

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
287-2-2**

Première édition
First edition
1995-05

Câbles électriques –

Calcul du courant admissible –

Partie 2:

Résistance thermique –

Section 2: Méthode de calcul des coefficients de réduction de l'intensité de courant admissible pour des groupes de câbles posés à l'air libre et protégés du rayonnement solaire direct

Electric cables –

Calculation of the current rating –

Part 2:

Thermal resistance –

Section 2: A method for calculating reduction factors for groups of cables in free air, protected from solar radiation



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 287-2-2: 1995

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 auprès du Bureau Central de la CEI.

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

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*;
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*;
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas*;

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

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

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

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 from the IEC Central Office.

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

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*, which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets*;
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams*;

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
287-2-2**

Première édition
First edition
1995-05

**Câbles électriques –
Calcul du courant admissible –**

**Partie 2:
Résistance thermique –**

Section 2: Méthode de calcul des coefficients de réduction de l'intensité de courant admissible pour des groupes de câbles posés à l'air libre et protégés du rayonnement solaire direct

**Electric cables –
Calculation of the current rating –**

**Part 2:
Thermal resistance –**

Section 2: A method for calculating reduction factors for groups of cables in free air, protected from solar radiation

© CEI 1995 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

K

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
 Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives	8
3 Liste de symboles	10
4 Méthode	10
5 Valeurs de l'espacement entre câbles permettant d'éviter une réduction des capacités de transport	14
6 Procédés d'évaluation du coefficient de réduction pour des câbles installés en groupes	14
Figures	18

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60287-2-2:1995

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 List of symbols	11
4 Method	11
5 Values of clearance to avoid a reduction in current-carrying capacity	15
6 Procedures to derive the reduction coefficient for grouped cables	15
Figures	18

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CÂBLES ÉLECTRIQUES – CALCUL DU COURANT ADMISSIBLE –

Partie 2: Résistance thermique –

Section 2: Méthode de calcul des coefficients de réduction de l'intensité de courant admissible pour des groupes de câbles posés à l'air libre et protégés du rayonnement solaire direct

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études 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.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme internationale CEI 287-2-2 a été établie par le sous-comité 20A: Câbles de haute tension, du comité d'études 20 de la CEI: Câbles électriques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
20A(BC)125	20A(BC)135

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

Cette section a été publiée initialement comme CEI 1042.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRIC CABLES -

CALCULATION OF THE CURRENT RATING -

Part 2: Thermal resistance -

**Section 2: A method for calculating reduction factors
for groups of cables in free air, protected
from solar radiation**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, 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.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 287-2-2 has been prepared by sub-committee 20A: High-voltage cables, of IEC technical committee 20: Electric cables.

The text of this standard is based on the following documents:

Six months' Rule	Report on voting
20A(CO)125	20A(CO)135

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

This section was published initially as IEC 1042.

INTRODUCTION

La présente section propose une méthode et des données permettant de calculer les coefficients de réduction à appliquer aux groupes de câbles installés en nappe horizontale à l'air libre. Les pertes diélectriques sont négligées. Il est recommandé d'utiliser cette norme en parallèle avec la partie 2, section 1.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60287-2-2:1995

INTRODUCTION

This section provides a method and data for calculating group reduction factors for cables in groups running horizontally in free air. Dielectric losses are neglected. It should be read in conjunction with part 2, section 1.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60287-2-2:1995

CÂBLES ÉLECTRIQUES – CALCUL DU COURANT ADMISSIBLE –

Partie 2: Résistance thermique –

Section 2: Méthode de calcul des coefficients de réduction de l'intensité de courant admissible pour des groupes de câbles posés à l'air libre et protégés du rayonnement solaire direct

1 Domaine d'application

La méthode décrite dans la présente Norme internationale s'applique à tous types de câbles disposés en groupes en nappe horizontale, sous réserve qu'ils soient de même diamètre et qu'ils aient des pertes identiques.

Cette norme donne des indications sur la réduction d'intensité admissible consécutive à l'installation de câbles voisins. Elle se limite aux cas suivants:

- a) neuf câbles au maximum disposés en carré, voir figure 1, et
- b) six circuits au maximum formés chacun de trois câbles posés en trèfle, avec jusqu'à trois circuits en nappe horizontale ou deux circuits en pose verticale, voir figure 2.

Il convient de veiller à ce que la présence d'objets avoisinants n'entrave pas la circulation de l'air autour des câbles.

NOTE – Des études complémentaires sont à mener pour étendre et préciser les données et également pour inclure l'effet des pertes diélectriques.

Des indications sont données pour les cas suivants:

- Lorsqu'on dispose de valeurs d'intensité de courant admissible pour un câble ou un circuit supposé seul, il est possible d'évaluer les coefficients de réduction pour des groupes constitués de câbles de même type, voir 4.1.
- Lorsqu'on ne dispose pas de valeurs calculées d'intensité de courant, on peut recourir aux données fournies en utilisant les formules données en 4.2 des parties 1 et 2 pour déterminer l'intensité admissible dans les groupes de câbles, voir 4.2.
- Lorsqu'il est possible d'espacer suffisamment les câbles afin d'éviter toute réduction de l'intensité de courant admissible, voir l'article 5.

2 Références normatives

CEI 287-1-1: 1994, *Câbles électriques – Calcul du courant admissible – Partie 1: Equations de l'intensité du courant admissible (facteur de charge 100 %) et calcul des pertes – Section 1: Généralités*

CEI 287-2-1: 1994, *Câbles électriques – Calcul du courant admissible – Partie 2: Résistance thermique – Section 1: Calcul de la résistance thermique*

ELECTRIC CABLES – CALCULATION OF THE CURRENT RATING –

Part 2: Thermal resistance –

Section 2: A method for calculating reduction factors for groups of cables in free air, protected from solar radiation

1 Scope

The method described in this International Standard is applicable to any type of cable and group running horizontally, provided that the cables are of equal diameter and emit equal losses.

Information is provided on the reduction in permissible current when cables are mounted adjacent to each other. It is limited to the following cases:

- a) a maximum of nine cables in a square formation, see figure 1, and
- b) a maximum of six circuits each comprised of three cables mounted in trefoil, with up to three circuits placed side by side or two circuits placed one above the other, see figure 2.

Caution is advised where air flow around the cables may be restricted by proximity to neighbouring objects.

NOTE – Further work is to be done to extend and refine the data and to include the effect of dielectric loss.

Information is provided for the following situations:

- Where a rating for one cable or circuit assumed to be isolated exists, group reduction factors can be derived for the same type of cable, see 4.1.
- Where previously calculated ratings are not available, the data provided can be used to calculate permissible currents for groups of cables, using the formulae in parts 1 and 2, see 4.2.
- Where adequate clearances can be provided between cables to avoid a reduction in permissible current, see clause 5.

2 Normative references

IEC 287-1-1: 1994, *Electric cables – Calculation of the current rating – Part 1: Current rating equations (100 % load factor) and calculation of losses – Section 1: General*

IEC 287-2-1: 1994, *Electric cables – Calculation of the current rating – Part 2: Thermal resistance – Section 1: Calculation of thermal resistance*

3 Liste de symboles

D_e	= diamètre extérieur d'un câble multipolaire ou d'un câble unipolaire posé en trèfle	mm
F_g	= coefficient de réduction pour des câbles installés en groupes	
I_g	= intensité du courant admissible par le câble le plus chaud d'un groupe	A
I_t	= intensité du courant admissible par un câble ou par un circuit, supposé seul	A
T_{4l}	= résistance thermique extérieure d'un câble, supposé seul, utilisé pour le calcul de I_t	K.m/W
T_{4g}	= résistance thermique extérieure du câble le plus chaud d'un groupe	K.m/W
W	= pertes totales d'un câble multipolaire ou d'un câble unipolaire posé en trèfle, supposé seul, transportant une charge I_t	W/m
e	= espacement entre câbles voisins d'un groupe (il faut noter que la mesure est effectuée entre les surfaces des câbles et non entre leurs axes comme dans la CEI 287-1-1 et CEI 287-2-1)	mm
h_l	= coefficient de dissipation de chaleur d'un câble multipolaire ou d'un câble unipolaire posé en trèfle, supposé seul, à l'air libre	W/m ² .K ^{5/4}
h_g	= coefficient de dissipation de chaleur du câble le plus chaud d'un groupe	W/m ² .K ^{5/4}
k_l	= facteur d'échauffement de la surface d'un câble multipolaire ou d'un câble unipolaire posé en trèfle, supposé seul, à l'air libre	
	= $\frac{\text{échauffement de la surface du câble}}{\text{échauffement de l'âme}}$	
θ_a	= température ambiante utilisée pour le calcul de I_t	°C
θ_c	= température de l'âme utilisée pour le calcul de I_t	°C

4 Méthode

4.1 Application des coefficients de réduction à des câbles installés en groupes lorsque les capacités de transport sont connues

Lorsqu'on connaît l'intensité de courant admissible pour un câble ou circuit seul et qu'on désire calculer le coefficient de réduction pour un groupe de câbles, on effectue le calcul pour le câble le plus chaud à partir de la formule:

$$F_g = \sqrt{\frac{1}{1 - k_l + k_l (T_{4g}/T_{4l})}} \quad (1)$$

La capacité de transport du câble le plus chaud est alors donnée par:

$$I_g = F_g \cdot I_t \quad (2)$$

3 List of symbols

D_e	= external diameter of a multi-core cable or of one single-core cable mounted in trefoil	mm
F_g	= group reduction factor	
I_g	= rating of the hottest cable in a group	A
I_t	= rating for one cable or circuit, assumed to be isolated	A
T_{4l}	= external thermal resistance of one cable, assumed to be isolated, used for calculating I_t	K.m/W
T_{4g}	= external thermal resistance of the hottest cable in a group	K.m/W
W	= power loss from one multi-core cable or one single-core cable mounted in trefoil, assumed to be isolated, when carrying the current I_t	W/m
e	= clearance between adjacent cables in a group (note, this is measured between cable surfaces, not between cable axes as in IEC287-1-1 and IEC 287-2-1)	mm
h_l	= heat dissipation coefficient of one multicore cable or of one single-core cable mounted in trefoil, assumed to be isolated, in free air	$W/m^2 \cdot K^{5/4}$
h_g	= heat dissipation coefficient of the hottest cable in a group	$W/m^2 \cdot K^{5/4}$
k_l	= cable surface temperature rise factor of one multicore cable or of one single-core cable mounted in trefoil, assumed to be isolated, in free air = $\frac{\text{cable surface temperature rise}}{\text{conductor temperature rise}}$	
θ_a	= ambient temperature used for calculating I_t	°C
θ_c	= conductor temperature used for calculating I_t	°C

4 Method

4.1 When group reduction factors can be applied to existing ratings

When the permissible current for an isolated cable or circuit is known and it is desired to calculate the reduction factor for a group of cables, the calculation is made for the hottest cable in the group using:

$$F_g = \sqrt{\frac{1}{1 - k_l + k_l (T_{4g}/T_{4l})}} \quad (1)$$

The current-carrying capacity of the hottest cable is then given by:

$$I_g = F_g \cdot I_t \quad (2)$$

Le facteur d'échauffement de la surface du câble, k_l , est calculé à partir de:

$$k_l = \frac{W \cdot T_{4l}}{(\theta_c - \theta_a)} \quad (3)$$

NOTE – Les quantités W et T_{4l} sont obtenues à partir des calculs effectués pour déterminer l_l et il est pratique de calculer k_l en même temps que l_l .

On doit calculer le terme (T_{4g}/T_{4l}) à partir du rapport (h_l/h_g) en utilisant la relation itérative:

$$(T_{4g}/T_{4l})_{n+1} = (h_l/h_g) \left[\frac{1 - k_l}{(T_{4g}/T_{4l})_n} + k_l \right]^{0,25} \quad (4)$$

en commençant par $(T_{4g}/T_{4l})_1 = (h_l/h_g)$.

NOTE – L'équation (4) convergeant rapidement, une évaluation avec $(T_{4g}/T_{4l})_1 = (h_l/h_g)$ est normalement suffisante.

Dans le cas où (h_l/h_g) est plus petit que 1,4, il suffit de remplacer (T_{4g}/T_{4l}) par (h_l/h_g) dans l'équation (1).

Les valeurs du rapport (h_l/h_g) sont données dans le tableau 1 et les figures 3 à 5 pour les groupes de câbles multipolaires et pour les groupes de câbles unipolaires posés en trèfle.

NOTE – Il est recommandé de déterminer expérimentalement les valeurs concernant d'autres dispositions de câbles.

4.2 Absence de calculs antérieurs de capacités de transport

L'intensité de courant admissible dans le câble le plus chaud d'un groupe doit être calculée à partir des formules données dans la partie 2, section 1 pour les câbles posés à l'air libre, mais en remplaçant le coefficient de dissipation de chaleur h , donné dans la partie 2, section 1, par h_g .

Pour les configurations de groupe couvertes par le tableau 1 et les figures 3 à 5, les valeurs du coefficient de dissipation de chaleur h_g sont obtenues à partir de:

$$h_g = \frac{h}{(h_l/h_g)} \quad (5)$$

où le paramètre h est donné dans la partie 2, section 1, pour un câble multipolaire ou un câble unipolaire d'un groupe de câbles posés en trèfle, supposé seul, et le rapport (h_l/h_g) est tiré du tableau 1 ou des figures 3 à 5 de la présente norme.

4.3 Groupes de câbles posés en plusieurs nappes

Les facteurs et les capacités de transport de câble le plus chaud d'un groupe formé de câbles posés à la fois en nappe horizontale et dans un plan vertical doivent être évalués en utilisant la valeur appropriée de (h_l/h_g) pour l'espacement dans un plan vertical. Il faut s'assurer également que l'espacement des câbles dans une nappe horizontale, e , est au moins égal à la valeur appropriée, donnée au tableau 1, permettant de négliger l'effet thermique de proximité de la disposition côte à côte.

The surface temperature rise factor k_l is calculated from:

$$k_l = \frac{W \cdot T_{4l}}{(\theta_c - \theta_a)} \quad (3)$$

NOTE – The quantities W and T_{4l} are available from the calculation used for l_t and it is convenient to calculate k_l at the same time as l_t .

The term (T_{4g}/T_{4l}) shall be calculated from the ratio (h_l/h_g) by the use of the iterative relationship:

$$(T_{4g}/T_{4l})_{n+1} = (h_l/h_g) \left[\frac{1 - k_l}{(T_{4g}/T_{4l})_n} + k_l \right]^{0,25} \quad (4)$$

starting with $(T_{4g}/T_{4l})_1 = (h_l/h_g)$.

NOTE – Equation (4) converges quickly, one evaluation with $(T_{4g}/T_{4l})_1 = (h_l/h_g)$ is usually sufficient.

Alternatively, when (h_l/h_g) is less than 1,4, it is sufficient to substitute (h_l/h_g) for (T_{4g}/T_{4l}) in equation (1).

Values for the ratio (h_l/h_g) are given in table 1 and in figures 3 to 5 for groups of multi-core cables and for groups of single-core cables in trefoil formation.

NOTE – Values for other arrangements of cables should be determined by experiment.

4.2 Where there are previously calculated ratings

The current-carrying capacity of the hottest cable in a group shall be calculated using the formulae given in part 2, section 1 for cables in free air, but with h_g substituted for the heat emission coefficient h given in part 2, section 1.

For the group configurations covered in table 1 and in figures 3 to 5, values of the heat emission coefficient h_g are derived from:

$$h_g = \frac{h}{(h_l/h_g)} \quad (5)$$

where the parameter h is given in part 2, section 1, for one multicore cable or for one cable mounted in a trefoil group, assumed to be isolated, and the ratio (h_l/h_g) is obtained from table 1 or figures 3 to 5 of this standard.

4.3 Groups of cables installed in more than one plane

Factors and current-carrying capacities for the hottest cable in a group where cables are arranged in both the horizontal and vertical directions shall be evaluated by using the appropriate value of (h_l/h_g) for the vertical clearance and ensuring that the horizontal clearance between cables, e , is not less than the appropriate value given in table 1 for neglecting side by side thermal proximity effect.

5 Valeurs de l'espacement entre câbles permettant d'éviter une réduction des capacités de transport

L'espacement minimal entre les surfaces des câbles voisins nécessaire pour éviter une réduction de l'intensité du courant admissible par rapport à celle d'un câble ou d'un circuit, supposé seul, est donné dans la colonne 2 du tableau 1 pour différentes dispositions de câbles.

Ces valeurs minimales ont été choisies en tenant compte du fait qu'il est difficile de maintenir avec précision de petits espacements entre les câbles. Il faut veiller à prévoir des supports adéquats qui permettent de réaliser l'espacement désiré.

Dans le cas où il est impossible de garantir sur toute la longueur du trajet du câble un espacement au moins égal à la valeur minimale appropriée donnée dans la colonne 2 du tableau 1, un des procédés donnés à l'article 6 doit être appliqué.

6 Procédés d'évaluation du coefficient de réduction pour des câbles installés en groupe

Dans le cas où il est impossible de garantir, sur toute la longueur du trajet du câble, un espacement au moins égal à la valeur appropriée donnée dans la colonne 2 du tableau 1, le coefficient de réduction doit être déterminé de la façon suivante:

- Pour les espacements dans le plan horizontal, on suppose que les câbles sont jointifs ou touchent la surface verticale. Les valeurs appropriées de (h_1/h_g) sont données dans la colonne 4 du tableau 1 pour le calcul du coefficient de réduction en utilisant une des méthodes données dans l'article 4.
- Pour les espacements dans le plan vertical, le coefficient de réduction dû au groupement des câbles doit être obtenu en fonction de l'espacement prévu:
 - a) l'espacement est inférieur à la valeur donnée dans la colonne 2 du tableau 1, mais peut être maintenu à une valeur au moins égale au minimum donné dans la colonne 3. Dans ce cas, le coefficient de réduction est obtenu en utilisant l'une des méthodes données à l'article 4 avec une valeur appropriée de (h_1/h_g) calculée à partir soit d'une des formules de la colonne 4 du tableau 1, soit d'une des courbes des figures 3 à 5;
 - b) l'espacement ne peut pas être maintenu à une valeur au moins égale à celle donnée dans la colonne 3 du tableau 1. Dans ce cas, on doit supposer que les câbles sont jointifs. Les valeurs appropriées de (h_1/h_g) sont données dans la colonne 4 du tableau 1 pour calculer le coefficient de réduction, en utilisant l'une des méthodes figurant à l'article 4.

NOTE – Les formules du tableau 1 et les courbes des figures 3 à 5 ne sont valables que pour la plage d'espacements indiquée dans la note en bas du tableau et ne doivent pas être extrapolées.

5 Values of clearance to avoid a reduction in current-carrying capacity

Minimum clearances between the outside surfaces of neighbouring cables, necessary to avoid a reduction in current-carrying capacity from the value for one cable or circuit, assumed to be isolated, are given in column 2 of table 1 for various arrangements of cables.

The minima have been selected taking into account that it is not practicable to maintain small clearances precisely. Care shall be taken to provide supports adequate to ensure the desired spacing.

If a clearance not less than the appropriate minimum value given in column 2 of table 1 cannot be maintained over the entire length of the cable, one of the procedures given in clause 6 shall be applied.

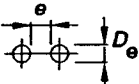
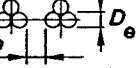
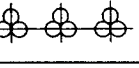
6 Procedures to derive the reduction coefficient for grouped cables

If a clearance not less than the appropriate value given in column 2 of table 1 cannot be maintained with confidence throughout the length of the cable, the reduction coefficient shall be determined as follows:

- For horizontal clearances it shall be assumed that the cables are touching each other or the vertical surface. Appropriate values of (h_l/h_g) are given in column 4 of table 1 for calculating the reduction coefficient using one of the methods given in clause 4.
- For vertical clearances the reduction coefficient due to grouping shall be derived according to the value of the expected clearance:
 - a) where the clearance is less than the appropriate value given in column 2 of table 1, but can be maintained at a value not less than the minimum given in column 3, a reduction coefficient shall be derived using one of the methods of clause 4 with an appropriate value of (h_l/h_g) obtained either from the formula in column 4 of table 1 or from one of the curves in figures 3 to 5;
 - b) where the clearance cannot be maintained at a value not less than the minimum given in column 3 of table 1, it shall be assumed that the cables are touching each other. Suitable values of (h_l/h_g) are provided in column 4 of table 1 for calculating the reduction coefficient using a method in clause 4.

NOTE – The formulae in table 1 and the curves in figures 3 to 5 are valid only for the range of clearances indicated in the footnotes to the table and must not be extrapolated.

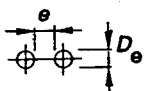
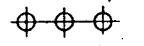
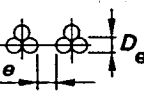
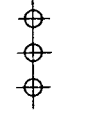
Tableau 1 – Données pour le calcul des coefficients de réduction pour des groupes de câbles

Disposition des câbles	Effet thermique de proximité négligeable si e/D_e est plus grand ou égal à:	Effet thermique de proximité non négligeable	
		Si e/D_e est inférieur à:	Valeurs moyennes de h_l/h_g ^{1), 2)}
1	2	3	4
Côte à côte  2 multipolaires  3 multipolaires  2 trèfles  3 trèfles	0,5 0,75 1,0 1,5	0,5 0,75 1,0 1,5	1,41 1,65 1,2 1,25
L'un au-dessus de l'autre  2 multipolaires  3 multipolaires  2 trèfles	2 4 4	2 ou 0,5 4 ou 0,5 4 ou 0,5	$1,085 (e/D_e)^{-0,128}$ ou 1,35 $1,19 (e/D_e)^{-0,135}$ ou 1,57 $1,106 (e/D_e)^{-0,078}$ ou 1,39
Près d'une surface verticale ou d'une surface horizontale sous le câble 	0,5	0,5	1,23

¹⁾ Les formules pour (h_l/h_g) données dans la colonne 4 de ce tableau et les courbes des figures 3 à 5 ne doivent pas être utilisées pour des valeurs (e/D_e) inférieures à 0,5 ni plus grandes que les valeurs appropriées données dans la colonne 2.

²⁾ Valeurs moyennes pour des câbles de diamètre de 13 mm à 76 mm. Des valeurs plus précises de (h_l/h_g) pour des câbles multipolaires peuvent être évaluées pour un diamètre de câble particulier, à la fois pour des valeurs situées dans cette plage ou hors de celle-ci, en consultant le tableau 2 de la partie 2, section 1.

Table 1 – Data for calculating reduction coefficients for grouped cables

Arrangement of cables	Thermal proximity effect is negligible if e/D_g is greater than or equal to:	Thermal proximity effect is not negligible	
		If e/D_g is less than:	Average value of h_1/h_g ^{1), 2)}
1	2	3	4
Side by side			
2 multicore 	0,5	0,5	1,41
3 multicore 	0,75	0,75	1,65
2 trefoils 	1,0	1,0	1,2
3 trefoils 	1,5	1,5	1,25
One above the other			
2 multicore 	2	2 or 0,5	$1,085 (e/D_g)^{-0,128}$ or 1,35
3 multicore 	4	4 or 0,5	$1,19 (e/D_g)^{-0,135}$ or 1,57
2 trefoils 	4	4 or 0,5	$1,106 (e/D_g)^{-0,078}$ or 1,39
Near to a vertical surface or to a horizontal surface below the cable 	0,5	0,5	1,23

¹⁾ The formulae for (h_1/h_g) given in column 4 of this table and the curves of figures 3 to 5, shall not be used for values of (e/D_g) less than 0,5 or greater than the appropriate values given in column 2.

²⁾ Average values for cables having diameters from 13 mm to 76 mm. More precise values of (h_1/h_g) for multicore cables may be evaluated for a specific cable diameter, both inside and outside this range, by consulting table 2 of part 2, section 1.