

NOTES

- Tous les renseignements contenus dans ce catalogue le sont sous réserve de modification.
- Les conditionnements standards sont mentionnés, mais d'autres longueurs peuvent être obtenues en fonction du stock disponible (Ex.: une bobine de 1.000 m peut être débitée en 4 rouleaux de 250 m).
Toutes découpes en dessous de la quantité minimum standard feront l'objet de frais de découpes facturés (soit forfaitairement, soit un pourcentage du montant).
- Les articles habituellement de stock en nos magasins sont marqués d'un triangle « Δ ».
Pour tous les autres produits, le délai peut être très court. Veuillez nous consulter en cas de besoin.
- Le symbole « \emptyset » signifie diamètre.
- Le symbole « G » signifie que le câble contient un conducteur de terre (vert/jaune).
contrairement au symbole « X » qui exclut de la composition du câble tout conducteur vert/jaune.
- Les dimensions et les poids sont communiqués à titre indicatif et peuvent varier suivant la fabrication.
Veuillez nous consulter pour plus de précisions.

NOTE DES AUTEURS

Toutes erreurs, oublis ou mauvaises interprétations qui pourraient se présenter dans ce catalogue sont involontaires et ne peuvent en aucune manière porter à conséquence.

Un tel ouvrage, même réalisé avec le plus grand soin, reste un document technico-commercial difficile à vérifier et à tenir à jour. Nous avons essayé de donner un support à tous ceux qui sont confrontés aux problèmes de câblage (choix, installation, études, réalisations, etc.). Nous espérons ainsi permettre aux lecteurs de mieux se documenter sur l'objet de leurs recherches et restons à leur entière disposition pour toutes questions, remarques ou critiques constructives.

MARQUES

Varpren® est une marque déposée d'Omerin – France.

La partie des câbles hautes températures a été réalisée avec le concours et le descriptif des produits d'Omerin.

Hytrel®, Kapton®, Teflon®, Tefzel®, Nylon®, Hypalon®, Kynar® sont des marques déposées de Du Pont de Nemours.

1. La tension

Pour un réseau triphasé, on distingue :

- la tension simple (U_0), qui est la tension entre l'âme d'un conducteur et un potentiel de référence, l'écran métallique s'il existe, ou en l'absence d'écran, la terre
- la tension composée (U), qui est la tension entre les âmes de 2 conducteurs de phase
- la tension spécifiée d'un câble est un ensemble de 2 valeurs de tension U_0 et U exprimées en Volt sous la forme U_0/U d'après lesquelles sont fixées les épaisseurs d'isolation et les conditions d'essais diélectriques

exemple : CTMB/N tension spécifiée = 450/750 V où $U_0 = 450$ V et $U = 750$ V

Dans les installations basse tension (max 1000 V - en courant alternatif), la tension nominale du câble doit être au moins égale à la tension nominale de l'installation.

La tension de service peut excéder en permanence la tension nominale de 10%.

2. La loi d'Ohm (en courant continu)

- intensité = tension/résistance ($I = U / R$ ou $R = U / I$ ou $U = I \times R$)
- unité d'intensité = ampère • unité de tension = volt • unité de résistance = ohm

3. L'âme

3.1 Constitution de l'âme

Les normalisations nationales et internationales (IEC 60228) retiennent

4 classes de constitution de l'âme conductrice :

- classe 1 : âme massive
 - classe 2 : âme rigide câblée
 - classe 5 : âme souple
 - classe 6 : âme extra-souple
- le nombre minimal de brins est imposé
- le diamètre maximal des brins est imposé

Le cuivre peut être recouvert d'une pellicule d'étain, d'argent ou de nickel pour améliorer sa soudabilité, sa résistance à l'oxydation ou à la corrosion, son vieillissement ou sa conductivité à haute fréquence.

métaux	symbole	soudabilité	T° de service	T° de pointe	T° de fusion
cuivre rouge	Cu	très faible	150 °C	450°C	1.083°C
cuivre étamé	CuSn	bon	180 °C	300°C	1.083°C
cuivre argenté	CuAg	excellent	200 °C	450°C	1.083°C
cuivre nickelé	CuNi	faible	300 °C	500°C	1.083°C
nickel	Ni	-	600 °C	900°C	1.455°C
acier galvanisé	GALVA	-	600 °C	900°C	1.550°C
acier inoxydable 304	INOX 304	-	600 °C	900°C	1.550°C

3.2 Equivalence cuivre - aluminium

L'aluminium est un métal bon conducteur de courant électrique, léger, abondant et relativement bon marché.

Pendant longtemps son emploi a été relativement limité à cause de problèmes technologiques posés par les raccordements. Ces problèmes sont actuellement résolus et certains câbles d'énergie sont réalisés avec âmes en aluminium (massives ou câblées) pour des sections supérieures à 10 mm².

La résistance maximale à 20°C exprimée en ohm/km par mm² est de respectivement 17,5 pour le cuivre électrolytique recuit et de 28,5 pour l'aluminium 3/4 dur.

Il résulte que deux conducteurs de même longueur l'un en cuivre, l'autre en aluminium, ayant la même résistance électrique présentent entre eux le rapport suivant :

$$\frac{\text{section aluminium}}{\text{section cuivre}} = \frac{28,5}{17,5} = 1,63$$

Donc, pour transporter une intensité de courant électrique déterminée, il faut, compte tenu de l'échauffement admissible au conducteur, une section en aluminium d'environ 1,3 x la section en cuivre.

De même, pour respecter les impositions de chute de tension maximales à ne pas dépasser pour une longueur et un ampérage déterminé, il faut une section en aluminium d'environ 1,6 x la section en cuivre.

4. Les matières isolantes (isolation et gaine)

4.1 Matériaux thermoplastiques (plastomères)

a/ le polychlorure de vinyle (PVC)

- existe sous forme de mélanges comportant :
 - le polymère
 - des plastifiants
 - des charges améliorant la tenue mécanique ou électrique ou des charges inertes
 - des agents de protection (ex : anti-UV)
 - des colorants
- possède des propriétés électriques élevées, des propriétés mécaniques satisfaisantes, une bonne tenue au vieillissement et aux agents chimiques, une souplesse dépendant de la composition
- les mélanges à base de PVC dégagent, lors de leur combustion, des fumées opaques, nocives et très corrosives (formation d'acide chlorhydrique)
- caractérisé par une bonne résistance à la traction et au déchirement, une relativement bonne imperméabilité et tenue à l'eau, une bonne tenue aux huiles
- possibilité d'obtenir un bel aspect de réalisation dans toutes les couleurs
- coefficient de rigidité (souplesse) réagissant rapidement aux variations thermiques (devient mou vers +80°C)
- le PVC 105°C se ramollit à environ +80°C mais ne se décompose qu'au-delà de +105°C

b/ le polyéthylène (PE)

Suivant les procédés de fabrication, on obtient des polyéthylènes de densités et de propriétés thermiques et mécaniques différentes :

- le polyéthylène basse densité (PE BD) présente des déformations importantes dès +110°C
- le polyéthylène haute densité (PE HD) se déforme seulement à partir de +130°C mais est plus rigide que le PE BD
- possède des propriétés électriques remarquables, une inertie chimique quasi totale jusqu'à +60°C, une très bonne tenue au vieillissement, de très bonnes propriétés mécaniques, une très bonne tenue aux basses températures (jusqu'à -60°C)
- caractérisé par une bonne résistance au déchirement, excellente imperméabilité et tenue à l'eau
- toutefois, les PE brûlent facilement, mais sans dégager ni gaz, ni fumées corrosives (ne contiennent pas d'halogènes)
- il existe aussi le polyéthylène expansé ou cellulaire (foam PE) surtout employé comme diélectrique dans les câbles coaxiaux afin d'obtenir de meilleures performances techniques.
- le polyéthylène expansé peut être obtenu par procédé chimique ou physique (la méthode physique confère des qualités légèrement supérieures aux câbles)

c/ la polyoléfine

les principales caractéristiques de la polyoléfine :

- sans halogènes, pas de dégagement de produits toxiques ou corrosifs
- faible densité/opacité des fumées
- très bon comportement au feu, non propagateur de la flamme
- très bonne résistance mécanique
- très bonne résistance à la coupure
- excellente résistance au déchirement
- bonnes propriétés mécaniques à basse température (-40°C)
- bonne résistance aux agents atmosphériques : UV, ozone, oxygène
- tenue en température : +90°C
- bonne tenue diélectrique

Le Varpren® (marque d' Omerin) est une polyoléfine réticulée possédant les mêmes caractéristiques que celles de la polyoléfine citée ci-dessus, mais avec une meilleure tenue en température pouvant aller jusqu'à +155°C.

d/ le polypropylène (PP)

- présente les mêmes propriétés que les PE, avec une meilleure tenue dans les hautes températures, mais une plus grande rigidité mécanique
- il existe aussi le polypropylène expansé (foam PP)

e/ le polyamide (PA) (nylon®)

- présente des propriétés électriques très médiocres mais possède une large plage de températures de service (-60°C → +130°C) et d'excellentes propriétés mécaniques et chimiques
- médiocre souplesse, limitant leur emploi en gaine d'épaisseur faible.
- excellente tenue aux huiles

f/ les polymères fluorés (TEFLON® ETFE, FEP, PFA, PTFE)

type	température de service	température de pointe
TEFLON® ETFE éthylène tétrafluoroéthylène	-90°C → +150°C	+180°C
TEFLON® FEP fluoroéthylène propylène	-90°C → +205°C	+230°C
TEFLON® PFA perfluoroalkoxy	-90°C → +260°C	+280°C
TEFLON® PTFE polytétrafluoroéthylène	-90°C → +260°C	+300°C

- propriétés mécaniques
 - résistance à l'abrasion et à la coupure
 - faible coefficient de friction
 - faible épaisseur de parois et donc de poids
- propriétés thermiques
 - excellente résistance aux hautes températures
 - large plage de températures d'utilisation
 - non propagateur de la flamme, voire ininflammable
- propriétés électriques
 - rigidité diélectrique élevée
 - constante diélectrique faible
 - faible facteur de perte
 - insensible aux variations de température et de fréquence
- propriétés chimiques
 - inerte chimiquement
 - résistant aux solvants, carburants, fluides corrosifs
 - faible dégagement de fumée en cas de combustion

ETFE - ETHYLENE TETRAFLUOROETHYLENE

- excellente résistance à l'abrasion et aux coupures
- non propagateur de la flamme
- bonne résistance aux radiations ionisantes
- flexible et facile à installer
- bonne résistance aux moisissures, acides, lubrifiants, solvants, carburants, fluides hydrauliques
- point de fusion : +270°C
- température de service (20.000h) : -90°C → +150°C (de pointe +180°C)
- allongement à la rupture par traction : 200 %
- très bonne résistance aux UV

FEP - FLUOROETHYLENE PROPYLENE

- excellentes caractéristiques diélectriques
- durée de service exceptionnelle, sans perte de caractéristiques à température élevée
- excellente résistance à l'action des agents chimiques
- point de fusion : +275°C
- température de service (20.000h) : -90°C → +205°C (de pointe +230°C)
- allongement à la rupture par traction : 300 %
- très bonne résistance aux UV

PFA - PERFLUOROALKOXY

- excellente stabilité thermique
- point de fusion : +305°C
- température de service (20.000h) : -90°C → +260°C (de pointe +280°C)
- allongement à la rupture par traction : 300 %
- très bonne résistance aux UV

PTFE - POLYTETRAFLUOROETHYLENE

- ne fond pas lors des opérations de soudure de l'âme conductrice
- caractéristiques diélectriques exceptionnelles
- non propagateur de la flamme
- excellente résistance à l'arc
- résistance exceptionnelle aux moisissures, acides, lubrifiants, solvants, carburants, fluides hydrauliques
- flexible et facile à installer
- point de fusion : +327°C
- température de service (20.000h) : -90°C → +260°C (de pointe +300°C)
- allongement à la rupture par traction : 350 %
- très bonne résistance aux UV

g/ le polyuréthane (PUR)

- il existe deux grandes classes de PUR :
 - les polyesters
 - les polyéthers
- caractérisé par :
 - des performances mécaniques remarquables (résistance à l'abrasion, la traction et au déchirement)
 - une excellente tenue aux huiles
 - la facilité de coloration
 - une bonne tenue au vieillissement
 - la conservation des propriétés dans une large gamme de température
 - le maintien des propriétés élastiques après de fortes déformations
 - une possible sensibilité à l'hydrolyse

4.2 Les matériaux réticulés ou vulcanisés (élastomères)

La réticulation ou vulcanisation consiste à réaliser des pontages chimiques entre les macromolécules d'un polymère, afin d'obtenir un réseau maillé ou réticulé.

Les pontages peuvent être réalisés par des agents chimiques associés ou non à une action thermique ou à des rayonnements ionisants.

Ils possèdent, dans la limite de leurs caractéristiques d'utilisations, d'intéressantes propriétés :

- sont infusibles
- propriétés mécaniques peu influencées par la température
- résistent bien aux déformations sous contraintes
- récupèrent rapidement toutes leurs propriétés après de fortes déformations

a/ le polyéthylène réticulé (PR ou XLPE)

PRC = polyéthylène réticulé chimiquement (par adjonction de peroxyde)

PRI = polyéthylène réticulé par irradiation

PRS = polyéthylène réticulé chimiquement (par adjonction de silanes)

On distingue deux produits :

- le PR non chargé :
 - conserve les excellentes propriétés électriques du polyéthylène (surtout utilisé en moyenne et haute tension)
- le PR chargé :
 - les propriétés électriques diminuent un tout petit peu mais les propriétés mécaniques (notamment la résistance à la rupture) sont plus élevées (utilisé en basse tension).
 - Lors de la confection des mélanges de PR chargé, il est possible d'incorporer des agents limitant la propagation de la flamme et réduisant l'opacité des fumées émises.

En cas de combustion, le PR ne dégage pas de fumée corrosive.

b/ les caoutchoucs d'éthylène propylène (EPR et EPDM)

- existent sous forme de mélanges comportant outre le copolymère d'éthylène - propylène, divers additifs (plastifiants, charges, agents de protection, agents de réticulation, ...) permettant ainsi l'optimisation des propriétés
- leurs qualités :
 - une très bonne tenue à la chaleur et au froid
 - une excellente tenue au vieillissement, à l'oxygène et à l'ozone
 - des propriétés électriques élevées par rapport aux autres élastomères
 - une souplesse maintenue dans une large gamme de températures (surtout pour les basses températures)
 - une bonne résistance aux déformations à chaud
 - ne dégagent pas de fumées acides ou corrosives
- leurs défauts :
 - mauvaise tenue aux huiles et aux hydrocarbures
 - propagateur de la flamme (sauf si présence d'additifs spéciaux)

c/ le caoutchouc de silicone

- bonnes propriétés électriques maintenues dans une large gamme de température : -60°C → +180°C (de pointe +250°C)
- à +250°C, les isolations perdent leur caractère électrique après environ 2.000 heures
- ces câbles sont particulièrement résistants aux basses températures et gardent leurs propriétés élastiques jusqu'à environ -50°C
- cette isolation résiste aux intempéries et est insensible à l'oxydation, à l'humidité et à l'ozone. Ses propriétés électriques sont exceptionnelles et très peu dépendantes de la température, de la fréquence d'utilisation et de l'humidité.
- les caractéristiques de ces câbles concernant l'isolation silicone correspondent à la norme VDE 0207, matière Type 2G1.
- la plupart des fils et câbles isolés et gainés au caoutchouc de silicone sont sans halogène (VDE 0472 article 813)
- très bonne tenue au vieillissement et aux agents oxydants
- bonne tenue aux agents chimiques et aux micro-organismes
- bonne tenue à l'eau
- lors de sa combustion, émet des fumées très peu opaques ainsi que non corrosives (sans halogène) et se transforme en un résidu d'oxyde de silicium qui est isolant et permet ainsi aux câbles de continuer leur service durant un certain temps dans un incendie

CAPACITE DE CHARGE (selon la T°)

Sur demande, une courbe d'intensité admissible peut être fournie.

RÉSISTANCE CHIMIQUE DU CAOUTCHOUC DE SILICONE PUR

agent chimique	Température °C	Allongement %	Critique
acétone	20°C	+15	sans effet
acide acétique (100%)	20°C	+8	sans effet
acide hydrochlorique (10%)	20°C	+/- 0,5	sans effet
acide nitrique (10%)	20°C	+0,5	sans effet
acide phosphorique (30%)	20°C	+0,3	sans effet
acide sulfurique (10%)	20°C	+0,2	sans effet
alcool buthylique (Butyle)	117°C	+60	effet sensible
aniline	100°C	+5	sans effet
eau	100°C	+0,2	sans effet
essence	20°C	+150	effet sensible
essence de térébenthine	20°C	+115	effet sensible
fluide hydraulique	20°C	+2,5	sans effet
glycérine	100°C	+0,6	sans effet
graisse de roulement à billes	150°C	+25	sans effet
huile de lin	100°C	+0,7	sans effet
huile de ricin	150°C	+1,2	sans effet
huile de transformateur	150°C	+55	effet modéré
huile de transmission SAE 90	150°C	+2,8	sans effet
huile diesel	20°C	+65	effet modéré
huile d'olive	150°C	+1,5	sans effet
huiles minérales ASTM N° 1	150°C	+2,6	sans effet
huiles minérales ASTM N° 3	150°C	+25	effet modéré
huile moteur SAE 10	150°C	+15	sans effet
huile moteur SAE 20	150°C	+10	sans effet
hydroxide d'ammonium concentré	20°C	+1,7	sans effet
hydroxyde de potassium (50%)	20°C	+0,3	sans effet
pétrole	20°C	+75	effet sensible
potasse de sodium (50%)	20°C	-1,7	sans effet
pyridine	20°C	+15	effet modéré
toluène	20°C	+100	effet sensible

d/ le polychloroprène (CR) (néoprène®)

caractérisé par :

- une excellente tenue à des mouvements fréquents
- de très bonnes propriétés mécaniques (traction, abrasion, déchirement)
- une excellente tenue au vieillissement et aux intempéries
- une très bonne tenue en milieu humide
- une bonne tenue aux huiles et à de nombreux agents chimiques
- surtout utilisé comme matériau de gainage

e/ le polyéthylène chlorosulfoné (CSP) (hypalon®)

- possède de meilleures performances thermiques que le néoprène® et des propriétés électriques nettement supérieures
- peut être plus facilement coloré que le néoprène®

f/ l'éthylène-acétate de vinyle (EVA)

caractérisé par :

- de bonnes propriétés mécaniques
- une très bonne tenue au vieillissement
- une bonne tenue à la chaleur
- une bonne tenue aux huiles
- permet, par l'addition d'oxydes et d'hydroxydes métalliques, d'obtenir des compositions très fortement ignifugées
- ne contient aucun halogène

g/ les élastomères polyester thermoplastiques (TPE-E)

- température de service : -40°C → +150°C
- permettent des épaisseurs d'isolation réduites
- très bonne résistance aux huiles, solvants et acides

h/ les compositions ignifugées sans halogène

- Ces compositions sont fonction des développements techniques propres à chaque fabricant de câble
- Ceux-ci sont principalement obtenus par exclusion de tout matériau halogéné (Fluor, Chlore, Brome, Iode), soufré, nitré ou phosphoré dont la combustion confère aux gaz dégagés une forte nocivité

4.3 Les matériaux rubanés

a/ le papier imprégné

- seulement encore utilisé dans les câbles très haute tension

b/ les films de polyester ou de polycarbonate

- souvent utilisés comme séparateur ou lien d'assemblage associés à un autre isolant

c/ les films polyimides (KAPTON®)

Les feuilles de polyimides ne sont pas inflammables, ne fondent pas et ne commencent à se carboniser que vers +800°C. Le KAPTON® possède des propriétés mécaniques et électriques exceptionnelles, pratiquement constantes dans une très grande gamme de températures. De plus, cet isolant possède une résistance remarquable aux agents chimiques ainsi qu'aux radiations Gamma.

L'adjonction d'un vernis TEFLON® sur un des côtés augmente la résistance chimique du polyimide (particulièrement aux alcalins) et réduit la perméabilité à la vapeur d'eau.

- propriétés thermiques :
 - point de fusion : aucun
 - température de service : -190°C → +280°C
 - température de pointe : +400°C pendant +/- 10 heures
 - rétrécissement :
 - à +250°C pendant 8 ans = 0,3 %
 - à +300°C pendant 3 mois = 0,5 %
 - à +400°C pendant 12 heures = 3,0 %

4.4 Les matériaux minéraux

a/ la fibre de verre E

- température de service : -60°C → +280°C (de pointe +350°C)
- difficilement inflammable

b/ la fibre de verre R

- température de service : -60°C → +400°C (de pointe +450°C)
- ininflammable

c/ la fibre minérale A

- température de service : -60°C → +400°C (de pointe +450°C)
- ininflammable

d/ la fibre céramique

- température de service : -60°C → +900°C (de pointe +1.000°C)
- ininflammable

e/ la fibre borosilicoaluminat

- température de service : -60°C → +1.200°C (de pointe +1.400°C)
- ininflammable
- bonne résistance aux radiations

f/ le mica

- température de service : -60°C → +1.000°C (de pointe +1.200°C)
- ininflammable
- souvent associé à un support de fibre de verre
- bonnes propriétés électriques

Caractéristiques des isolations

		élongation %	T° service °C	T° pointe °C	résistance flamme	résistance abrasion	absorption eau %	
ISOLANTS THERMOPLASTIQUES								
chlorure de polyvinyle	PVC	Y	250	-30 +80	+100	+/-	+	1
chlorure de polyvinyle haute température	PVC-HT (105°C)	Y	200	-30 +105	+120	+/-	+	0,8
polyéthylène - basse densité	LD-PE	2Y	400	-50 +70	+100	-	0	0,03
polyéthylène - haute densité	HD-PE	2Y	500	-50 +100	+120	-	+	0,03
polyéthylène réticulé (PRC ou XLPE)	VPE	2X	300	-40 +115	+140	-	+	0,03
polypropylène	PP		500	-10 +110	+140	-	+	0,1
polyuréthane	PUR	11Y	400	-50 +90	+100	+/-	++	5
polyamide (Nylon®)	PA	4Y	200	-30 +105	+125	+/-	++	15
perfluoralkoxy	PFA (Teflon®)	-	300	-190 +260	+280	++	+	0,3
polytétrafluoroéthylène	PTFE (Teflon®)	5Y	350	-190 +260	+300	++	+	0,05
fluoroéthylène propylène	FEP (Teflon®)	6Y	250	-100 +205	+230	++	0	0,1
éthylène tétrafluoroéthylène	ETFE (Tefzel®)	7Y	200	-100 +150	+180	++	++	0,2
polyimide (Kapton®)	PI		70	-190 +350	+400	++	++	10
polyfluorure de vinylidène (Kynar®)	PVDF		300	-40 +135	+150	+	++	0,2
ISOLANTS ELASTOMERES								
caoutchouc naturel	NR		350	-30 +70	+90	-	+	0,1
polyéthylène chlorosulfuré (Hypalon®)	CSM (CSP)		300	-40 +100	+130	+	++	15
polychloroprène (néoprène®)	CR	5G	300	-30 +90	+100	+	++	10
caoutchouc de silicone	SIR	2G	200	-60 +180	+250	+	0	5
caoutchouc de silicone - très haute température			250	-60 +230	+280	+	0	5
éthylène-acétate de vinyle	EVA	4G	300	-50 +125	+150	-		0,1
copolymères éthylène - propylène	EPM / EPDM / EPR	3G	200	-30 +110	+120	-	+	0,2
élastomère polyester thermoplastique (Hytrel®)	TPE-E	12Y		-70 +125		+/-	+	3 - 6
ISOLANTS MINÉRAUX								
soie de verre E			4,5	-60 +280	+350	+	-	1
fibre minérale A			4,6	-60 +400	+450	++	0	1
silice				-60 +900	+1000	++	-	1
fibre céramique				-60 +1100	+1300	++	-	0,8
mica muscovite				-60 +800	+1200	++	-	

NOTE : La matière d'isolation doit admettre, en service continu, une température supérieure à la température ambiante pour permettre l'évacuation de la chaleur produite par le passage du courant (effet-joule)

Néoprène®, Hytrel®, Kapton®, Teflon®, Tefzel®, Nylon®, Hypalon®, Kynar® sont des marques déposées de DuPont

5. Les écrans

5.1 dans les câbles d'énergie

- **non métallique**
- leur rôle : - assurer une surface équipotentielle cylindrique et concentrique à l'âme conductrice permettant ainsi une répartition uniforme et radiale du champ électrique
- assurer un contact intime avec l'enveloppe isolante
- **métallique**
- leur rôle : - assurer la mise à la terre, tout au long du circuit des parties extérieures à l'isolant, pour des raisons de sécurité des personnes
- dériver les courants capacitifs qui prennent naissance dans l'isolant sous l'effet de la tension phase-terre
- dériver, en cas de défaut phase-terre, le courant de court-circuit jusqu'à la prise de terre la plus proche

5.2 dans les câbles de signalisation, de télécommunication

- également appelé faradisation
- pour assurer leur rôle, ils doivent être reliés à la terre lors de l'installation des câbles
- rôle : - protéger les circuits contre les influences électrostatiques externes
- protéger les circuits contre les influences électromagnétiques externes
- nature : - des rubans ALU/PET posés en hélice
- des rubans ALU/PET posés en long, enduits sur l'une de leurs faces d'un produit permettant leur collage à la gaine extérieure
- des tresses de fils de cuivre
- des torsades de fils de cuivre
- une quelconque association des différents types énumérés ci-dessus

Dans le cas d'un blindage individuel ou par paires des différents conducteurs, il pourra être nécessaire de séparer électriquement ces blindages par une couche isolante réalisée par rubanage ou par extrusion

6. Les armures métalliques

- rôle : - assurer une protection mécanique du câble lors des efforts de traction ou suite aux risques de chocs, de coupures, de perforations, d'écrasement ou de détérioration par des animaux.
- types : - **armure feuillard** : constituée de deux feuillards métalliques enroulés chacun en hélice ouverte, les deux hélices se recouvrant, de manière à couvrir 100% de la surface du câble à protéger.
Bonne résistance aux chocs, aux perforations et aux risques de coupures mais ne supporte que de faibles efforts de traction, rigidifie fortement le câble
- **armure fils** : constituée d'une ou deux couches de fils métalliques enroulés en hélice, permet de supporter des efforts de traction plus importants sur les câbles lors de la pose ou en service
- **armure gaine métallique soudée** : un feuillard, placé en longueur de manière cylindrique et soudé en continu, assure l'étanchéité totale et peut éventuellement être annelé pour assurer une certaine souplesse
- **armure tresse métallique** : supporte des efforts de traction tout en offrant une grande souplesse et permet de réduire les rayons de courbure des câbles mais n'assure pas une bonne protection en cas de risques de perforations
- **armure kevlar®** : assure une très grande souplesse et permet l'effort de traction mais ne protège pas efficacement contre chocs, écrasements et rongeurs
- nature des matières utilisées : - acier
- acier galvanisé
- acier à haute résistance
- acier inoxydable
- alliages aluminium
- Kevlar®

7. Les données relatives aux perturbations concernant les câbles de télécommunication (transmission de signaux)

Une perturbation est un signal parasite existant ou se propageant sur un circuit, pouvant ainsi créer un danger de dysfonctionnement de ce circuit.

Les perturbations peuvent être d'origine interne au câble (passage du signal d'un circuit à l'autre) ou d'origine externe (perturbations par un signal extérieur au câble).

La perturbation peut être temporaire (impulsion parasite, foudre,...) ou permanente (grésillement).

Diverses solutions peuvent améliorer la protection en cas de perturbation :

- qualité de fabrication
- choix des pas de torsade du câble
- meilleurs écrans sur les circuits, emploi de meilleures matières isolantes
- équilibrage lors du raccordement
- choix des circuits en fonction des signaux à émettre
- réduction de la résistance électrique de l'enveloppe et de l'armure
- renforcement de la tenue diélectrique du câble
- adaptation d'accessoires spéciaux (parafoudre)

8. La protection des câbles

8.1 Protection des câbles contre les rongeurs

Il n'existe actuellement aucune formulation très efficace qui soit non toxique pour l'homme, susceptible d'être utilisée dans les matériaux de gainage de câbles et qui soit répulsive ou toxique pour les rongeurs. Ces derniers, et en particuliers les rats, attaquent les câbles.

La seule protection efficace existante, à ce jour, est obtenue par une tresse d'acier ou des rubans d'acier placés autour du câble.

8.2 Protection des câbles contre l'attaque des termites et des micro-organismes

La protection contre ces insectes et moisissures peut être obtenue par incorporation de substances chimiques particulières dans les matériaux de gainage.

Il faut cependant remarquer que l'efficacité des «antitermites» et «antifongiques» peut évoluer dans le temps et ne peut constituer une garantie de protection absolue à long terme. Cette mesure peut être doublée par une protection mécanique.

8.3 Protection des câbles contre les agents agressifs

Elle peut être obtenue par un choix judicieux des matériaux de gainage ou par l'emploi d'une gaine métallique (par exemple : gaine de plomb, utilisée en pétrochimie)

8.4 Protection des câbles contre les risques d'explosion

Certains câbles (armés ou avec gaine élastomère) peuvent être utilisés dans les zones à risques d'explosion (Ex) pour autant que certaines conditions soient remplies simultanément :

a/ Les câbles doivent être soustraits à tout risque de détériorations mécaniques; si leur parcours se trouve situé dans des emplacements soumis à des risques mécaniques, ils doivent comporter soit par construction, soit par installation, une protection mécanique appropriée aux risques mécaniques auxquels ils sont exposés.

b/ Les valeurs des courants admissibles dans les conducteurs doivent être réduites

8.5 Protection des câbles contre les radiations nucléaires et rayonnements ionisants

Certains fabricants développent des câbles qualifiés suivant les normes et/ou standards applicables aux installations en centrales nucléaires.

Courant absorbé par les moteurs (valeurs approximatives en ampères)

puissance		cc	ca monophasé	ca triphasé	
Kw	CH	220 V (1)	220 V (2)	220 V	380 V
		A	A	A	A
0,18	0,25	1,2	2,3	1,23	0,71
0,25	0,33	1,6	3	1,6	0,92
0,37	0,5	2,3	4	1,9	1,1
0,55	0,75	3,4	5	2,8	1,6
0,75	1	4,5	7	3,7	2,1
1,1	1,5	6,3	8,8	5,4	3,1
1,5	2	8,5	12	6,9	4
2,2	3	12,5	17,5	9,5	5,5
3	4	17	22,5	11,5	6,7
4	5,5	24	28	15,3	8,8
5,5	7,5	30	-	19,6	11,6
7,5	10	44	-	25,7	14,8
11	15	61	-	40,7	23,6
15	20	82	-	54	31
18,5	25	93	-	63	36,5
22	30	111	-	75	43,5
30	40	150	-	100	58
37	50	186	-	128	74
45	60	222	-	154	89
55	75	270	-	180	104
75	100	370	-	240	139
90	125	-	-	320	185
110	150	-	-	362	209
132	175	-	-	430	245
160	220	-	-	520	300
200	275	-	-	650	373

(1) Pour les moteurs à 110 V, multiplier ces valeurs par 2; à 440 V, diviser par 2

(2) Pour les moteurs à 110 V, multiplier ces valeurs par 2; à 130 V, multiplier par 1,73

Classe des températures

Y	+90°C
A	+105°C
E	+120°C
B	+130°C
F	+155°C
H	+180°C
C	>180°C

4 EXPLICATIONS GÉNÉRALES

TABLEAUX TECHNIQUES



Table de conversion (AWG → mm²)

AWG	brin		conducteur	
	nombre	diamètre mm	diamètre mm	section mm ²
2	133		8,331	34,327
4	133		6,527	21,587
6	133		5,334	13,575
8	49		4,775	8,403
10	1	2,600	2,590	5,260
10	37	0,400	2,921	4,770
10	105		2,946	5,370
12	1		2,050	3,310
12	7		2,438	3,660
12	19	0,455	2,369	3,105
12	65		2,413	3,315
14	1		1,630	2,080
14	7		1,854	2,285
14	19	0,361	1,854	1,954
14	41		1,854	2,091
16	1		1,29	1,31
16	7		1,524	1,442
16	19	0,287	1,473	1,327
16	26		1,499	1,326
18	1	1,020	1,020	0,823
18	7		1,219	0,902
18	16		1,194	0,816
18	19	0,254	1,245	0,969
20	1	0,812	0,812	0,519
20	7	0,320	0,965	0,562
20	10		0,889	0,510
20	19	0,203	0,940	0,620
22	1	0,643	0,643	0,324
22	7	0,254	0,762	0,357
22	19	0,160	0,787	0,385
24	1	0,510	0,510	0,205
24	7	0,203	0,610	0,229
24	19	0,127	0,610	0,242
26	1	0,404	0,404	0,128
26	7	0,160	0,483	0,142
26	19	0,102	0,508	0,155
28	1	0,320	0,320	0,080
28	7	0,127	0,381	0,089
28	19	0,080	0,406	0,093
30	1	0,250	0,250	0,051
30	7	0,102	0,305	0,057
30	19		0,305	0,061
32	1	0,200	0,200	0,032
32	7	0,080	0,203	0,034
32	19		0,229	0,039
34	1	0,160	0,160	0,020
34	7	0,065	0,192	0,022
36	1	0,125	0,125	0,013
36	7	0,050	0,152	0,014

1 cm = 0,394 Inch (In.)	1 m = 3,281 Foot (Ft.)
1 Inch = 2,54 cm	1 Foot = 12 inch = 0,3048 m
Inch x 25,4 = mm	mm x 0,03937 = Inches
Feet x 0,3048 = m	m x 3,281 = Feet

Signification des sigles des fils et câbles belges

UTILISATION	
E	câble d'énergie
S	câble de signalisation
T	câble de téléphonie
B	conducteurs préassemblés
CONDUCTEUR	
A	aluminium
ISOLATION	
W	polyéthylène
X	polyéthylène réticulé
I	papier imprégné
M	minéral
P	papier sec
V	polychlorure de vinyle
ARMURE	
A	armure
C	neutre concentrique ou écran commun
D	neutre déployable
GAINE	
X	polyéthylène réticulé
M	minéral
V	polychlorure de vinyle
J	matelas de jute
G	mélange sans halogène
CONFORMITE	
B	conforme aux normes belges

Signification des sigles des fils et câbles HAR (Cenelec)

TYPE DE CABLE	
H	type harmonisé
A	type national reconnu
TENSION NOMINALE U ₀ /U	
03	300/300 volts
05	300/500 volts
07	450/750 volts
ISOLATION	
V	PVC
V2	PVC 90°C
R	caoutchouc naturel ou synthétique
S	caoutchouc de silicone
B	EPDM
Z	mélange sans halogène
X	polyéthylène réticulé
GAINE	
V	PVC
V2	PVC 90°C
Q	polyuréthane (PUR)
R	caoutchouc naturel ou synthétique
N	polychloroprène ou équivalent
S	caoutchouc de silicone
J	tresse de fibre de verre
T	tresse textile
Z	mélange réticulé sans halogène
Z1	mélange thermoplastique sans halogène
PARTICULARITES DE FABRICATION	
H	méplat séparable
H2	méplat non séparable (2 conducteurs)
H6	méplat non séparable (> 2 conducteurs)
CARACTERISTIQUES DE L'AME	
U	massive (unifilaire)
R	cablée (multifilaire rigide)
K	multibrin (pour câble à pose fixe)
F	multibrin (pour câble à pose mobile)
Y	fil Tinsel
H	extra-souple
PRESENCE D'UN CONDUCTEUR DE PROTECTION	
X	sans conducteur vert-jaune
G	avec conducteur vert-jaune

Signification des sigles des fils et câbles allemands

IDENTIFICATION	
type normalisé VDE	N
type selon VDE	(N), X
côte-à-côte	Z
câble d'allumage	L
câble plat	FI
fin brin (multibrin) de cuivre rouge	Li
fin brin (multibrin) de cuivre étamé	Liv
extra-fin brin (multibrin) de cuivre rouge	LiF
extra-fin brin (multibrin) de cuivre étamé	Livff
fin brin (multibrin) de cuivre argenté	Livs
fin brin (multibrin) de cuivre nickelé	Livn
fin brin (multibrin) de cuivre doré	Livg
brin massif (monobrin) de cuivre rouge	D
brin massif (monobrin) de cuivre étamé	Dv
câble souple	F
câble de contrôle	S
câble de soudage	SL
ISOLATION ET GAINÉ	
PVC 105°C	Yw
PVC (chlorure de polyvinyle)	Y
PE	2Y
PE expansé	02Y
polystyrol	3Y
polyamide	4Y
PTFE	5Y
FEP	6Y
FEP expansé	06Y
ETFE (TEFZEL®)	7Y
polyimide (Kaptor®)	8Y
PP (polypropylène)	9Y
PP expansé	09Y
PUR (polyuréthane)	11Y
TPE-E	12Y
sans halogène	13Y
élastomère thermoplastique	16Y
PFA	51Y
PR (polyéthylène réticulé)	2X
sans halogène	H
caoutchouc naturel	G
caoutchouc silicone	2G
EPDM (caoutchouc d'éthylène-propylène-diène)	3G
EVA (éthylène-acétate de vinyle)	4G
CR (caoutchouc polychloroprène)	5G
polyéthylène chlorosulfon (Hypalon®)	6G
élastomère fluoré	7G
caoutchouc nitrile	8G
polyéthylène chloré	9G
acrylate élastomère	11G
PARTICULARITES	
armure métallique (fils d'acier galvanisé)	S
faradisation par torsade de fils de cuivre (rouge ou étamé)	D
faradisation par tresse de fils de cuivre (rouge ou étamé)	C
faradisation par feuille ALU/PET	(St)
faradisation des paires par feuille ALU/PET	Pimf
bourrage de gélée de pétrole	F
résistant aux huiles	Ö
matière résistante à de basses températures	...k
0 halogènes (non émission de fumées toxiques) et non propagateur de la flamme	FRNC
non propagateur de la flamme (IEC 60332-3)	FR
matière non propagatrice d'incendie	NPI
Low Smoke 0 Halogen	LSZH = LSOH
Low Smoke Low Halogen	LSLH
ruban	B
feuille	F
tresse en soie de verre	G
tresse en soie de verre imprégnée de TEFLON®	GT
tresse en soie de verre vernie, enduite	GL
IDENTIFICATION DES CONDUCTEURS	
sans conducteur vert/jaune	0
avec conducteur vet/jaune	J
conducteurs noirs numérotés	Z
conducteurs colorés	B

Code couleurs selon DIN 47100

(dans certaines productions, possible répétition à partir du 45ème conducteur)

n° conducteur	couleurs	n° conducteur	couleurs	n° conducteur	couleurs
1	blanc	21	blanc/bleu	41	gris/noir
2	brun	22	brun/bleu	42	rose/noir
3	vert	23	blanc/rouge	43	bleu/noir
4	jaune	24	brun/rouge	44	rouge/noir
5	gris	25	blanc/noir	45	blanc/brun/noir
6	rose	26	brun/noir	46	jaune/vert/noir
7	bleu	27	gris/vert	47	gris/rose/noir
8	rouge	28	jaune/gris	48	rouge/bleu/noir
9	noir	29	rose/vert	49	blanc/vert/noir
10	violet	30	jaune/rose	50	brun/vert/noir
11	gris/rose	31	vert/bleu	51	blanc/jaune/noir
12	rouge/bleu	32	jaune/bleu	52	jaune/brun/noir
13	blanc/vert	33	vert/rouge	53	blanc/gris/noir
14	brun/vert	34	jaune/rouge	54	gris/brun/noir
15	blanc/jaune	35	vert/noir	55	blanc/rose/noir
16	jaune/brun	36	jaune/noir	56	rose/brun/noir
17	blanc/gris	37	gris/bleu	57	blanc/bleu/noir
18	gris/brun	38	rose/bleu	58	brun/bleu/noir
19	blanc/rose	39	gris/rouge	59	blanc/rouge/noir
20	rose/brun	40	rose/rouge	60	brun/rouge/noir
				61	noir/blanc

Code couleurs selon DIN 47100

(conducteurs torsadés par paires)

n° des paires	couleurs des conducteurs		n° des paires	couleurs des conducteurs	
	conducteur - a -	conducteur - b -		conducteur - a -	conducteur - b -
1	blanc	brun	12	blanc/rouge	brun/rouge
2	vert	jaune	13	blanc/noir	brun/noir
3	gris	rose	14	gris/vert	jaune/gris
4	bleu	rouge	15	rose/vert	jaune/rose
5	noir	violet	16	vert/bleu	jaune/bleu
6	gris/rose	rouge/bleu	17	vert/rouge	jaune/rouge
7	blanc/vert	brun/vert	18	vert/noir	jaune/noir
8	blanc/jaune	jaune/brun	19	gris/bleu	rose/bleu
9	blanc/gris	gris/brun	20	gris/rouge	rose/rouge
10	blanc/rose	rose/brun	21	gris/noir	rose/noir
11	blanc/bleu	brun/bleu	22	bleu/noir	rouge/noir

Pour un plus grand nombre de paires (plus de 22 paires), les couleurs sont répétées.

Couleurs selon HAR/CENELEC (HD 308 S2)

(d'application pour les conducteurs rigides et souples, en installation fixe ou mobile)

	G	X
2	-	BL BR
3	VJ-GG BL BR	BR NO-ZW GR
4	VJ-GG BR NO-ZW GR	BL BR NO-ZW GR
5	VJ-GG BL BR NO-ZW GR	BL BR NO-ZW GR NO-ZW
6 & +	VJ-GG + noirs numérotés	VJ-GG + noirs numérotés

Code couleurs VALENTIN

VJ-GG	vert-jaune
VIO	violet
TR	transparent
BL	bleu
BR	brun
WH	blanc
NO-ZW	noir
GR	gris
RO	rouge
ORAN	orange
VE-GN	vert
JA-GE	jaune
RBQ	rouge-brique

Equivalence approximative des normes en câbles de sécurité

	France	Belgique	International	Europe	Italie	Allemagne
non propagateur de la flamme	NF C 32-070 C2	NBN C 30-004 F1	IEC 60332-1 IEC 60332-2	(EN 50265-1) (EN 50265-2)	CEI 20-35	DIN VDE 0472 T.804 B
non propagateur d'incendie	NF C 32-070 C1	NBN C 30-004 F2	IEC 60332-3	(EN 50266)	CEI 20-22	DIN VDE 0472 T.804 B
résistance au feu	NF C 32-070 CR1	NBN C 30-004 FR1, FR2	IEC 60331	EN 50200 EN 50362	CEI 20-37	DIN VDE 4102 T.12 DIN VDE 0472 T.814
faible opacité/ densité des fumées	NF X 10-702	NBN C 30-004 SD	IEC 61034	(EN 50268)	CEI 20-37-4	DIN VDE 0472 T.816
faible toxicité des gaz de combustion	NF X 70-100	NBN C 30-004 ST	IEC 60754-1		CEI 20-37-1 CEI 20-37-2	
faible acidité/corrosivité des gaz de combustion	NF C 20-453	NBN C 30-004 SA	IEC 60754-2	(EN 50267)	CEI 20-37-2	DIN VDE 0472 T.813
sans halogène			IEC 60754-1	EN 50267	CEI 20-37/1	

Marquage CE

En apposant le marquage « CE » sur son produit, le fabricant s'engage formellement dans « la déclaration CE de conformité » vis-à-vis du ministère compétent dans les Etats Membres à respecter toutes les dispositions de toutes les directives européennes se rapportant à ce produit et rendues légalement obligatoires dans ces pays.

Outre les obligations administratives, ces dispositions contiennent également des « exigences essentielles » auxquelles le produit concerné doit répondre avant que le marquage « CE » puisse être apposé. Selon la directive en question, ces exigences ont trait à certains aspects de la protection du consommateur tels que la sécurité, l'environnement et la santé.

Le marquage « CE » n'est pas une marque de qualité. Il s'agit d'une disposition légale, imposée au fabricant, lui permettant la mise sur le marché de son produit. Il s'agit donc d'un signe distinctif obligatoire apposé par le fabricant et destiné aux autorités chargées du contrôle du marché.

Normes

Européenne	HAR
Belgique	CEBEC
France	NF
Allemagne	VDE
Italie	IMQ
Pays-Bas	KEMA
Autriche	OVE
Danemark	DEMKO
Suède	SEMKO
Norvège	NEMKO
Finlande	FEMKO
Canada	CSA
USA	UL