

# Les fiches techniques

---

18

## Les câbles & canalisations Les câbles haute tension HTA



# 18 Câbles haute tension HTA

## 18.1 Câble à champ non radial

Lorsque dans un câble multipolaire, les conducteurs sont entourés d'un écran unique, il est appelé câble à champ non radial. Le champ électrique dans l'isolant est variable en direction et en amplitude.

Cette répartition variable impose une composante tangentielle du champ qui limitera la tension de fonctionnement du câble.

## 18.2 Câble à champ radial

Afin d'annuler les effets d'un champ non radial, chaque conducteur du câble reçoit un écran conducteur.

## 18.3 Coefficient de self-induction

La f.e.m induite est égale au produit de la variation du courant par rapport au temps avec le coefficient de self-induction  $L$ .

$$e = L \cdot \frac{di}{dt}$$

Avec :  $e$  en volts ;  $i$  en ampère ;  $L$  en henry ;  $t$  en seconde. Le coefficient de self-induction est très souvent exprimé en mH/km et dépend de la position de chaque conducteur ainsi que de la présence ou non d'une armure autour des phases (augmentation de 10 %).

L'inductance pour un câble non armé s'exprime :

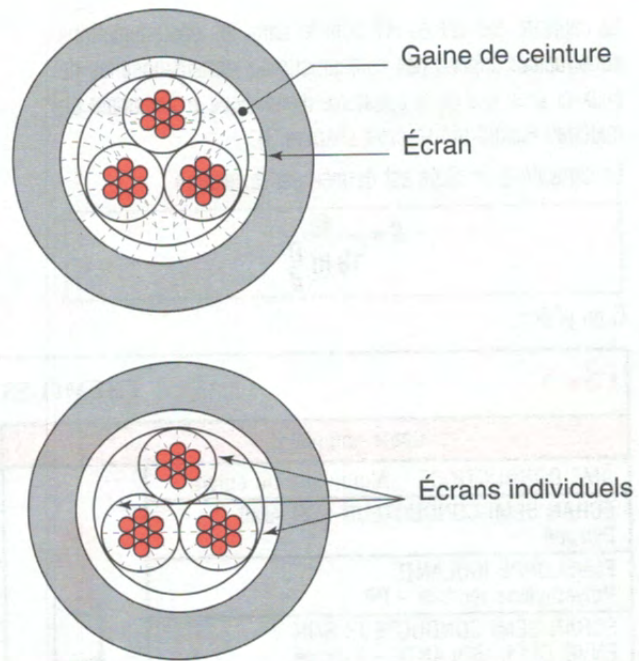
$$L = 0,05 + 0,46 \log_{10} \frac{D_m}{r} \quad (\text{en mH/km})$$

avec  $r$  rayon de l'âme en mm et  $D_m$  distance entre les âmes. L'inductance pour un câble unipolaire armé s'exprime :

$$L = 1,10 (0,05 + 0,46 \log_{10} \frac{D_m}{r}) \quad (\text{en mH/km})$$

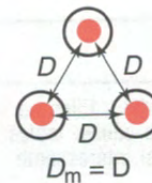
L'inductance pour un câble tripolaire armé s'exprime :

$$L = 1,30 (0,05 + 0,46 \log_{10} \frac{D_m}{r}) \quad (\text{en mH/km})$$

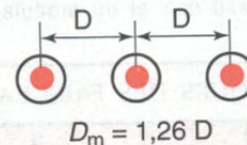


### RAPPORT ENTRE LES DISTANCES DES ÂMES SUIVANT LE TYPE DE CÂBLE

#### Montage en trèfle



#### Montage en nappe



### Calcul de l'intensité maximale de court-circuit :

$$I_{cc} = \delta \times S$$

Avec  $\delta$  la densité de courant maximale admissible par le câble suivant son isolant en A/mm<sup>2</sup> et  $S$  la section du câble en mm<sup>2</sup>.

$$I_{cc} = 196 \times 10 = 1\,960 \text{ A.}$$

Le courant de court-circuit ne devra pas dépasser 1 960 A pour une durée de 0,5 s.

## 18.4 Capacité d'un câble

La capacité des câbles HT donnée dans les documentations constructeur dépend des caractéristiques dimensionnelles de ceux-ci ainsi que de la constante diélectrique  $\epsilon$  dépendant du matériau isolant utilisé (voir chapitre 3).

La capacité d'un câble est donnée par la relation :

$$C = \frac{\epsilon}{18 \ln \frac{D}{d}}$$

C en  $\mu\text{F}/\text{km}$ .

## DONNÉES DIMENSIONNELLES DES CÂBLES



avec  $D$  diamètre de la couche d'isolant,  $d$  diamètre du conducteur.

## 18.5

### EXEMPLES DE CÂBLES

NF C 32-220

Câble unipolaire		Câble tripolaire	
ÂME CONDUCTRICE – Aluminium ou cuivre		ÂME CONDUCTRICE – Aluminium ou cuivre	
ÉCRAN SEMI-CONDUCTEUR SUR ÂME Extrudé		ÉCRAN SEMI-CONDUCTEUR SUR ÂME Extrudé	
ENVELOPPE ISOLANTE Polyéthylène réticulé – PR		ENVELOPPE ISOLANTE Polyéthylène réticulé – PR	
ÉCRAN SEMI-CONDUCTEUR SUR ENVELOPPE ISOLANTE – Extrudé		ÉCRAN SEMI-CONDUCTEUR SUR ENVELOPPE ISOLANTE – Extrudé	
ÉCRAN MÉTALLIQUE – Ruban cuivre (ou fils)		ÉCRAN MÉTALLIQUE – Ruban cuivre (ou fils)	
GAINE EXTÉRIEURE PCV ou PE ou mélange sans halogène		GAINE DE SÉPARATION Gaine extrudée ou matelas sous armure	
MARQUAGE		ARMURE – Feuillards	
Ces types de câbles sont fabriqués par Alcatel division câbles sous le nom commercial de « Crosslène MT ».		GAINE EXTÉRIEURE PCV ou PE ou mélange sans halogène	
		MARQUAGE	

## 18.6

### FAISCEAUX AUTOPORTEURS

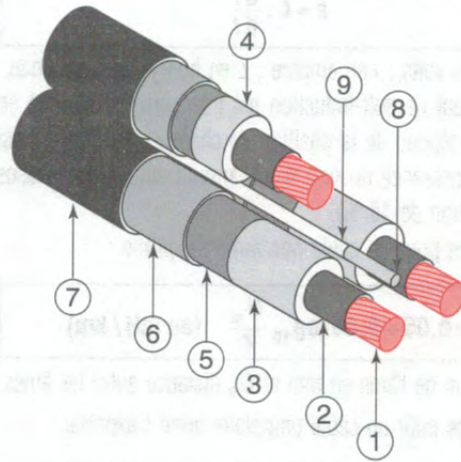
Dans les cas où la pose des câbles ne peut être effectuée en souterrain, l'utilisation de câbles isolés formant un faisceau autour d'un câble acier est intéressante.

#### EXEMPLE DE FAISCEAU AUTOPORTEUR SIPRELEC D'ALCATEL CÂBLES

Le porteur acier possède une section de  $50 \text{ mm}^2$ , une charge de rupture de  $6\,470 \text{ daN}$  et un module d'élasticité de  $21\,000 \text{ daN}/\text{mm}^2$ .

#### CARACTÉRISTIQUES DES FAISCEAUX

Section ( $\text{mm}^2$ )	Diamètre d'un câble (mm)	Diamètre du faisceau (mm)	Masse du faisceau au km (kg)	Intensité maximale admissible (A)	Chute de tension par ampère par km (V)		
35	24	59	2 300	160	1,7	1	Âme rigide (cuivre ou alu.)
50	26	63	2 600	190	1,3	2	Gaine conductrice
70	27	65	2 900	235	0,92	3	Enveloppe isolante
95	29	69	3 250	290	0,69	4	Enduit conducteur
120	30,5	72	3 650	330	0,56	5	Ruban conducteur
150	32	75	4 000	375	0,48	6	Ruban en cuivre
						7	Gaine en PVC
						8	Porteur en acier
						9	Gaine en PVC



## 18.7 CARACTÉRISTIQUES DES CÂBLES CROSSLÈNE MT $U_0 / U : 8,7/15$ kV ( $U_M : 17,5$ kV)

Section (mm <sup>2</sup> )	Résistance à 50 Hz $\theta - 90$ °C ( $\Omega$ /km)		Self- induction (mH/km)	Capacité ( $\mu$ F/km)	Intensité admissible pour un câble seul isolé au P.R.							
					Pays tempérés				Pays chauds			
	Enterré				À l'air libre		Enterré		À l'air libre			
	A				A		A		A			
	Cu	Al			Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
<b>Unipolaires non armés (posés en tréfle)</b>												
16	1,466	–	0,48	0,14	134	–	122	–	104	–	97	–
25	0,927	1,539	0,44	0,16	173	134	161	125	134	104	127	98
35	0,668	1,113	0,42	0,17	206	160	194	150	160	124	153	118
50	0,494	0,822	0,40	0,19	245	189	233	180	189	146	183	142
70	0,342	0,568	0,38	0,21	298	231	291	225	230	178	229	177
95	0,247	0,411	0,36	0,24	357	277	356	276	275	214	280	217
120	0,196	0,325	0,35	0,26	405	315	410	318	312	243	323	251
<b>Tripolaires armés (câble unique)</b>												
16	1,466	–	0,55	0,14	120	–	109	–	96	–	87	–
25	0,927	1,539	0,51	0,16	154	120	141	110	124	96	112	87
35	0,668	1,113	0,49	0,17	184	142	169	131	147	114	135	105
50	0,494	0,822	0,46	0,19	217	168	202	156	173	134	161	124
70	0,342	0,568	0,44	0,21	265	206	250	194	212	164	199	154
95	0,247	0,411	0,42	0,24	317	246	303	235	253	196	241	187
120	0,196	0,325	0,40	0,26	360	280	347	270	287	223	276	215

D'après Alcatel Câbles.

## 18.8 Choix d'un câble (NF C 13-200)

Le choix d'un câble HTA dépend de la section de celui-ci qui est déterminée en fonction du courant normal d'utilisation mais aussi des courants de court-circuit. Les câbles de section supérieure à 300 mm<sup>2</sup> sont déconseillés de par les difficultés occasionnées par leur enroulement sur touret.

Les isolants les plus couramment utilisés sont : le polychlorure de vinyle (PVC) mais la tension assignée doit être inférieure à 6 kV, l'éthylène-propylène (EPR), le polyéthylène (PE) et le polyéthylène réticulé (PR).

Les câbles doivent être constitués d'un écran conducteur relié à chaque extrémité du câble à la terre. Dans le cas où l'une des extrémités n'est pas reliée, un système de limitation des surtensions doit équiper celle-ci.

La température ambiante de référence des câbles est de 30 °C dans les cas de pose à l'air libre quel que soit le mode de pose, et de 20 °C pour les câbles enterrés soit directement dans le sol, soit dans des conduits enterrés. Ces valeurs sont

celles de la température du milieu prises avec un câble non chargé. Dans le cas de température différente, il convient de se référer aux tableaux 52D1 et 52D2 de la norme citée en référence.

Les modes de pose comprennent :

- la pose en canalisation enterrée à 0,80 m de profondeur dans un terrain de résistance thermique de 1 K.m/W et avec un espacement entre les câbles évitant les échauffements mutuels.
- La pose à l'air libre à l'abri des rayons solaires. Dans le cas de groupement de câbles, l'effet d'échauffement mutuel peut imposer une correction de l'intensité maximale en utilisant le tableau 52E2 de la norme.

### Pour choisir un câble, il faut connaître :

1	La nature du réseau.
2	Le milieu ambiant.
3	Les contraintes mécaniques.
4	Les modes de pose.
5	La puissance à transporter.
6	Les contraintes électriques.
7	Les contraintes chimiques.
8	La chute de tension maximale admissible.
9	Les caractéristiques des protections montées en amont du câble.