

norme européenne

norme française

NF EN ISO 12216
Août 2002

Indice de classement : J 95-032

ICS : 47.080

Petits navires

Fenêtres, hublots, panneaux, tapes et portes

Exigences de résistance et d'étanchéité

E : Small craft — Windows, portlights, hatches, deadlights and doors — Strength and watertightness requirements

D : Kleine Wasserfahrzeuge — Fenster, Bullaugen, Luken, Seeschlagblenden und Türen — Anforderungen an die Festigkeit und Wasserdichtheit

Norme française homologuée

par décision du Directeur Général d'AFNOR le 20 juillet 2002 pour prendre effet le 20 août 2002.

Correspondance

La Norme européenne EN ISO 12216:2002 a le statut d'une norme française. Elle reproduit intégralement la Norme internationale ISO 12216:2002.

Analyse

Le présent document définit les exigences techniques relatives aux fenêtres, hublots, panneaux, tapes et portes des petits navires d'une longueur de coque \leq à 24 m, en fonction du type de bateau, de sa catégorie de conception et de l'emplacement de l'équipement. Il est principalement destiné à être appliqué aux bateaux de plaisance, mais il peut être utilisé pour les autres bateaux d'une longueur de coque \leq à 24 m, à l'exclusion des canots de sauvetage. Il ne s'applique pas aux bateaux commerciaux ni aux bateaux de service utilisés dans des conditions sévères.

Descripteurs

Thésaurus International Technique : navire de plaisance, fenêtre, hublot, porte, panneau, définition, spécification, résistance des matériaux, résistance à la pression, étanchéité, exigence.

Modifications

Corrections



Navires de plaisance — Équipements et construction de bateaux

AFNOR J00H

Membres de la commission de normalisation

Président : M DIDIER NICOL

Secrétariat : AFNOR

M	BACHELART	KELT SA
M	BLOCH	ZODIAC INTERNATIONAL
M	BORRELL	PLASTIMO SA
M	CESARINE	BUREAU VERITAS
M	CHALAIN	SA ALLIAURA
M	CHORLAY	WAUQUIEZ INTERNATIONAL SA
M	CLERIN	DTMPL
M	COCHERIL	ICNN
M	CREPAUD	CHANTIERS JEANNEAU
M	CROGUENNOC	DTMPL
M	DAROLD	FONTAINE PAJOT SA
M	DOLTO	FEDERATION INDUSTRIES NAUTIQUES
M	ESPELI	MEDITERRANEE EXPERTISES MARITIMES
M	FRASER	MINISTERE DE L'EMPLOI ET DE LA SOLIDARITE — DION RELATIONS TRAVAIL
M	GUTELLE	
MLLE	GUTHMANN	CONSTRUCTION NAVALE BORDEAUX
M	LEFEVRE	GILBERT LEFEVRE
M	LEGER	SODEREP ECANS
M	LEMOINE	
M	NERON	WICHARD SA
M	NICOL	AFNOR NORMALISATION
M	PELLEVOISIN	DUFOUR YACHTS
M	PERON	MINISTERE DE L'ECONOMIE, FINANCES ET INDUSTRIE — DIGITIP SIM
M	PORTIER	ZODIAC INTERNATIONAL
M	SALLENAVE	
M	SAUNIER	CETMEF
M	SERRE	
M	TABUTEAU	BUREAU VERITAS
M	VIVANT	GOIOT INNOVATION

Avant-propos national

Références aux normes françaises

La correspondance entre les normes mentionnées à l'article «Références normatives» et les normes françaises identiques est la suivante :

<i>ISO 6603-1</i>	<i>: NF EN ISO 6603-1 (indice de classement : T 51-116-1)</i>
<i>ISO 7823-1</i>	<i>: NF EN ISO 7823-1 (indice de classement : T 54-401-1)</i>
<i>ISO 8666</i>	<i>: NF EN ISO 8666 (indice de classement : J 95-040) ¹⁾</i>
<i>ISO 9094-1</i>	<i>: NF EN ISO 9094-1 (indice de classement : J 95-035-1) ¹⁾</i>
<i>ISO 9094-2</i>	<i>: NF EN ISO 9094-2 (indice de classement : J 95-035-2) ¹⁾</i>
<i>ISO 11812</i>	<i>: NF EN ISO 11812 (indice de classement : J 95-002)</i>
<i>ISO 12217</i>	<i>: NF EN ISO 12217-1 (indice de classement : J 95-058-1)</i> <i>NF EN ISO 12217-2 (indice de classement : J 95-058-2)</i> <i>NF EN ISO 12217-3 (indice de classement : J 95-058-3)</i>
<i>EN 356</i>	<i>: NF EN 356 (indice de classement : P 78-404)</i>
<i>EN 1063</i>	<i>: NF EN 1063 (indice de classement : P 78-405)</i>

1) *En préparation.*

**NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD**

EN ISO 12216

Juin 2002

ICS : 47.020.10 ; 47.080

Version française

**Petits navires — Fenêtres, hublots, panneaux, tapes et portes —
Exigences de résistance et d'étanchéité
(ISO 12216:2002)**

Kleine Wasserfahrzeuge — Fenster, Bullaugen, Luken,
Seeschlagblenden und Türen — Anforderungen
an die Festigkeit und Wasserdichtheit
(ISO 12216:2002)

Small craft — Windows, portlights, hatches,
deadlights and doors — Strength
and tightness requirements
(ISO 12216:2002)

La présente norme européenne a été adoptée par le CEN le 26 mai 2002.

Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la norme européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Secrétariat Central ou auprès des membres du CEN.

La présente norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version faite dans une autre langue par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale, et notifiée au Secrétariat Central, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

CEN

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Europäisches Komitee für Normung
European Committee for Standardization

Secrétariat Central : rue de Stassart 36, B-1050 Bruxelles

Avant-propos

Le présent document (EN/ISO 12216:2002) a été élaboré par le Comité Technique ISO/TC 188 «Navires de plaisance» en collaboration avec le CMC.

Le présent document doit être mis en application au niveau national, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en décembre 2002 et les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en décembre 2002.

Le présent document a été élaboré dans le cadre d'un mandat donné au CEN par la Commission Européenne et l'Association Européenne de Libre Échange et vient à l'appui des exigences essentielles de la (de) Directive(s) UE.

Pour la relation avec la (les) Directive(s) UE, voir l'annexe ZB, informative, qui fait partie intégrante du présent document.

Selon le Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre le présent document en application : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

Notice d'entérinement

Le texte de la Norme internationale ISO 12216:2002 a été approuvé par l'Ine CEN comme Norme européenne sans aucune modification.

NOTE Les références normatives aux normes internationales sont mentionnées en annexe ZA (normative).

Annexe ZA

(normative)

**Références normatives aux publications internationales
avec leurs publications européennes correspondantes**

Cette norme européenne comporte par référence datée ou non datée des dispositions issues d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à cette norme européenne que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique (y compris les amendements).

NOTE Dans le cas où une publication internationale est modifiée par des modifications communes, indiqué par (mod.), l'EN/le HD correspondant(e) s'applique.

Publication	Année	Titre	EN	Année
ISO 6603-1	2000	Plastiques — Détermination du comportement des plastiques rigides perforés sous l'effet d'un choc — Partie 1 : Essais de choc non instrumentés	EN ISO 6603-1	2000
ISO 7823-1	1998	Plastiques — Plaques en poly(méthacrylate de méthyle) — Types, dimensions et caractéristiques — Partie 1 : Plaques coulées	EN ISO 7823-1	2001
ISO 12217-1	2002	Petits navires — Évaluation et catégorisation de la stabilité et de la flottabilité — Partie 1 : Bateaux à propulsion non vélique d'une longueur de coque supérieure ou égale à 6 m	EN ISO 12217-1	2002
ISO 12217-2	2002	Petits navires — Évaluation et catégorisation de la stabilité et de la flottabilité — Partie 2 : Bateaux à voiles d'une longueur de coque supérieure ou égale à 6 m	EN ISO 12217-2	2002
ISO 12217-3	2002	Petits navires — Évaluation et catégorisation de la stabilité et de la flottabilité — Partie 3 : Bateaux d'une longueur de coque inférieure à 6 m	EN ISO 12217-3	2002

Annexe ZB

(informative)

**Articles de la présente Norme Européenne concernant
les exigences essentielles ou d'autres dispositions des Directives UE**

La présente norme européenne a été élaborée dans le cadre d'un Mandat donné au CEN par la Commission Européenne et l'Association Européenne de Libre Échange et vient à l'appui des exigences essentielles de la Directive 94/25/CEE.

AVERTISSEMENT D'autres exigences et d'autres Directives UE peuvent être applicables au(x) produit(s) relevant du domaine d'application de la présente norme.

Les articles de la présente norme, comme décrits dans le Tableau ZB.1, sont destinés à venir à l'appui des exigences de la Directive 94/25/CEE.

La conformité avec les articles de la présente norme est un des moyens de satisfaire aux exigences essentielles spécifiques de la Directive concernée et des règlements correspondants de l'AELE.

Tableau ZB.1 — Relation entre la Norme Européenne et les Directives UE

Articles/paragraphes de la Norme Européenne	Annexes/paragraphes correspondant à la Directive 94/25/CEE	Commentaires
3, 4.1, 5, 6, 7, Annexe A, B, C, D, E et F	Annexe I, paragraphe 3.1, Structures, et 3.4, Ouvertures dans la coque, le pont et la superstructure — intégrité structurelle	
3, 4.2, 4.3, Annexe A et D.1	Annexe I, paragraphe 3.4, Ouvertures dans la coque, le pont et la superstructure — Intégrité de l'étanchéité	
3.8, 6.3.7	Annexe I, paragraphe 3.8, Évacuation — Bateaux multicoques	
3, 4, 5, 6 (6.3.8), Annexe A, B, C, D, E et F	Annexe II, 5, Éléments et pièces d'équipement — Panneaux d'écouille et de sabord préfabriqués	

Sommaire

Page

Avant-propos	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Exigences générales	7
4.1 Généralités	7
4.2 Résistance	7
4.3 Verrouillage	7
4.4 Étanchéité	7
4.4.1 Degré minimal d'étanchéité	8
4.4.2 Exigences d'étanchéité complémentaires	8
5 Matériau de la plaque	8
5.1 Généralités	8
5.2 Feuilles en résine acrylique	9
5.3 Verre	9
5.3.1 Restrictions d'usage	9
6 Exigences détaillées	9
6.1 Type de liaison de la plaque et emplacement	9
6.1.1 Plaques appuyées	9
6.1.2 Plaques semi-encastées	10
6.2 Exigences relatives à la fixation	10
6.2.1 Fixation des plaques et des cadres	10
6.2.2 Fixation des plaques de type semi-encasté	10
6.2.3 Fixation des plaques collées	11
6.3 Exigences spécifiques	11
6.3.1 Équipements installés dans la zone I	11
6.3.2 Équipements installés dans la zone II a	12
6.3.3 Équipements coulissants	14
6.3.4 Portes avec des parties amovibles	14
6.3.5 Système de verrouillage	15
6.3.6 Tapes	15
6.3.7 Trappe de survie des multicoques	15
6.3.8 Équipements commercialisés	15
7 Détermination de l'échantillonnage des plaques non raidies	16
7.1 Détermination de l'épaisseur des plaques monolithiques	16
7.1.1 Détermination basée sur le critère de contrainte admissible	16
7.1.2 Détermination basée sur le critère de flèche admissible	16
7.1.3 Applicabilité de 7.1.1 et de 7.1.2	17
7.2 Sélection de l'épaisseur d'une plaque monolithique	17
7.3 Coefficients de rapport d'allongement, k_r et k_f	17
7.4 Pression de base de calcul	18
7.5 Facteur de réduction de pression	19
7.6 Coefficient de courbure	19
7.7 Résistance en flexion et module d'élasticité	20
7.8 Coefficient de sécurité et épaisseur minimale de la plaque	20
7.9 Épaisseur du verre feuilleté	21
8 Plaques sandwichs, plaques raidies et/ou supportées	21

ISO 12216:2002(F)

Annexe A (normative) Zones d'emplacement des équipements	22
Annexe B (normative) Types de liaisons d'extrémités des plaques	23
Annexe C (normative) Dimensions entre appuis de la plaque	25
Annexe D (normative) Méthodes d'essai	27
Annexe E (normative) Verre à haute résistance aux chocs	34
Annexe F (informative) Tableaux de valeurs précalculées	35
Annexe G (informative) Bases pour les calculs	61
Bibliographie	63

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 3.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 12216 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 188, *Petits navires*.

Les annexes A, B, C et D constituent des éléments normatifs de la présente Norme internationale. Les annexes F et G sont données uniquement à titre d'information.

Petits navires — Fenêtres, hublots, panneaux, tapes et portes — Exigences de résistance et d'étanchéité

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les exigences techniques relatives aux fenêtres, hublots, panneaux, tapes et portes des petits navires d'une longueur de coque inférieure ou égale à 24 m, en fonction du type de bateau, de sa catégorie de conception et de l'emplacement de l'équipement.

Les seuls équipements pris en compte dans la présente Norme internationale sont ceux qui sont critiques pour l'étanchéité du bateau, c'est-à-dire ceux qui, en cas de rupture de la plaque, sont susceptibles d'entraîner des entrées d'eau dans le bateau.

La présente Norme internationale est principalement destinée à être appliquée aux bateaux de plaisance, mais elle peut être utilisée pour les autres bateaux d'une longueur de coque inférieure ou égale à 24 m, à l'exclusion des canots de sauvetage. Elle ne s'applique cependant pas aux bateaux commerciaux ou aux bateaux de service utilisés dans des conditions sévères.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 6603-1:2000, *Plastiques — Détermination du comportement des plastiques rigides perforés sous l'effet d'un choc — Partie 1: Essais de choc non instrumentés*

ISO 7823-1:—¹⁾, *Plastiques — Plaques en poly(méthacrylate de méthyle) — Types, dimensions et caractéristiques — Partie 1: Plaques coulées*

ISO 8666:—²⁾, *Petits navires — Données principales*

ISO 9094-1:—²⁾, *Petits navires — Protection contre l'incendie — Partie 1: Navires d'une longueur de coque inférieure ou égale à 15 m*

ISO 9094-2:—²⁾, *Petits navires — Protection contre l'incendie — Partie 2: Navires d'une longueur de coque supérieure à 15 m*

ISO 11812:—²⁾, *Petits navires — Cockpits étanches et cockpits rapidement autovideurs*

1) À publier. (Révision de l'ISO 7823-1:1998)

2) À publier.

ISO 12216:2002(F)

ISO 12217 (toutes les parties):2002, *Petits navires — Évaluation et catégorisation de la stabilité et de la flottabilité*

EN 356:1999, *Verre dans la construction — Vitrage de sécurité — Mise à essai et classification de la résistance à l'attaque manuelle*

EN 1063:1999, *Verre dans la construction — Vitrage de sécurité — Mise à essai et classification de la résistance à l'attaque par balle*

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1

équipement

ensemble constitué d'une plaque éventuellement munie d'un système d'encadrement, utilisé pour fermer une ouverture pratiquée dans la coque ou dans la superstructure d'un bateau

EXEMPLES Fenêtres, hublots, panneaux, tapes, portes, équipements coulissants et trappes de survie.

3.2

plaque

plaque d'un matériau qui peut être transparent ou non, fixée à la structure du bateau soit directement, soit par l'intermédiaire d'un système d'encadrement

3.2.1

plaque raidie

plaque munie de raidisseurs

3.2.2

plaque non raidie

plaque directement fixée sur ses appuis

3.2.3

vitrage

plaque transparente ou translucide

3.2.4

dimensions entre appuis d'une plaque

dimensions du clair entre les appuis de la plaque

NOTE Voir les annexes B et C.

3.3

passage

clair d'ouverture permettant le passage de personnes ou de matériel

NOTE Cette définition s'applique aussi bien aux dimensions du passage qu'à l'aire de passage.

3.4

fenêtre

hublot

équipement muni d'un vitrage

NOTE Le terme «hublot» désigne généralement une fenêtre de petite taille.

3.5

panneau de pont

équipement installé sur le pont et les superstructures

3.6**porte de descente**

porte ou équipement de fermeture destiné à fermer une ouverture de descente

3.7**trappe d'évacuation**

équipement destiné à fournir une sortie et un moyen d'évacuation désigné pour cet usage

3.8**trappe de survie pour multicoques**

équipement qui sert d'issue de secours en cas de retournement

NOTE Comme cette trappe n'est normalement pas totalement immergée en position normale ou en position retournée, elle est généralement placée au-dessous du niveau du pont, sur le bordé, la nacelle, le fond des bras de liaison ou sur le tableau arrière.

3.9**tape**

volet

fermeture secondaire étanche à l'eau, montée sur une fenêtre ou un hublot, un panneau ou une porte, et qui peut être montée à l'intérieur ou à l'extérieur de la plaque

3.10**équipement de fermeture**

équipement destiné à recouvrir une ouverture dans le cockpit, la coque ou les superstructures

3.11**équipement coulissant**

équipement qui coulisse dans une feuillure ou dans un cadre

3.11.1**équipement coulissant avec encadrement**

plaque mécaniquement liée à un cadre qui coulisse dans une feuillure ou dans un autre cadre

3.11.2**équipement coulissant sans encadrement**

plaque sans cadre coulissant dans une feuillure ou dans un cadre

3.12**catégorie de conception**

description des conditions de mer et de vent pour lesquelles un bateau est évalué comme approprié par la présente Norme internationale

3.12.1**catégorie de conception A****catégorie pour la navigation «en haute mer»**

catégorie comprenant les bateaux conçus pour de grandes traversées, au cours desquelles le vent peut dépasser la force 8 (sur l'échelle de Beaufort) et la hauteur significative des vagues peut dépasser 4 m, en excluant les conditions anormales (par exemple les ouragans)

3.12.2**catégorie de conception B****catégorie pour la navigation «au large»**

catégorie comprenant les bateaux conçus pour des traversées au large des côtes, au cours desquelles les vents peuvent atteindre la force 8 (sur l'échelle de Beaufort) et la hauteur significative des vagues peut atteindre 4 m

ISO 12216:2002(F)

3.12.3

catégorie de conception C

catégorie pour la navigation «à proximité de la côte»

catégorie comprenant les bateaux conçus pour des traversées à proximité des côtes et dans de grandes baies, de grands estuaires, des lacs et des rivières, au cours desquelles les vents peuvent atteindre la force 6 (sur l'échelle de Beaufort) et la hauteur significative des vagues peut atteindre 2 m

3.12.4

catégorie de conception D

catégorie pour la navigation «en eaux abritées»

catégorie comprenant les bateaux conçus pour des traversées en eaux abritées, dans de petites baies, de petits estuaires, des lacs, des rivières et des canaux, au cours desquelles les vents peuvent atteindre la force 4 (sur l'échelle de Beaufort) et les vagues peuvent occasionnellement atteindre une hauteur maximale de 0,5 m

3.13

voilier

bateau dont le moyen principal de propulsion est le puissance du vent et pour lequel $A_S \geq 0,07(m_{LDC})^{2/3}$

où

A_S est l'aire de voilure projetée, conformément à l'ISO 8666;

m_{LDC} est la masse du bateau en charge, exprimée en kilogrammes.

NOTE Les voiliers mixtes à voiles et à moteur sont considérés comme des voiliers.

3.14

bateau à moteur

bateau conçu pour utiliser un moteur comme principal moyen de propulsion

3.15

ligne de flottaison

intersection entre le plan de flottaison et la coque, lorsque le bateau est droit, en condition de charge maximale, prêt au départ

NOTE Voir l'ISO 8666.

3.16

longueur de coque

L_H

longueur totale de la coque conformément à l'ISO 8666

3.17

zones d'emplacement de l'équipement

zones du bateau dans lesquelles l'équipement est monté

NOTE Voir les schémas de l'annexe A qui donnent des exemples de zones d'emplacement de l'équipement.

3.17.1

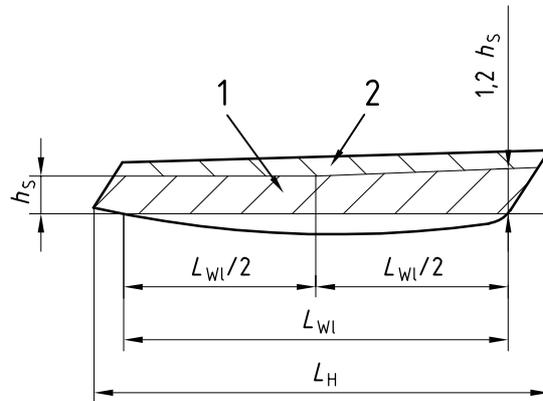
zone I

zone de la coque située au-dessus de la ligne de flottaison, c'est-à-dire jusqu'à son intersection avec le pont principal (pour un bateau ponté), ou l'extrémité supérieure de la coque (pour un bateau non ponté ou partiellement ponté), mais seulement jusqu'aux limites supérieures suivantes:

- une ligne horizontale située à la hauteur h_S au-dessus de la ligne de flottaison, dans la moitié arrière de la longueur de flottaison (voir Figure 1);
- une ligne inclinée passant à la hauteur h_S à mi-flottaison et à la hauteur $1,2h_S$ à l'avant de la flottaison, avec

- $h_S = L_H/12$ pour les voiliers monocoque,
- $h_S = L_H/17$ pour les bateaux à moteur, les voiliers catamarans et la coque centrale des voiliers trimarans.

NOTE Les flotteurs des voiliers trimarans sont considérés comme étant entièrement en zone I.



Légende

- 1 Zone I
- 2 Zone II b

Figure 1 — Limites des zones I et II b

3.17.2

zone II a

zone autre que la zone I, sur laquelle une personne est susceptible de marcher ou de poser le pied, telle que les ponts, les superstructures et les fonds de cockpit, quand ces surfaces ont, longitudinalement, une inclinaison de moins de 25° par rapport à l'horizontale et, transversalement, une inclinaison de moins de 50° par rapport à l'horizontale pour les monocoques et de moins de 25° pour les multicoques

3.17.3

zone II b

ensemble des zones de la muraille n'appartenant pas à la zone I

NOTE 1 Les zones suivantes peuvent être comprises si elles correspondent à la définition:

- tableaux arrière de tous les types de bateaux;
- faces arrière des bras de liaison multicoques, si elles se trouvent au-dessus de la ligne de flottaison.

NOTE 2 Les zones situées sous la flottaison ne sont pas couvertes par la présente Norme internationale.

NOTE 3 Les zones sur lesquelles on peut stationner ou marcher, même par inadvertance, font partie de la zone II a.

EXEMPLE Toit de la cabine d'un voilier sur lequel on peut stationner ou tomber lors d'un changement de voiles.

NOTE 4 Les zones des superstructures sur lesquelles normalement les personnes ne se tiennent pas debout ou ne marchent pas ne font pas partie de la zone II a, mais de la zone III.

EXEMPLE Dessus de la timonerie d'un bateau à moteur située hors de la zone du pont de travail.

3.17.4

zone III

zone autre que les zones I ou II

EXEMPLES Superstructures, ponts ou fonds de cockpit ne pouvant être compris dans la zone II.

ISO 12216:2002(F)

NOTE Sur certains types de bateaux, la zone III peut être divisée en sous-zones. Par exemple, pour les bateaux à moteur: face avant et flancs de la superstructure.

3.17.5 zone IV

parties comprises dans la zone III qui sont protégées de l'impact direct de la mer ou des vagues

EXEMPLES Flancs de cockpit, faces arrière des superstructures.

NOTE Des zones autres que celles citées dans l'exemple peuvent faire partie de la zone IV. La protection contre l'impact des vagues est l'élément qui doit être apprécié par le fabricant.

3.18 types de liaisons d'extrémités de plaque

NOTE Voir l'annexe B qui donne des schémas montrant des exemples de types de liaisons d'extrémités de plaque.

3.18.1 plaque semi-encastree plaque SF

plaque fixée de façon à restreindre la déformation et à empêcher un déplacement latéral à sa périphérie

EXEMPLE Plaque avec ou sans encadrement, boulonnée et/ou collée.

3.18.2 plaque appuyée plaque SS

plaque qui peut pivoter sur ses appuis et/ou effectuer un déplacement latéral

EXEMPLE Plaque sans encadrement, montée sur charnières ou coulissante.

3.18.3 plaque à liaison élastique

plaque appuyée dont la liaison est réalisée par un support élastique placé sur le périmètre de la plaque

NOTE Le joint de pare-brise de voiture, montré à la Figure B.3, est une plaque à liaison élastique dans laquelle il n'y a pas de recouvrement entre la plaque et son support. La plaque peut ainsi être repoussée dans le bateau par la pression extérieure.

3.19 étanchéité

capacité d'un équipement ou d'un accessoire à empêcher la pénétration de l'eau à l'intérieur du bateau

3.20 degré d'étanchéité

capacité d'un équipement ou d'une installation à résister à la pénétration de l'eau, exprimée en fonction des conditions d'exposition à l'eau

3.20.1 degré d'étanchéité 1

protection contre les effets d'une immersion continue dans l'eau

3.20.2 degré d'étanchéité 2

protection contre les effets d'une immersion temporaire dans l'eau

3.20.3 degré d'étanchéité 3

protection contre les projections d'eau

3.20.4**degré d'étanchéité 4**

protection contre les gouttes d'eau ne tombant pas à plus de 15° par rapport à la verticale

3.21**matériaux en verre****3.21.1****verre recuit****verre à vitre**

verre tel que disponible à la fin du cycle de fabrication, sans traitement ultérieur

3.21.2**verre trempé****verre trempé de sécurité**

verre ayant subi un traitement thermique destiné à améliorer ses propriétés mécaniques

3.21.3**verre chimiquement renforcé**

verre ayant subi un traitement chimique destiné à améliorer ses propriétés mécaniques

3.21.4**verre monolithique**

plaque de verre constituée d'une seule feuille de verre

3.21.5**verre feuilleté**

verre multifeuilles dont les feuilles extérieures sont en verre et dont la ou les feuilles intérieures sont faites d'intercalaire(s) souple(s), constitués de plastique, de verre ou d'un autre type de vitrage

4 Exigences générales

4.1 Généralités

D'autres Normes internationales, par exemple celles traitant de la stabilité et la flottabilité, peuvent imposer des restrictions sur l'emplacement des équipements, lesquelles restrictions sont en dehors du domaine d'application de la présente Norme internationale et ne seront pas traitées ici. Le fabricant doit cependant s'assurer que les équipements sont conformes aux autres Normes internationales pertinentes.

4.2 Résistance

La résistance des plaques, des encadrements et des systèmes de fermeture doit répondre aux exigences de la présente Norme internationale.

4.3 Verrouillage

Les équipements ouvrants doivent être verrouillés lorsqu'ils sont fermés pour éviter toute ouverture intempestive.

EXEMPLES Boulons, loquets.

4.4 Étanchéité

Pour parer au danger d'invasion, tous les équipements doivent être conçus et fixés de façon à empêcher des entrées d'eau substantielles lorsqu'ils sont en position fermée.

ISO 12216:2002(F)**4.4.1 Degré minimal d'étanchéité**

Le degré minimal d'étanchéité exigé pour un équipement est fonction de la catégorie de conception du bateau. Ces exigences sont indiquées dans le Tableau 1.

Le degré d'étanchéité exigé pour les équipements préfabriqués doit être contrôlé par le fabricant avant que l'équipement soit installé sur le bateau, conformément aux exigences du Tableau 1. La méthode d'essai à suivre est spécifiée en D.1.1.

Le degré d'étanchéité pour tout équipement, après installation sur le bateau, doit satisfaire aux exigences du Tableau 1.

Si des essais sont réalisés, il convient de suivre la méthode donnée en D.1.2; mais normalement des essais ne sont pas exigés.

Tableau 1 — Degré minimal d'étanchéité

Type de bateau	Zone d'emplacement de l'équipement	Type d'équipement	Degré minimal d'étanchéité pour les catégories de conception			
			A	B	C	D
Tous	Zone I	Tous	2	2	2	2
Tous	Zone II	Tous	2	2	3	4
Tous	Zone II	Panneau de descente coulissant	3	3	3	4
Tous	Zone III	Tous	3	3	3	4
Voilier monocoque	Zone IV	Tous	3	3	3	4
Moteur + Multicoque	Zone IV	Tous	3	3	4	4

Les degrés d'étanchéité donnés ci-dessus sont seulement exigés pour l'équipement. Le degré d'étanchéité d'un appareil quelconque (système de ventilation, par exemple) ne faisant pas partie intégrante de l'équipement, mais qui a été installé par le fabricant du bateau après l'achat d'équipements préfabriqués, n'entre pas dans le cadre de la présente Norme internationale. Il doit cependant répondre aux exigences de toute autre Norme internationale pertinente. Pour ce qui concerne l'étanchéité des cockpits, les exigences de l'ISO 11812 doivent être remplies.

4.4.2 Exigences d'étanchéité complémentaires**4.4.2.1 Équipements coulissants**

Les équipements coulissants ne doivent pas être utilisés en zone I.

4.4.2.2 Panneaux de pont de flotteurs de trimaran

Les panneaux installés sur les ponts de flotteurs de trimaran ne doivent pas être des équipements coulissants.

5 Matériau de la plaque**5.1 Généralités**

Les plaques de l'équipement doivent être constituées soit:

- d'un matériau de vitrage transparent, tel que le poly(méthacrylate de méthyle) (PMMA), le polycarbonate (PC), le verre trempé (3.21.2), le verre chimiquement renforcé (3.21.3) ou le verre feuilleté (3.21.5); ou

- d'un matériau de vitrage non transparent, tel que le contre-plaqué (PW), le plastique renforcé de fibres de verre (GRP), l'alliage d'aluminium, l'acier, etc.; ou
- tout autre matériau présentant une résistance et une rigidité équivalentes à ceux cités ci-dessus.

5.2 Feuilles en résine acrylique

Le poly(méthacrylate de méthyle) (PMMA) obtenu autrement que par coulage doit avoir des propriétés mécaniques et une résistance au vieillissement au moins égales à celles du poly(méthacrylate de méthyle) (PMMA) coulé.

5.3 Verre

5.3.1 Restrictions d'usage

L'utilisation de verre est soumise aux restrictions en 5.3.1.1 et en 5.3.1.2 ainsi qu'à celles en 6.1.1.1 pour les plaques appuyées, en 6.3.1.4 pour une utilisation en zone I et en 6.3.2 pour une utilisation en zone II.

5.3.1.1 Verre monolithique

Le verre monolithique (3.21.4) doit être constitué de verre trempé (3.21.2) ou de verre chimiquement renforcé (3.21.3).

5.3.1.2 Verre feuilleté

Les feuilles de verre constituant le verre feuilleté (3.21.5) peuvent être faites de tout type de verre.

6 Exigences détaillées

6.1 Type de liaison de la plaque et emplacement

6.1.1 Plaques appuyées

6.1.1.1 Plaques appuyées en zone I

Les plaques appuyées ne doivent pas être utilisées en zone I

- sur les voiliers monocoques de catégories de conception A et B, ainsi que sur les voiliers multicoques de catégorie de conception A;
- sur les bateaux à moteur de catégorie de conception A.

Les plaques appuyées peuvent être utilisées sur les autres types de bateaux, et pour les autres catégories de conception, à condition de satisfaire à toutes les exigences suivantes:

- le matériau de vitrage doit être en poly(méthacrylate de méthyle) (PMMA), ou en polycarbonate (PC), (voir l'article 5);
- l'épaisseur de plaque doit être égale à 1,3 fois celle exigée dans l'article 7;
- Les dispositifs de fixation de plaque (boulons de charnière, molette de serrage, etc.) doivent au plus être espacés de 250 mm.

Les restrictions d'utilisation mentionnées ci-dessus n'ont pas besoin d'être prises en compte si l'équipement possède une tpe conforme aux exigences en 6.3.6.

ISO 12216:2002(F)

6.1.1.2 Plaques à liaison élastique

Les plaques à liaison élastique ne doivent être utilisées que sur les bateaux à moteur des catégories de conception C et D et dans les zones III et IV.

6.1.2 Plaques semi-encastées

6.1.2.1 Plaques constituées d'un matériau autre que le verre

Les plaques semi-encastées peuvent être utilisées sur les bateaux de toutes les catégories de conception et dans toutes les zones d'emplacement, en tenant compte des restrictions liées aux exigences particulières en 6.3.

Ce type de liaison d'extrémité peut être réalisé de plusieurs façons.

- a) Fixation avec un contre-cadre: le moment d'encastrement est obtenu en pinçant la périphérie de la plaque entre la coque du bateau, ou un cadre, et un contre-cadre. Le contre-cadre doit être fixé mécaniquement et/ou collé à la structure du bateau.
- b) Fixation par collage: le moment d'encastrement est obtenu en collant la périphérie de la plaque à la coque, à la structure du bateau ou à un cadre. Ce collage peut être réalisé soit sur la feuillure ou la face, sur l'extrémité ou selon une combinaison quelconque de ces méthodes de collage.
- c) Fixation directe: le moment d'encastrement est obtenu en liant la plaque à l'intérieur de sa périphérie à la coque, à la structure du bateau ou à un cadre par des éléments de fixation mécanique correctement dimensionnés et espacés. Ces éléments de fixation peuvent être des boulons, des rivets, des vis autotaraudeuses ou tout moyen de fixation mécanique approprié.

NOTE Même avec le meilleur système de liaison, on n'obtient jamais un encastrement complet d'une plaque non raidie à sa périphérie. Il convient en conséquence de considérer que les plaques sont, au mieux, semi-encastées.

6.1.2.2 Plaques en verre

Le contact métal-verre doit être évité.

6.2 Exigences relatives à la fixation

6.2.1 Fixation des plaques et des cadres

Les plaques et cadres peuvent être fixés par des moyens mécaniques, par de la colle ou par des joints en élastomère. Tous les types de fixation doivent assurer l'étanchéité de la plaque ou du cadre et la résistance aux charges provenant de la pression en conditions normales de fonctionnement.

Chacun des éléments mécaniques reliant les équipements au reste du bateau doit être capable de supporter sans rupture une charge double de celle indiquée à l'article 7. Cette exigence doit être vérifiée pour les équipements qui s'ouvrent vers l'intérieur, pour lesquels les charnières, les verrous, ou tout élément participant à la tenue mécanique entre la plaque et son support doit être calculé ou soumis à essai conformément à D.2.

6.2.2 Fixation des plaques de type semi-encasté

Les éléments de fixation mécanique ne doivent induire ni contraintes parasites, dues à la déflexion ou aux changements de température, ni concentration ou augmentation de contrainte.

EXEMPLE Ne pas utiliser de vis à tête plate dans un lamage à angles aigus ou de vis à tête fraisée dans des alésages coniques.

Les contraintes supplémentaires dues au formage à froid doivent être prises en considération lors de la détermination de l'échantillonnage des plaques dans les articles 7 ou 8.

6.2.3 Fixation des plaques collées

Les joints de colle doivent résister au rayonnement solaire (UV, chaleur, etc.) ou être protégés contre celui-ci. Ils doivent résister aux conditions d'environnement et aux produits de nettoyage auxquels ils seront normalement exposés pendant la fabrication, puis l'utilisation du bateau.

Le joint de colle doit satisfaire à l'une des exigences suivantes.

- a) Il satisfait à l'essai de pression interne (D.3.2).
- b) Il satisfait à l'essai de séparation (D.3.3).
- c) Le mode opératoire de collage est conforme aux instructions du fabricant de colle et il peut être démontré par le calcul que le joint de colle résiste aux pressions d'essai spécifiées en D.3.2.2.

Une vérification des exigences ci-dessus doit être faite après tout changement de matériau ou de mode opératoire du collage.

Toute plaque, avec ou sans cadre, est considérée comme collée si elle est fixée par des éléments mécaniques (boulons, rivets, vis) espacés de plus de $20t$, t étant l'épaisseur nominale de la plaque définie en 7.2

6.3 Exigences spécifiques

6.3.1 Équipements installés dans la zone I

6.3.1.1 Hauteur au-dessus de la flottaison et dimension maximale du petit côté

Le bord inférieur d'un équipement ouvrant doit être positionné à au moins 200 mm au-dessus de la flottaison, le bateau étant en pleine charge, en ordre de marche et en position verticale. Ces équipements ouvrants doivent dans tous les cas être installés conformément aux exigences pertinentes de l'ISO 12217.

La petite dimension entre appuis, b (ou son équivalent), de tout équipement situé en zone I (voir annexe C) ne doit pas être supérieure à 300 mm.

Les exigences ci-dessus ne s'appliquent pas aux trappes de survie des voiliers multicoques et aux trappes d'évacuation, lorsqu'elles sont exigées par l'ISO 9094.

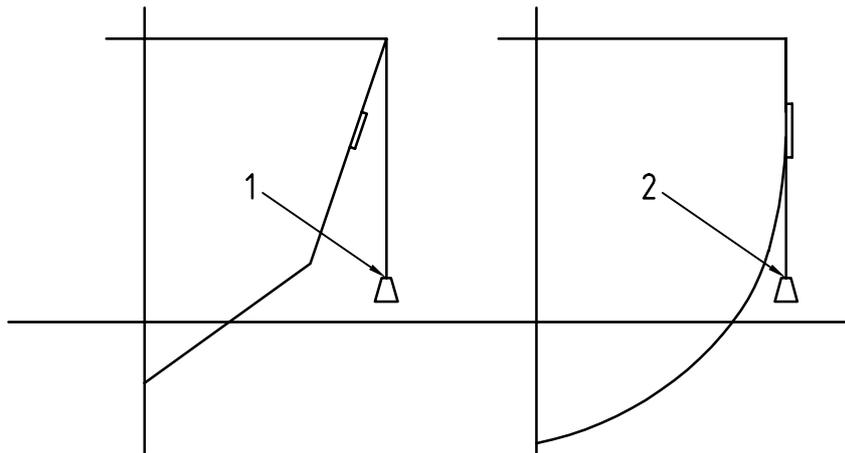
6.3.1.2 Sens d'ouverture

Tous les équipements ouvrants doivent s'ouvrir vers l'intérieur, à l'exception des trappes de survie des voiliers multicoques et des trappes d'évacuation d'incendie désignées comme telles, lorsqu'elles sont requises par l'ISO 9094.

6.3.1.3 Protection

Sur les bateaux des catégories de conception A et B, aucune partie de la plaque ou de son encadrement ne doit dépasser en abord de la tangente verticale locale à la coque, au pont, aux fargues de défense, à une défense fixe ou à un carénage faisant partie intégrante de la coque (voir Figure 2).

ISO 12216:2002(F)



Légende

- 1 La tangente verticale locale est à l'extérieur du hublot: pas de problème
- 2 La tangente verticale locale est à l'intérieur du hublot: le hublot doit soit être installé dans un lamage, soit être protégé par un carénage intégré à la coque

Figure 2 — Schéma d'explication des exigences en 6.3.1.3

6.3.1.4 Utilisation du verre

Le verre ne doit pas être utilisé sur les voiliers, quelle que soit leur catégorie de conception, ni sur les bateaux à moteur des catégories de conception A et B, sauf si la plaque est en verre à haute résistance aux chocs ou si l'équipement est muni d'une tôle conforme aux exigences en 6.3.6. Les types de verre à haute résistance aux chocs sont énumérés dans l'annexe E.

6.3.2 Équipements installés dans la zone II a

6.3.2.1 Utilisation du verre

Pour les bateaux à moteur, l'usage du verre monolithique est accepté sans restriction.

Pour les voiliers, le verre monolithique ou feuilleté ne doit pas être utilisé à l'avant du mât le plus avancé, sauf si la plaque est en verre à haute résistance aux chocs ou si l'équipement possède une tôle conforme aux exigences en 6.3.6. Les types de verre à haute résistance aux chocs sont énumérés en annexe E.

Cette restriction d'usage n'a pas lieu d'être si la plaque est protégée contre les chocs par un dispositif approprié.

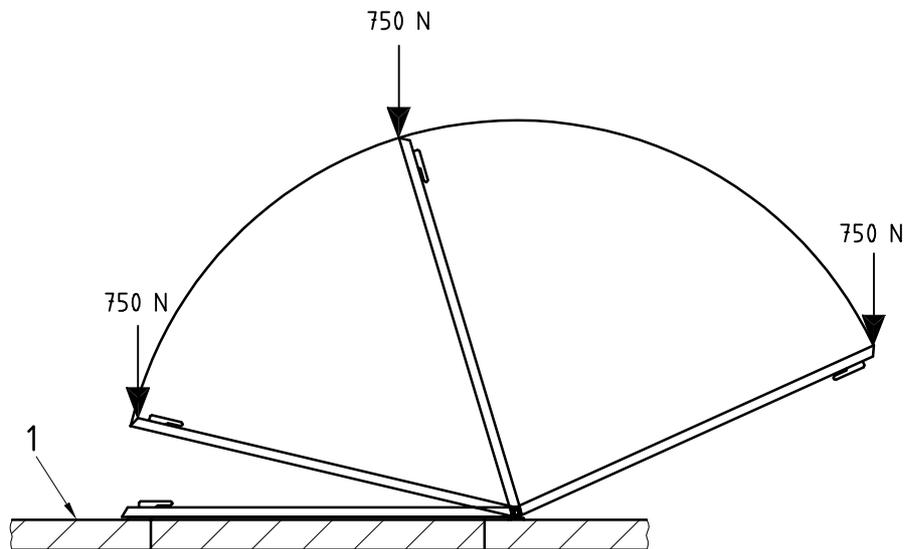
EXEMPLES Grillage extérieur, barres de protection.

6.3.2.2 Essais sur les panneaux de pont à charnières

6.3.2.2.1 Essai d'appui involontaire du pied

L'essai est réalisé sur un panneau de pont à charnières, fixé sur un support rigide et plan dont les dimensions sont le double de celles du panneau, comme indiqué à la Figure 3.

Lorsque le panneau est ouvert, dans une position quelconque, jusqu'à son ouverture maximale de fonctionnement, il doit résister à une force concentrée de 750 N, appliquée en un point quelconque du bord extérieur du panneau, sans qu'il y ait de déformation permanente du panneau, de son cadre ou de ses charnières. Le panneau se referme généralement sous l'effet de la force appliquée et il peut arriver que le système maintenant le panneau ouvert soit endommagé. Le panneau satisfait aux exigences de l'essai si l'intégrité du panneau est maintenue et s'il conserve ses propriétés de fermeture et d'étanchéité.



Légende

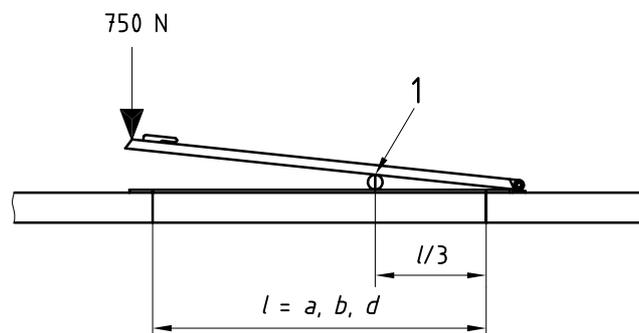
1 Plaque plane (voir 6.3.2.2.1)

Figure 3 — Essai d'appui involontaire du pied

6.3.2.2.2 Essai de coincement d'un cordage

L'essai est effectué sur le même dispositif d'essai et dans les mêmes conditions de charge qu'en 6.3.2.2.1, mais avec un cordage en polypropylène de 14 mm, composé de trois torons, qui coince simultanément les deux côtés du panneau, comme indiqué à la Figure 4.

L'essai est réussi s'il n'y a pas de déformation permanente ou de dommage à la plaque, à son encadrement ou à ses charnières.



Légende

1 Cordage 3 torons en polypropylène de 14 mm de diamètre

Figure 4 — Coincement d'un cordage

ISO 12216:2002(F)

6.3.2.2.3 Essai de résistance du panneau et de ses charnières

L'essai est effectué sur le même dispositif d'essai qu'en 6.3.2.2.1, avec le panneau ouvert à 90°, comme indiqué à la Figure 5.

On applique un couple de torsion induit par deux forces parallèles contraires de 200 N agissant sur les deux coins extérieurs (ou le diamètre horizontal) de la partie ouvrante du panneau.

L'essai est réussi s'il n'y a pas de déformation permanente ou de dommage à la plaque, à son encadrement ou à ses charnières.

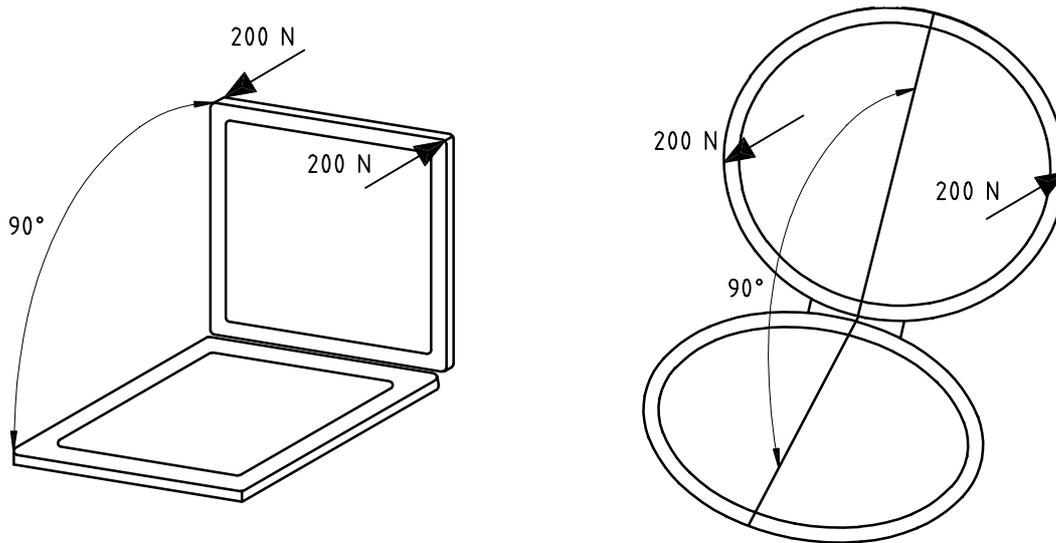


Figure 5 — Essai de résistance du panneau et de ses charnières

6.3.3 Équipements coulissants

6.3.3.1 Profondeur de la feuillure

La profondeur de la feuillure doit être suffisante pour éviter tout désengagement de la plaque lorsqu'elle est soumise aux charges de pression définies dans l'article 7, compte tenu des dimensions, du matériau de l'équipement et de la rigidité de la structure sur laquelle il est fixé. Pour les plaques sans encadrement réalisées en PMMA, en PC ou à l'aide de matériaux ayant un module d'élasticité similaire, cette profondeur doit être d'au moins 12 mm.

6.3.3.2 Butées

L'équipement doit être muni de butées à chacune des extrémités de sa course, afin de prévenir tout désengagement de la partie coulissante.

6.3.4 Portes avec des parties amovibles

Les portes constituées de panneaux amovibles doivent

- être équipées d'un système qui les maintient en position, lors de l'utilisation, et qui doit au moins être actionnable de l'intérieur;
- être stockées dans le bateau à proximité de l'ouverture de porte et être directement accessibles sans utiliser d'outil.

Les bateaux de catégorie de conception A doivent avoir un système permettant de relier les panneaux entre eux lorsqu'ils ne sont pas utilisés.

EXEMPLE Un cordage.

6.3.5 Système de verrouillage

Chaque équipement doit être équipé d'un système le verrouillant en position fermée, manœuvrable au moins de l'intérieur.

Sur les portes, ce dispositif doit pouvoir être manœuvré des deux côtés.

Sur les bateaux des catégories de conception A et B, si la porte de descente est utilisée conjointement avec un capot de descente, le système de verrouillage n'a besoin de pouvoir fonctionner que lorsque la porte et le panneau sont tous les deux fermés. Dans ce cas, si la porte de descente est faite de panneaux amovibles, le système de verrouillage peut n'agir qu'entre le panneau supérieur et le capot.

6.3.6 Tapes

Tous les éléments d'une tape doivent être conformes aux exigences spécifiées dans l'article 4 et en 6.2. Les tapes des hublots situés en zone I doivent, si elles sont requises, être fixées de manière permanente au hublot, à son encadrement ou à la structure du bateau et doivent être opérationnelles même en cas de rupture de la partie ouvrante du hublot.

6.3.7 Trappe de survie des multicoques

6.3.7.1 Dimensions minimales

Sur les bateaux où $L_H > 12$ m, les trappes de survie des multicoques doivent avoir des clairs d'ouverture ayant les caractéristiques suivantes:

- forme circulaire: diamètre d'au moins 450 mm;
- toute autre forme: une dimension minimale de 380 mm et une aire d'au moins $0,18 \text{ m}^2$. Le panneau doit avoir une dimension permettant d'y inscrire un cercle de 380 mm de diamètre.

6.3.7.2 Matériau

Le verre ne doit pas être utilisé, sauf s'il s'agit d'un verre à haute résistance aux chocs. Les types de verre à haute résistance aux chocs sont énumérés dans l'annexe E.

6.3.7.3 Disposition de l'ouverture et des charnières

Les trappes de survie des multicoques doivent pouvoir s'ouvrir de l'intérieur et de l'extérieur, lorsqu'elles sont verrouillées mais pas fermées à clé.

Les charnières d'une trappe de survie s'ouvrant vers l'extérieur doivent être conçues de manière à éviter que le panneau ne soit arraché par l'action de la mer s'il est partiellement ou totalement ouvert.

6.3.8 Équipements commercialisés

Les équipements commercialement disponibles sur le marché doivent, au moment de la vente, comporter une notice d'information indiquant à l'installateur ou au consommateur la catégorie supérieure de conception, le type de bateau et l'emplacement autorisés. Cette notice peut être un autocollant apposé sur l'équipement, un dépliant ou tout autre moyen d'information.

ISO 12216:2002(F)**7 Détermination de l'échantillonnage des plaques non raidies****7.1 Détermination de l'épaisseur des plaques monolithiques**

Les équations données en 7.1.1 et en 7.1.2 sont valables pour des plaques rectangulaires. Pour des plaques circulaires, remplacer b par d , d étant le diamètre entre appuis.

Pour des plaques ayant des formes d'ouvertures entre appuis différentes d'un rectangle ou d'un cercle, les approximations de l'annexe C doivent être utilisées pour déterminer les dimensions entre appuis «équivalentes».

7.1.1 Détermination basée sur le critère de contrainte admissible

$$t_r = bk_c \sqrt{\frac{k_f \Psi p}{\sigma_a}} \quad (1)$$

où

t_r est l'épaisseur de base de la plaque selon le critère de contrainte admissible, en millimètres;

b est le petit côté ou le «petit côté équivalent» entre appuis d'une plaque rectangulaire, en millimètres;

k_c est le coefficient de courbure (voir 7.6);

k_f est le coefficient d'allongement pour le calcul de la contrainte (voir 7.3);

Ψ est le facteur de réduction de pression (voir 7.5);

p est la pression de base de calcul, en pascals (voir 7.4);

σ_a est la contrainte de flexion admissible du matériau, en pascals (voir 7.7, 7.8, F.1 et F.2).

Les mêmes unités doivent être utilisées pour p et σ_a (pascals ou kilopascals), car le terme sous la racine carrée doit être sans dimension.

7.1.2 Détermination basée sur le critère de flèche admissible

$$t_f = 0,45 \left(t_r + bk_c \sqrt[3]{\frac{k_f \Psi p}{0,02E}} \right) \quad (2)$$

où

t_f est l'épaisseur de base de la plaque, en utilisant le critère de flèche admissible relative, en millimètres;

k_f est le coefficient d'allongement pour le calcul de la flèche (voir 7.3);

E est le module d'élasticité du matériau (module de Young), en pascals (voir 7.7, F1 et F2).

Les autres symboles sont comme spécifiés en 7.1.1.

Le calcul de t_f considère qu'une partie du travail de la plaque s'effectue en membrane.

Les mêmes unités doivent être utilisées pour p et E (pascals ou kilopascals), car le terme situé sous la racine cubique doit être sans dimensions.

7.1.3 Applicabilité de 7.1.1 et de 7.1.2

Les formules ci-dessus s'appliquent seulement pour des plaques maintenues sur la totalité de leur périphérie.

Les calculs pour les plaques rectangulaires maintenues sur deux côtés seulement peuvent être effectués en prenant $a = 5b$, mais les plaques maintenues sur seulement trois côtés et/ou par des supports de raideurs inégales nécessitent une analyse particulière et doivent être traitées comme indiqué dans l'article 8. Cela peut être le cas pour les portes de descente faites de plusieurs plaques distinctes ou pour certaines fenêtres coulissantes.

7.2 Sélection de l'épaisseur d'une plaque monolithique

L'épaisseur exigée finale de plaque, t_a , en millimètres, doit être la valeur la plus grande parmi les suivantes:

- l'épaisseur de plaque monolithique déterminée en utilisant le critère de contrainte admissible, t_r (voir 7.1.1);
- l'épaisseur de plaque monolithique déterminée en utilisant le critère de flèche admissible, t_f (voir 7.1.2);
- l'épaisseur minimale de plaque, t_m (voir 7.8).

Lorsqu'on utilise des plaques du commerce, l'épaisseur nominale commerciale de la plaque ne doit pas être inférieure de plus de 0,5 mm à l'épaisseur calculée. Les exemples suivants illustrent cette exigence.

EXEMPLE 1 Si le calcul donne 6,5 mm, on peut choisir une épaisseur commerciale de 6 mm en dimensions métriques ou de 6,35 mm (1/4 in) en dimensions impériales.

EXEMPLE 2 Si le calcul donne 6,51 mm, on peut choisir une épaisseur commerciale de 7 mm en dimensions métriques ou de 8 mm, si le 7 mm n'est pas disponible, ou de 6,35 mm (1/4 in) en dimensions impériales.

EXEMPLE 3 Dans un pays où seules les dimensions impériales sont disponibles, si le calcul donne 6,85 mm, on peut choisir une épaisseur commerciale de 6,35 mm (1/4 in) en dimensions impériales, mais si le calcul donne 6,86, choisir une plaque plus épaisse que 1/4 in, par exemple 5/16.

Les Tableaux d'épaisseurs précalculées donnés dans l'annexe F, pour des plaques planes en poly(méthacrylate de méthyle) (PMMA) et en verre trempé (TG), peuvent être utilisés à la place des calculs ci-dessus.

7.3 Coefficients de rapport d'allongement, k_r et k_f

Le coefficient d'allongement pour le calcul de la contrainte, k_r , et le coefficient d'allongement pour le calcul de la flèche, k_f , doivent être choisis dans le Tableau 2, pour les plaques rectangulaires, et dans le Tableau 3 pour les plaques circulaires.

L'allongement est le rapport a/b des dimensions entre appuis: a et b sont respectivement le grand et le petit côté entre appuis (ou leurs dimensions équivalentes conformément à l'annexe C) d'une plaque rectangulaire, exprimées en millimètres.

ISO 12216:2002(F)

Tableau 2 — Valeurs de k_r et de k_f pour les plaques rectangulaires

Plaques SF		Rapport <i>alb</i>	Plaques SS		Plaques SF		Rapport <i>alb</i>	Plaques SS	
k_r	k_f		k_r	k_f	k_r	k_f		k_r	k_f
0,298	0,029	1,0	0,287	0,044	0,607	0,081	3,0	0,713	0,134
0,34	0,035	1,1	0,333	0,053	0,609	0,082	3,1	0,718	0,135
0,38	0,04	1,2	0,376	0,062	0,611	0,082	3,2	0,723	0,136
0,415	0,045	1,3	0,416	0,07	0,613	0,082	3,3	0,726	0,136
0,446	0,05	1,4	0,454	0,077	0,614	0,083	3,4	0,73	0,137
0,472	0,054	1,5	0,487	0,084	0,616	0,083	3,5	0,733	0,138
0,494	0,058	1,6	0,518	0,091	0,617	0,083	3,6	0,735	0,138
0,513	0,061	1,7	0,545	0,096	0,618	0,084	3,7	0,737	0,139
0,529	0,064	1,8	0,569	0,102	0,619	0,084	3,8	0,739	0,139
0,542	0,067	1,9	0,591	0,106	0,62	0,084	3,9	0,741	0,14
0,554	0,069	2,0	0,61	0,111	0,62	0,084	4,0	0,743	0,14
0,563	0,071	2,1	0,627	0,114	0,621	0,084	4,1	0,744	0,14
0,572	0,073	2,2	0,642	0,118	0,622	0,084	4,2	0,745	0,141
0,578	0,074	2,3	0,655	0,121	0,622	0,085	4,3	0,746	0,141
0,584	0,076	2,4	0,667	0,123	0,623	0,085	4,4	0,747	0,141
0,59	0,077	2,5	0,677	0,126	0,623	0,085	4,5	0,748	0,141
0,594	0,078	2,6	0,687	0,128	0,624	0,085	4,6	0,748	0,141
0,598	0,079	2,7	0,695	0,129	0,624	0,085	4,7	0,749	0,141
0,601	0,08	2,8	0,702	0,131	0,624	0,085	4,8	0,749	0,141
0,604	0,080	2,9	0,708	0,131	0,625	0,085	4,9	0,75	0,142
0,607	0,081	3,0	0,713	0,134	0,625	0,085	5,0	0,75	0,142

NOTE Pour $alb > 5$, k_r et k_f sont constants.

Tableau 3 — Valeurs de k_r et de k_f pour les plaques circulaires SF et SS

Plaques circulaires SF		Plaques circulaires SS	
k_r	k_f	k_r	k_f
0,248	0,027	0,309	0,043

7.4 Pression de base de calcul

La pression de base de calcul pour le calcul de l'épaisseur de la plaque doit être choisie dans le Tableau 4.

Tableau 4 — Pression de base de calcul p

Zone d'emplacement	I	IIb	IIb	IIb	IIa	III	III	III	III	III	III	III	III	IV	IV
Type de bateau	Tous	Tous	Tous	Tous	Tous	Voile	Voile	Moteur	Moteur	Moteur	Moteur	Moteur	Moteur	Voile	Moteur
Catégorie de conception	Toutes	A	B	C, D	Toutes	A, B	C, D	A	B	A	B	C	D	Toutes	Toutes
Particularité (avant, côté)	Tous	Tous	Tous	Tous	Tous	Tous	Tous	Avant	Avant	Côté	Côté	Tous	Tous	Tous	Tous
Pression p , kPa	70	70	50	28	28	18	12	12	9	9	6	6	6	12	6

Pour simplifier les chiffres, les pressions dans le tableau sont exprimées en kilopascals, mais il convient d'utiliser des pascals en 7.1.1 et en 7.1.2.

7.5 Facteur de réduction de pression

Le facteur de réduction de la pression, Ψ , est introduit pour prendre en compte le fait que la pression est moins forte sur une grande surface que sur une petite (distribution des impacts locaux).

Pour une plaque rectangulaire, $\Psi = 1,102 - 0,0004b$.

Pour une plaque circulaire b est remplacé par d .

La valeur de Ψ doit être comprise dans les limites suivantes: $0,33 \leq \Psi \leq 1$.

7.6 Coefficient de courbure

Le coefficient de courbure, k_c , d'une plaque convexe doit être déterminé conformément à la Figure 6 a) et à l'équation suivante:

$$k_c = 1 - c/b \tag{3}$$

où

k_c est pris dans les limites suivantes: $0,33 \leq k_c \leq 1$;

c est la hauteur (bombé) d'une plaque à courbure convexe, évaluée conformément à la Figure 6 a), ou la hauteur de pliage d'une plaque pliée, évaluée conformément à la Figure 6 b), en millimètres.

La formule est applicable seulement si la courbure ou le pliage est dans le sens de b .

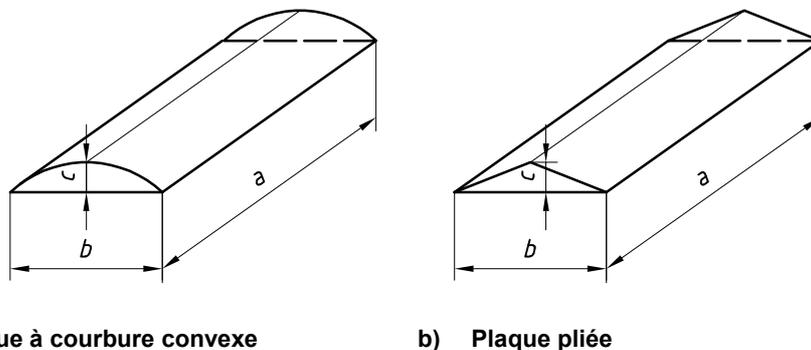


Figure 6 — Hauteur de la courbure et du pliage

ISO 12216:2002(F)

7.7 Résistance en flexion et module d'élasticité

Les valeurs de la résistance maximale à la flexion et du module d'élasticité (module de Young) du matériau de plaque sont les valeurs nominales (non minimales) indiquées par le fabricant. En l'absence de ces données, les valeurs moyennes figurant dans les Tableaux F.1 et F.2 peuvent être utilisées.

7.8 Coefficient de sécurité et épaisseur minimale de la plaque

La contrainte de flexion admissible du matériau, σ_a , est déterminée conformément à l'équation

$$\sigma_a = \sigma_u / \gamma$$

où γ est le coefficient de sécurité spécifié dans le Tableau 5.

Le coefficient de sécurité, γ , utilisé dans le calcul de la contrainte de flexion admissible (et des valeurs d'épaisseur minimale), prend en compte la fragilité relative du matériau et ses caractéristiques de vieillissement dues aux conditions d'environnement.

Le coefficient de sécurité et l'épaisseur minimale pour les matériaux autres que ceux énumérés ci-dessous doivent être évalués en comparant leur énergie de rupture à l'impact avec celle du plastique renforcé de fibres de verre (GRP), conformément à l'ISO 6603-1.

Tableau 5 — Coefficient de sécurité et épaisseur minimale des plaques monolithiques

Dimensions en millimètres

Matériau	Abréviation	Coefficient de sécurité γ	Épaisseur minimale des plaques monolithiques, t_m			
			Catégories de conception			
			Toutes		A et B	C et D
			Zone I ^a	Zone II	Zones III et IV	Zones III et IV
Poly(méthacrylate de méthyle)	PMMA	3,5	$6 + 0,1 (L_H - 4)$	6	5	4
Polycarbonate	PC	3,5	$6 + 0,1 (L_H - 4)$	6	5	4
Verre trempé monolithique	TG	4,0	$5 + 0,1 (L_H - 4)^b$	4	4	3
Verre feuilleté	LG	4,0	$5 + 0,1 (L_H - 4)^b$	4	4	3
Contreplaqué tout acajou	AMPW	2,0	$8 + 0,1 (L_H - 4)$	6	5	4
Plastique renforcé de fibres de verre à base de matse (30 % de verre)	GRP M 30	2,0	$4 + 0,1 (L_H - 4)$	3	3	2
Plastique renforcé de fibres de verre à base de matse/stratifil (35 % de verre)	GRP MR 35	2,0	$4 + 0,1 (L_H - 4)$	3	3	2
Alliage d'aluminium 5083 H111	—	2,0	$3 + 0,05 (L_H - 4)$	3	3	2
Acier doux	MS	2,0	$2,5 + 0,025 (L_H - 4)$	2,5	2,5	2

^a L'épaisseur minimale dans la zone I est liée à L_H (longueur de coque), en mètres.

^b Le verre n'est admis en zone I que s'il est équipé d'une tape ou s'il a une haute résistance aux chocs (voir 6.3.1.4).

7.9 Épaisseur du verre feuilleté

Pour calculer l'épaisseur de verre feuilleté (3.21.5), on calcule l'épaisseur, t_{eq} , d'une plaque monolithique constituée du même type de verre que les feuilles extérieures du verre feuilleté, puis:

- a) si la différence d'épaisseur entre deux feuilles de verre est inférieure ou égale à 2 mm et si l'épaisseur de la couche intermédiaire de plastique est inférieure ou égale à 0,76 mm:

— pour 2 feuilles de verre, l'épaisseur totale des feuilles de verre t_1 et t_2 doit être:

$$t_1 + t_2 \geq 1,2t_{eq},$$

— pour plus de 2 feuilles de verre, l'épaisseur totale des feuilles de verre, $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$, doit être:

$$t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n \geq 1,5t_{eq};$$

- b) si les conditions en a) ci-dessus ne sont pas remplies, chaque feuille doit être considérée comme étant sous contrainte, en fonction de son module d'inertie, et doit être analysée selon l'article 8.

8 Plaques sandwichs, plaques raidies et/ou supportées

Les plaques sandwichs sont constituées d'une âme intérieure recouverte de chaque côté d'une peau structurelle.

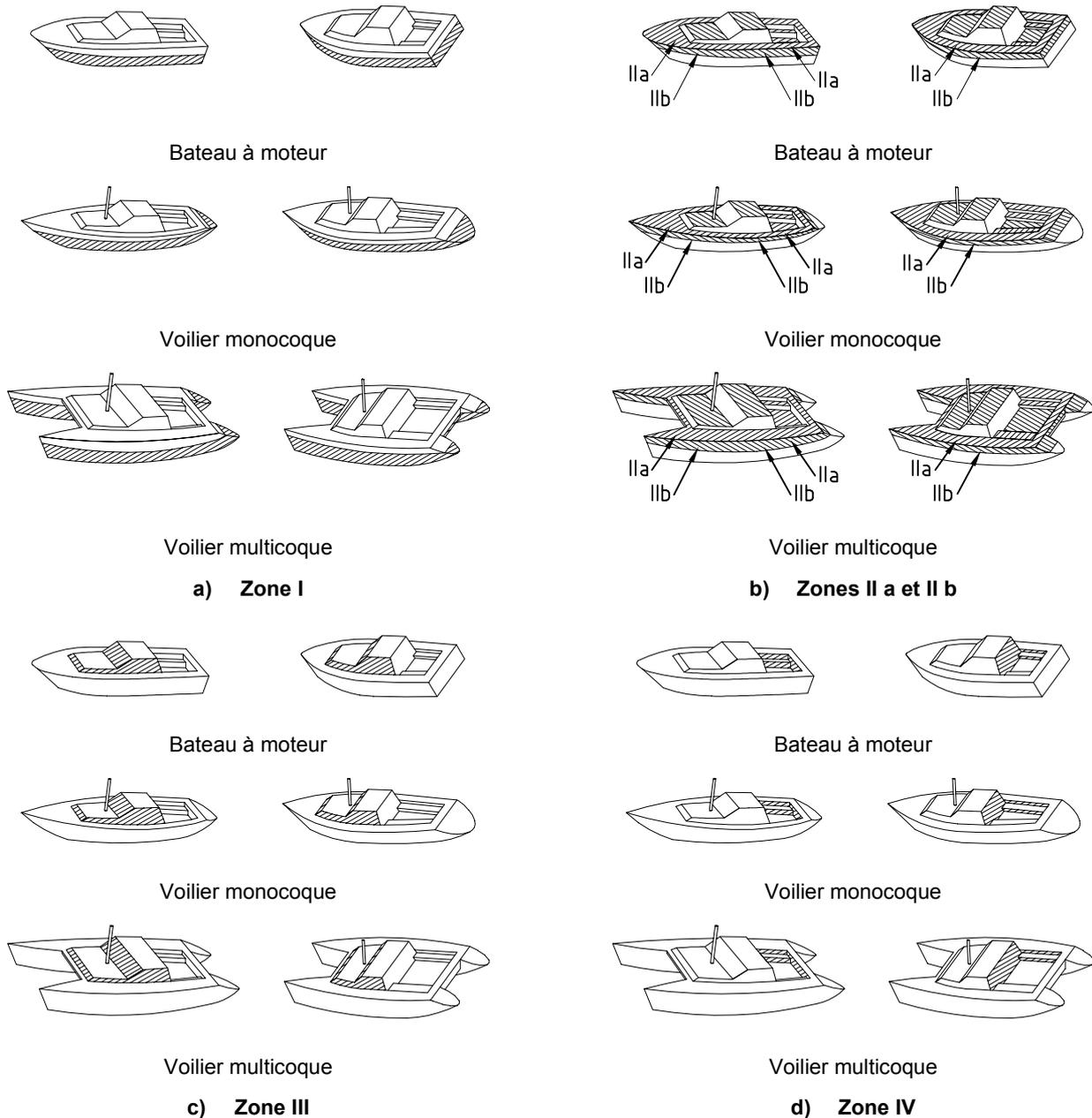
Les plaques d'équipements raidies et/ou avec appuis supplémentaires ont des raidisseurs internes ou externes qui raidissent simplement la plaque ou qui transmettent la charge au cadre ou à l'appui.

Tous les éléments de ces types de plaques (y compris les raidisseurs, cadres, fixations, etc.) doivent être conçus conformément aux exigences spécifiées en 7.1 à 7.8.

Annexe A (normative)

Zones d'emplacement des équipements

Des exemples de zones d'emplacement des équipements (3.17.1, 3.17.2, 3.17.3, 3.17.4) sont indiqués par des hachures à la Figure A.1.

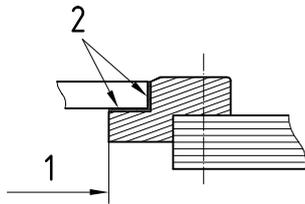


NOTE Les schémas représentent schématiquement les différentes zones. En cas de doute, les définitions de l'article 3 prévalent.

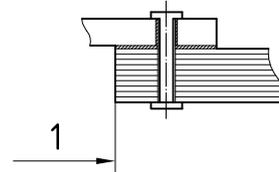
Figure A.1 — Exemples des zones I à IV

Annexe B (normative)

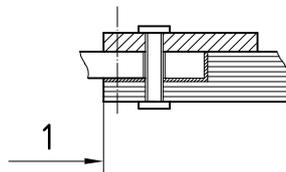
Types de liaisons d'extrémités des plaques



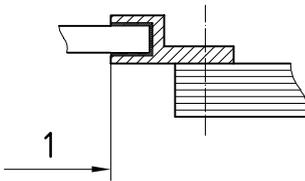
a) Collée sur un cadre



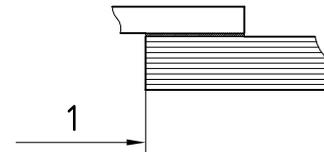
b) Vissée, avec joint d'étanchéité



c) Vissée, avec contre-cadre et joint d'étanchéité



d) Collée ou fixée par un élastomère dans un cadre



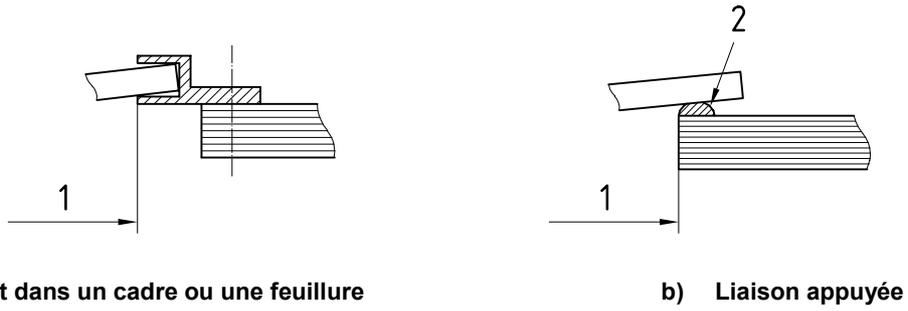
e) Collée

Légende

- 1 Dimension entre appuis
- 2 Collé sur le côté et/ou sur la face

Figure B.1 — Liaisons semi-encastées typiques

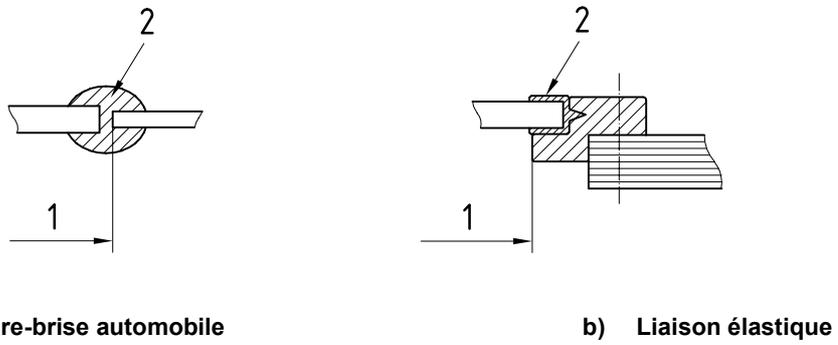
ISO 12216:2002(F)



Légende

- 1 Dimension entre appuis
- 2 Élastomère

Figure B.2 — Liaisons appuyées typiques



Légende

- 1 Dimension entre appuis
- 2 Élastomère

Figure B.3 — Liaisons élastiques typiques

Annexe C (normative)

Dimensions entre appuis de la plaque

Pour une plaque rectangulaire, la petite et la grande dimension entre appuis sont respectivement désignées par b et a , comme indiqué à la Figure C.1 a). Pour une plaque rectangulaire pliée, la petite et la grande dimension entre appuis sont respectivement désignées par b et a , comme indiqué à la Figure C.1 c). Pour une plaque circulaire, le diamètre de l'appui est désigné par d , comme indiqué à la Figure C.1 b). Pour une plaque de forme non rectangulaire et non circulaire, utiliser les dimensions «équivalentes» d'une plaque rectangulaire ou circulaire dont l'aire est égale à celle de la plaque considérée (voir Figure C.2).

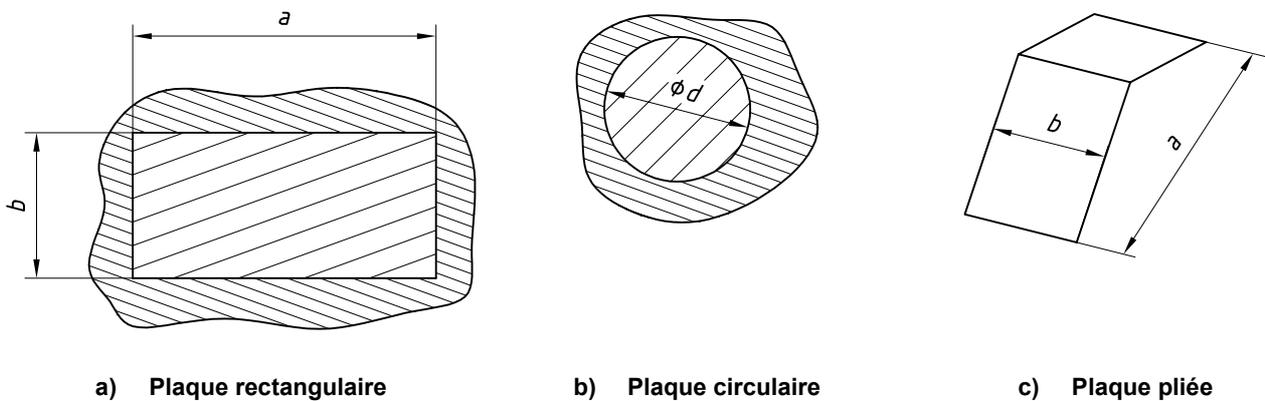
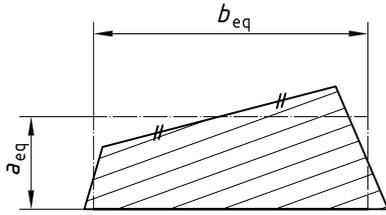


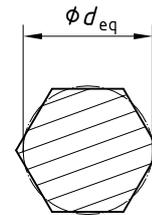
Figure C.1 — Dimensions entre appuis des plaques

ISO 12216:2002(F)



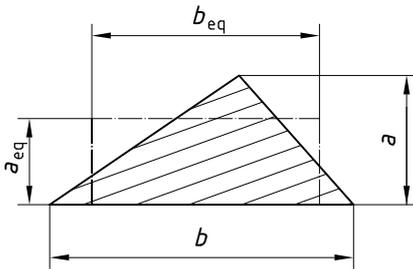
Le rectangle a la même surface

1) Quadrilatère



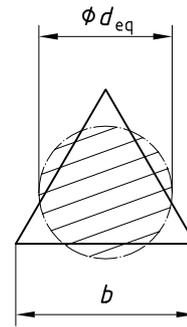
Le cercle a la même surface

4) Polygone



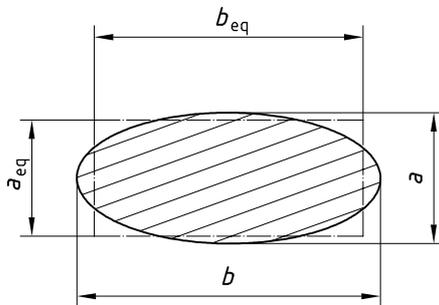
$$a_{eq} = 2a/3 \quad b_{eq} = 3b/4$$

2) Triangle



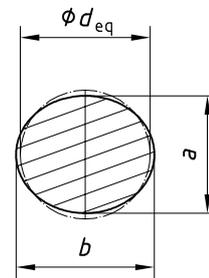
$$d_{eq} = 3b/4$$

5) Triangle équilatéral



$$a_{eq} = 0,87a \quad b_{eq} = 0,87b$$

3) Ellipse plate



$$d_{eq} = \sqrt{ab}$$

6) Ellipse ronde

Figure C.2 — Dimensions équivalentes

Annexe D (normative)

Méthodes d'essai

D.1 Essais de pression et d'étanchéité

D.1.1 Essai de pression des équipements préfabriqués

Chaque type d'équipement préfabriqué doit être soumis aux essais avant d'être installé sur le bateau.

Un échantillon de chaque type d'équipement préfabriqué doit être soumis à essai sur un banc d'essai de pression approprié pendant au moins 3 min, sous une pression externe d'eau d'au moins:

- 35 kPa pour les équipements à placer en zone I;
- 14 kPa pour les équipements à placer en zone II;
- $0,5 p \Psi$, pour les équipements à placer en zone III, (D.1)

où

p est la pression de base de calcul spécifiée dans le Tableau 4 (voir 7.4);

Ψ est le facteur de réduction de pression (voir 7.5).

Aucune fuite, ni déformation permanente d'une quelconque pièce de l'équipement ne doit être observée durant l'essai.

Les équipements ayant déjà réussi l'un des essais ci-dessus sont dispensés de l'essai pour une pression d'essai inférieure.

Les essais décrits ci-dessus peuvent ne pas être appliqués aux équipements coulissants, mais dans ce cas, les essais en D.1.2 doivent être effectués sur au moins un échantillon.

Les essais décrits ci-dessus ne sont pas nécessaires pour:

- les équipements constitués d'une plaque simple montée sur le bateau;
- les panneaux de descente,

qui sont traités en D.1.2.

L'essai décrit ci-dessus ne doit être effectué que sur un échantillon ayant subi le même processus de fabrication que l'équipement réel ou sur un échantillon prélevé de la chaîne de fabrication. Ces essais doivent être renouvelés si l'on modifie de manière significative le processus de fabrication ou les matériaux. Pour les équipements cintrés, le présent essai peut être effectué sur des échantillons d'équipements plats, fabriqués avec les mêmes matériaux et selon le même processus.

Si l'équipement incorpore des dispositifs de ventilation intégrés, ou qui ont été installés par le fabricant de l'équipement avant sa commercialisation, ces dispositifs de ventilation peuvent être mis hors service, par exemple en les bouchant avec un mastic d'étanchéité, afin de procéder aux essais définis en D.1.

ISO 12216:2002(F)

Au terme des essais, mais avant la mise sur le marché, le fabricant doit contrôler le degré d'étanchéité de l'équipement, exigé dans le Tableau 1, le dispositif de ventilation étant remis en marche, en utilisant les méthodes d'essai spécifiées en D.1.2.

Si le dispositif de ventilation est équipé d'un système destiné à limiter ou à empêcher le débit de l'air, il peut rester en service pendant le déroulement de l'essai spécifié en D.1.2.

D.1.2 Essais d'étanchéité

D.1.2.1 Généralités

Ces essais doivent être effectués sur des équipements déjà installés sur le bateau.

D.1.2.2 Essai de détermination des degrés d'étanchéité 2 et 3

L'équipement doit être soumis à l'essai à l'aide d'un jet d'eau placé en dehors du bateau, conformément à la Figure D.1, pour les équipements horizontaux ou quasi horizontaux, et à la Figure D.2 pour les équipements verticaux ou quasi verticaux.

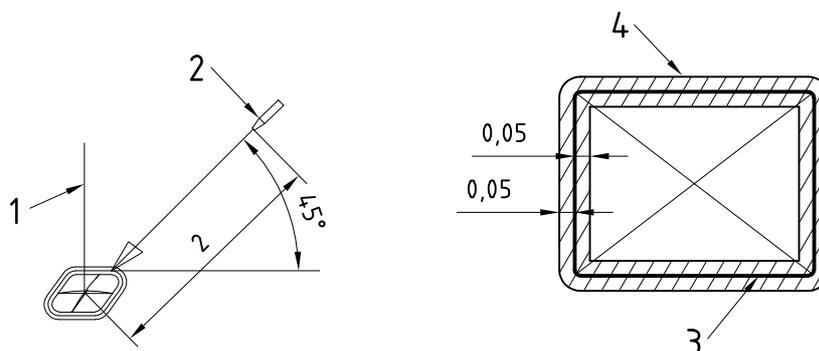
Le jet d'eau doit être fin et dense avec un débit d'au moins 10 l/min visant partout dans une zone située à 0,05 m de part et d'autre de la périphérie de l'équipement (voir les Figures D.1 et D.2).

NOTE Normalement, ce jet est obtenu en reliant un tuyau d'arrosage, muni d'une lance réglable, à un robinet. La pression statique du tuyau est de 200 kPa lorsque le robinet est fermé.

L'arrosage doit se poursuivre pendant au moins 3 min. Après cet essai, la quantité d'eau embarquée ne doit pas dépasser

- 0,05 l pour les équipements conformes au degré 2 d'étanchéité;
- 0,5 l pour les équipements conformes au degré 3 d'étanchéité.

Dimensions en mètres

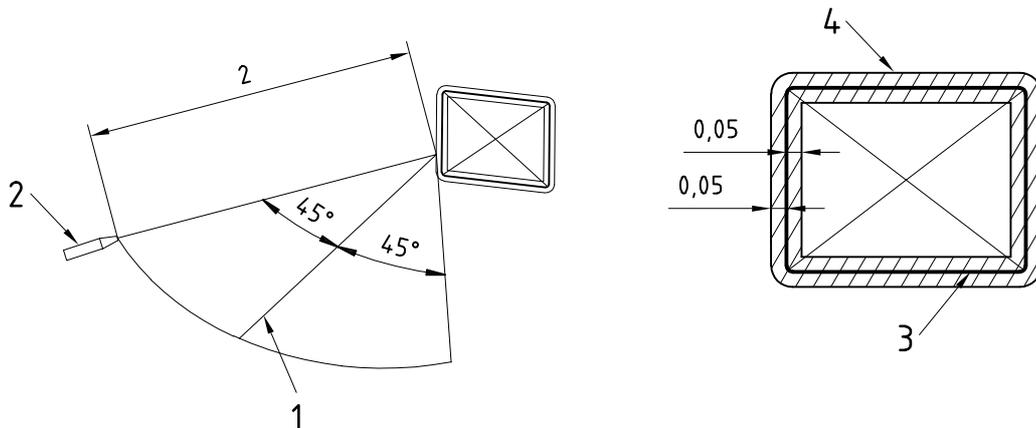


Légende

- 1 Perpendiculaire
- 2 Buse
- 3 Périphérie de l'équipement
- 4 Jet dirigé au voisinage de la périphérie de l'équipement dans la zone hachurée

Figure D.1 — Disposition d'essai pour équipements horizontaux ou quasi horizontaux

Dimensions en mètres

**Légende**

- 1 Perpendiculaire
- 2 Buse
- 3 Périphérie de l'équipement
- 4 Jet dirigé au voisinage de la périphérie de l'équipement dans la zone hachurée

Figure D.2 — Disposition d'essai pour équipements verticaux ou quasi verticaux

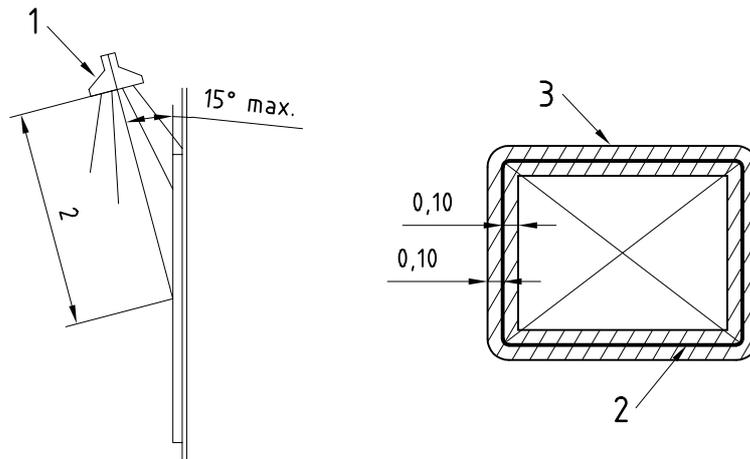
D.1.2.3 Essais de détermination du degré d'étanchéité 4

Sauf si l'équipement a déjà été soumis à l'essai en D.1.2.2, il doit être soumis à l'essai en positionnant la pomme d'arrosage en dehors du bateau, conformément à la Figure D.3.

Cette pomme doit pouvoir simuler une forte pluie. Aucune pression d'eau n'est spécifiée.

L'eau projetée doit viser partout dans une zone située à 0,10 m de part et d'autre de la périphérie de l'équipement (voir Figure D.3)

L'arrosage doit se poursuivre pendant au moins 3 min. Après cet essai, la quantité d'eau embarquée ne doit pas dépasser 0,5 litre.



Légende

- 1 Pomme d'arrosoir
- 2 Périphérie de l'équipement
- 3 Jet dirigé au voisinage de la périphérie de l'équipement dans la zone hachurée

Figure D.3 — Disposition de l'essai de détermination du degré d'étanchéité 4

D.2 Essai ou calcul des liaisons mécaniques

Cet essai ou calcul n'est exigé que pour les équipements ouvrant vers l'intérieur, ou lorsque la résistance de certains éléments des liaisons mécaniques peut être mise en doute (voir Figure D.4).

NOTE Les équipements ouvrant vers l'extérieur, comme les portes pliantes, constituées de plusieurs panneaux reliés par des charnières, peuvent requérir cet essai, car les charnières absorbent une grande partie de la force induite par la pression.

Déterminer, au moyen d'essais ou de calculs, si les charnières, les verrous, ou tout élément mécanique peuvent supporter sans rupture la force, F , suivante:

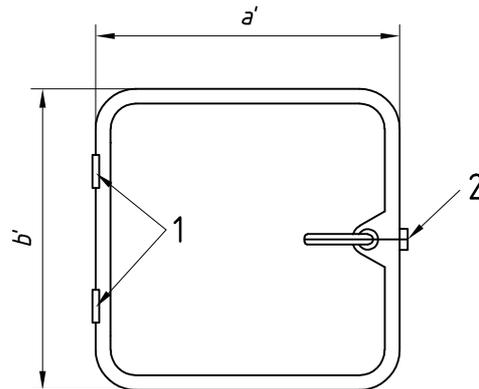
$$F = 2 a' b' \Psi p \tag{D.2}$$

où

a' et b' sont les dimensions entre appuis de l'équipement, en mètres;

Ψ est le facteur de réduction de la pression (voir 7.5);

p est la pression de base, en pascals (voir 7.4).



Légende

- 1 Charnières
- 2 Verrou

Figure D.4 — Exemple d'équipement ouvrant vers l'intérieur

D.3 Essais de collage

D.3.1 Généralités

Les plaques retenues par un cadre extérieur non collé, comme celles représentées à la Figure B.1 d), n'ont pas besoin de subir cet essai.

D.3.2 Essai de pression interne

D.3.2.1 Échantillon

L'échantillon doit consister en une plaque plane d'une aire hors appuis comprise entre 0,02 m² et 0,16 m², réalisée avec une méthode de collage et un matériau de plaque et de support identiques à ceux utilisés par le fabricant pour l'équipement (voir Figure D.5).

L'aire de collage de l'échantillon, A_{sg} , en mètres carrés, est déterminée au moyen de l'équation:

$$A_{sg} = l_p (a_f + a_s) \tag{D.3}$$

où

- l_p est le périmètre de la plaque, en mètres;
- a_f est la dimension de la face à coller, en mètres;
- a_s est la dimension du côté à coller, en mètres.

La Figure D.5 montre la position des dimensions a_f et a_s .

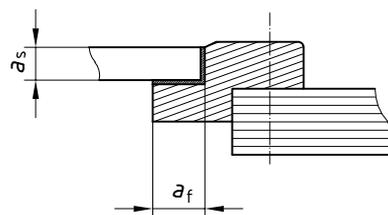


Figure D.5 — Schéma des dimensions des joints collés

ISO 12216:2002(F)

D.3.2.2 Mode opératoire d'essai

Utiliser un montage adapté et appliquer une pression d'eau interne au moins égale à la valeur numérique de l'expression $625A_{sg}$, exprimée en kilopascals, tendant à déloger la plaque de son support.

La pression de l'essai doit être maintenue pendant au moins 3 min.

D.3.2.3 Résultat d'essai

L'essai est satisfaisant s'il ne se produit ni détérioration apparente du joint de colle, ni fuite.

D.3.3 Essai de séparation

D.3.3.1 Échantillon

Réaliser deux lames d'essai, de 300 mm × 25 mm, dans les mêmes matériaux que la plaque et la structure à coller ensemble. L'épaisseur des lames doit être égale aux épaisseurs réelles de la plaque et de la structure.

Les lames d'essai doivent être collées ensemble par un joint de colle de mêmes dimensions (épaisseur t_g et hauteur h_g) et méthode de collage que celles utilisées sur le bateau, comme indiqué en Figure 6.

D.3.3.2 Mode opératoire d'essai

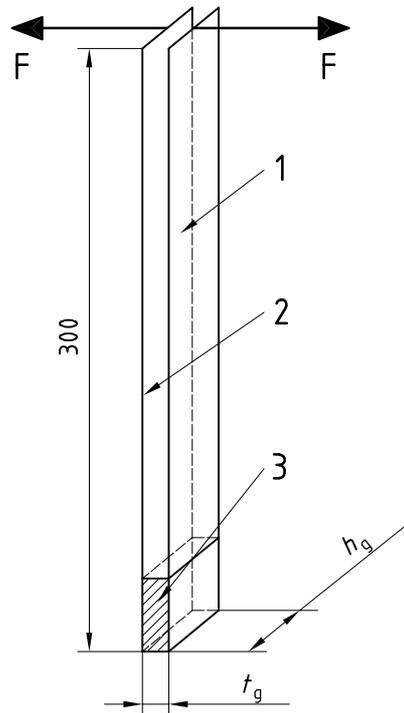
Appliquer à l'échantillon deux forces égales et opposées, F , comme indiqué à la Figure D.6 jusqu'au point de rupture ou jusqu'à la déformation durable d'une des lames de l'échantillon. Les forces peuvent être appliquées manuellement.

D.3.3.3 Résultats d'essai

L'essai est satisfaisant si l'une des trois conditions suivantes est remplie:

- l'une des lames d'essai se déforme ou se brise avant toute déformation ou rupture visible du joint de colle au cours de l'essai;
- aucune déformation durable ni rupture n'est constatée à l'intérieur du joint de colle au terme de l'essai;
- le joint de colle se détache de l'une des lames d'essai, et une partie de la lame a été arrachée (délaminage, cassure du bois, etc.).

Dimensions en millimètres



Légende

- 1 lame représentant la plaque
- 2 lame représentant la structure
- 3 joint de colle

Figure D.6 — Disposition d'essai pour l'essai de séparation

Annexe E (normative)

Verre à haute résistance aux chocs

Une liste des types de verre à haute résistance aux chocs est donnée dans le Tableau E.1, avec les exigences complémentaires pour chaque type.

Tableau E.1 — Types de verre à haute résistance aux chocs

Type de verre	Exigences complémentaires
Verre feuilleté (faces AG, TG ou CG)	Épaisseur minimale des faces: 4 mm Épaisseur minimale de la couche intermédiaire: 2,3 mm
Verre à l'épreuve des balles	Classes FB2 à FB7 soumises à essai conformément à l'EN 1063
Verre résistant aux chocs	Classe 4 soumise à essai conformément à l'EN 356
NOTE AG = Verre recuit (annealed glass), TG = Verre trempé, CG = Verre chimiquement renforcé.	

D'autres types de verre peuvent être admis, si une plaque plane de 400 × 400 mm peut supporter un choc correspondant à une énergie de 300 J dû à la chute d'un objet dur (fléchette ou bille d'acier), tout en conservant un degré d'étanchéité 1, 2 ou 3, au terme de l'essai effectué conformément à D.1.2.

Annexe F (informative)

Tableaux de valeurs précalculées

F.1 Propriétés mécaniques des matériaux types

Voir le Tableau F.1.

Tableau F.1 — Propriétés mécaniques moyennes de matériaux types

Matériau	Abréviation	Résistance à la flexion	Module d'élasticité
		σ_u MPa	E MPa
Poly(méthacrylate de méthyle)	PMMA	110	3 000
Polycarbonate	PC	90	2 400
Verre trempé	TG	200	72 600
Verre chimiquement renforcé	CG	300 ^a	72 600
Verre recuit	AG	40	72 600
Contreplaqué tout acajou	AMPW	50	7 000
Plastique renforcé de fibres de verre à base de mat (fraction massique de verre de 30 %)	GRP M 30	140	7 500
Plastique renforcé de fibres de verre à base de mat/stratifil (fraction massique de verre de 35 %)	GRP MR 35	175	10 000
Alliage d'aluminium 5083 H 111	—	280	70 000
Acier doux	MS	400	200 000
Acier inoxydable AISI 316 ^b	AISI 316L	510	200 000
NOTE Pour simplifier les chiffres, σ_u et E sont exprimés en mégapascals, mais il convient d'utiliser l'unité pascal en 7.1.1 et en 7.1.2.			
^a Cette valeur correspond à une profondeur de 30 μm (verre chimiquement renforcé).			
^b Acier 20 selon l'ISO/TR 15510.			

F.2 Utilisation des tableaux de valeurs précalculées

En tant qu'instrument complémentaire pour diminuer la complexité des formules données dans l'article 7, les Tableaux F.6 à F.29 donnent, pour le PMMA et le TG, des valeurs précalculées d'épaisseurs de plaques qui peuvent être utilisées.

Le Tableau F.2 donne la liste de ces tableaux, qui fournissent les épaisseurs de plaque calculées selon les spécifications du Tableau 4.

Afin d'aider les constructeurs ou les concepteurs à obtenir l'épaisseur qu'ils souhaitent en ajustant les dimensions entre appuis, les épaisseurs de plaque sont données avec un chiffre après la virgule, mais elles doivent être arrondies ensuite comme indiqué.

ISO 12216:2002(F)

Tableau F.2 — Spécifications de calcul

Spécification de calcul	Matériau	Pression de base kPa	Zone d'emplacement de l'équipement	Type de bateau	Catégorie de conception	Module d'élasticité E Mpa	Contrainte de la rupture à la flexion σ_u Mpa	Coefficient de sécurité γ	Contrainte de flexion admissible σ_a Mpa	N° tableau pour le type de plaque	
										SF	SS
P 70	PMMA	70	I partout	Tous	Toutes	3 000	110	3,5	31,4	F.6	F.18
//	PMMA	70	IIb partout	Tous	A	//	//	//	//	//	//
P 28	PMMA	28	IIb partout	Tous	C, D	//	//	//	//	F.7	F.19
//	PMMA	28	IIa partout	Tous	Toutes	//	//	//	//	//	//
P 18	PMMA	18	III partout	Voile	A, B	//	//	//	//	F.8	F.20
P 12	PMMA	12	III partout	Voile	C, D	//	//	//	//	F.10	F.21
//	PMMA	12	III avant	Moteur	A	//	//	//	//	//	//
//	PMMA	12	IV partout	Voile	Toutes	//	//	//	//	//	//
P 9	PMMA	9	III avant	Moteur	B	//	//	//	//	F.10	F.22
//	PMMA	9	III côtés	Moteur	A	//	//	//	//	//	//
P 6	PMMA	6	III partout	Moteur	C, D	//	//	//	//	F.11	F.23
//	PMMA	6	IV partout	Moteur	Toutes	//	//	//	//	//	//
T 70	TG	70	I partout	Tous	Toutes	72 600	200	4	50	F.12	F.24
//	TG	70	IIb partout	Tous	A	//	//	//	//	//	//
T 28	TG	28	IIb partout	Tous	C, D	//	//	//	//	F.13	F.25
//	TG	28	IIa partout	Tous	Toutes	//	//	//	//	//	//
T 18	TG	18	III partout	Voile	A, B	//	//	//	//	F.14	F.26
T 12	TG	12	III partout	Voile	C, D	//	//	//	//	F.15	F.27
//	TG	12	III avant	Moteur	A	//	//	//	//	//	//
//	TG	12	IV partout	Voile	Toutes	//	//	//	//	//	//
T 9	TG	9	III avant	Moteur	B	//	//	//	//	F.16	F.28
//	TG	9	III côtés	Moteur	A	//	//	//	//	//	//
T 6	TG	6	III partout	Moteur	C, D	//	//	//	//	F.17	F.29
//	TG	6	IV partout	Moteur	Toutes	//	//	//	//	//	//

Tableau F.3 — Valeurs de t_{min} pour PMMA en zone I

L_H , m	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
t_{min} , mm	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6	6,7	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	7,7	7,8	7,9	8,0

Tableau F.4 — Valeurs de t_{min} pour TG en zone I

L_H , m	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
t_{min} , mm	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6	6,7	6,8	6,9	7,0

Tableau F.5 — Valeurs du facteur de réduction de pression, Ψ , pour toutes les spécifications de calcul

b ou d mm	≤ 250	300	320	350	370	400	450	500	550	600	620	700	720	800	900	1 000	1 100	1 200
Ψ	1,0	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,92	0,90	0,88	0,86	0,85	0,82	0,81	0,78	0,74	0,70	0,66	0,62

Tableau F.6 — Épaisseur de plaque semi-encastree pour la spécification de calcul P 70 (PMMA et $p = 70$ kPa)

		Plaque plane rectangulaire																		
a mm	Valeurs de b (petite dimension), mm																			
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200	
250	$t = t_{\min} =$ 6 mm à 8 mm (voir Tableau F.3)			6,0	6,5	6,8	Dans la zone I, b ne doit pas dépasser 300 mm													
300		6,5	7,3	7,8																
350		6,8	7,9	8,6																
400		7,0	8,3	9,2																
450		7,2	8,6	9,7																
500		7,3	8,8	10,0																
550		7,4	9,0	10,3																
600		7,4	9,1	10,5																
650		7,4	9,2	10,6																
700		7,5	9,2	10,8																
750		7,5	9,3	10,9																
800		7,5	9,3	10,9																
900		7,5	9,3	11,0																
1 000		7,5	9,4	11,1																
1 100		7,5	9,4	11,1																
1 200		7,5	9,4	11,2																
1 300		7,5	9,4	11,2																
1 400		7,5	9,4	11,2																
1 500	7,5	9,4	11,2																	
1 600	7,5	9,4	11,2																	
1 800	7,5	9,4	11,2																	
2 000	7,5	9,4	11,2																	
		Plaque plane circulaire																		
		Valeurs de d , mm																		
		100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200
$t = t_{\min}$				6,2	7,4	8,5	9,7	10,8	11,9	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,8	21,5	23,1	24,6	

NOTE 1 Arrondir au millimètre le plus proche, par exemple 5,4 est arrondi à 5 et 5,6 à 6.

NOTE 2 Voir 6.3.1 pour les exigences relatives aux équipements montés dans la zone I.

ISO 12216:2002(F)

Tableau F.7 — Épaisseur de plaque semi-encastree pour la spécification de calcul P 28 (PMMA et $p = 28$ kPa)

Plaque plane rectangulaire																			
a mm	Valeurs de b (petite dimension), mm																		
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200
250																			
300																			
350					5,9	6,2													
400					6,4	6,8	7,0												
450					6,7	7,2	7,6	7,9											
500				6,1	6,9	7,6	8,1	8,4	8,7										
550				6,2	7,1	7,9	8,5	8,9	9,2	9,4									
600				6,3	7,2	8,1	8,8	9,3	9,7	10,0	10,2								
650				6,3	7,3	8,2	9,0	9,6	10,1	10,5	10,8	11,0							
700				6,4	7,4	8,4	9,2	9,9	10,5	10,9	11,3	11,5	11,7						
750				6,4	7,5	8,5	9,4	10,1	10,8	11,3	11,7	12,0	12,2	12,4					
800				6,4	7,5	8,6	9,5	10,3	11,0	11,6	12,1	12,4	12,7	12,9	13,1				
900				6,4	7,6	8,7	9,7	10,6	11,4	12,1	12,7	13,2	13,6	13,9	14,1	14,4			
1 000				6,5	7,7	8,8	9,8	10,8	11,7	12,5	13,1	13,7	14,2	14,7	15,0	15,4	15,7		
1 100				6,5	7,7	8,8	9,9	10,9	11,9	12,7	13,5	14,2	14,8	15,3	15,7	16,3	16,7	16,8	
1 200				6,5	7,7	8,9	10,0	11,0	12,0	12,9	13,7	14,5	15,2	15,8	16,3	17,0	17,6	17,8	17,9
1 300				6,5	7,7	8,9	10,0	11,1	12,1	13,1	13,9	14,8	15,5	16,1	16,7	17,6	18,3	18,7	18,9
1 400				6,5	7,7	8,9	10,1	11,2	12,2	13,2	14,1	15,0	15,7	16,4	17,1	18,1	18,9	19,5	19,8
1 500				6,5	7,7	8,9	10,1	11,2	12,3	13,3	14,2	15,1	15,9	16,7	17,4	18,6	19,5	20,1	20,5
1 600				6,5	7,7	8,9	10,1	11,3	12,3	13,3	14,3	15,2	16,1	16,9	17,6	18,9	19,9	20,7	21,2
1 800				6,5	7,7	8,9	10,1	11,3	12,4	13,4	14,5	15,4	16,3	17,2	18,0	19,4	20,6	21,6	22,3
2 000				6,5	7,7	8,9	10,1	11,3	12,4	13,5	14,5	15,5	16,5	17,4	18,2	19,8	21,1	22,2	23,1
Plaque plane circulaire																			
Valeurs de d, mm																			
100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200	
$t = t_{\min}$							6,7	7,5	8,2	9,0	9,7	10,4	11,1	11,8	12,4	13,7	14,9	16,0	17,1

NOTE Arrondir au millimètre le plus proche, par exemple 5,4 est arrondi à 5 et 5,6 à 6.

Tableau F.8 — Épaisseur de plaque semi-encastree pour la spécification de calcul P 18 (PMMA et $p = 18$ kPa)

		Plaque plane rectangulaire																		
a mm	Valeurs de b (petite dimension) mm																			
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200	
250																				
350					5,0	5,2														
400					5,3	5,7	5,9													
450				5,0	5,6	6,1	6,4	6,6												
500				5,1	5,8	6,4	6,8	7,1	7,3											
550				5,2	6,0	6,6	7,1	7,5	7,7	7,9										
600				5,2	6,1	6,8	7,3	7,8	8,1	8,4	8,6									
650				5,3	6,2	6,9	7,5	8,1	8,5	8,8	9,0	9,2								
700				5,3	6,2	7,0	7,7	8,3	8,8	9,1	9,4	9,6	9,8							
750				5,4	6,3	7,1	7,8	8,5	9,0	9,5	9,8	10,1	10,3	10,4						
800				5,4	6,3	7,2	8,0	8,6	9,2	9,7	10,1	10,4	10,7	10,9	11,0					
900				5,4	6,4	7,3	8,1	8,9	9,5	10,1	10,6	11,0	11,4	11,6	11,8	12,1				
1 000				5,4	6,4	7,4	8,2	9,0	9,8	10,4	11,0	11,5	11,9	12,3	12,6	13,0	13,1			
1 100				5,4	6,4	7,4	8,3	9,2	9,9	10,7	11,3	11,9	12,4	12,8	13,2	13,7	14,0	14,1		
1 200				5,4	6,5	7,4	8,4	9,2	10,1	10,8	11,5	12,2	12,7	13,2	13,6	14,3	14,7	15,0	15,0	
1 300				5,4	6,5	7,5	8,4	9,3	10,2	11,0	11,7	12,4	13,0	13,5	14,0	14,8	15,4	15,7	15,9	
1 400				5,4	6,5	7,5	8,4	9,4	10,2	11,1	11,8	12,5	13,2	13,8	14,3	15,2	15,9	16,3	16,6	
1 500				5,4	6,5	7,5	8,5	9,4	10,3	11,1	11,9	12,7	13,4	14,0	14,6	15,6	16,3	16,9	17,2	
1 600				5,4	6,5	7,5	8,5	9,4	10,3	11,2	12,0	12,8	13,5	14,2	14,8	15,9	16,7	17,3	17,8	
1 800				5,4	6,5	7,5	8,5	9,4	10,4	11,3	12,1	12,9	13,7	14,4	15,1	16,3	17,3	18,1	18,7	
2 000				5,4	6,5	7,5	8,5	9,5	10,4	11,3	12,2	13,0	13,8	14,6	15,3	16,6	17,7	18,6	19,4	
		Plaque plane circulaire																		
		Valeurs de d, mm																		
		100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200
		$t = t_{\min}$				5,0	5,6	6,3	6,9	7,5	8,1	8,7	9,3	9,9	10,5	11,5	12,5	13,5	14,3	

NOTE Arrondir au millimètre le plus proche, par exemple 5,4 est arrondi à 5 et 5,6 à 6.

ISO 12216:2002(F)

Tableau F.9 — Épaisseur de plaque semi-encastree pour la spécification de calcul P12 (PMMA et $p = 12$ kPa)

		Plaque plane rectangulaire																																				
a mm	Valeurs de b (petite dimension), mm																																					
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200																			
250	$t = t_{\min} = 5$ mm (voir Tableau F.3)																																					
300																																						
350																																						
400																								5,0														
450																							5,2	5,4	5,6													
500																							5,4	5,8	6,0	6,2												
550																							5,1	5,6	6,0	6,4	6,6	6,7										
600																							5,2	5,8	6,2	6,6	6,9	7,1	7,3									
650																							5,2	5,9	6,4	6,9	7,2	7,5	7,7	7,8								
700																							5,3	6,0	6,6	7,1	7,5	7,8	8,0	8,2	8,3							
750																							5,3	6,1	6,7	7,2	7,7	8,0	8,3	8,6	8,7	8,9						
800																							5,4	6,1	6,8	7,4	7,9	8,3	8,6	8,9	9,1	9,2	9,4					
900																							5,4	6,2	6,9	7,6	8,1	8,6	9,0	9,4	9,7	9,9	10,1	10,3				
1 000																							5,5	6,3	7,0	7,7	8,3	8,9	9,4	9,8	10,2	10,5	10,7	11,0	11,2			
1 100																							5,5	6,3	7,1	7,8	8,5	9,1	9,6	10,1	10,5	10,9	11,2	11,7	11,9	12,0		
1 200																							5,5	6,3	7,1	7,9	8,6	9,2	9,8	10,3	10,8	11,2	11,6	12,2	12,5	12,8	12,8	
1 300																							5,5	6,3	7,2	7,9	8,6	9,3	10,0	10,5	11,1	11,5	11,9	12,6	13,1	13,4	13,5	
1 400																							5,5	6,4	7,2	8,0	8,7	9,4	10,1	10,7	11,2	11,7	11,9	13,0	13,5	13,9	14,1	
1 500																							5,5	6,4	7,2	8,0	8,8	9,5	10,2	10,8	11,4	11,9	12,2	13,3	13,9	14,4	14,7	
1 600																							5,5	6,4	7,2	8,0	8,8	9,5	10,2	10,9	11,5	12,1	12,6	13,5	14,2	14,8	15,1	
1 800					5,5	6,4	7,2	8,0	8,8	9,6	10,3	11,0	11,7	12,3	12,8	13,9	14,7	15,4	15,9																			
2 000					5,5	6,4	7,2	8,1	8,9	9,6	10,4	11,1	11,8	12,4	13,0	14,1	15,1	15,9	16,5																			
		Plaque plane circulaire																																				
		Valeurs de d, mm																																				
		100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200																		
		$t = t_{\min}$							5,3	5,9	6,4	6,9	7,5	8,0	8,4	8,9	9,8	10,7	11,5	12,2																		

NOTE Arrondir au millimètre le plus proche, par exemple 5,4 est arrondi à 5 et 5,6 à 6.

Tableau F.10 — Épaisseur de plaque semi-encastree pour la spécification de calcul P 9 (PMMA et $p = 9$ kPa)

		Plaque plane rectangulaire																																			
a mm	Valeurs de b (petite dimension), mm																																				
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200																		
250	$t = t_{\min} = 5$ mm (voir Tableau F.3)																																				
300																																					
350																																					
400																																					
450																									5,0												
500																								5,1	5,4	5,5											
550																								5,0	5,4	5,7	5,9	6,0									
600																								5,1	5,6	5,9	6,2	6,4	6,5								
650																								5,2	5,7	6,1	6,4	6,7	6,9	7,0							
700																								5,4	5,9	6,3	6,7	7,0	7,2	7,3	7,5						
750																								5,5	6,0	6,4	6,9	7,2	7,4	7,7	7,8	7,9					
800																								5,5	6,0	6,6	7,0	7,4	7,7	7,9	8,1	8,3	8,4				
900																								5,6	6,2	6,7	7,3	7,7	8,1	8,4	8,7	8,9	9,0	9,2			
1 000																								5,6	6,3	6,9	7,4	7,9	8,4	8,8	9,1	9,3	9,6	9,9	10,0		
1 100																								5,7	6,3	7,0	7,6	8,1	8,6	9,0	9,4	9,7	10,0	10,4	10,7	10,8	
1 200																								5,7	6,4	7,0	7,7	8,2	8,8	9,2	9,7	10,0	10,4	10,9	11,2	11,4	11,5
1 300																								5,7	6,4	7,1	7,7	8,3	8,9	9,4	9,9	10,3	10,7	11,3	11,7	11,9	12,1
1 400																								5,7	6,4	7,1	7,8	8,4	9,0	9,5	10,0	10,5	10,9	11,6	12,1	12,4	12,6
1 500																								5,7	6,4	7,1	7,8	8,5	9,1	9,6	10,2	10,6	11,1	11,8	12,4	12,8	13,1
1 600																								5,7	6,4	7,2	7,8	8,5	9,1	9,7	10,3	10,8	11,2	12,1	12,7	13,2	13,5
1 800						5,7	6,5	7,2	7,9	8,6	9,2	9,8	10,4	11,0	11,5	12,4	13,2	13,8	14,2																		
2 000						5,7	6,5	7,2	7,9	8,6	9,3	9,9	10,5	11,1	11,6	12,6	13,5	14,2	14,7																		
		Plaque plane circulaire																																			
		Valeurs de d, mm																																			
		100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200																	
		$t = t_{\min}$								5,3	5,7	6,2	6,7	7,1	7,5	8,0	8,8	9,6	10,3	10,9																	

NOTE Arrondir au millimètre le plus proche, par exemple 5,4 est arrondi à 8 et 5,6 à 9.

ISO 12216:2002(F)

Tableau F.11 — Épaisseur de plaque semi-encastree pour la spécification de calcul P 6 (PMMA et $p = 6$ kPa)

		Plaque plane rectangulaire																																				
a mm	Valeurs de b (petite dimension), mm																																					
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200																			
250	$t = t_{\min} = 5$ mm (voir Tableau 5)																																					
300																																						
350																																						
400																																						
450																																						
500																																						
550																										5,0	5,1											
600																									5,1	5,3	5,4	5,6										
650																									5,2	5,5	5,7	5,9	6,0									
700																								5,0	5,4	5,7	5,9	6,1	6,3	6,4								
750																								5,1	5,5	5,8	6,1	6,4	6,5	6,7	6,8							
800																								5,2	5,6	6,0	6,3	6,6	6,8	6,9	7,0	7,1						
900																								5,3	5,8	6,2	6,6	6,9	7,2	7,4	7,6	7,7	7,9					
1 000																								5,3	5,9	6,3	6,8	7,1	7,5	7,7	8,0	8,2	8,4	8,5				
1 100																								5,4	5,9	6,4	6,9	7,3	7,7	8,0	8,3	8,5	8,9	9,1	9,2			
1 200																								5,4	6,0	6,5	7,0	7,5	7,9	8,2	8,6	8,8	9,3	9,6	9,7	9,8		
1 300						5,4	6,0	6,6	7,1	7,6	8,0	8,4	8,8	9,1	9,6	10,0	10,2	10,3																				
1 400						5,5	6,1	6,6	7,2	7,7	8,1	8,6	8,9	9,3	9,9	10,3	10,6	10,8																				
1 500						5,5	6,1	6,7	7,2	7,7	8,2	8,7	9,1	9,5	10,1	10,6	11,0	11,2																				
1 600						5,5	6,1	6,7	7,3	7,8	8,3	8,8	9,2	9,6	10,3	10,8	11,3	11,6																				
1 800						5,5	6,1	6,7	7,3	7,9	8,4	8,9	9,4	9,8	10,6	11,2	11,7	12,1																				
2 000						5,5	6,1	6,7	7,3	7,9	8,4	9,0	9,5	9,9	10,8	11,5	12,1	12,6																				
		Plaque plane circulaire																																				
		Valeurs de d, mm																																				
		100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200																		
		$t = t_{\min}$										5,3	5,7	6,1	6,4	6,8	7,5	8,2	8,8	9,3																		

NOTE Arrondir au millimètre le plus proche, par exemple 5,4 est arrondi à 5 et 5,6 à 6.

Tableau F.12 — Épaisseur de plaque semi-encastree pour la spécification de calcul T 70 (TG et $p = 70$ kPa)

		Plaque plane rectangulaire																		
a mm	Valeurs de b (petite dimension), mm																			
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200	
250			5,1																	
300			5,1	5,8	6,1															
350			5,4	6,2	6,7	7,0														
400			5,6	6,6	7,3	7,7	7,9													
450			5,7	6,8	7,6	8,2	8,6	8,8												
500			5,7	7,0	7,9	8,7	9,2	9,5	9,7											
550			5,8	7,1	8,1	9,0	9,6	10,1	10,4	10,5										
600			5,8	7,2	8,3	9,2	10,0	10,5	10,9	11,2	11,4									
650			5,9	7,2	8,4	9,4	10,3	10,9	11,4	11,8	12,0	12,2								
700	t = t _{min} = 5 mm à 7 mm (voir Tableau F.4)		5,9	7,3	8,5	9,6	10,5	11,3	11,9	12,3	12,6	12,8	13,0							
750			5,9	7,3	8,5	9,7	10,7	11,5	12,2	12,7	13,1	13,4	13,6	13,7						
800			5,9	7,3	8,6	9,8	10,8	11,7	12,5	13,1	13,6	14,0	14,2	14,4	14,4					
900			5,9	7,3	8,7	9,9	11,0	12,0	12,9	13,7	14,3	14,8	15,2	15,5	15,7	15,8				
1 000			5,9	7,4	8,7	10,0	11,2	12,2	13,2	14,1	14,8	15,5	16,0	16,4	16,7	17,0	17,1			
1 100			5,9	7,4	8,7	10,0	11,2	12,4	13,4	14,4	15,2	16,0	16,6	17,1	17,5	18,1	18,3	18,3	18,3	
1 200			5,9	7,4	8,8	10,1	11,3	12,5	13,6	14,6	15,5	16,3	17,1	17,7	18,2	18,9	19,3	19,4	19,4	19,3
1 300			5,9	7,4	8,8	10,1	11,4	12,6	13,7	14,7	15,7	16,6	17,4	18,1	18,7	19,6	20,2	20,4	20,4	20,4
1 400			5,9	7,4	8,8	10,1	11,4	12,6	13,8	14,9	15,9	16,8	17,7	18,4	19,1	20,2	20,9	21,3	21,3	21,5
1 500			5,9	7,4	8,8	10,1	11,4	12,7	13,8	15,0	16,0	17,0	17,9	18,7	19,4	20,7	21,5	22,1	22,1	22,3
1 600		5,9	7,4	8,8	10,1	11,4	12,7	13,9	15,0	16,1	17,1	18,0	18,9	19,7	21,0	22,0	22,7	22,7	23,1	
1 800		5,9	7,4	8,8	10,2	11,5	12,7	14,0	15,1	16,2	17,3	18,3	19,2	20,1	21,6	22,8	23,7	23,7	24,3	
2 000		5,9	7,4	8,8	10,2	11,5	12,8	14,0	15,2	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	22,0	23,3	24,4	24,4	25,2	
		Plaque plane circulaire																		
		Valeurs de d, mm																		
		100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200
		t = t _{min}				5,5	6,4	7,2	8,1	8,8	9,6	10,4	11,1	11,8	12,5	13,2	14,4	15,6	16,7	17,6

NOTE 1 Arrondir au millimètre le plus proche, par exemple 5,4 est arrondi à 8 et 5,6 à 9.

NOTE 2 Voir 6.3.1 pour les exigences relatives aux équipements montés dans la zone I.

ISO 12216:2002(F)

Tableau F.13 — Épaisseur de plaque semi-encastree pour la spécification de calcul T 28 (TG et $p = 28$ kPa)

		Plaque plane rectangulaire																		
a mm	Valeurs de b (petite dimension), mm																			
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200	
250																				
300																				
350					4,3	4,4														
400				4,2	4,6	4,9	5,0													
450				4,3	4,8	5,2	5,4	5,6												
500				4,4	5,0	5,5	5,8	6,0	6,1											
550				4,5	5,1	5,7	6,1	6,4	6,6	6,7										
600				4,5	5,2	5,8	6,3	6,7	6,9	7,1	7,2									
650				4,6	5,3	6,0	6,5	6,9	7,2	7,5	7,6	7,7								
700				4,6	5,4	6,0	6,6	7,1	7,5	7,8	8,0	8,1	8,2							
750				4,6	5,4	6,1	6,7	7,3	7,7	8,1	8,3	8,5	8,6	8,7						
800				4,6	5,4	6,2	6,8	7,4	7,9	8,3	8,6	8,8	9,0	9,1	9,1					
900				4,6	5,5	6,3	7,0	7,6	8,2	8,7	9,1	9,4	9,6	9,8	9,9	10,0				
1 000				4,7	5,5	6,3	7,1	7,7	8,4	8,9	9,4	9,8	10,1	10,4	10,6	10,8	10,8			
1 100				4,7	5,5	6,3	7,1	7,8	8,5	9,1	9,6	10,1	10,5	10,8	11,1	11,4	11,6	11,6		
1 200				4,7	5,5	6,4	7,2	7,9	8,6	9,2	9,8	10,3	10,8	11,2	11,5	12,0	12,2	12,3	12,2	
1 300				4,7	5,6	6,4	7,2	7,9	8,7	9,3	9,9	10,5	11,0	11,4	11,8	12,4	12,8	12,9	12,9	
1 400				4,7	5,6	6,4	7,2	8,0	8,7	9,4	10,0	10,6	11,2	11,7	12,1	12,8	13,2	13,5	13,6	
1 500				4,7	5,6	6,4	7,2	8,0	8,8	9,5	10,1	10,7	11,3	11,8	12,3	13,1	13,6	14,0	14,1	
1 600				4,7	5,6	6,4	7,2	8,0	8,8	9,5	10,2	10,8	11,4	12,0	12,5	13,3	13,9	14,4	14,6	
1 800				4,7	5,6	6,4	7,3	8,1	8,8	9,6	10,3	10,9	11,6	12,2	12,7	13,7	14,4	15,0	15,4	
2 000				4,7	5,6	6,4	7,3	8,1	8,9	9,6	10,3	11,0	11,7	12,3	12,9	13,9	14,8	15,4	16,0	
		Plaque plane circulaire																		
		Valeurs de d, mm																		
		100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200
$t = t_{\min}$						4,0	4,6	5,1	5,6	6,1	6,6	7,0	7,5	7,9	8,3	9,1	9,9	9,9	10,5	11,2

NOTE Arrondir au millimètre le plus proche, par exemple 5,4 est arrondi à 8 et 5,6 à 9.

**Tableau F.14 — Épaisseur de plaque semi-encastree pour la spécification de calcul T18
(TG et $p = 18$ kPa)**

		Plaque plane rectangulaire																																			
a mm	Valeurs de b (petite dimension), mm																																				
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200																		
250	$t = t_{\min} = 4$ mm (voir Tableau F.4)																																				
300																																					
350																																					
400																								4,0													
450																							4,2	4,4	4,5												
500																						4,0	4,4	4,6	4,8	4,9											
550																						4,1	4,6	4,9	5,1	5,3	5,3										
600																						4,2	4,7	5,1	5,3	5,6	5,7	5,8									
650																						4,3	4,8	5,2	5,5	5,8	6,0	6,1	6,2								
700																						4,3	4,8	5,3	5,7	6,0	6,2	6,4	6,5	6,6							
750																						4,3	4,9	5,4	5,8	6,2	6,5	6,7	6,8	6,9	7,0						
800																						4,4	5,0	5,5	5,9	6,3	6,7	6,9	7,1	7,2	7,3	7,3					
900																						4,4	5,0	5,6	6,1	6,6	6,9	7,3	7,5	7,7	7,9	7,9	8,0				
1 000																						4,4	5,1	5,7	6,2	6,7	7,1	7,5	7,8	8,1	8,3	8,5	8,6	8,7			
1 100																						4,4	5,1	5,7	6,3	6,8	7,3	7,7	8,1	8,4	8,7	8,9	9,2	9,3	9,3		
1 200																						4,4	5,1	5,7	6,3	6,9	7,4	7,9	8,3	8,6	9,0	9,2	9,6	9,8	9,8	9,8	
1 300																						4,5	5,1	5,8	6,4	6,9	7,5	8,0	8,4	8,8	9,2	9,5	10,0	10,2	10,4	10,4	
1 400																						4,5	5,1	5,8	6,4	7,0	7,5	8,1	8,5	9,0	9,3	9,7	10,2	10,6	10,8	10,9	
1 500																						4,5	5,1	5,8	6,4	7,0	7,6	8,1	8,6	9,1	9,5	9,9	10,5	10,9	11,2	11,3	
1 600																						4,5	5,1	5,8	6,4	7,0	7,6	8,2	8,7	9,2	9,6	10,0	10,7	11,2	11,5	11,7	
1 800				4,5	5,1	5,8	6,5	7,1	7,7	8,2	8,8	9,3	9,7	10,2	10,9	11,6	12,0	12,3																			
2 000				4,5	5,1	5,8	6,5	7,1	7,7	8,3	8,8	9,4	9,8	10,3	11,1	11,8	12,4	12,8																			
		Plaque plane circulaire																																			
		Valeurs de d, mm																																			
		100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200																	
$t = t_{\min}$									4,1	4,5	4,9	5,3	5,6	6,0	6,3	6,7	7,3	7,9	8,5	8,9																	

NOTE Arrondir au millimètre le plus proche, par exemple 5,4 est arrondi à 5 et 5,6 à 6.

ISO 12216:2002(F)

Tableau F.15 — Épaisseur de plaque semi-encastrée pour la spécification de calcul T12 (TG et $p = 12$ kPa)

		Plaque plane rectangulaire																		
a mm	Valeurs de b (petite dimension), mm																			
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200	
250																				
300																				
350																				
400																				
450																				
500								4,0												
550							4,0	4,2	4,3	4,4										
600							4,1	4,4	4,5	4,6	4,7									
650							4,3	4,5	4,7	4,9	5,0	5,0								
700						4,0	4,3	4,7	4,9	5,1	5,2	5,3	5,4							
750						4,0	4,4	4,8	5,1	5,3	5,4	5,6	5,6	5,7						
800						4,0	4,5	4,9	5,2	5,4	5,6	5,8	5,9	5,9	6,0					
900						4,1	4,6	5,0	5,4	5,7	5,9	6,1	6,3	6,4	6,5	6,6				
1 000						4,1	4,6	5,1	5,5	5,8	6,1	6,4	6,6	6,8	6,9	7,1	7,1			
1 100						4,2	4,7	5,1	5,6	6,0	6,3	6,6	6,9	7,1	7,3	7,5	7,6	7,6		
1 200						4,2	4,7	5,2	5,6	6,0	6,4	6,8	7,1	7,3	7,5	7,8	8,0	8,0	8,0	
1 300						4,2	4,7	5,2	5,7	6,1	6,5	6,9	7,2	7,5	7,7	8,1	8,4	8,5	8,5	
1 400						4,2	4,7	5,2	5,7	6,2	6,6	7,0	7,3	7,6	7,9	8,4	8,7	8,8	8,9	
1 500						4,2	4,7	5,2	5,7	6,2	6,6	7,0	7,4	7,7	8,0	8,6	8,9	9,1	9,2	
1 600						4,2	4,7	5,3	5,7	6,2	6,7	7,1	7,5	7,8	8,2	8,7	9,1	9,4	9,6	
1 800						4,2	4,7	5,3	5,8	6,3	6,7	7,2	7,6	8,0	8,3	8,9	9,4	9,8	10,1	
2 000						4,2	4,8	5,3	5,8	6,3	6,8	7,2	7,6	8,0	8,4	9,1	9,7	10,1	10,4	
		Plaque plane circulaire																		
		Valeurs de d, mm																		
		100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200
		$t = t_{\min}$									4,0	4,3	4,6	4,9	5,2	5,5	6,0	6,5	6,9	7,3

NOTE Arrondir au millimètre le plus proche, par exemple 5,4 est arrondi à 8 et 5,6 à 9.

Tableau F.16 — Épaisseur de plaque semi-encastree pour la spécification de calcul T9 (TG et $p = 9$ kPa)

		Plaque plane rectangulaire																	
a mm	Valeurs de b (petite dimension), mm																		
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200
250																			
300																			
350																			
400																			
450																			
500																			
550																			
600										4,0	4,1								
650										4,1	4,2	4,3	4,4						
700									4,0	4,3	4,4	4,5	4,6	4,6					
750									4,1	4,4	4,6	4,7	4,8	4,9	4,9				
800									4,2	4,5	4,7	4,9	5,0	5,1	5,1	5,2			
900									4,0	4,3	4,6	4,9	5,1	5,3	5,5	5,6	5,7		
1 000									4,0	4,4	4,7	5,1	5,3	5,6	5,7	5,9	6,0	6,1	6,1
1 100									4,0	4,4	4,8	5,2	5,5	5,7	6,0	6,1	6,3	6,5	6,6
1 200									4,1	4,5	4,9	5,2	5,6	5,9	6,1	6,3	6,5	6,8	6,9
1 300									4,1	4,5	4,9	5,3	5,6	6,0	6,2	6,5	6,7	7,0	7,2
1 400									4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,0	6,3	6,6	6,9	7,2	7,5
1 500									4,1	4,5	5,0	5,4	5,7	6,1	6,4	6,7	7,0	7,4	7,7
1 600									4,1	4,6	5,0	5,4	5,8	6,1	6,5	6,8	7,1	7,5	7,9
1 800									4,1	4,6	5,0	5,4	5,8	6,2	6,6	6,9	7,2	7,7	8,2
2 000									4,1	4,6	5,0	5,4	5,9	6,2	6,6	7,0	7,3	7,9	8,4

$t = t_{\min} = 4$ mm
(voir Tableau F.4)

		Plaque plane circulaire																		
		Valeurs de d, mm																		
		100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200
		$t = t_{\min}$											4,0	4,2	4,5	4,7	5,2	5,6	6,0	6,3

NOTE Arrondir au millimètre le plus proche, par exemple 5,4 est arrondi à 5 et 5,6 à 6.

ISO 12216:2002(F)

Tableau F.17 — Épaisseur de plaque semi-encastree pour la spécification de calcul T6 (TG et $p = 6 \text{ kPa}$)

		Plaque plane rectangulaire																					
a mm	Valeurs de b (petite dimension), mm																						
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200				
250																							
300																							
350																							
400																							
450																							
500																							
550																							
600																							
650																							
700																							
750													4,0	4,0									
800													4,0	4,1	4,2	4,2							
900													4,0	4,2	4,3	4,5	4,5	4,6	4,6				
1 000													4,1	4,3	4,5	4,7	4,8	4,9	5,0	5,0			
1 100													4,2	4,5	4,7	4,9	5,0	5,1	5,3	5,4	5,3		
1 200													4,0	4,3	4,5	4,8	5,0	5,2	5,3	5,5	5,7	5,7	5,7
1 300													4,0	4,3	4,6	4,9	5,1	5,3	5,5	5,7	5,9	6,0	6,0
1 400													4,0	4,4	4,6	4,9	5,2	5,4	5,6	5,9	6,1	6,2	6,3
1 500													4,1	4,4	4,7	5,0	5,2	5,5	5,7	6,0	6,3	6,5	6,5
1 600													4,1	4,4	4,7	5,0	5,3	5,5	5,8	6,2	6,5	6,7	6,8
1 800													4,1	4,4	4,8	5,1	5,4	5,6	5,9	6,3	6,7	6,9	7,1
2 000													4,1	4,4	4,8	5,1	5,4	5,7	6,0	6,4	6,8	7,1	7,4

$t = t_{\min} = 4 \text{ mm}$
(voir Tableau F.4)

		Plaque plane circulaire																	
	Valeurs de d, mm																		
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200
	$t = t_{\min}$															4,2	4,6	4,9	5,2

NOTE Arrondir au millimètre le plus proche, par exemple 5,4 est arrondi à 8 et 5,6 à 9.

Tableau F.18 — Épaisseur de plaque appuyée pour la spécification de calcul P 70 (PMMA et $p = 70$ kPa)

		Plaque plane rectangulaire																		
a mm	Valeurs de b (petite dimension), mm																			
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200	
200																				
250			6,50	7,0																
300	$t = t_{\min} =$		7,1	7,9	8,4															
350	6 à 8 mm	6,1	7,6	8,6	9,3	9,7			N'est admis qu'au-dessus d'une certaine hauteur au-dessus de la ligne de flottaison											
400	(voir	6,2	7,9	9,1	10,0	10,6	11,0													
450	Tableau	6,3	8,1	9,5	10,6	11,4	11,9	12,3												
500	F.3)	6,4	8,2	9,8	11,1	12,0	12,7	13,2	13,5											
550		6,4	8,4	10,1	11,4	12,5	13,3	14,0	14,4	14,7										
600		6,4	8,4	10,2	11,7	12,9	13,9	14,7	15,2	15,6	15,9									
650		6,4	8,5	10,4	11,9	13,3	14,4	15,2	15,9	16,4	16,8	17,1								
700		6,5	8,5	10,5	12,1	13,6	14,8	15,7	16,5	17,2	17,6	18,0	18,2							
750		6,5	8,6	10,5	12,3	13,8	15,1	16,2	17,1	17,8	18,4	18,8	19,1	19,3						
800		6,5	8,6	10,6	12,4	14,0	15,4	16,5	17,5	18,4	19,0	19,5	19,9	20,2	20,4					
900		6,5	8,6	10,7	12,6	14,3	15,8	17,1	18,3	19,3	20,1	20,8	21,4	21,8	22,1	22,5				
1 000		6,5	8,6	10,7	12,7	14,5	16,1	17,6	18,9	20,0	21,0	21,8	22,5	23,1	23,6	24,2	24,4			
1 100		6,5	8,6	10,8	12,7	14,6	16,3	17,9	19,3	20,6	21,7	22,6	23,5	24,2	24,8	25,6	26,1	26,3		
1 200		6,5	8,6	10,8	12,8	14,7	16,5	18,1	19,6	21,0	22,2	23,3	24,3	25,1	25,8	26,9	27,5	27,9	27,9	
1 300		6,5	8,6	10,8	12,8	14,7	16,6	18,3	19,9	21,3	22,7	23,9	24,9	25,8	26,7	27,9	28,8	29,3	29,5	
1 400		6,5	8,6	10,8	12,8	14,8	16,7	18,4	20,1	21,6	23,0	24,3	25,4	26,5	27,4	28,9	29,9	30,6	31,0	
1 500		6,5	8,6	10,8	12,8	14,8	16,7	18,5	20,2	21,8	23,3	24,6	25,9	27,0	28,0	29,6	30,9	31,7	32,2	
1 600		6,5	8,6	10,8	12,8	14,8	16,8	18,6	20,3	22,0	23,5	24,9	26,2	27,4	28,5	30,3	31,7	32,7	33,4	
1 800		6,5	8,6	10,8	12,8	14,9	16,8	18,7	20,5	22,2	23,8	25,3	26,8	28,1	29,3	31,4	33,1	34,4	35,3	
2 000		6,5	8,6	10,8	12,8	14,9	16,8	18,7	20,6	22,3	24,0	25,6	27,1	28,5	29,8	32,2	34,1	35,7	36,8	
		Plaque plane circulaire																		
		Valeurs de d, mm																		
		120	150	200	250	300	320	350	370	400	450	500	550	600	620	700	720	800	900	1 000
$t = t_{\min}$				7,1	8,5	8,9	9,7	10,2	10,9	12,2	13,4	14,6	15,8	16,1	18,0	18,1	19,7	21,7	23,5	

NOTE 1 Arrondir au millimètre le plus proche, par exemple 5,4 est arrondi à 5 et 5,6 à 6.

NOTE 2 Voir 6.3.1 pour les exigences relatives aux équipements montés dans la zone I.

ISO 12216:2002(F)

Tableau F.19 — Épaisseur de plaque appuyée pour la spécification de calcul P28 (PMMA et $p = 28 \text{ kPa}$)

		Plaque plane rectangulaire																		
a mm	Valeurs de b (petite dimension), mm																			
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200	
250																				
300																				
350				6,0	6,5	6,7														
400				6,3	7,0	7,4	7,6													
450				6,6	7,3	7,9	8,3	8,5												
500				6,8	7,7	8,3	8,8	9,2	9,4											
550				7,0	7,9	8,7	9,3	9,7	10,0	10,2										
600				7,1	8,1	9,0	9,6	10,2	10,6	10,9	11,1									
650				7,2	8,3	9,2	10,0	10,6	11,1	11,4	11,7	11,9								
700				7,2	8,4	9,4	10,2	10,9	11,5	11,9	12,3	12,5	12,7							
750				7,3	8,5	9,5	10,5	11,2	11,8	12,4	12,8	13,1	13,3	13,4						
800				7,3	8,6	9,7	10,6	11,5	12,2	12,7	13,2	13,6	13,9	14,1	14,2					
900				6,0	7,4	8,7	9,9	10,9	11,9	12,7	13,4	14,0	14,4	14,8	15,1	15,4	15,6			
1 000				6,0	7,4	8,8	10,0	11,1	12,2	13,1	13,9	14,6	15,1	15,6	16,0	16,4	16,8	17,0		
1 100				6,0	7,4	8,8	10,1	11,3	12,4	13,4	14,3	15,0	15,7	16,3	16,8	17,2	17,8	18,2	18,3	
1 200				6,0	7,5	8,8	10,2	11,4	12,5	13,6	14,6	15,4	16,2	16,8	17,4	17,9	18,7	19,2	19,4	19,5
1 300				6,0	7,5	8,9	10,2	11,5	12,7	13,8	14,8	15,7	16,5	17,3	17,9	18,5	19,4	20,0	20,4	20,6
1 400				6,0	7,5	8,9	10,2	11,5	12,8	13,9	15,0	15,9	16,8	17,6	18,4	19,0	20,0	20,8	21,3	21,6
1 500				6,0	7,5	8,9	10,3	11,6	12,8	14,0	15,1	16,1	17,1	17,9	18,7	19,4	20,6	21,5	22,1	22,4
1 600				6,0	7,5	8,9	10,3	11,6	12,9	14,1	15,2	16,3	17,3	18,2	19,0	19,8	21,0	22,0	22,7	23,2
1 800				6,0	7,5	8,9	10,3	11,6	12,9	14,2	15,4	16,5	17,6	18,6	19,5	20,3	21,8	23,0	23,9	24,5
2 000				6,0	7,5	8,9	10,3	11,7	13,0	14,3	15,5	16,7	17,8	18,8	19,8	20,7	22,3	23,7	24,8	25,6
		Plaque plane circulaire																		
		Valeurs de d, mm																		
		120	150	200	250	300	320	350	370	400	450	500	550	600	620	700	720	800	900	1 000
$t = t_{\min}$							6,2	6,7	7,1	7,6	8,4	9,3	10,1	10,9	11,2	12,5	12,6	13,7	15,1	16,3

NOTE Arrondir au millimètre le plus proche, par exemple 5,4 est arrondi à 8 et 5,6 à 9.

Tableau F.20 — Épaisseur de plaque appuyée pour la spécification de calcul P 18 (PMMA et $p = 18$ kPa)

		Plaque plane rectangulaire																																		
<i>a</i> mm	Valeurs de <i>b</i> (petite dimension), mm																																			
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200																	
250																																				
300																																				
350																																				
400	<i>t</i> = <i>t</i> _{min} = 5 mm (voir Tableau F.3)																																			
450																		5,0	5,4	5,7																
500																		5,3	5,8	6,2	6,4															
550																		5,5	6,2	6,6	7,0	7,2														
600																		5,7	6,4	7,0	7,4	7,7	7,9													
650																		5,8	6,6	7,3	7,8	8,2	8,4	8,6												
700																		5,9	6,8	7,5	8,1	8,5	8,9	9,1	9,3											
750																		6,0	6,9	7,7	8,4	8,9	9,3	9,6	9,8	10,0										
800																		5,0	6,1	7,0	7,9	8,6	9,2	9,6	10,0	10,3	10,5	10,7								
850																		5,0	6,1	7,1	8,0	8,8	9,4	9,9	10,4	10,7	11,0	11,2	11,3							
900	5,0	6,2	7,2	8,1	8,9	9,6	10,2	10,7	11,1	11,4	11,6	11,8	11,9																							
950	5,0	6,2	7,3	8,3	9,2	10,0	10,7	11,2	11,7	12,1	12,5	12,7	12,9	13,2																						
1 000	5,0	6,2	7,4	8,4	9,4	10,2	11,0	11,7	12,2	12,7	13,1	13,5	13,8	14,1	14,3																					
1 100	5,0	6,2	7,4	8,5	9,5	10,4	11,2	12,0	12,6	13,2	13,7	14,1	14,5	15,0	15,3	15,4																				
1 200	5,0	6,3	7,4	8,6	9,6	10,5	11,4	12,2	12,9	13,6	14,1	14,6	15,1	15,7	16,1	16,3	16,4																			
1 300	5,0	6,3	7,4	8,6	9,6	10,6	11,6	12,4	13,2	13,9	14,5	15,1	15,5	16,3	16,8	17,2	17,3																			
1 400	5,0	6,3	7,4	8,6	9,7	10,7	11,7	12,6	13,4	14,1	14,8	15,4	16,0	16,8	17,5	17,9	18,1																			
1 500	5,0	6,3	7,5	8,6	9,7	10,8	11,8	12,7	13,6	14,3	15,1	15,7	16,3	17,3	18,0	18,6	18,9																			
1 600	5,0	6,3	7,5	8,6	9,7	10,8	11,8	12,8	13,7	14,5	15,3	16,0	16,6	17,7	18,5	19,1	19,5																			
1 800	5,0	6,3	7,5	8,6	9,8	10,9	11,9	12,9	13,9	14,8	15,6	16,4	17,1	18,3	19,3	20,1	20,6																			
2 000	5,0	6,3	7,5	8,6	9,8	10,9	12,0	13,0	14,0	14,9	15,8	16,6	17,4	18,8	19,9	20,8	21,5																			
		Plaque plane circulaire																																		
		Valeurs de <i>d</i> , mm																																		
		100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200																
<i>t</i> = <i>t</i> _{min}								6,5	7,2	7,9	8,7	9,4	10,0	10,7	11,4	12,0	13,2	14,4	15,5	16,5																

NOTE Arrondir au millimètre le plus proche, par exemple 5,4 est arrondi à 8 et 5,6 à 9.

ISO 12216:2002(F)

Tableau F.21 — Épaisseur de plaque appuyée pour la spécification de calcul P12 (PMMA et $p = 12$ kPa)

		Plaque plane rectangulaire																		
a mm	Valeurs de b (petite dimension), mm																			
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200	
250	$t = t_{\min} = 5$ mm (voir Tableau F.3)																			
300																				
350																				
400																				
450																				
500																				
550																				
600																				
650																				
700																				
750																				
800																				
900																				
1 000																				
1 100																				
1 200																				
1 300	5,0	5,7	6,2	6,6	7,0	7,2	7,3													
1 400	5,1	5,8	6,4	6,9	7,3	7,6	7,8	7,9												
1 500	5,1	5,9	6,6	7,1	7,6	7,9	8,2	8,4	8,5											
1 600	5,2	6,0	6,7	7,3	7,8	8,2	8,5	8,8	9,0	9,1										
1 800	5,2	6,1	6,8	7,5	8,0	8,5	8,9	9,1	9,4	9,5	9,7									
2 000	5,2	6,2	7,1	7,8	8,5	9,1	9,6	10,0	10,4	10,6	10,9	11,0	11,2	11,2	11,2					
	5,3	6,3	7,2	8,0	8,7	9,4	9,9	10,4	10,9	11,2	11,5	11,7	12,1	12,2	12,2					
	5,3	6,3	7,2	8,1	8,9	9,6	10,2	10,8	11,3	11,7	12,0	12,3	12,8	13,0	13,1					
	5,3	6,3	7,3	8,2	9,0	9,7	10,4	11,0	11,6	12,1	12,5	12,8	13,4	13,8	13,9	14,0				
	5,3	6,3	7,3	8,2	9,1	9,9	10,6	11,3	11,9	12,4	12,9	13,3	13,9	14,4	14,7	14,8				
	5,3	6,3	7,3	8,3	9,1	10,0	10,7	11,4	12,1	12,6	13,2	13,6	14,4	14,9	15,3	15,5				
	5,3	6,4	7,3	8,3	9,2	10,0	10,8	11,6	12,2	12,9	13,4	13,9	14,8	15,4	15,8	16,1				
	5,3	6,4	7,3	8,3	9,2	10,1	10,9	11,7	12,4	13,0	13,6	14,2	15,1	15,8	16,3	16,7				
	5,3	6,4	7,4	8,3	9,3	10,2	11,0	11,8	12,6	13,3	13,9	14,6	15,6	16,5	17,1	17,6				
	5,3	6,4	7,4	8,3	9,3	10,2	11,1	11,9	12,7	13,5	14,2	14,8	16,0	17,0	17,8	18,4				
		Plaque plane circulaire																		
		Valeurs de d, mm																		
		100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200
		$t = t_{\min}$						5,5	6,2	6,8	7,4	8,0	8,6	9,1	9,7	10,3	11,3	12,3	13,2	14,1

NOTE Arrondir au millimètre le plus proche, par exemple 5,4 est arrondi à 5 et 5,6 à 6.

Tableau F.22 — Épaisseur de plaque appuyée pour la spécification de calcul P 9 (PMMA et $p = 9$ kPa)

		Plaque plane rectangulaire																																			
a mm	Valeurs de b (petite dimension), mm																																				
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200																		
250	$t = t_{\min} = 5$ mm (voir Tableau F.3)																																				
300																																					
350																																					
400																																					
450																							5,1	5,3	5,5												
500																							5,3	5,6	5,9	6,0											
550																						5,1	5,6	5,9	6,2	6,4	6,6										
600																						5,2	5,7	6,2	6,5	6,8	7,0	7,1									
650																						5,3	5,9	6,4	6,8	7,1	7,3	7,5	7,6								
700																						5,4	6,0	6,5	7,0	7,4	7,6	7,9	8,0	8,1							
750																						5,4	6,1	6,7	7,2	7,6	7,9	8,2	8,4	8,5	8,6						
800																						5,5	6,2	6,8	7,3	7,8	8,2	8,5	8,7	8,9	9,0	9,1					
900																						5,6	6,3	7,0	7,6	8,1	8,6	8,9	9,3	9,5	9,7	9,9	10,1				
1 000																						5,6	6,4	7,1	7,8	8,4	8,9	9,3	9,7	10,0	10,3	10,5	10,8	10,9			
1 100																						5,6	6,5	7,2	7,9	8,6	9,1	9,6	10,1	10,4	10,8	11,0	11,4	11,7	11,8		
1 200																						5,7	6,5	7,3	8,0	8,7	9,3	9,9	10,4	10,8	11,2	11,5	12,0	12,3	12,5	12,5	
1 300																						5,7	6,5	7,3	8,1	8,8	9,5	10,1	10,6	11,1	11,5	11,9	12,5	12,9	13,1	13,2	
1 400																						5,7	6,5	7,4	8,2	8,9	9,6	10,2	10,8	11,3	11,8	12,2	12,9	13,3	13,7	13,9	
1 500																						5,7	6,6	7,4	8,2	9,0	9,7	10,3	10,9	11,5	12,0	12,4	13,2	13,8	14,2	14,4	
1 600																						5,7	6,6	7,4	8,2	9,0	9,7	10,4	11,1	11,6	12,2	12,7	13,5	14,1	14,6	14,9	
1 800					5,7	6,6	7,4	8,3	9,1	9,8	10,6	11,2	11,9	12,5	13,0	14,0	14,7	15,3	15,8																		
2 000					5,7	6,6	7,5	8,3	9,1	9,9	10,7	11,4	12,0	12,7	13,3	14,3	15,2	15,9	16,4																		
		Plaque plane circulaire																																			
		Valeurs de d, mm																																			
		100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200																	
$t = t_{\min}$									5,5	6,1	6,6	7,1	7,7	8,2	8,7	9,2	10,1	11,0	11,8	12,6																	

NOTE Arrondir au millimètre le plus proche, par exemple 5,4 est arrondi à 5 et 5,6 à 6.

ISO 12216:2002(F)

Tableau F.23 — Épaisseur de plaque appuyée pour la spécification de calcul P 69 (PMMA et $p = 9$ kPa)

		Plaque plane rectangulaire																	
a mm	Valeurs de b (petite dimension), mm																		
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200
250																			
300																			
350																			
400																			
450																			
500								5,0	5,2										
550							5,1	5,3	5,5	5,6									
600							5,3	5,6	5,8	6,0	6,1								
650						5,0	5,4	5,8	6,1	6,3	6,4	6,5							
700						5,1	5,6	6,0	6,3	6,5	6,7	6,9	7,0						
750						5,2	5,7	6,1	6,5	6,8	7,0	7,2	7,3	7,4					
800						5,3	5,8	6,2	6,7	7,0	7,2	7,4	7,6	7,7	7,8				
900						5,4	6,0	6,3	6,9	7,3	7,6	7,9	8,1	8,3	8,4	8,6			
1 000						5,5	6,1	6,5	7,1	7,6	8,0	8,3	8,6	8,8	9,0	9,2	9,4		
1 100						5,5	6,2	6,6	7,3	7,8	8,2	8,6	8,9	9,2	9,4	9,8	10,0	10,1	
1 200						5,5	6,2	6,8	7,4	8,0	8,4	8,9	9,2	9,5	9,8	10,2	10,5	10,7	10,7
1 300						5,6	6,3	6,9	7,5	8,1	8,6	9,1	9,5	9,8	10,1	10,6	11,0	11,2	11,3
1 400						5,6	6,3	7,0	7,6	8,2	8,7	9,2	9,7	10,1	10,4	11,0	11,4	11,7	11,9
1 500						5,6	6,3	7,0	7,7	8,3	8,8	9,3	9,8	10,2	10,6	11,3	11,8	12,1	12,3
1 600						5,6	6,3	7,0	7,7	8,3	8,9	9,4	9,9	10,4	10,8	11,5	12,1	12,5	12,8
1 800						5,6	6,4	7,1	7,8	8,4	9,0	9,6	10,1	10,7	11,1	11,9	12,6	13,1	13,5
2 000						5,6	6,4	7,1	7,8	8,5	9,1	9,7	10,3	10,8	11,3	12,2	13,0	13,6	14,1

$t = t_{\min} = 5$ mm
(voir Tableau F.3)

		Plaque plane circulaire																
	Valeurs de d, mm																	
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100
	$t = t_{\min}$							5,2	5,6	6,1	6,6	7,0	7,4	7,8	8,6	9,4	10,1	10,8

NOTE Arrondir au millimètre le plus proche, par exemple 5,4 est arrondi à 5 et 5,6 à 6.

Tableau F.24 — Épaisseur de plaque appuyée pour la spécification de calcul T 70 (TG et $p = 70$ kPa)

		Plaque plane rectangulaire																		
a mm	Valeurs de b (petite dimension), mm																			
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200	
250			5,0																	
300		5,2	5,7	6,0																
350		5,6	6,3	6,7	6,9															
400		5,8	6,7	7,3	7,6	7,8														
450		6,0	7,1	7,8	8,2	8,5	8,7													
500		6,2	7,3	8,1	8,7	9,1	9,4	9,5												
550		6,3	7,5	8,4	9,2	9,7	10,0	10,3	10,4											
600		6,3	7,6	8,7	9,5	10,1	10,0	10,9	11,1	11,2										
650		6,4	7,8	8,9	9,8	10,5	10,6	11,5	11,7	11,9	12,0									
700	$t = t_{\min} =$ 5 mm à 7 mm (voir Tableau F.4)	6,4	7,8	9,0	10,0	10,8	11,1	12,0	12,3	12,5	12,7	12,7								
750		6,4	7,9	9,2	10,2	11,1	11,8	12,4	12,3	13,1	13,3	13,4	13,5							
800		6,4	8,0	9,3	10,4	11,3	12,1	12,8	12,8	13,7	13,9	14,1	14,2	14,2						
900		6,5	8,0	9,4	10,6	11,7	12,6	13,4	13,3	14,5	14,9	15,2	15,4	15,5	15,6					
1 000		6,5	8,1	9,5	10,8	12,0	13,0	13,9	14,0	15,3	15,8	16,2	16,5	16,7	16,9	16,8				
1 100		6,5	8,1	9,5	10,9	12,1	13,3	14,2	14,6	15,8	16,4	16,9	17,3	17,6	18,0	18,1	18,0			
1 200		6,5	8,1	9,6	11,0	12,3	13,4	14,5	15,1	16,3	17,0	17,6	18,1	18,5	19,0	19,2	19,2	19,0		
1 300		6,5	8,1	9,6	11,0	12,4	13,6	14,7	15,5	16,6	17,4	18,1	18,7	19,2	19,9	20,2	20,3	20,2		
1 400		6,5	8,1	9,6	11,1	12,4	13,7	14,9	15,7	16,9	17,8	18,5	19,2	19,8	20,6	21,1	21,3	21,3		
1 500		6,5	8,1	9,6	11,1	12,5	13,8	15,0	16,0	17,2	18,1	18,9	19,6	20,3	21,2	21,9	22,2	22,3		
1 600	6,5	8,1	9,6	11,1	12,5	13,9	15,1	16,1	17,3	18,3	19,2	20,0	20,7	21,8	22,6	23,0	23,2			
1 800	6,5	8,1	9,6	11,1	12,6	13,9	15,2	16,3	17,6	18,7	19,6	20,5	21,3	22,7	23,7	24,3	24,7			
2 000	6,5	8,1	9,6	11,1	12,6	14,0	15,3	16,6	17,8	18,9	19,9	20,9	21,8	23,3	24,5	25,4	25,9			
		Plaque plane circulaire																		
		Valeurs de d, mm																		
		120	150	200	250	300	320	350	370	400	450	500	550	600	620	700	720	800	900	1 000
$t = t_{\min}$				5,2	6,2	6,5	7,1	7,4	7,9	8,8	9,7	10,5	11,3	11,5	12,9	12,9	13,9	15,2	16,4	

NOTE 1 Arrondir au millimètre le plus proche, par exemple 5,4 est arrondi à 5 et 5,6 à 6.

NOTE 2 Voir 6.1.1.1 pour l'utilisation des plaques SS en zone I et 6.3.1 pour les exigences relatives aux équipements montés dans la zone I.

ISO 12216:2002(F)

Tableau F.25 — Épaisseur de plaque appuyée pour la spécification de calcul T28 (TG et $p = 28$ kPa)

a mm		Plaque plane rectangulaire																			
		Valeurs de b (petite dimension), mm																			
		100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200	
250	$t = t_{\min} = 4$ mm (voir Tableau F.4)																				
300																					
350					4,0	4,2	4,4														
400					4,3	4,6	4,8	4,9													
450					4,5	4,9	5,2	5,4	5,5												
500					4,6	5,2	5,5	5,8	5,9	6,0											
550				4,0	4,7	5,3	5,8	6,1	6,3	6,5	6,6										
600				4,0	4,8	5,5	6,0	6,4	6,7	6,9	7,0	7,1									
650				4,0	4,9	5,6	6,2	6,7	7,0	7,3	7,4	7,5	7,6								
700				4,1	5,0	5,7	6,3	6,9	7,3	7,6	7,8	7,9	8,0	8,1							
750				4,1	5,0	5,8	6,5	7,0	7,5	7,8	8,1	8,3	8,4	8,5	8,5						
800				4,1	5,0	5,9	6,6	7,2	7,7	8,1	8,4	8,6	8,8	8,9	9,0	9,0					
900				4,1	5,1	6,0	6,7	7,4	8,0	8,5	8,9	9,2	9,4	9,6	9,7	9,8	9,8				
1 000				4,1	5,1	6,1	6,8	7,6	8,2	8,8	9,3	9,7	10,0	10,2	10,4	10,5	10,7	10,6			
1 100				4,1	5,1	6,1	6,9	7,7	8,4	9,0	9,5	10,0	10,4	10,7	11,0	11,2	11,4	11,4	11,4		
1 200				4,1	5,1	6,1	6,9	7,8	8,5	9,2	9,8	10,3	10,7	11,1	11,4	11,7	12,0	12,2	12,1	12,0	
1 300				4,1	5,1	6,1	7,0	7,8	8,6	9,3	10,0	10,5	11,0	11,5	11,8	12,1	12,6	12,8	12,9	12,8	
1 400			4,1	5,1	6,1	7,0	7,9	8,7	9,4	10,1	10,7	11,3	11,7	12,1	12,5	13,0	13,4	13,5	13,5		
1 500			4,1	5,1	6,1	7,0	7,9	8,7	9,5	10,2	10,9	11,4	12,0	12,4	12,8	13,4	13,8	14,1	14,1		
1 600			4,1	5,1	6,1	7,0	7,9	8,8	9,6	10,3	11,0	11,6	12,1	12,6	13,1	13,8	14,3	14,6	14,7		
1 800			4,1	5,1	6,1	7,0	7,9	8,8	9,6	10,4	11,1	11,8	12,4	13,0	13,5	14,3	15,0	15,4	15,6		
2 000			4,1	5,1	6,1	7,0	8,0	8,8	9,7	10,5	11,2	12,0	12,6	13,2	13,8	14,7	15,5	16,0	16,4		
		Plaque plane circulaire																			
		Valeurs de d , mm																			
		120	150	200	250	300	320	350	370	400	450	500	550	600	620	700	720	800	900	1 000	
$t = t_{\min}$							4,1	4,5	4,7	5,0	5,6	6,1	6,6	7,2	7,3	8,1	8,2	8,8	9,6	10,4	

NOTE Arrondir au millimètre le plus proche, par exemple 5,4 est arrondi à 5 et 5,6 à 6.

Tableau F.26 — Épaisseur de plaque appuyée pour la spécification de calcul T20 (TG et $p = 20$ kPa)

		Plaque plane rectangulaire																		
a mm	Valeurs de b (petite dimension), mm																			
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200	
250																				
300																				
350																				
400						3,9	3,9													
450				3,9	4,2	4,3	4,4													
500				4,1	4,4	4,6	4,8	4,8												
550			3,8	4,3	4,6	4,9	5,1	5,2	5,3											
600			3,9	4,4	4,8	5,1	5,4	5,5	5,6	5,7										
650			3,9	4,5	5,0	5,3	5,6	5,8	5,9	6,0	6,1									
700			4,0	4,6	5,1	5,5	5,8	6,1	6,2	6,4	6,4	6,5								
750			4,0	4,6	5,2	5,6	6,0	6,3	6,5	6,7	6,8	6,8	6,8							
800			4,0	4,7	5,3	5,8	6,2	6,5	6,7	6,9	7,1	7,1	7,2	7,2						
900			4,1	4,8	5,4	5,9	6,4	6,8	7,1	7,4	7,6	7,7	7,8	7,9	7,9					
1 000			4,1	4,8	5,5	6,1	6,6	7,0	7,4	7,7	8,0	8,2	8,3	8,5	8,6	8,5				
1 100			4,1	4,8	5,5	6,2	6,7	7,2	7,7	8,0	8,3	8,6	8,8	8,9	9,1	9,2	9,1			
1 200			4,1	4,9	5,6	6,2	6,8	7,4	7,8	8,3	8,6	8,9	9,2	9,4	9,6	9,8	9,7	9,6		
1 300			4,1	4,9	5,6	6,3	6,9	7,5	8,0	8,4	8,8	9,2	9,5	9,7	10,1	10,3	10,3	10,2		
1 400			4,1	4,9	5,6	6,3	7,0	7,5	8,1	8,6	9,0	9,4	9,7	10,0	10,4	10,7	10,8	10,8		
1 500			4,1	4,9	5,6	6,3	7,0	7,6	8,2	8,7	9,2	9,6	10,0	10,3	10,8	11,1	11,3	11,3		
1 600			4,1	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,2	8,8	9,3	9,7	10,1	10,5	11,0	11,4	11,7	11,8		
1 800			4,1	4,9	5,6	6,4	7,1	7,7	8,3	8,9	9,5	10,0	10,4	10,8	11,5	12,0	12,3	12,5		
2 000			4,1	4,9	5,6	6,4	7,1	7,8	8,4	9,0	9,6	10,1	10,6	11,0	11,8	12,4	12,9	13,1		
		Plaque plane circulaire																		
		Valeurs de d, mm																		
		100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200
$t = t_{\min}$								4,1	4,6	5,0	5,4	5,9	6,3	6,7	7,1	7,5	8,2	8,8	9,4	10,0

NOTE Arrondir au millimètre le plus proche, par exemple 5,4 est arrondi à 5 et 5,6 à 6.

ISO 12216:2002(F)

Tableau F.27 — Épaisseur de plaque appuyée pour la spécification de calcul T12 (TG et $p = 12 \text{ kPa}$)

		Plaque plane rectangulaire																		
a mm	Valeurs de b (petite dimension), mm																			
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200	
250																				
300																				
350																				
400																				
450																				
500																				
550							4,0	4,2	4,2											
600							4,2	4,4	4,5	4,6										
650							4,1	4,4	4,6	4,7	4,9	5,0								
700							4,2	4,5	4,8	5,0	5,1	5,2	5,3							
750							4,2	4,6	4,9	5,1	5,3	5,5	5,6	5,6						
800							4,3	4,7	5,0	5,3	5,5	5,8	5,8	5,9	5,9					
900							4,4	4,8	5,2	5,6	5,8	6,2	6,3	6,4	6,4	6,4				
1 000							4,5	5,0	5,4	5,7	6,1	6,5	6,7	6,8	6,9	7,0	7,0			
1 100					4,0	4,5	5,0	5,5	5,9	6,3	6,8	7,0	7,2	7,3	7,5	7,5	7,4			
1 200					4,0	4,5	5,1	5,6	6,0	6,4	7,0	7,3	7,5	7,7	7,9	8,0	8,0	7,9		
1 300					4,0	4,6	5,1	5,6	6,1	6,5	7,2	7,5	7,7	7,9	8,2	8,4	8,4	8,4		
1 400					4,0	4,6	5,1	5,7	6,2	6,6	7,4	7,7	8,0	8,2	8,5	8,7	8,8	8,8		
1 500					4,0	4,6	5,2	5,7	6,2	6,7	7,5	7,8	8,1	8,4	8,8	9,1	9,2	9,2		
1 600					4,0	4,6	5,2	5,7	6,3	6,7	7,6	7,9	8,3	8,6	9,0	9,3	9,5	9,6		
1 800					4,0	4,6	5,2	5,8	6,3	6,8	7,7	8,1	8,5	8,8	9,4	9,8	10,1	10,2		
2 000					4,0	4,6	5,2	5,8	6,3	6,9	7,8	8,3	8,7	9,0	9,6	10,1	10,5	10,7		
		Plaque plane circulaire																		
		Valeurs de d, mm																		
		100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200
		$t = t_{\min}$							4,1	4,4	4,8	5,1	5,5	5,8	6,1	6,7	7,2	7,7	8,2	

NOTE Arrondir au millimètre le plus proche, par exemple 5,4 est arrondi à 8 et 5,6 à 9.

Tableau F.28 — Épaisseur de plaque appuyée pour la spécification de calcul T 9 (TG et $p = 9$ kPa)

		Plaque plane rectangulaire																			
a mm	Valeurs de b (petite dimension), mm																				
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200		
250																					
300																					
350																					
400																					
450																					
500																					
550																					
600											4,0	4,0									
650								4,0	4,0	4,1	4,2	4,3	4,3								
700								4,1	4,1	4,3	4,4	4,5	4,5	4,6							
750							4,0	4,2	4,2	4,4	4,6	4,7	4,8	4,8	4,8						
800							4,1	4,3	4,4	4,6	4,8	4,9	5,0	5,1	5,1	5,1					
900							4,2	4,4	4,5	4,8	5,0	5,2	5,4	5,5	5,5	5,6	5,6				
1 000							4,3	4,4	4,7	5,0	5,2	5,5	5,7	5,8	5,9	6,0	6,0				
1 100							4,4	4,4	4,8	5,1	5,4	5,7	5,9	6,1	6,2	6,3	6,5	6,4			
1 200							4,4	4,5	4,8	5,2	5,5	5,8	6,1	6,3	6,5	6,6	6,8	6,9	6,8		
1 300						4,0	4,4	4,5	4,9	5,3	5,6	6,0	6,3	6,5	6,7	6,9	7,1	7,3	7,2		
1 400						4,0	4,5	4,5	4,9	5,3	5,7	6,1	6,4	6,7	6,9	7,1	7,4	7,6	7,6		
1 500						4,0	4,5	4,5	4,9	5,4	5,8	6,2	6,5	6,8	7,0	7,3	7,6	8,0	8,0		
1 600						4,0	4,5	4,5	5,0	5,4	5,8	6,2	6,6	6,9	7,2	7,4	7,8	8,3	8,3		
1 800						4,0	4,5	4,5	5,0	5,5	5,9	6,3	6,7	7,0	7,4	7,6	8,1	8,7	8,9		
2 000						4,0	4,5	4,5	5,0	5,5	5,9	6,4	6,8	7,2	7,5	7,8	8,4	9,1	9,3		
		Plaque plane circulaire																			
		Valeurs de d, mm																			
		100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200	
		$t = t_{\min}$										4,2	4,4	4,7	5,0	5,3	5,8	6,2	6,7	7,1	

NOTE Arrondir au millimètre le plus proche, par exemple 5,4 est arrondi à 8 et 5,6 à 9.

ISO 12216:2002(F)

Tableau F.29 — Épaisseur de plaque appuyée pour la spécification de calcul T 6 (TG et $p = 69 \text{ kPa}$)

		Plaque plane rectangulaire																	
a mm	Valeurs de b (petite dimension), mm																		
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200
250																			
300																			
350																			
400																			
450																			
500																			
550																			
600																			
650																			
700																			
750																			
800																			
850																			
900																			
1 000																			
1 100																			
1 200																			
1 300																			
1 400																			
1 500																			
1 600																			
1 800																			
2 000																			

$t = t_{\min} = 4 \text{ mm}$
(voir Tableau F.4)

		Plaque plane circulaire																	
a mm	Valeurs de d, mm																		
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200
	$t = t_{\min}$													4,1	4,3	4,7	5,1	5,4	5,8

NOTE Arrondir au millimètre le plus proche, par exemple 5,4 est arrondi à 8 et 5,6 à 9.

Annexe G (informative)

Bases pour les calculs

G.1 Hypothèses de calcul

Les formules donnant les contraintes et les déformations au milieu des plaques sont celles qui sont généralement acceptées et qui correspondent, entre autres, aux travaux et aux publications de S. Timoshenko et al. [4].

Selon la théorie de la résistance des matériaux, une plaque appuyée peut pivoter au niveau de ses appuis (il n'y a pas de moment de flexion à l'extrémité de la plaque), tandis qu'une plaque encastrée a une pente de déformation nulle aux appuis. Comme il est très difficile d'obtenir cette pente nulle à la périphérie d'une plaque tenue par une seule surface de contact, les plaques seront considérées comme semi-encastrées, c'est-à-dire que le moment d'encastrement a une valeur située à mi-chemin entre zéro et celui d'une plaque encastrée.

Pour une plaque semi-encastrée, les coefficients k_r et k_f sont pris comme la moyenne de ceux pour une plaque encastrée et une plaque appuyée. On doit cependant noter que la flèche des plaques étudiées dans la présente Norme internationale est souvent supérieure à celle correspondant à la limite de validité du domaine d'application normal des formules de Timoshenko. Cette limite correspond à une flèche égale à l'épaisseur de la plaque, alors que la flèche égale à 2 % de b , que nous considérons ici, est habituellement beaucoup plus grande que l'épaisseur.

Selon Timoshenko, au-delà d'une flèche égale à l'épaisseur, la plaque commence à se comporter à la fois comme une plaque et comme une membrane. Le fait de supposer que la plaque se comporte entièrement comme une membrane entraînerait des calculs inutilement compliqués et des épaisseurs trop minces. Une certaine part de travail en membrane est cependant prise en compte dans le calcul de l'épaisseur, t_f , définie en 7.1.2, qui n'est pas uniquement calculée en utilisant le coefficient k_f mais est prise, après quelques estimations pratiques, comme une valeur un peu inférieure à la moyenne des épaisseurs calculées en utilisant respectivement le critère de résistance et le critère de flèche.

Les propriétés mécaniques des matériaux données dans le Tableau F.1 sont des valeurs moyennes et non des valeurs minimales. Dans la présente Norme internationale, qui s'applique à des matériaux divers, il serait dans certains cas irréaliste d'utiliser des valeurs minimales.

Les pressions et les coefficients de sécurité correspondants sont cohérents avec les règles IOR/ABS^[6]; ces valeurs de pression sont plus grandes que les pressions réelles, ce qui explique les valeurs modérées des coefficients de sécurité. La variation du coefficient de sécurité en fonction des matériaux prend en compte la ductilité ou la fragilité de chaque matériau. La valeur de l'énergie d'impact de 300 J spécifiée à l'annexe E correspond approximativement à celle de la chute du tangon de spinnaker d'un sloop de 24 m.

G.2 Formules donnant k_r et k_f pour des plaques planes rectangulaires

Les épaisseurs données dans les Tableaux F.6 à F.29 ont été calculées en utilisant les valeurs de k_r et de k_f obtenues au moyen des équations ci-dessous. Ces équations sont seulement valables pour des valeurs de alb inférieures ou égales à 5. Pour des valeurs de alb supérieures à 5, les valeurs de k_r et de k_f sont égales, respectivement, à celles de k_r et de k_f obtenues pour $a/b = 5$.

ISO 12216:2002(F)

a) Pour les plaques semi-encastrées (SF):

$$k_r = \frac{0,62165 \left(\frac{a}{b}\right)^2 - 0,6473 \left(\frac{a}{b}\right) + 0,26481}{\left(\frac{a}{b}\right)^2 - 1,173 \left(\frac{a}{b}\right) + 0,97671} \quad k_f = \frac{0,08052 \left(\frac{a}{b}\right)^2 - 0,0272 \left(\frac{a}{b}\right) + 0,0019}{\left(\frac{a}{b}\right)^2 - 0,9275 \left(\frac{a}{b}\right) + 1,70018} \quad (\text{G.1})$$

b) Pour les plaques appuyées (SS):

$$k_r = \frac{0,69952 \left(\frac{a}{b}\right)^2 + 0,02662 \left(\frac{a}{b}\right) - 0,0735}{\left(\frac{a}{b}\right)^2 - 0,7185 \left(\frac{a}{b}\right) + 1,98925} \quad k_f = \frac{0,12915 \left(\frac{a}{b}\right)^2 + 0,00868 \left(\frac{a}{b}\right) - 0,0293}{\left(\frac{a}{b}\right)^2 - 0,887 \left(\frac{a}{b}\right) + 2,3372} \quad (\text{G.2})$$

Bibliographie

- [1] ISO/TR 15510:1997, *Aciers inoxydables — Composition chimique*
- [2] EN 1522:1998, *Fenêtres, portes, fermetures et stores — Résistance aux balles — Prescriptions et classification*
- [3] EN 1523:1998, *Fenêtres, portes, fermetures et stores — Résistance aux balles — Méthode d'essai*
- [4] TIMOSHENKO, S. *Theory of plate and shells*, McGraw Hill, New York, 1959
- [5] ROARK and YOUNG, *Formulas for stress and strain*, McGraw Hill/Kogakuha, 1975
- [6] ABS (American Bureau of Shipping), *Guide for building and classing offshore racing yachts*, New York, 1994