

# NORME INTERNATIONALE

# CEI 60287-1-1

Deuxième édition  
2006-12

---

---

## Câbles électriques – Calcul du courant admissible –

### Partie 1-1: Equations de l'intensité du courant admissible (facteur de charge 100 %) et calcul des pertes – Généralités

(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

IEC 60287-1-1:2006

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/d16022e5-58f4-4731-861a-e53abdb929ad/iec-60287-1-1-2006>

*Cette version **française** découle de la publication d'origine **bilingue** dont les pages anglaises ont été supprimées.  
Les numéros de page manquants sont ceux des pages supprimées.*



Numéro de référence  
CEI 60287-1-1:2006(F)

## Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

## Editions 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.

## Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI ([www.iec.ch](http://www.iec.ch))**

- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI ([www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues ([www.iec.ch/online\\_news/justpub](http://www.iec.ch/online_news/justpub)) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: [custserv@iec.ch](mailto:custserv@iec.ch)  
Tél: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

# NORME INTERNATIONALE

# CEI 60287-1-1

Deuxième édition  
2006-12

---

---

## Câbles électriques – Calcul du courant admissible –

### Partie 1-1: Equations de l'intensité du courant admissible (facteur de charge 100 %) et calcul des pertes – Généralités

(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

IEC 60287-1-1:2006

<https://standards.iteh.ai/collections/standards/iec/416622c5-58f4-4731-861a-e53abdb929ad/iec-60287-1-1-2006>

© IEC 2006 Droits de reproduction réservés

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.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland  
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch) Web: [www.iec.ch](http://www.iec.ch)



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	4
INTRODUCTION.....	8
1 Généralités.....	10
1.1 Domaine d'application .....	10
1.2 Références normatives.....	10
1.3 Symboles .....	12
1.4 Evaluation de l'intensité admissible du courant dans les câbles.....	18
2 Calcul des pertes .....	24
2.1 Résistance de l'âme en courant alternatif .....	24
2.2 Pertes diélectriques (applicable uniquement aux câbles à courant alternatif).....	30
2.3 Facteur de pertes dans les gaines ou les écrans (applicable uniquement aux câbles à courant alternatif à fréquence industrielle).....	30
2.4 Facteur de pertes dans les armures, les frettages et les tuyaux d'acier (applicable uniquement aux câbles à courant alternatif à fréquence industrielle) .....	48
Tableau 1 – Résistivités électriques et coefficients de variation de la résistivité avec la température des métaux utilisés .....	58
Tableau 2 – Effets de peau et de proximité – Valeurs expérimentales pour les coefficients $k_s$ et $k_p$ .....	60
Tableau 3 – Valeurs numériques de la permittivité relative et du facteur de pertes pour les isolants utilisés dans les câbles à haute tension et moyenne tension à fréquence industrielle.....	62
Tableau 4 – Coefficient d'absorption des rayons solaires pour les surfaces de câbles suivantes .....	64

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### CÂBLES ÉLECTRIQUES – CALCUL DU COURANT ADMISSIBLE –

#### Partie 1-1: Equations de l'intensité du courant admissible (facteur de charge 100 %) et calcul des pertes – Généralités

##### AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60287-1-1 a été établie par le comité d'études 20 de la CEI: Câbles électriques.

Cette seconde édition annule et remplace la première édition publiée en 1994, l'amendement 1 (1995) et l'amendement 2 (2001). Le document 20/780/FDIS, qui a circulé auprès des Comités nationaux en tant qu'amendement 3, a conduit à la publication de cette nouvelle édition.

Le texte de cette norme est basé sur la première édition, ses amendements 1 et 2, et les documents suivants :

FDIS	Rapport de vote
20/851/FDIS	20/867/RVD

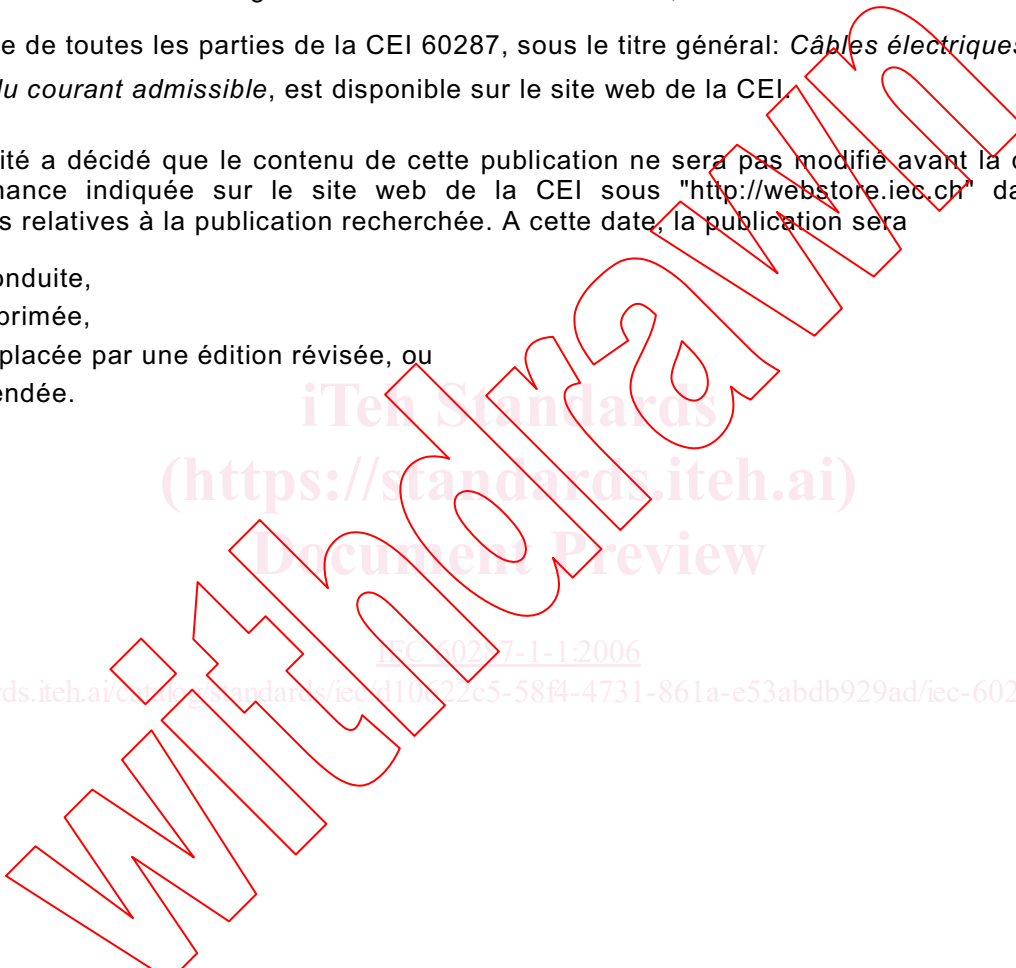
Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la CEI 60287, sous le titre général: *Câbles électriques – calcul du courant admissible*, est disponible sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.



iTech Standards  
(<https://standards.itih.ai>)  
Document Preview

<https://standards.itih.ai/standards/iec/60287-1-1-2006>

<https://standards.itih.ai/standards/iec/60287-1-1-2006>

## INTRODUCTION

La présente Partie 1-1 contient des formules relatives aux quantités  $R$ ,  $W_d$ ,  $\lambda_1$  et  $\lambda_2$ .

Elle contient des méthodes pour le calcul du courant admissible à partir des détails de l'accroissement admissible de la température de la résistance des conducteurs, des pertes et de la résistivité thermique.

Des formules pour le calcul des pertes s'y trouvent aussi.

Les formules de cette norme contiennent des paramètres variant avec la spécification du câble et les matériaux utilisés. Les valeurs données dans les tableaux sont soit approuvées internationalement, comme les résistivités électriques et la constante diélectrique des matériaux, ou bien généralement acceptées dans la pratique, comme les résistivités thermiques et les permittivités des matériaux. Certaines des valeurs de la dernière catégorie ne sont pas caractéristiques de la qualité des câbles neufs mais de celle des câbles ayant déjà subi une longue période d'utilisation. Dans le but d'obtenir des résultats comparables et reproductibles, les régimes permanents doivent être calculés avec les valeurs indiquées dans la présente norme. Toutefois, lorsqu'on sait avec certitude que d'autres valeurs sont plus appropriées aux matériaux et à leur mise en œuvre, ces dernières peuvent alors être utilisées en déclarant le régime permanent correspondant, pourvu que les différentes valeurs soient indiquées.

Les données relatives aux conditions de service sont susceptibles de varier considérablement d'un pays à l'autre. Par exemple, pour ce qui est de la température ambiante et de la résistance thermique du sol, les valeurs sont régies dans les différents pays par diverses considérations. Une comparaison hâtive entre les valeurs utilisées dans les différents pays peut amener des conclusions erronées, si elle n'est pas faite sur des bases communes; par exemple, on peut compter sur des espérances de vie du câble différentes; de même, dans certains pays, la spécification est établie sur la valeur maximale de la résistance thermique du sol, tandis que dans d'autres c'est la valeur moyenne qui est utilisée. En particulier, dans le cas de la résistivité thermique du sol, il est bien connu que celle-ci est très sensible au taux d'humidité et peut varier sensiblement dans le temps suivant le type de sol, les conditions topographiques et météorologiques et la charge du câble.

Le choix des valeurs des différents paramètres sera dès lors effectué de la façon suivante.

Les valeurs numériques devront, de préférence, être basées sur des résultats de mesures valables. De tels résultats sont déjà souvent inclus dans les spécifications nationales sous forme de valeurs recommandées, de telle sorte que le calcul peut être exécuté sur la base de ces valeurs, généralement utilisées dans le pays en question; un examen de ces valeurs est fait dans la Partie 3-1.

On trouvera un choix d'informations nécessaires pour sélectionner le type de câble approprié dans la Partie 3-1.

## CÂBLES ÉLECTRIQUES – CALCUL DU COURANT ADMISSIBLE –

### Partie 1-1: Equations de l'intensité du courant admissible (facteur de charge 100 %) et calcul des pertes – Généralités

#### 1 Généralités

##### 1.1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60287 concerne uniquement le fonctionnement en régime permanent des câbles de toutes tensions alternatives et de tensions continues jusqu'à 5 kV, enterrés directement dans le sol, placés dans des fourreaux, caniveaux ou tubes d'acier, avec ou sans assèchement partiel du sol, ainsi que les câbles posés à l'air libre. On entend par «régime permanent» la circulation continue d'un courant constant (facteur de charge 100 %) juste suffisant pour atteindre asymptotiquement la température maximale de l'âme en supposant que les conditions du milieu ambiant restent inchangées.

Cette partie fournit des formules pour l'intensité du courant et les pertes.

Les formules proposées sont essentiellement littérales et laissent en principe libre le choix de certains paramètres importants. Ceux-ci peuvent être divisés en trois groupes:

- les paramètres liés à la constitution du câble (par exemple résistance thermique de l'isolant) pour lesquels des valeurs représentatives ont été recueillies, à partir des travaux publiés;
- les paramètres liés aux conditions du milieu, qui peuvent varier considérablement; le choix de ceux-ci dépend du pays où les câbles sont ou doivent être utilisés;
- les paramètres résultant d'un accord entre fabricant et utilisateur et qui supposent une marge de sécurité en service (par exemple température maximale du conducteur).

##### 1.2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60027-3, *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique – Partie 3 : Grandeurs logarithmiques et connexes, et leurs unités*

CEI 60028:1925, *Spécification internationale d'un cuivre-type recuit*

CEI 60141 (toutes les parties), *Essais de câbles à huile fluide, à pression de gaz et de leurs dispositifs accessoires*

CEI 60228, *Ames des câbles isolés*

CEI 60502-1, *Câbles d'énergie à isolant extrudé et leurs accessoires pour des tensions assignées de 1 kV ( $U_m = 1,2$  kV) à 30 kV ( $U_m = 36$  kV) – Partie 1: Câbles de tensions assignées de 1 kV ( $U_m = 1,2$  kV) et 3 kV ( $U_m = 3,6$  kV)*



CEI 60502-2, *Câbles d'énergie à isolant extrudé et leurs accessoires pour des tensions assignées de 1 kV ( $U_m = 1,2$  kV) à 30 kV ( $U_m = 36$  kV) – Partie 2: Câbles de tensions assignées de 6 kV ( $U_m = 7,2$  kV) à 30 kV ( $U_m = 36$  kV)*

CEI 60889, *Fils d'aluminium écroui dur pour conducteurs de lignes aériennes*

### 1.3 Symboles

Les symboles utilisés dans la présente norme et les grandeurs qu'ils représentent sont donnés dans la liste suivante:

$A$	section droite de l'armure	$\text{mm}^2$	
$B_1$ $B_2$	} coefficients (voir 2.4.2)		
$C$		capacité par phase	$\text{F/m}$
$D_e^*$	diamètre extérieur du câble	$\text{m}$	
$D_i$	diamètre sur isolant	$\text{mm}$	
$D_s$	diamètre extérieur de la gaine métallique	$\text{mm}$	
$D_{oc}$	diamètre du cylindre imaginaire coaxial à la gaine ondulée et tangent à la surface extérieure des crêtes	$\text{mm}$	
$D_{it}$	diamètre du cylindre imaginaire coaxial à la gaine ondulée et tangent à la surface intérieure des creux	$\text{mm}$	
$F$	coefficient défini en 2.3.5		
$H$	intensité des radiations solaires	$\text{W/m}^2$	
$H$	force magnétisante (voir 2.4.2)	ampère-tours/m	
$H_s$	inductance de la gaine	$\text{H/m}$	
$H_1$ $H_2$ $H_3$	} composants de l'inductance due aux fils d'acier (voir 2.4.2)	$\text{H/m}$	
$I$		intensité du courant dans une âme (valeur efficace)	$\text{A}$
$M$ $N$		} coefficients définis en 2.3.5	
$P$ $Q$	} coefficients définis en 2.3.3		
$R$		résistance électrique de l'âme en courant alternatif à sa température maximale de service	$\Omega/\text{m}$
$R_A$	résistance de l'armure en courant alternatif à sa température maximale de fonctionnement	$\Omega/\text{m}$	
$R_{A0}$	résistance de l'armure en courant alternatif à 20 °C	$\Omega/\text{m}$	
$R_e$	résistance équivalente en courant alternatif de la gaine et de l'armure en parallèle	$\Omega/\text{m}$	
$R_s$	résistance de la gaine ou de l'écran du câble en courant alternatif à sa température maximale de fonctionnement	$\Omega/\text{m}$	
$R_{s0}$	résistance de la gaine ou de l'écran du câble en courant alternatif à 20 °C	$\Omega/\text{m}$	
$R'$	résistance électrique de l'âme en courant continu à la température maximale de service	$\Omega/\text{m}$	
$R_0$	résistance électrique de l'âme en courant continu à 20 °C	$\Omega/\text{m}$	
$T_1$	résistance thermique par phase entre âme et gaine métallique ou écran	$\text{K.m/W}$	
$T_2$	résistance thermique entre gaine métallique ou écran et armure	$\text{K.m/W}$	
$T_3$	résistance thermique du revêtement	$\text{K.m/W}$	
$T_4$	résistance thermique du milieu extérieur (rapport de l'échauffement de la surface du câble au-dessus de l'ambiante aux pertes totales par unité de longueur)	$\text{K.m/W}$	

$T_4^*$	résistance thermique du milieu extérieur à l'air libre tenant compte du rayonnement solaire	K.m/W
$U_0$	tension entre âme et écran ou gaine	V
$W_A$	pertes dissipées dans l'armure par unité de longueur	W/m
$W_C$	pertes dissipées dans l'âme par unité de longueur	W/m
$W_d$	pertes diélectriques par unité de longueur et par phase	W/m
$W_s$	pertes dissipées dans la gaine par unité de longueur	W/m
$W_{(s+A)}$	pertes totales dissipées dans la gaine et l'armure par unité de longueur	W/m
$X$	réactance de la gaine quand les câbles sont bipolaires ou tripolaires (en trèfle)	$\Omega/m$
$X_1$	réactance de la gaine quand les câbles sont disposés en nappe	$\Omega/m$
$X_m$	réactance mutuelle entre la gaine d'un câble et les âmes des deux autres lorsque les câbles sont posés en nappe	$\Omega/m$
$a$	plus petite longueur d'une section électrique à permutation d'écran ayant des longueurs différentes	
$c$	distance entre les axes des âmes et l'axe du câble quand les câbles sont tripolaires (= $0,55 r_1 + 0,29 t$ pour les âmes sectoriales)	mm
$d$	diamètre moyen de la gaine ou de l'écran	mm
$d'$	diamètre moyen de la gaine et du freinage	mm
$d_2$	diamètre moyen du freinage	mm
$d_A$	diamètre moyen de l'armure	mm
$d_C$	diamètre extérieur de l'âme	mm
$d'_C$	diamètre extérieur de l'âme massive ronde, ayant le même canal central qu'une âme creuse	mm
$d_d$	diamètre intérieur du tuyau	mm
$d_f$	diamètre d'un fil d'acier	mm
$d_i$	diamètre intérieur d'une âme creuse	mm
$d_M$	plus grand diamètre d'écran ou de gaine d'une âme ovale	mm
$d_m$	plus petit diamètre d'écran ou de gaine d'une âme ovale	mm
$d_x$	diamètre d'une âme circulaire équivalente ayant la même section et le même degré de rétreint que l'âme sectoriale	mm
$f$	fréquence du réseau	Hz
$g_s$	coefficient utilisé en 2.3.6.1	
$k$	facteur utilisé pour le calcul des pertes par hystérésis dans les armures ou freinages (voir 2.4.2.4)	
$k_p$	facteur utilisé dans le calcul de $x_p$ (effet de proximité)	
$k_s$	facteur utilisé dans le calcul de $x_s$ (effet de peau)	
$l$	longueur d'une section de câble (symbole général, voir 2.3 et 2.3.4)	m
$\ln$	logarithme naturel (logarithme en base e, voir CEI 60027-3)	
$m$	$\frac{\omega}{R_s} 10^{-7}$	
$n$	nombre d'âmes dans un câble	
$n_1$	nombre de fils d'acier dans un câble (voir 2.4.2)	
$p$	pas d'assemblage d'un fil d'acier sur un câble (voir 2.4.2)	
$p$ $q$ }	coefficients utilisés en 2.3.6.2	
$r_1$	rayon du cercle circonscrit aux deux ou trois âmes sectoriales dans un câble bipolaire ou tripolaire	mm

$s$	distance entre axes et âmes	mm
$s_1$	distance entre axes de deux câbles adjacents dans une nappe horizontale de trois câbles non jointifs	mm
$s_2$	séparation axiale des câbles (voir 2.4.2)	mm
$t$	épaisseur d'isolant entre âmes	mm
$t_3$	épaisseur du revêtement externe	mm
$t_s$	épaisseur de la gaine	mm
$\nu$	rapport des résistivités thermiques des zones de sol sec et humide ( $\nu = \rho_d/\rho_w$ )	
$x_p$	argument de la fonction de Bessel, utilisé dans le calcul de l'effet de proximité	
$x_s$	argument de la fonction de Bessel, utilisé dans le calcul de l'effet de peau	
$y_p$	facteur d'effet de proximité } (voir 2.1)	
$y_s$		facteur d'effet de peau
$\alpha_{20}$	coefficient de variation de la résistance électrique avec la température à 20 °C, par kelvin	1/K
$\beta$	angle formé par l'axe d'un fil d'armure et l'axe du câble (voir 2.4.2)	
$\beta_1$	coefficient utilisé en 2.3.6.1	
$\gamma$	déphasage (voir 2.4.2)	
$\Delta_1$	coefficients utilisés en 2.3.6.1	
$\Delta_2$		
$\delta$	épaisseur équivalente de l'armure ou du frettage	mm
$\tan \delta$	facteur de pertes de l'isolant	
$\epsilon$	permittivité relative de l'isolant	
$\theta$	température maximale de service de l'âme	°C
$\theta_a$	température ambiante	°C
$\theta_{ar}$	température maximale de fonctionnement de l'armure	°C
$\theta_{sc}$	température maximale de fonctionnement de la gaine ou de l'écran du câble	°C
$\theta_x$	température critique du sol et température de la frontière entre zone sèche ou zone humide	°C
$\Delta\theta$	échauffement admissible à l'âme par rapport à la température ambiante	K
$\Delta\theta_x$	échauffement critique du sol et échauffement de la frontière entre les zones sèche et humide au-dessus de la température ambiante du sol	K
$\lambda_0$	coefficient utilisé en 2.3.6.1	
$\lambda_1, \lambda_2$	rapport utilisé des pertes totales dans les gaines métalliques et armures respectivement aux pertes totales des âmes (ou pertes dans une gaine ou armure aux pertes dans une âme)	
$\lambda'_1$	rapport des pertes dans une gaine produites par les courants de circulation dans la gaine aux pertes dans une âme	
$\lambda''_1$	rapport des pertes dans une gaine produites par les courants de Foucault aux pertes dans une âme	
$\lambda'_{1m}$	facteur de perte du câble médian	Trois câbles posés en nappe non transposés avec gaines court-circuitées aux deux extrémités
$\lambda'_{11}$	facteur de perte du câble extérieur ayant les pertes les plus importantes	
$\lambda'_{12}$	facteur de perte du câble extérieur ayant les pertes les plus faibles	

$\mu$	perméabilité magnétique relative du matériau constituant l'armure	
$\mu_e$	perméabilité relative longitudinale	
$\mu_t$	perméabilité relative transversale	
$\rho$	résistivité de l'âme à 20 °C	$\Omega \cdot m$
$\rho_d$	résistivité thermique du sol sec	K.m/W
$\rho_w$	résistivité thermique du sol humide	K.m/W
$\rho_s$	résistivité de la gaine à 20 °C	$\Omega \cdot m$
$\sigma$	coefficient d'absorption des rayons solaires par la surface du câble	
$\omega$	pulsation (fréquence angulaire $2\pi f$ )	

#### 1.4 Evaluation de l'intensité admissible du courant dans les câbles

Lorsque l'intensité du courant admissible est calculée pour des conditions d'assèchement partiel du sol, il est également nécessaire de calculer une capacité de transport pour des conditions où l'assèchement du sol ne se produit pas. La plus faible des deux valeurs doit être utilisée.

##### 1.4.1 Câbles enterrés dans le cas où il n'y a pas d'assèchement du sol ou câbles posés à l'air libre

###### 1.4.1.1 Câbles à courant alternatif

L'intensité du courant admissible dans un câble à courant alternatif peut être déduite de l'expression donnant l'échauffement de l'âme au-dessus de la température ambiante:

$$\Delta\theta = (I^2R + \frac{1}{2} W_d) T_1 + [I^2R (1 + \lambda_1) + W_d] n T_2 + [I^2R (1 + \lambda_1 + \lambda_2) + W_d] n (T_3 + T_4)$$

où

$I$  est l'intensité du courant circulant dans une âme (A);

$\Delta\theta$  est l'échauffement de l'âme au-dessus de la température ambiante (K);

NOTE La température ambiante est la température du milieu environnant en régime normal à l'endroit où les câbles sont posés ou doivent être posés. Elle comprend les effets de n'importe quelle source de chaleur mais non pas l'élévation de température dans le voisinage immédiat des câbles provenant de la chaleur s'en dégageant.

$R$  est la résistance de l'âme en courant alternatif, par unité de longueur, à sa température maximale de service ( $\Omega/m$ );

$W_d$  sont les pertes diélectriques, par unité de longueur, de l'isolant entourant l'âme (W/m);

$T_1$  est la résistance thermique, par unité de longueur, entre l'âme et la gaine (K.m/W);

$T_2$  est la résistance thermique, par unité de longueur, entre la gaine et l'armure (K.m/W);

$T_3$  est la résistance thermique, par unité de longueur, du revêtement extérieur du câble (K.m/W);

$T_4$  est la résistance thermique, par unité de longueur, entre la surface du câble et le milieu environnant, telle que déduite de 2.2 de la partie 2 (K.m/W);

$n$  est le nombre d'âmes chargées dans le câble (âmes de même section et transportant la même charge);

$\lambda_1$  est le rapport des pertes dans la gaine métallique aux pertes totales dans toutes les âmes de ce câble;

$\lambda_2$  est le rapport des pertes dans l'armure aux pertes totales dans toutes les âmes de ce câble.