

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
92-401**

Troisième édition
Third edition
1980

Installations électriques à bord des navires

401^e partie:

Installation et essais après achèvement

Electrical installations in ships

Part 401:

Installation and test of completed installation



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 92-401: 1980

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 des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI et comme périodique imprimé

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*.

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

Numbering

As from 1 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 subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

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*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
92-401**

Troisième édition
Third edition
1980

Installations électriques à bord des navires

401^e partie:
Installation et essais après achèvement

Electrical installations in ships

Part 401:
Installation and test of completed installation

© CEI 1980 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



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
PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6
AVANT-PROPOS	10
Articles	
1. Domaine d'application	10
SECTION UN — DÉFINITIONS	
2. Définitions	10
SECTION DEUX — MISE À LA MASSE	
3. Parties dont la mise à la masse est exigée	10
4. Méthodes de mise à la masse	12
5. Connexions de masse	12
6. Systèmes de distribution mis à la masse	14
7. Raccordement avec la structure du navire	16
8. Superstructures en aluminium	16
9. Réseaux à fil unique avec retour par la coque	16
SECTION TROIS — ENSEMBLES D'APPAREILLAGE	
10. Tapis isolants	16
11. Passage devant les ensembles d'appareillage	18
12. Espace à l'arrière et passages	18
13. Disposition par rapport aux tuyauteries et réservoirs	18
14. Emplacement des tableaux divisionnaires et des panneaux de distribution	18
SECTION QUATRE — TRANSFORMATEURS	
15. Installation et emplacement	18
SECTION CINQ — REDRESSEURS OU CONVERTISSEURS À SEMI-CONDUCTEURS	
16. Installation et emplacement	20
SECTION SIX — BATTERIES D'ACCUMULATEURS	
17. Emplacement	20
18. Accès	22
19. Installation électrique dans les compartiments de batteries	22
20. Protection contre la corrosion	22
21. Fixation et supports	24
22. Ventilation	24
SECTION SEPT — LUMINAIRES	
23. Degrés de protection	26
24. Luminaires pour lampes à décharge à des tensions supérieures à 250 V	26
25. Projecteurs et lampes à arc	28
26. Eclairage de secours	28
SECTION HUIT — APPAREILS DE CHAUFFAGE ET DE CUISSON	
27. Protection des matières combustibles	28
28. Emplacement de l'appareillage	30
29. Installations des appareils de chauffage des locaux	30
30. Gaz et poussières inflammables	30

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7
INTRODUCTION	11
Clause	
1. Scope	11
SECTION ONE — DEFINITIONS	
2. Definitions	11
SECTION TWO — EARTHING	
3. Parts for which earthing is required	11
4. Methods of earthing	13
5. Earthing connections	13
6. Earthed distribution systems	15
7. Connections to the ship's structure	17
8. Aluminium superstructures	17
9. Single-wire systems with hull return	17
SECTION THREE — SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR ASSEMBLIES	
10. Insulating mats	17
11. Passage-ways in front of switchgear and controlgear assemblies	19
12. Space at the rear and passage-ways	19
13. Position relative to pipes and tanks	19
14. Positions of section and distribution boards	19
SECTION FOUR — TRANSFORMERS	
15. Installation and location	19
SECTION FIVE — SEMICONDUCTOR CONVERTORS	
16. Installation and location	21
SECTION SIX — ACCUMULATOR (STORAGE) BATTERIES	
17. Location	21
18. Access	23
19. Electrical installation in battery compartments	23
20. Protection against corrosion	23
21. Fixing and supports	25
22. Ventilation	25
SECTION SEVEN — LUMINAIRES	
23. Degree of protection	27
24. Discharge lamp luminaires of voltage above 250 V	27
25. Searchlights and arc lamps	29
26. Emergency lighting	29
SECTION EIGHT — HEATING AND COOKING APPLIANCES	
27. Guarding of combustible materials	29
28. Position of controlgear and switchgear	31
29. Mounting of space-heating appliances	31
30. Combustible gases and dust	31

Articles	SECTION NEUF — Câbles	Pages
31. Parcours des canalisations — Généralités		30
32. Parcours des canalisations pour les services essentiels et de secours		32
33. Mode de pose des câbles en fonction des perturbations électromagnétiques		32
34. Câbles pour pompes de cales submersibles installées à demeure		32
35. Protection mécanique		34
36. Mise à la masse des revêtements métalliques et des protections mécaniques des câbles (voir article 4)		34
37. Rayons de courbure		36
38. Fixation		36
39. Traversées des cloisons et des ponts		38
40. Pose des câbles sous conduit métallique		38
41. Pose des câbles sous tube, conduit, goulotte ou moulure non métallique		40
42. Câbles dans les magasins		40
43. Pose des câbles dans les chambres frigorifiques		42
44. Efforts de traction		42
45. Précautions spéciales pour les câbles monoconducteurs		42
46. Extrémités des câbles		44
47. Jonctions et dérivations		46
48. Boîtes de raccordement		46
	SECTION DIX — PARATONNERRES	
49. Navires nécessitant des paratonnerres		48
50. Dimensions des conducteurs		48
51. Navires en bois à mâts en acier		48
52. Navires en acier à mâts en bois		48
53. Détails d'installation		48
54. Résistance		50
55. Mise à la masse en cale sèche		50
	SECTION ONZE — ESSAIS DE L'INSTALLATION APRÈS ACHÈVEMENT	
56. Généralités		50
57. Appareils de contrôle de l'isolement		50
58. Tableaux de distribution		50
59. Tableaux d'éclairage et de force		50
60. Génératrices		52
61. Appareillage		52
62. Résistance d'isolement des génératrices et moteurs		52
63. Eclairage, chauffage et matériel de cuisine		52
64. Chute de tension		52
65. Réseaux de communications intérieures		52
66. Circuits de communications intérieures		54
67. Mise à la masse		54
68. Règles des conventions internationales pour la sauvegarde de la vie humaine en mer		54
69. Essais après entrée en service		54

Clause	SECTION NINE — CABLES	Page
31.	Cable-runs — General	31
32.	Cable-runs for essential and emergency services	33
33.	Cable installation methods in relation to electromagnetic interference	33
34.	Cables for submersible permanently installed bilge-pumps	33
35.	Mechanical protection	35
36.	Earthing of metal coverings and of mechanical protection of cables (see Clause 4)	35
37.	Radius of bend	37
38.	Fixing	37
39.	Cables penetrating bulkheads and decks	39
40.	Cables in metallic pipes, conduits or trunking	39
41.	Cables in non-metallic pipes, conduits, trunking, ducts or cappings and casings	41
42.	Cables in store rooms	41
43.	Cables in refrigeration spaces	43
44.	Tensile stress	43
45.	Special precautions for single-core cables	43
46.	Cable ends	45
47.	Joints and tapings (branch circuit).	47
48.	Joint boxes	47
SECTION TEN — LIGHTNING CONDUCTORS		
49.	Ships requiring lightning conductors	49
50.	Size of conductors	49
51.	Wooden ships with steel masts	49
52.	Steel ships with wooden masts	49
53.	Installation details	49
54.	Resistance	51
55.	Earthing in dry dock	51
SECTION ELEVEN — TESTS OF COMPLETED INSTALLATION		
56.	General	51
57.	Insulation-testing instruments	51
58.	Switchboards, section boards and distribution boards	51
59.	Lighting and power circuits	51
60.	Generators	53
61.	Switchgear	53
62.	Insulation resistance of generators and motors	53
63.	Lighting, heating and galley equipment	53
64.	Voltage drop	53
65.	Communication systems	53
66.	Internal communication circuits	55
67.	Earthing	55
68.	Requirements of international conventions on safety of life at sea	55
69.	Tests after commissioning	55

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BORD DES NAVIRES

401^e partie : Installation et essais après achèvement

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 18 de la CEI: Installations électriques à bord des navires. Elle constitue une des parties de la Publication 92 de la CEI, qui traite des installations électriques à bord des navires. La première édition de cette publication fut publiée en 1957.

Une deuxième édition se compose de six parties; elle fut publiée en 1964 (Publication 92-1) et en 1965 (Publications 92-2, 92-3, 92-4, 92-5 et 92-6).

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition, à l'exception du chapitre X de la Publication 92-3: Troisième partie: Câbles (construction, essais et installation), qui est à l'étude. (Veuillez consulter la dernière édition du Catalogue des publications.)

La série se compose des publications suivantes:

- Publications n°s 92-101: Installations électriques à bord des navires,
- 101^e partie: Définitions et prescriptions générales.
 - 92-201: 201^e partie: Conception des systèmes — Généralités.
 - 92-202: 202^e partie: Conception des systèmes — Protection.
 - 92-301: 301^e partie: Matériel — Générateurs et moteurs.
 - 92-302: 302^e partie: Matériel — Ensembles d'appareillage.
 - 92-303: 303^e partie: Matériel — Transformateurs de puissance.
 - 92-304: 304^e partie: Matériel — Convertisseurs à semiconducteurs.
 - 92-305: 305^e partie: Matériel — Batteries d'accumulateurs.
 - 92-306: 306^e partie: Matériel — Luminaires et appareillages d'installation.
 - 92-307: 307^e partie: Matériel — Appareils de chauffage et de cuisson.
 - 92-352: 352^e partie: Choix et pose des câbles pour réseaux d'alimentation à basse tension.
 - 92-373: 373^e partie: Câbles de télécommunication et câbles pour fréquences radioélectriques pour utilisation à bord des navires — Câbles souples coaxiaux utilisés à bord des navires.
 - 92-374: 374^e partie: Câbles de télécommunication et câbles pour fréquences radioélectriques pour utilisation à bord des navires — Câbles téléphoniques pour services de communications non essentielles.
 - 92-375: 375^e partie: Câbles de télécommunication et câbles pour fréquences radioélectriques pour utilisation à bord des navires — Câbles pour communications, commandes et mesures, d'usage général.
 - 92-401: 401^e partie: Installation et essais après achèvement.
 - 92-501: 501^e partie: Caractéristiques spéciales — Installation de propulsion électrique.
 - 92-502: 502^e partie: Caractéristiques spéciales — Navires-citernes.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS

Part 401 : Installation and test of completed installation

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 18: Electrical Installations in Ships.

It forms a part of IEC Publication 92, which deals with electrical installations in ships.

The first edition of this publication was published in 1957.

A second edition consisted of six parts and was published in 1964 (Publication 92-1) and in 1965 (Publications 92-2, 92-3, 92-4, 92-5 and 92-6).

This third edition supersedes the second edition with the exception of Chapter X of Publication 92-3: Part 3: Cables (construction, testing and installation), which is under consideration. (Please see therefore the latest edition of the Catalogue of Publications.)

The series consists of the following publications:

- Publications Nos. 92-101: Electrical Installations in Ships,
- Part 101: Definitions and General Requirements.
 - 92-201: Part 201: System Design — General.
 - 92-202: Part 202: System Design — Protection.
 - 92-301: Part 301: Equipment — Generators and Motors.
 - 92-302: Part 302: Equipment — Switchgear and Controlgear Assemblies.
 - 92-303: Part 303: Equipment — Transformers for Power and Lighting.
 - 92-304: Part 304: Equipment — Semiconductor Convertors.
 - 92-305: Part 305: Equipment — Accumulator (storage) Batteries.
 - 92-306: Part 306: Equipment — Luminaires and Accessories.
 - 92-307: Part 307: Equipment — Heating and Cooking Appliances.
 - 92-352: Part 352: Choice and Installation of Cables for Low-voltage Power Systems.
 - 92-373: Part 373: Shipboard Telecommunication Cables and Radio-frequency Cables — Shipboard Flexible Coaxial Cables.
 - 92-374: Part 374: Shipboard Telecommunication Cables and Radio-frequency Cables — Telephone Cables for Non-essential Communication Services.
 - 92-375: Part 375: Shipboard Telecommunication Cables and Radio-frequency Cables — General Instrumentation, Control and Communication Cables.
 - 92-401: Part 401: Installation and Test of Completed Installation.
 - 92-501: Part 501: Special Features — Electric Propulsion Plant.
 - 92-502: Part 502: Special Features — Tankers.

- 92-503: 503^e partie: Caractéristiques spéciales — Réseaux d'alimentation en courant alternatif aux tensions supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 11 kV.
92-504: 504^e partie: Caractéristiques spéciales — Conduite et instrumentation.
92-504A: Premier complément à la Publication 92-504 (1974)
Caractéristiques spéciales — Conduite et instrumentation
Annexes — Installations particulières de conduite et d'instrumentation.
92-505: 505^e partie: Caractéristiques spéciales — Unités mobiles pour la recherche pétrolière en mer.

Des projets relatifs à la 401^e partie furent discutés lors de la réunion tenue à Moscou en 1977 et furent achevés lors de la réunion tenue à Florence en 1978. A la suite de cette dernière réunion, le projet, document 18(Bureau Central)475, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juillet 1979.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Danemark	Pays-Bas
Allemagne	Egypte	Pologne
Australie	États-Unis d'Amérique	Royaume-Uni
Belgique	Israël	Suède
Bulgarie	Italie	Turquie
Canada	Japon	

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

- Publications n^{os} 92-101: Définitions et prescriptions générales.
92-201: Conception des systèmes — Généralités.
92-301: Matériel — Génératrices et moteurs.
533: Compatibilité électromagnétique des installations électriques et électroniques à bord des navires
(Première édition, 1977).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60092-401:1980

- 92-503: Part 503: Special Features — A.C. Supply Systems with Voltages in the Range Above 1 kV up to and Including 11 kV.
92-504: Part 504: Special Features — Control and Instrumentation.
92-504A: First Supplement to Publication 92-504 (1974)
Special Features — Control and Instrumentation
Appendices — Specific Control and Instrumentation Installations.
92-505: Part 505: Special Features — Mobile Offshore Drilling Units.

Drafts for Part 401 were discussed at the meeting held in Moscow in 1977 and completed at the meeting held in Florence in 1978. As a result of the latter meeting, the draft, Document 18(Central Office)475, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in July 1979.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Germany	South Africa (Republic of)
Belgium	Israel	Sweden
Bulgaria	Italy	Turkey
Canada	Japan	United Kingdom
Denmark	Netherlands	United States of America
Egypt	Poland	

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publications Nos. 92-101: Definitions and General Requirements.
92-201: System design — General.
92-301: Equipment — Generators and Motors.
533: Electromagnetic Compatibility of Electrical and Electronic Installations in Ships
(First edition, 1977).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60092-401:1990

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BORD DES NAVIRES

401^e partie : Installation et essais après achèvement

AVANT-PROPOS

La Publication 92 de la C E I : Installations électriques à bord des navires, comprend une série de normes internationales pour les installations électriques à bord des navires pour la navigation maritime, 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.

1. Domaine d'application

Cette norme est applicable à l'installation du matériel électrique à bord des navires et aux essais après achèvement.

SECTION UN — DÉFINITIONS

2. Définitions

2.1 Conducteur de masse

Un fil, câble ou autre conducteur reliant électriquement entre elles ou à la connexion de masse les parties qui doivent être mises à la masse. Il peut être constitué complètement ou partiellement par le tube ou la gaine métallique des câbles ou par le fil spécial de masse prévu dans le câble rigide ou souple.

2.2 Connexion de masse

Un conducteur au moyen duquel est réalisé le raccordement à la coque métallique du navire.

SECTION DEUX — MISE À LA MASSE

3. Parties dont la mise à la masse est exigée

3.1 Sauf exceptions spécifiées ci-après, toutes les parties métalliques accessibles de l'installation électrique autres que celles normalement sous tension doivent être mises à la masse.

Sont ainsi exceptés :

- culots de lampes ;
- abat-jour, réflecteurs et gardes fixés sur des douilles ou luminaires constitués ou revêtus de matériaux non conducteurs ;
- pièces métalliques situées sur une matière non conductrice ou vis pénétrant ou traversant une matière non conductrice, lorsqu'elles sont séparées par cette matière des parties sous tension et des parties normalement isolées des parties sous tension et mises à la masse ;

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS

Part 401 : Installation and test of completed installation

INTRODUCTION

IEC Publication 92: Electrical Installations in Ships, forms a series of international standards for electrical installations in sea-going ships, incorporating good practice and co-ordinating as far as possible existing rules.

These standards form a code of practical interpretation and amplification of the requirements of the International Convention on 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.

1. Scope

This standard is applicable to the installation of electrical equipment for use in ships and to the testing of the complete installation.

SECTION ONE — DEFINITIONS

2. Definitions

2.1 *Earth-continuity conductor*

A wire, cable or other conductor connecting to each other or to the earthing-lead those parts which have to be earthed. For example it may be in whole or in part the metal conduit or the metal sheath of the cables, or the special earth continuity conductor of a cable or flexible cord incorporating such a conductor.

2.2 *Earthing-lead*

A conductor by which the connection is made to the metal hull of the ship.

SECTION TWO — EARTHING

3. Parts for which earthing is required

- 3.1 Unless specifically exempted in the following exemptions, all accessible metal parts of the electrical installation, other than current-carrying accessible parts, shall be earthed.

Exemptions:

- lamp caps;
- shades, reflectors and guards, supported on lampholders or luminaires constructed of, or shrouded in, non-conducting material;
- metal parts on, or screws in or through, non-conducting material, which are separated by such material from current-carrying parts, and from earthed non-current-carrying parts;

- appareils portatifs à double isolation ou à isolation renforcée (voir la Publication 92-101 de la CEI: Définitions et prescriptions générales) à condition que ces appareils satisfassent à des règles de sécurité approuvées;
- supports de paliers isolés pour éviter le passage du courant par les paliers;
- griffes de tenue de tubes fluorescents;
- appareils alimentés sous tension de sécurité (voir le paragraphe 2.19 de la Publication 92-101 de la CEI);
- colliers de câbles.

Note. — Une attention doit être apportée à la mise à la masse des parties hors tension qui ne sont pas accessibles mais qui, en cas de défaut, peuvent devenir sous tension et de là constituer un risque d'incendie, comme, par exemple, une boîte de dérivation métallique montée sur un panneau en bois.

- 3.2 Pour réduire au minimum les chocs électriques (électrocution) dus aux tensions à haute fréquence induites par l'émetteur radio, les poignées, rambardes, etc., métalliques sur la passerelle ou les ponts supérieurs devront être en liaison électrique efficace avec la coque ou les superstructures.

Note. — Voir la Publication 533 de la CEI: Compatibilité électromagnétique des installations électriques et électroniques à bord des navires.

- 3.3 Les enroulements secondaires des transformateurs de mesure devront être mis à la masse.

4. Méthodes de mise à la masse

Les parties métalliques accessibles isolées des parties sous tension ne figurant pas parmi les exceptions du paragraphe 3.1 devront être mises à la masse comme indiqué ci-dessous.

- 4.1 Les carcasses ou enveloppes métalliques des appareils peuvent être fixées à la structure du navire, à condition d'être en contact métallique avec elle, et pour autant que les surfaces en contact soient propres et exemptes de rouille, d'écaille ou de peinture lors de l'installation et soient solidement reliées mécaniquement. Une autre solution consiste à les relier à la coque par une connexion conforme aux articles 5 et 7.

On ne doit pas compter uniquement sur la gaine de plomb d'un câble pour cet usage.

- 4.2 Pour les prescriptions concernant la mise à la masse des revêtements métalliques et des protections mécaniques des câbles, voir l'article 36.

5. Connexions de masse

- 5.1 Toutes les connexions de masse devront être en cuivre ou en un autre matériau résistant à la corrosion, être solidement fixées et si nécessaire protégées contre les détériorations et la corrosion galvanique.
- 5.2 La section nominale de toute connexion de masse en cuivre ne devra pas être inférieure à celle prescrite par le tableau I. Les autres connexions de masse devront avoir une conductance au moins égale à celle spécifiée pour une connexion de masse en cuivre.
- 5.3 Les parties métalliques des appareils amovibles, autres que les parties sous tension et celles faisant l'objet des exceptions du paragraphe 3.1, devront être mises à la masse au moyen d'un conducteur de masse faisant partie du câble souple, conforme au tableau I et mis à la masse, par exemple, par la prise de courant correspondante.

- portable appliances having double and/or reinforced insulation (see IEC Publication 92-101: Definitions and General Requirements) provided that the appliances conform with recognized safety requirements;
- bearing housings which are insulated in order to prevent circulation of current in the bearings;
- clips for fluorescent lighting tubes;
- apparatus supplied at safety voltage (see Sub-clause 2.19 of IEC Publication 92-101);
- cable clips.

Note. — Consideration shall be given to the earthing of the non-current-carrying parts which are not accessible but which under fault conditions might become live and hence constitute a fire hazard, such as a metal junction-box mounted on a wooden panel.

- 3.2 To minimize shock from high-frequency voltage induced by the radio transmitter, handles, hand-rails, etc., of metal on the bridge or upper decks shall be in good electrical connection with the hull or superstructure.

Note. — See IEC Publication 533: Electromagnetic Compatibility of Electrical and Electronic Installations in Ships.

- 3.3 Secondary windings of instrument transformers shall be earthed.

4. Methods of earthing

Accessible non-current-carrying metal parts not exempted under Sub-clause 3.1 shall be earthed as described below.

- 4.1 Metal frames or enclosures of apparatus may be fixed to, and in metallic contact with, the ship's structure, provided that the surfaces in contact are clean and free from rust, scale or paint when installed and are firmly bolted together. Alternatively, they may be connected to the hull by a connection complying with Clauses 5 and 7.

A lead cable sheath shall not be solely relied upon for this purpose.

- 4.2 For requirements concerning earthing of metal coverings of cables and earthing of mechanical protection of cables, see Clause 36.

5. Earthing connections

- 5.1 Every earthing connection shall be of copper or other corrosion-resistant material and shall be securely installed and protected where necessary against damage and also, where necessary, against galvanic corrosion.
- 5.2 The nominal cross-sectional area of every copper earthing connection shall be not less than is required in Table I. Every other earthing connection shall have a conductance not less than that specified for a copper earthing connection.
- 5.3 Metal parts of portable appliances, other than current-carrying parts and parts exempted in Sub-clause 3.1, shall be earthed by means of an earth-continuity conductor in the flexible cable or cord, which complies with Table I and which is earthed for example through the associated plug and socket-outlet.

- 5.4 En aucun cas, la gaine de plomb des câbles ne peut être utilisée comme le seul moyen de mise à la masse.

TABLEAU I

Sections des conducteurs et des connexions de masse

Nature du conducteur de masse	Section du conducteur correspondant parcouru par le courant	Section minimale de cuivre du conducteur de masse						
1. Conducteur de masse incorporé dans un câble souple	Quelconque	Egale à celle du conducteur d'alimentation jusqu'à 16 mm ² ou à la moitié au-dessus de 16 mm ² , mais au moins 16 mm ²						
2. Conducteur de masse incorporé dans un câble fixe	Quelconque	2.1 Pour les câbles à conducteur de masse isolé: 2.1.1 égale à celle des conducteurs principaux jusqu'à 16 mm² inclus, mais au moins 1,5 mm² 2.1.2 égale à au moins 50% de celle du conducteur principal lorsque celle-ci dépasse 16 mm², mais au moins 16 mm² 2.2 Pour les câbles à conducteur de masse nu en contact direct avec la gaine de plomb: <table><tr><th>Section du conducteur principal</th><th>Section du conducteur de masse</th></tr><tr><td>1 à 2,5 mm²</td><td>1 mm²</td></tr><tr><td>4 à 6 mm²</td><td>1,5 mm²</td></tr></table>	Section du conducteur principal	Section du conducteur de masse	1 à 2,5 mm ²	1 mm ²	4 à 6 mm ²	1,5 mm ²
Section du conducteur principal	Section du conducteur de masse							
1 à 2,5 mm ²	1 mm ²							
4 à 6 mm ²	1,5 mm ²							
3. Connexion de masse fixe séparée	3.1 Ne dépassant pas 3 mm ²	Egale à celle du conducteur d'alimentation sous réserve d'un minimum de 1,5 mm ² pour les connexions à âme câblée, ou de 3 mm ² pour les connexions à âme massive						
	3.2 Plus de 3 mm ² mais ne dépassant pas 125 mm ²	Egale à la moitié de la section du conducteur d'alimentation sous réserve d'un minimum de 3 mm ²						
	3.3 Plus de 125 mm ²	64 mm ²						

6. Systèmes de distribution mis à la masse

- 6.1 La connexion de masse dans un système de distribution mis à la masse, dans lequel la connexion de masse ne transporte pas normalement le courant, devra être conforme aux recommandations de l'article 5; toutefois, la limite supérieure de 64 mm² n'est pas applicable (voir point 3.3 du tableau I).
- 6.2 La mise à la masse d'un système de distribution devra être réalisée par des moyens indépendants des connexions de masse des pièces métalliques normalement isolées des parties sous tension.

5.4 Under no circumstances shall the lead sheathing of cables be relied upon as the sole means for earthing.

TABLE I

Sizes of earth-continuity conductors and earthing connections

Type of earthing connection	Cross-sectional area of associated current-carrying conductor	Minimum cross-sectional area of copper earthing connection						
1. Earth-continuity conductor in flexible cable or flexible cord	Any	Same as current-carrying conductor up to and including 16 mm ² or one-half above 16 mm ² but at least 16 mm ²						
2. Earth-continuity conductor incorporated in fixed cable	Any	2.1 For cables having an insulated earth-continuity conductor: 2.1.1 a cross-section equal to the main conductors up to and including 16 mm² but minimum 1.5 mm² 2.1.2 a cross-section not less than 50% of the cross-section of the main conductor when the latter is more than 16 mm², but at least 16 mm² 2.2 For cables with a bare earth wire in direct contact with the lead sheath: <table><tr><th>Cross-section of main conductor</th><th>Earthing conductor</th></tr><tr><td>1 to 2.5 mm²</td><td>1 mm²</td></tr><tr><td>4 to 6 mm²</td><td>1.5 mm²</td></tr></table>	Cross-section of main conductor	Earthing conductor	1 to 2.5 mm ²	1 mm ²	4 to 6 mm ²	1.5 mm ²
Cross-section of main conductor	Earthing conductor							
1 to 2.5 mm ²	1 mm ²							
4 to 6 mm ²	1.5 mm ²							
3. Separate fixed earthing-conductor	3.1 Not exceeding 3 mm ²	Same as current-carrying conductor subject to minimum of 1.5 mm ² for stranded earthing connection, or 3 mm ² for unstranded earthing connection						
	3.2 Exceeding 3 mm ² but not exceeding 125 mm ²	One-half the cross-sectional area of the current-carrying conductor, subject to a minimum of 3 mm ²						
	3.3 Exceeding 125 mm ²	64 mm ²						

6. Earthed distribution systems

6.1 The system earthing connection in an earthed distribution system, in which the earthing connection does not normally carry current, shall conform with the recommendation of Clause 5 except that the upper limit of 64 mm² does not apply (see Table I, Item 3.3).

6.2 The system earthing of earthed distribution systems shall be effected by means independent of any earthing arrangements of non-current-carrying parts.

7. Raccordement avec la structure du navire

Tout raccordement d'une connexion de masse ou d'un conducteur de masse avec la structure du navire devra être fait dans un endroit accessible, et être fixé au moyen d'une vis en laiton ou de tout autre matériel résistant à la corrosion, d'un diamètre au moins égal à 6 mm, qui ne devra être utilisée qu'à cette fin. Dans tous les cas, on doit prendre soin de ménager des surfaces métalliques propres sur les parties destinées à être mises en contact immédiatement avant de serrer la vis.

8. Superstructures en aluminium

Les procédés utilisés pour la fixation des superstructures en aluminium à la coque en acier d'un navire font souvent appel à une isolation destinée à empêcher la corrosion galvanique entre ces deux matériaux. En pareil cas, il y a lieu de réaliser entre la superstructure et la coque une liaison électrique effectuée de manière à éviter la corrosion galvanique et à permettre l'examen des connexions.

Note. — Voir la Publication 533 de la CEI.

9. Réseaux à fil unique avec retour par la coque

Lorsque des réseaux à retour par la coque sont admis, tous les circuits terminaux devront comporter deux fils isolés, le retour par la coque s'effectuant en reliant à la coque l'une des barres du panneau de distribution correspondant.

Les fils de masse devront être suffisamment accessibles pour que l'on puisse les examiner facilement et les interrompre lors de l'essai d'isolement.

Dans les réseaux à courant continu à retour par la coque, tous les câbles à l'intérieur de la zone du compas magnétique devront être utilisés en bipolaire, c'est-à-dire que les conducteurs d'aller et de retour devront être disposés dans un même câble ou être accolés l'un à l'autre.

Le rayon de la sphère autour du compas dans laquelle cette règle s'applique est donné ci-dessous, sauf en présence d'une cloison ou d'un pont en acier.

Courant (A)	Rayons sphériques (m)
Jusqu'à 10	5
De 10 à 50	7
Plus de 50	9

Pour les installations radiotélégraphiques ou autres appareils radio essentiels, radiogoniomètres inclus, les données du constructeur sont applicables.

SECTION TROIS — ENSEMBLES D'APPAREILLAGE

10. Tapis isolants

Lorsque la tension dépasse la valeur de la tension de sécurité spécifiée au paragraphe 2.19 de la Publication 92-101 de la CEI, on devra prévoir un tapis isolant, un caillebotis ou une plate-forme en bois imprégné devant les tableaux, et aussi derrière s'il faut avoir accès à l'arrière de ceux-ci. Les tapis isolants ou le caillebotis ou la plate-forme devront être résistants à l'huile et aux antidérapants.

7. Connections to the ship's structure

Every connection of an earth-continuity conductor or earthing lead to the ship's structure shall be made in an accessible position, and shall be secured by a screw of brass or other corrosion-resistant material of diameter not less than 6 mm which shall be used for this purpose only. In all circumstances care shall be taken to ensure bright metallic surfaces at the contact areas immediately before the screw is tightened.

8. Aluminium superstructures

Methods of securing aluminium superstructures to the steel hull of a ship often include insulation to prevent galvanic corrosion between these materials. In such case, a separate bonding connection should be provided between superstructure and hull which should be made in such a manner that galvanic corrosion is avoided and the points of connection may be readily inspected.

Note. — See IEC Publication 533.

9. Single-wire systems with hull return

Where hull return systems are permitted, all final sub-circuits shall consist of two insulated wires, the hull return being achieved by connecting to the hull one of the busbars of the distribution board from which they originate.

Earth wires shall be in accessible locations to permit their ready examination and to enable their disconnection for the testing of insulation.

In d.c. hull return systems, all cables inside the magnetic compass zone shall be arranged in a bipolar manner, i.e. the outgoing and the returning wire shall be arranged in one cable or be directly side by side.

Depending on the current of the respective circuit, this shall apply to the following spherical radii around the magnetic compass, except where a steel bulkhead or deck intervenes.

Current (A)	Spherical radius (m)
Up to 10	5
Over 10 up to 50	7
Over 50	9

For radio telegraph installations or other essential radio apparatus including direction-finders, the manufacturer's data are valid.

SECTION THREE — SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR ASSEMBLIES

10. Insulating mats

When the voltage exceeds the safety voltage specified in Sub-clause 2.19 of IEC Publication 92-101 an insulated mat, grating or deck of impregnated wood shall be provided in front of switchgear and controlgear assemblies and also at the rear if access from the rear is required. The insulated mats, grating or deck shall be oil-resistant and non-slip.

11. Passage devant les ensembles d'appareillage

Il y a lieu d'aménager devant tout ensemble d'appareillage un passage libre d'au moins 1 m de largeur, à mesurer à partir du point le plus saillant.

Note. — A bord des petits navires, on peut réduire la largeur du passage libre sous réserve de l'accord de l'autorité compétente.

12. Espace à l'arrière et passages

Lorsqu'un espace est ménagé à l'arrière d'un ensemble d'appareillage, il devra avoir des dimensions suffisantes pour permettre l'entretien; on devra prévoir d'une manière générale une largeur libre d'au moins 0,6 m, sauf à l'endroit des cornières de renfort et des membrures, où la largeur peut être réduite à 0,5 m. Pour les tensions supérieures à 500 V, il est recommandé de prévoir un espace plus large.

Les passages à l'arrière des tableaux principaux et de secours devront être d'une hauteur suffisante et, dans la mesure du possible, être munis à chaque extrémité d'une porte d'accès, d'une serrure extérieure qui puisse être ouverte en tout temps de l'intérieur. Ces portes d'accès devront porter en permanence l'indication bien visible de la tension maximale.

13. Disposition par rapport aux tuyauteries et réservoirs

Les ensembles d'appareillage, tout en répondant aux prescriptions applicables de la Publication 92-101 de la CEI, devront être installés de façon que, sauf impossibilité, il n'y ait pas au-dessus ou derrière eux, dans le même compartiment, de tuyaux ou de réservoirs. Si cela ne peut être évité, les tuyaux ne devront comporter ni joints ni ouvertures dans ces emplacements.

14. Emplacement des tableaux divisionnaires et des panneaux de distribution

Là où, dans les locaux d'habitation, les ensembles de construction ouverte sont entourés de matériaux combustibles, on devra prévoir un écran coupe-feu en matériau incombustible.

SECTION QUATRE — TRANSFORMATEURS

15. Installation et emplacement

15.1 Les transformateurs devront être installés dans des compartiments bien ventilés, accessibles uniquement au personnel autorisé. Toutefois, les transformateurs à refroidissement par air munis de dispositifs de protection contre les contacts accidentels de parties sous tension ne seront pas nécessairement installés dans des compartiments spéciaux.

15.2 Les transformateurs à immersion dans un liquide devront être logés dans un compartiment métallique muni d'un dispositif approprié pour l'évacuation des fuites de liquide.

S'il est fait usage d'un liquide inflammable tel que l'huile, le local renfermant le transformateur sera protégé par un système automatique d'extinction d'incendie.

11. Passage-ways in front of switchgear and controlgear assemblies

An unobstructed passage-way not less than 1 m wide extending from the furthest projection shall be provided in front of any assembly.

Note. — For small ships, the unobstructed passage-way may be reduced subject to agreement by the appropriate authority.

12. Space at the rear and passage-ways

When a space is provided at the rear of switchgear and controlgear assemblies, it shall be ample to permit maintenance and in general shall be not less than 0.6 m in the clear, except that the width may be reduced to 0.5 m, where there are stiffeners and frames. For nominal voltages exceeding 500 V, it is recommended to increase this space.

Passage-ways behind main and emergency switchboards shall be of ample height and shall where practicable, be provided at each end with an access door fitted with an external lock which can at all times be opened from the interior. The access doors shall carry a permanent and prominent indication of the maximum voltage.

13. Position relative to pipes and tanks

In addition to complying with the appropriate requirements of IEC Publication 92-101 all switchgear and controlgear assemblies shall be so installed that no pipes or tanks are above them within the same space and at their rear. Where this is unavoidable, pipes shall be continuous and without openings in such locations.

14. Positions of section and distribution boards

In accommodation spaces where open-type assemblies are surrounded by combustible material, a fire barrier of incombustible material shall be provided.

SECTION FOUR — TRANSFORMERS

15. Installation and location

15.1 Transformers shall be installed in well-ventilated compartments, accessible only to authorized personnel except that air-cooled transformers provided with means of protection against accidental contact with live parts need not be installed in special compartments.

15.2 Liquid-immersed transformers shall be housed in a metallic compartment having adequate means for the drainage of liquid leakage.

When flammable liquid such as oil is used, the space where the transformer is located shall be protected by an automatic fire-extinguishing system.

- 15.3 Des dispositifs appropriés seront prévus pour refroidir et recueillir tout le liquide susceptible de fuir d'une cuve endommagée. La pollution des cales devra être évitée par l'installation d'égouttoirs et de gattes appropriés.
- 15.4 Les transformateurs et leurs connexions devront être protégés contre toute détérioration mécanique, condensation et corrosion auxquelles ils sont normalement exposés.

SECTION CINQ — REDRESSEURS OU CONVERTISSEURS À SEMI-CONDUCTEURS

16. Installation et emplacement

- 16.1 Les convertisseurs à semi-conducteurs devront être installés de façon que la circulation de l'air qui leur est destiné ou est destiné à leur enveloppe (s'il en existe une) ne soit pas entravée et de telle sorte que la température de l'air admis sur les semi-conducteurs ne dépasse pas la température ambiante pour laquelle l'ensemble a été conçu.

Les coffrets de convertisseurs prévus pour refroidissement par ventilation naturelle seront conçus avec des ouvertures suffisantes, ou avec des surfaces de rayonnement suffisantes dans le cas d'équipements totalement fermés, pour opérer dans les limites de température admissibles.

- 16.2 Les paniers de semi-conducteurs ou équipements convertisseurs ne seront pas installés à proximité de sources de chaleur rayonnante, telles que résistances, tuyaux de vapeur ou tuyaux d'échappement de moteurs.
- 16.3 Les paniers de semi-conducteurs ou les composants eux-mêmes seront montés de manière à pouvoir être enlevés sans démontage complet de l'équipement.
- 16.4 Les convertisseurs immergés dans un liquide sont soumis aux mêmes règles d'installation que celles de l'article 15 relatives aux transformateurs à refroidissement dans un liquide.

SECTION SIX — BATTERIES D'ACCUMULATEURS

17. Emplacement

- 17.1 Les batteries devront être installées dans des endroits où elles ne seront pas exposées à une chaleur excessive, à un froid extrême, aux embruns, à la vapeur ou à d'autres conditions susceptibles de nuire à leur fonctionnement ou d'accélérer leur détérioration. Les batteries de secours, y compris les batteries de démarrage des moteurs diesel de secours, devront être installées dans des endroits où elles sont protégées dans la mesure du possible contre les dommages résultant d'une collision, d'un incendie ou de tout autre accident (conformément à la Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer).

Les batteries devront être installées de telle sorte que les dégagements de vapeurs ne puissent nuire aux appareils voisins.

- 17.2 Les batteries connectées à un dispositif de charge devront être installées comme indiqué ci-après, en fonction de la puissance débitée par le chargeur (calculée à partir du courant de charge maximal possible et de la tension nominale de la batterie):

— puissance supérieure à 2 kW dans un local réservé uniquement aux batteries ou, à la rigueur, sur le pont dans un caisson approprié efficacement ventilé;

- 15.3 Suitable arrangements shall be provided for cooling and containing all the liquid which might escape from a damaged tank. Contamination of bilges is to be precluded by the provision of suitable drip-trays or save-alls.
- 15.4 Transformers and their connections shall be protected against such mechanical damage, condensation and corrosion as may reasonably be expected.

SECTION FIVE — SEMICONDUCTOR CONVERTORS

16. Installation and location

- 16.1 Semiconductor convertor stacks or equipment shall be installed in such a manner that the circulation of air to and from the stacks, associated equipment or enclosures (if any) is not impeded and that the temperature of the cooling inlet air to convertor stacks does not exceed the ambient temperature for which the stacks are specified.

Naturally air-cooled cabinets shall be designed with sufficient ventilating openings, or with sufficient radiating surface in the case of totally enclosed convertor equipment to operate within allowable temperature limits.

- 16.2 Convertor stacks and associated equipment shall not be mounted near sources of radiant heat energy, such as resistors, steampipes and engine exhaust pipes.
- 16.3 Semiconductor convertor stacks or semiconductor components shall be mounted in such a manner that they may be removed from equipment without dismantling the complete unit.
- 16.4 For liquid-immersed-type convertors, the same installation precautions as specified in Clause 15 for liquid-cooled transformers apply.

SECTION SIX — ACCUMULATOR (STORAGE) BATTERIES

17. Location

- 17.1 Batteries shall be located where they are not exposed to excessive heat, extreme cold, spray, steam or other conditions which would impair performance or accelerate deterioration. Batteries for emergency service, including emergency diesel-engine starting, shall be located where they are protected as far as practicable from damage caused by collision, fire or other casualty (in accordance with the International Convention for Safety of Life at Sea).

Batteries shall be located in such a way that no harm may be done to surrounding appliances by the vapours generated.

- 17.2 Batteries connected to a charging device shall be installed dependent on the output power of the device (calculated from the maximum obtainable charging current and the nominal voltage of the battery) as follows:

— power more than 2 kW, in a room assigned to batteries only or if a room is not available, in a suitable well-ventilated locker on deck;

- puissance de 0,2 kW à 2 kW, comme ci-dessus, ou dans un caisson situé dans un compartiment approprié ou, à condition d'être protégée contre la chute d'objets, dans la salle des machines ou dans un compartiment analogue efficacement ventilé;
- puissance inférieure à 0,2 kW, comme ci-dessus, ou à l'air libre, à condition d'être protégée contre la chute d'objets, ou dans un caisson dans tout emplacement approprié.

Note. — Voir également l'article 22.

- 17.3 Les batteries de démarrage devront être installées aussi près que possible du moteur ou des moteurs desservis, de façon à limiter la chute de tension dans les câbles due à l'appel de courant important.
- 17.4 Les batteries (sauf de type étanche) ne devront pas être installées dans les quartiers de repos.
- 17.5 On n'installera pas dans un même compartiment des batteries au plomb et des batteries alcalines.
- 17.6 Les portes ou couvercles des locaux, armoires et caissons de batteries devront être munies en permanence d'un avis interdisant d'utiliser une lumière à feu nu et de fumer dans ces locaux ou à proximité.

18. Accès

Les batteries devront être disposées de façon à faciliter leur accès pour les opérations de remplacement, visites, essais, remplissage et nettoyage.

19. Installation électrique dans les compartiments de batteries

- 19.1 Dans la mesure du possible, aucun câble électrique ne sera installé dans les compartiments de batteries, à l'exception des câbles en relation avec la batterie et l'éclairage du compartiment de batteries. Les câbles devant nécessairement pénétrer dans les compartiments de batteries auront un revêtement résistant aux vapeurs dégagées par l'électrolyte ou seront protégés contre ces vapeurs.
- 19.2 Les installations d'éclairage devront être conformes au tableau V de la Publication 92-201 de la CEI: Conception des systèmes — Généralités.
- 19.3 Les dispositifs susceptibles de donner lieu à un arc ne devront pas être installés dans un compartiment destiné principalement à recevoir des batteries d'accumulateurs.

20. Protection contre la corrosion

- 20.1 L'intérieur des compartiments de batteries, y compris les caisses, plateaux, étagères et autres éléments de construction, devront être protégés contre les effets corrosifs de l'électrolyte par:
- un revêtement résistant à l'électrolyte, ou
 - un doublage intérieur en matériau résistant à l'électrolyte, par exemple en feuille de plomb pour les batteries au plomb, en tôle d'acier pour les batteries alcalines.

En variante, la totalité du parquet des compartiments de batteries peut recevoir un doublage en matériau résistant à l'électrolyte. Le doublage devra être étanche et être relevé sur tous les côtés d'une hauteur d'au moins 150 mm. Les cloisons et plafonds des compartiments de batteries devront être munis d'un revêtement résistant à l'électrolyte.

- power between 0.2 kW and 2 kW, as above, may be installed in a box or locker in some suitable space, or, if protected from falling objects, in the machinery space or in a similar well-ventilated compartment;
- power less than 0.2 kW as above, but may also be installed open, if protected from falling objects, or in a battery box in any suitable space.

Note. — See also Clause 22.

- 17.3 Starter batteries shall be located as close as practicable to the engine or engines served, to limit voltage drop in cables at the high current required.
- 17.4 Batteries (unless of the hermetically sealed type) shall not be placed in sleeping quarters.
- 17.5 Lead-acid batteries and alkaline batteries shall not be placed in the same battery compartment.
- 17.6 A danger notice shall be permanently secured to doors or covers of battery compartments, lockers and boxes, indicating that a naked light or smoking in these rooms or in their vicinity is prohibited.

18. Access

Batteries shall be arranged to permit ready access for replacing, inspection, testing, replenishing and cleaning.

19. Electrical installation in battery compartments

- 19.1 Cables, with the exception of those appertaining to the battery or the battery compartment lighting, should, as far as possible, not be installed in the battery compartments. If however, such an installation is necessary, the cables shall have a protective covering resistant to the vapours developed by the electrolyte or shall be otherwise protected against these vapours.
- 19.2 Lighting equipment should be in accordance with Table V of IEC Publication 92-201: System Design — General.
- 19.3 Devices liable to arc shall not be installed in any compartment assigned principally to accumulator (storage) batteries.

20. Protection against corrosion

- 20.1 The interior of battery compartments including crates, trays, boxes, shelves and other structural parts therein shall be protected against the deteriorating effect of the electrolyte by:
- electrolyte-resistant coating, or
 - lining of electrolyte-resistant material, for example lead sheet for lead-acid, steel for alkaline batteries.

Alternatively, the floor of battery compartments may be lined with electrolyte-resistant material spanning the entire floor. The lining shall be watertight and carried up to at least 150 mm on all sides. Walls and deck-heads of battery compartments shall be protected with electrolyte-resistant coating.

- 20.2 Les surfaces intérieures des étagères métalliques pour éléments au plomb, qu'ils soient ou non groupés en caisses ou plateaux, ou pour batteries alcalines devront être protégées par un doublage en matériau résistant à l'électrolyte. Le doublage sera étanche et relevé sur tous les côtés d'une hauteur d'au moins 75 mm. Les doublages en feuille de plomb auront une épaisseur d'au moins 1,5 mm, ceux en tôle d'acier d'au moins 0,8 mm.

Les surfaces extérieures des étagères métalliques auront au moins un revêtement résistant à l'électrolyte.

- 20.3 Les caissons de pont devront être garnis suivant l'un des procédés susmentionnés. Les caissons pour petites batteries seront garnis jusqu'à une hauteur de 75 mm suivant les procédés décrits ci-avant.
- 20.4 Les matériaux utilisés pour les revêtements et doublages ne devront pas être susceptibles de dégager des vapeurs nuisibles aux batteries.

21. Fixation et supports

Les batteries devront être solidement fixées à l'aide de cales en bois ou dispositifs équivalents empêchant leur déplacement. Les plateaux seront disposés de façon que l'air puisse y accéder de tous côtés. Les supports isolants devront être non absorbants vis-à-vis de l'électrolyte.

22. Ventilation

- 22.1 Tous les locaux, armoires et caissons pour batteries devront être disposés et/ou ventilés de façon à éviter l'accumulation de gaz inflammable. Il faudra, en particulier, tenir compte du fait que les gaz dégagés sont plus légers que l'air et tendent à s'accumuler dans les poches qui peuvent exister à la partie supérieure du local. Si les batteries sont disposées en deux ou plusieurs étages, toutes les étagères devront laisser un intervalle d'au moins 50 mm à l'avant et à l'arrière pour la circulation de l'air.

- 22.2 On peut employer la ventilation naturelle si les conduits peuvent passer directement de la partie supérieure du local ou de l'armoire à l'air libre au-dessus, aucune partie du conduit n'étant inclinée de plus de 45° par rapport à la verticale. Ces conduits ne devront contenir aucun dispositif (à titre d'arrête-flammes, par exemple) qui puisse entraver le libre passage de l'air ou des mélanges de gaz.

Lorsque les armoires sont prévues pour les batteries, le conduit devra aboutir à au moins 0,9 m au-dessus du sommet de l'enveloppe de la batterie.

Si la ventilation naturelle est impossible ou insuffisante, il faudra prévoir une ventilation mécanique par aspiration au sommet du local. Des ouvertures appropriées pour l'entrée de l'air, qu'elles soient ou non reliées à des conduits, seront ménagées près du parquet des locaux d'accumulateurs ou près du fond des armoires ou caissons.

- 22.3 Dans tous les cas, le débit d'air vicié devra être au moins égal à :

$$Q = 110 \cdot I \cdot n$$

où :

Q = débit d'air vicié en litres par heure

I = courant de charge maximal au cours de la formation des gaz, mais au moins un quart du courant maximal que l'on peut obtenir du dispositif de charge en ampères

n = nombre d'éléments

- 20.2 Interior surface of metal shelves for lead cells, whether or not grouped in crates or trays, or for alkaline batteries, shall be protected by a lining of electrolyte-resistant material. The lining shall be watertight and carried up to at least 75 mm on all sides. Linings shall have a minimum thickness of 1.5 mm if of lead sheet, and of 0.8 mm if of steel.

Exterior surfaces of metal shelves should have at least an electrolyte-resistant coating.

- 20.3 Deck boxes shall be lined in accordance with the above alternative methods. Boxes for small batteries shall be lined to a depth of 75 mm consistent with the methods described above.
- 20.4 Materials used for coating and lining shall not be likely to emit vapours detrimental to the batteries.

21. Fixing and supports

Batteries shall be securely chocked, with wood blocks or the equivalent, to prevent movement. The trays shall be arranged to give access of air to them from all sides. The isolating supports shall be non-absorbent to the electrolyte.

22. Ventilation

- 22.1 All rooms, lockers and boxes for storage batteries shall be arranged and/or ventilated to avoid accumulation of flammable gas. Particular attention shall be given to the fact that the gas emitted is lighter than air and will tend to accumulate in any pockets at the top of the space. When batteries are arranged in two or more tiers, all shelves shall have not less than 50 mm space, front and back, for circulation of air.

- 22.2 Natural ventilation may be employed if ducts can be run directly from the top of the room or locker to the open air above, with no part of the duct more than 45° from the vertical. These ducts shall not contain appliances (for example for barring flames) which may impede the free passage of air or gas mixtures.

Where lockers are provided for batteries, the duct shall terminate not less than 0.9 m above the top of the battery enclosure.

If natural ventilation is impracticable or insufficient, mechanical exhaust-ventilation shall be provided with exhaust at the top of the room. Adequate openings, whether connected to ducts or not, for air inlets shall be provided near the floor of battery rooms or the bottom of lockers or boxes.

- 22.3 In every case the quantity of the air expelled shall be at least equal to:

$$Q = 110 \cdot I \cdot n$$

where:

Q = quantity of expelled air in litres per hour

I = maximum charging current during gas formation, however at least one-quarter of the maximum obtainable charging current of the charging facility in amperes.

n = number of cells

22.4 Les locaux, armoires et caissons pour batteries devront être ventilés comme suit, en fonction de la puissance de charge calculée comme il a été indiqué au paragraphe 17.2:

- puissance supérieure à 2 kW: conformément aux paragraphes 22.2 et 22.3 susmentionnés, de préférence par une extraction mécanique indépendante des systèmes de ventilation desservant d'autres locaux;
- puissance de 0,2 kW à 2 kW: conformément aux paragraphes 22.2 et 22.3 susmentionnés, sauf pour les batteries installées à l'air libre dans une salle des machines ou compartiment analogue suffisamment ventilé;
- puissance inférieure à 0,2 kW: par des ouvertures permettant l'évacuation des gaz, pratiquées à la partie supérieure des caissons;
- pour les caissons situés sur le pont, il pourra être prévu une ventilation naturelle par un conduit de dimensions généreuses débouchant à au moins 1,25 m au-dessus avec un col de cygne, une tête de champignon ou un dispositif équivalent. Des trous pour l'entrée d'air devront être ménagés au moins sur deux faces opposées du caisson.

Pour le degré de protection requis, voir le tableau V de la Publication 92-201 de la C.E.I.

22.5 Les ventilateurs de compartiments d'accumulateurs devront être d'une construction et d'un matériau qui rendent impossible la formation d'étincelles au cas où le rotor viendrait à toucher le logement. On n'utilisera pas de pales en acier ou en aluminium.

22.6 Les conduits devront être en un matériau résistant à la corrosion ou bien leur surface intérieure sera revêtue de peinture anticorrosive.

22.7 Tout moteur de ventilateur associé à un conduit pour aspirer l'air d'un local d'accumulateur devra être placé à l'extérieur du conduit. Il faudra prévoir des moyens spéciaux pour empêcher les gaz de pénétrer dans le moteur. Le conduit sera disposé de façon à évacuer à l'air libre.

SECTION SEPT — LUMINAIRES

23. Degrés de protection

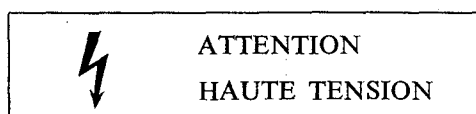
En fonction de leurs emplacements, les luminaires devront avoir au minimum les degrés de protection donnés au tableau V de la Publication 92-201 de la C.E.I.

Les luminaires exposés plus que normalement à des risques de dommages mécaniques devront être protégés contre de telles détériorations ou être d'une construction particulièrement robuste.

24. Luminaires pour lampes à décharge à des tensions supérieures à 250 V

24.1 Généralités

Les lampes à décharge fonctionnant à des tensions supérieures à 250 V peuvent être utilisées seulement dans des luminaires installés à poste fixe. Dans la mesure du possible, les installations de lampes à décharge seront munies de panneaux indicateurs appropriés en matière durable portant l'inscription suivante:



22.4 Rooms, lockers and boxes for batteries connected to a charging device with a power output according to Sub-clause 17.2 shall be ventilated as follows:

- power more than 2 kW, according to Sub-clauses 22.2 and 22.3 above, preferably by mechanical exhaust, independent of ventilation systems for other spaces;
- power between 0.2 kW and 2 kW, according to Sub-clauses 22.2 and 22.3 above, except for batteries located open in the engine room or in a similar well ventilated compartment;
- power less than 0.2 kW, boxes require openings near the top to permit escape of gas;
- deck boxes may be naturally ventilated. Natural ventilation by means of a duct of ample dimensions, terminating at least 1.25 m above in a goose-neck, mushroom-head or the equivalent will be sufficient. Holes for air inlet should be provided on at least two opposite sides of the box.

For degree of protection see IEC Publication 92-201, Table V.

22.5 Fans of accumulator compartments shall be so constructed and be of a material such as to render sparking impossible in the event of the impeller touching the fan casing. Steel or aluminium impellers shall not be used.

22.6 Ducts shall be made of a corrosion-resisting material or their interior surfaces shall be painted with corrosion-resistant paint.

22.7 Any fan motor associated with a duct used to exhaust the air from an accumulator space shall be placed external to the duct. Adequate means shall be provided to prevent entrance of gas into the motor. The duct shall be arranged to discharge into the open air.

SECTION SEVEN — LUMINAIRES

23. Degree of protection

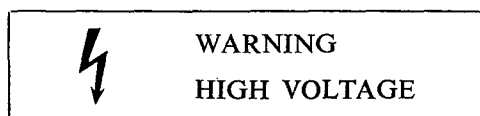
Depending on their location, luminaires shall as a minimum have the degree of protection given in Table V of IEC Publication 92-201.

Luminaires likely to be exposed to more than ordinary risk of mechanical damage shall be protected against such damage or be of specially robust construction.

24. Discharge lamp luminaires of voltage above 250 V

24.1 General

Discharge lamps operating at voltages above 250 V should be used only in fixed luminaires. Discharge lamp installations should, where practicable, be provided with durable and suitable notices bearing the inscription:



24.2 *Protection des parties sous tension*

Toutes les parties sous tension des lampes à décharge devront être conçues, disposées et installées de façon à ne pouvoir être touchées accidentellement ou par inadvertance, en tenant compte de la ligne de fuite le long de la surface du tube de verre.

24.3 *Installation du câblage*

Les conducteurs métalliques nus ou les câbles sans enveloppe métallique ni armure seront convenablement fixés et maintenus à une distance en rapport avec la tension utilisée, avec un minimum de 20 mm de tout autre conducteur, câble ou pièce métallique en contact avec la masse. Ils seront recouverts d'une protection adéquate.

Lorsqu'ils ne peuvent être facilement repérés d'une autre manière, les câbles ou leurs revêtements protecteurs devront être distingués à l'aide d'étiquettes marquées « DANGER », fixées de façon sûre à des intervalles d'au plus 1,5 m. Les lettres seront rouges sur fond blanc et auront une hauteur d'au moins 10 mm.

24.4 *Mise à la masse*

Toutes les parties métalliques de l'installation qui ne sont pas normalement parcourues par le courant devront être mises efficacement à la masse. Il n'est cependant pas toujours nécessaire de mettre à la masse les colliers ou pinces métalliques utilisés comme supports de lampes à décharge loin des bornes; on peut toutefois avoir intérêt à mettre à la masse ces colliers ou pinces pour réduire les brouillages sur les réceptions radioélectriques. Voir également la Section Deux — Mise à la masse.

24.5 *Interrupteurs*

Chaque luminaire ou installation à lampe à décharge sera pourvu d'un interrupteur multipolaire (coupant tous les pôles) dans un endroit accessible. Cet interrupteur devra être marqué clairement et un panneau avertisseur sera placé à proximité.

Aucun interrupteur ou autre dispositif de coupure de courant ne devra être installé dans le circuit secondaire des transformateurs.

25. **Projecteurs et lampes à arc**

Chaque projecteur ou lampe à arc pourra être coupé par un interrupteur multipolaire (coupant tous les pôles). Si on utilise une résistance série avec une lampe à arc, il y a lieu de placer l'interrupteur de commande de manière à déconnecter à la fois la résistance série et la lampe à arc quand il est dans la position « arrêt ».

26. **Eclairage de secours**

Les armatures d'éclairage de secours seront marquées de façon à pouvoir être facilement repérées.

SECTION HUIT — APPAREILS DE CHAUFFAGE ET DE CUISSON

27. **Protection des matières combustibles**

Toutes les matières combustibles situées au voisinage des appareils de chauffage et de cuisson devront être protégées par des matériaux incombustibles et thermiquement isolants.

24.2 *Protection of live parts*

All live parts of discharge lamp luminaires shall be so designed, placed and installed that they cannot be touched accidentally or inadvertently, the creepage distance along the surface of the glass tube being taken into consideration.

24.3 *Wiring installation*

Bare metal conductors or cables, neither metal-sheathed nor armoured, should be properly supported and separated according to the voltage but not less than 20 mm from other conductors, cables or earthed metalwork and should be covered by a suitable protection.

Where otherwise not readily identifiable, cables or their protective covering, shall be distinguished by tabs or labels marked "DANGER" securely attached at intervals not greater than 1.5 m. The letters shall be red on a white background, and shall be not less than 10 mm high.

24.4 *Earthing*

All non-current-carrying metallic parts of the installation shall be effectively earthed. It is, however, not always necessary to earth metallic clips or clamps used in positions remote from terminals to support discharge lamps but it may be found desirable to earth such clips or clamps in order to reduce interference with radio reception. See also Section Two — Earthing.

24.5 *Switches*

Each discharge lamp luminaire or installation shall be provided with a multipole (all poles) disconnecting switch in an accessible location. Such switch shall be clearly marked and a warning notice shall be placed nearby.

Switches or other current-interrupting devices shall not be installed in the secondary circuit of transformers.

25. **Searchlights and arc lamps**

Disconnection of every searchlight or arc lamp shall be by a multipole (all poles) disconnecting switch. If a series resistor is used with an arc lamp, the disconnecting switch should be so placed in the supply circuit that both the series resistor and the arc lamp are disconnected when the switch is in the "off" position.

26. **Emergency lighting**

Emergency lights shall be marked for easy identification.

SECTION EIGHT — HEATING AND COOKING APPLIANCES

27. **Guarding of combustible materials**

All combustible materials in the vicinity of heating and cooking appliances shall be protected by suitable incombustible and thermal insulating materials.

28. Emplacement de l'appareillage

L'emplacement des coupe-circuit, interrupteurs et autres organes de commande incorporés dans un appareil, ou placés à proximité, devra être tel qu'ils ne soient pas soumis à une température supérieure à celle pour laquelle ils sont prévus et qu'ils soient accessibles pour examen, par exemple par des couvercles séparés.

29. Installations des appareils de chauffage des locaux

Les appareils de chauffage des locaux devront être installés de façon qu'il n'y ait aucun risque d'échauffement dangereux du pont de la cloison ou d'autres parties voisines.

30. Gaz et poussières inflammables

Aux endroits où existe un risque d'accumulation de gaz ou de poussières inflammables, on n'installera pas d'appareils de chauffage susceptibles de provoquer leur inflammation.

SECTION NEUF — CÂBLES

31. Parcours des canalisations — Généralités

31.1 Le parcours des canalisations sera étudié de manière à être aussi rectiligne et accessible que possible.

31.2 On choisira le parcours des canalisations de façon à éviter l'action de l'eau ou la condensation des égouttements d'eau. Les câbles devront être éloignés le plus possible des sources de chaleur: chaudières, tuyauteries à température élevée, résistances, etc., et être 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 ait 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 échauffements. On utilisera, par exemple, une ventilation spéciale, des matériaux d'isolation thermique ou des câbles spéciaux résistant à la chaleur.

31.3 Les câbles ne devront pas franchir de joints de dilatation. Si cela est toutefois inévitable, il y a lieu de prévoir une boucle de longueur proportionnée à la dilatation du joint. Le rayon intérieur minimal de la boucle ne sera jamais inférieur à douze fois le diamètre extérieur du câble.

31.4 Lors de la réalisation des parcours de canalisations, on tiendra compte de la protection nécessaire contre l'action destructive des insectes et des rongeurs.

31.5 Quand des câbles sont installés en pose groupée et que les risques de propagation du feu sont élevés, on prendra, à la pose, des précautions spéciales contre ces risques, même si les câbles sont d'un type non propagateur de la flamme.

31.6 Les câbles dont les isolants ont des températures maximales admissibles différentes (voir le tableau VI de la Publication 92-201 de la C E I) ne devront pas être groupés dans un même collier, presse-étoupe, conduit ou goulotte.

Si cela n'est pas réalisable, les câbles devront être choisis de manière qu'aucun d'entre eux ne puisse atteindre une température supérieure à sa température maximale admissible.

28. Position of controlgear and switchgear

The position of fuses, switches and other control elements fitted in or near appliances shall be such that they will not be subject to temperatures above that for which they are designed and they shall be accessible for inspection, for example through separate covers.

29. Mounting of space-heating appliances

Space-heating appliances shall be so mounted that there will be no risk of dangerous heating of the deck or bulkhead or other surroundings.

30. Combustible gases and dust

In positions where combustible gases or dust are likely to accumulate, heating appliances capable of igniting them shall not be installed.

SECTION NINE — CABLES

31. Cable-runs — General

31.1 Cable-runs shall be selected so as to be as far as possible straight and accessible.

31.2 Cable-runs shall be selected so as to avoid action from condensed moisture or dripping water. Cables shall, 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.

31.3 Cables shall 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 shall never be less than twelve times the external diameter of the cable.

31.4 In the construction of cable-runs, account should be taken of the need for protection against destructive pests or rodents.

31.5 When cables are installed in bunches and the risk of fire propagation is high, special installation precautions shall be taken to prevent fire propagation regardless of whether or not any or all of the cables are declared flame-retardant.

31.6 Cables having insulating materials with different maximum permissible conductor temperatures (see Table VI of IEC Publication 92-201) shall not be bunched in a common clip, gland, conduit, trunking or duct.

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

- 31.7 Les câbles munis d'un revêtement protecteur susceptible d'endommager l'enveloppe de câbles plus vulnérables ne devront pas être groupés avec ces derniers dans un même collier, presse-étoupe, conduit ou goulotte.
- 31.8 Les câbles munis d'une gaine métallique, d'une tresse ou d'une armure nue seront posés de manière à empêcher la corrosion galvanique due au contact d'un autre métal.
- 31.9 Des câbles pour des tensions de sécurité ne devront pas être groupés avec des câbles pour des tensions supérieures à 500 V, ou être placés dans les mêmes conduits que ceux-ci. Des câbles pour des tensions jusqu'à 1 kV ne devront pas être groupés avec des câbles pour des tensions plus élevées, ou être placés dans les mêmes conduits que ceux-ci.

32. Parcours des canalisations pour les services essentiels et de secours

- 32.1 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.
- 32.2 Lorsqu'il est prescrit de partager le navire en tranches d'incendie (comme c'est généralement le cas pour les navires à passagers), le parcours des canalisations électriques sera disposé de sorte qu'un incendie survenant dans une tranche verticale principale ne puisse pas 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 le plus possible éloignés, verticalement et horizontalement.
- 32.3 Les câbles ou conducteurs isolés appartenant aux circuits essentiels ou de secours pour la force, l'éclairage, les communications intérieures ou la signalisation doivent être autant que possible acheminés en dehors des cuisines, buanderies, salles des machines et leurs tambours, 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.

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.

33. Mode de pose des câbles en fonction des perturbations électromagnétiques

Pour éviter dans toute la mesure possible l'influence des perturbations électromagnétiques parasites, il faudra tenir compte des indications de la Publication 533 de la CEI. Les indications de ce guide d'installation 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.

34. Câbles pour pompes de cales submersibles installées à demeure

Les câbles et leurs connexions aux pompes de cales submersibles installées à demeure devront être en état de fonctionner sous une pression équivalente à une colonne d'eau égale à leur distance

- 31.7 Cables having a protective covering which may damage the covering of more vulnerable cables shall not be bunched with the latter in a common clip, gland, trunking or duct.
- 31.8 Cables having a bare metallic sheath or braid or armour shall be installed in such a way that galvanic corrosion by contact with other metals is prevented.
- 31.9 Cables for safety voltages shall not be bunched together with or run through the same pipes as cables for voltages above 500 V. Cables for voltages up to 1 kV shall not be bunched together with or run through the same pipes as cables for higher voltages.

32. Cable-runs for essential and emergency services

- 32.1 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 shall follow different routes, which shall be separated both vertically and horizontally as far as practicable.
- 32.2 Where it is required to divide a ship into fire zones (such as is generally the case on passenger ships), cable-runs shall be so arranged that a fire in any main vertical fire zone will not interfere with essential services in any other such zone. This is met if main and emergency cables passing through any zone are separated both vertically and horizontally as widely as is practicable.
- 32.3 Cables and wiring serving essential or emergency power, lighting, internal communications or signals shall 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 shall 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.

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.

33. Cable installation methods in relation to electromagnetic interference

In order to avoid as much as possible the effects of unwanted electromagnetic interference, the indications given in IEC Publication 533 shall be taken into consideration. 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.

34. Cables for submersible permanently installed bilge-pumps

Cables and their connections to submersible, permanently installed bilge-pumps shall be capable of operating under a head of water equal to their distance below the bulkhead deck. The cables

au-dessous du pont de cloisonnement. Les câbles devront être sous gaine imperméable et sous armure, ne pas être interrompus sur tout leur parcours du dessus du pont de cloisonnement aux bornes du moteur et pénétrer dans la cloche d'air par le bas.

35. Protection mécanique

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

36. Mise à la masse des revêtements métalliques et des protections mécaniques des câbles (voir article 4)

- 36.1 Tous les revêtements métalliques des câbles devront être reliés électriquement à la coque métallique du navire, sauf au cas où les dispositions du paragraphe 45.2.1 s'appliquent. Ces connexions seront effectuées aux deux extrémités des câbles, sauf qu'un point de masse unique (côté alimentation) est admis pour les circuits terminaux et, le cas échéant, en fonction de motifs techniques ou de sécurité, pour certaines installations particulières (câbles de commande et d'instrumentation, câbles à isolement minéral, circuits à sécurité intrinsèque, etc.).
- 36.2 Les connexions de masse devront être effectuées avec des conducteurs dont la section (voir tableau I) est fonction de la section des conducteurs parcourus par le courant ou par des moyens équivalents comme des brides métalliques serrées sur le revêtement métallique du câble et reliées à la coque métallique du navire.
- Le revêtement métallique des câbles peut être mis à la masse au moyen de presse-étoupe prévus à cet effet et conçus de manière à assurer une connexion de masse efficace.
- Ces presse-étoupe devront être solidement fixés à une pièce métallique mise à la masse conformément aux présentes normes, tout en assurant un contact électrique efficace avec la pièce.
- 36.3 La continuité électrique de tous les revêtements métalliques devra être assurée sur toute la longueur du câble, et en particulier aux jonctions et aux dérivations.
- 36.4 La gaine de plomb de câbles ne devra jamais être utilisée comme seul moyen pour mettre à la masse des parties normalement non parcourues par un courant (voir article 5).
- 36.5 Les coffrages, conduits et goulottes métalliques devront être efficacement reliés à la masse.
- 36.6 Les conduits peuvent être mis à la masse par vissage dans une enveloppe métallique ou par fixation par écrous des deux côtés de la paroi d'une enveloppe métallique, à condition que les surfaces en contact soient propres et exemptes de rouille, d'écailles ou de peinture et que l'enveloppe soit mise à la masse conformément aux présentes recommandations.

La connexion devra être peinte immédiatement après assemblage de façon à empêcher la corrosion.

shall be impervious-sheathed and armoured and shall be installed in continuous lengths from above the bulkhead to the motor terminals and shall enter the air bell from the bottom.

35. Mechanical protection

- 35.1 In situations where there could be a risk of mechanical damage, cables shall be enclosed in suitable conduits or casings, unless the cable covering (for example armour or sheath) provides adequate mechanical protection.
- 35.2 In situations where there would be an exceptional risk of mechanical damage, for example in holds, storage spaces, cargo spaces, etc., cables shall 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.
- 35.3 Metal casing used for mechanical protection of cables shall be effectively protected against corrosion.

36. Earthing of metal coverings and of mechanical protection of cables (see Clause 4)

- 36.1 All metal coverings of cables shall be electrically connected to the metal hull of the ship at both ends, except in so far as the provisions given in Sub-clause 45.2.1 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.
- 36.2 Earthing connections shall be carried out with conductors having cross-sectional areas (see Table I) 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 shall be firmly attached to, and in effective electrical contact with, a metal structure earthed in accordance with these standards.
- 36.3 The electrical continuity of all metal coverings throughout the length of the cables, particularly at joints and tappings, shall be ensured.
- 36.4 The lead of lead-sheathed cables shall never be used as the sole means of earthing non-current-carrying parts (see Clause 5).
- 36.5 Metal casings, pipes and conduits or trunking shall be effectively earthed.
- 36.6 Conduits may be earthed by being screwed into a metal enclosure, or by nuts on both sides of the wall of a metallic enclosure, provided the surfaces in contact are clean and free from rust, scale or paint and that the enclosure is in accordance with these recommendations on earthing.

The connection shall be painted immediately after assembly in order to inhibit corrosion.

- 36.7 On peut mettre à la masse des gaines et armures de câbles et des conduits au moyen de pattes ou de brides en métal résistant à la corrosion et assurant un contact efficace avec la gaine ou l'armure et une structure métallique mise à la masse.
- 36.8 Tous les raccords de conduits et de gaines métalliques de câbles utilisés pour assurer la continuité électrique devront être convenablement réalisés et, si nécessaire, protégés contre la corrosion.

37. Rayons de courbure

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

TABLEAU II
Rayons de courbure

Type de construction de câble		Diamètre extérieur du câble (D)	Valeur minimale du rayon de courbure (en multiple du diamètre D)
Enveloppe isolante	Gaine extérieure		
Thermoplastique et élastomérique	Gaine métallique avec armure ou tresse	Quelconque	6
	Autres	≤ 25 mm > 25 mm	4 6
Isolant minéral	Gaine en métal dur	Quelconque	6

38. Fixation

- 38.1 A l'exception des câbles pour les appareils portatifs et des câbles posés sous tube, conduit, goulotte ou moulure spéciale, les câbles devront être fixés par des brides, colliers ou bandes 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.
- 38.2 Les espacements entre supports devront être choisis selon la nature du câble et les probabilités de vibrations. Ils ne devront 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. En cas de pose verticale, la distance entre les supports peut être portée à 50 cm.

Note. — Les espacements indiqués ci-dessus entre supports de câbles ne conviennent pas nécessairement aux câbles monoconducteurs.

- 38.3 Les supports et accessoires correspondants devront être robustes et être réalisés en matériaux résistant à la corrosion ou être convenablement traités à cet effet avant montage.

36.7 Cable sheaths and armour, and conduit, may be earthed by means of clamps or clips of corrosion-resistant metal making effective contact with sheath or armour and earthed metal.

36.8 All joints in metal conduits and ducts and in metallic sheath of cables used for earth continuity shall be soundly made and protected, where necessary, against corrosion.

37. Radius of bend

The internal radius of bend for the installation of cables shall be chosen according to the type of cable as recommended by the manufacturer and shall be not less than the figures given in Table II.

TABLE II
Bending radii

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

38. Fixing

38.1 With the exception of cables for portable appliances and of those installed in pipes, conduits, trunkings or special casings, cables shall 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.

38.2 The distances between supports shall be suitably chosen according to the type of cable and the probability of vibration, and shall 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 shall 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. In the case of vertical runs, the distance between supports may be increased to 50 cm.

Note. — The above given distances between cable supports are not necessarily adequate for single-core cables.

38.3 The supports and the corresponding accessories shall be robust and shall be of corrosion-resistant material or suitably treated before erection to resist corrosion.

- 38.4 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.
- 38.5 Quand les câbles sont fixés par des colliers du type mentionné au paragraphe 38.4 et ne sont pas posés sur des chemins de câbles ou des supports horizontaux, on devra ajouter à intervalles réguliers (tous les 1 m 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. Cette règle s'applique aussi à la fixation de tubes ou conduits non métalliques.

Note. — Le paragraphe 38.5 ne s'applique pas nécessairement aux câbles de faible diamètre posés seuls ou en petit faisceau pour connecter un luminaire, un transducteur d'alarme, etc.

39. Traversées des cloisons et des ponts

- 39.1 Les traversées des cloisons et des ponts étanches devront 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 non propageur de la flamme.

Quel que soit le type de câble utilisé, les presse-étoupe ou les boîtes et leurs remplissages seront 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.).

- 39.2 Les câbles traversant les ponts devront être protégés jusqu'à une hauteur convenable au-dessus de ceux-ci.
- 39.3 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 seront munies de passe-cloisons ou de fourreaux, si cela est nécessaire pour éviter l'endommagement des câbles.
- Le matériau des passe-cloisons ou fourreaux devra être choisi de manière à empêcher la corrosion et l'endommagement des câbles ou des matériaux structurels du navire.
- 39.4 Les gaines verticales donnant passage à des câbles électriques devront être réalisées de façon à ne pas transmettre le feu d'un entrepont, ou d'un compartiment, à un autre.
- 39.5 Les traversées de ponts ou de cloisons ayant un degré de résistance à l'incendie prescrit devront être réalisées de manière à ne pas amoindrir ce degré de résistance.

40. Pose des câbles sous conduit métallique

- 40.1 En cas de pose de câbles sous conduit métallique, les précautions suivantes doivent être prises (voir aussi les paragraphes 31.6 et 31.7 pour les câbles groupés).
- 40.2 Les conduits devront être parfaitement lisses intérieurement et protégés contre la corrosion.
- 40.3 Les conduits devront avoir des extrémités façonnées ou garnies de manière à ne pas endommager le revêtement des câbles.

* Cet essai est à l'étude.

38.4 Cable clips or straps made from a material other than metal (such as polyamide, polyvinyl chloride, etc.) may be used. Requirements concerning the characteristics of the material are under consideration.

38.5 When cables are fixed by means of clips or straps referred to in Sub-clause 38.4 and these cables are not laid on top of horizontal cable trays or cable supports, suitable metal clips or saddles shall be added at regular distances (for example 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. — Sub-clause 38.5 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 luminaire, alarm transducer, etc.

39. Cables penetrating bulkheads and decks

39.1 Penetration of watertight decks and bulkheads shall 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 shall 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 (for example by high temperature arising from the pouring of the compound, chemical reaction, etc.).

39.2 Cables passing through decks shall be protected to a suitable height above the deck.

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

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

39.4 Vertical trunking for electrical cables shall be so constructed as not to afford passage of fire from one between-deck or compartment to another.

39.5 Penetration of decks and bulkheads, which are required to have some degree of fire integrity, shall be so effected as to ensure that the required degree of fire integrity is not impaired.

40. Cables in metallic pipes of conduits or trunking

40.1 When cables are installed in metal pipes, conduits or trunking, the following precautions shall be observed (see also Sub-clauses 31.6 and 31.7 for bunching of cables).

40.2 The pipes, conduits or trunking shall be suitably smooth on the interior and protected against corrosion.

40.3 The pipes of conduits or trunkings shall have their ends shaped or bushed in such a way as not to damage the cable covering.

* This test is under consideration.

- 40.4 Les conduits devront avoir des dimensions internes et des rayons de courbure permettant d'introduire et de retirer facilement les câbles prévus; les rayons de courbure ne devront pas être inférieurs aux valeurs admises pour les câbles (voir article 37) ni, pour les tubes de diamètre supérieur à 63 mm, à deux fois le diamètre extérieur du tube.
- 40.5 Les conduits devront être disposés de manière que l'eau ne puisse s'accumuler à l'intérieur (compte tenu des possibilités de condensation).
- 40.6 Le facteur de remplissage (rapport de la somme des sections correspondant aux diamètres extérieurs des câbles à la section interne du conduit) ne devra pas être supérieur à 0,4.
- 40.7 Si nécessaire, on pratiquera 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 en un endroit quelconque du conduit. Cela ne peut être réalisé qu'à condition de ne pas augmenter les risques d'incendie.
- 40.8 On évitera de tirer dans les conduites des câbles sous plomb sans autre revêtement.
- 40.9 Si l'on peut craindre une rupture du tube en raison de sa longueur, on devra prévoir des joints d'expansion appropriés. Cela peut être le cas quand des câbles sous tube sont montés sur des ponts découverts.
- 40.10 Quand les câbles devront être tirés dans des conduits, il conviendra d'installer des boîtes de tirage aux endroits appropriés pour éviter l'endommagement des câbles au cours de l'installation.

41. Pose des câbles sous tube, conduit, goulotte ou moulure non métallique

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

- 41.1 Tous les câbles et les conducteurs isolés seront du type non propagateur de la flamme.
- 41.2 Si les couvercles des moulures sont fixés par vis, celles-ci seront inoxydables et placées de manière à ne pas endommager les câbles. Ces couvercles devront être d'accès facile.
- 41.3 Les tubes, conduits, goulottes ou moulures non métalliques seront du type non propagateur de la flamme selon la Publication 92-101 de la CEI.
- 41.4 Si besoin est, les câbles seront maintenus par des colliers (voir article 38).
- 41.5 Les précautions prescrites aux paragraphes 31.6 et 31.7 seront également prises pour la pose sous moulures non métalliques.

42. Câbles dans les magasins

Lorsqu'il est nécessaire d'installer des câbles dans les magasins, ils devront être convenablement protégés contre les dommages mécaniques.

- 40.4 The pipes or conduits or trunking shall have such internal dimensions and radii of bend as will permit the easy drawing in and out of the cables which they are to contain; the internal radii of bend shall be not less than those permitted for cables (see Clause 37) and for pipes exceeding 63 mm external diameter, not less than twice the external diameter of the pipe.
- 40.5 Pipes, conduits and trunking shall be so arranged that water cannot accumulate inside them (account being taken of possible condensation).
- 40.6 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 areas of the pipe or conduit or trunking) shall be not greater than 0.4.
- 40.7 If necessary, ventilating openings shall 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 or conduit run. This may be done only if the fire-risk will not be increased thereby.
- 40.8 Drawing of lead-sheathed cables without any covering into pipes, conduits or trunking is to be avoided.
- 40.9 If there is reason to fear that a pipe may break because of its length, appropriate expansion joints shall be provided. This may be the case when cable pipes are fitted along weather decks.
- 40.10 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.

41. Cables in non-metallic pipes, conduits, trunking, ducts or cappings and casings

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

- 41.1 All cables or insulated wiring shall be flame-retardant.
- 41.2 If the fixing of capping is by means of screws they shall be of non-rusting material arranged so as not to damage the cables. The capping shall be readily accessible.
- 41.3 Non-metallic pipes, conduits, trunkings, ducts or cappings and casings shall be flame-retardant in accordance with IEC Publication 92-101.
- 41.4 Cables shall be fixed if necessary with clips as described in Clause 38.
- 41.5 The precautions recommended in Sub-clauses 31.6 and 31.7 should be observed also for installation in non-metallic casings.

42. Cables in store rooms

When it is necessary to install cables in store rooms, they are to be adequately protected against mechanical damage.

43. Pose des câbles dans les chambres frigorifiques

- 43.1 Les câbles installés dans les chambres frigorifiques devront comporter une gaine imperméable et être protégés contre les détériorations mécaniques. Les câbles isolés ou gainés de polychlorure de vinyle ne devront pas être utilisés dans les chambres frigorifiques, 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, cette armure devra être protégée de la corrosion par un revêtement résistant à l'humidité et aux basses températures.

- 43.2 Les câbles installés dans les chambres frigorifiques ne devront pas être recouverts par l'isolation thermique. Ils seront fixés à des chemins de câbles perforés (par exemple en acier galvanisé) ou à d'autres supports convenables disposés de façon à laisser un espace entre la partie arrière des plaques ou supports et la paroi de la chambre.

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

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

- 43.3 Si les câbles ont à traverser 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.

44. Efforts de traction

- 44.1 Les câbles devront 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.

- 44.2 Ces précautions sont particulièrement importantes pour des câbles de faible section ou pour des câbles à parcours vertical, ou posés sous conduit vertical. Ces câbles devront être supportés de manière appropriée.

La valeur maximale admissible, en N/mm^2 , de l'effort de traction mécanique sur le conducteur est à l'étude.

45. Précautions spéciales pour les câbles monoconducteurs

45.1 Forces électrodynamiques

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

45.2 Câbles monoconducteurs parcourus par du courant alternatif

Les circuits en courant alternatif devront être réalisés, dans la mesure du possible, avec des câbles à deux ou plusieurs conducteurs. S'il est toutefois nécessaire d'employer des câbles monoconducteurs pour des courants admissibles supérieurs à 20 A, il convient de prendre les mesures suivantes.

43. Cables in refrigeration spaces

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

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

- 43.2 Cables installed in refrigeration spaces shall not be covered by thermal insulation. They shall be secured to perforated tray plates (made for instance of galvanized steel) or other suitable supports which shall be so placed as to leave a space between the back of the plates and the face of the refrigeration space.

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

Care shall be taken to avoid the possibility of galvanic action if the refrigeration space has an aluminium facing.

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

44. Tensile stress

- 44.1 Cables shall be so installed that the tensile stress applied to them either by reason of their own weight or for any other reason, is minimized.
- 44.2 These precautions are particularly important for cables of small cross-section and for cables on vertical runs, or in vertical pipes. These cables shall be suitably supported.

The maximum allowable value, in N/mm^2 of the mechanical stress on the conductor is under consideration.

45. Special precautions for single-core cables

45.1 *Electrodynamic forces*

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

45.2 *Single-core cables for a.c. wiring*

A.C. wiring shall 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.

- 45.2.1 Utiliser des câbles sans armure, ou avec une armure amagnétique. Pour éviter des boucles de courant, le revêtement métallique devra être mis à la masse en un seul point.
- 45.2.2 Poser les conducteurs appartenant à un même circuit dans 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.
- 45.2.3 Dans les installations monophasées, triphasées ou triphasées avec neutre, les deux, trois ou quatre câbles monoconducteurs constituant les circuits devront être autant que possible à pose jointive.

Dans tous les cas, la distance entre les revêtements externes de deux câbles adjacents ne devra pas être supérieure à un diamètre de câble.

- 45.2.4 Lorsque des câbles monoconducteurs d'un courant nominal supérieur à 250 A devront être posés près d'une cloison en acier, la distance entre câbles et cloison devra être supérieure ou égale à 50 mm, sauf si les câbles appartenant au même circuit alternatif sont disposés en trèfle.
- 45.2.5 Aucun matériau magnétique ne pourra se trouver entre les câbles monoconducteurs d'un groupe de câbles. Lorsque des câbles traversent des tôles d'acier, tous les conducteurs d'un même circuit devront passer ensemble à travers une plaque ou traversée, celle-ci ne devant pas introduire de matériau magnétique entre les câbles. La distance des câbles aux pièces magnétiques voisines devra être supérieure ou égale à 75 mm, sauf si les câbles appartenant au même circuit alternatif sont disposés en trèfle.
- 45.2.6 Pour équilibrer, dans la mesure du possible, les impédances des circuits triphasés de grande longueur composés de câbles monoconducteurs de section supérieure ou égale à 185 mm², les phases devront être permutées à des intervalles 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.

- 45.2.7 Dans les circuits comprenant plusieurs câbles monoconducteurs par phase, en parallèle, tous les câbles devront suivre le même parcours et avoir la même section.

En outre, les câbles appartenant à une même phase devront 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:

123321 ou 123 et non 112233 ou 123

321

123

46. Extrémités des câbles

- 46.1 S'il n'est pas utilisé de bornes à serrage, les extrémités de toutes les âmes devront être munies de cosses soudées ou serties d'une dimension permettant de contenir tous les brins de l'âme. Pour la soudure, il ne devra pas être utilisé de flux corrosifs.
- 46.2 Les revêtements protecteurs devront 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 paragraphe 46.8.