur de masse volumique :

- L'eau pure a une masse volumique de $1\ 000\ kg/m^3$. Ceci signifie que 1 mètre cube d'eau pure a une masse de 1 000 kg.
- L'eau de mer a une masse volumique moyenne considérée comme étant de $1\ 025\ kg/m^3$.
- L'acier a une masse volumique (selon sa composition) d'à peu près $7\ 430\ kg/m^3$. Si une tonne métrique représente 1 000 kg, on peut dire que 1 mètre cube d'acier a une masse de 7,43 tonnes métriques.
- La masse volumique d'une essence de bois peut être de $650\ kg/m^3$.

On constate que les corps qui ont une masse volumique inférieure à celle de l'eau sont capables de flotter alors que les autres devront couler.


La masse volumique est exprimée par la lettre grecque ρ (rhô).

3.1.2. Densité

La **densité** est une expression qui simplifie l'utilisation de la masse volumique. La densité est l'expression de la masse volumique d'un corps sur la masse volumique de l'eau pure ($1\ 000\ kg/m^3$).

$$\text{densité de l'acier} = \frac{\text{masse volumique de l'acier}}{\text{masse volumique de l'eau pure}} = \frac{7\ 430\ kg/m^3}{1\ 000\ kg/m^3} = 7,43$$

$$\text{densité du bois} = \frac{\text{masse volumique du bois}}{\text{masse volumique de l'eau pure}} = \frac{650\ kg/m^3}{1\ 000\ kg/m^3} = 0,65$$

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 30 de 76
	STABILITÉ	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 3 Révision n° 00

La densité d'une substance est toujours le ρ de la substance divisé par 1 000. Comme on peut le constater, il n'y a pas d'unités qui suivent la transformation de la masse volumique en densité. La valeur de la densité est exprimée sans unité.

Voici quelques valeurs de densité de liquides utilisés :

Eau pure = 1
Huile de lubrification = 0,9 (peut varier)
Essence = 0,72 à 0,75
Carburant moyen = 0,86 à 0,92
Carburant lourd = 0,92 à 0,95
Mazout = 0,95 à 0,99

Voici quelques valeurs de densité de solides rencontrés :

Charbon = 1,3
Gypse (broyé) = 1,5
Ciment = 1,5
Blé = 0,77
Cuivre = 8,93
Plomb = 11,34
Mercure = 13,59
Acier = 7,5 (variable selon sa composition)

3.1.3. Masse et poids

Masse et poids : Depuis le début de ce texte, c'est le terme masse (avec son unité, le kilogramme) qui est utilisé couramment. Il faut faire la distinction entre la masse et le poids d'un corps.


La **masse** d'un corps ou d'une substance est une valeur qui représente la quantité de matière de ce corps ou de cette substance. La masse ne changera pas si on la met sur la lune, en haut d'une montagne ou au niveau de la mer.

La force produite par cette masse lorsqu'elle est soumise à l'attraction terrestre est le **poids** d'un corps ou d'une substance. L'attraction terrestre étant variable (elle est moindre en altitude qu'au niveau de la mer, l'attraction lunaire est plus faible que l'attraction terrestre, etc.), le poids du corps ou de la substance variera selon sa localisation mais sa masse restera toujours la même.

Dans le Système International d'unités (SI), la force produite sur une masse soumise à l'attraction terrestre s'exprime en Newton. Le poids d'un corps ou d'une substance devrait donc s'exprimer en Newton, ce qui est rarement le cas en pratique. Mais en théorie, cette distinction est très importante.

On trouve la valeur du poids d'un corps ou d'une substance avec la relation

$$F = m \times a$$

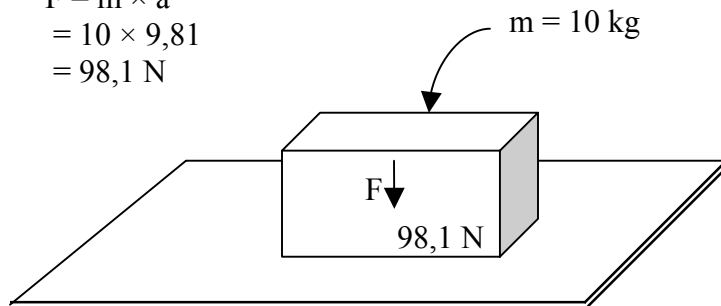
 Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion :	Juillet 2006	Réf. : TP-14609F
	Approuvé par :	AMSP	Page : 31 de 76
STABILITÉ	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 3 Révision n° 00

La force (en Newton) sera produite par une masse (en kilogrammes) qui est soumise à l'accélération due à l'attraction terrestre (en m/s^2) qui a une valeur moyenne de $9,81 m/s^2$ au niveau de la mer.

$$Newton = kg \times \frac{m}{s^2}$$

Masse et poids

$$\begin{aligned} F &= m \times a \\ &= 10 \times 9,81 \\ &= 98,1 \text{ N} \end{aligned}$$



3.1.4. Problèmes résolus

3.1.4.a. Exemple 1


Trouver la masse et le poids d'un bloc de bois d'une masse volumique de 720 kg/m^3 avec les dimensions suivantes : longueur de 25 cm, largeur de 10 cm et hauteur de 5 cm.

- Il faut d'abord trouver le volume du bloc de bois en m^3 .
 Volume d'un bloc rectangulaire = longueur \times largeur \times hauteur
 Volume du bloc = $0,25 \text{ m} \times 0,10 \text{ m} \times 0,05 \text{ m} = 0,00125 \text{ m}^3$
- Si le bois a une masse volumique de 720 kg pour un m^3 et qu'on a $0,00125 \text{ m}^3$, alors la masse
 $= 720 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,00125 \text{ m}^3 = 0,9 \text{ kg}$
- La masse du bloc de bois sera de $0,9 \text{ kg}$
- Le poids du bloc sera de : $F = 0,9 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 8,83 \text{ Newtons}$

3.1.4.b. Exemple 2

Un bloc de fonte d'une masse de 30 kg a les dimensions suivantes : $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$. Quelle est la masse volumique de la fonte?

- Il faut trouver le volume du bloc de fonte en m^3
 Volume du bloc = $0,20 \text{ m} \times 0,20 \text{ m} \times 0,10 \text{ m} = 0,004 \text{ m}^3$

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 32 de 76
STABILITÉ		Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 3 Révision n° 00

- On sait alors que $0,004 \text{ m}^3$ de fonte a une masse de 30 kg. Quelle sera la masse de 1 m^3 ?
Avec une règle de trois :

$$\frac{30 \text{ kg}}{0,004 \text{ m}^3} \times 1 \text{ m}^3 = 7\,500 \text{ kg}$$

- 1 m^3 de fonte a une masse de 7 500 kg, alors le ρ de la fonte = $7\,500 \text{ kg/m}^3$.

3.1.4.c. Exemple 3

Un réservoir de double fond rectangulaire d'une longueur de 20 m, d'une largeur 10 m et d'une hauteur de 1 m est rempli de combustible d'une densité de 0,95. Quelle est la masse de carburant dans le réservoir?

- Il faut trouver le volume de carburant dans le réservoir :
 $20 \text{ m} \times 10 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 200 \text{ m}^3$ de combustible dans le réservoir.
- La densité du combustible de 0,95 signifie que le combustible a une masse volumique de 950 kg/m^3 .
- On a 200 m^3 de combustible, alors la masse de combustible
 $= 200 \text{ m}^3 \times 950 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 190\,000 \text{ kg} = 190 \text{ tonnes}$


Un mètre cube de liquide contient toujours 1 000 litres, peu importe le liquide considéré. On peut donc dire que le volume de 200 m^3 dans le réservoir correspond à 200 000 litres.

3.1.4.d. Exemple 4

Un baril de 80 cm de diamètre et d'une hauteur de 1,2 m est rempli aux trois quarts d'huile de lubrification d'une densité de 0,88. Quelle est la masse d'huile dans le baril?

- Il faut trouver le volume du baril :
Volume d'un cylindre = surface circulaire \times hauteur ($\text{m}^2 \times \text{m} = \text{m}^3$)
 $= \frac{\pi D^2}{4} \times H = \frac{\pi \times 0,8^2}{4} \times 1,2 = 0,603 \text{ m}^3$
- Il faut trouver le volume correspondant aux trois quarts du baril
 $0,603 \text{ m}^3 \times \frac{3}{4} = 0,452 \text{ m}^3$
- Alternativement, on peut dire que les trois quarts du volume du baril représentent une hauteur de $1,2 \text{ m} \times \frac{3}{4} = 0,9 \text{ m}$

$$\text{Le volume des trois quarts du baril} = \frac{\pi \times 0,8^2}{4} \times 0,9 = 0,452 \text{ m}^3$$

 Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 33 de 76
STABILITÉ	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 3 Révision n° 00

– On trouve la masse d'huile correspondante à $0,452 \text{ m}^3$

1 m^3 d'huile a une masse de 880 kg/m^3 , alors $0,452 \text{ m}^3$ aura une masse de $880 \text{ kg/m}^3 \times 0,452 \text{ m}^3 = 397,75 \text{ kg}$

3.1.4.e. Exemple

Un navire reçoit 150 tonnes de carburant (densité = 0,987) qui doit être entreposé dans un réservoir rectangulaire ayant les dimensions suivantes :

Longueur de 17,5 m, largeur de 7 m et hauteur de 1,25 m. Quel sera le niveau de carburant dans le réservoir?

– Il faut trouver le volume qu'occupent 150 tonnes de carburant

Le carburant a une masse volumique de 987 kg/m^3 . On en a 150 000 kg.

Avec une règle de trois : $\frac{1 \text{ m}^3}{987} \times 150\,000 = 152 \text{ m}^3$

150 tonnes de carburant occupent donc un volume de 152 m^3

– Ces 152 m^3 occupent le même volume dans le réservoir.

$152 \text{ m}^3 = \text{longueur} \times \text{largeur} \times \text{hauteur du liquide}$

$152 \text{ m}^3 = 17,5 \text{ m} \times 7 \text{ m} \times \text{hauteur de liquide en mètre}$

Hauteur du liquide dans le réservoir = $\frac{152}{17,5 \times 7} = 1,24 \text{ m}$

3.1.5. Problèmes à résoudre

3.1.5.a. Problème 1

Trouver la masse et le poids d'un bloc de cuivre ($\rho = 8\,930 \text{ kg/m}^3$) de $50 \text{ cm} \times 50 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$.


Réponse : 558 kg et 5 475 N

3.1.5.b. Problème 2

Trouver la masse volumique (ρ) d'un bloc fait en acier d'alliage qui a une masse de 50 kg. Les dimensions du bloc sont de $16 \text{ cm} \times 16 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$.

Réponse : $6\,510,5 \text{ kg/m}^3$

3.1.5.c. Problème 3

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 34 de 76
	STABILITÉ	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 3 Révision n° 00

De l'huile de lubrification est entreposée dans un réservoir de 1,5 m × 1,5 m et le niveau de l'huile dans le réservoir est de 2,25 m. Si la densité de l'huile est de 0,91, quelle sera la masse d'huile dans le réservoir ?

Réponse : 4 607 kg ou 4,6 tonnes

3.1.5.d. Problème 4

On veut transférer 110 tonnes de carburant dans un réservoir de double fond vide qui a une longueur de 10 m et une largeur de 8 m. Si la masse volumique du carburant transféré est de 985 kg/m³, quel sera le niveau de carburant dans le réservoir après le transfert?

Réponse : 1,39 mètre.

3.2. Poussée et flottaison

3.2.1. Définitions

Déplacement : masse du volume d'eau que le navire déplace. Cette masse est égale à la masse du navire. Le déplacement est exprimé en tonnes. Symbole : Δ

Volume de déplacement ou volume de carène : volume de la partie immergée du navire. Il s'exprime en m³. Symbole : ∇

Tirant d'eau : profondeur de la partie immergée d'un navire. On peut lire un tirant d'eau avant, un tirant d'eau arrière et un tirant d'eau moyen. Il s'exprime en mètres ou en centimètres. Symbole : d


Port en lourd : c'est la masse que peut prendre à bord un navire. Cette masse représente la cargaison, le carburant, l'eau et tout ce qui est nécessaire au bon fonctionnement du navire. Le **port en lourd utile** représente plus spécifiquement la masse de cargaison qui peut être chargée.

Déplacement lège : masse du navire en condition lège.

Déplacement en charge : masse du navire complètement chargé et prêt à prendre la mer. Le déplacement en charge est égal au déplacement lège plus le port en lourd.

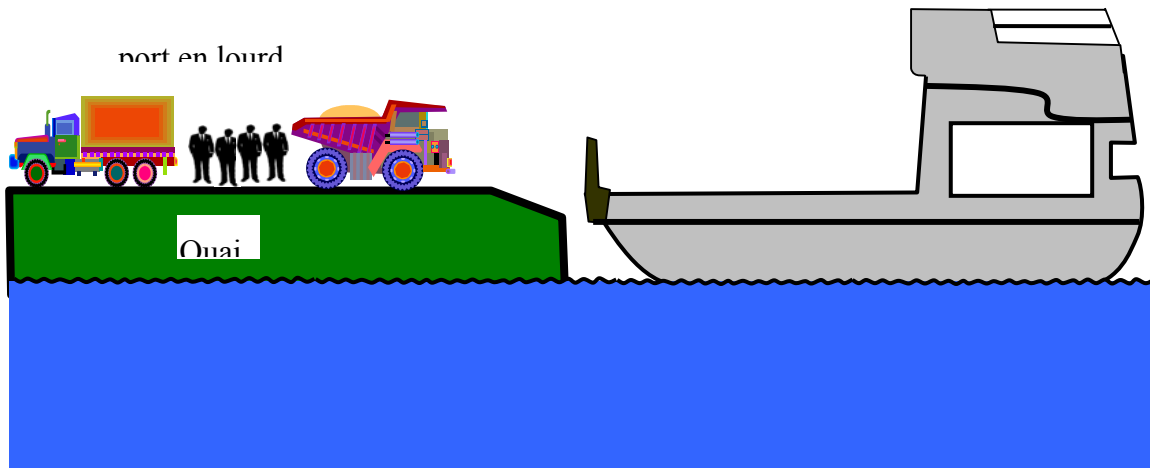
Surface du plan d'eau : surface constituant l'intersection de la surface de l'eau et la ligne de flottaison du navire. Elle peut varier selon le tirant d'eau du navire. Symbole : A_w .

Maître couple : le maître couple est la section transversale du navire prise à sa plus grande largeur. C'est la référence pour les calculs de stabilité transversale. Il permet aussi de visualiser les éléments transversaux de structure de la coque.

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 35 de 76
STABILITÉ		Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 3 Révision n° 00

Poids d'un navire lège

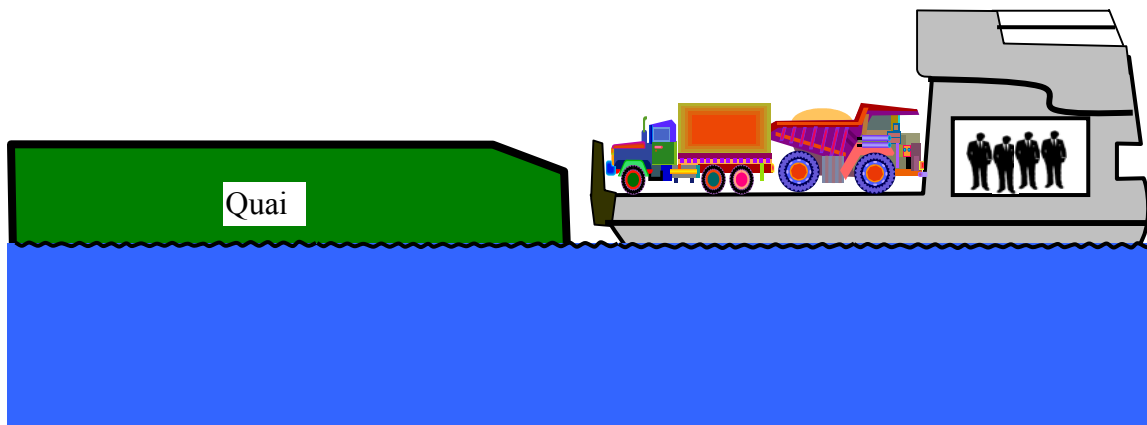
Poids réel d'un navire vide




Le port en lourd est la masse totale de marchandises qu'un navire peut embarquer à son tirant d'eau maximum admissible (y compris le carburant, l'eau douce, les appareils, les vivres, etc.)

Déplacement en charge

Navire lège + port en lourd = déplacement en charge

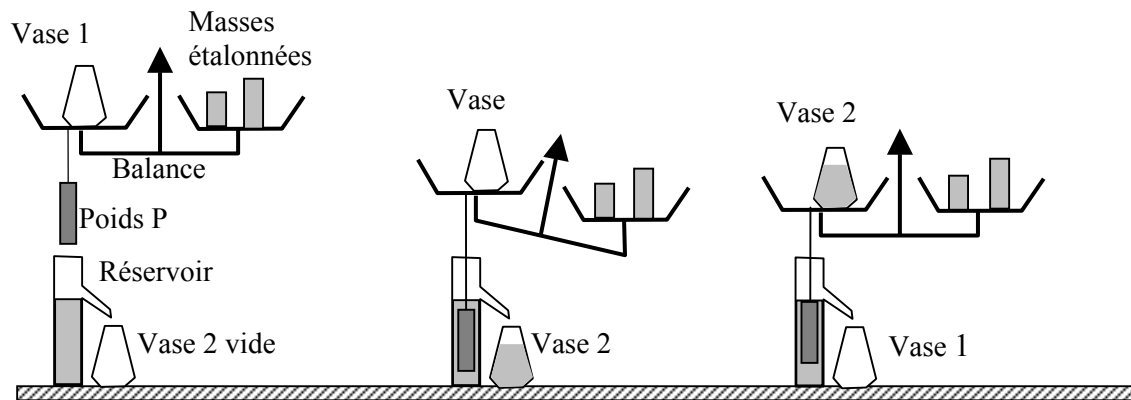


 Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion :	Juillet 2006	Réf. : TP-14609F
	Approuvé par :	AMSP	Page : 36 de 76
STABILITÉ	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 3 Révision n° 00

3.2.2. Principe d'Archimède

Tout corps immergé dans un liquide est soumis à une force verticale vers le haut, égale au poids de la masse d'eau déplacée

Expérience 1



Situation 1

Les vases 1 et 2 sont identiques et vides.
 Le poids P est dans l'air.
 La balance est en équilibre avec des pesées placées sur le plateau de droite.
 Le réservoir est rempli de liquide jusqu'au rebord.

Situation 2


Le poids est immergé.
 Le liquide qui a débordé du réservoir se retrouve dans le vase 2.
 La balance est en déséquilibre.
 Le poids semble donc recevoir une poussée verticale vers le haut.

Situation 3

Le poids est toujours immergé.
 Les vases 1 et 2 sont interchangeables.
 L'équilibre est rétabli.
 Donc, la poussée qui causait le déséquilibre était égale au poids du volume d'eau déplacé.

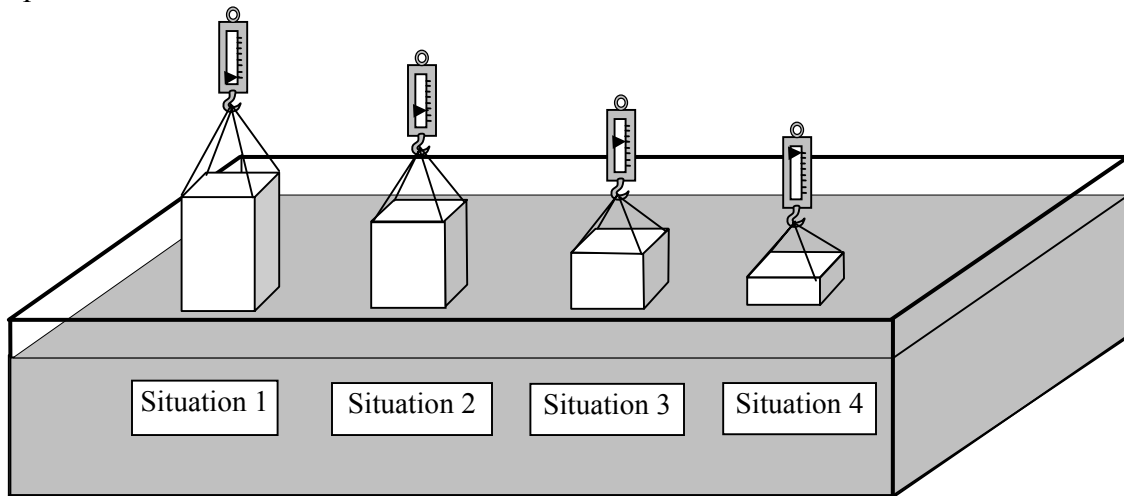
Conclusion

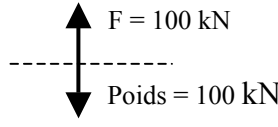
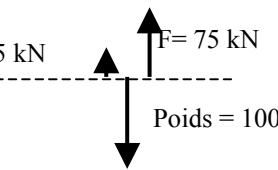
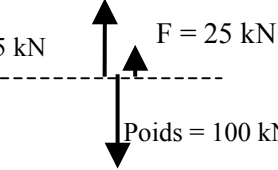
Si on généralise, on peut dire que tout objet solide plongé dans un fluide (liquide ou gaz), reçoit une poussée verticale ascendante égale au poids du volume de fluide déplacé. C'est ce que nous appelons le principe d'Archimède. Principe qu'il a énoncé environ 250 ans avant notre ère. La légende veut qu'il prenait son bain au moment de sa découverte et qu'il est alors sorti dans la rue en criant EURÉKA.


 Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Juillet 2006 Approuvé par : AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 37 de 76
	STABILITÉ	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW

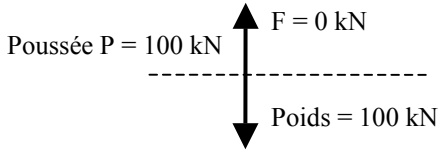
Cette découverte d'Archimède nous permet de comprendre pourquoi un bateau peut flotter, même si son poids est parfois énorme. Regardons ce qui se passe quand on immerge progressivement une cuve contenant un poids total de 100 kN dans un bassin.

Expérience 2



<p>Situation 1 La cuve de 100 kN est suspendue au-dessus de l'eau. Le dynamomètre indique que $F = 100$ kN pour le maintenir dans cette position.</p>	<p>Poussée $P = 0$</p> 
<p>Situation 2 La cuve est immergée partiellement dans le bassin. Le poids est toujours de 100 kN. Le dynamomètre indique que $F = 75$ kN. La poussée P exercée par l'eau est de 25 kN.</p>	<p>Poussée $P = 25$ kN</p> 
<p>Situation 3 La cuve est immergée plus profondément dans le bassin. Le poids est toujours de 100 kN. Le dynamomètre indique que $F = 25$ kN. La poussée P exercée par l'eau est de 75 kN.</p>	<p>Poussée $P = 75$ kN</p> 

 Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion :	Juillet 2006	Réf. : TP-14609F
	Approuvé par :	AMSP	Page : 38 de 76
STABILITÉ	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 3 Révision n° 00

<p>Situation 4 La cuve flotte. Le poids est toujours de 100 kN. Le dynamomètre indique que $F = 0$ kN. La poussée exercée par l'eau est de 100 kN.</p>	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

En stabilité, le principe d'Archimède peut s'exprimer ainsi : **la masse d'un corps flottant dans un liquide est égale à la masse du volume de liquide déplacé.**

Quand un navire flotte librement au repos, la masse du navire (déplacement, Δ) est égale à la masse du volume d'eau déplacé par le navire.

$$\Delta = \nabla \times \rho$$

$$\text{kg} = \text{m}^3 \times \text{kg}/\text{m}^3$$

OU

$$\Delta = \nabla \times \text{densité}$$


$$\text{t} = \text{m}^3 \times \text{t}/\text{m}^3$$

3.2.2.a. Problèmes résolus

3.2.2.a.(i) Exemple 1

Un bloc de bois de $1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ flotte dans de l'eau douce (masse volumique = $1\,000 \text{ kg}/\text{m}^3$) avec un tirant d'eau de $0,5 \text{ m}$. Quelle est la masse du bloc de bois?

- On trouve le volume de bois immergé :
Volume immergé = $1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} = 0,5 \text{ m}^3$ de bois immergé.
- On trouve le volume d'eau déplacé.
Le volume de bois immergé est égal au volume d'eau déplacé = $0,5 \text{ m}^3$
- On trouve la masse du volume d'eau déplacé.
Volume d'eau déplacé = $0,5 \text{ m}^3$; si 1 m^3 d'eau pure a une masse de $1\,000 \text{ kg}$, alors un volume de $0,5 \text{ m}^3$ aura une masse de 500 kg .
La masse du volume d'eau déplacé est égale à 500 kg .
- On trouve la masse du bloc de bois.
La masse de l'objet flottant = masse d'eau déplacée = $500 \text{ kg} = 0,5 \text{ tonne}$
 $\Delta = \nabla \times \rho$
 $\Delta = 0,5 \text{ m}^3 \times 1\,000 \text{ kg}/\text{m}^3 = \mathbf{500 \text{ kg}}$

 Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion :	Juillet 2006	Réf. : TP-14609F
	Approuvé par :	AMSP	Page : 39 de 76
STABILITÉ	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 3 Révision n° 00

3.2.2.a.(ii) Exemple 2


Une barge rectangulaire flotte en eau de mer ($\rho = 1\,025\text{ kg/m}^3$) avec un tirant d'eau de 2,5 m. La longueur et la largeur de la barge sont respectivement de 75 m et de 20 m. Trouver le déplacement de la barge.

- On trouve le volume de barge immergée.
Volume immergé = $75\text{ m} \times 20\text{ m} \times 2,5\text{ m} = 3\,750\text{ m}^3$;
- On trouve le volume d'eau déplacé.
Le volume d'eau déplacé est égal au volume immergé de la barge = $3\,750\text{ m}^3$
- On trouve la masse du volume d'eau déplacé.
 $3\,750\text{ m}^3$ d'eau salée (1 m^3 d'eau salée a une masse de $1\,025\text{ kg}$)
 $3\,750\text{ m}^3 \times 1\,025\text{ kg/m}^3 = 3\,843\,750\text{ kg} = 3\,843,75\text{ tonnes}$;
- On trouve la masse de la barge.
La masse de l'objet flottant = masse d'eau déplacée = $3\,843,75\text{ tonnes}$.
 $\Delta = \nabla \times \rho$
 $\Delta = 3\,750\text{ m}^3 \times 1\,025\text{ kg/m}^3 = \mathbf{3\,843,75\text{ tonnes}}$

3.2.2.a.(iii) Problème 3

Un baril a un diamètre de 1 m et une hauteur de 1,5 m. Sa masse, lorsqu'il est vide, est de 15 kg. On le remplit d'huile de densité = 0,864. Quelle sera la hauteur immergée du baril lorsqu'il flotte en position verticale dans de l'eau de densité de 1,015?

- On trouve le volume total du baril
Volume du baril = $\frac{\pi \times 1^2}{4} \times 1,5 = 1,178\text{ m}^3$
- On trouve le volume et la masse d'huile dans le baril
Volume d'huile = volume du baril = $1,178\text{ m}^3$
Si l'huile a une masse de 864 kg pour 1 m^3 , alors pour un volume de $1,178\text{ m}^3$
 $1,178\text{ m}^3 \times 864\text{ kg/m}^3 = 1\,017,8\text{ kg} = 1,0178\text{ tonne}$
- On trouve la masse totale du baril
Masse totale du baril = masse du baril vide + masse d'huile = $15 + 1\,017,8 = 1\,032,8\text{ kg}$
= $1,0328\text{ tonne}$.
- Le volume d'eau déplacé = volume immergée du baril = $1,0175\text{ m}^3$
- Le baril flottera en position verticale en déplaçant $1,0175\text{ m}^3$ d'eau, donc le volume immergé du baril sera de $1,0175\text{ m}^3$.

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 40 de 76
	STABILITÉ	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 3 Révision n° 00

- Trouver la hauteur immergée du baril

$$\text{Volume immergé} = \frac{\pi \times D^2}{4} \times \text{hauteur d'immersion}$$

$$1,0175 \text{ m}^3 = \frac{\pi \times 1^2}{4} \times \text{hauteur d'immersion}$$

$$\text{Hauteur d'immersion} = 1,295 \text{ m}$$

3.2.2.a.(iv) Problème 4

Quel sera le poids (en Newton) d'un cube de fonte ($\rho = 6\,700 \text{ kg/m}^3$) de 80 cm d'arête lorsqu'il est complètement immergé dans de l'eau de densité de 1,010?

- Trouver le volume et la masse du cube.

$$\text{Volume} = 0,8 \text{ m} \times 0,8 \text{ m} \times 0,8 \text{ m} = 0,512 \text{ m}^3$$

$$\text{Masse} = \text{Volume du bloc} \times \rho \text{ de la fonte}$$

$$0,512 \text{ m}^3 \times 6\,700 \text{ kg/m}^3 = 3\,430,4 \text{ kg} = 3,43 \text{ tonnes}$$

Le bloc de fonte a donc une masse de 3,43 tonnes

- Trouver la masse d'eau déplacée par le bloc de fonte.

$$\text{Volume d'eau déplacé} = 0,512 \text{ m}^3$$

$$\text{Masse d'eau déplacée} = 0,512 \text{ m}^3 \times 1\,010 \text{ kg/m}^3 = 517,12 \text{ kg}$$

Cette masse d'eau déplacée créera une poussée vers le haut sur le bloc de fonte équivalente à 517,12 kg (énoncé de la loi d'Archimède)

- Le cube de fonte aura un équivalent de masse de $3\,430 \text{ kg} - 517,12 \text{ kg} = 2\,912,88 \text{ kg}$

- Le poids du bloc de fonte sera trouvé avec $F = m \times a$

$$F \text{ (Newton)} = 2\,912,88 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 28\,575,3 \text{ Newtons} = \mathbf{28,575 \text{ kN}}$$

3.2.3. Coefficients de forme

3.2.3.a. Coefficient de remplissage


Coefficient de remplissage de la flottaison (C_w) : ce coefficient (variable suivant le tirant d'eau du navire) peut être exprimé comme étant le rapport de la surface de flottaison sur la surface d'un rectangle ayant la même longueur et la même largeur.

$$\text{Surface de flottaison } (A_w) = L \times B \times C_w$$

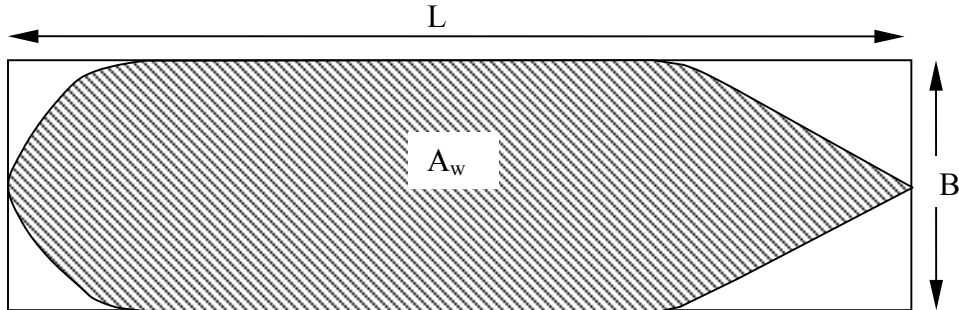
C_w = valeur moyenne de 0,6 à 0,8

Coefficient de remplissage de la flottaison =

$$C_w = \frac{\text{Surface de flottaison } (A_w)}{L \times B}$$

 Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion :	Juillet 2006	Réf. : TP-14609F
	Approuvé par :	AMSP	Page : 41 de 76
STABILITÉ	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 3 Révision n° 00

Coefficient de remplissage de la flottaison



3.2.3.b. Coefficient de finesse de la coque

Coefficient de finesse de la coque (C_b) : coefficient (variable selon le tirant d'eau du navire) représentant le rapport du volume immergé du navire sur le bloc rectangulaire ayant la même longueur, largeur et profondeur.

Coefficient de finesse de la coque =

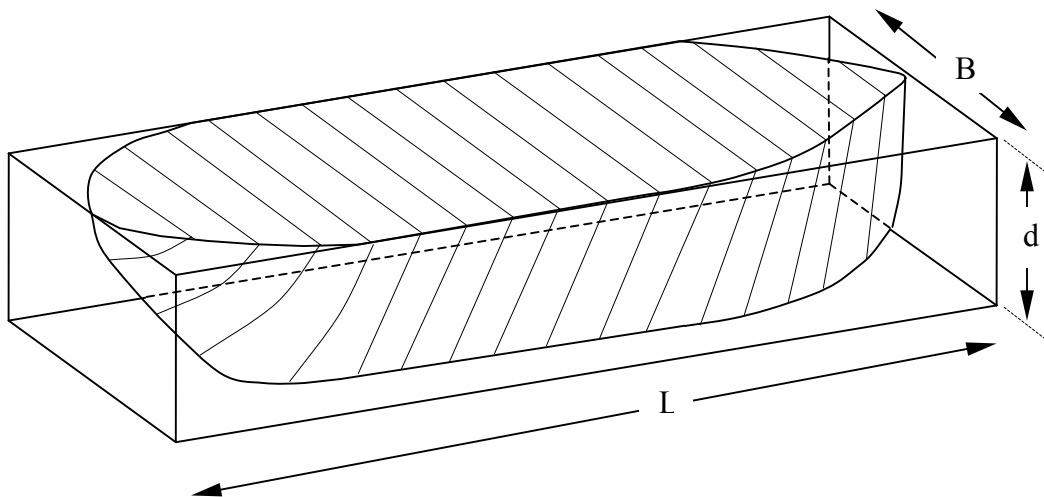
$$C_b = \frac{\nabla}{L \times B \times d}$$


Moyenne de C_b = 0,75

Navires rapides = 0,50

Navires lents = 0,80

Coefficient de finesse de la coque



 Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion :	Juillet 2006	Réf. : TP-14609F
	Approuvé par :	AMSP	Page : 42 de 76
STABILITÉ	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 3 Révision n° 00

3.2.3.c. Problèmes résolus

3.2.3.c.(i) Exemple 1

Trouver la surface de flottaison d'une barge rectangulaire d'une longueur de 50 m et d'une largeur de 18 m.

$$A_w = 50 \text{ m} \times 18 \text{ m} = 900 \text{ m}^2$$

$$\text{Alors, } C_w = \frac{900 \text{ m}^2}{50 \text{ m} \times 18 \text{ m}} = 1$$

3.2.3.c.(ii) Exemple 2

Un navire a une longueur de 100 m et une largeur de 20 m. Le coefficient de remplissage de la surface de flottaison (C_w) est de 0,85. Trouver la surface de flottaison du navire.

$$C_w = \frac{\text{Surface de flottaison}}{L \times B} = \frac{\text{Surface de flottaison}}{100 \text{ m} \times 20 \text{ m}} = 0,85$$

$$\text{Surface de la flottaison} = 0,85 \times 100 \text{ m} \times 20 \text{ m} = 1\,700 \text{ m}^2$$

3.2.3.c.(iii) Exemple 3

Un navire de 200 m de long et de 22 m de large a un tirant d'eau de 8 m. Si le coefficient de finesse du navire à ce tirant d'eau est de 0,75, trouver le volume immergé de la coque (∇).

$$C_b = \frac{\nabla}{L \times B \times d} = 0,75 = \frac{\nabla}{200 \times 22 \times 8}$$

$$\nabla = 0,75 \times (200 \times 22 \times 8) = 26\,400 \text{ m}^3$$


3.2.3.c.(iv) Exemple 4

Quel est le coefficient de finesse (C_b) d'une coque d'une longueur de 150 m, d'une largeur de 20 m et qui a un volume de déplacement de $16\,170 \text{ m}^3$ à un tirant d'eau de 7 m?

$$C_b = \frac{16\,170 \text{ m}^3}{150 \text{ m} \times 20 \text{ m} \times 7 \text{ m}} = 0,77$$

3.2.4. Tonnes par centimètre

Tonnes par centimètres (TPC) : C'est la masse requise pour augmenter ou diminuer le tirant d'eau moyen d'un navire de 1 cm. Cette valeur varie uniquement selon la surface du plan d'eau (A_w), et la surface de plan d'eau peut varier selon le tirant d'eau du navire. Donc, le TPC peut varier selon le tirant d'eau du navire.

 Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion :	Juillet 2006	Réf. : TP-14609F
	Approuvé par :	AMSP	Page : 43 de 76
STABILITÉ	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 3 Révision n° 00

TPC = Tonnes par centimètre d'immersion

TPI = Tonnes par pouce (Inch) d'immersion

$$\text{TPC} = \frac{A_w \times \rho (t/m^3)}{100}$$

$$m^2 \times \frac{t}{m^3} = \frac{t}{m}$$

$$\frac{t \times m}{100} = \frac{t}{cm}$$

3.2.4.a. Problèmes résolus

3.2.4.a.(i) Exemple 1

Une barge rectangulaire d'une longueur de 20 m et d'une largeur de 12 m flotte dans de l'eau de mer ($\rho = 1\,025 \text{ kg/m}^3$).

- Quelle est sa surface de plan d'eau?
- Quel est son TPC?

– Trouver la surface du plan d'eau

$$A_w = (\text{Longueur} \times \text{largeur}) \text{ à la ligne de flottaison} = 20 \text{ m} \times 12 \text{ m} = 240 \text{ m}^2$$

– Trouver le TPC

$$\text{TPC} = \frac{A_w \times \rho}{100} = \frac{240 \text{ m}^2 \times 1,025}{100} = 2,46 \text{ tonnes}$$

Cela signifie qu'en chargeant 2,46 tonnes à bord de ce navire, le tirant d'eau augmentera de 1 cm. On peut aussi dire qu'en déchargeant 2,46 tonnes du navire, le tirant d'eau diminuera de 1 cm.


3.2.5. Effets du changement de la densité de l'eau sur le tirant d'eau

Si la densité de l'eau sur laquelle le navire flotte change sans que le déplacement du navire ne soit modifié, il faut qu'il y ait un changement de tirant d'eau du navire. Il y aura un changement de tirant d'eau parce que le navire doit déplacer la même masse d'eau qui n'a plus la même masse volumique.

$$\Delta = \nabla \times \rho$$

Si le déplacement (Δ) est constant et que la densité de l'eau (ρ) change, il faut que le volume immergé (∇) change; alors, il y aura automatiquement un changement de tirant d'eau du navire.

Si le navire passe de l'eau douce à l'eau de mer, la flottabilité sera augmentée et le tirant d'eau diminuera. À l'inverse, un navire qui passe de l'eau de mer à l'eau douce verra son tirant d'eau augmenter.

 Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion :	Juillet 2006	Réf. : TP-14609F
	Approuvé par :	AMSP	Page : 44 de 76
STABILITÉ	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 3 Révision n° 00

Un navire qui charge à ses marques (lignes de charge d'été S) en eau de mer, s'il se dirige vers de l'eau douce, verra son tirant d'eau augmenter et dépassera ainsi ses marques. Cette situation est acceptée car on considère que l'absence de mauvais temps sur les plans d'eau douce compense pour l'augmentation de tirant d'eau du navire. Cette situation est même officialisée en rajoutant une marque supplémentaire (F) aux lignes de charge.

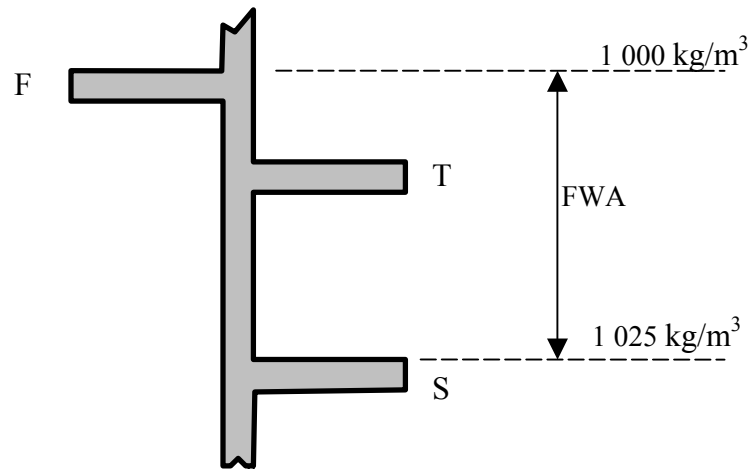
3.2.5.a. FWA

FWA : À l'opposé, un navire qui charge en eau douce pourra charger jusqu'à sa ligne «F», et lorsqu'il flottera en eau de mer, il flottera alors à ses marques régulières.

Cette augmentation permise du tirant d'eau s'appelle le « Fresh Water Allowance ».

Le FWA est donc le changement de tirant d'eau lorsqu'un navire passe de l'eau de mer à l'eau douce.

Fresh Water Allowance




3.2.6. Problèmes à résoudre

3.2.6.a. Problème 1

Un cube de bois d'une densité de 0,82 a une arête de 35 cm. Si une masse de 3 kg est placée sur le bloc de bois, quel sera le tirant d'eau dans l'eau de mer (densité = 1,025)?

Réponse : 28 cm

 Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion :	Juillet 2006	Réf. : TP-14609F
	Approuvé par :	AMSP	Page : 45 de 76
STABILITÉ	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 3 Révision n° 00

3.2.6.b. Problème 2

Une barge de forme rectangulaire d'une longueur de 18 m, d'une largeur de 5 m et d'une hauteur de 2,25 m flotte avec un tirant d'eau de 1,5 m dans de l'eau d'une masse volumique de $1\,013\text{ kg/m}^3$. Trouver le déplacement du bâtiment en tonnes.

Réponse : 136,75 tonnes

3.2.6.c. Problème 3

Un baril vide de 1 m de long et d'un diamètre de 50 cm a une masse de 20 kg. Quelle sera la masse qu'on devra mettre dans le baril pour que ce dernier flotte avec la moitié de son volume immergé dans de l'eau douce?

Réponse : 78,17 kg

3.2.6.d. Problème 4

Une poutre rectangulaire en bois a une longueur de 3 m, une largeur de 40 cm et une hauteur de 30 cm flotte dans de l'eau douce avec un tirant d'eau de 20 cm. Trouver la masse de la poutre et sa masse volumique.

Réponse : 240 kg; $666,6\text{ kg/m}^3$

3.2.6.e. Problème 5

Un navire a une longueur de 130 m et une largeur de 21 m, avec un coefficient de remplissage à la flottaison (C_w) de 0,85. Trouver le TPC en eau de mer à ce tirant d'eau.

Réponse : 23,78 tonnes

3.2.6.f. Problème 6


Un navire de 65 m de longueur et de 10 m de largeur flotte à un tirant d'eau de 4,5 m en eau de mer. Le navire a un coefficient de finesse de la coque (C_b) 0,75. Trouver le déplacement du navire à ce tirant d'eau.

Réponse : 2 248,6 tonnes

3.3. Stabilité statique transversale

La stabilité transversale statique est la stabilité du navire à de petits angles d'inclinaison. On considère que ces règles de stabilité s'appliquent à des angles d'inclinaison inférieurs à 15° .

Pour pouvoir faire des calculs de stabilité, il faut en premier lieu identifier des points fixes et mobiles sur une coupe transversale d'un navire.

 Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Juillet 2006	Réf. : TP-14609F
	Approuvé par : AMSP	Page : 46 de 76
STABILITÉ	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW	Chapitre 3 Révision n° 00

3.3.1. Point de référence (K)

Le point de référence K est appliqué au point le plus bas du navire, c'est-à-dire à la quille. Ce point est fixe.

3.3.2. Centre de gravité (G)

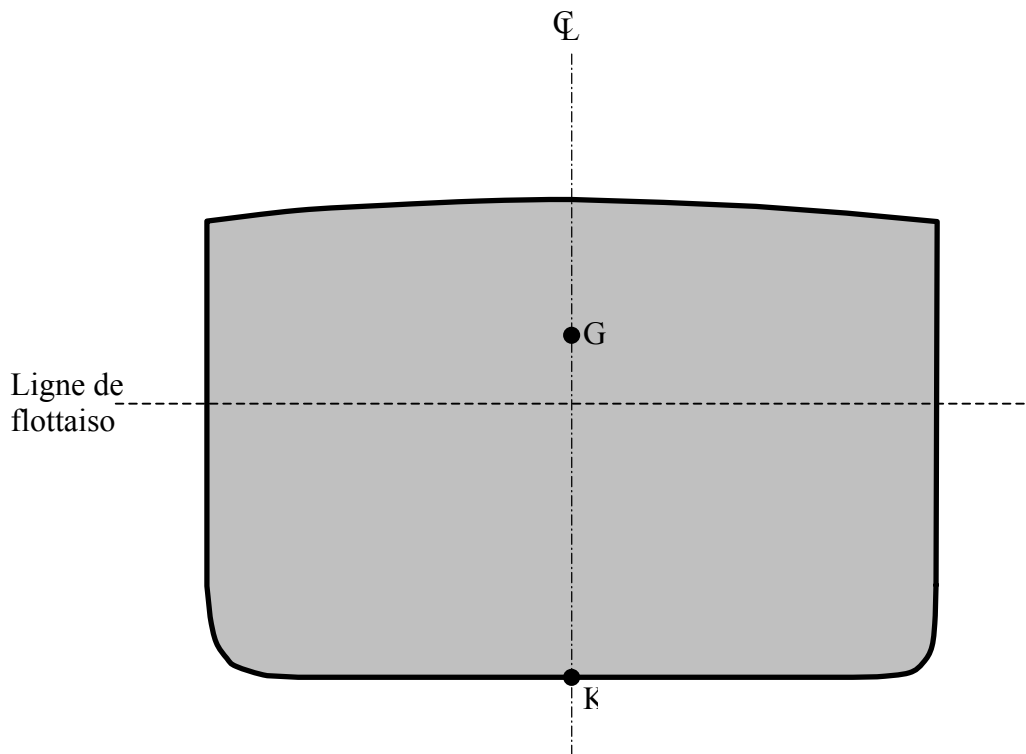
Le centre de gravité transversal G


Avant d'appliquer ce concept à un navire, voici quelques courtes définitions d'ordre général.

Le centre de gravité d'un corps peut être défini comme :

- le point où la force de gravité agit verticalement vers le bas;
- le point où on peut mettre un pivot qui gardera le corps en équilibre;
- le centre géométrique d'un corps uniforme.

Pour un navire, le centre de gravité est le point où on applique la force verticale agissant vers le bas générée par la masse du navire. La position du centre de gravité changera en fonction des conditions de chargement du navire.



	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 47 de 76
	STABILITÉ	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 3 Révision n° 00

3.3.2.a. Effets des modifications de chargement

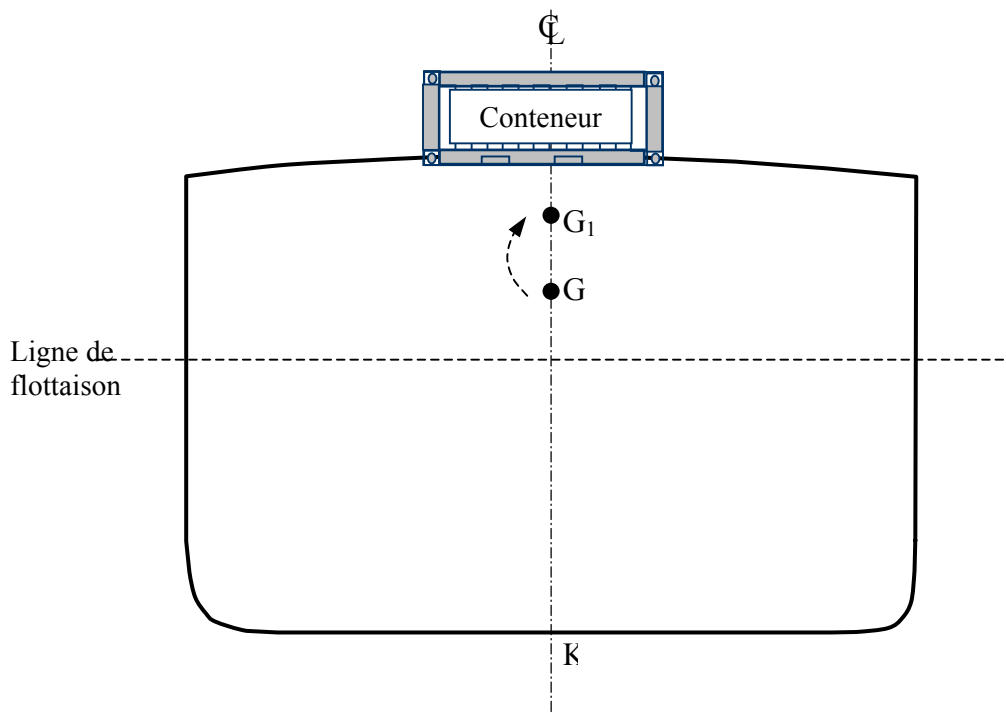
Effets des modifications de chargement : La hauteur du centre de gravité dépend de la distribution verticale des masses mobiles du navire telles la cargaison, le carburant et le ballast. La hauteur du centre de gravité est mesurée à partir du point de référence K. La hauteur du centre de gravité sera identifiée comme le KG d'un navire.


Pour qu'un navire flotte sans angle de gîte, il faut que le point G soit dans le même axe vertical que K. Dès que le G quitte cet axe vertical, un angle de gîte se produira et le navire ne flottera plus en position droite.

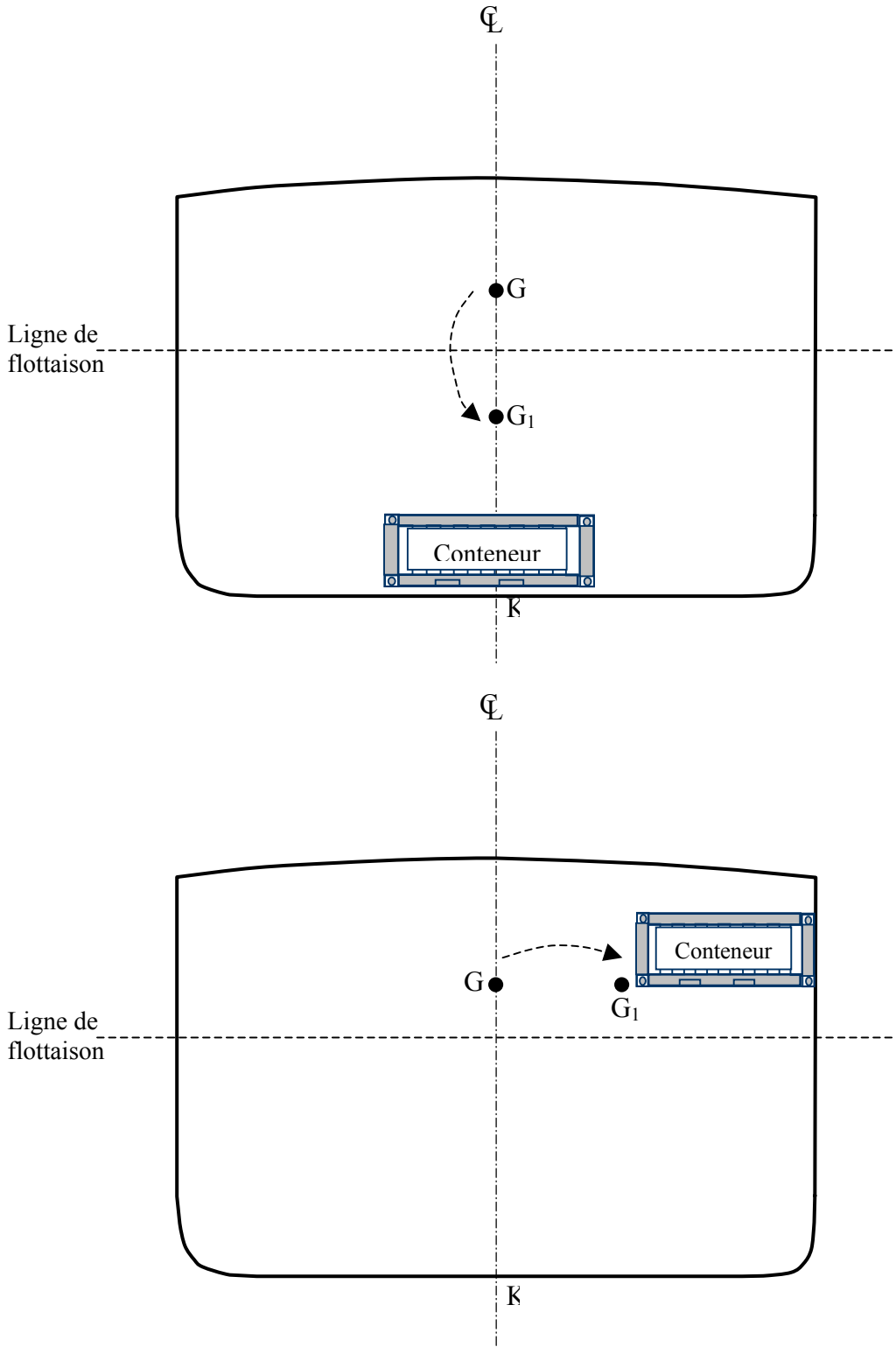
Le centre de gravité peut donc être déplacé en hauteur et en largeur en transférant, en ajoutant ou en enlevant des masses mobiles.


Si on ajoute des masses sur un navire, le centre de gravité se déplacera vers la position de la masse ajoutée. Par exemple, le carburant ajouté dans les réservoirs de double fond d'un navire abaissera le centre de gravité. Le chargement de cargaison en pontée fera généralement monter le G du navire. Une concentration de cargaison du côté bâbord du navire entraînera un déplacement du G vers bâbord, ce qui causera une gîte vers bâbord.

Déplacement du G selon le déplacement des charges



	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 48 de 76
STABILITÉ		Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 3 Révision n° 00



	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 49 de 76
	STABILITÉ	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 3 Révision n° 00

L'inverse est vrai lorsqu'on enlève des masses mobiles. Par exemple, la consommation de carburant diminue la masse dans les réservoirs d'entreposage, et si ces réservoirs sont dans les double fonds, la perte de masse entraînera le G vers le haut. Si la cargaison en pontée est déchargée, le G sera déplacé vers le bas. Un déchargement de cargaison du côté tribord fera déplacer le G vers bâbord, ce qui développera une gîte bâbord.

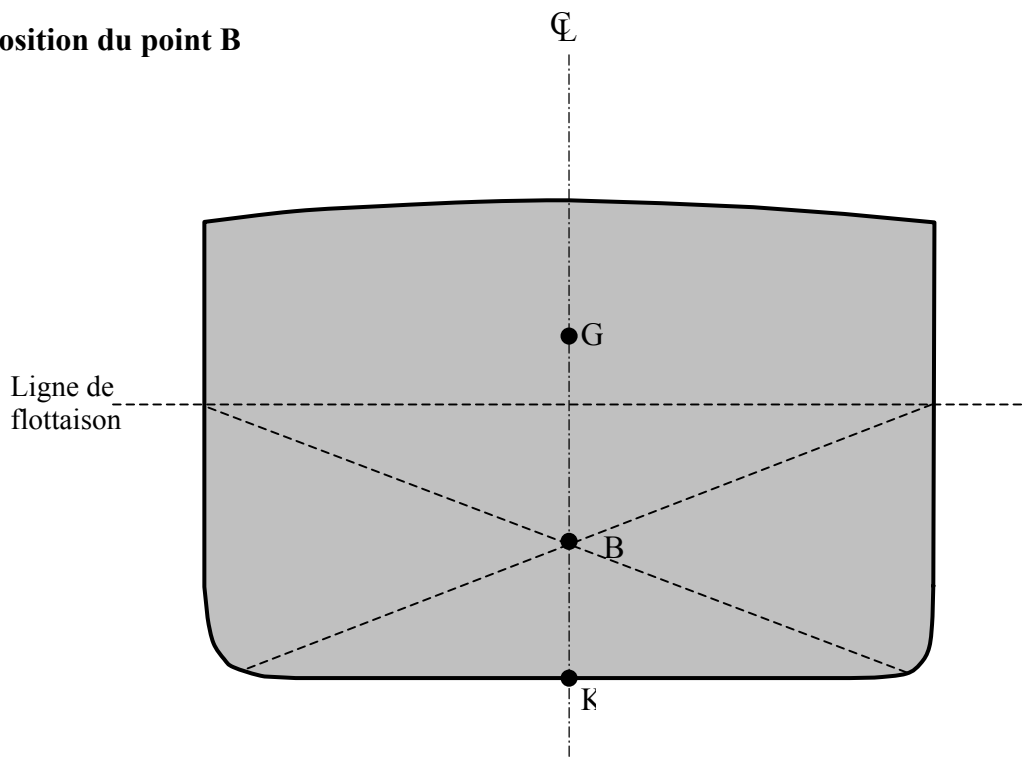
Si on transfère une masse déjà à bord, la position du centre de gravité du navire se déplacera dans la même direction que celle du transfert. Par exemple, un transfert de ballast de bâbord vers tribord déplacera le G vers tribord, ce qui aura tendance à causer une gîte tribord.


3.3.3. Centre de flottaison (B)

Le centre de carène transversal ou le centre de flottaison transversal B

Le centre de carène d'un navire peut être défini comme le point à partir duquel la poussée de flottaison agit dans un axe vertical vers le haut. On peut aussi dire que le centre de carène est le centre géométrique de la surface transversale immergée du navire. La hauteur du centre de carène se mesure à partir du point de référence K. La hauteur du centre de carène sera alors le KB.

Position du point B



	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 50 de 76
	STABILITÉ	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 3 Révision n° 00

3.3.4. Inclinaison du navire

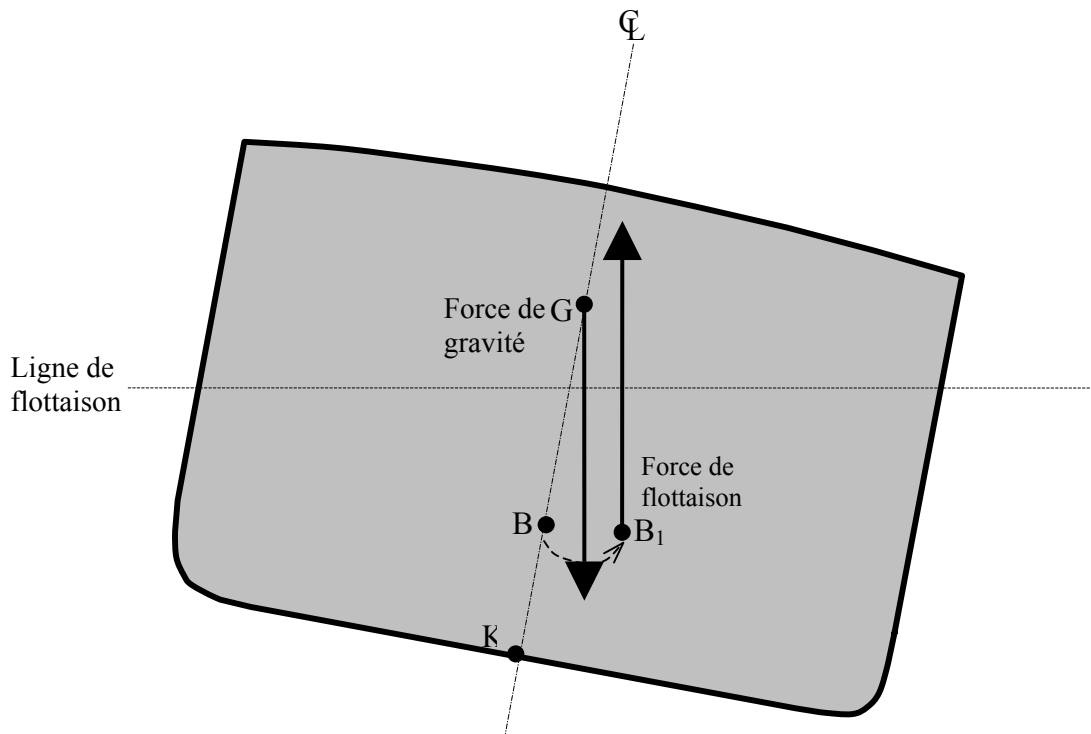
Si le navire flotte sans gîte, la construction symétrique du navire fera que le point B sera dans le même axe que K et G. La seule façon de déplacer le centre de carène transversal, c'est d'incliner le navire. La surface immergée sera de forme différente, le point B se déplacera pour atteindre le nouveau centre géométrique de la surface transversale immergée. Comme la position de B est fonction uniquement de la géométrie de la section transversale, si la forme de la coque est connue, il est facile d'identifier la position de B selon les conditions de chargement et de gîte.


Si un navire flotte droit, les points K, G et B seront tous dans le même axe vertical. Si par l'action d'une force extérieure (vent, vague, amarre tendue sur le quai) le navire s'incline, le G ne devrait pas changer de place (il n'y a pas eu de déplacement de masse) mais, le B se déplacera pour atteindre le centre géométrique de la nouvelle surface immergée. Les points B et G ne seront plus dans le même axe vertical; on aura alors le poids du navire qui agira vers le bas au point G et la force de flottaison qui agira vers le haut à partir du point B₁.

3.3.4.a. Moment de redressement

Suite à l'inclinaison du navire, ces deux forces ne sont plus dans le même axe vertical, il se crée alors un moment de redressement. Ce moment de redressement tend à ramener le navire en position droite. Ce moment sera égal à une force multipliée par une distance. La valeur de la force impliquée est la même pour le vecteur vers le haut que pour le vecteur vers le bas, c'est le déplacement du navire.

Forces de gravité et de flottaison



 Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 51 de 76
	STABILITÉ	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW	Chapitre 3 Révision n° 00

3.3.4.b. Bras de levier de redressement (GZ)

La distance entre les deux vecteurs est appelée **GZ** et représente le bras de levier de redressement. Plus le bras de levier de redressement est grand, plus le moment de redressement est élevé. La grandeur du bras de levier de redressement augmente avec l'inclinaison du navire. En d'autres mots, jusqu'à un certain angle d'inclinaison (habituellement entre 40° et 60°), plus le navire est gîté, plus il a tendance à revenir en position droite. Si on dépasse cet angle de redressement maximum, le bras de levier de redressement diminue et la capacité du navire à se redresser diminue aussi, jusqu'à ce qu'on atteigne un angle où le bras de levier de redressement disparaît, le navire est alors en grave danger de chavirement.

À l'opposé, si le G est situé en position élevée sur la ligne d'axe, le bras de levier de redressement sera diminué, donc le moment de redressement sera plus faible. Le navire se redressera plus lentement.

On trouve la valeur du moment de redressement (aussi appelé moment de stabilité statique, MSS) en utilisant la formule

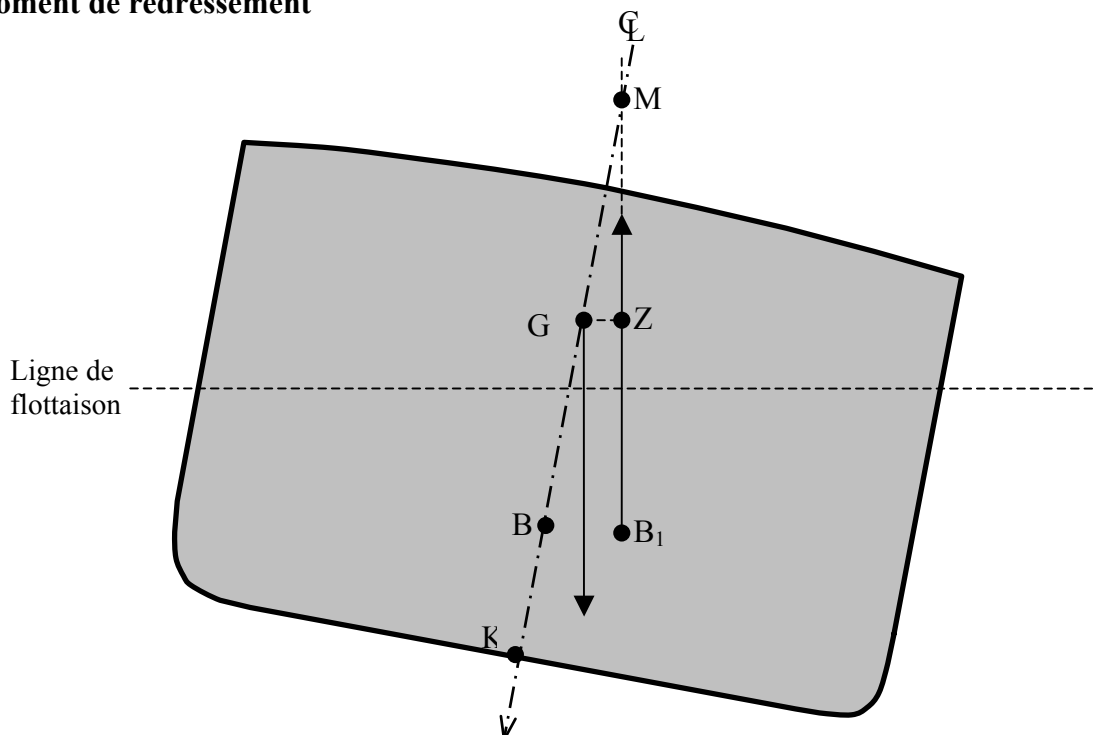
$$MSS = \Delta \times GZ$$


Pour trouver la valeur du GZ aux petits angles d'inclinaison, on utilise la relation trigonométrique suivante :

$$GZ = GM \sin \Theta$$

Θ étant l'angle d'inclinaison du navire.

Moment de redressement



	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 52 de 76
	STABILITÉ	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 3 Révision n° 00

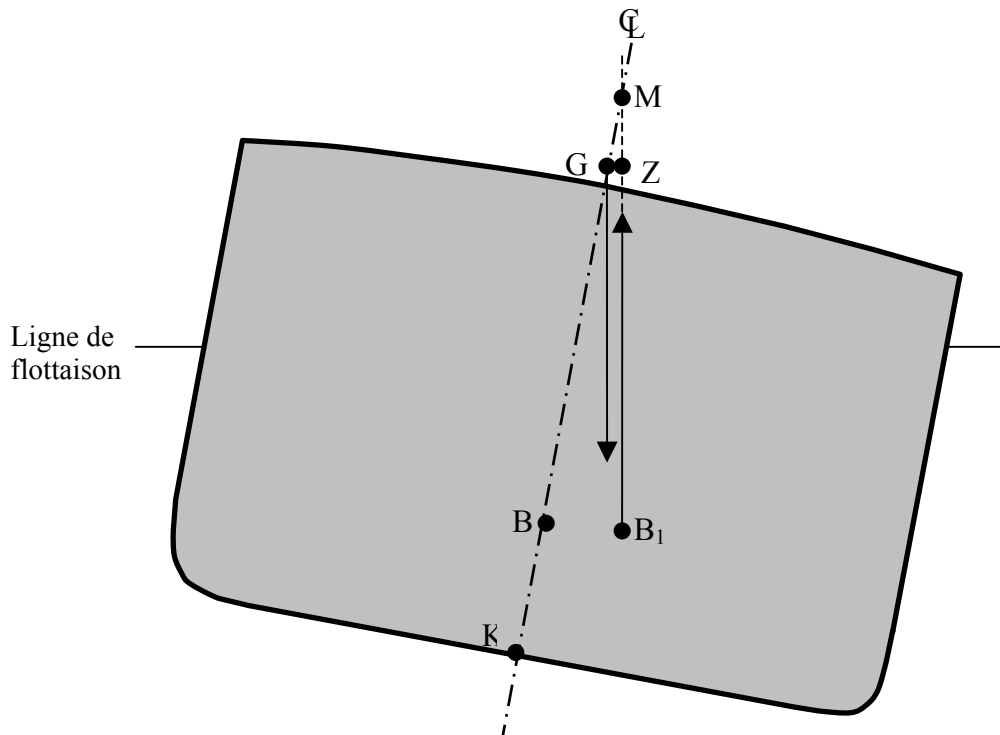
3.3.5. Métacentre (M)

En regardant le diagramme d'inclinaison, on réalise qu'un point M est apparu. Ce point M est situé à l'intersection du vecteur de flottabilité et de la ligne d'axe. Ce point M porte le nom de métacentre. Pour les faibles angles d'inclinaison (plus petit que 15°), on peut considérer le point M comme étant fixe. La présence du point M nous permet d'introduire une nouvelle notion qui, en fait, gère la stabilité à des petites inclinaisons.


3.3.6. Hauteur métacentrique (GM)

Il s'agit de la distance entre G et M, qu'on identifiera comme la distance **GM**, appelée aussi hauteur métacentrique.

Moment de redressement avec un GM réduit



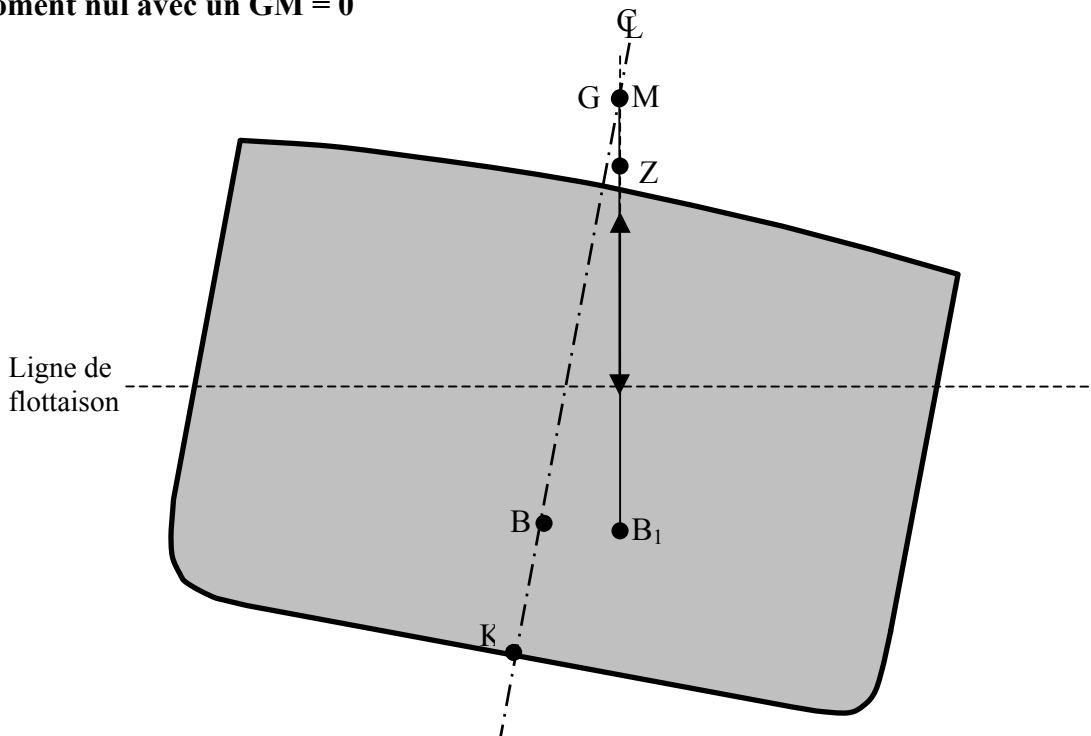
La position du point G par rapport au point M est d'une importance capitale pour la capacité de redressement du navire. En condition normale, le point G devrait toujours être plus bas que le point M. On dit alors que le GM est positif. Plus la distance entre les deux points est grande, plus le GM positif est élevé. Comme il a été vu au paragraphe précédent, plus le GM est élevé, plus le bras de levier de redressement est élevé. Si le G se rapproche du point M, le bras de levier de redressement diminue et le moment de redressement est faible.


	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 53 de 76
STABILITÉ	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 3 Révision n° 00

Si le GM est nul, c'est-à-dire que le point G correspond au point M, le bras de redressement est inexistant. Si le navire est alors incliné à un petit angle par une force extérieure, le navire restera gité à cet angle, car le moment de redressement est inexistant.

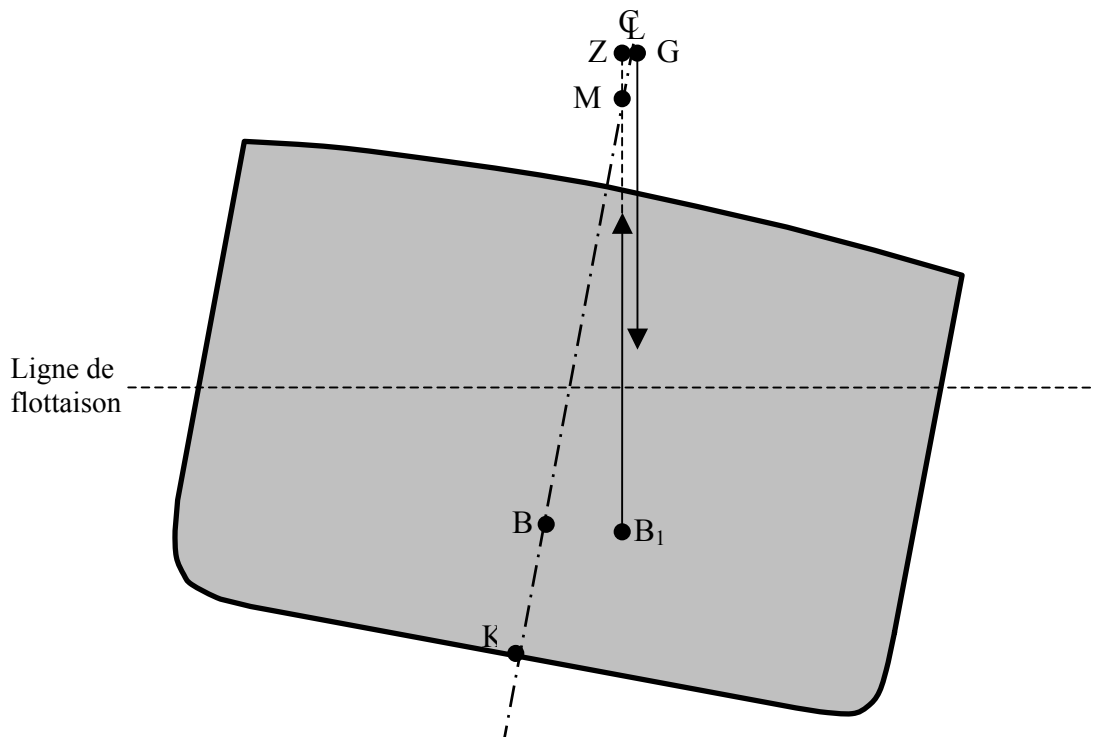
Si le GM est négatif, c'est-à-dire que le point G est plus élevé que le point M, le bras de redressement est non seulement inexistant mais, il se transforme en moment de chavirement. Alors, sous l'influence d'une légère force extérieure, la navire s'inclinera à un angle prononcé et, selon la forme de la coque, peut même aller jusqu'à chavirer complètement. Dans tous les cas, un GM négatif est une situation à éviter absolument.

Moment nul avec un $GM = 0$



 Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 54 de 76
	STABILITÉ	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW	Chapitre 3 Révision n° 00

Moment de chavirement avec un GM négatif




3.3.7. Déplacement brusque de G

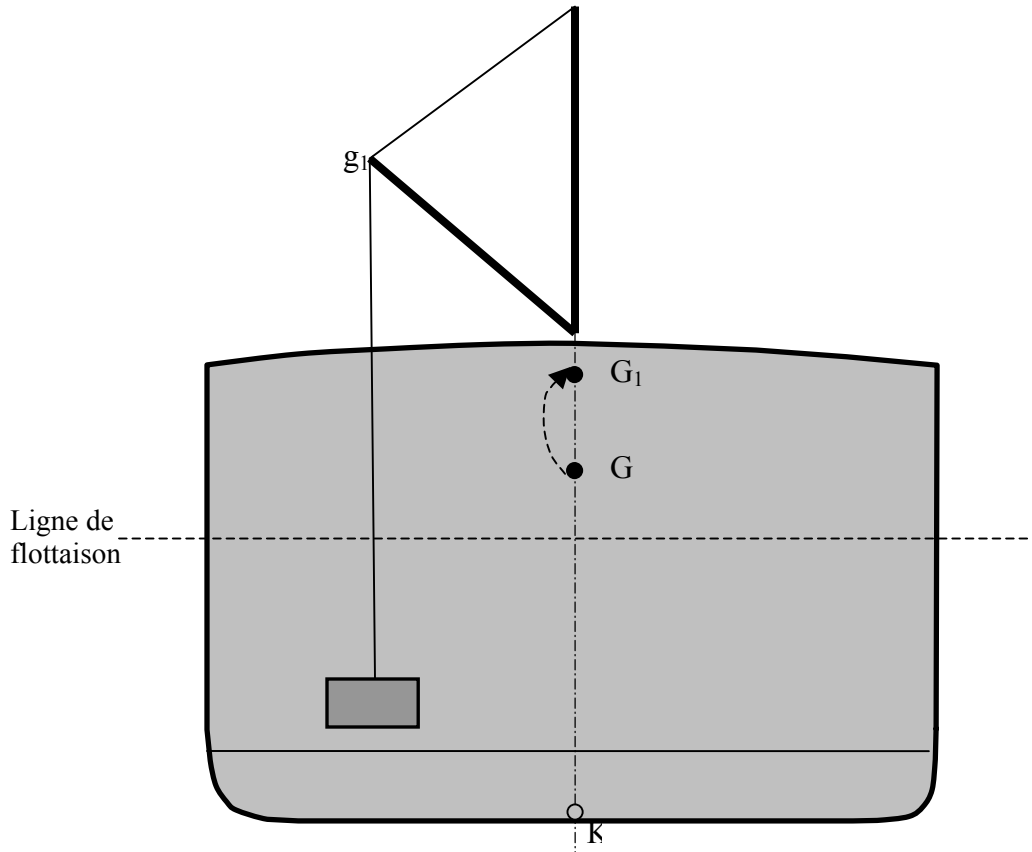
Il y a deux situations qui affectent de façon radicale la position du G. Dans ces deux situations, on assiste à une élévation brusque du point G ce qui, dans certains cas extrêmes, pourrait amener une situation de GM négatif. Ces deux situations sont l'apparition de l'effet de carène liquide (appelé aussi l'effet de surface libre) et l'effet des poids suspendus.

3.3.7.a. Poids suspendu

Lorsqu'on manipule de la cargaison à l'aide de grues ou de mâts de charge montés sur le navire, on considère que le centre de gravité de la masse manipulée se situe au point de suspension, c'est-à-dire à l'extrémité du bras de la grue ou du mât de charge. Par exemple, si une grue prend une masse de 5 tonnes au fond d'une cale, dès que cette masse quitte la surface sur laquelle elle reposait, le centre de gravité de ces 5 tonnes se transfère instantanément du fond de la cale jusqu'à la tête du bras de la grue. Ceci entraîne une élévation instantanée et parfois assez considérable du G du navire. Si le GM était au départ faible, il se pourrait que le changement de position du G amène une situation de GM négatif.


	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 55 de 76
STABILITÉ	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 3 Révision n° 00

Effet d'un poids suspendu

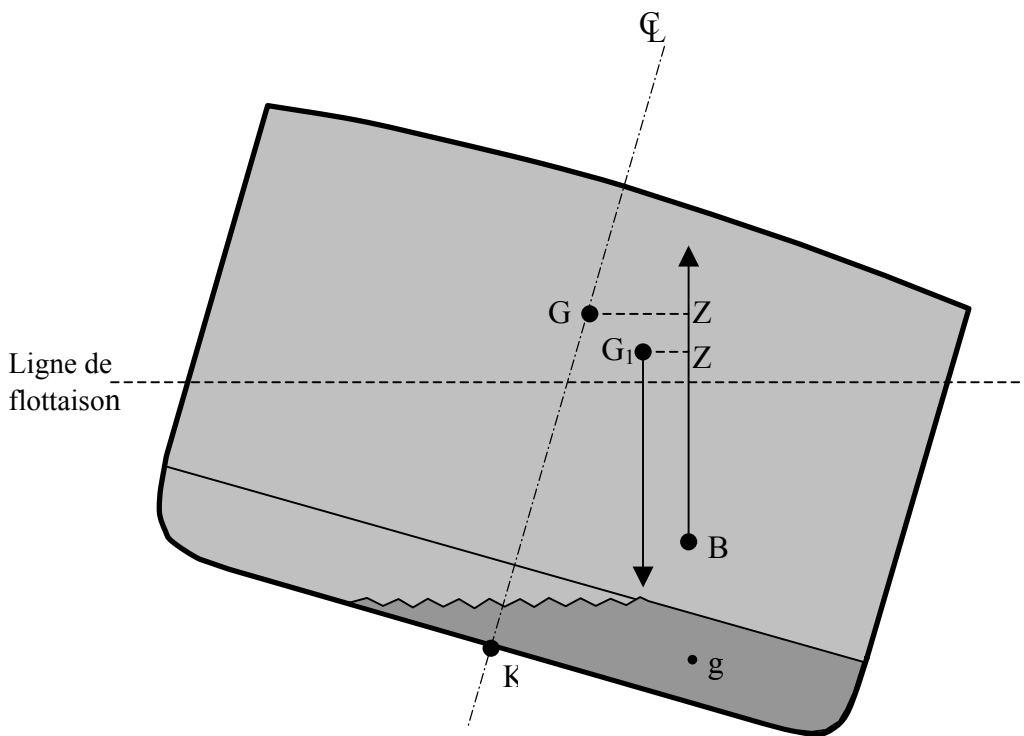
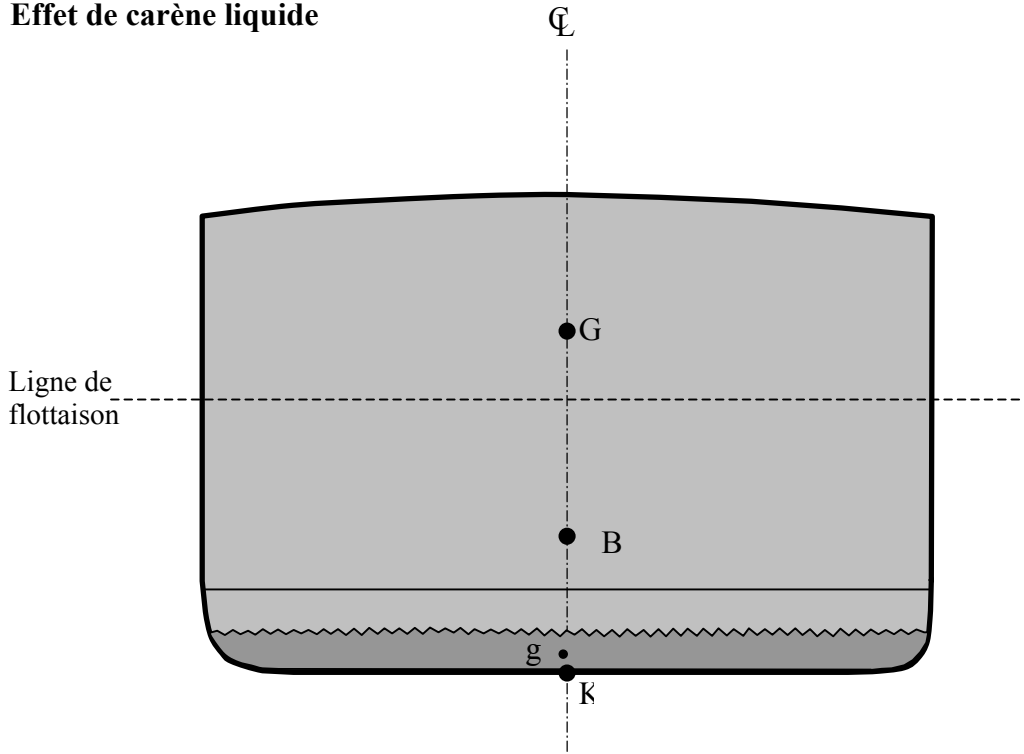



3.3.7.b. Effet de carène liquide

L'autre situation est l'apparition de carène liquide. Si un réservoir du navire est partiellement rempli et que le navire roule, on comprend que la masse de liquide dans le réservoir se déplace de façon désordonnée. Le centre de gravité de la masse liquide se déplace d'un bord à l'autre et par le changement de « forme » du liquide, le G de la masse en mouvement peut aussi s'élever assez radicalement. De plus, l'inertie de la masse liquide qui se promène affecte la stabilité transversale du navire et affecte la position du G du navire. On applique l'effet d'inertie du liquide en mouvement en faisant un changement virtuel de la position du G . Ce changement de hauteur du G de la masse liquide peut affecter radicalement la hauteur du G du navire, ce qui peut amener une situation de GM négatif. Pour diminuer l'effet de carène liquide, on place des plaques antiroulis dans les réservoirs.

 Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 56 de 76
STABILITÉ	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 3 Révision n° 00

Effet de carène liquide



	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 57 de 76
STABILITÉ		Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 3 Révision n° 00

La combinaison des deux situations peut se rencontrer lorsque le navire charge ou décharge. La manipulation de la cargaison est souvent combinée avec une manipulation de ballast. Pendant le séjour au port, il peut se faire des transferts de carburant ou du soutage. Des surfaces libres peuvent apparaître dans les réservoirs de ballast comme dans ceux de carburant. Cette situation associée avec la manipulation de la cargaison avec les grues ou mâts de charge peut facilement créer une situation de GM négatif.

Comme officier mécanicien, dans certaines situations pendant un séjour au port, il faut consulter l'officier en charge de la stabilité du navire avant de faire des transferts de masses liquides.

Toutes les valeurs des termes précédents peuvent être retrouvées, pour un même navire, dans le livret de stabilité du navire.

Toutes les notions qui ont été couvertes dans ce chapitre permettent de garder la stabilité du navire intacte.


Une stabilité intacte d'un navire est définie comme la stabilité d'un navire non endommagé qui répond aux exigences de l'OMI telles que décrites dans le *Recueil de règles de stabilité à l'état intact pour tous les types de navires visés par les instruments de l'OMI*.

3.4. Stabilité longitudinale simple

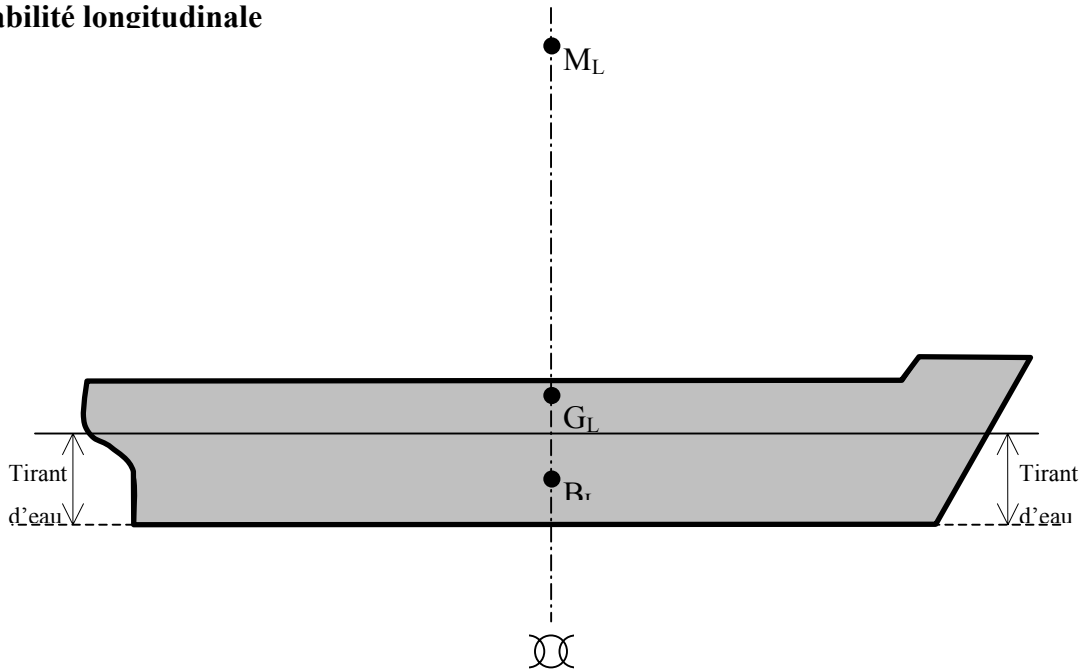
Les principes de la stabilité transversale s'appliquent en partie pour faire la stabilité longitudinale.

Les points K, G, B, et M, qui se retrouvent en stabilité transversale, seront utilisés avec une coupe longitudinale du navire. Ils deviendront les points G_L , B_L et M_L .

Le métacentre longitudinal (M_L) est trouvé de la même façon qu'en stabilité transversale. Il sera situé à l'intersection des verticales passant par les points B_L et B_{L1} lorsque l'assiette est modifiée.

 Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion :	Juillet 2006	Réf. : TP-14609F
	Approuvé par :	AMSP	Page : 58 de 76
STABILITÉ	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 3 Révision n° 00

Stabilité longitudinale



En stabilité longitudinale, l'assiette peut être considérée comme l'équivalent de la gîte en stabilité transversale. L'assiette représente l'inclinaison longitudinale du navire et au lieu d'être exprimée en degrés, elle est donnée en différence des tirants d'eau avant et arrière.

Si le tirant d'eau est plus grand en arrière qu'en avant (situation habituelle), on dit que l'assiette est positive; lorsque le tirant d'eau est plus prononcé à l'avant, l'assiette sera négative.


Exemple : un navire dont le tirant d'eau avant est de 5 m et le tirant d'eau arrière de 5,75 m aura une assiette positive de 75 cm.

Le transfert, le chargement et le déchargement d'une masse affecteront l'assiette du navire. On mesure le changement d'assiette lors de la manipulation de masses en utilisant la notion de MCTC et MCTI.

Le MCTC est le Moment pour changer l'assiette (Trim) de 1 cm.

Le MCTI est le Moment pour changer l'assiette (Trim) de 1 pouce (Inch).

Toutes les valeurs des termes précédents peuvent être retrouvées, pour un même navire, dans le livret de stabilité du navire.

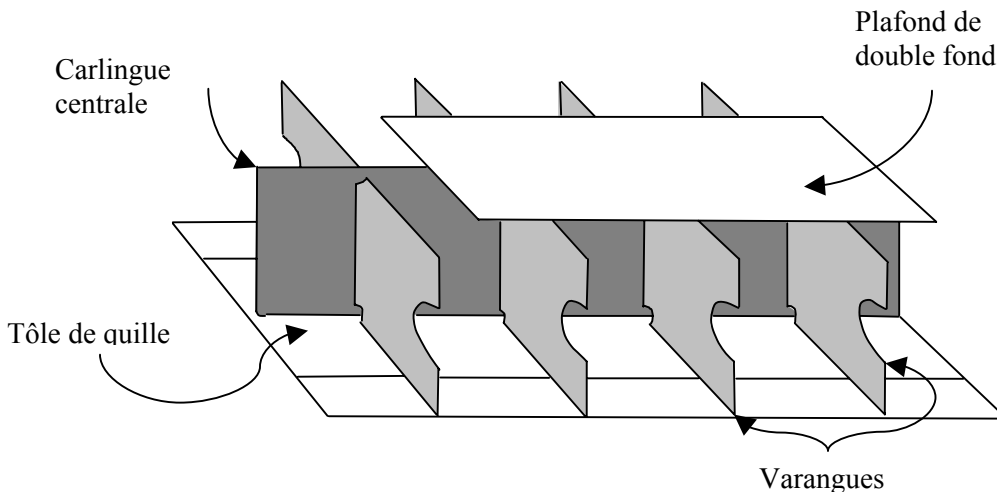
	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 59 de 76
CONSTRUCTION		Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 4 Révision n° 00

4. Construction

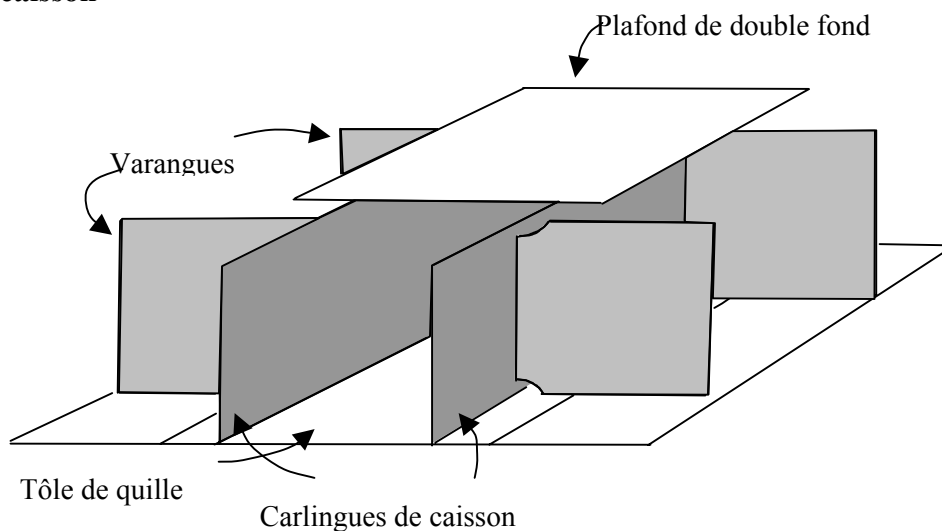
4.1. Définitions des éléments de la coque


- Quille : La quille est un profilé, ou un montage de profilés, installé longitudinalement, qui forme la base de la structure du navire. La quille correspond toujours à la ligne d'axe du navire. Elle contribue fortement à la résistance longitudinale et distribue efficacement les efforts localisés lors de la mise en cale sèche du navire. Il existe deux types de quilles dans la construction de navires d'une certaine taille, soit la quille plate et la quille en caisson.

Quille plate



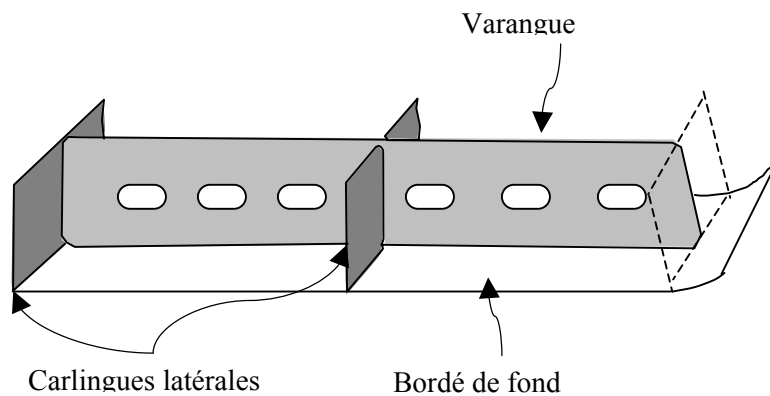
Quille caisson



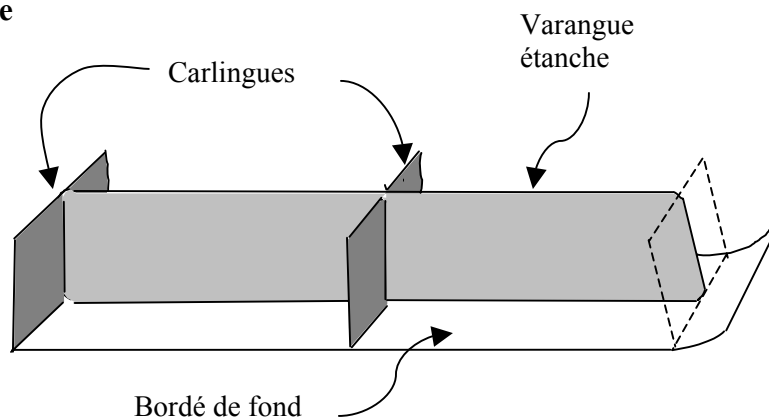
 Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Juillet 2006 Approuvé par : AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 60 de 76
CONSTRUCTION	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW	Chapitre 4 Révision n° 00


- Carlingues : une carlingue est un profilé longitudinal qu'on retrouve dans la construction du fond du navire. Elles peuvent être étanches ou non et elles peuvent se retrouver au-dessus de la quille (carlingue centrale) ou à distances égales de celle-ci (carlingues latérales). Elles peuvent être continues ou peuvent être coupées par les varangues (carlingues intercostales). La carlingue centrale sera toujours continue et doit être reliée à la quille par une soudure continue. Les carlingues doivent se prolonger le plus loin possible de l'avant vers l'arrière du navire.
- Varangues : ce sont des profilés transversaux qui seront donc montés perpendiculairement à la quille et aux carlingues. On retrouve trois types principaux de varangues, la varangue étanche, la varangue pleine et la varangue cadre.

Varangue pleine

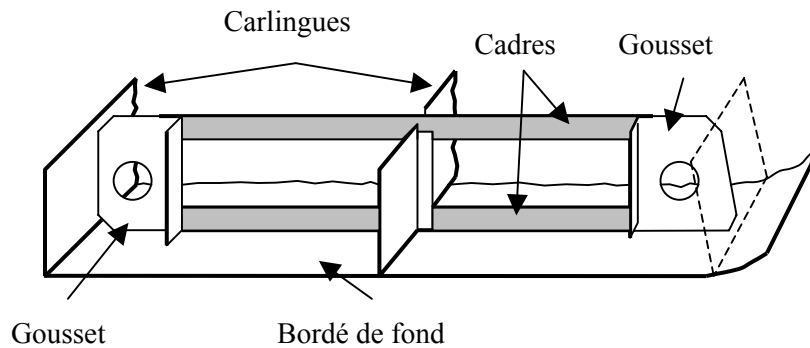


Varangue étanche



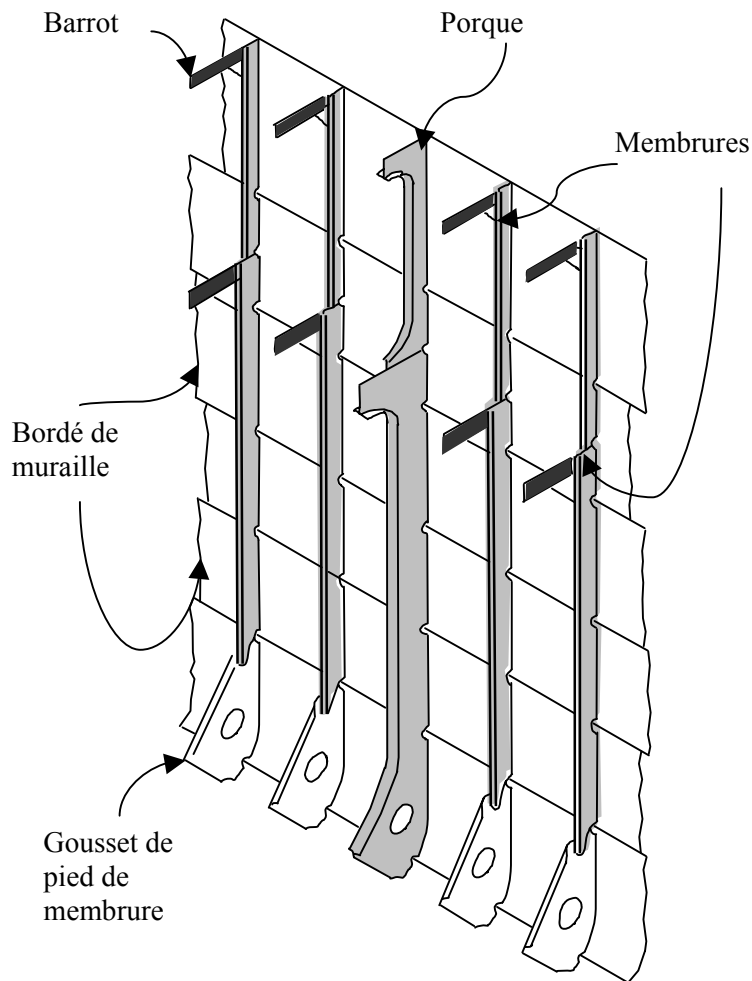
	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 61 de 76
CONSTRUCTION		Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 4 Révision n° 00


Varangue cadre ou varangue squelette



- Membrures : ce sont des profilés verticaux, qui forment l'ossature de la partie verticale de la coque. Le type et l'espacement des membrures varient beaucoup selon le type de construction du navire.

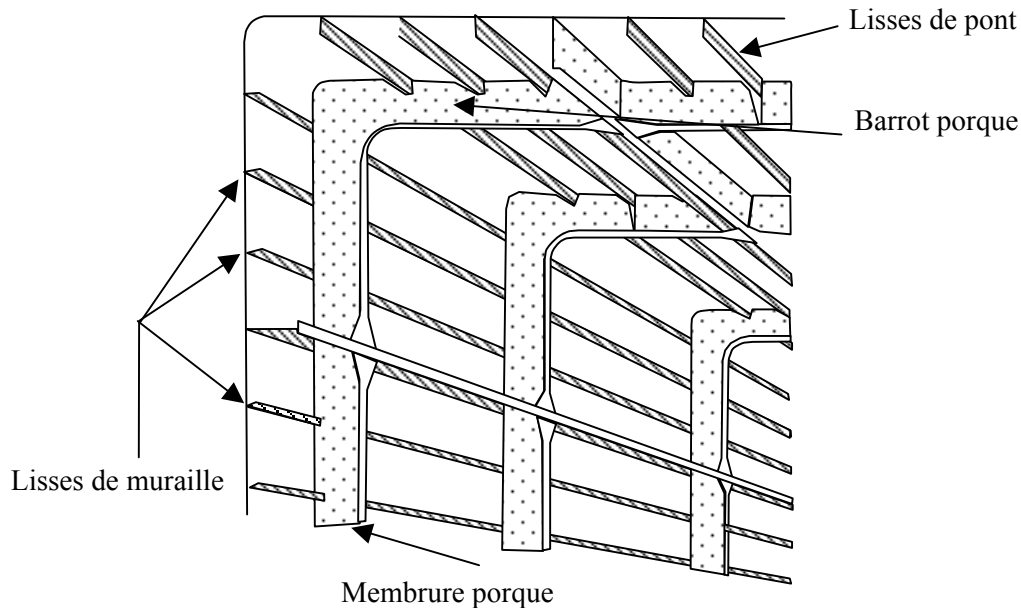
Ossature de muraille




	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 62 de 76
CONSTRUCTION		Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 4 Révision n° 00

- Barrots : ce sont des profilés transversaux qui relient les extrémités supérieures des membrures et formeront ainsi l'ossature transversale du pont.

Construction longitudinale, pont et muraille



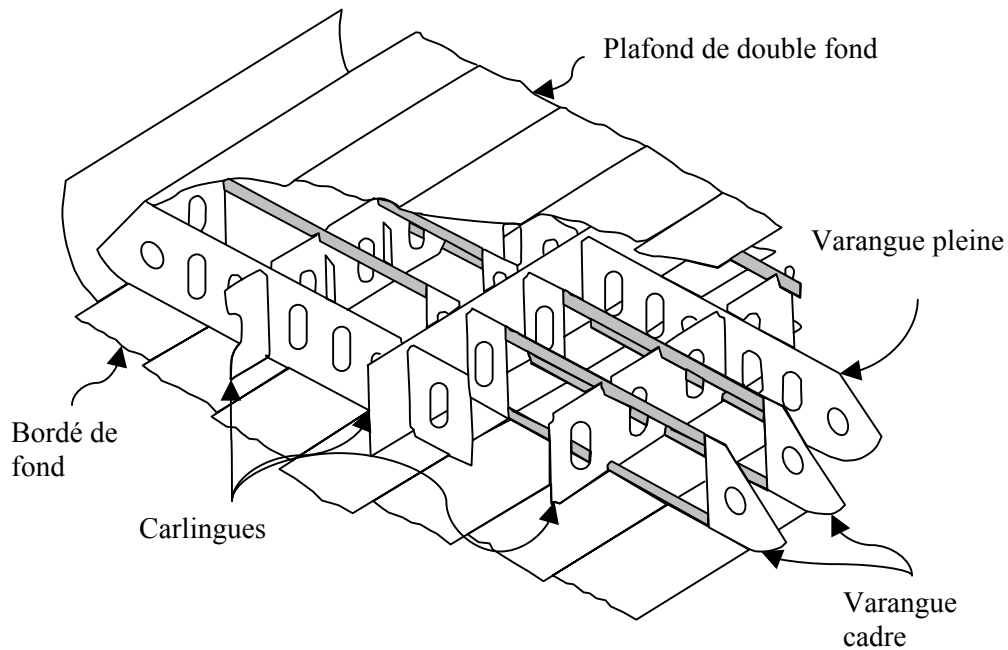
- Hiloires : ce sont des profilés longitudinaux qui, combinés aux barrots, formeront l'ossature longitudinale du pont.
- Lisses ou longitudinaux : c'est un terme très général pour identifier tout profilé longitudinal de faible dimension qui peut servir à plusieurs usages. On emploie ce terme plus spécifiquement dans la construction longitudinale.
- Porques : ce sont des profilés surdimensionnés qui peuvent remplacer les membrures à certains endroits du navire.
- Gousset : c'est un terme général qui identifie toute pièce qui sert à relier deux profilés.
- Gousset de pont : gousset situé à l'extrémité des barrots qui relie le barrot et la membrure au bordé de coque.
- Épontille : profilé vertical à l'intérieur du navire qui relie le pont au fond du navire, ou qui est installé entre deux entreponts, surtout autour des écoutes. Elles sont assez encombrantes et compliquent la manutention de la cargaison à l'intérieur des cales.
- Bordé : le bordé d'une coque est l'ensemble des tôles qui forment l'enveloppe étanche de la coque. On retrouve le bordé de fond, le bordé de pont et les bordés de muraille.


	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 63 de 76
CONSTRUCTION		Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 4 Révision n° 00

- Bordé de bouchain : tôle longitudinale qui relie le bordé de muraille au bordé de fond.
- Plafond de double fond : ensemble étanche de tôles déposé sur l'ossature du fond du navire.
- Double fond : le double fond est l'espace étanche compris entre le bordé de fond et le plafond de double fond. Sa hauteur est variable, selon la grosseur et le type de navire mais, elle se situe généralement entre 0,75 et 1,5 mètres. Le double fond est divisé en plusieurs compartiments étanches par des varangues et carlingues étanches. Ces compartiments peuvent être utilisés pour l'entreposage de carburant, d'huile et d'eau de ballast. On utilise souvent ces compartiments pour corriger la gîte et l'assiette du navire.

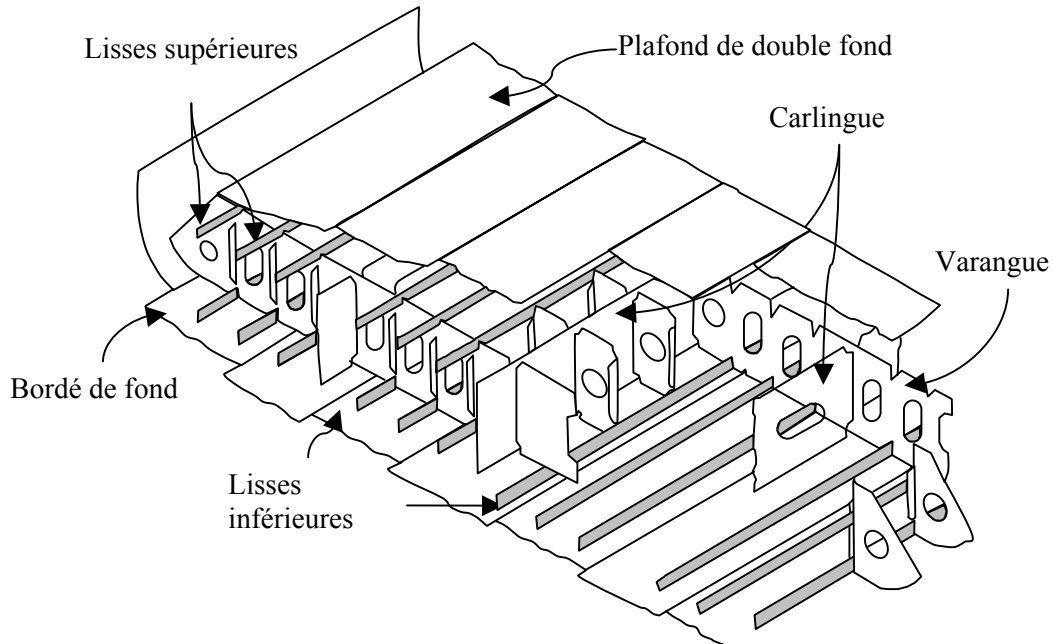
Le double fond préserve l'étanchéité du navire lorsque le bordé de fond est endommagé. Le plafond de double fond augmente considérablement la résistance longitudinale du navire et forme une plate-forme qui supportera la cargaison et la machinerie du navire.

Double fond dans le système transversal



	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Juillet 2006 Approuvé par : AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 64 de 76
CONSTRUCTION		Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW	Chapitre 4 Révision n° 00

Double fond dans le système longitudinal




4.2. Types de construction

4.2.1. Construction transversale

La construction transversale est surtout utilisée sur les navires d'une longueur inférieure à 120 mètres. Les varangues, membrures et barrots forment des anneaux. Ces anneaux sont peu distancés les uns des autres. La résistance longitudinale est assurée par la quille, la carlingue centrale, les carlingues latérales, les hiloires, tout le bordé de fond, de pont et des côtés, ainsi que par le plafond de double fond. Cette construction transversale assure une bonne indéformabilité de la section transversale aux efforts d'ensemble, aux charges verticales, au roulis et à la mise en cale sèche. Par contre, sur les navires d'une bonne longueur, les efforts longitudinaux peuvent créer des déformations entre les anneaux.

4.2.2. Construction longitudinale

La construction longitudinale est obligatoire pour les navires de grandes dimensions, les pétroliers et les minéraliers. Les anneaux sont formés des varangues, des barrots et des porques qui remplacent les membrures. Ces anneaux sont plus distancés que dans la construction transversale. Les éléments de renfort longitudinal sont les hiloires, les carlingues, la quille ainsi qu'un grand nombre de lisses de pont, de fond et de muraille. Ces lisses ou longitudinaux sont de faible section, mais ils sont très nombreux.

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 65 de 76
	CONSTRUCTION	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 4 Révision n° 00

4.2.3. Construction mixte

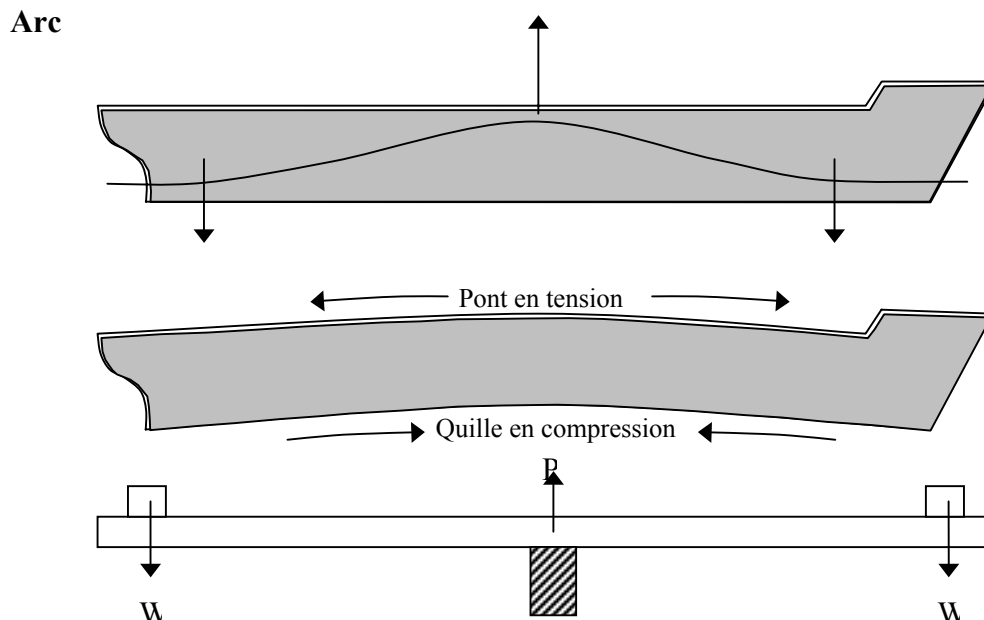
La construction mixte combine la construction longitudinale et transversale. On utilisera un type de construction dans une partie du navire et l'autre type dans une autre partie. La combinaison la plus utilisée est une construction longitudinale pour les fonds et le pont et la construction transversale pour les murailles.

4.3. Efforts et contraintes sur la structure du navire


4.3.1. Efforts et contraintes statiques

Ces contraintes sont mesurées lorsque le navire n'est pas en mouvement. Elles sont souvent causées par une mauvaise distribution longitudinale des masses. Même si le poids total du navire est balancé par la force totale de flottaison, ces forces peuvent ne pas être distribuées de façon homogène sur toute la longueur du navire.

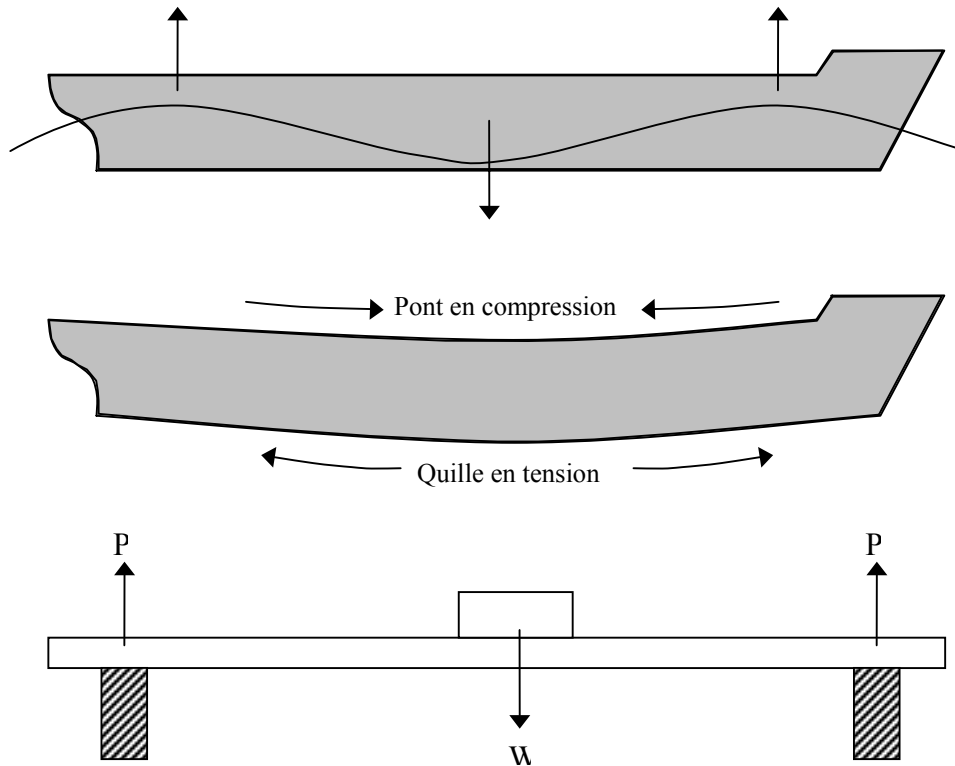
- Arc : si les forces de flottaison sont concentrées vers le milieu du navire et que les extrémités sont chargées, le navire aura tendance à s'affaisser aux extrémités avant et arrière alors que la partie du milieu aura tendance à s'élever. Dans cette situation, les éléments de structure du pont seront en tension alors que la structure du fond sera en compression. Ce phénomène peut être comparable à une poutre supportée en son centre et dont les extrémités supporteraient des poids.



- Contre arc : si les forces de flottaison sont concentrées aux extrémités du navire et que le milieu est chargé, le navire aura tendance à s'élever aux extrémités et à s'affaisser dans la


	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 66 de 76
CONSTRUCTION	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 4 Révision n° 00

section du milieu. Dans cette situation, les éléments de structure du pont seront en compression alors que les éléments du fond seront en tension. Ce phénomène peut être comparé à une poutre supportée à ses deux extrémités et dont la partie centrale supporterait des poids.



L'arc et le contre arc peuvent être amplifiés par le mouvement des vagues qui circulent le long de la coque. Deux crêtes de vague situées aux extrémités du navire combinées avec un creux vers la partie milieu amplifient l'effet de contre arc alors qu'une crête au milieu du navire combinée à deux creux aux extrémités amplifieront le phénomène de l'arc.

Les efforts causés par les contraintes peuvent être calculés en utilisant le tableau de courbes de chargement, le tableau des courbes d'efforts de cisaillement et le tableau des moments de fléchissement. Il y aussi des calculateurs mécaniques ou électroniques qui permettent de trouver la valeur des efforts retrouvés dans la coque. La valeur des efforts maximaux permis peut être retrouvée dans le livret de stabilité du navire.

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 67 de 76
	CONSTRUCTION	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 4 Révision n° 00

4.3.2. Efforts et contraintes dynamiques

Lorsque le navire est en mouvement, certaines situations amènent des contraintes supplémentaires. Ces contraintes sont surtout causées, en cas de mauvaise mer, par l'effet des vagues sur la coque. Deux de ces contraintes sont le talonnement et l'effet de soufflet.

- Le talonnement : Lorsque le navire navigue dans une forte mer, il tangue. Il peut arriver que le soulèvement de la proue coïncide avec un creux de vague. À ce moment, la proue émerge de l'eau. Lorsque la proue entre de nouveau dans l'eau, elle peut le faire en subissant un choc très important; c'est la contrainte de talonnement. Le bordé de coque, dans la partie avant du navire, doit être renforcé pour éviter le pliage du bordé. Cette contrainte peut aussi se produire sur la partie arrière du navire, mais à un degré moindre.
- L'effet de soufflet : Lorsque les vagues frappent la partie avant et arrière du navire, elles causent des variations de pression qui tendent à repousser les tôles du bordé alternativement vers l'intérieur et vers l'extérieur. C'est l'effet de soufflet. L'ossature aux extrémités du navire est renforcée pour prévenir un mouvement exagéré du bordé de la coque.

4.4. Cloisons étanches


Une cloison étanche est une cloison montée transversalement sur le plafond du double fond et elle doit s'élever jusqu'au pont supérieur continu.

Les cloisons étanches sont installées pour :

- diviser le navire en compartiments étanches et ainsi limiter l'envahissement de l'eau lors d'un dommage au bordé de coque;
- améliorer la résistance transversale de la structure;
- prévenir la distorsion du bordé de coque;
- supporter les hiloires et les lisses de pont;
- relier rigidement le plafond de double fond au pont supérieur;
- ralentir grandement la propagation d'un incendie.

Le nombre et la localisation des cloisons étanches à bord d'un navire dépendent de la longueur et du type de navire ainsi que la localisation de la salle de machines. La convention SOLAS détermine le nombre et la localisation de ces cloisons. Mais de façon générale, on retrouvera une cloison étanche à l'avant (cloison d'abordage) qui devra être située entre $0,05L$ et $0,075L$ (L = longueur entre perpendiculaires du navire), une cloison étanche à l'arrière qui devra former un compartiment arrière étanche (coqueron arrière) qui enferme le tube d'étambot et une cloison étanche à chaque extrémité de la salle des machines (dont la cloison arrière peut correspondre à la cloison du coqueron arrière).

Tous les éléments qui traversent une cloison étanche tels les conduits de ventilation, la tuyauterie, le câblage électrique, doivent être montés de façon à maintenir l'intégrité de l'étanchéité de la cloison. C'est pourquoi on retrouve généralement des robinets qui peuvent être commandés à distance sur certains tuyaux qui traversent les cloisons étanches.

 Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion :	Juillet 2006	Réf. : TP-14609F
	Approuvé par :	AMSP	Page : 68 de 76
CONSTRUCTION	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 4 Révision n° 00


4.5. Portes étanches

Dans certaines situations, il est nécessaire de percer ces cloisons pour laisser passer le personnel ou les passagers. Dans ce cas, on installera une porte étanche coulissante. Un exemple de cette situation est que la porte étanche se retrouve, sur certains navires, entre la salle des machines et le tunnel de ligne d'arbre. Dans les paquebots, on retrouve un bon nombre de ces portes qui permettent aux passagers de passer d'une section à l'autre du navire. Ces portes étanches sont généralement actionnées par l'énergie hydraulique. On doit retrouver des stations de commande locales de chaque côté de la porte. En plus, une station éloignée de commande (située généralement dans la timonerie) doit être placée à l'extérieur des deux compartiments séparés par la cloison étanche.

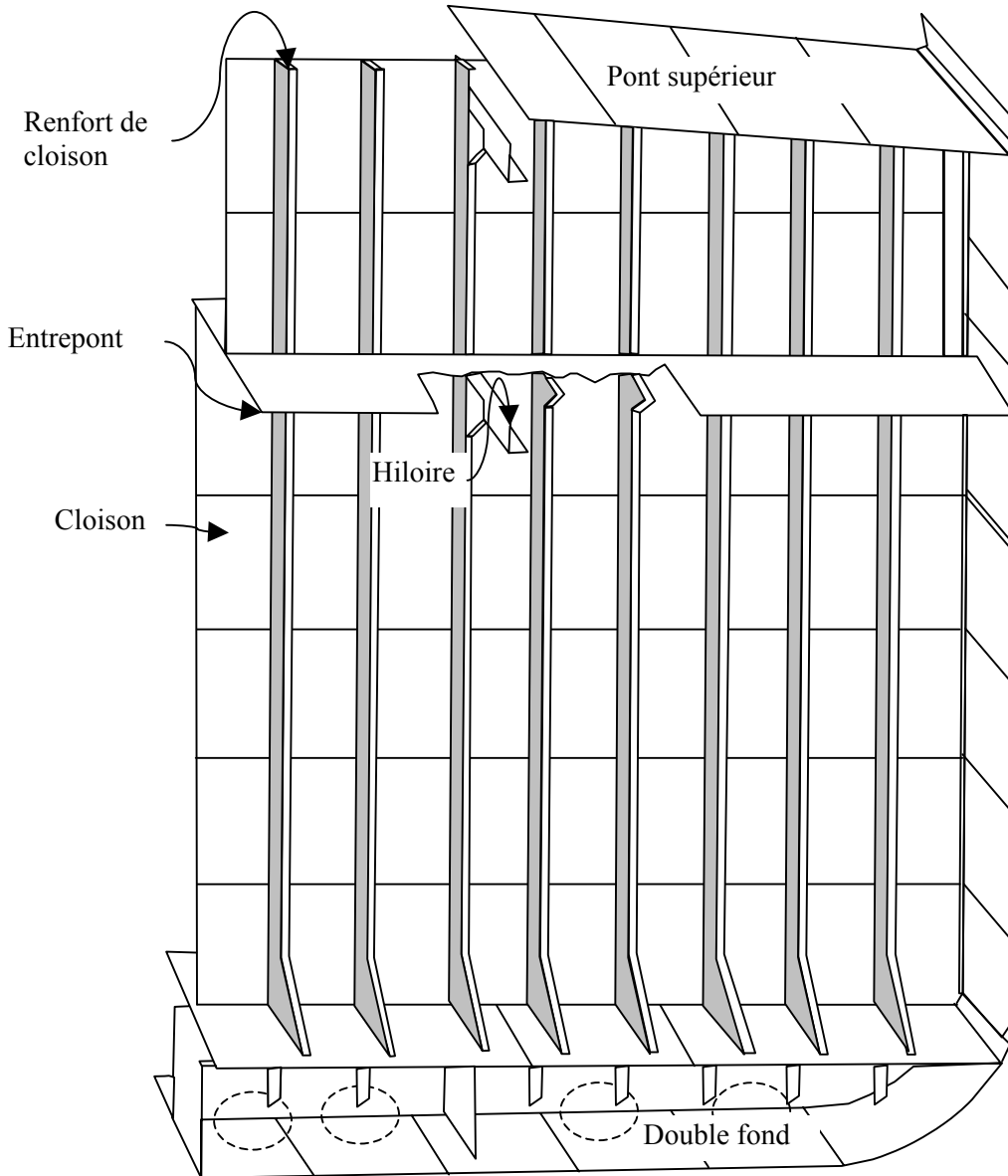
C'est la convention SOLAS, chapitre II-1, règlement 15, qui régit l'installation et les critères de fonctionnement de ces portes.


Extrait, règlement 15 :

- 7.1.6 : [Une porte étanche] doit être équipée d'une alarme sonore distincte de toute autre alarme dans la zone, qui retentira, chaque fois que la porte sera fermée à distance au moyen d'une source d'énergie, pendant au moins 5 secondes mais pas plus que 10 secondes avant que le mouvement de fermeture de la porte soit amorcé et qui continuera à retentir jusqu'à ce que la porte soit complètement fermée. En cas de manœuvre manuelle à distance, il suffit que l'alarme sonore retentisse uniquement lorsque la porte est en mouvement. En outre, dans les locaux à passagers et dans les zones où le niveau de bruit ambiant est très élevé, l'Administration peut exiger que l'alarme sonore soit accompagnée d'un signal visuel intermittent au niveau de la porte; et
- 7.1.7 : (...) doit avoir une vitesse à peu près uniforme de fermeture lorsqu'elle est mue par une source d'énergie. Le temps de fermeture, à compter du moment où la porte commence à se fermer jusqu'au moment où elle est complètement fermée, ne doit en aucun cas être inférieur à 20 secondes ni supérieur à 40 secondes, le navire étant en position droite.

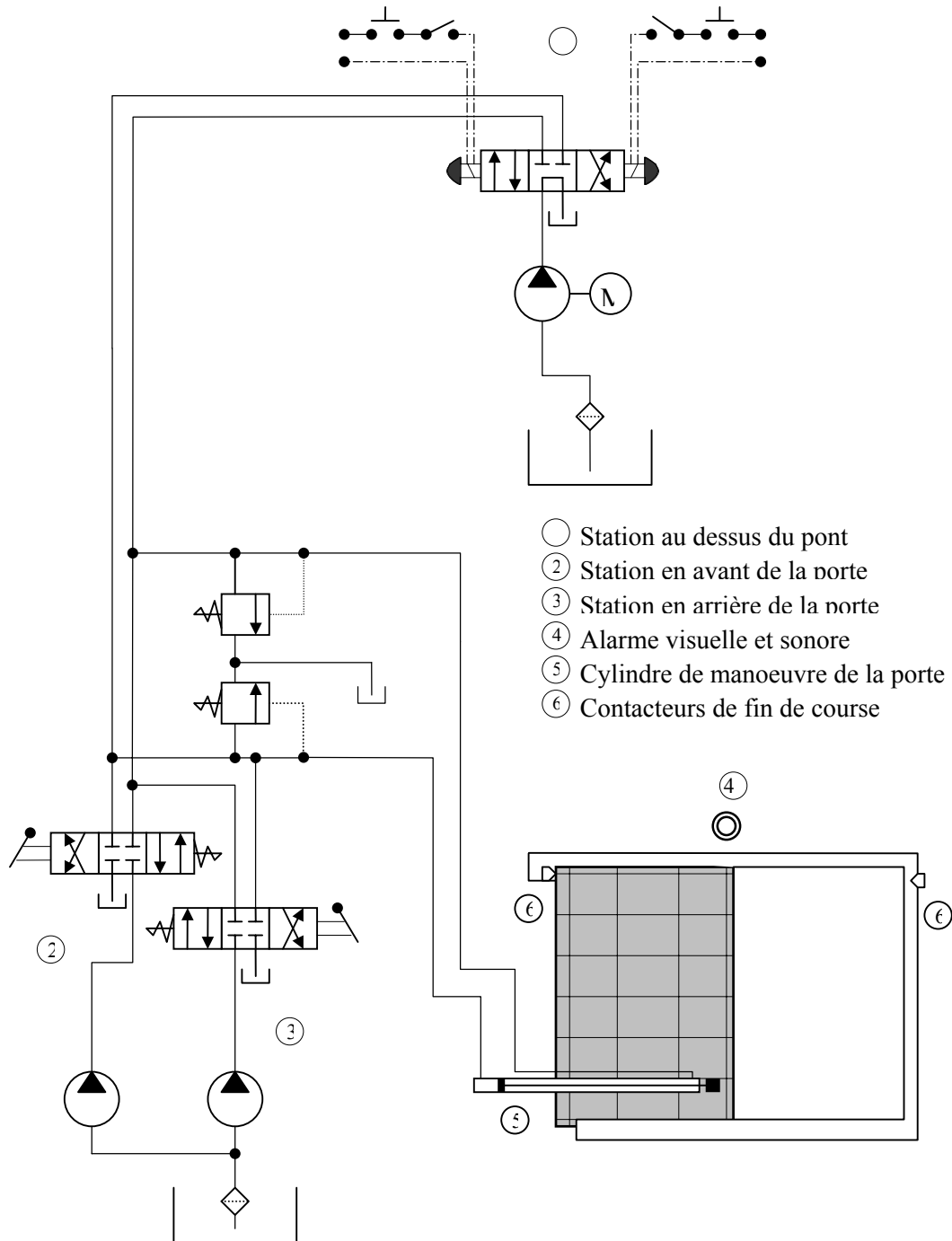
	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 69 de 76
CONSTRUCTION		Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 4 Révision n° 00


Cloison étanche



	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 70 de 76
CONSTRUCTION		Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 4 Révision n° 00

Mécanisme d'opération d'une porte étanche



	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 71 de 76
	INSTALLATION DE LA MACHINERIE	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 5 Révision n° 00

5. Installation de la machinerie

Tel que mentionné précédemment, le chapitre II-1 «Construction-structure, compartimentage et stabilité, machines et installations électriques» de la convention SOLAS définit les règles spécifiques à la construction des navires autant au niveau de la coque que de l'installation de la machinerie.

Nous verrons ici quelques éléments se rapportant à l'installation de la machinerie.

5.1. Appareil à gouverner

Exigences concernant l'appareil à gouverner

On peut y lire que tous les navires doivent être équipés d'un appareil à gouverner et que les tests effectués sur ces appareils doivent répondre à des critères spécifiques.

Ces exigences sont très spécifiques et précises. Par exemple, l'appareil à gouverner principal doit pouvoir, lorsque le navire est à son tirant d'eau le plus élevé et est en marche avant à la vitesse maximale de service, tourner de la position de 35 degrés d'un côté à 30 degrés du côté opposé en 28 secondes maximum. En ce qui concerne l'appareil à gouverner auxiliaire, il doit pouvoir passer de 15 degrés d'un côté à 15 degrés du côté opposé dans les mêmes conditions que pour l'appareil à gouverner principal en un temps maximal de 60 secondes.


5.2. Groupes électrogènes de secours

Exigences concernant les groupes électrogènes de secours

Les exigences concernant les groupes électrogènes de secours touchent le démarrage à froid et les dispositifs d'accumulation de l'énergie de démarrage.

On peut y lire les règles suivantes :

- Les groupes électrogènes de secours doivent pouvoir être mis en marche aisément à une température de 0°C. Si cela est impossible ou si le navire prévoit rencontrer des températures plus basses, un système de chauffage doit être prévu.
- Chaque groupe électrogène de secours, conçu de façon à démarrer automatiquement, doit être pourvu de dispositifs de démarrage agréés par l'Administration et ayant suffisamment d'énergie accumulée pour au moins trois démarrages consécutifs. Une deuxième source d'énergie doit être prévue pour trois autres démarrages dans les 30 prochaines minutes, à moins que l'on puisse faire la preuve de l'efficacité du dispositif de démarrage manuel.
- Les navires construits après le 1^{er} octobre 1994 doivent satisfaire aux dispositions ci-après au lieu de celles énumérées dans le deuxième paragraphe de la section précédente.

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 72 de 76
INSTALLATION DE LA MACHINERIE		Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 5 Révision n° 00

- À moins qu'il n'existe un deuxième système indépendant de mise en marche, on doit s'assurer que le système de démarrage automatique ne déchargera pas de manière critique la source d'énergie accumulée. En outre, une deuxième source d'énergie doit être prévue pour trois autres démarrages dans les trente minutes à moins que l'on puisse faire la preuve de l'efficacité du dispositif de démarrage manuel.
- L'énergie accumulée doit être maintenue en tout temps au niveau requis comme suit :
 - Les systèmes électriques et hydrauliques de démarrage doivent être maintenus en charge à partir du tableau de secours;
 - Les systèmes de démarrage à air comprimé peuvent être maintenus en charge par les réservoirs d'air comprimé principaux ou auxiliaires par l'intermédiaire d'un clapet de non-retour adéquat, ou par un compresseur d'air de secours qui, s'il est actionné électriquement, soit alimenté à partir du tableau de secours;
 - Tous ces dispositifs de démarrage, de recharge et d'accumulation de l'énergie doivent être situés dans le local de la génératrice de secours. Cette disposition n'interdit pas l'alimentation du réservoir d'air comprimé du générateur de secours à partir des circuits d'air comprimé principaux ou auxiliaires, par l'intermédiaire du clapet de non retour installé dans le local de la génératrice de secours.
- Lorsqu'un système automatique de démarrage n'est pas requis et lorsqu'il peut être prouvé qu'un dispositif de démarrage manuel est efficace, un tel dispositif est autorisé. Comme, par exemple, des manivelles, des démarreurs à inertie, des accumulateurs hydrauliques qui se chargent manuellement ou des cartouches de poudre.
- Lorsque le démarrage manuel n'est pas possible en pratique, il doit satisfaire aux dispositions prévues aux paragraphes 2 et 3, étant entendu que le démarrage peut être commandé manuellement.


La section sur les installations électriques expose toutes les exigences concernant l'alimentation en électricité du navire. Évidemment, il y a des exigences prévues concernant les systèmes de démarrage des groupes électrogènes de secours à la règle 44.

5.3. Collecteur d'incendie

Exigences concernant la pression dans le collecteur principal d'incendies

Le système de combat des incendies est aussi un élément central de la convention SOLAS. C'est pourquoi on y retrouve de nombreuses exigences.

La règle 4 du chapitre II-2 de la convention SOLAS « pompes d'incendie collecteur principal, bouches et manches d'incendie » expose en détails les règlements à ce sujet.

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 73 de 76
	INSTALLATION DE LA MACHINERIE	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 5 Révision n° 00

Le calcul des pressions maximales doit se faire avec des lances de taille régulière. Les spécifications pour les lances à incendies sont mentionnées au point 8 : ajustage des lances. On peut y lire que, pour les locaux des machines ou des ponts découverts, le diamètre des ajustages doit permettre d'obtenir le plus grand débit possible de 2 jets émis par la pompe la plus petite, sous la pression mentionnée au paragraphe 4, étant entendu qu'il n'a pas à dépasser 19 mm.

Tous les ajustages doivent aussi être d'un type combiné approuvé (jet diffusé /jet plein) et être munis d'un dispositif d'arrêt.

La pression maximale est tout simplement celle qui peut être supportée par le système. C'est à dire qu'elle ne doit pas dépasser la pression à laquelle le maniement efficace d'une manche d'incendie peut être démontré.


Quant à la pression minimale exigée, elle varie en fonction du type de navire (navire passager ou navire de charge) et en fonction de son tonnage selon le tableau suivant :

Navires à passagers	
Jauge brute de 4000 tonnes et plus	320 kPa
Jauge brute de 1000 tonnes et plus, mais moins de 4000 tonnes	270 kPa
Jauge brute inférieure à 1000 tonnes	Pression jugée satisfaisante par l'Administration
Navires de charge	
Jauge brute de 6000 tonnes et plus	270 kPa
Jauge brute de 1000 tonnes et plus mais moins de 6000 tonnes	250 kPa
Jauge brute inférieure à 1000 tonnes	Pression jugée satisfaisante par l'Administration

5.4. Hélices

L'hélice d'un navire est la dernière pièce d'équipement du système de propulsion. Le rendement d'une hélice dépend de plusieurs facteurs, les principaux étant :

- **Le diamètre de l'hélice et le diamètre du moyeu**
La différence entre les deux étant la surface effective. De façon générale, plus la surface effective est grande, plus le rendement est élevé.
- **La vitesse de rotation de l'hélice**
Généralement, plus la vitesse de rotation de l'hélice est faible, meilleur est son rendement.
- **Le nombre de pales**
Théoriquement, plus le nombre de pales est faible, meilleur est le rendement (3 ou 4 pales). Par contre, un nombre plus élevé de pales (jusqu'à 8) diminue nettement les vibrations, ce qui peut être utile sur les navires de passagers et sur les navires militaires.

 Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 74 de 76
INSTALLATION DE LA MACHINERIE	Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW	Chapitre 5 Révision n° 00	

– **L'angle des pales**

C'est le critère le plus difficile à évaluer lors de la conception d'une hélice. Cet angle dépend de tous les facteurs énumérés précédemment. De plus, il est préférable que l'angle change sur une même pale. Par exemple, l'angle de la pale sera plus prononcé proche du moyeu et moins prononcé près de l'extrémité libre de la pale.

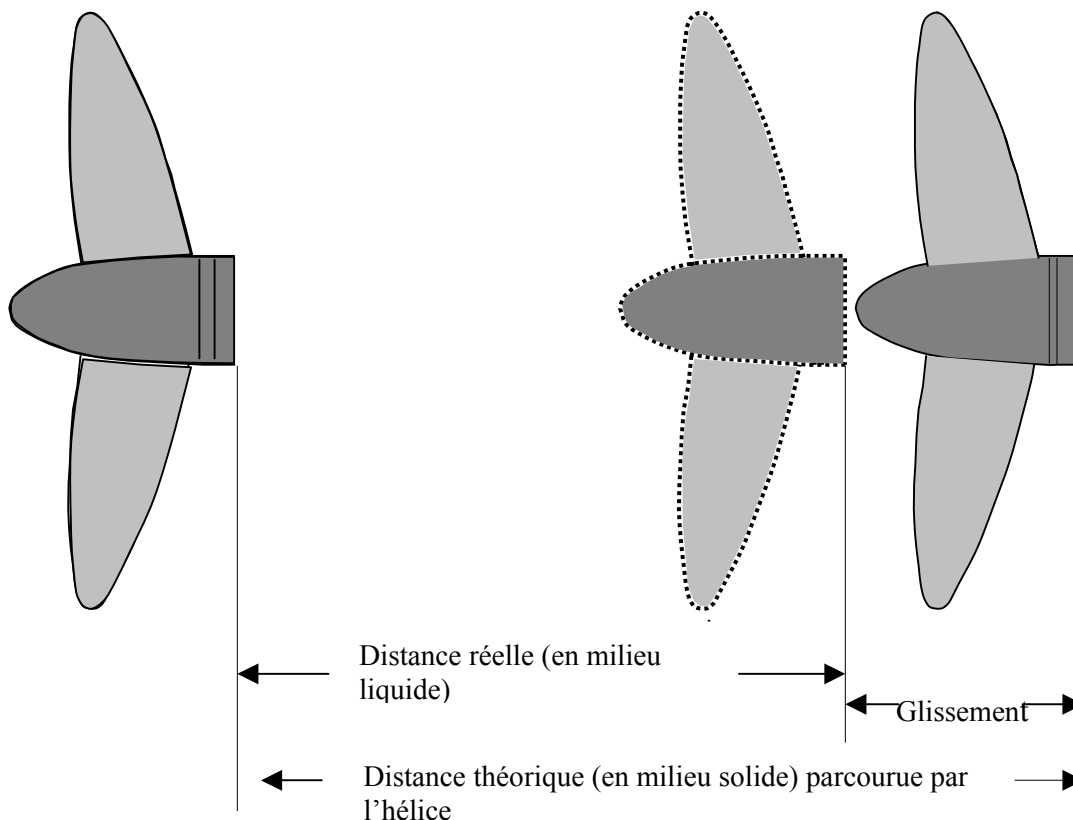
– **Pas de l'hélice**


Le pas d'une hélice est défini comme étant la distance linéaire parcourue par l'hélice pendant une révolution complète, si l'hélice est considérée comme travaillant dans une matière solide. La distance linéaire réelle parcourue sera moindre parce que l'eau n'est pas une matière solide.

– **Recul de l'hélice**

Si les pales de l'hélice prenaient appui dans un milieu solide, l'avance par tour serait égale au pas. Puisque l'eau n'est pas solide, l'action de l'hélice est plus faible et le propulseur «glisse» dans le milieu où il agit. L'avance réelle par tour est donc inférieure au pas. Le recul est exprimé en pourcentage.

$$\text{Recul} = \frac{\text{Pas} - \text{Avance réelle par tour}}{\text{Pas}}$$



	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 75 de 76
BIBLIOGRAPHIE		Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 6 Révision n° 00

6. Bibliographie

6.1. Bibliographie

Les textes des lois suivantes sont disponibles à l'adresse internet : <http://lois.justice.gc.ca/fr>

- Loi sur le pilotage
- Loi sur la sûreté du transport maritime
- Loi sur la protection des eaux navigables
- Loi sur la marine marchande du Canada

Pour plus de renseignements sur les processus d'adoption des lois et règlements canadiens consultez les adresses suivantes :

<http://dsp-psd.pwgsc.gc.ca/Reference/queens-f.html>

<http://www.pco-bcp.gc.ca/raoics-srdoc/>

Tous les règlements suivants sont disponibles à cette adresse :

<http://www.tc.gc.ca/lois-reglements/maritime/menu.htm>

- Règlement sur la prévention de la pollution par les hydrocarbures
- Règlement sur la pollution de l'air
- Règlement sur les substances polluantes
- Règlement sur les rapports relatifs aux rejets de polluants
- Règlement sur l'équipement de sauvetage

Pour des renseignements supplémentaires sur les règlements concernant la protection de l'environnement visitez l'adresse :


<http://www.tc.gc.ca/SecuriteMaritime/Normes-Navires-et-Exploitations/Environnement/menu.htm>

Vous pouvez obtenir plus de renseignements sur les publications de l'Organisation Maritime Internationale (OMI) :

<http://www.imo.org/index.htm>

Conventions internationales

- MARPOL 73/78 Consolidated Edition, 1997. *International Maritime Organization*, London, 1997,419 pages. Code ISBN: 92-801-1435-2
- CONVENTION SOLAS 1974. Édition récapitulative de 2001. *Organisation Maritime Internationale*, Londres, 2001, 577pages. Code ISBN : 82-801-2278-9

	Transports Canada Sécurité maritime	Date de diffusion : Approuvé par :	Juillet 2006 AMSP	Réf. : TP-14609F Page : 76 de 76
BIBLIOGRAPHIE		Guide d'apprentissage pour les candidats au brevet d'officier mécanicien de quatrième classe portant le visa STCW		Chapitre 6 Révision n° 00

- IMDG Code. International maritime dangerous goods code, 2002 Edition. *International maritime organization*, London, 2002, 438 pages.
Code ISBN : 92-801-5140-1

DERRETT, D. R. *Ship stability for masters and mates*, London, The maritime press limited, 1973, 395 p.

BRUNO, André, et Claude MOUILLERON-BÉCAR. *Dictionnaire maritime thématique anglais et français*, Paris, Masson, 1994, 442 p.

OTTAWA, GARDE CÔTIÈRE CANADIENNE. Introduction à la stabilité des navires de pêche, 29 p.