

NORME
INTERNATIONALE

CEI
IEC

INTERNATIONAL
STANDARD

60092-352

Deuxième édition
Second edition
1997-08

Installations électriques à bord des navires –

**Choix et pose des câbles pour réseaux
d'alimentation à basse tension**

Electrical installations in ships –

**Choice and installation of cables
for low-voltage power systems**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60092-352:1997

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Accès en ligne*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Accès en ligne)*

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from the 1st January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
On-line access*
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line access)*

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60092-352

Deuxième édition
Second edition
1997-08

Installations électriques à bord des navires –

**Choix et pose des câbles pour réseaux
d'alimentation à basse tension**

Electrical installations in ships –

**Choice and installation of cables
for low-voltage power systems**

© IEC 1997 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1 Généralités.....	8
1.1 Domaine d'application et objet	8
1.2 Références normatives	8
SECTION 1 – CHOIX DES CÂBLES	
2 Sélection des isolements	10
3 Choix du type de revêtement de protection.....	10
4 Câbles pour circuits d'alerte, de détection et d'extinction d'incendie	10
5 Détermination de la section des conducteurs	10
6 Courants admissibles en service continu.....	12
7 Facteurs de correction pour diverses températures de l'air ambiant.....	14
8 Facteurs de correction pour câbles à pose groupée	16
9 Facteurs de correction pour service temporaire.....	16
10 Chutes de tension.....	18
11 Evaluation de la charge des circuits d'éclairage	18
12 Connexion de câbles en parallèle.....	18
13 Séparation des circuits	18
14 Capacité de court-circuit	20
SECTION 2 – POSE DES CÂBLES	
15 Parcours des canalisations	20
16 Mode de pose des câbles en fonction des perturbations électromagnétiques.....	26
17 Protection mécanique	26
18 Mise à la masse des gaines métalliques et des revêtements de protection mécanique des câbles.....	26
19 Rayons de courbure.....	26
20 Fixation	28
21 Traversée des cloisons et des ponts	28
22 Pose sous tube, conduit ou goulotte métallique	30
23 Pose sous tube, conduit, goulotte, moulure ou tambour-machine non métallique	30
24 Installation dans les compartiments d'accumulateurs.....	32
25 Pose en chambre frigorifique	32
26 Efforts de traction	32
27 Forces électrodynamiques	34
28 Précautions spéciales pour les câbles unipolaires parcourus par du courant alternatif	34
29 Extrémités des câbles.....	36
30 Jonctions et dérivations	36
31 Boîtes de raccordement.....	38
Figures	40
Annexe A – Terminologie.....	46

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 General	9
1.1 Scope and object	9
1.2 Normative references	9
SECTION 1 – CHOICE OF CABLES	
2 Choice of the insulation	11
3 Choice of protective coverings	11
4 Cables for fire-alarm, fire-detection and fire-extinguishing services	11
5 Determination of the cross-sectional areas of conductors	11
6 Current ratings for continuous service	13
7 Correction factors for different ambient air temperatures	15
8 Correction factors for cable grouping	17
9 Correction factors for short-time duty	17
10 Voltage drop	19
11 Estimation of lighting loads	19
12 Parallel connection of cables	19
13 Separation of circuits	19
14 Short-circuit capacity	21
SECTION 2 – INSTALLATIONS	
15 Cable runs	21
16 Cable installation methods in relation to electromagnetic interference	27
17 Mechanical protection	27
18 Earthing of metal coverings and of mechanical protection of cables	27
19 Radius of bend	27
20 Fixing	29
21 Cables penetrating bulkheads and decks	29
22 Installation in metallic pipes or conduits or trunking	31
23 Installation in non-metallic pipes, conduits, trunking, ducts or cappings and casings ..	31
24 Installation in battery compartments	33
25 Installation in refrigeration spaces	33
26 Tensile stress	33
27 Electrodynamic forces	35
28 Special precautions for single-core cables for a.c. wiring	35
29 Cable ends	37
30 Joints and lappings (branch circuits)	37
31 Joint boxes	39
Figures	41
Annexe A – Terminology	47

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BORD DES NAVIRES – CHOIX ET POSE DES CÂBLES POUR RÉSEAUX D'ALIMENTATION À BASSE TENSION

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes Internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques, représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée 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. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60092-352 a été établie par le sous-comité 18A: Câbles et installations de câbles, du comité d'études 18 de la CEI: Installations électriques des navires et des unités mobiles et fixes en mer.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1979, la modification n° 1 (1987) et l'amendement 2 (1994).

Le texte de cette norme est issu de la première édition, de la modification n° 1 et de l'amendement 2 et des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
18A/135/FDIS	18A/145/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS –
CHOICE AND INSTALLATION OF CABLES
FOR LOW-VOLTAGE POWER SYSTEMS**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60092-352 has been prepared by subcommittee 18A: Cables and cable installations, of IEC technical committee 18: Electrical installations of ships and of mobile and fixed offshore units.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1979, amendment 1 (1987) and amendment 2 (1994).

The text of this standard is based on the first edition, amendments 1 and 2 and on the following documents:

FDIS	Report on voting
18A/135/FDIS	18A/145/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

Annex A forms an integral part of this standard.

INTRODUCTION

La CEI 60092 comprend une série de Normes internationales pour les installations électriques à bord des navires, incorporant les règles de bonne pratique et coordonnant entre elles, dans la mesure du possible, les prescriptions existantes.

Ces normes constituent un code pour l'interprétation pratique et l'amplification des dispositions de la Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer, un guide pour l'établissement des futures réglementations susceptibles d'être rédigées et un exposé de la pratique en vigueur destiné aux propriétaires de navires, aux constructeurs de navires et aux organismes compétents.

IEC NORM.COM Click to view the full PDF of IEC 60092-352:1997

Withdrawn

INTRODUCTION

IEC 60092 forms a series of International Standards for electrical installations in sea-going ships, incorporating good practice and coordinating, as far as possible, existing rules.

These standards form a code of practical interpretation and amplification of the requirements of the International Convention for the Safety of Life at Sea, a guide for future regulations which may be prepared and a statement of practice for use by shipowners, shipbuilders and appropriate organizations.

IECNORM.COM Click to view the full PDF of IEC 60092-352:1997

Withdrawn

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BORD DES NAVIRES –

CHOIX ET POSE DES CÂBLES POUR RÉSEAUX D'ALIMENTATION À BASSE TENSION

1 Généralités

1.1 Domaine d'application et objet

La présente norme établit les prescriptions fondamentales applicables au choix et à la pose des câbles pour réseaux d'alimentation de tensions inférieures ou égales à 1 000 V installés à bord des navires.

1.2 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 partie de la CEI 60092. Au moment de sa publication, les éditions indiquées étaient en vigueur et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60092 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60068-2-17: 1994, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Q: Etanchéité*

CEI 60092-101: 1994, *Installations électriques à bord des navires – Partie 101: Définitions et prescriptions générales*

CEI 60092-201: 1994, *Installations électriques à bord des navires – Partie 201: Conception des systèmes – Généralités*

CEI 60092-302: 1997, *Installations électriques à bord des navires – Partie 302 – Ensembles d'appareillage à basse tension*

CEI 60092-401: *Installations électriques à bord des navires – Partie 401: Installation et essais après achèvement*

CEI 60331: 1970, *Caractéristiques des câbles électriques résistant au feu*

CEI 60332-1: 1993, *Essais des câbles électriques soumis au feu – Partie 1: Essai sur un conducteur ou câble isolé vertical*

CEI 60332-3: 1992, *Essais des câbles électriques soumis au feu – Partie 3: Essai sur des fils ou câbles en nappes*

CEI 60533: 1977, *Compatibilité électromagnétique des installations électriques et électroniques à bord des navires*

CEI 60754-1: 1994, *Essai sur les gaz émis lors de la combustion des câbles électriques – Partie 1: Détermination de la quantité de gaz acide halogéné*

CEI 60754-2: 1991, *Essai sur les gaz émis lors de la combustion des câbles électriques – Partie 2: Détermination de l'acidité des gaz émis lors de la combustion d'un matériau prélevé sur un câble par mesure du pH et de la conductivité*

CEI 61034-1: 1990, *Mesure de la densité des fumées dégagées par des câbles électriques brûlant dans des conditions définies – Partie 1: Appareillage d'essai*

CEI 61034-2: 1991, *Mesure de la densité de fumées dégagées par des câbles électriques brûlant dans des conditions définies – Partie 2: Procédure d'essai et prescriptions*

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS – CHOICE AND INSTALLATION OF CABLES FOR LOW-VOLTAGE POWER SYSTEMS

1 General

1.1 Scope and object

This standard lays down the basic requirements for the choice and installation of shipboard cables intended for low-voltage power systems at voltages up to and including 1 000 V.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60092. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 60092 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60068-2-17: 1994, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Q: Sealing*

IEC 60092-101: 1994, *Electrical installations in ships – Part 101: Definitions and general requirements*

IEC 60092-201: 1994, *Electrical installations in ships – Part 201: System design – General*

IEC 60092-302: 1997, *Electrical installations in ships – Part 302: Low-voltage switchgear and controlgear assemblies*

IEC 60092-401: 1980, *Electrical installations in ships – Part 401: Installation and test of completed installation*

IEC 60331: 1970, *Fire-resisting characteristics of electric cables*

IEC 60332-1: 1993, *Test on electric cables under fire conditions – Part 1: Test on a single vertical insulated wire or cable*

IEC 60332-3: 1992, *Test on electric cables under fire conditions – Part 3: Test on bunched wires or cables*

IEC 60533: 1977, *Electromagnetic compatibility of electrical and electronic installations in ships*

IEC 60754-1: 1994, *Test on gases evolved during combustion of electric cables – Part 1: Determination of the amount of halogen acid gas*

IEC 60754-2: 1991, *Test on gases evolved during combustion of electric cables – Part 2: Determination of degree of acidity of gases evolved during the combustion of materials taken from electric cables by measuring pH and conductivity*

IEC 61034-1: 1990, *Measurement of smoke density of electric cables burning under defined conditions – Part 1: Test apparatus*

IEC 61034-2: 1991, *Measurement of smoke density of electric cables burning under defined conditions – Part 2: Test procedure and requirements*

SECTION 1 – CHOIX DES CÂBLES

2 Sélection des isolements

- a) La tension assignée des câbles ne doit pas être inférieure à la tension nominale des circuits dans lesquels ils sont utilisés.
- b) La température de service assignée des isolants doit être supérieure d'au moins 10 °C à la température ambiante maximale estimée pouvant être atteinte ou produite là où le câble est posé.

3 Choix du type de revêtement de protection

- a) Sur les ponts exposés aux intempéries, dans les locaux humides (salles de bain, par exemple), dans les cales, chambres frigorifiques, chambres des machines et, d'une façon générale, partout où des condensations d'eau ou de vapeurs nocives (vapeurs d'huile comprises) peuvent se produire, les câbles doivent comporter une gaine imperméable.

NOTE – Les gaines en polychlorure de vinyle, en polychloroprène et polyéthylène chlorosulphoné sont considérées comme «imperméables» dans ces applications, bien qu'elles ne conviennent pas à l'immersion permanente dans les liquides.

- b) Pour choisir les divers types de revêtements protecteurs, il y a lieu d'envisager les efforts mécaniques appliqués éventuellement au câble à la pose et en service. Si la résistance mécanique du revêtement protecteur est estimée suffisante, les câbles doivent être posés sous tube ou conduit, ou encore protégés d'une autre façon (voir article 17).
- c) Les câbles doivent être du type retardant la propagation de la flamme selon la CEI 60332-1. Lorsqu'il est prescrit que les câbles soient du type résistant au feu, ils doivent, en outre, satisfaire aux conditions requises d'essai de la CEI 60331.
- d) En outre, on se reportera à l'article 28 pour les câbles unipolaires utilisés en courant alternatif.

4 Câbles pour circuits d'alerte, de détection et d'extinction d'incendie

Dans les circuits utilisés par les services d'incendie pour l'alerte, la détection, l'extinction, l'arrêt télécommandé, ainsi que pour les circuits analogues, on doit envisager des câbles «résistant au feu», sauf:

- si les réseaux sont du type autosurveillé ou à sécurité positive en cas de défaut, ou
- si les réseaux sont dédoublés.

5 Détermination de la section des conducteurs

La section de chaque conducteur sera suffisante pour satisfaire aux règles suivantes:

- a) Le courant maximal susceptible d'être débité par le câble est calculé à partir des besoins de consommation et des facteurs d'utilisation des circuits, machines, etc., alimentés par le câble (voir article 11 et la CEI 60092-201).

Le «courant admissible corrigé» de chaque câble ne doit pas être inférieur au courant maximal susceptible d'être débité.

Le «courant admissible corrigé» est calculé en appliquant certains facteurs de correction (voir articles 7, 8 et 9) aux «courants admissibles en service continu» indiqués dans le tableau 1 de l'article 6.

- b) La chute de tension dans le circuit débitant son courant maximal ne doit pas dépasser les limites spécifiées pour le circuit intéressé (voir article 10 en particulier).
- c) Après avoir déterminé la section par les calculs ci-dessus, vérifier qu'elle est suffisante en tenant compte des échauffements résultant des courts-circuits éventuels (voir article 14) et des courants de démarrage des moteurs (voir article 9).

SECTION 1 – CHOICE OF THE CABLES

2 Choice of the insulation

- a) The rated voltage of any cable shall not be lower than the nominal voltage of the circuit for which it is used.
- b) The rated operating temperature of the insulating material shall be at least 10 °C higher than the maximum ambient temperature likely to exist, or to be produced, in the space where the cable is installed.

3 Choice of protective coverings

- a) Cables fitted on decks exposed to the weather, in damp and wet situations (for example bathrooms), in cargo holds, in refrigerated spaces, in machinery compartments and, in general, where water condensation or harmful vapours (including oil vapour) may be present, shall have an impervious sheath.

NOTE – PVC, CSP and PCP sheaths are considered as "impervious" in this context, although not suitable for permanent immersion in liquids.

- b) In choosing different types of protective coverings, due consideration should be given to the mechanical actions to which each cable may be subjected during installation and in service. If the mechanical strength of the protective covering is considered insufficient, the cable should be fitted in pipes or conduits or trunking or be otherwise protected (see clause 17).
- c) Cables shall have flame retarding characteristics in accordance with IEC 60332-1.
Cables which are required to have fire-resisting characteristics shall, in addition, comply with the test requirements of IEC 60331.
- d) For single-core cables to be used with alternating current, see in addition clause 28.

4 Cables for fire-alarm, fire-detection and fire-extinguishing services

In circuits used for fire alarm, detection, extinguishing services, remote stopping and similar control circuits, the use of fire-resisting cables shall be considered unless:

- the systems are of self-monitoring type or failing to safety, or
- the systems are duplicated.

5 Determination of the cross-sectional areas of conductors

The cross-sectional area of each conductor should be large enough for the following conditions to be complied with:

- a) The highest load liable to be carried by the cable should be calculated from the load demands and diversity factors of circuits, machinery, etc., supplied by the cable (see clause 11 and IEC 60092-201).
The "corrected current rating" of each cable should be not lower than the highest current likely to be carried by the cable concerned.
The "corrected current rating" is calculated by applying the relevant correction factors (see clauses 7, 8 and 9) to the "current rating for continuous services" given by table 1, clause 6.
- b) The voltage drop in the circuit, when carrying the highest load, should not exceed the limits specified for the circuits concerned (see in particular clause 10).
- c) After having been determined by the foregoing calculations, the cross-sectional area should be checked, taking into consideration the temperature rises liable to be caused by short-circuits (see clause 14) and motor starting currents (see clause 9).

- d) La résistance mécanique des conducteurs doit être suffisante pour supporter la pose et les conditions de service.
- e) La section des conducteurs de masse doit être conforme aux prescriptions de la CEI 60092-401.

NOTE – Les tableaux de valeurs d'intensités admissibles et de coefficients de correction qui figurent dans la présente norme ne donnent que des valeurs moyennes qui ne sont pas rigoureusement applicables à tous les types de câbles, ni à toutes les conditions d'installation rencontrées dans la pratique. Leur application est néanmoins recommandée de manière générale, étant donné que les erreurs (de quelques degrés Celsius sur la température de service estimée) sont de faible importance devant les avantages apportés par une normalisation internationale unique de l'évaluation des intensités admissibles. Cependant, pour des cas spécifiques, une évaluation plus précise fondée sur des données calculées ou expérimentales acceptables par toutes les parties intéressées doit demeurer possible.

6 Courants admissibles en service continu

- a) Pour la présente norme, le *service continu* est défini comme un service où la durée de passage du courant dans un câble (à charge constante) est supérieure au triple de la *constante thermique* du câble, c'est-à-dire supérieure à la *durée critique* (voir figure 2).
- b) Le tableau 1 ci-après donne les courants admissibles en service continu recommandés pour les câbles unipolaires et pour divers types de matériaux isolants.

Ces courants admissibles sont applicables, avec une bonne approximation, quel que soit le type de revêtement (par exemple câbles armés ou non armés).

NOTE – Toutes les valeurs ont été calculées pour une température ambiante de 45 °C dans le cas de quatre câbles groupés posés à l'air libre, en supposant que la température atteinte par l'âme est égale à la température maximale assignée de l'isolant et est maintenue en permanence (voir aussi article 8). Les articles qui suivent traitent de conditions différentes.

- c) Pour les câbles à deux, trois et quatre conducteurs, les courants admissibles donnés dans le tableau 1 doivent être multipliés par les facteurs de correction approximatifs suivants:
 0,85 pour les câbles bipolaires
 0,70 pour les câbles tripolaires et tétrapolaires.

- d) The mechanical strength of conductors should be sufficient for the installation and working conditions.
- e) The cross-sections of the earth conductors should comply with IEC 60092-401.

NOTE – The tables incorporated in this standard for the current ratings and correction factors give only average values which are not exactly applicable to all cable constructions and all installation conditions existing in practice. They are nevertheless recommended for general application, considering that the errors (a few degrees Celsius in the estimated operating temperature) are of little importance against the advantages of having a single international standard for the evaluation of the current ratings. In particular cases, however, a more precise evaluation should be permitted, based on experimental or calculated data acceptable to all interested parties.

6 Current ratings for continuous service

- a) *Continuous service* for a cable is to be considered, for the purpose of this standard, as a current-carrying service (with constant load) having a duration longer than three times the *thermal time constant* of the cable, i.e. longer than the *critical duration* (see figure 2).
- b) The current rating for continuous services recommended for single-core cables for various insulating materials are given in the following table 1.

These current ratings are applicable, with fair approximation, whatever is the type of covering (e.g. both armoured and unarmoured cables).

NOTE – All the values have been calculated for an ambient temperature of 45 °C and assuming that a conductor temperature equal to the maximum rated temperature of the insulation is reached and maintained continuously in the case of a group of four cables bunched together and laid in free air (see also clause 8). For different conditions, see following clauses.

- c) For two-, three- and four-conductor cables, the current ratings given in table 1 should be multiplied by the following (approximate) correction factors.

0,85 for twin cables

0,70 for three- and four-core cables.

**Tableau 1 – Courants admissibles en service continu pour les câbles unipolaires
(pour une température de l'air ambiant de 45 °C)**

1	2	3	4	5	6
Section nominale	PVC pour usage général	PVC résistant à la chaleur	Caoutchouc butyle	EPR et XLPE	Caoutchouc de silicone et isolant minéral
	60 °C*	75 °C*	80 °C*	85 °C*	95 °C*
mm ²	A	A	A	A	A
1	8	13	15	16	20
1,5	12	17	19	20	24
2,5	17	24	26	28	32
4	22	32	35	38	42
6	29	41	45	48	55
10	40	57	63	67	75
16	54	76	84	90	100
25	71	100	110	120	135
35	87	125	140	145	165
50	105	150	165	180	200
70	135	190	215	225	255
95	165	230	260	275	310
120	190	270	300	320	360
150	220	310	340	365	410
185	250	350	390	415	470
240	290	415	460	490	–
300	335	475	530	560	–

* Température maximale admissible pour l'âme en service.

NOTE 1 – Les courants admissibles I , exprimés en ampères, ont été calculés en fonction de la section nominale A , exprimée en millimètres carrés, par la formule suivante:

$$I = \alpha \cdot A^{0,625}$$

où α est un coefficient dépendant de la température maximale admissible en service dont la valeur est donnée dans le tableau suivant:

Température maximale admissible pour l'âme			60 °C	75 °C	80 °C	85 °C	95 °C	
Valeurs de α	Pour section nominale	≥2,5 mm ²	9,5	13,5	15	16	18	
		<2,5 mm ²	8	13	15	16	20	

NOTE 2 – Lorsqu'un câble à isolant minéral est posé dans des locaux où le cuivre de sa gaine est accessible au toucher en exploitation, les valeurs indiquées pour le courant dans la colonne 6 doivent être multipliées par un facteur de correction égal à 0,70 pour éviter que la température de la gaine ne dépasse 70 °C.

7 Facteurs de correction pour diverses températures de l'air ambiant

La température ambiante de 45 °C qui sert de base au calcul des courants admissibles du tableau 1 est considérée comme une valeur normale de la température de l'air ambiant applicable de manière générale à la navigation sous tous les climats de toutes sortes de navires.

**Table 1 – Current ratings in continuous service for single-core cables
(ambient temperature 45 °C)**

1	2	3	4	5	6
Nominal cross-sectional area	General purpose PVC	Heat resisting PVC	Butyl rubber	EPR and XLPE	Silicone rubber and mineral insulation
	60 °C*	75 °C*	80 °C*	85 °C*	95 °C*
mm ²	A	A	A	A	A
1	8	13	15	16	20
1,5	12	17	19	20	24
2,5	17	24	26	28	32
4	22	32	35	38	42
6	29	41	45	48	55
10	40	57	63	67	75
16	54	76	84	90	100
25	71	100	110	120	135
35	87	125	140	145	165
50	105	150	165	180	200
70	135	190	215	225	255
95	165	230	260	275	310
120	190	270	300	320	360
150	220	310	340	365	410
185	250	350	390	415	470
240	290	415	460	490	–
300	335	475	530	560	–

* Maximum permissible service temperature of the conductor

NOTE 1 – The current ratings I , in amperes, have been calculated for each nominal cross-sectional area A , in square millimetres, with the formula:

$$I = \alpha \cdot A^{0,625}$$

where α is a coefficient related to the maximum permissible service temperature of the conductor as follows:

Maximum permissible temperature of the conductor			60 °C	75 °C	80 °C	85 °C	95 °C
Values of α	For nominal cross-sectional area	$\geq 2,5 \text{ mm}^2$	9,5	13,5	15	16	18
		$< 2,5 \text{ mm}^2$	8	13	15	16	20

NOTE 2 – When a mineral insulated cable is installed in such a location that its copper sheath is liable to be touched by hand when in service, the current rating shown in column 6 should be multiplied by the correction factor 0,70 in order that the sheath temperature does not exceed 70 °C.

7 Correction factors for different ambient air temperatures

The ambient temperature of 45 °C, on which the current ratings in table 1 are based, is considered as a standard value for the ambient air temperature, generally applicable for any kind of ship and for navigation in any climate.

Toutefois, lorsqu'on considère les navires servant à des usages particuliers (par exemple: cabotage, ferries, utilisation portuaire) pour lesquels la température de l'air ambiant est toujours inférieure à 45 °C, on peut augmenter les valeurs du tableau 1 (mais la température ambiante ne sera en aucun cas prise inférieure à 35 °C).

Par contre, lorsqu'on prévoit que la température de l'air autour des câbles peut dépasser 45 °C (par exemple, dans le cas de pose totale ou partielle du câble dans des endroits ou locaux où se produit beaucoup de chaleur, ou encore si le câble peut atteindre des températures plus élevées par suite d'échanges thermiques), il faut diminuer les valeurs des courants admissibles données par le tableau 1.

Les facteurs de correction à utiliser dans ce cas sont donnés dans le tableau 2.

Tableau 2 – Facteurs de correction pour diverses températures de l'air ambiant

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Température maximale de l'âme	Facteurs de correction pour des températures de l'air ambiant										
°C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C	60 °C	65 °C	70 °C	75 °C	80 °C	85 °C
60	1,29	1,15	1,00	0,82	–	–	–	–	–	–	–
65	1,22	1,12	1,00	0,87	0,71	–	–	–	–	–	–
70	1,18	1,10	1,00	0,89	0,77	0,63	–	–	–	–	–
75	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,71	0,58	–	–	–	–
80	1,13	1,07	1,00	0,93	0,85	0,76	0,65	0,53	–	–	–
85	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61	0,50	–	–
90	1,10	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,74	0,67	0,58	0,47	–
95	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55	0,45

8 Facteurs de correction pour câbles à pose groupée

On peut considérer que les valeurs de courant admissibles indiquées dans le tableau 1 (ou calculées d'après ce tableau) sont applicables, sans facteur de correction, pour les câbles groupés sur des chemins de câble, sous conduit, tube ou goulotte, sauf s'il y a plus de six câbles pouvant être appelés à fonctionner simultanément sous leur courant admissible et installés en pose groupée entravant la libre circulation de l'air. Dans ce cas, on appliquera un facteur de correction de 0,85.

NOTE – Les câbles sont dits «groupés» quand plusieurs d'entre eux sont réunis dans le même conduit, la même goulotte ou le même fourreau où, s'ils ne sont pas enfermés, quand ils ne sont pas séparés les uns des autres.

9 Facteurs de correction pour service temporaire

a) Pour un câble destiné à alimenter un moteur ou un appareil fonctionnant pendant des périodes d'une demi-heure ou d'une heure, le courant admissible donné dans le tableau 1 peut être augmenté en fonction des facteurs de correction de la figure 1. Ces facteurs ne sont applicables qu'au cas où des périodes intermédiaires de repos sont supérieures à la *durée critique* (égale ou triple de la *constante de temps* du câble) donnée en figure 2, en fonction de son diamètre.

NOTE – Les facteurs de correction de la figure 1 sont approximatifs et dépendent principalement du diamètre du câble. En général, le service d'une demi-heure s'applique aux treuils d'amarrage, aux guindeaux, aux gros treuils de charge et aux propulseurs d'étrave. Le courant donné pour le service d'une demi-heure peut ne pas convenir aux treuils d'amarrage à tension constante, ni aux propulseurs d'étrave de navires spécialisés.

When, however, ships for particular uses are considered (for instance: coasters, ferries, harbour craft) and the ambient temperature is known to be permanently lower than 45 °C, the current ratings from table 1 may be increased (but in no case should the ambient temperature be considered to be lower than 35 °C).

When, on the other hand, it is to be expected that the air temperature around the cables could be higher than 45 °C (for instance, when a cable is wholly or partly installed in spaces or compartments where great heat is produced or higher cable temperatures could be reached due to heat transfer), the current ratings from table 1 should be reduced.

The correction factors for these cases are given in table 2.

Table 2 – Correction factor for various ambient air temperatures

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Maximum conductor temperature	Correction factors for ambient air temperature of										
°C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C	60 °C	65 °C	70 °C	75 °C	80 °C	85 °C
60	1,29	1,15	1,00	0,82	–	–	–	–	–	–	–
65	1,22	1,12	1,00	0,87	0,71	–	–	–	–	–	–
70	1,18	1,10	1,00	0,89	0,77	0,63	–	–	–	–	–
75	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,71	0,58	–	–	–	–
80	1,13	1,07	1,00	0,93	0,85	0,76	0,65	0,53	–	–	–
85	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61	0,50	–	–
90	1,10	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,74	0,67	0,58	0,47	–
95	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55	0,45

8 Correction factors for cable grouping

The current rating values given in table 1 (and those derived therefrom) may be considered applicable, without correction factors, for cables bunched together on cable trays, in cable conduits, pipes or trunking, unless more than six cables, which may be expected to operate simultaneously at their full rated capacity, are laid close together in a cable bunch in such a way that there is an absence of free air circulation around them. In this case a correction factor of 0,85 should be applied.

NOTE – Cables are said to be bunched when two or more are contained within a single conduit, trunking or duct, or, if not enclosed, are not separated from each other.

9 Correction factors for short-time duty

- a) If a cable is intended to supply a motor or equipment operating for periods of half an hour or one hour, its current rating, as given by table 1, may be increased using the relevant correction factors given by figure 1. These correction factors are applicable only if the intermediate periods of rests are longer than the *critical duration* (which is equal to three times the *time constant* of the cable), given in figure 2, as a function of the cable diameter.

NOTE – The correction factors given in figure 1, are approximate and depend mainly upon the diameter of the cable. In general, the half-an-hour service is applicable to mooring winches, windlasses, heavy cargo winches and bowthrusters. The half-an-hour rating might not be adequate for automatic tensioning mooring winches and bowthrusters of specialized vessels.

- b) Pour les câbles qui alimentent un seul moteur ou un appareil appelé à travailler en service intermittent, comme c'est généralement le cas pour les treuils (à l'exception des gros treuils de charge), les ponts roulants des chambres des machines et les appareils analogues, les courants donnés dans le tableau 1 peuvent être augmentés en appliquant le facteur de correction de la figure 3.

Le facteur de correction de la figure 3 a été calculé de manière approchée pour des périodes de 10 min, dont 4 min à charge constante et 6 min sans charge.

10 Chutes de tension

La section des conducteurs doit être établie de manière que la chute de tension entre les barres principales ou de secours et tout point de l'installation ne dépasse pas 6 % de la tension nominale, les conducteurs étant parcourus par leur courant maximal en service normal. En cas d'alimentation à partir d'accumulateurs sous une tension ne dépassant pas 50 V, cette valeur peut être portée à 10 %.

Pour les feux de navigation, il peut être nécessaire de limiter les chutes de tension à des valeurs plus faibles afin de maintenir le niveau lumineux nécessaire ainsi que la couleur du feu.

Les valeurs sont valables pour des conditions normales en régime établi. Pour des conditions spéciales de courte durée, comme le démarrage des moteurs, on peut accepter des chutes de tension plus importantes, à condition que l'installation soit à même de supporter les effets de ces chutes de tension.

11 Evaluation de la charge des circuits d'éclairage

Pour déterminer les courants admissibles aux points d'éclairage afin de calculer les sections des conducteurs, chaque douille est comptée pour un courant correspondant à la charge maximale susceptible d'y être raccordée. Cette charge doit être évaluée au moins de 60 W, sauf si l'appareil d'éclairage ne peut recevoir qu'une lampe dont la puissance est inférieure à 60 W; le courant admissible peut alors être évalué en conséquence.

Chaque socle de prise de courant d'éclairage est compté pour deux points d'éclairage.

NOTE – Les circuits d'éclairage peuvent aussi alimenter du petit matériel de cambuse (grille-pain, mélangeurs, percolateurs, etc.) et de petits appareils électrodomestiques (ventilateurs de table, réfrigérateurs, etc.).

12 Connexion de câbles en parallèle

Le courant admissible de câbles connectés en parallèle est égal à la somme des courants admissibles de tous les câbles en parallèle à condition que ces câbles aient la même section, la même impédance et la même température maximale admissible pour l'âme. Le branchement en parallèle n'est permis que pour des sections supérieures ou égales à 10 mm².

13 Séparation des circuits

Pour tous les circuits devant être munis d'une protection individuelle contre les courts-circuits et les surintensités, on doit utiliser des câbles séparés. Font exception les circuits mentionnés aux points a) et b).

- a) Circuits de commande branchés en dérivation sur un circuit principal (par exemple pour un moteur électrique). Ces circuits peuvent partager le même câble avec le circuit principal, à condition que circuits principal et auxiliaire soient commandés par un sectionneur commun.
- b) Circuits non essentiels dont la tension ne dépasse pas la «tension de sécurité» définie dans la CEI 60092-101.

- b) For cables supplying a single motor or other equipment intended to operate in an intermittent service, as is generally the case for cargo winches (except heavy cargo winches), engine room cranes and similar devices, the current ratings as given by table 1 may be increased by applying the correction factor given by figure 3.

The correction factor given in figure 3 has been roughly calculated for periods of 10 min, of which 4 min are with a constant load and 6 min without load.

10 Voltage drop

The cross-sectional areas of conductors should be so determined that the drop in voltage from the main or emergency switchboard bus-bars to any and every point on the installation when the conductors are carrying the maximum current under normal conditions of service, does not exceed 6 % of the nominal voltage. For supplies from batteries with a voltage not exceeding 50 V, this value may be increased to 10 %.

For navigation lights it may be necessary to limit voltage drops to lower values in order to maintain required lighting output and colour.

The values are applicable under normal steady conditions. Under special conditions of short duration, such as motor starting, higher voltage drops may be accepted provided the installation is capable of withstanding the effects of these higher voltage drops.

11 Estimation of lighting loads

In the assessment of the current rating of lighting points for the purpose of determining sizes of conductors, every lampholder should be deemed to require a current equivalent to the maximum load likely to be connected to it, and this should be assumed to be at least 60 W; except that, where the lighting fitting is so constructed as to take only a lamp rated at less than 60 W, the current rating may be assessed accordingly.

Each lighting socket-outlet will count for two lighting points.

NOTE – Lighting branch circuits may also supply small galley equipment (such as toasters, mixers, coffee makers, etc.) and small domestic equipment (such as desk fans, refrigerators, etc.).

12 Parallel connection of cables

The current-carrying capacity of cables connected in parallel is the sum of the current ratings of all parallel conductors provided the cables have equal impedance, cross-section and maximum permissible conductor temperatures. The connection in parallel will be permitted only for cross-sections of 10 mm² or more.

13 Separation of circuits

Separate cables are to be used for all circuits requiring individual short-circuit or overcurrent protection, except for circuits mentioned under items a) and b).

- a) A control circuit which is branched off from its main circuit (e.g. for an electric motor) may be carried in the same cable as the main circuit provided the main circuit and the subsidiary control circuit are controlled by a common isolator.
- b) Non-essential circuits with voltages not exceeding the "safety voltage" as defined in IEC 60092-101.

14 Capacité de court-circuit

Les câbles et leurs âmes isolées doivent pouvoir supporter les effets mécanique et thermique du courant maximal de court-circuit pouvant circuler dans toute partie du circuit dont le câble fait partie. On tiendra compte non seulement de la caractéristique temps/courant du dispositif de protection du circuit, mais aussi de la valeur de crête atteinte par le courant présumé de court-circuit pendant la première demi-période.

SECTION 2 – POSE DES CÂBLES

15 Parcours des canalisations

- a) Le parcours des canalisations doit être étudié de manière à être aussi rectiligne et accessible que possible.
- b) Lors de la réalisation des parcours de canalisations on tiendra compte de la protection nécessaire contre l'action destructive des insectes et des rongeurs.
- c) Les câbles dont les isolants ont des températures maximales admissibles différentes (voir tableau 2) ne doivent pas être groupés dans un même collier, presse-étoupe ou conduit, ou dans la même goulotte.
Si cela n'est pas réalisable, les câbles doivent être choisis de manière qu'aucun d'entre eux ne puisse atteindre une température supérieure à sa température maximale admissible.
- d) Les câbles munis d'un revêtement protecteur susceptible d'endommager l'enveloppe des câbles plus vulnérables ne doivent pas être groupés avec ces derniers dans un même collier, presse-étoupe, conduit ou dans la même goulotte.
- e) Les câbles munis d'une gaine métallique, d'une tresse ou d'une armure nue doivent être posés de manière à empêcher la corrosion galvanique due au contact d'un autre métal.
- f) Le parcours de canalisation sera choisi de façon à éviter l'action de la condensation et des égouttements d'eau. Les câbles doivent être éloignés le plus possible des sources de chaleur: chaudières, tuyauteries à température élevée, résistances, etc., et protégés autant que possible contre les détériorations mécaniques. Si l'installation de câbles à proximité de sources de chaleur est inévitable et qu'il y a par conséquent un risque pour les câbles d'être endommagés par la chaleur, on installera des écrans appropriés ou l'on prendra toutes précautions utiles pour éviter les surchauffes. Utiliser, par exemple, une ventilation spéciale, des matériaux d'isolation thermique ou des câbles spéciaux résistant à la chaleur.
- g) Les câbles ne doivent pas, en principe, franchir de joints de dilatation. Si cela est toutefois inévitable, prévoir une boucle de longueur proportionnée à la dilatation du joint. En service, le rayon intérieur minimal de la boucle ne doit jamais être inférieur à douze fois le diamètre extérieur du câble.
- h) Le fait qu'un câble soit conforme aux prescriptions de la CEI 60332-1 n'implique pas qu'une nappe de tels câbles se comportera nécessairement de façon identique. Cela est dû au fait que la propagation de la flamme le long d'une nappe de câbles dépend de nombreuses données, telles que
 - i) le volume de matériaux combustibles exposés au feu et à toute flamme qui peut être produite par la combustion des câbles;
 - ii) la configuration géométrique des câbles et leur rapport avec toute enveloppe;
 - iii) la température à laquelle il est possible que tout gaz dégagé par les câbles s'enflamme;
 - iv) la quantité de gaz combustibles dégagée par les câbles pour une certaine augmentation de température;
 - v) le volume d'air qui passe à travers l'installation des câbles;
 - vi) la constitution des câbles.

14 Short-circuit capacity

Cables and their insulated conductors should be capable of withstanding the mechanical and thermal effects of the maximum short-circuit current which can flow in any part of the circuit in which they are installed, taking into consideration not only the time/current characteristics of the circuit protective device, but also the peak value of the prospective short-circuit current during the first half-cycle.

SECTION 2 – INSTALLATIONS

15 Cable runs

- a) Cable runs should be selected so as to be as far as possible straight and accessible.
- b) In the construction of cable runs, account should be taken of the need for protection against destructive pests or rodents.
- c) Cables having insulating materials with different maximum permissible conductor temperature (see table 2) should not be bunched in a common clip, gland, conduit, trunking or duct.

Where this is impracticable, the cables should be so selected that no cable reaches a temperature higher than its rating.

- d) Cables having a protective covering which may damage the covering of more vulnerable cables should not be bunched with the latter in a common clip, gland, conduit, trunking or duct.
- e) Cables having a bare metallic sheath or braid or armour should be installed in such a way that galvanic corrosion by contact with other metals is prevented.
- f) Cable runs should be selected so as to avoid action from condensed moisture or drip. Cables should, as far as possible, be remote from sources of heat such as boilers, hot pipes, resistors, etc. and protected from avoidable risks of mechanical damage. Where installation of cables near sources of heat cannot be avoided, and where there is consequently a risk of damage to the cables by heat, suitable shields should be installed, or other precautions to avoid overheating should be taken, for example use of special ventilation, installation of heat insulation materials, or use of special heat-resisting cables.
- g) Cables should not be installed across expansion joints. If, however, it is unavoidable, a loop of cable having a length proportional to the expansion of the joint should be provided. The minimum internal radius of the loop during operation should never be less than twelve times the external diameter of the cable.
- h) It cannot be assumed that, because a cable or an insulated wire meets the requirements of IEC 60332-1, a bunch of similar cables or insulated wires will behave in a similar manner. This is because the propagation of flame along a bunch of cables depends on a number of features, such as
 - i) the volume of combustible material exposed to the fire and to any flame which may be produced by the combustion of the cables;
 - ii) the geometrical configuration of the cables and their relationship to any enclosure;
 - iii) the temperature at which it is possible to ignite any gases emitted from cables;
 - iv) the quantity of combustible gas released from the cables for a given temperature rise;
 - v) the volume of air passing through the cable installation;
 - vi) the construction of the cables.

Tout ce qui précède suppose que les câbles peuvent être enflammés lorsqu'ils sont impliqués dans un incendie extérieur et protégés contre tout dommage mécanique pouvant survenir sur les lieux de leur installation au cours de l'incendie.

- i) Pour les matériels électriques essentiels pour lesquels on exige au moins deux sources d'alimentation (par exemple appareils à gouverner), les câbles d'alimentation et les câbles de commande associés doivent emprunter des trajets distincts et éloignés l'un de l'autre, à la fois verticalement et horizontalement, dans toute la mesure possible.

Dans le cas d'équipement électrique essentiel dédoublé, les câbles d'alimentation et tous les câbles de commande associés doivent emprunter des trajets distincts et éloignés les uns des autres, à la fois verticalement et horizontalement, dans toute la mesure possible.

NOTE 1 – Les systèmes qui peuvent opérer comme secours pour les services essentiels, tels qu'un télégraphe pour les salles des machines avec un système de contrôle de la passerelle machine, de ce point de vue, être considérés de la même manière.

NOTE 2 – Lorsque le tableau de distribution principal est placé dans un compartiment séparé et enfermé, tel qu'une chambre de contrôle des moteurs, cet article ne se réfère pas au matériel et aux câbles installés dans ce compartiment.

- j) Lorsqu'il est prescrit de partager le navire en zones pare-feu (comme c'est généralement le cas pour les navires à passagers), le parcours des canalisations électriques doit être disposé de sorte qu'un incendie survenant dans une tranche verticale principale ne puisse perturber les services essentiels de toute autre tranche. Cette condition est satisfaite quand les câbles principaux et les câbles de secours posés dans chaque tranche sont éloignés, verticalement et horizontalement, le plus possible.

- k) Les câbles ou conducteurs isolés des circuits essentiels ou de secours servant à la distribution d'énergie, à l'éclairage, à la transmission ou à la signalisation intérieure doivent être autant que possible acheminés en dehors des cambuses, des blanchisseries, des salles des machines et de leurs coffrages, ainsi que de toute zone à risques d'incendie élevés, sauf si ces câbles alimentent des matériels installés dans ces endroits. Ces câbles sont, si possible, posés de manière à éviter qu'ils ne soient mis hors service par l'échauffement des cloisons causé par un incendie éventuel dans une zone voisine, en tenant compte du risque d'incendie qui existe dans les emménagements.

Lorsqu'il est essentiel qu'un circuit fonctionne pendant quelque temps durant un incendie et qu'il est inévitable de faire passer le câble de ce circuit à travers une zone à haut risque d'incendie (voir note), le câble doit être d'un type qui puisse subir avec succès l'essai défini dans la CEI 60331 ou être protégé d'une façon convenable contre l'exposition directe au feu, et protégé mécaniquement contre les dommages pouvant survenir sur les lieux de son installation.

NOTE – Il faut inclure les espaces de machines de catégorie A selon la Convention SOLAS 1974 et ses amendements, ainsi que leurs tambours-machines, leurs cuisines et leurs buanderies parmi les zones à haut risque d'incendie.

Les câbles en faisceaux servant à l'alimentation en énergie essentielle ou de secours, à l'éclairage, aux communications internes ou aux signaux, qui passent à travers des cuisines, des buanderies, des espaces de machines de catégorie A et leurs tambours-machines et autres zones à haut risque d'incendie, doivent être conformes aux prescriptions de l'article 3, point c), et doivent de plus être:

- d'un type résistant au feu conformément à la CEI 60331, et
- d'un type non propagateur de la flamme, conformément à la catégorie A de la CEI 60332-3, et
- protégés mécaniquement contre les accidents pouvant survenir sur les lieux de leur installation, à moins que leur parcours ne soit distinct de tels espaces ou de telles zones.

- l) les traversées des câbles doivent être disposées de façon à maintenir la résistance à l'incendie des compartiments des navires.

- m) les câbles en nappes doivent être installés de façon à ne pas altérer leurs propriétés d'origine retardant la flamme, selon les prescriptions de l'article 3, point c).

On considère que cette prescription est satisfaite lorsque les câbles de la nappe sont conformes aux prescriptions de l'essai de la CEI 60332-3, catégorie A/F.

NOTE – Des essais supplémentaires concernant d'autres aspects du comportement au feu tels que l'émission de fumées et le dégagement d'acides non disponibles (voir la CEI 61034-1, la CEI 61034-2, la CEI 60754-1 et la CEI 60754-2).

All of the foregoing assume that cables are able to be ignited when involved in an external fire, and protected against mechanical damage which may occur on the site of their installation during the fire.

- i) In the case of essential electrical equipment for which it is mandatory to have at least two supplies, for example steering gear installations, the supply and any associated control cables should follow different routes, which should be separated both vertically and horizontally as far as practicable.

In the case of duplicated essential electrical equipment, the supply and any associated control cables shall follow different ways, which shall be separated both vertically and horizontally as far as practicable.

NOTE 1 – Systems which could operate as each other's stand-by for an essential function, such as an engine-room telegraph together with an engine bridge control system, should in this respect be dealt with likewise.

NOTE 2 – When the main switchboard is located in a separate and enclosed compartment, such as an engine controlroom, this clause is not applicable to the equipment and cables installed in this compartment.

- j) Where it is required to divide a ship into fire zones (such as is generally the case on passenger ships), cable runs should be so arranged that a fire in any main vertical fire zone will not interfere with essential services in any other such zone. This will be met if main and emergency cables passing through any zone are separated both vertically and horizontally as widely as is practicable.

- k) Cables and wiring serving essential or emergency power, lighting, internal communications or signals should so far as practicable be routed clear of galleys, laundries, machinery spaces and their casings and other high fire risk areas, except for supplying equipment in those spaces. Where possible, they should be run in such a manner as to preclude their being rendered unserviceable by heating of the bulkheads that may be caused by a fire in an adjacent space taking into account the fire risk existing in accommodation spaces.

When it is essential that a circuit shall function for some time during a fire and it is unavoidable to carry the cable for such a circuit through a high fire risk area (see note), the cable is to be of a type capable of passing the test defined in IEC 60331, or adequately protected against direct exposure to the fire, and mechanically protected against damage which may occur on the site of its installation.

NOTE – Machinery spaces of category A according to SOLAS Convention 1974 and its amendments, and their casings, galleys and laundries are to be included among high fire risk areas.

Cables in cable bunches serving essential or emergency power, lighting, internal communications or signals, which pass through galleys, laundries, machinery spaces of category A and their casings and other high fire risk areas, shall be as required in clause 3, item c) and in addition be:

- of a fire resisting type according to IEC 60331, and
- of a non fire propagating type according to category A of IEC 60332-3, and
- mechanically protected against casualties which may occur on the site of their installation, unless they are routed clear of such spaces or areas.

- l) Cable penetrations shall be so arranged as to maintain the fire integrity of the ship compartments.

- m) Cables in cable bunches shall be installed so as not to impair their original flame retarding properties, as required in clause 3, item c).

This requirement is considered satisfied when cables of the bunch comply with the requirements of the test of IEC 60332-3, category A/F.

NOTE – Further tests on other important aspects of fire performance such as smoke emission and acid evolution are available (see IEC 61034-1, IEC 61034-2, IEC 60754-1 and IEC 60754-2).

Lorsqu'on emploie des câbles qui réussissent aucun des essais de la CEI 60332-3, on peut adopter la méthode d'installation suivante, pourvu

- que ces câbles subissent avec succès l'essai de la CEI 60332-1, et
- que les barrières coupe-feu satisfassent aux prescriptions de l'essai concerné.

NOTE – Un tel essai est à l'étude.

m)

a) pour les parcours verticaux dans des espaces enfermés ou demi-enfermés, des barrières coupe-feu doivent être disposées;

- au moins tous les deux niveaux de pont, et avec une distance n'excédant pas sensiblement 6 m, à moins qu'elles ne soient installées dans des gaines totalement enfermées;
- aux tableaux de commande principaux et de secours;
- là où les câbles entrent dans une chambre de contrôle des moteurs;
- aux panneaux de contrôle centralisés pour les machines de propulsion et les auxiliaires essentiels;
- à l'entrée des gaines de câble.

m)

b) Pour le parcours de câbles horizontaux dans des zones enfermées ou demi-enfermées, les barrières coupe-feu doivent être disposées comme spécifié au point a) ci-dessus. La distance maximale peut être portée à 14 m.

Les barrières coupe-feu selon les points a) et b) ci-dessus doivent être:

i) pour les parcours de câbles verticaux dans des gaines non totalement enfermées:

- une traversée de câbles installée dans une plaque d'acier d'au moins 3 mm d'épaisseur couvrant toute la section droite de la gaine,
- en variante, on peut employer un type autorisé de revêtement de protection contre la flamme, appliqué à toute la longueur du parcours.

ii) pour les parcours de câbles verticaux ouverts:

- une traversée de câbles installée dans une plaque d'acier comme au point 1), mais la plaque doit s'étendre tout autour sur une largeur double de la plus grande dimension du chemin de câbles, sans qu'il soit nécessaire de déborder sur les cloisons ou les faces continues des gaines;
- en variante, on peut employer un type autorisé de revêtement de protection contre la flamme, appliqué à toute la longueur du parcours.

iii) pour les parcours de câbles horizontaux ouverts:

- une traversée de câbles installée dans une plaque d'acier comme au point 1), mais la plaque doit s'étendre tout autour sur une largeur double de la plus grande dimension du chemin de câbles, sans qu'il soit nécessaire de déborder sur les plafonds, les cloisons, les ponts ou les faces continues des gaines;
- en variante, on peut employer un type autorisé de revêtement de protection contre la flamme, appliqué au moins à 1 m de longueur du parcours du câble.

NOTE 1 – Le mode opératoire pour essayer de tels revêtements de protection est à l'étude.

NOTE 2 – Lorsque les câbles sont protégés par un revêtement protecteur contre le feu, il convient de considérer son effet sur la température de service du câble.

m)

c) Dans les cales et les passages sous les ponts de la zone de cargaison, les barrières coupe-feu ne sont nécessaires qu'aux limites de compartiment.

La prévention des dégâts causés aux câbles par les incendies exige une attention particulière à la protection des parcours suivis par les câbles principaux alimentant les circuits essentiels, comme ceux qui vont, par exemple, des salles des machines à la passerelle de navigation.

When cables are used which do not pass any of the tests of IEC 60332-3, the following method of installation may be adopted, provided that the cables

- pass the test of IEC 60332-1
- the fire stops comply with the requirements of the relevant test.

NOTE – Such a test is under consideration.

m)

a) For vertical cable runs in enclosed or semi-enclosed spaces, fire stops shall be arranged:

- at least, alternate deck levels, and with a maximum distance not significantly in excess of 6 m, unless installed in totally enclosed cable trunks;
- at the main and emergency switchboards;
- where cables enter into an engine control room;
- at centralized control panels for propulsion machinery and essential auxiliaries,
- at the entrance to cable trunks.

m)

b) For horizontal cable runs in enclosed or semi-enclosed spaces, fire stops shall be as specified in item a) above. The maximum distance may be increased to 14 m.

The fire stops according to items a) and b) above shall be:

i) for vertical cable runs in not totally enclosed trunks:

- a cable penetration installed in a steel plate of at least 3 mm thickness covering the whole cross-section of the trunk;
- alternatively, a recognized type of fire protective coating applied to the entire run length may be used.

ii) for open vertical cable runs:

- a cable penetration installed in a steel plate as for item 1), but the plate extending all around to twice the largest dimension of the cable run but not necessarily extending through bulkheads or solid sides of trunks;
- alternatively, a recognized type of fire protective coating applied to the entire run length may be used.

iii) for open horizontal cable runs:

- a cable penetration installed in a steel plate as for item 1), but the plate extending all around to twice the largest dimension of the cable run though not necessarily extending through ceilings, decks, bulkheads or solid sides of trunks;
- alternatively, a recognized type of fire protective coating, applied to at least a 1 m length of the cable run.

NOTE 1 – Test procedure for such fire protective coating is under consideration.

NOTE 2 – When cables are protected by fire protective coatings, the possible effect on the cable service temperature should be considered.

m)

c) In cargo holds and underneck passageways in the cargo area, fire stops need be fitted only at the boundaries of the compartment.

In respect of the prevention of fire damage to cables, special attention should be given to the protection of main cable routes for essential circuits as for example between machinery spaces and the navigation bridge area.

16 Mode de pose des câbles en fonction des perturbations électromagnétiques

Pour éviter dans toute la mesure possible l'influence des perturbations électromagnétiques parasites, on doit tenir compte des prescriptions de la CEI 60533.

Ces prescriptions peuvent présenter une importance toute particulière pour la pose des câbles au voisinage des installations radioélectriques, ainsi que pour la pose des câbles relatifs à des systèmes électroniques de commande et de surveillance sensibles aux parasites.

17 Protection mécanique

- a) Dans le cas de risque d'endommagement mécanique, les câbles doivent être enfermés dans des conduits ou protégés par des enveloppes, sauf si le revêtement protecteur (armure ou gaine, par exemple) peut donner une protection mécanique suffisante.
- b) Dans le cas de risque d'endommagement mécanique, particulièrement élevé, par exemple dans les cales, les magasins, les soutes, etc., les câbles doivent être protégés par des conduits ou des enveloppes d'acier, même s'ils sont armés, si les éléments structurels du navire ou les éléments fixés aux structures n'assurent pas une protection suffisante.
- c) Les enveloppes métalliques destinées à la protection mécanique des câbles doivent être efficacement protégées contre la corrosion.

18 Mise à la masse des gaines métalliques et des revêtements de protection mécanique des câbles

- a) Tous les revêtements métalliques des câbles doivent être reliés électriquement aux deux extrémités à la coque métallique du navire, sauf dans la mesure où s'appliquent les dispositions données au point a) de l'article 28. Un point de masse unique (côté alimentation) est admis pour les sous-circuits terminaux et pour certaines installations particulières (câbles de commande et d'instrumentation, câbles à isolement minéral, circuits à sécurité intrinsèque, circuits centraux, etc.) en fonction, le cas échéant, de motifs techniques ou de sécurité.
- b) Les connexions de masse doivent être effectuées avec des conducteurs dont la section (voir la CEI 60092-401) est proportionnelle aux courants admissibles dans ces conducteurs ou par des moyens équivalents comme des brides métalliques serrées sur l'enveloppe métallique du câble et reliées au métal de la coque du navire.
Le revêtement métallique des câbles peut être mis à la masse au moyen de passages étanches prévus à cet effet et conçus de manière à assurer une connexion de masse efficace.
Ces passages de câbles doivent être solidement fixés à une pièce métallique mise à la masse conformément à la présente norme, tout en assurant un contact électrique efficace avec la pièce.
- c) La continuité électrique de tous les revêtements métalliques doit être assurée sur toute la longueur du câble, et en particulier aux jonctions et aux dérivations.
- d) Le plomb de gainage de câbles ne doit jamais être utilisé tout seul pour mettre à la masse des parties normalement non parcourues par un courant (voir la CEI 60092-401).
- e) Les coffrages, tuyauteries, conduits et goulottes métalliques doivent être efficacement reliés à la masse.

19 Rayons de courbure

Le rayon de courbure intérieur pour l'installation d'un câble doit être choisi en fonction du type de câble suivant les recommandations du fabricant. Sa valeur ne doit pas être inférieure aux valeurs données dans le tableau 3.

16 Cable installation methods in relation to electromagnetic interference

In order to avoid as much as possible the effects of unwanted electromagnetic interference, attention should be given to IEC 60533.

This might be of particular importance for the installation of cables in the vicinity of radio equipment and for the installation of cables belonging to sensitive electronic control and monitoring systems.

17 Mechanical protection

- a) In situations where there could be a risk of mechanical damage, cables should be enclosed in suitable conduits or casings, unless the cable covering (for example armour or sheath) provides adequate mechanical protection.
- b) In situations where there would be an exceptional risk of mechanical damage, for example in holds, storage spaces, cargo spaces, etc., cables should be protected by steel casing, trunking or conduits, even when armoured, if the ship's structure or attached parts do not afford sufficient protection for the cables.
- c) Metal casing used for mechanical protection of cables should be efficiently protected against corrosion.

18 Earthing of metal coverings and of mechanical protection of cables

- a) All metal coverings of cables should be electrically connected to the metal hull of the ship at both ends except in so far as the provisions given in item a) of clause 28 apply. Single-point earthing is admitted for final sub-circuits (at the supply end) and in those installations (control and instrumentation cables, mineral insulated cables, intrinsically safe circuits, control circuits, etc.) where it is required for technical or security reasons, if any.
- b) Earthing connections should be carried out with conductors having cross-sectional areas (see IEC 60092-401) related to the current ratings of the cables, or by equivalent means, such as metal clamps gripping the metal covering of the cable and connected to the metal hull of the ship.

The metal covering of cables may be earthed by means of glands intended for the purpose and so designed as to ensure an effective earth connection.

The glands should be firmly attached to, and in effective electrical contact with, a metal structure earthed in accordance with this standard.

- c) The electrical continuity of all metal coverings throughout the length of the cables, particularly at joints and lappings, should be ensured.
- d) The lead of lead-sheathed cables should never be used as the sole means of earthing non current-carrying parts (see IEC 60092-401).
- e) Metal casings, pipes and conduits or trunking should be effectively earthed.

19 Radius of bend

The internal radius of bend for the installation of cables should be chosen according to the type of cable as recommended by the manufacturer and should not be less than the values given in table 3.

Tableau 3 – Rayons de courbure

1	2	3	4
Type d'exécution du câble		Diamètre extérieur du câble (D)	Valeur minimale du rayon de courbure intérieur
Enveloppe isolante	Revêtement externe		
Thermoplastique et élastomérique	Gaine métallique avec armure ou tresse	Quelconque	$6 D$
	Autres types de revêtement	≤ 25 mm > 25 mm	$4 D$ $6 D$
Isolant minéral	Gaine en métal dur	Quelconque	$6 D$

20 Fixation

- a) A l'exception des câbles pour les appareils portatifs et des câbles posés sous tube, conduit, goulotte ou moulure spéciale, les câbles doivent être fixés par des brides, colliers ou rubans de matériau approprié, retardant la propagation de la flamme, de surface et de forme propres à maintenir les câbles serrés sans que leur revêtement soit endommagé.
- b) Les espacements entre supports doivent être convenablement choisis selon la nature du câble et les possibilités de vibrations. Ils ne doivent pas dépasser 40 cm. Quand les câbles sont posés horizontalement sur des chemins de câbles, des étriers de suspension indépendants ou des échelles, la distance entre points de fixation peut atteindre 90 cm, à condition que les supports aient l'espacement maximal spécifié ci-dessus. Cette exemption ne s'applique pas aux parcours des câbles sur des ponts exposés aux intempéries, quand ces câbles sont installés de manière à subir les paquets de mer balayant le pont.

NOTE – Le système de fixation des câbles unipolaires est conçu de manière à tenir compte des effets des forces électrodynamiques résultant de courts-circuits éventuels (article 27).

Les espacements indiqués ci-dessus entre supports de câbles peuvent ne pas convenir à ces câbles.

- c) Les supports et accessoires correspondants doivent être robustes et être réalisés en matériaux résistant à la corrosion ou être convenablement traités à cet effet avant montage.
- d) On peut utiliser, pour la fixation, des colliers de matériau non métallique (polyamide, polychlorure de vinyle, etc.). Les prescriptions concernant les caractéristiques du matériau sont à l'étude.
- e) Quand les câbles sont fixés par des colliers du type mentionné au point d) et qu'ils ne sont pas posés sur des chemins de câbles ou des supports horizontaux, il convient d'ajouter à intervalles réguliers (tous les 1 à 2 m, par exemple) des colliers ou des brides métalliques appropriés autour des câbles pour éviter qu'ils ne se détachent en cas d'incendie. Cela s'applique aussi à la fixation des tubes ou conduits non métalliques.

NOTE – Le point e) ne s'applique pas nécessairement aux câbles de faible diamètre posés seuls ou en petit faisceau pour connecter un appareil d'éclairage, un transducteur d'alarme, etc.

21 Traversée des cloisons et des ponts

- a) Les traversées des cloisons et des ponts étanches doivent elles-mêmes être étanches. On peut utiliser à cette fin, soit des presse-étoupe individuels, soit des boîtes admettant plusieurs câbles et remplies d'un mastic retardant la propagation de la flamme. Quel que soit le type de câble utilisé, les presse-étoupe ou les boîtes et leurs remplissages doivent être conçus pour que l'ensemble satisfasse à un essai d'étanchéité*.

NOTE – Il convient de choisir soigneusement la matière de remplissage pour éviter d'endommager les câbles (par exemple par une température élevée lors du versement du mélange, par une réaction chimique, etc.).

- b) Les câbles traversant les ponts doivent être protégés jusqu'à une hauteur convenable au-dessus de ceux-ci.

* Cet essai est à l'étude.

Table 3 – Bending radii

1	2	3	4
Cable construction		Overall diameter of cable (D)	Minimum internal bending radius
Insulation	Outer covering		
Thermoplastic and elastomeric	Metal sheathed armoured and braided	Any	$6 D$
	Other finishes	≤ 25 mm > 25 mm	$4 D$ $6 D$
Mineral	Hard metal sheathed	Any	$6 D$

20 Fixing

- a) With the exception of cables for portable appliances and of those installed in pipes, conduits, trunkings or special casings, cables should be fixed by means of clips, saddles or straps of suitable flame-retardant material, and having a surface area so large and shaped that the cables remain tight without their coverings being damaged.
- b) The distances between supports should be suitably chosen according to the type of cable and the probability of vibration, and should not exceed 40 cm; for a horizontal cable run where the cables are laid on cable supports in the form of tray plates, separate support brackets or hanger ladders, the spacing between the fixing points may be up to 90 cm, provided that there are supports with maximum spacing as specified above. This exemption should not apply to cable runs along weather decks, when the cable run is arranged so that the cables can be subjected to forces by water washing over the deck.

NOTE – When designing a cable support system for single-core cables consideration should also be given to the effects of electrodynamic forces developing on the occurrence of a short-circuit (clause 27).

The above-given distances between cable supports are not necessarily adequate for these cables.

- c) The supports and the corresponding accessories, should be robust and should be of corrosion-resistant material or suitably treated before erection to resist corrosion.
- d) Cable clips or straps made from a material other than metal (such as polyamide, PVC, etc.) may be used. Requirements concerning the characteristics of the material are under consideration.
- e) When cables are fixed by means of clips or straps referred in Item d) above and these cables are not laid on top of horizontal cable trays or cable supports, suitable metal cable clips or saddles should be added at regular distances (e.g. 1 m to 2 m) in order to prevent the release of cables during a fire. This also applies to the fixing of non-metallic conduits or pipes.

NOTE – Item e) does not necessarily apply in the case of cable runs with only one or a few cables with small diameters for the connection of a lighting fitting, alarm transducer, etc.

21 Cables penetrating bulkheads and decks

- a) Penetration of watertight decks and bulkheads should be effected in a watertight manner. Either individual stuffed glands or boxes containing several cables and filled with a flame-retardant packing may be used for this purpose. Whichever type of cable is used, the glands or boxes and the packing should be such that the assembly complies with a gland-watertightness test*.

NOTE – Care should be taken in choosing packings, to avoid cables being adversely affected (e.g. by high temperature arising from the pouring of the compound, chemical reaction, etc.).

- b) Cables passing through decks should be protected to a suitable height above the deck.

* This test is under consideration.

- c) Lorsque les câbles passent à travers des cloisons non étanches ou, de manière générale, par des ouvertures pratiquées dans les tôles d'acier de la structure du navire, ces ouvertures doivent être munies de traversées ou de passages, si cela est nécessaire pour éviter l'endommagement des câbles.

Le matériau des traversées ou passages qui convient pour cette application doit être choisi de manière à empêcher la corrosion et l'endommagement des câbles ou des matériaux structurels du navire.

- d) Les canalisations verticales prévues pour l'acheminement des câbles électriques doivent être réalisées de façon à interdire le passage du feu d'un entrepont, ou d'un compartiment, à l'autre.
- e) Les traversées de ponts ou de cloisons ayant un degré de résistance à l'incendie prescrit doivent être réalisées de manière à ne pas amoindrir ce degré de résistance.

22 Pose sous tube, conduit ou goulotte métallique

En cas de pose de câbles sous tube, conduit ou goulotte métallique, les précautions suivantes doivent être prises (voir aussi les points c) et d) de l'article 15 pour les câbles groupés).

- a) Les tubes, conduits ou goulottes doivent être parfaitement lisses intérieurement et protégés contre la corrosion.
- b) Tubes, conduits et goulottes doivent avoir des extrémités façonnées ou garnies de manière à ne pas endommager le revêtement des câbles.
- c) Les dimensions internes et les rayons de courbure des tubes, conduits et goulottes doivent permettre d'introduire et de retirer facilement les câbles prévus; les rayons de courbure ne doivent être inférieurs ni aux valeurs admises pour les câbles (voir article 19) ni, pour les tubes de diamètre supérieur à 63 mm, à deux fois le diamètre extérieur du tube.
- d) Tubes, conduits et goulottes doivent être mis efficacement à la masse.
- e) Tubes, conduits et goulottes doivent être disposés de manière que l'eau ne puisse s'accumuler à l'intérieur (compte tenu de condensation possible).
- f) Le facteur de remplissage (rapport de la somme des sections correspondant aux diamètres extérieurs des câbles à la section interne du tube, du conduit ou de la goulotte) ne doit pas être supérieur à 0,4.
- g) Si nécessaire, pratiquer des ouvertures de ventilation, de préférence aux points le plus haut et le plus bas, pour permettre à l'air de circuler et à l'eau de s'écouler sans s'accumuler à un endroit quelconque du tube, du conduit ou de la goulotte. Cela ne peut être réalisé qu'à condition de ne pas augmenter les risques d'incendie.
- h) Eviter de tirer des câbles sous plomb sans autre revêtement dans des tubes, conduits ou goulottes.
- i) Si l'on peut craindre une rupture du tube en raison de sa longueur, prévoir des joints d'expansion appropriés. Cela peut être le cas quand des câbles sous tube sont montés sur des ponts découverts.
- j) Quand les câbles doivent être tirés à l'intérieur de tubes, conduits ou goulottes, il convient d'installer des boîtes de tirage aux endroits appropriés pour éviter l'endommagement des câbles au cours de l'installation.

23 Pose sous tube, conduit, goulotte, moulure ou tambour-machine non métallique

Les câbles peuvent être posés sous tube, conduit, goulotte, moulure ou tambour-machine non métallique, en saillie ou encastrés sous des plafonds ou des panneaux, à condition de prendre les précautions suivantes:

- a) Tous les câbles et les conducteurs isolés doivent être du type «retardant la propagation de la flamme».

- c) If cables have to pass through non-watertight bulkheads and generally through holes drilled in sheets of structural steel, these holes should be fitted (if necessary in order to avoid damage to cables) with glands or bushings of any suitable material.

The choice of the materials used for glands and bushings should be such that there is no risk of corrosion or damage to the cables or to the ship's structural materials.

- d) Vertical trunking for electrical cables should be so constructed as not to afford passage of fire from one between-deck or compartment to another.
- e) Penetration of decks and bulkheads which are required to have some degree of fire integrity, should be so effected as to ensure that the required degree of fire integrity is not impaired.

22 Installation in metallic pipes or conduits or trunking

When cables are installed in metal tubes, conduits or trunking, the following precautions should be observed (see also items c) and d) of clause 15 for bunching of cables).

- a) The pipes, conduits or trunking should be suitably smooth on the interior and protected against corrosion.
- b) The pipes or conduits or trunking should have their ends shaped or bushed in such a way as not to damage the cable covering.
- c) The pipes or conduits or trunking should have such internal dimensions and radius of bend as will permit the easy drawing in and out of the cables which they are to contain: the internal radius of bend should be not less than those permitted for cables (see clause 19) and, for pipes exceeding 63 mm external diameter, not less than twice the external diameter of the pipe.
- d) Pipes, conduits and trunking should be effectively earthed.
- e) Pipes, conduits and trunking should be so arranged that water cannot accumulate inside them (account being taken of possible condensation).
- f) The space factor (ratio of the sum of the cross-sectional areas corresponding to the external diameters of the cables to the internal cross-sectional area of the pipe or conduit or trunking) should not be greater than 0,4.
- g) If necessary, ventilating openings should be provided, preferably at the highest and lowest points, so as to permit air circulation and to obviate the possibility of water accumulating at any part of the pipe, conduit or trunking run. This may be done only if the fire-risk will not be increased thereby.
- h) Drawing of lead-sheathed cables without any covering into tubes, conduits or trunking is to be avoided.
- i) If there is reason to fear that a tube may break because of its length, appropriate expansion joints should be provided. This might be the case when cable pipes are fitted along weatherdecks.
- j) Where cables are to be drawn into pipes or conduits or trunking, draw boxes should be installed where necessary in order to ensure that the cables are not damaged during installation.

23 Installation in non-metallic pipes, conduits, trunking, ducts or cappings and casings

Cables may be installed in non-metallic pipes, conduits, trunking, ducts or casings either on surface or concealed behind ceilings or panelling, provided the following precautions are observed:

- a) All cables or insulated wiring should be "flame-retardant".

- b) Si la fixation des moulures est effectuée par vis, celles-ci seront inoxydables et placées de manière à ne pas endommager les câbles. Ces moulures doivent être d'accès facile.
- c) Les tubes, conduits, goulottes, moulures ou tambours-machines non métalliques doivent être du type «retardant la propagation de la flamme», selon la CEI 60092-101 et fixés selon le point e) de l'article 20.

Il est nécessaire de garantir que le comportement des faisceaux des câbles par rapport à la propagation du feu ne soit pas amoindri d'une façon significative par l'emploi de tels tubes, conduits, goulottes, moulures ou tambours-machines non métalliques, ainsi que par des enduits ou d'autres revêtements non convenables (voir article 15).

- d) Si besoin est, maintenir les câbles par des colliers (article 20).
- e) Les précautions prescrites aux points c) et d) de l'article 15 seront également prises pour la pose sous tambours-machines non métalliques.

24 Installation dans les compartiments d'accumulateurs

Eviter, autant que possible, la pose de câbles dans les locaux réservés aux accumulateurs (voir la CEI 60092-401). Si, cependant, cette pose est nécessaire, les câbles doivent avoir un revêtement de protection résistant aux vapeurs corrosives dégagées par l'électrolyte; les passages de cloison doivent être étanches aux gaz.

25 Pose en chambre frigorifique

- a) Les câbles destinés à être posés en chambre frigorifique doivent comporter une gaine imperméable et être protégés contre les détériorations mécaniques. Les câbles isolés ou gainés de polychlorure de vinyle ne doivent pas être utilisés en chambre frigorifique à moins que les mélanges de polychlorure de vinyle employés ne soient appropriés aux basses températures prévues.

Si le matériau de l'armure n'est pas résistant à la corrosion, protéger cette armure de la corrosion par un revêtement résistant à l'humidité et aux basses températures.

- b) Les câbles posés en chambre frigorifique ne doivent pas être revêtus d'isolant thermique.

Les câbles à gaine de matière thermoplastique ou élastomérique extrudée peuvent être posés directement contre la paroi de la chambre. L'usage intempestif des câbles comme moyen de suspension doit être empêché à l'aide de gardes entourant les câbles.

On doit avoir soin d'éviter la possibilité de corrosion électrolytique si les parois de la chambre frigorifique sont d'aluminium.

- c) S'il faut que les câbles traversent l'isolation thermique des compartiments, la traversée doit se faire perpendiculairement dans des manchons munis de presse-étoupe dont le matériau est protégé contre l'oxydation.

26 Efforts de traction

Les câbles doivent être posés de manière à réduire au minimum les efforts de traction subis soit du fait de leur propre poids, soit pour toute autre cause*.

Ces précautions sont particulièrement importantes pour des câbles de faible section ou pour des câbles à parcours vertical, ou posés sous canalisation verticale. Ces câbles doivent être supportés de manière appropriée.

* Les efforts de traction maximaux admissibles exercés sur les conducteurs sont à l'étude.

- b) If the fixing of capping is by means of screws, they should be of non-rusting material arranged so as not to damage the cables. The capping should be readily accessible.
- c) Non-metallic pipes, conduits, trunkings, ducts or cappings and casings should be flame retardant in accordance with IEC 60092-101 and secured in accordance to Item e) of clause 20.

It is necessary to ensure that the fire propagation performance of cable bunches is not significantly impaired by the use of such pipes, conduits, trunkings, ducts or cappings and casings, as well as of unsuitable paints or other coatings (see clause 15).

- d) Cables should be fixed if necessary with clips as described in clause 20.
- e) The precautions recommended in items c) and d) of clause 15 should be observed also for installation in non-metallic casings.

24 Installation in battery compartments

Installation of cables in rooms assigned to batteries only should be avoided as far as possible (see IEC 60092-401). If, however, such an installation is necessary, the cables should have a protective covering resistant to the vapours developed by the electrolyte and the bulkhead penetration should be gas-tight.

25 Installation in refrigeration spaces

- a) Cables to be installed in refrigeration spaces should include an impervious sheath and should be protected against mechanical damage. Cables insulated or sheathed with PVC should not be used in refrigerated spaces unless the relevant PVC compounds are appropriate to the low temperature expected.

If the armour is made of non-corrosion-resisting material, it should be protected against corrosion by a moisture-resisting and low-temperature resisting covering.

- b) Cables installed in refrigeration spaces should not be covered by thermal insulation.

If a cable has thermoplastic or elastomeric extruded sheath, it may be placed directly on the face of the refrigeration chamber. The casual use of cables as a means of suspension should be obviated by the provision of guards surrounding the cables.

Care should be taken to avoid the possibility of electrolytic action if the refrigeration chamber has an aluminium facing.

- c) If the cables must pass through the thermal insulation of the compartments, they should do so at right angles, in tubes provided with entries of material protected against oxidation.

26 Tensile stress

Cables should be so installed that the tensile stress applied to them either by reason of their own weight or for any other reason, is minimized*.

These precautions are particularly important for cables of small cross-section and for cables on vertical runs, or in vertical pipes. These cables should be suitably supported.

* The maximum allowable mechanical stress on the conductors is under consideration.

27 Forces électrodynamiques

Pour assurer la protection contre les effets des forces électrodynamiques résultant de courts-circuits éventuels, on doit fixer solidement les câbles unipolaires sur des supports suffisamment robustes pour résister aux efforts correspondant aux valeurs atteintes par les courants présumés de court-circuit.

28 Précautions spéciales pour les câbles unipolaires parcourus par du courant alternatif

Les circuits en courant alternatif doivent être réalisés, dans la mesure du possible, avec des câbles bipolaires ou multipolaires. S'il est toutefois nécessaire d'employer des câbles unipolaires pour des courants admissibles supérieurs à 20 A, il convient de prendre les mesures suivantes:

- a) Utiliser des câbles sans armure, ou avec une armure amagnétique.
Pour éviter les retours de courant, l'écran métallique doit être mis à la masse en un seul point.
- b) Poser les conducteurs appartenant à un même circuit dans un même tube, un même conduit ou une même goulotte, ou bien réunir toutes les phases dans les mêmes colliers, à moins que ces derniers ne soient amagnétiques.
- c) Dans les installations monophasées, triphasées et triphasées avec neutre, les deux, trois ou quatre câbles unipolaires constituant les circuits doivent être autant que possible à pose jointive.
Dans tous les cas, la distance entre les revêtements externes de deux câbles adjacents ne doit pas être supérieure à un diamètre de câble.
- d) Lorsqu'il faut poser des câbles unipolaires pour des courants admissibles supérieurs à 250 A près de cloisons en acier, la distance entre câbles et cloison doit être supérieure ou égale à 50 mm, sauf si les câbles appartenant au même circuit alternatif sont disposés en trèfle.
- e) Ne pas utiliser de matériau magnétique pour séparer les conducteurs unipolaires d'un groupe de câbles. Lorsque des câbles traversent des plaques d'acier, tous les conducteurs d'un même circuit doivent passer ensemble à travers la plaque ou la traversée, celle-ci ne devant pas introduire de matériau magnétique entre les câbles. La distance des câbles aux pièces magnétiques voisines doit être supérieure ou égale à 75 mm, sauf si les câbles appartenant au même circuit alternatif sont disposés en trèfle.
- f) Pour équilibrer, dans la mesure du possible, les impédances des circuits triphasés de grande longueur composés de câbles unipolaires de section supérieure ou égale à 185 mm², les phases doivent être permutées, avec des intervalles de transposition inférieurs ou égaux à 15 m.

En variante, on peut disposer les câbles en trèfle.

Ces précautions ne sont cependant pas nécessaires quand la longueur du parcours est inférieure à 30 m.

- g) Dans les circuits comprenant plusieurs câbles unipolaires par phase, en parallèle, tous les câbles doivent suivre le même parcours et avoir la même section.

En outre, les câbles appartenant à une même phase doivent être alternés, dans la mesure du possible, avec ceux des autres phases afin d'éviter une répartition inégale du courant. Par exemple, pour deux câbles par phase, les dispositions correctes sont les suivantes:

27 Electrodynamic forces

In order to guard against the effects of electrodynamic forces developing on the occurrence of a short-circuit, single-core cables should be firmly fixed, using supports of strength adequate to withstand forces corresponding to the values of prospective short-circuit currents.

28 Special precautions for single-core cables for a.c. wiring

AC wiring should be carried out, as far as possible, in twin or multicore cables. When, however, it is necessary to use single-core cables for circuits rated in excess of 20 A, the following precautions should be observed:

- a) The cables should either be non-armoured or they should be armoured with non-magnetic material.

In order to avoid current loops the metallic screen should be earthed at one point only.

- b) Conductors belonging to the same circuit should be contained within the same pipe, conduit or trunking, or the clamps which fix them should include all the phases, unless they are made of non-magnetic material.
- c) In the installing of two, three or four single-core cables forming respectively single-phase circuits, three-phase circuits, or three-phase and neutral circuits, the cables should as far as possible be in contact with one another.

In every case, the distance measured between the external covering of two adjacent cables should not be greater than one cable diameter.

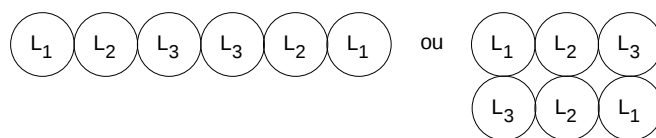
- d) When single-core cables having a current rating greater than 250 A must be installed near a steel bulkhead, the clearance between the cables and the bulkhead should be at least 50 mm, unless the cables belonging to the same a.c. circuit are installed in trefoil formation.
- e) Magnetic material should not be used between single-core cables of a group. Where cables pass through steel plates, all the conductors of the same circuit should pass through a plate or gland, so made that there is no magnetic material between the cables, and the clearance between the cables and the magnetic material should be not less than 75 mm, unless the cables belonging to the same a.c. circuit are installed in trefoil formation.
- f) In order to equalize to some degree the impedance of three-phase circuits of considerable length consisting of single-core cables of a conductor cross-section of 185 mm² or over, a transposition of the phases should be effected at intervals not exceeding 15 m.

Alternatively, the cables may be installed in trefoil formation.

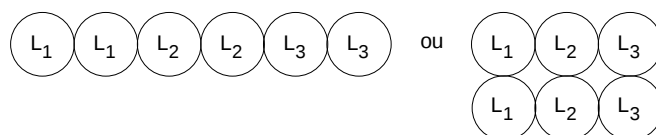
The above precautions are, however, not necessary when the length of the run is less than 30 m.

- g) In circuits involving several single-core cables in parallel per phase, all cables should follow the same route and have the same cross-sectional area.

Further, the cables pertaining to the same phase should be as far as practicable alternated with those of the other phases so that unequal division of the current is avoided. For instance, in case of two cables per phase, correct dispositions are:



et non pas



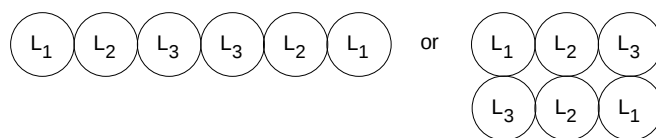
IEC 936/97

29 Extrémités des câbles

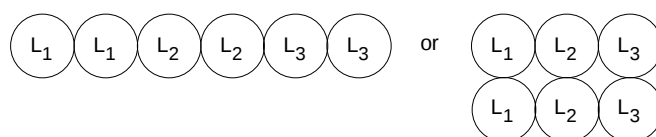
- Lorsqu'on n'utilise pas de bornes à serrage, les extrémités de toutes les âmes doivent être munies de cosses soudées ou serties d'une dimension permettant de contenir tous les brins de l'âme. Pour souder, ne pas utiliser de flux corrosifs (voir 6.14 de la CEI 60092-302).
- Les revêtements protecteurs doivent être retirés sur au moins 13 mm à partir de l'extrémité de l'isolation, sans dépasser toutefois la longueur nécessaire. Pour les câbles à isolement minéral, voir le point h).
- Les cosses et les bornes de raccordement doivent avoir des dimensions suffisantes pour que le courant maximal susceptible de les traverser n'entraîne pas d'échauffement nuisible pour l'isolation. De manière générale, la température ne doit pas dépasser la valeur admise pour l'isolation du câble.
- Pour les câbles pourvus d'une ceinture isolante supplémentaire sous la gaine protectrice, ajouter une isolation complémentaire aux endroits où l'isolation dénudée aux extrémités de chaque conducteur entre, ou risque d'entrer, en contact avec une partie métallique à la masse.
- La fixation des âmes dans les bornes de jonction et de dérivation doit pouvoir supporter les effets thermiques et mécaniques des courants de court-circuit.
- Les extrémités des câbles doivent porter un marquage permettant de les identifier, si cela est demandé.
- Les extrémités des câbles à isolant minéral doivent être préparées suivant les instructions des fabricants de ces câbles.
- Les extrémités des câbles dont l'isolation n'est pas conçue pour résister à l'humidité (à isolant minéral, par exemple) doivent être efficacement rendues étanches à l'entrée de celle-ci.

30 Jonctions et dérivations

- De manière générale, les parcours de câbles ne doivent pas comporter de jonction. S'il est nécessaire d'effectuer une jonction pour faire une réparation ou parce que le navire est construit par tranches, cette jonction doit assurer que la continuité électrique, le degré d'isolement, la robustesse et le degré de protection mécanique, la mise à la masse, les caractéristiques de résistance au feu et à la propagation de la flamme, ne sont pas inférieures aux caractéristiques prescrites pour les câbles.
- Les dérivations doivent être effectuées dans des boîtes appropriées et conçues pour que les âmes demeurent convenablement isolées et protégées des agents atmosphériques; elles doivent être munies de bornes ou de barres de dimensions appropriées aux courants admissibles assignés.
- Jonctions et dérivations doivent porter un marquage explicite permettant d'identifier les câbles et les conducteurs.



and not



IEC 436/97

29 Cable ends

- a) Where mechanical clamps are not used, the ends of all cable conductors should be fitted with soldering sockets or compression-type sockets of sufficient size to contain all the strands of the conductor. Where soldering is adopted, corrosive fluxes should not be used (see 6.14 of IEC 60092-302).
- b) All protective coverings should be removed for at least 13 mm from the ends of the insulation but not more than necessary. For mineral cables, see item h).
- c) Cable sockets and connecting terminals should be of such design and dimensions that the maximum current likely to flow through them will not produce heat which would be injurious to the insulation. In general, the temperature should not exceed that allowed for the cable in relation to the insulation.
- d) In the case of cables with a supplementary insulating belt beneath the protective sheath, at the ends where the belt has been removed, an additional insulation shall be added at the points where the insulation of each core enters, or may enter, into contact with earthed metal.
- e) The fixing of conductors in terminals at joints and at tappings should withstand the thermal and dynamic effects of short-circuit currents.
- f) When required, cable ends should be marked for identification.
- g) The ends of mineral-insulated cables should be prepared in accordance with the instructions issued by the manufacturers of these cables.
- h) Cables not having a moisture-resistant insulation (e.g. mineral-insulated) should have their ends effectively sealed against ingress of moisture.

30 Joints and lappings (branch circuits)

- a) Cable runs should not normally include joints. If, in the case of repair or sectional construction of the ship, a joint is necessary, the joint should be of such a type that electrical continuity, insulation, mechanical strength and protection, earthing and fire-resisting or flame-retardant characteristics are not less than those required for the cables.
- b) Tappings (branch circuits) should be made in suitable boxes, of such design that the conductors remain suitably insulated and protected from atmospheric action, and fitted with terminals or busbars of dimensions appropriate to the current rating.
- c) Joints and lappings should be clearly marked to identify the cable(s) and core(s).

31 Boîtes de raccordement

Ces pièces sous tension doivent être fixées sur un matériau résistant à l'usure, «retardant la propagation de la flamme», résistant à l'humidité et dont la rigidité diélectrique et la résistance d'isolement ont une valeur élevée en toutes circonstances.

Disposer les pièces sous tension de manière à réduire les risques de court-circuit entre conducteurs de polarité différente ou entre conducteurs et parties métalliques à la masse. Prévoir à cette fin des espacements suffisants ou des écrans de matériau isolant «retardant la propagation de la flamme».

Le matériau des boîtes de raccordement doit être «retardant la propagation de la flamme». Les boîtes de raccordement doivent porter un marquage explicite permettant d'identifier fonctions et tensions.

IEC NORM.COM Click to view the full PDF of IEC 60092-352:1997

31 Joint boxes

Live parts should be mounted on durable flame-retardant moisture-resistant material, of permanently high dielectric strength and high insulation resistance.

The live parts should be so arranged by suitable spacing or shielding with flame-retardant insulating material, that a short-circuit cannot readily occur between conductors of different polarity or between conductors and earthed metal.

Joint boxes should be made of flame-retardant material. Joint boxes should be clearly identified defining their function and voltage.

IECNORM.COM Click to view the full PDF of IEC 60092-352:1997

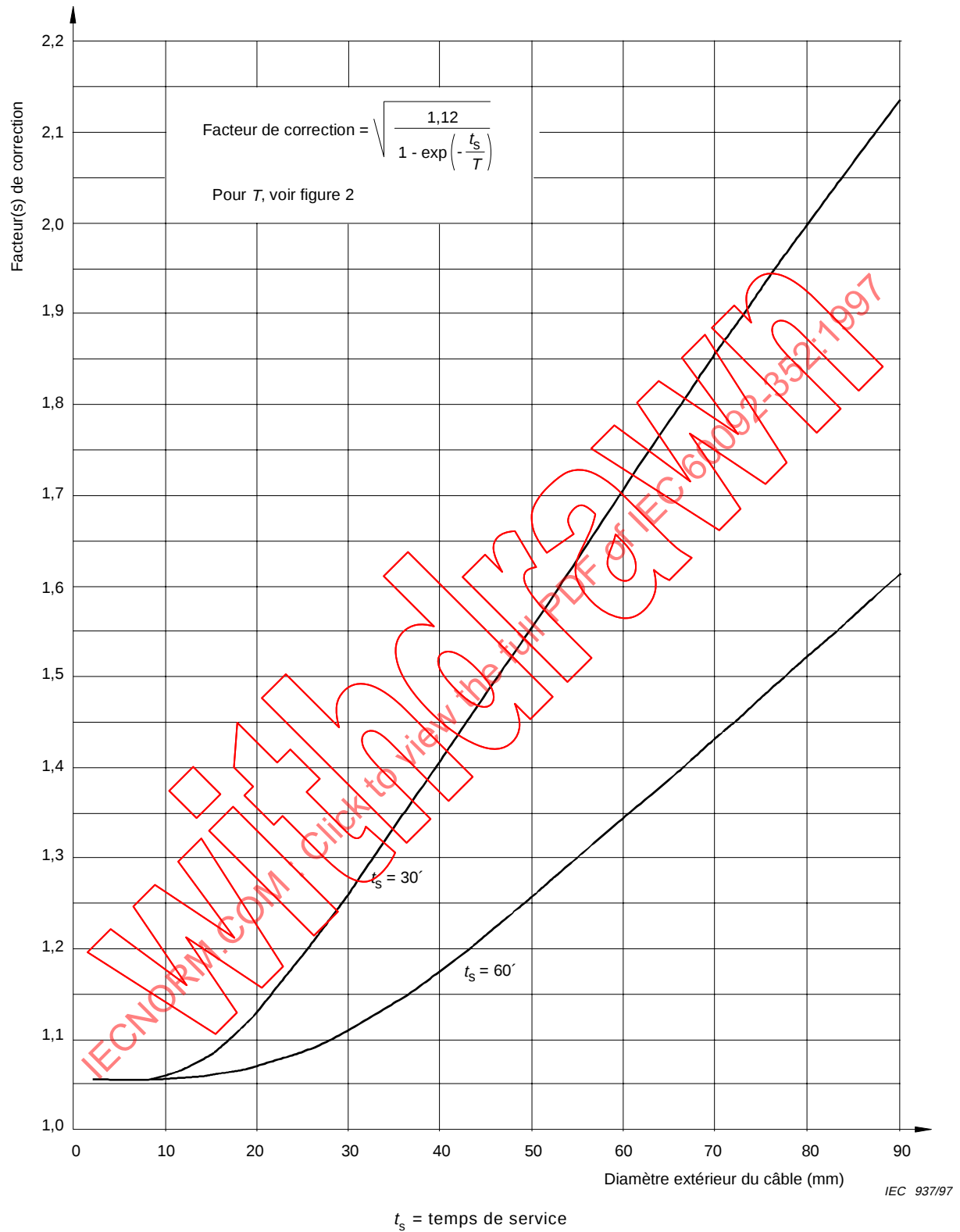
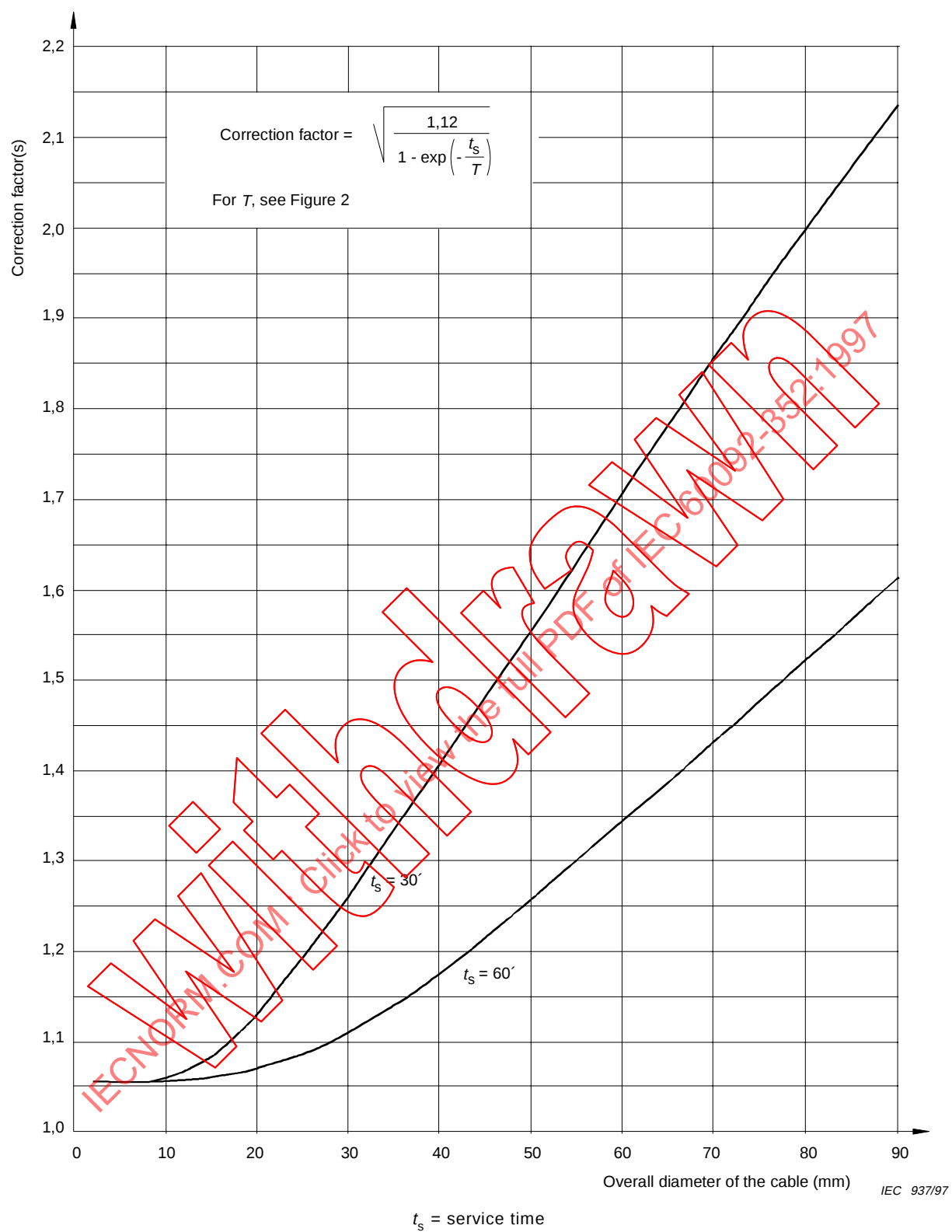


Figure 1 – Facteur de correction pour service d'une demi-heure et d'une heure

**Figure 1 – Correction factors for half-hour and one-hour service**

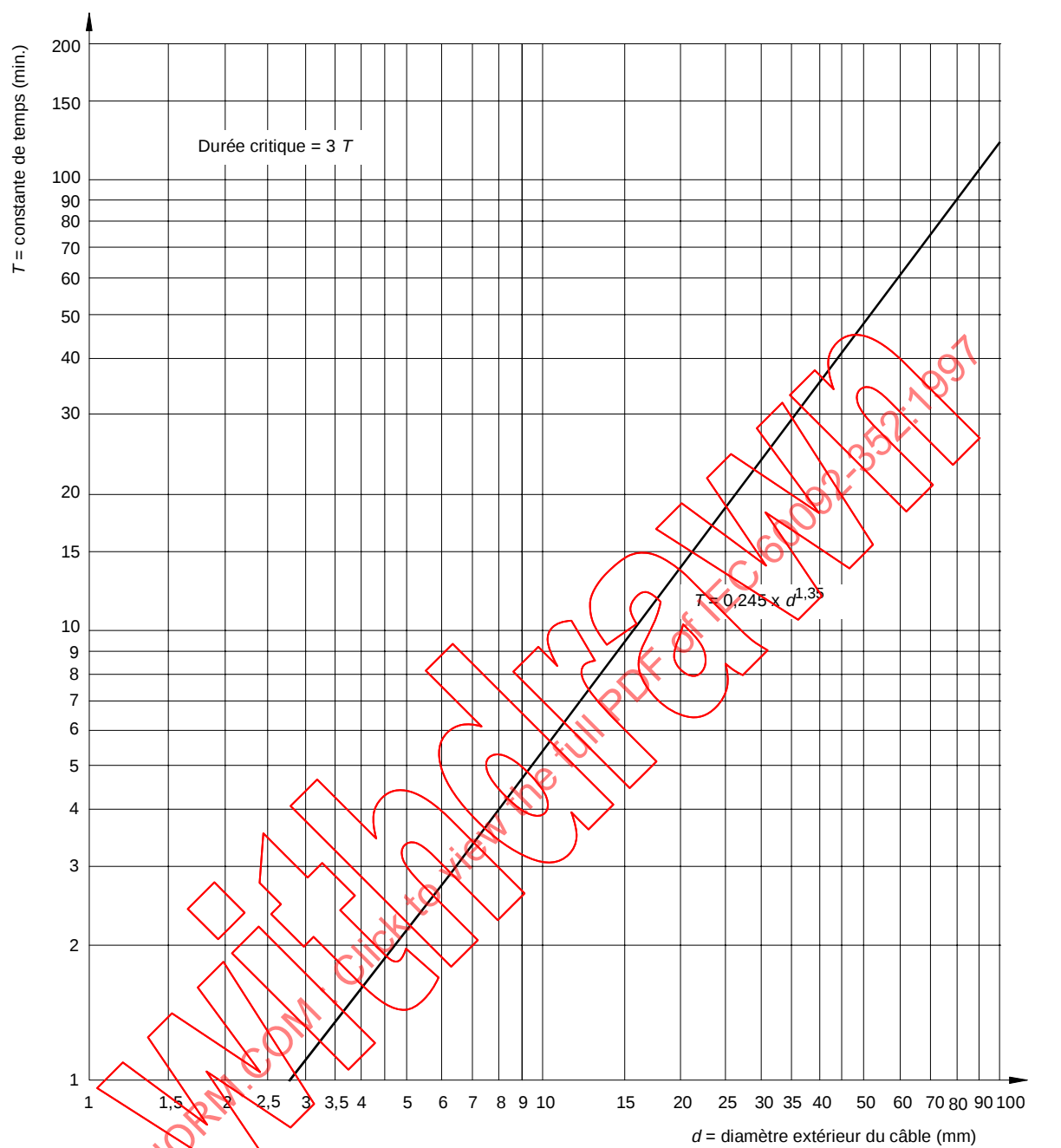


Figure 2 – Constante de temps des câbles

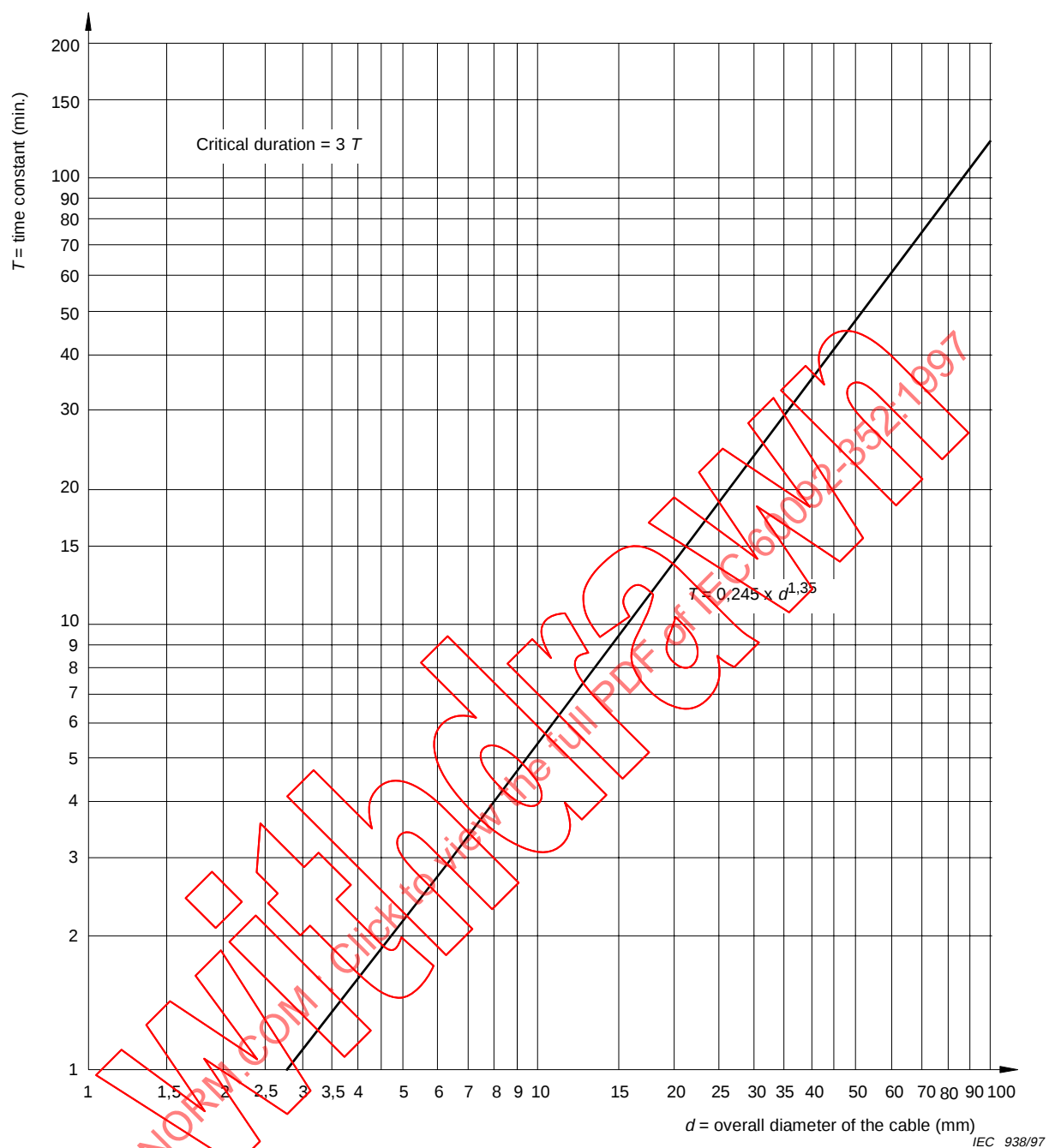
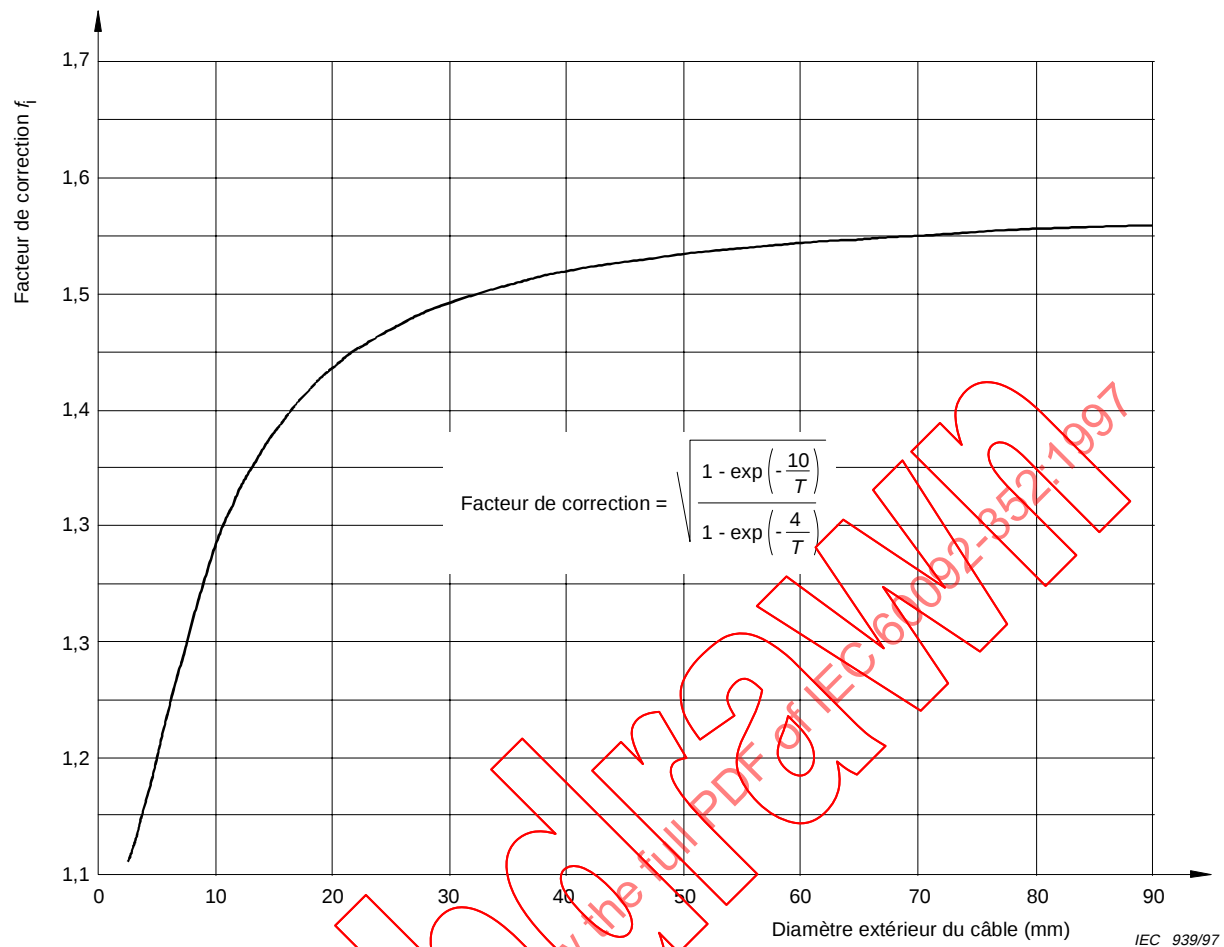


Figure 2 – Time constant of cables



Période des intermittences = 10 min.

Facteur de marche = 40 %

Figure 3 – Facteur de correction pour service intermittent

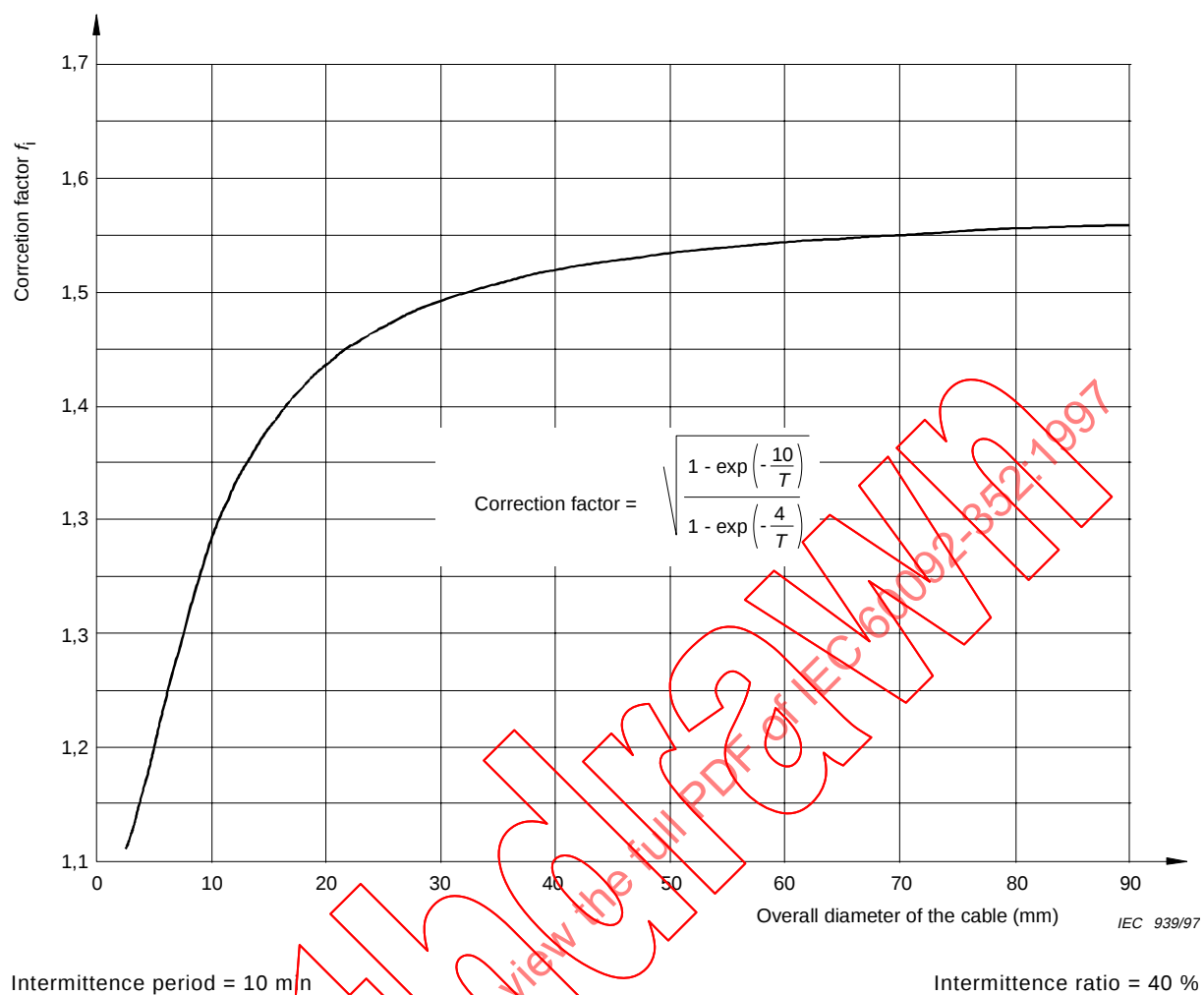
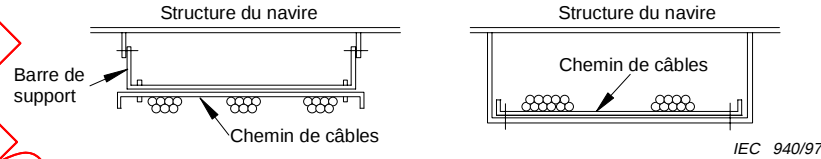
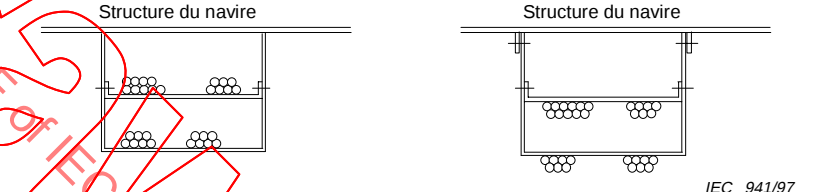
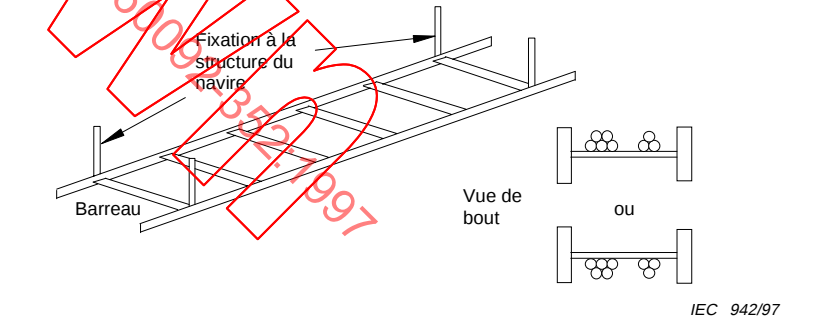


Figure 3 – Correction factor for intermittent service

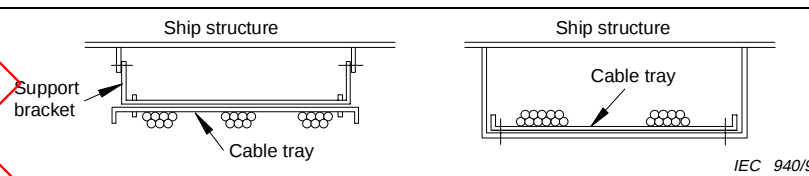
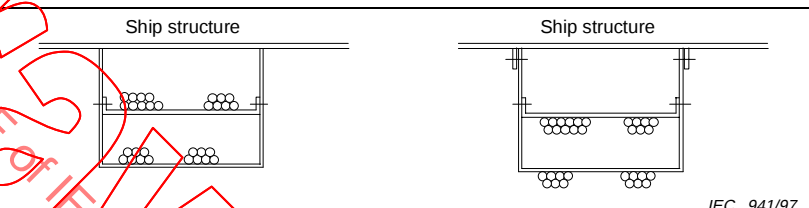
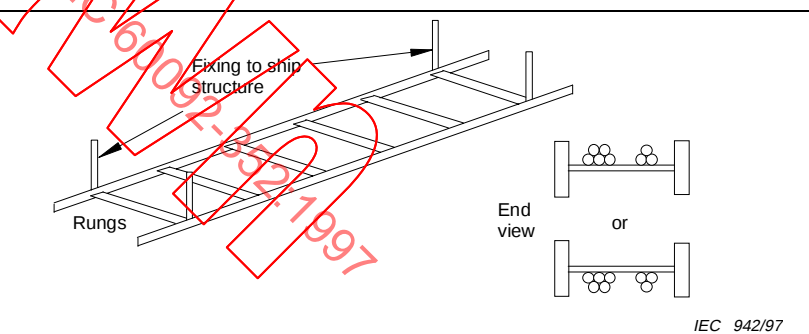
Annexe A (normative)

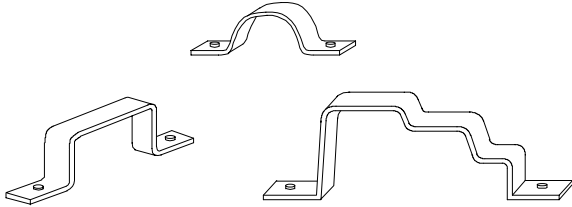
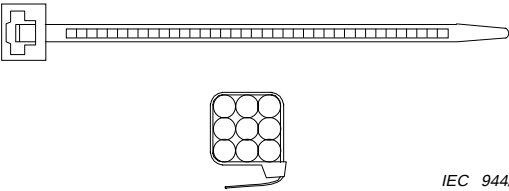
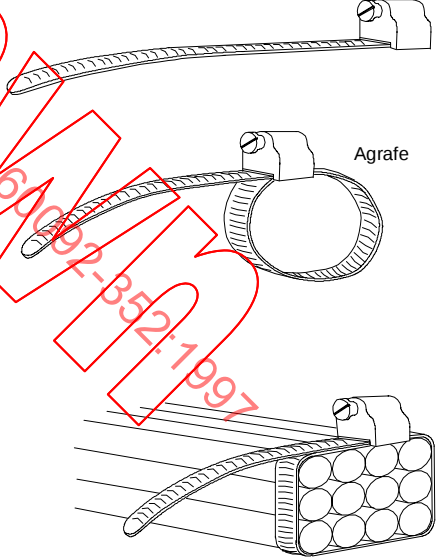
Terminologie

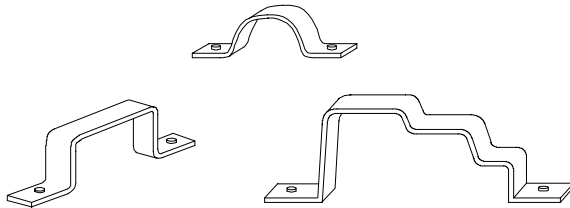
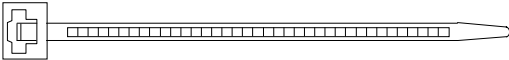
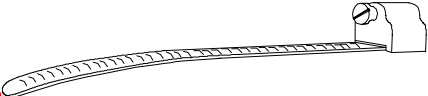
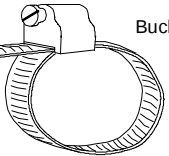
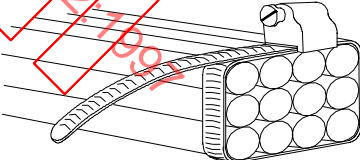
Terme	Matériaux	Description	
Trajet de câble		Espace prévu sur un navire pour l'installation des câbles	
Techniques de pose des câbles		Il existe des méthodes variées qui dépendent du type de navire, des usages des chantiers, etc.	
Châssis porte-câble		Terme utilisé à terre pour désigner une méthode particulière d'installation des câbles	
Chemins de câbles	Plastique, métal	Plaque perforée qui est supportée par la structure du navire. Les câbles sont posés sur le chemin de câble ou accrochés en dessous.	 IEC 940/97
Etriers de suspension	Métal	Dans ce système, les câbles sont posés sur les étriers qui sont fixés ou boulonnés sur la structure du navire. En variante, ils peuvent être attachés en dessous des étriers.	 IEC 941/97
Echelle (à câble) ou support en échelle	Métal	Dans ce système, l'échelle est constituée de barres métalliques plates et est habituellement fournie en longueurs normales. Les câbles sont soit posés sur les barreaux, soit attachés en dessous de ceux-ci.	 IEC 942/97

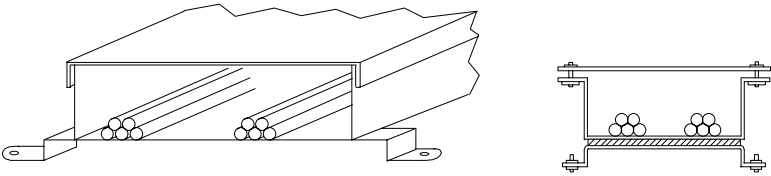
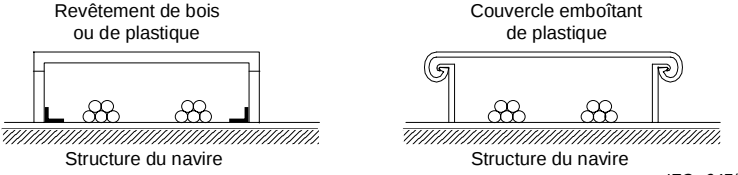
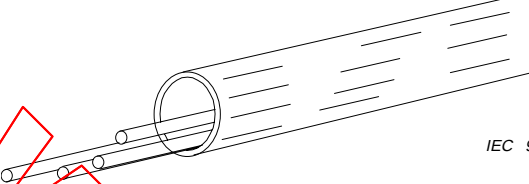
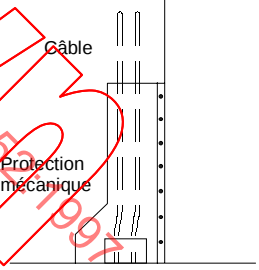
Annex A (normative)

Terminology

Term	Material	Description	
Cable way		Space allocated on a vessel for cable installation	
Cable support techniques		A variety of methods exist and are dependent upon the type of vessel, yard installation practices, etc.	
Cable racks		Land term used to describe a particular method of cable installation	
Cable tray	Plastic, metal	Perforated cable plate which is supported from ship structure. Cables are laid on top of the plate or supported below the cable tray	
Cable hanger	Metal	In this system the cables are laid on top of the cable hangers which are attached or bolted to ship structure. Alternatively the cables are supported below the hanger	
Ladder rack	Metal	In this system the ladder is constructed from flat section metal bars and is usually available in standard lengths. The ladder is attached to the ships' structure. Cables are either laid on top of the ladder rungs or attached to the rungs	

Terme	Matériaux	Description	
Collier	Plastique, métal	Généralement préformés, ils sont utilisés pour maintenir les câbles sur les chemins de câbles, les échelles à câbles ou les étriers de suspension	 IEC 943/97
Collier (souple)	Plastique	Une grande variété de colliers souples est disponible. Presque tous fonctionnent suivant le même principe. Le collier est muni d'une ouverture dans laquelle on passe l'extrémité libre pour l'agrafer	 IEC 944/97
Bande	Métal	Le feuillard métallique est utilisé pour maintenir ensemble les câbles d'un groupe. Le feuillard est tendu et arrêté par une agrafe	 IEC 945/97

Term	Material	Description	
Cable clip saddle	Plastic, metal	There are usually preformed and used to hold the cables onto cable plates, trays, ladder racks or hangers	 IEC 943/97
Cable strap or tie	Plastic	A wide range of straps and ties are available and nearly all operate on the same principle, the strap or tie has a buckle through which the free end of the tie is passed for fixing	  IEC 944/97
Cable band	Metal	Metal strip which is used as the method of holding groups of cables together, the metal strip being tensioned and terminated in a buckle	   IEC 945/97

Terme	Matériaux	Description	
Goulotte	Métal, bois, plastique	Les goulottes sont habituellement de section carrée ou rectangulaire avec un couvercle démontable pour accéder aux câbles	 IEC 946/97
Moulure, tambour-machine	Bois, plastique	On utilise ordinairement une moulure de bois qui s'harmonise au décor pour recouvrir les câbles dans les espaces aménagés (cabine, etc.). La moulure plastique est une variante et ne vise pas à l'harmonisation des couleurs	 IEC 947/97
Tube, conduit	Métal, plastique	Habituellement de section circulaire, utilisé comme protection mécanique et comme support de câbles, simultanément ou non	 IEC 948/97
Protection mécanique, garde	Tôle, métal	Le matériel utilisé dépend de l'application et de la probabilité de risques mécaniques, les tôles de protection n'étant placées qu'aux endroits où il y a possibilité de dommages mécaniques	 IEC 949/97