

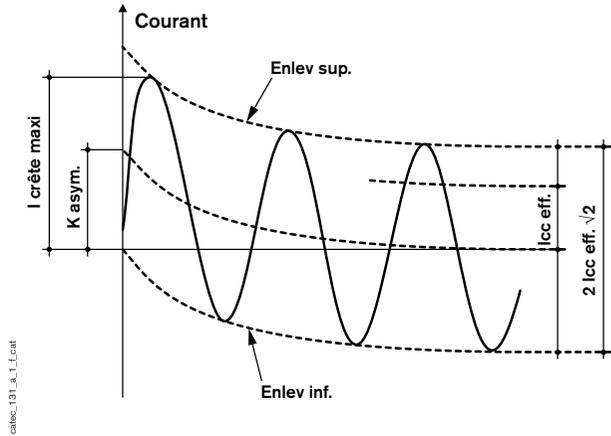
Courants de courts-circuits

► Définition

Un courant de court-circuit est un courant provoqué par un défaut d'impédance négligeable entre des points d'installation présentant normalement une différence de potentiel.

On distingue 3 niveaux de courant de court-circuit :

- le courant de **court-circuit crête** (I_{cc} crête) correspondant à la valeur extrême de l'onde, générant des forces électrodynamiques élevées notamment au niveau des jeux de barres et des contacts ou connexions d'appareillage.
- le courant de **court-circuit efficace** (I_{cc} eff) : valeur efficace du courant de défaut qui provoque des échauffements dans les appareils et les conducteurs et peut porter les masses des matériels électriques à un potentiel dangereux.
- le courant de **court-circuit minimum** (I_{cc} min) : valeur efficace du courant de défaut s'établissant dans des circuits d'impédance élevée (conducteur à section réduite et canalisation de grande longueur...) et dont cette impédance a été en plus augmentée par l'échauffement de la canalisation en défaut. Il est nécessaire d'éliminer rapidement ce type de défaut dit impédant par des moyens appropriés.



Calcul du I_{cc} d'une source

► Avec 1 transformateur

- Evaluation rapide en fonction de la puissance du transformateur :

Secteurs	I_n	I_{cc} eff
127 / 220 V	S (kVA) x 2,5	I_n x 20
220 / 380 V	S (kVA) x 1,5	I_n x 20

- Evaluation rapide en fonction de la tension de court-circuit du transformateur (u) :

$$I_{cc} \text{ (A eff)} = \frac{S}{U\sqrt{3}} \times \frac{100}{u} \times k$$

S : puissance (VA)
 U : tension composée (V)
 u : tension de court-circuit (%)
 k : coefficient pour tenir compte des impédances amont (0,8 par exemple).

► Avec « n » transformateurs en parallèle

"n" étant le nombre de transformateurs.

- T1 ; T2 ; T3 identiques.
- Court-circuit en A, B ou C, les appareils 1, 2 ou 3 doivent supporter : $I_{cca} = (n-1) \times I_{cc}$ d'un transformateur.
- Court-circuit en D, l'appareil 4 doit supporter : $I_{ccb} = n \times I_{cc}$ d'un transformateur.

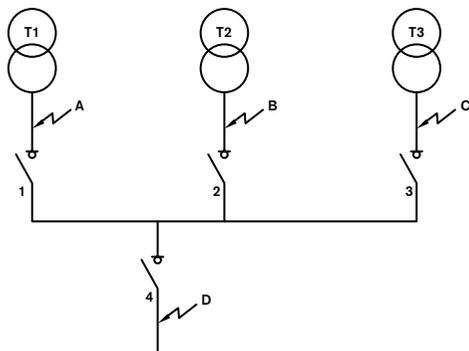


Fig. 1 : court-circuit avec plusieurs transformateurs en parallèle

► I_{cc} batteries

Les valeurs de I_{cc} en aval d'une batterie d'accumulateurs sont approximativement :

- $I_{cc} = 15 \times Q$ (plomb ouverte)
- $I_{cc} = 40 \times Q$ (plomb étanche)
- $I_{cc} = 20 \times Q$ (Ca-Ni)
- Q (Ah) : capacité en Ampère - heure.

► I_{cc} des groupes générateurs

L'impédance interne d'un alternateur dépend de sa construction. Celle-ci peut être caractérisée par deux valeurs exprimées en % :

- la réactance transitoire $X'd$:
 - 15 à 20 % d'un turboalternateur
 - 25 à 35 % pour un alternateur à pôles saillants (la réactance subtransitoire est négligée)
- la réactance homopolaire $X'0$: on peut l'estimer à 6 % en l'absence d'indications plus précises.

On peut calculer :

$$I_{cc3} = \frac{k_3 \times P}{U_0 \times X'd}$$

P : Puissance de l'alternateur en kVA

U_0 : Tension simple

$X'd$: Réactance transitoire

$k_3 = 0,37$ pour I_{cc3} max

$k_3 = 0,33$ pour I_{cc3} min

$$I_{cc2} = 0,86 \times I_{cc3}$$

$$I_{cc1} = \frac{k_1 P}{U_0 (2X'd + X'0)}$$

$X'0$: Réactance homopolaire

$k_1 = 1,1$ pour I_{cc1} max

$k_1 = 1,1$ pour I_{cc1} min

Exemple : P = 400 kVA $X'd = 30\%$ $X'0 = 6\%$ $U_0 = 230$ V

$$I_{cc3} \text{ max} = \frac{0,37 \times 400}{230 \times \frac{30}{100}} = 2,14 \text{ kA} \quad I_{cc1} \text{ max} = \frac{1,1 \times 400}{230 \times \left[2 \times \frac{30}{100} + \frac{6}{100} \right]} = 2,944 \text{ kA}$$

$$I_{cc2} \text{ max} = 1,844 \text{ kA}$$

Les faibles courants de court-circuit générés par les groupes électrogènes rendent difficile la protection des circuits par les moyens habituels. SOCOMEC propose à travers le système DIRIS une solution appropriée.

Courants de courts-circuits

Calcul du I_{cc} d'une installation BT

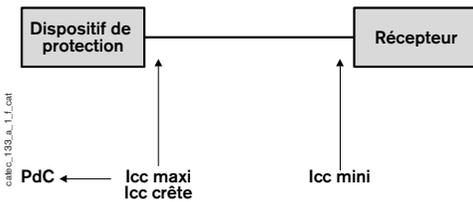
► Généralités

- Le calcul des courants de court-circuit a pour but de déterminer :
- le pouvoir de coupure du dispositif de protection (PdC)
 - la section des conducteurs permettant :
 - de supporter la contrainte thermique du courant de court-circuit
 - de garantir l'ouverture du dispositif de protection contre les contacts indirects dans le temps prescrit par les normes NF C 15-100 et CEI 60364.
 - la tenue mécanique des supports de conducteur (efforts électrodynamiques).

Le PdC du dispositif de protection est déterminé à partir de I_{cc} maxi calculé à ses bornes.

La section des conducteurs dépend de I_{cc} mini calculé aux bornes du récepteur.

La tenue mécanique des supports des conducteurs est déterminée à partir du calcul de I_{cc} crête déduit du I_{cc} maxi.



Le calcul des courants de court-circuit peut se faire suivant l'une des trois méthodes :

• Méthode conventionnelle

Elle permet de calculer I_{cc} mini. Voir ci-dessous.

• Méthode des impédances

La méthode des impédances consiste à calculer l'impédance Z de la boucle de défaut en tenant compte de l'impédance de la source d'alimentation (réseau, batteries, groupe...). Cette méthode est précise et permet de calculer I_{cc} maxi et I_{cc} mini, mais nécessite la connaissance des paramètres du circuit en défaut (voir page D.23).

• Méthode rapide

La méthode rapide s'applique dans le cas où les paramètres du circuit de défaut ne sont pas tous connus. Le courant de court-circuit I_{cc} est déterminé en un point du réseau, connaissant I_{cc} amont ainsi que la longueur et la section de raccordement au point amont (voir page D.25). Cette méthode donne uniquement la valeur de I_{cc} maxi.

► Méthode conventionnelle

Elle donne la valeur de I_{cc} mini. à l'extrémité d'une installation qui n'est pas alimentée par un alternateur.

$$I_{cc} = A \times \frac{0,8 U \times S}{2 \rho L}$$

U : tension entre phases en V

L : longueur en m de la canalisation

S : section des conducteurs en mm^2

$\rho = 0,028 m\Omega.m$ pour le cuivre en protection fusible

$0,044 m\Omega.m$ pour l'aluminium en protection fusible

$0,023 m\Omega.m$ pour le cuivre en protection disjoncteur

$0,037 m\Omega.m$ pour l'aluminium en protection disjoncteur

$A = 1$ pour les circuits avec neutre (section neutre = section phase)

$1,73$ pour les circuits sans neutre

$0,67$ pour les circuits avec neutre (section neutre = $\frac{1}{2}$ section phase)

Pour des sections de câbles supérieures ou égales à $150 mm^2$, il faut tenir compte de la réactance divisant la valeur de I_{cc} par : câble de $150 mm^2$: 1,15 ; câble de $185 mm^2$: 1,2 ; câble de $240 mm^2$: 1,25 ; câble de $300 mm^2$: 1,3

► Méthode des impédances

La méthode des impédances consiste à additionner toutes les résistances R et toutes les réactances X du circuit en amont du court-circuit (voir page suivante) puis, à calculer l'impédance Z .

$$Z_{(m\Omega)} = \sqrt{R_{(m\Omega)}^2 + X_{(m\Omega)}^2}$$

Cette méthode permet de calculer :

- I_{cc3} : courant de court-circuit triphasé

$$I_{cc3} = 1,1 \times \frac{U_0}{Z_3}$$

U_0 : tension simple
(230 V dans un réseau 230/400)

Z_3 : impédance de la boucle triphasée (voir page D.24).

- I_{cc2} : courant de court-circuit entre 2 phases

$$I_{cc2} = 0,86 \times I_{cc3}$$

- I_{cc1} : courant de court-circuit monophasé

$$I_{cc1} = 1,1 \times \frac{U_0}{Z_1}$$

U_0 : tension simple
(230 V dans un réseau 230/400)

Z_1 : impédance de la boucle monophasée (voir page D.24).

- I_{cc} crête

Dans les cas où il est nécessaire de connaître les efforts électrodynamiques, sur un support de barres par exemple, il faut calculer I_{cc} crête :

$$I_{cc} \text{ crête}_{(kA)} = I_{cc} \text{ eff}_{(kA)} \times \sqrt{2} \times k$$

k : coefficient d'asymétrie donné ci-dessous.

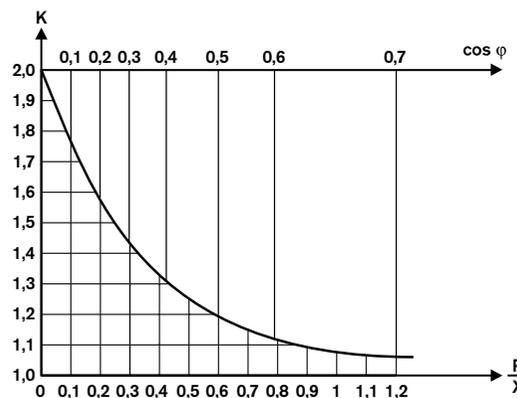


Fig. 1

Nota : on utilisera plus naturellement la valeur de R/X , celle-ci étant davantage exploitable dans ce diagramme.

$k = 1$ pour un régime symétrique ($\cos \varphi = 1$).

Calcul du I_{cc} d'une installation BT (suite)

► Méthode des impédances (suite)

Détermination des valeurs de "R" et de "X" (réseau) $R = \text{résistance}$ $X = \text{réactance}$

• Le tableau ci-dessous donne les valeurs de R et X pour les différentes parties du circuit jusqu'au point de court-circuit. Pour calculer

l'impédance de la boucle de défaut, il faudra additionner séparément les R et les X (voir exemple page D.24).

Schéma	Valeurs de R et X																																																			
	<p>Réseau amont</p> <p>Valeurs de "R" et "X" en amont des transformateurs HT/BT (400 V) en fonction de la puissance de court-circuit (P_{cc} en MVA) de ce réseau.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>MVA</th> <th>RESEAU</th> <th>R (mΩ)</th> <th>X (mΩ)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>500</td> <td>> 63 kV</td> <td>0,04</td> <td>0,35</td> </tr> <tr> <td>250</td> <td>> 24 kV près des centrales</td> <td>0,07</td> <td>0,7</td> </tr> <tr> <td>125</td> <td>> 24 kV loin des centrales</td> <td>0,14</td> <td>1,4</td> </tr> </tbody> </table> <p>Si la puissance de court-circuit (P_{cc}) est connue U_0 tension à vide (400 V ou 230 V en AC 50 Hz).</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> $R_{(m\Omega)} = 0,1 \times X_{(m\Omega)}$ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> $X_{(m\Omega)} = \frac{3,3 \times U_0^2}{P_{cc} \text{ kva}}$ </div> </div>	MVA	RESEAU	R (mΩ)	X (mΩ)	500	> 63 kV	0,04	0,35	250	> 24 kV près des centrales	0,07	0,7	125	> 24 kV loin des centrales	0,14	1,4																																			
	MVA	RESEAU	R (mΩ)	X (mΩ)																																																
	500	> 63 kV	0,04	0,35																																																
250	> 24 kV près des centrales	0,07	0,7																																																	
125	> 24 kV loin des centrales	0,14	1,4																																																	
<p>Transformateurs immergés à secondaires 400 V</p> <p>Valeurs de "R" et "X" en fonction de la puissance du transformateur.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>P (kVA)</th> <th>50</th> <th>100</th> <th>160</th> <th>200</th> <th>250</th> <th>400</th> <th>630</th> <th>1000</th> <th>1250</th> <th>1600</th> <th>2000</th> <th>2500</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I_{cc3} (kA)</td> <td>1,80</td> <td>3,60</td> <td>5,76</td> <td>7,20</td> <td>9,00</td> <td>14,43</td> <td>22,68</td> <td>24,01</td> <td>30,03</td> <td>38,44</td> <td>48,04</td> <td>60,07</td> </tr> <tr> <td>R (mΩ)</td> <td>43,7</td> <td>21,9</td> <td>13,7</td> <td>10,9</td> <td>8,7</td> <td>5,5</td> <td>3,5</td> <td>3,3</td> <td>2,6</td> <td>2,0</td> <td>1,6</td> <td>1,31</td> </tr> <tr> <td>X (mΩ)</td> <td>134</td> <td>67</td> <td>41,9</td> <td>33,5</td> <td>26,8</td> <td>16,8</td> <td>10,6</td> <td>10,0</td> <td>8,0</td> <td>6,3</td> <td>5,0</td> <td>4,01</td> </tr> </tbody> </table>	P (kVA)	50	100	160	200	250	400	630	1000	1250	1600	2000	2500	I_{cc3} (kA)	1,80	3,60	5,76	7,20	9,00	14,43	22,68	24,01	30,03	38,44	48,04	60,07	R (mΩ)	43,7	21,9	13,7	10,9	8,7	5,5	3,5	3,3	2,6	2,0	1,6	1,31	X (mΩ)	134	67	41,9	33,5	26,8	16,8	10,6	10,0	8,0	6,3	5,0	4,01
P (kVA)	50	100	160	200	250	400	630	1000	1250	1600	2000	2500																																								
I_{cc3} (kA)	1,80	3,60	5,76	7,20	9,00	14,43	22,68	24,01	30,03	38,44	48,04	60,07																																								
R (mΩ)	43,7	21,9	13,7	10,9	8,7	5,5	3,5	3,3	2,6	2,0	1,6	1,31																																								
X (mΩ)	134	67	41,9	33,5	26,8	16,8	10,6	10,0	8,0	6,3	5,0	4,01																																								
<p>Conducteurs</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> $R_{(m\Omega)} = \frac{\rho \times l_{(m)}}{S_{(mm^2)}} \quad \text{avec} \quad \rho = \frac{m\Omega \times mm^2}{m}$ </div> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="3"></th> <th colspan="3">RESISTIVITE ρ EN $10^{-6} m\Omega.m$</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">I_{cc} maxi</th> <th colspan="2">I_{cc} mini</th> </tr> <tr> <th>Protection fusible</th> <th>Protection disjoncteur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cuivre</td> <td>18,51</td> <td>28</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>Aluminium</td> <td>29,4</td> <td>44</td> <td>37</td> </tr> </tbody> </table> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> $X_{(m\Omega)} = 0,08 \times I_{(m)} \text{ (câbles multipolaires ou câbles monopolaires en trèfle)}^{(1)}$ $X_{(m\Omega)} = 0,13 \times I_{(m)} \text{ (câbles monopolaires jointifs en nappe)}^{(1)}$ $X_{(m\Omega)} = 0,09 \times I_{(m)} \text{ (câbles monoconducteurs séparés)}$ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> $X_{(m\Omega)} = 0,15 \times I_{(m)} \text{ (jeux de barres)}^{(1)}$ </div> <p><small>(1) Cuivre et aluminium</small></p>		RESISTIVITE ρ EN $10^{-6} m\Omega.m$			I_{cc} maxi	I_{cc} mini		Protection fusible	Protection disjoncteur	Cuivre	18,51	28	23	Aluminium	29,4	44	37																																			
		RESISTIVITE ρ EN $10^{-6} m\Omega.m$																																																		
		I_{cc} maxi	I_{cc} mini																																																	
	Protection fusible		Protection disjoncteur																																																	
Cuivre	18,51	28	23																																																	
Aluminium	29,4	44	37																																																	
<p>Appareil en position fermée</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> $R = 0 \text{ et } X = 0,15 m\Omega$ </div>																																																				

Courants de courts-circuits

Calcul du I_{CC} d'une installation BT (suite)

► Méthode des impédances (suite)

Exemple de calcul I_{cc} maxi (suite)

ρ cuivre = 18,51
 ρ aluminium = 29,4
 U_0 = 230 V

	PHASES		NEUTRE		PROTECTION					
	R	X	R	X	R	X				
Réseau : 250 MVA	R = 0,07 mΩ		X = 0,7 mΩ		0,07	0,7				
Transformateur de 630 kVA	R = 3,5 mΩ		X = 10,6 mΩ		3,5	10,6				
Câbles : aluminium										
Ph : l = 10 m 4 x 240 mm	Ph : R = $\frac{29,4 \times 10}{240 \times 4} = 0,306$ mΩ		X = $\frac{0,13 \times 10}{4} = 0,325$ mΩ		0,306	0,325				
N : l = 10 m 2 x 240 mm	N : R = $\frac{29,4 \times 10}{240 \times 2} = 0,612$ mΩ		X = $\frac{0,13 \times 10}{2} = 0,65$ mΩ				0,612	0,65		
PE : l = 12 m 1 x 240 mm	PE : R = $\frac{29,4 \times 12}{240} = 1,47$ mΩ		X = 0,13 x 12 = 1,56 mΩ						1,47	1,56
Appareil	(protection du transformateur)		X = 0,15 mΩ			0,15				
Diagramme			Sous-total : niveau "arrivée" TGBT		3,87	11,77	0,612	0,65	1,47	1,56
Jeux de barres cuivre l = 3 m										
Ph : 2 x 100 x 5	Ph : R = $\frac{18,51 \times 3}{2 \times 100 \times 5} = 0,055$ mΩ		X = 0,15 x 3 = 0,45 mΩ		0,055	0,45				
N : 1 x 100 x 5	N : R = $\frac{18,51 \times 3}{1 \times 100 \times 5} = 0,11$ mΩ		X = 0,15 x 3 = 0,45 mΩ				0,11	0,45		
PE : 1 x 40 x 5	PE : R = $\frac{18,51 \times 3}{40 \times 5} = 0,277$ mΩ		X = 0,15 x 3 = 0,45 mΩ						0,277	0,45
Total au niveau du jeu de barres :	3,925	12,22	0,722	1,1	1,75	2,01				

A l'arrivée dans le TGBT

- Impédance de la boucle triphasée :

$$Z_3 = \sqrt{R_{ph}^2 + X_{ph}^2} = \sqrt{(3,87)^2 + (11,77)^2} = 12,39 \text{ m}\Omega$$

$$I_{cc3 \text{ maxi}} = \frac{1,1 \times 230 \text{ V}}{12,39 \text{ m}\Omega} = 20,5 \text{ kA}$$

$$I_{cc2 \text{ maxi}} = 0,86 \times 20,5 \text{ kA} = 17,6 \text{ kA}$$

- Impédance de la boucle monophasée :

$$Z_1 = \sqrt{(R_{ph} + R_n)^2 + (X_{ph} + X_n)^2}$$

$$Z_1 = \sqrt{(3,87 + 0,612)^2 + (11,77 + 0,65)^2} = 13,2 \text{ m}\Omega$$

$$I_{cc1} = \frac{1,1 \times 230 \text{ V}}{13,2 \text{ m}\Omega} = 19,2 \text{ kA}$$

A l'arrivée sur le jeu de barre

- Impédance de la boucle triphasée :

$$Z_3 = \sqrt{R_{ph}^2 + X_{ph}^2} = \sqrt{(3,925)^2 + (12,22)^2} = 12,8 \text{ m}\Omega$$

$$I'_{cc3 \text{ maxi}} = \frac{1,1 \times 230 \text{ V}}{12,8 \text{ m}\Omega} = 19,8 \text{ kA}$$

$$I'_{cc2 \text{ maxi}} = 0,86 \times 19,8 \text{ kA} = 17 \text{ kA}$$

$$\frac{R}{X} = \frac{3,925}{12,22} = 0,32 \text{ d'après la figure 1 page D.23, } k = 1,4$$

$$I'_{cc3 \text{ crête}} = 19,8 \times \sqrt{2} \times 1,4 = 39,2 \text{ kA}$$

Cette valeur de 39,7 kA crête est nécessaire pour définir la tenue dynamique des barres et de l'appareillage.

- Impédance de la boucle monophasée :

$$Z_1 = \sqrt{(R_{ph} + R_n)^2 + (X_{ph} + X_n)^2} = \sqrt{(3,925 + 0,722)^2 + (12,22 + 1,1)^2} = 14,1 \text{ m}\Omega$$

$$I'_{cc1} = \frac{1,1 \times 230 \text{ V}}{14,1 \text{ m}\Omega} = 18 \text{ kA}$$

- Impédance de la boucle monophasée phase/protection :

$$Z_1 = \sqrt{(4,11 + 2,62)^2 + (12,22 + 1,1)^2} = 14,92 \text{ m}\Omega$$

$$I_{cc1 \text{ mini}} = \frac{230 \text{ V}}{14,3 \text{ m}\Omega} = 16 \text{ kA} \quad I_{cc1 \text{ mini}} = \frac{230 \text{ V}}{14,92 \text{ m}\Omega} = 15,4 \text{ kA}$$

► Exemple de calcul I_{cc} mini

Le calcul de I_{cc} mini est identique au calcul précédent en remplaçant les résistivités du cuivre et de l'aluminium par : $\rho_{\text{cuivre}} = 28$ $\rho_{\text{alu}} = 44$

- Impédance de la boucle monophasée phase/neutre :

$$Z_1 = \sqrt{(4,11 + 1,085)^2 + (12,22 + 1,1)^2} = 14,3 \text{ m}\Omega$$

Courants de courts-circuits

Protection des canalisations

Les courants de court-circuit provoquent une contrainte thermique dans les conducteurs. Pour éviter la dégradation des isolants des câbles (qui peut ensuite conduire à des défauts d'isolement) ou une détérioration des supports de barres, il faut utiliser des conducteurs ayant les sections minimales ci-après.

Jeux de barres

L'effet thermique du courant de court-circuit au niveau d'un jeu de barres se traduit par l'échauffement des conducteurs. Cet échauffement doit être compatible avec les caractéristiques des supports de barres.

Exemple : pour un support de barres SOCOMEC (température de barre de 80 °C avant court-circuit).

$$S_{\text{mini.}} (\text{mm}^2) = 1000 \times \frac{I_{\text{cc}} (\text{kA})}{70} \times \sqrt{t} (\text{s})$$

S mini. : section minimale par phase

I_{cc} : courant efficace de court-circuit

t : temps de coupure de l'organe de protection.

Voir également le calcul des jeux de barres page D.95.

Conducteurs isolés

La section minimale est obtenue par l'expression (NF C 15-100) :

$$S_{\text{mini.}} (\text{mm}^2) = 1000 \times \frac{I_{\text{cc}} (\text{kA})}{k} \times \sqrt{t} (\text{s})$$

I_{cc} mini : courant de court-circuit mini en kA eff. (voir page D.21)

t : temps d'ouverture du dispositif de protection en s

k : constante dépendant de l'isolant (voir tableau B).

Tableau A : coefficient Kcc

TEMPS DE COUPURE EN m/s	POUR UN COURANT DE COURT-CIRCUIT DE 1 kA eff						
	SECTION MINI DES CONDUCTEURS ACTIFS EN CUIVRE		SECTION MINI DES CONDUCTEURS DE PROTECTION CUIVRE				
	ISOLANT PVC	PR-EPR	CONDUCTEURS FAISANT PARTIE DE LA CANALISATION		CONDUCTEUR NE FAISANT PAS PARTIE DE LA CANALISATION		
			PVC	PR	PVC	PR	NUE
5	0,62	0,50	0,62	0,50	0,50	0,40	0,45
10	0,87	0,70	0,87	0,70	0,70	0,57	0,63
15	1,06	0,86	1,06	0,86	0,86	0,70	0,77
25	1,37	1,10	1,37	1,10	1,10	0,89	0,99
35	1,63	1,31	1,63	1,31	1,31	1,06	1,18
50	1,94	1,58	1,94	1,56	1,56	1,27	1,40
60	2,13	1,72	2,13	1,72	1,72	1,40	1,54
75	2,38	1,89	2,38	1,89	1,89	1,54	1,72
100	2,75	2,21	2,75	2,21	2,21	1,79	1,99
125	3,07	2,47	3,07	2,47	2,47	2,00	2,22
150	3,37	2,71	3,37	2,71	2,71	2,20	2,44
175	3,64	2,93	3,64	2,93	2,93	2,38	2,63
200	3,89	3,13	3,89	3,13	3,13	2,54	2,81
250	4,35	3,50	4,35	3,50	3,50	2,84	3,15
300	4,76	3,83	4,76	3,83	3,83	3,11	3,44
400	5,50	4,42	5,50	4,42	4,42	3,59	3,98
500	6,15	4,95	6,15	4,95	4,95	4,02	4,45
1000	8,70	6,99	8,70	6,99	6,99	5,68	6,29

Conducteurs aluminium : multiplier les valeurs du tableau par 1,5.

Conducteurs isolés (suite)

Tableau B : constante k (NF C 15-100)

	ISOLANTS	CONDUCTEURS	
		CUIVRE	ALUMINIUM
Conducteurs actifs ou de protection faisant partie de la canalisation	PVC	115	76
	PR-EPR	143	94
Conducteurs de protection faisant partie de la canalisation	PVC	143	95
	PR-EPR	176	116
	nus (1)	159 ⁽¹⁾	138 ⁽²⁾

1) Locaux ne présentant pas de risques d'incendie

2) Locaux présentant des risques d'incendie

Pour éviter le calcul, on pourra se reporter au tableau A qui donne le coefficient par lequel il faut multiplier le courant de court-circuit pour obtenir la section minimale.

$$\text{Section mini. (mm}^2\text{)} = k_{\text{cc}} \times I_{\text{cc mini.}} (\text{kA})$$

Exemple

Pour un câble cuivre, isolé au PVC, protégé par un DIRIS P réglé à ts = 100 ms, I_{cc} mini = 22 kA. On lit : k_{cc} = 2,75 pour les conducteurs actifs dans le tableau A. S_{mini. conducteurs actifs} = 2,75 x 22 = 60 mm². On choisira une section de 70 mm². Le même conducteur en aluminium devrait avoir une section mini de 60 mm² x 1,5 = 90 mm².

Longueur maximale des conducteurs

La section minimale des conducteurs étant déterminée, il faut s'assurer que le dispositif de protection situé en amont des conducteurs s'ouvre en un temps compatible avec la contrainte thermique maximale des conducteurs. Pour cela, il faut que le courant de court-circuit minimum soit suffisant pour déclencher le dispositif de protection. La longueur des conducteurs doit être limitée aux valeurs données par les tableaux A et B page D.27 (fusible).

Protection des canalisations par fusibles

► Longueur maximale des conducteurs protégés par fusibles

Les tableaux A et B donnent les longueurs maximales dans les conditions suivantes :

- circuit triphasé 230 V / 400 V
- section de neutre = section de phase
- courant de court-circuit minimal
- conducteurs en cuivre.

Les tableaux sont valables quel que soit l'isolant des câbles (PVC, PR, EPR). Lorsque deux valeurs sont indiquées, la première correspond aux câbles PVC, la deuxième aux câbles PR/EPR.

Les longueurs sont à multiplier par les coefficients du tableau C pour les autres utilisations.

Câble aluminium : multiplier les longueurs des tableaux par 0,41.

Tableau A : longueurs maximales en m des câbles protégés par fusibles **gG**.

HP C S (mm²)	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	
1,5	82	59/61	38/47	18/22	13/16	6/7															
2,5		102	82	49/56	35/43	16/20	12/15	5/7													
4			131	89	76	42/52	31/39	14/17	8/10	4/5											
6				134	113	78	67/74	31/39	18/23	10/12	7/9										
10					189	129	112	74	51/57	27/34	19/24	9/12	7/9	3/4							
16							179	119	91	67	49/56	24/30	18/23	9/11	5/7	3/4					
25								186	143	104	88	59/61	45/53	22/27	13/16	7/9	4/5				
35									200	146	123	86	75	43/52	25/36	14/18	8/11	4/5			
50										198	167	117	101	71	45/74	26/33	16/22	8/11	5/7		
70											246	172	150	104	80	57/60	34/42	17/22	11/14		
95												233	203	141	109	82	62	32/40	20/25	9/11	
120													256	179	137	103	80	51/57	32/40	14/18	
150														272	190	145	110	85	61	42/48	20/24
185															220	169	127	98	70	56	27/34
240																205	155	119	85	68	43/46

Tableau B : longueurs maximales en m des câbles protégés par fusibles **aM**.

HP C S (mm²)	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	
1,5	28/33	19/23	13/15	8/10	6/7																
2,5	67	47/54	32/38	20/24	14/16	9/11	6/7														
4	108	86	69	47/54	32/38	22/25	14/17	9/11	6/7												
6	161	129	104	81	65/66	45/52	29/34	19/23	13/15	9/10	6/7										
10				135	108	88	68	47/54	32/38	21/25	14/16	9/11	6/7								
16						140	109	86	69	49/55	32/38	21/25	14/17	9/11							
25								135	108	86	67	47/54	32/38	21/25	14/16	9/11					
35									151	121	94	75	58/60	38/45	25/30	17/20	11/13	7/9			
50											128	102	82	65	43/51	29/36	19/24	13/15	8/10		
70												151	121	96	75	58/60	38/45	25/30	17/20	11/13	
95													205	164	130	102	82	65	43/51	29/34	19/23
120															164	129	104	82	65	44/52	29/35
150																138	110	88	69	55	37/44
185																	128	102	80	64	51
240																		123	97	78	62

Tableau C : coefficient de correction pour d'autres réseaux

CAS D'UTILISATION	COEFFICIENT
Section du neutre = 0,5 x section phase	0,67 ⁽¹⁾
Circuit sans neutre	1,73

(1) L'entrée du tableau se fait par la section des phases.

Courants de courts-circuits

Protection des canalisations par DIRIS CP

► Généralités

Le DIRIS CP, associé à un organe de coupure, protège le circuit situé en aval contre les contacts indirects si les conditions suivantes sont respectées :

- le temps d'ouverture du circuit doit être inférieur au temps prescrit par les normes CEI 60364 et NF C 15-100 (voir page D.32). Pour cela t_s doit être choisi inférieur à ce temps.

Exemple : Réseau TN 230/400 V.

Temps maxi. d'ouverture du circuit : 0,4 s (voir tableau A p. D.32). Le temps T_m doit être inférieur à 0,4 s et doit également tenir compte du temps d'ouverture de l'organe de coupure.

- la longueur maximale du circuit à protéger doit être inférieure aux limites du tableau B.

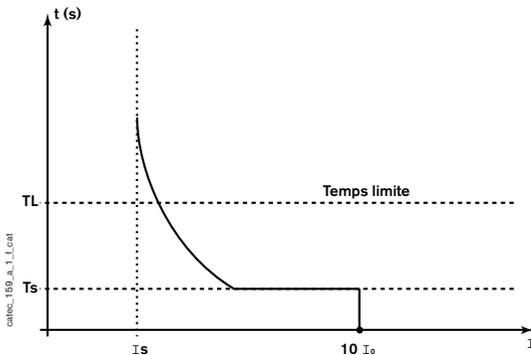


Fig. 1 : protection contre les contacts indirects par DIRIS CP

► Longueur maximale des conducteurs

Le tableau B donne les longueurs maximales dans les conditions suivantes :

- circuit triphasé dans un réseau 230/400 V
- courant de court-circuit minimal
- section du neutre = section des phases
- conducteurs en cuivre
- câble aluminium : multiplier les longueurs du tableau B par 0,62.

Ces longueurs sont à multiplier par les coefficients du tableau A pour d'autres utilisations.

Tableau A : coefficient de correction pour d'autres réseaux

CAS D'UTILISATION	COEFFICIENT
Circuit sans neutre	1,73
Section du neutre = 0,5 x section phase	0,67 ⁽¹⁾

(1) L'entrée du tableau se fait par la section des phases.

Tableau B : longueurs maximales (en m) des conducteurs protégés par DIRIS CP contre les courts-circuits

SECTIONS PHASES	COURANT $I_s / I_s >>$											
	1250	1600	2000	2500	3200	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000
95	481	375	300	240	188	150	120	95	75	60	48	38
120	607	474	349	304	237	190	152	120	95	76	61	47
150	660	516	412	330	258	206	165	131	103	82	66	52
185	780	609	487	390	305	244	195	155	122	97	78	61
240	971	759	607	486	379	304	243	193	152	121	97	76
300	995	912	730	594	456	365	292	232	182	146	117	91
400	1181	923	738	591	461	369	295	234	185	148	117	92

Nota : ces valeurs tiennent compte de la précision du courant I_s

► Association DIRIS CP / Fusibles

- Le temps de réglage T_s peut être supérieur à 5 s, la protection étant assurée par les fusibles
- La longueur maximale des câbles protégés doit être lue dans les tableaux A, B et C page D.27 (protection par fusibles).

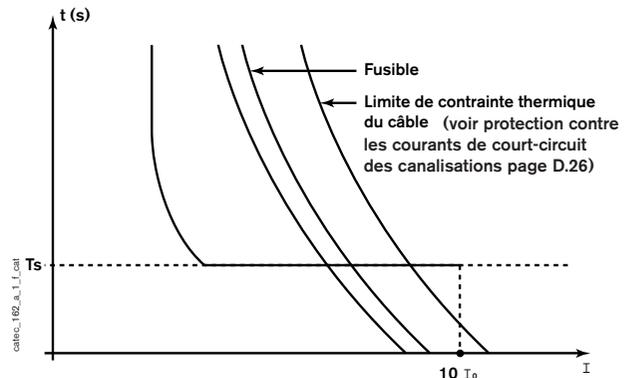


Fig. 2 : protection contre les courts-circuits par DIRIS CP associé aux fusibles