

Conducteurs et câbles



- Dénomination symbolique des câbles
- Couleurs de repérage des conducteurs
- Signification des pictogrammes caractéristiques et pose
- Calcul de section rapide
- Section du conducteur neutre
- La pose de câbles sous fourreau
- Le déroulage des câbles

Dénomination symbolique des câbles

Les conducteurs et câbles définis par une norme UTE sont désignés à l'aide d'un système harmonisé ou bien à l'aide du système UTE traditionnel selon qu'il s'agit de modèles concernés ou non par l'harmonisation en vigueur dans le cadre du CENELEC.

Ces deux systèmes de désignation sont repris par la norme NF C 30-202 et HD 361 et comprennent une suite de symboles disposés de gauche à droite, dans l'ordre, dont un extrait est donné ci-dessous.

Désignation <HAR> CENELEC			Désignation NF-USE	
Signification du symbole	Symbole		Symbole	Signification du symbole
Série harmonisée	H	Type de la série	U	Câble faisant l'objet d'une norme UTE
Série nationale reconnue	A		250	250 V
Série nationale autre	FR-N		500	500 V
300 / 300 V	03	Tension nominale	1 000	1 000 V
300 / 500 V	05		absence de lettre	Ame rigide
450 / 750 V	07		S	Ame souple
0,6 / 1 kV	1	Souplesse et nature de l'âme	absence de lettre	Cuivre
PVC	V		A	Aluminium
Caoutchouc vulcanisé	R		C	Caoutchouc vulcanisé
Polyéthylène réticulé	X	Enveloppe isolante	R	Polyéthylène réticulé
Ruban en acier ceinturant les conducteurs	D		V	Polychlorure de vinyle
Armure en feuillard acier	Z4		G	Gaine vulcanisée
PVC	V	Bourrage	O	Aucun bourrage ou bourrage ne formant pas gaine
Caoutchouc vulcanisé	R		1	Gaine d'assemblage et de protection formant bourrage
Polyéthylène réticulé	N		2	Gaine de protection épaisse
Câble rond	absence de lettre	Gaine de protection non métallique	C	Caoutchouc vulcanisé
Câble méplat "divisible"	H		N	Polychloroprène ou équivalent
Câble méplat "non divisible"	H6		V	PVC
Cuivre	absence de lettre	Revêtement métallique	P	Gaine de plomb
Aluminium	- A		F	Feuillards acier
Rigide, massive, ronde	- U*		Z	Zinc ou autre métal
Rigide, câblée, ronde	- R*	Forme du câble	absence de lettre	Câble rond
Rigide, câblée, sectorale	- S*		M	Câble méplat
Rigide, massive, sectorale	- W*			
Souple, classe 5 pour installation fixe	- K			
Souple, classe 5	- F			
Souple, classe 6	- H			
Souple pour soudure	- D			
Extra-souple pour soudure	- E			







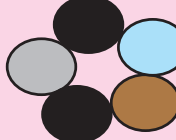
La désignation peut-être complétée par l'indication éventuelle d'un conducteur vert / jaune dans le câble :

Câble sans V/J : nXS
 Câble avec V/J : nGS
 n = nb conducteurs, s = section

Couleurs de repérage des conducteurs / Conductors colours identification

HD 308, Edition 2001

CABLES HARMONISES EUROPEENS / EUROPEAN USE HAR CABLES

	Avec Vert / Jaune With Green / Yellow	Sans Vert / Jaune Without Green / Yellow
2 conducteurs / 2 conductors	-	Concerne toutes les sections / For all cross-sections 
3 conducteurs / 3 conductors	Concerne toutes les sections / For all cross-sections 	Concerne toutes les sections / For all cross-sections 
4 conducteurs / 4 conductors	Concerne toutes les sections / For all cross-sections 	Concerne toutes les sections / For all cross-sections 
5 conducteurs / 5 conductors	Concerne toutes les sections / For all cross-sections 	Concerne toutes les sections / For all cross-sections 

CABLES RIGIDES ET SOUPLES NATIONAUX NF-USE

	Avec Vert / Jaune With Green / Yellow	Sans Vert / Jaune Without Green / Yellow
2 conducteurs / 2 conductors	-	Concerne toutes les sections / For all cross-sections
3 conducteurs / 3 conductors	Concerne toutes les sections / For all cross-sections 	Concerne / For $S \geq 4 \text{ mm}^2$ $S = 1,5 \text{ \& } 2,5 \text{ mm}^2$
4 conducteurs / 4 conductors	Concerne toutes les sections / For all cross-sections 	Concerne toutes les sections / For all cross-sections
5 conducteurs / 5 conductors	Concerne toutes les sections / For all cross-sections 	Concerne toutes les sections / For all cross-sections

Signification des pictogrammes / Meaning of pictograms caractéristiques et pose / characteristics and laying

1 - Qualité & Environnement

Quality & Environment

	ENREGISTREMENT, ÉVALUATION ET AUTORISATION DES PRODUITS CHIMIQUES (REACH) / REGISTRATION, EVALUATION AND AUTHORISATION OF CHEMICALS (REACH)	
	<p>Règlement du Parlement européen et du Conseil de l'Union Européenne, adopté le 18 décembre 2006, qui modernise la législation européenne en matière de substances chimiques, et met en place un système intégré unique d'enregistrement, d'évaluation et d'autorisation des substances chimiques dans l'Union européenne. Son objectif est d'améliorer la protection de la santé humaine et de l'environnement, tout en maintenant la compétitivité et en renforçant l'esprit d'innovation de l'industrie chimique européenne.</p>	<p><i>Regulation of the European Parliament and the European Union Council, adopted on December 18th, 2006, which modernizes the European legislation regarding chemical substances, and sets up a unique integrated system of recording, evaluation and authorization of chemical substances in the European Union. Its objective is to improve the protection of the human health and of the environment, while maintaining the European chemical industry's competitiveness and strengthening its spirit of innovation.</i></p>

	RESTRICTION DE L'UTILISATION DE CERTAINES SUBSTANCES DANGEREUSES DANS ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE ET ÉLECTRONIQUE (RoHS) / RESTRICTION OF THE USE OF CERTAIN HAZARDOUS SUBSTANCES IN ELECTRICAL AND ELECTRONIC EQUIPMENT (RoHS)	
	<p>La directive européenne ROHS a pour but la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques (EEE). Câbles concernés par cette directive : tous les câbles d'une tension nominale inférieure à 250 V qui ont une fonction de connexion ou de prolongation pour raccorder l'EEE au réseau ou pour raccorder deux ou plusieurs EEE entre eux.</p>	<p><i>The RoHS directive aims at restricting the use of certain dangerous substances commonly used in electric and electronic equipment (EEE). Cables concerned by this directive: any cable of rated below 250V, which function is the connection or the extension of an EEE to electrical outlet or the connection of two or more EEE to each other.</i></p>


2 - Caractéristiques du câble


Cable characteristics

	TEMPÉRATURES AMBIANTES / ROOM TEMPERATURES (°C)		
	T1	Température ambiante maximale, câble en position statique	<i>Maximal room temperature, cable in static position</i>
T2	Température ambiante minimale, câble en position statique	<i>Minimal room temperature, cable in static position</i>	
AA1 = -60°C +5°C ; AA2 = -40°C +5°C ; AA3 = -25°C +5°C ; AA4 = -5°C +40°C ; AA5 = +5°C +40°C ; AA6 = +5°C +60°C ; AA7 = -25°C +55°C ; AA8 = -50°C +40°C			


	RAYON DE COURBURE / BEND RADIUS	
	Rayon de courbure, câble en position statique	<i>Bend radius, cable in static position</i>

	CHOCs MÉCANIQUES / MECHANICAL SHOCKS (NF C 15-100)			
		Matériel pouvant supporter des chocs ayant une énergie au plus égale à :	<i>Equipment which can support shocks with energy at most equal to :</i>	Joule / Joule
	AG1	Chocs faibles (conditions domestiques, ...)	<i>Low shocks (domestic conditions, ...)</i>	0,225
	AG2	Chocs moyens (industrie classique)	<i>Medium shocks (classic industry)</i>	2
	AG3	Chocs importants (chantiers, ...)	<i>Important shocks (construction sites, ...)</i>	6
AG4	Chocs très importants (mines, carrières, ...)	<i>Very important shocks (mines, quarries, ...)</i>	20	

	RÉSISTANCE AUX RADIATIONS SOLAIRES ET AUX INTEMPÉRIES / RESISTANCE TO SOLAR RADIATIONS AND BAD WEATHER	
		Fréquence des expositions
AN1	Exposition négligeable	Non-existent exposure
AN2	Exposition moyenne	Medium exposure
AN3	Exposition élevée	Important exposure


	PRÉSENCE D'EAU / PRESENCE OF WATER (NF C 15-100)				
	AD1	Négligeable	Pas d'humidité, quelques buées passagères	Insignificant	No humidity, some temporary condensation
	AD2	Gouttes d'eau	Occasionnellement, gouttes d'eau de condensation	Drop of water	Occasionally, condensation drop of water
	AD3	Aspersion d'eau	L'eau ruisselle sur les murs et les sols	Sprinkling of water	Water runs on the wall and the floor
	AD4	Projection d'eau	Les matériels sont soumis à des projections d'eau	Water projection	Equipment is submitted to water projection
	AD5	Jet d'eau	Locaux de lavage à l'aide de jets d'eau sous pression	Water jet	Washing premises with pressure water jet
	AD6	Paquets d'eau	Emplacement au bord de mer soumis aux vagues	Packet of water	Seafront place, submitted to waves
	AD7	Immersion	L'eau peut recouvrir temporairement les appareils*	Immersion	Water can recover temporarily equipment
	AD8	Submersion	L'eau recouvre les appareils de façon totale et permanente (eau douce <2 m)	Submersion	Water can be totally and permanently covered by water (tap water <2 m)


* Immersion inférieure à 2 mois par an en cumulé / Immersion less than 2 months per year aggregate


	CHIMIE / CHEMISTRY					
	Classification	Contact	Situation de référence	Classification	Contact	Baseline case
	Excellent	Permanent	Extrapolation (température, durée, rétention mécanique, modification de volume) des essais de résistance aux huiles, aux solvants, aux acides et bases dilués selon NF 32-028, spécification technique RATP K20 et NF C 32-021	Excellent	Permanent	Extrapolation (temperature, last, mechanical retention, modification of volume), trials of oil, solvent, acids and diluted basis resistances, according to NF 32-028, technical specification RATP K20 and NF C 32-021
	Très bon	Fréquent		Very good	Regular	
	Bon	Occasionnel		Good	Occasional	
	Passable	Accidentel		Passable	Accidental	
Médiocre	Nul	Mediocre		Bad		


	CORPS SOLIDES / SOLID MATTERS		
	AE1	Négligeable	Insignificant
	AE2	Petits objets	Little objects
	AE3	Très petits objets	Very little objects
	AE4	Poussière légère	Superficial dust
	AE5	Poussière moyenne	Medium dust
	AE6	Poussière importante	Important dust


	COMPORTEMENT AU FEU ET A L'INCENDIE / FIRE BEHAVIOUR		
	Catégorie / Category	Comportement	Behaviour
	Réaction / Reaction		
	C1	Non propagateur de l'incendie	Fire retardant
	C2	Non propagateur de la flamme	Flame retardant
	C3	Non classé au feu	No classified to fire behaviour
	Résistance / Resistance		
	CR1	Résistant au feu	Resistant to fire
	CR2	Tous les câbles non CR1	All non-CR1 cables

SOUPLE / FLEXIBILITY									
	<table border="1"> <tr> <td>Rigide</td> <td>Rigid</td> </tr> <tr> <td>Semi rigide</td> <td>Semi-rigid</td> </tr> <tr> <td>Souple</td> <td>Flexible</td> </tr> <tr> <td>Extra souple</td> <td>Extra-flexible</td> </tr> </table>	Rigide	Rigid	Semi rigide	Semi-rigid	Souple	Flexible	Extra souple	Extra-flexible
Rigide	Rigid								
Semi rigide	Semi-rigid								
Souple	Flexible								
Extra souple	Extra-flexible								

SANS HALOGÈNE / HALOGEN FREE				
	<table border="1"> <tr> <td>SH</td> <td>Emission réduite ou nulle de fumées toxiques ou corrosives (référence NF C 20-453)</td> <td>Reduced or non-existent toxic or corrosive smoke emission (reference NF C 20-453)</td> </tr> </table>	SH	Emission réduite ou nulle de fumées toxiques ou corrosives (référence NF C 20-453)	Reduced or non-existent toxic or corrosive smoke emission (reference NF C 20-453)
SH	Emission réduite ou nulle de fumées toxiques ou corrosives (référence NF C 20-453)	Reduced or non-existent toxic or corrosive smoke emission (reference NF C 20-453)		







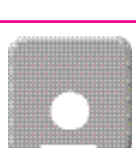
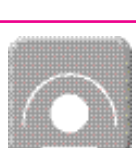



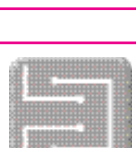



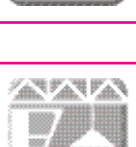
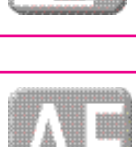
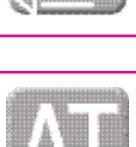
SANS PLOMB / LEAD FREE				
	<table border="1"> <tr> <td>Ss Pb</td> <td>Câble fabriqué sans plomb, contribue au respect de l'environnement</td> <td>Cable produced without lead, contributes to environmental safety</td> </tr> </table>	Ss Pb	Câble fabriqué sans plomb, contribue au respect de l'environnement	Cable produced without lead, contributes to environmental safety
Ss Pb	Câble fabriqué sans plomb, contribue au respect de l'environnement	Cable produced without lead, contributes to environmental safety		

RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT / ENVIRONMENTAL SAFETY			
	<table border="1"> <tr> <td>Marque du Sycabel attribuée aux produits fabriqués par ses adhérents et qui contribuent à la protection de l'environnement, de l'hygiène et de la sécurité</td> <td>Sycabel's brand allocated to its members manufactured products which contributes to environmental, health and security safety</td> </tr> </table>	Marque du Sycabel attribuée aux produits fabriqués par ses adhérents et qui contribuent à la protection de l'environnement, de l'hygiène et de la sécurité	Sycabel's brand allocated to its members manufactured products which contributes to environmental, health and security safety
Marque du Sycabel attribuée aux produits fabriqués par ses adhérents et qui contribuent à la protection de l'environnement, de l'hygiène et de la sécurité	Sycabel's brand allocated to its members manufactured products which contributes to environmental, health and security safety		

VIBRATIONS / VIBRATIONS					
	AH1	Faibles	Les effets des vibrations peuvent être négligés dans la plupart des cas.	Low	Vibration effects can be ignored in most cases
	AH2	Moyennes	Vibrations de fréquence comprises entre 10 et 50 Hz et d'amplitude au plus égales à 0,15 mm	Medium	Frequency of vibration should be between 10 and 50 Hz inclusive and amplitude at most 0.15 mm
	AH3	Importantes	Vibrations de fréquences comprises entre 10 et 150 Hz et d'amplitude au plus égale à 0,35 mm.	Important	Frequency of vibration should be between 10 and 150 Hz inclusive and amplitude at most 0.35 mm



3 - Conditions de pose
Laying conditions

	A L'AIR LIBRE / IN FREE AIR		EN CANIVEAU / IN DUCT
	RAYON DE COURBURE EN POSE / BEND RADIUS DURING LAYING		SOUS CONDUIT / IN DUCT
	EN BUSE / IN CONDUIT		IMMERGÉ / IMMERGED
	EN TERRE / IN GROUND		AVEC PROTECTION / WITH PROTECTION
	POTEAU / POST		FESTONS / FESTOONS
	TABLEAU / CONTROL PANEL		CÂBLAGE / STRANDING
	COURONNE / COIL		APPAREILS MOBILES / MOBILE APPLIANCES
	ROBOT / ROBOT		ENGINS MOBILES / MOBILE MACHINES
	ANTIFONGIQUE / ANTIFUNGAL		ANTI-TERMITE / ANTI-TERMITE

© PRYSMIAN 2012. Tous droits réservés. Il est interdit de copier, photocopier ou reproduire les informations contenues dans ce document dans quelque forme que ce soit, même en partie sans l'accord écrit préalable de Prysmian. Les informations sont communiquées à titre indicatif, Prysmian se réservant le droit de modifier les caractéristiques du produit sans préavis.

© PRYSMIAN 2012. All Rights Reserved. The information contained within this document must not be copied, reprinted or reproduced in any form, either wholly or in part, without the written consent of Prysmian. The information is believed correct at the time of issue. Prysmian reserves the right to amend this specification without notice. This specification is not contractually valid unless specifically authorised by Prysmian.

Calcul de section rapide

1. DETERMINATION DE L'INTENSITE I (ampères)

Puissance utile		Rendement r	Puissance absorbée en Kw	Intensité en ampères (valeurs arrondies)		
Chevaux	Kilowatt			220 V mono cosφ =0,8	220 V tri cosφ =0,8	380 V tri cosφ =0,8
1	0,73	0,80	0,92	5,2	3,0	1,75
1,5	1,10	0,80	1,38	7,8	4,5	2,60
2	1,47	0,80	1,84	10,5	6,0	3,50
2,5	1,84	0,80	2,30	13,1	7,5	4,40
3	2,21	0,80	2,76	15,7	9,1	5,20
4	2,94	0,80	3,68	20,9	12,1	7,00
5	3,68	0,80	4,60	26,1	15,1	8,70
6	4,40	0,80	5,52	/	18,1	10,50
8	5,90	0,80	7,36	/	24,0	14,00
10	7,40	0,80	9,20	/	30,0	17,50
13,5	9,90	0,80	12,40	/	41,0	24,00
15	11,00	0,80	13,80	/	45,0	26,00
17,5	12,90	0,80	16,10	/	53,0	31,00
20	14,70	0,80	18,40	/	60,0	35,00
23	16,90	0,85	20,00	/	65,0	38,00
25	18,40	0,85	22,00	/	71,0	41,00
30	22,10	0,85	26,00	/	85,0	49,00
35	25,80	0,85	30,00	/	99,0	58,00
40	29,40	0,85	35,00	/	114,0	66,00
45	33,10	0,85	39,00	/	128,0	74,00
50	36,80	0,85	43,00	/	142,0	82,00
55	40,50	0,85	48,00	/	156,0	90,00
60	44,00	0,85	52,00	/	170,0	99,00
70	52,00	0,85	61,00	/	199,0	115,00
85	63,00	0,90	70,00	/	228,0	132,00
100	74,00	0,90	82,00	/	268,0	155,00
110	81,00	0,90	90,00	/	295,0	171,00
125	92,00	0,90	102,00	/	335,0	194,00
135	99,00	0,90	110,00	/	362,0	210,00
150	110,00	0,90	123,00	/	402,0	233,00
175	129,00	0,90	143,00	/	469,0	272,00
200	147,00	0,90	164,00	/	537,0	311,00
220	162,00	0,90	180,00	/	590,0	342,00

AIDE MÉMOIRE

FORMULES	
COURANT	FORMULE
Continu	$I_n = P/U$
Monophasé	$I_n = P / (U \times \cos\phi)$
Alternatif diphasé (distribution 3 fils)	$I_n = P / (U \times \sqrt{2} \times \cos\phi)$
Alternatif triphasé	$I_n = P / (U \times \sqrt{3} \times \cos\phi)$

I_n = Intensité nominale exprimée en Ampère
P = Puissance absorbée exprimée en Watt
U = Tension efficace du réseau exprimée en Volt

1 Kilowatt = 1,358 ch = 101,93 kgm/s
1 cheval-vapeur = 0,736 kw = 75 kgm/s
1 cheval-heure = 270 000 kgm = 0,736 kW

METHODES DE CALCUL	
COURANT	FORMULE
Pour trouver la section en mm ² d'un fil nu :	Multiplier le carré du rayon par 3,1416 Ex : un fil de 12/10 à 6/10 de rayon (0,6 x 0,6 = 0,36) x 3,1416 = 1,1309 mm ²
Pour trouver le poids kilométrique d'un fil nu :	Multiplier la section en mm ² par 8,91 (cuivre nu). Ex : un fil (cuivre nu) de 12/10 de diamètre est égal à 1,13 mm ² de section, donc 1,31 x 8,91 = 10,068 kg/km
Pour trouver le poids kilométrique d'un câble nu :	Multiplier sa section en mm ² par 9,35. Ex : un câble de 48 mm ² x 9,35 = 448,0 kg/km

2. DETERMINATION DE Sz : CONDITION DE CHUTE DE TENSION⁽¹⁾

1 - ΔU admise	2 - Caractéristiques du réseau	3 - Longueur de la liaison en mètre
3% pour l'éclairage	230 V (220 V) mono cosφ = 1	331 286 235 199 165 138 114 96 81 89 57 48 39 33 27 24 21 18 15
	230 V (220 V) tri cosφ = 0,8 400 V (380 V) tri cosφ = 0,8	382 330 271 229 191 160 132 111 94 80 66 56 45 38 31 28 24 21 17 660 570 468 396 330 276 228 192 162 138 114 96 78 66 54 48 42 36 30
5% pour autres usages	230 V (220 V) mono cosφ = 1	552 476 391 331 276 231 191 160 135 115 95 80 65 55 45 40 35 30 25
	230 V (220 V) tri cosφ = 0,8	637 550 452 382 318 266 220 185 156 133 110 93 75 64 52 46 41 35 29
	400 V (380 V) tri cosφ = 0,8	1100 950 780 660 550 460 380 320 270 230 190 160 130 110 90 80 70 60 50

Exemple 1 (tracé en vert) Recherche Sz

Données :
 1) ΔU admise 5 %
 2) 400 V (380 V), tri cosφ=0,8
 3) Longueur 380 m
 4) Intensité en régime normal 165 A

Résultats :
 Sz = 150 mm² cuivre
 ou Sz = 240 mm² alu

Exemple 2 (tracé en magenta) Recherche de longueur

Données :
 1) ΔU admise 3 %
 2) 230 V (220 V), mono cosφ=1
 3) Sz= 25 mm²
 4) Intensité en régime normal 130 A

Résultats :
 Longueur comprise entre 138 et 165 m

Sz		4- Intensité en régime normal (Ampères)																	
Alu (mm ²)	Cuivre (mm ²)	2	3	4	5	6	7	8	10	11	13	15	18	20	24	28	32	36	40
-	1,5	-	-	-	-	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	13	15	18
-	2,5	-	2	2	2	3	3	4	5	5	6	8	9	11	13	16	18	21	24
-	4	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	12	14	18	21	25	29	33	38
-	6	3	4	5	5	6	8	9	11	13	15	19	22	27	32	39	44	50	59
16	10	5	6	8	9	11	13	16	19	22	26	31	37	46	54	66	74		
25	16	8	10	12	14	16	20	24	28	34	39	48	57	70	82	101	113		
50	25	13	15	19	22	27	32	38	46	54	64	77	91	112	133	162			
70	35	17	20	24	29	35	41	50	59	70	83	100	119	146	173				
95	50	23	27	32	38	46	55	67	79	94	110	133	158	195					
120	70	31	36	44	52	63	75	91	108	128	150	182	216	266					
150	95	41	48	58	69	82	96	119	141	168	197	238	283						
185	120	49	57	70	82	99	118	143	170	201	236	286	339						
240	150	58	67	81	96	115	138	167	198	235	275	333							
300	185	66	77	94	111	133	159	192	228	271	318	358							
400	240	79	91	111	131	157	188	227	270	320	375	455							

⁽¹⁾ Le tableau ci-dessus donne Sz pour un fonctionnement en régime normal. Il convient, s'il y a lieu, de vérifier que l'appel de courant dû au démarrage des moteurs n'empêche pas la mise en route de ces derniers.
 Le tableau permet également de déterminer la longueur compatible avec une chute de tension Δu de 3 ou 5% (cf exemple 2)

IMPORTANT Les valeurs approchées obtenues par l'emploi de ce document sont valables pour des :

- * câbles posés à l'air libre, un seul circuit, à l'abri du soleil et pour une température ambiante de 30°C
- * câbles enterrés, un seul circuit sans proximité thermique ni électrique, profondeur de pose 0,6 m, température du sol 20°C, et résistivité thermique du sol 100°Ccm/W. Pour les autres cas, nous consulter.

Section du conducteur neutre

Le nombre de conducteurs à considérer dans un circuit est celui des conducteurs effectivement parcourus par le courant. Lorsque dans un circuit polyphasé les courants sont supposés équilibrés, il n'y a pas lieu de tenir compte du conducteur de neutre correspondant.



Câble BTS 240+95
Pour plus d'information, voir la fiche technique du produit (ref N°54)

Les valeurs de courants admissibles indiquées pour 3 conducteurs chargés sont également valables dans un circuit triphasé avec neutre équilibré. Lorsque le conducteur neutre transporte un courant sans réduction correspondante de la charge des conducteurs de phase, le conducteur neutre doit être pris en compte pour la détermination du nombre de conducteurs chargés. Ce cas est rencontré lors de la présence de courants harmoniques dans le conducteur neutre des circuits triphasés, notamment pour un taux d'harmoniques de rang 3 et multiple de 3 en courant, supérieur à 15% dans les conducteurs de phase.

Lorsque le conducteur de neutre est chargé, un facteur de réduction de 0.84 est à appliquer aux valeurs de courants admissibles pour les câbles et conducteurs PR3 et PVC3 des tableaux 52H et 52J de la C15-100.

Calcul de la section du conducteur neutre

Le conducteur neutre peut avoir une section inférieure à celle des conducteurs de phase :

- Dans le seul cas de circuits polyphasés dont les conducteurs de phase ont une section supérieure à 16 mm² en cuivre ou 25 mm² en aluminium et si le taux d'harmoniques de rang 3 et multiple de 3 ne dépasse pas 15% dans le conducteur de phase.

Le conducteur neutre doit avoir la même section que les conducteurs de phase :

- Dans les circuits monophasés à 2 conducteurs, quelle que soit la section des conducteurs
- Dans les circuits polyphasés dont les conducteurs de phase ont une section au plus égale à 16 mm² en cuivre ou 25 mm² en aluminium si le taux d'harmoniques de rang 3 et multiple de 3 ne dépasse pas 33% dans le conducteur de phase. Dans ce cas, le conducteur neutre est considéré comme chargé, et un facteur de réduction de 0.84 doit être pris en compte.
- Dans les circuits polyphasés dont les conducteurs de phase ont une section supérieure à 16 mm² en cuivre ou 25 mm² en aluminium si le taux d'harmoniques de rang 3 et multiple de 3 est compris entre 15% et 33% dans les conducteurs de phase. Dans ce cas, le conducteur neutre est considéré comme chargé, et un facteur de réduction de 0.84 doit être pris en compte.

Ces taux d'harmoniques se rencontrent par exemple dans les circuits alimentant des luminaires à lampes à décharge dont les tubes fluorescents.

Le conducteur neutre doit avoir une section supérieure à celle des conducteurs de phase :

- Dans les circuits polyphasés constitués de câbles multipolaires et lorsque le taux d'harmoniques de rang 3 et multiple de 3 dépasse 33%. Dans ce cas, le conducteur neutre est considéré comme chargé, et un facteur de réduction de 0.84 doit être pris en compte. De plus, la section déterminante est celle du neutre calculée pour un courant d'emploi pris égal à 1.45 fois le courant le courant d'emploi dans la phase.

Ces taux d'harmoniques se rencontrent par exemple dans les circuits dédiés à la bureautique et à l'informatique.

	0 < TH3 ≤ 15 %	15 % < TH3 ≤ 33 %⁽¹⁾	TH3 > 33 %⁽²⁾
Circuits monophasés	$S_{neutre} = S_{phase}$	$S_{neutre} = S_{phase}$	$S_{neutre} = S_{phase}$
Circuits triphasés + neutre Câbles multipolaires $S_{phase} \leq 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ ou $25 \text{ mm}^2 \text{ Alu}$	$S_{neutre} = S_{phase}$	$S_{neutre} = S_{phase}$ Facteur 0,84	$S_{phase} = S_{neutre}$ S_{neutre} déterminante $I_{Bneutre} = 1,45 \cdot I_{Bphase}$ Facteur 0,84
Circuits triphasés + neutre Câbles multipolaires $S_{phase} > 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ ou $25 \text{ mm}^2 \text{ Alu}$	$S_{neutre} = S_{phase} / 2$ admis Neutre protégé	$S_{neutre} = S_{phase}$ Facteur 0,84	$S_{phase} = S_{neutre}$ S_{neutre} déterminante $I_{Bneutre} = 1,45 \cdot I_{Bphase}$ Facteur 0,84
Circuits triphasés + neutre Câbles unipolaires $S_{phase} > 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ ou $25 \text{ mm}^2 \text{ Alu}$	$S_{neutre} = S_{phase} / 2$ admis Neutre protégé	$S_{neutre} = S_{phase}$ Facteur 0,84	$S_{neutre} = S_{phase}$ $I_{Bneutre} = 1,45 \cdot I_{Bphase}$ Facteur 0,84

⁽¹⁾ A défaut d'information des constructeurs, circuits d'éclairage alimentant des lampes à décharge dont les tubes fluorescents dans des bureaux, ateliers, grandes surfaces, ...

⁽²⁾ A défaut d'information des constructeurs, circuits dédiés à la bureautique, l'informatique, appareils électroniques dans des immeubles de bureaux, centres de calcul, banques, salles de marché, magasins spécialisés, ...

NF C 15-100 (§ 524.2) : Installations électriques à basse tension

IEC 60364-5-52 (§ 524) : Installations électriques des bâtiments – Partie 5-52 : Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Canalisations

La pose de câbles sous fourreau : conseils d'un spécialiste

Dans quels cas peut-on utiliser un fourreau, quel diamètre doit-il avoir, quelles sont les règles à respecter ?

La pose en conduit ou fourreau concerne les câbles qui ne sont pas enterrables directement. Elle est également préconisée lorsque la nature du terrain peut faire craindre une action chimique particulière ou si le câble est situé sous une superstructure dans laquelle il serait difficile et coûteux d'exécuter une fouille (traversée d'autoroute, câble sous parking bétonné, ...).

Les règles de pose sous fourreau

- 1). Les canalisations sous fourreau enterré doivent être signalées par un dispositif avertisseur tout comme un câble enterré directement.
- 2). Les fourreaux doivent être les plus rectilignes possibles.
- 3). Le diamètre intérieur du fourreau doit être largement supérieur au diamètre du câble ou du faisceau de câbles.
- 4). Dans le cas d'un fourreau rectiligne, son diamètre intérieur (D_f) doit être au minimum :
 - $D_f = D \text{ câble} \times 1,5$: 1 seul câble (unipolaire, torsade d'unipolaire ou tripolaire) ;
 - $D_f = D \text{ câble} \times 2,5$: 3 câbles (unipolaires). D correspondant au diamètre extérieur du câble ou diamètre circonscrit à la torsade. Dans le cas de fourreau non rectiligne ou pour un fourreau de type béton ou ciment, dont le revêtement peut provoquer des déchirures, ces valeurs doivent être au moins doublées.
- 5). Un câble unipolaire parcouru par un courant alternatif doit être posé dans un fourreau ne comportant aucune partie en métal magnétique.
- 6). Sachez également que la pose de plusieurs câbles dans le même fourreau n'est autorisée :
 - En HTA, que s'il s'agit de câbles d'un même circuit (NF C 13-200, § 527.1.4.) ;
 - En BT, selon le tableau 52 S de la NF C 15-100 qui précise "les facteurs de correction dans le cas de plusieurs circuits et câbles dans un même conduit enterré".

Effort de traction pendant le déroulage

Il est toujours préférable de réaliser la pose sans exercer d'effort de traction sur le câble.

Lorsque la pose ne peut être réalisée que par tirage, il est nécessaire de prendre des précautions :

- Réduire les frottements en utilisant des galets, diabolos et poulies ;
- Lubrifier le câble avec une graisse compatible avec la gaine, et conformément à la législation du travail ;
- Accrocher avec soin le câble au dispositif de tirage, afin d'éviter les torsions pendant le tirage ;
- Utiliser un treuil dynamométrique afin de maîtriser l'effort de traction pendant le déroulage.

Tirage sur les conducteurs du câble

Sans spécifications particulières, les efforts de traction par mm^2 de section ne doivent en aucun cas dépasser les valeurs suivantes :

- Pour les âmes en cuivre
 - 5 daN pour les sections 1,5, 2,5 et 4 mm^2 ,
 - 6 daN pour les sections supérieures,
 - pour toute section inférieure à 1,5 mm^2 , voir ci-dessous ;

- Pour les âmes en aluminium

- câbles BT : 5 daN,
- câbles HTA : 3 daN (HD 620, partie 5).

Il est impératif que tous les conducteurs du câble participent également à l'effort de tirage. En cas de sections inégales (exemple : 3 x 150 + 70), il ne faut pas tirer sur le plus petit conducteur. La force maximale de traction ne doit jamais dépasser 2 000 daN, même si la règle ci-dessus conduit parfois à des valeurs plus élevées sur de fortes sections (HD 620, partie 5).

Tirage par "chaussette de tirage"

L'emploi d'une chaussette de tirage autoserrante placée sur la gaine extérieure n'est acceptable que lorsque l'effort de traction est réduit. Pour les multiconducteurs de section inférieure à 1,5 mm², le tirage par chaussette est préférable, en réduisant au mieux les efforts de frottement. Après le tirage, le tronçon de câble sur lequel la chaussette de tirage a été appliquée, augmenté d'un mètre, doit être éliminé.

Le déroulage des câbles : conseils d'un spécialiste

Le déroulage d'un câble est une opération délicate qui nécessite un personnel compétent et un matériel adapté. Tout commence par le travail de préparation de la pose.



Afin d'effectuer un déroulage réussi, il faut veiller à ce qu'au moins trois paramètres soient simultanément respectés :

- Le tracé doit être parfaitement adapté au mode de pose ;
- Le tracé doit être conforme aux normes en vigueur ;
- Le tracé doit être exempt de toutes aspérités métalliques (chemins de câbles, goulottes, tubes métalliques, ...), de cailloux, silex et débris (tranchées et caniveaux, ...).

Cette liste n'est pas exhaustive.

Pensez à prendre toutes les précautions possibles avant la pose d'un câble, car le temps que vous y consacrerez pourra vous éviter certaines mauvaises surprises sur le parcours !

D'une façon générale, le câble ne doit être blessé ni à l'intérieur, ni à l'extérieur.

Les risques liés aux basses températures

Les matériaux constituant les câbles possèdent des caractéristiques mécaniques qui varient de façon importante avec la température. Ces matières deviennent dures, voire cassantes à basse température. Il faut, à ce sujet, tenir compte également de la constitution hétérogène du câble. La présence d'une armure feuillard, par exemple, confère au câble une sensibilité plus grande au froid et au chaud.

D'une façon générale, les câbles ne doivent pas être déroulés à une température inférieure à :

- -5°C pour les câbles comportant une isolation ou une gaine en PVC ;
- 0°C pour les câbles comportant une gaine en matériaux sans halogène.

Néanmoins, quelques autres familles de câbles peuvent admettre des températures de déroulage différentes.

Si besoin est, les câbles peuvent être déroulés à une température inférieure à celles indiquées dans le tableau ci-dessous, à condition de les laisser séjourner suffisamment longtemps dans un local chaud (20°C), de s'assurer que la température au cœur du touret est supérieure à celles indiquées ci-dessus, de respecter des rayons de courbure plus importants (en général équivalents au double de ceux prescrits) et enfin de ne les sortir qu'au dernier moment pour la pose définitive.

Les risques liés aux hautes températures

Pour certains câbles (selon la norme NF C 33-223 par exemple), il faut éviter de réaliser la pose à une température trop élevée (supérieure ou égale à 35°C mesurée sur la gaine).

Au-delà de cette température, le PVC ramollit et la liaison par collage entre le ruban aluminium et la gaine extérieure peut être irrémédiablement détruite. Lorsque le câble est resté sur son touret en plein soleil, il est indispensable de faire baisser la température du câble, soit en :

- protégeant le câble des rayonnements solaires ;
- refroidissant par arrosage le touret de câble lorsque cela est possible.

Les différentes blessures du câble

D'une façon générale, le câble ne doit être blessé ni à l'intérieur, ni à l'extérieur. Les allongements, les froissures et les décollements des différents constituants du câble représentent les principales blessures internes. Les efforts excessifs exercés sur le câble en sont la cause. Quels sont-ils ?

1). Une traction excessive.

2). Une flexion sur un rayon de courbure trop faible. En installation fixe, après pose, les câbles ne doivent en aucun cas supporter des rayons de courbure inférieurs à ceux indiqués.

3). Une torsion (vrillage). Un câble ne doit être soumis à aucun effort de torsion. De plus, si le câble (gros câbles en particulier) a tendance à tourner spontanément sur lui-même, il faut l'en empêcher. Le dispositif de tirage doit être prévu en conséquence.

4). Un à-coup (coup de fouet). A la suite d'une irrégularité de tirage et d'un manque de synchronisme au freinage, lors du déroulage des câbles de petites et moyennes sections, il peut se produire des à-coups qui font subir au câble des efforts instantanés considérables et dommageables. Il faut donc veiller à ce que le déroulage se fasse régulièrement et en douceur. Les coupures, les arrachements et les érosions dues à un frottement excessif constituent les principales blessures externes du câble. De ce fait, le parcours de pose doit être étudié et inspecté soigneusement.

Il faut notamment ôter du tracé tous les objets coupants (débris, cailloux, silex, ...).

Dans le cas de la pose en fourreau, il faut procéder à un nettoyage interne et en cas de doute, à une vérification du diamètre intérieur, à l'aide d'un alvéomètre.

Les différents moyens de tirage du câble

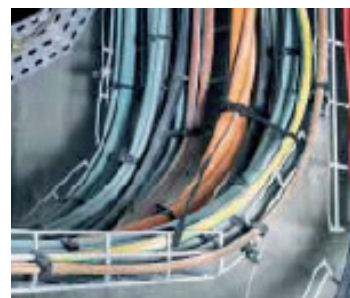
1). Tirage à mains. Il faut disposer d'un nombre de personnes suffisant, en particulier au niveau des coudes, des entrées de buse et au niveau du touret. On veillera à ce que la cadence de tirage soit régulière et uniforme afin d'éviter au câble les chocs avec le sol et les obstacles.

2). Tirage au treuil. Cette méthode de tirage est la plus simple, mais c'est aussi celle qui comporte le plus de risques pour le câble. En fait, cette méthode ne peut être utilisée seule que si l'effort de tirage est bien contrôlé pendant toute l'opération au moyen d'un dynamomètre, et ce, afin de ne pas dépasser la valeur maximale admise pendant tout le déroulage. Dans un souci de qualité, prévoyez un dynamomètre équipé d'une bande enregistreuse. L'effort de tirage sera exercé au niveau des âmes des conducteurs de phase du câble à l'aide d'un manchon approprié.

3). Tirage à l'aide de machines ou chenilles de tirage. Ces machines sont constituées d'éléments motorisés et synchronisés tels que trains de galets, chenilles, ... Lors de l'emploi de chenilles, il faut veiller à ce que ces dernières s'arrêtent en même temps que le câble, faute de quoi, il serait rapidement détérioré.

Le déroulage des câbles à partir d'un touret ne doit jamais être effectué à la défilée mais toujours à la déroulée.

Toutes ces méthodes de tirage ont un point commun : la qualité des équipes et du matériel.



Alors, n'hésitez pas à utiliser tout le matériel nécessaire afin de réaliser à bien cette opération délicate car la blessure d'un câble peut le rendre inutilisable et dangereux à la fois pour vos équipes mais aussi pour les utilisateurs finaux !

Température de pose selon le type de câble

Type de câble	Réf fiche technique Prysmian	Température minimale de pose en °C						
		-40	-30	-25	-20	-5	0	5
H07 Z1-U AFUMEX® 750	N°21							
H05 VV5-F SANS ECRAN	N°43							
FR-N1 X1 G1 AFUMEX® 1000	N°30							
CR1-C1-C2 C-PHENIX®	N°26							
CR1-C1-SH AFUMEX FIRST®	N°27/28/29							
H07 V-U SPEEDY® V-R	N°20							
U-1000 R2V / U-1000 R2V IRISTECH®	N°34/36							
FR N05 VV-U	N°19							
FR N05 VV-R	N°19							
H03 H05 VV H2-F	N°04							
H05 V-K	N°11							
H07 V-K	N°94							
H05 VV-F	N°15							
U-1000 AR2V	N°32							
H07 BN4-F FLEXTREME® 90	N°23							
H05 RN-F	N°12							
H05 RR-F	N°13							
H07 RN-F FLEXTREME®	N°16							
H07 RN8-F FLEXTREME AQUA®	N°24							
H07 BB-F	N°40							