

CALCUL de la SECTION d'une CANALISATION
Méthode conventionnelle

1 Généralités

Des questions relatives à la détermination des sections des canalisations ont été posées sur certains forum¹. Voici une réponse complète² élaborée à partir de quelques documents de ma documentation personnelle³. En ce qui concerne la protection contre les courts-circuits et la protection contre les contacts indirects j'ai utilisé la méthode dite conventionnelle⁴. Eu égard à la complexité du problème, vous vous doutez bien, que vous ne trouverez pas nécessairement toutes les réponses à votre question.

Dans votre exercice, il manque quelques données. J'ai donc pris quelques libertés pour certaines d'entre-elles. Il vous appartiendra d'apporter si nécessaire à cette réponse les ajustements nécessaires⁵.

Tout d'abord, je précise qu'il n'existe pas une formule unique pour déterminer la section des conducteurs d'une canalisation. Je vous rappelle simplement que la section des conducteurs doit satisfaire simultanément aux « quatre » conditions suivantes :

- 1) Intensité admissible et Protection contre les surcharges⁶ → S_1
- 2) Limitation de la chute de tension → S_2
- 3) Protection contre les courts-circuits [court-circuit maximal ($Ik_{3max}, Ik_{2max}, Ik_{1max}$), court-circuit minimal (Ik_{2min}, Ik_{1min}), contrainte thermique maximale, tenue aux courts-circuits.] → S_3
- 4) Protection contre les contacts indirects⁷ avec le calcul des courants de défaut ($I_{défaut}$) Il est évident qu'il faut tenir compte du Schéma des Liaisons à la Terre (SLT) pour mener à bien cette étude. → S_4

Note 1 : A ces quatre conditions, il est possible d'en ajouter une cinquième : La section économique⁸. → S_5

Note 2 : Chacune des ses cinq conditions peut donner lieu si nécessaire à déterminer des sections différentes. Nous retiendrons celle qui satisfait simultanément aux quatre conditions. Il est évident que des solutions existent en fonction des SLT permettant de résoudre certains problèmes (LEP, LES, DDR, etc.)

Le schéma suivant est possible

$$S_1 < S_2 < S_3 < S_4 < S_5$$

Note 3 : Comme vous pourrez en juger, il est relativement difficile de répondre simplement à votre question, il y a beaucoup d'éléments qui entrent en ligne de compte. Ma réponse ne peut être que partielle, une étude exhaustive sortirait du cadre de cette note. Il vous appartiendra de compléter votre information à partir de la documentation des constructeurs et des normes mises à votre disposition par vos professeurs. Pour illustrer celle-ci, je vais utiliser la méthode dite conventionnelle qui emploie des tableaux issus du guide pratique UTE C 15-105 (juillet 2003.) Il existe également dans le commerce des logiciels (du plus simple au plus compliqué) qui permettent d'effectuer ces calculs. Ces logiciels⁹ ont tous obtenu l'avis technique de l'UTE. Pour en terminer, à partir de vos données, je vais traiter complètement le circuit « C1 »

¹ Je participe activement à certains forums dont un de l'Education Nationale. En cherchant sur ces forums, vous y trouverez quelques-unes de mes interventions.

² Seule l'étude du circuit C1 sera détaillée, elle vous servira de trame pour les autres circuits.

³ Construite bien entendu à partir des documents normatifs (NFC 15-100, UTEC 15-105, UTEC 15-500, normes CEI, etc.)

⁴ Elle s'inscrit tout à fait dans cet exemple dont certaines caractéristiques amont sont inconnues.

⁵ En particulier si le SLT est différent de celui que j'ai proposé. Pour rester simple, j'ai opté pour un SLT de type TT.

⁶ Je vous rappelle que la réglementation prévoit sous certaines conditions qu'une dispense est autorisée en ce qui concerne la protection contre les surcharges, mais qu'une protection contre les courts-circuits est obligatoire dans tous les cas à l'origine des circuits. Les sections des câbles peuvent alors être impactées.

⁷ Souvent appelées « Protection des personnes » dans certains documents.

⁸ Non traité dans cette note.

⁹ Voir la liste sur le site de l'UTE.

CALCUL de la SECTION d'une CANALISATION
Méthode conventionnelle

2 Application numérique (Circuit C1)

Déterminer la section d'une canalisation sachant qu'elle doit alimenter sous une tension de 400/231 Volts triphasée + neutre une installation électrique dont la puissance apparente utile est de 65 kVA. Le courant de court-circuit triphasé symétrique à l'origine est de 10kA et le schéma des liaisons à la terre de cette installation est du type TT.

- **Annexe 1** → Schéma de principe et répartition des chutes de tension.

Données d'entrée.

Schéma des liaisons à la terre		→ TT
Courant d'emploi Phase	$I_{b(\text{phases})}$	→ 93,82A
Courant d'emploi Neutre (chargé à 16%)	$I_{b(\text{neutre})}$	→ 15A
Tension nominale en charge	U_n	→ 400/231 Volts
Protection assurée par		→ Disjoncteur type domestique (1)
Surcharges	$I_n > I_b$	→ 100A Non réglable
Court-circuit	I_{mag}	→ Courbe "C" Non réglable
Temporisation	t (s)	→ 0,02s
Contacts indirects	DDR	Oui - seuil 1A - Temporisation Instantané
Canalisation		→ non enterrée
Mode de pose de la canalisation	N°	→ 13
Type de canalisation		→ Unipolaire posé en trèfle symétrique (2)
Méthode de référence		→ F
Nombre d'âmes chargées		→ 3
Nombre de câbles en parallèle		→ Sans objet
Nature de l'âme		→ Cuivre
Nature de l'isolation		→ PRC
Taux d'harmonique		→ THDI ≤ 15%
Température moyenne annuelle	θ	→ 40°C
Câbles jointifs chargés à	+ 70%	→ non (3) Méthode de Référence C, E ou F
Câbles jointifs chargés à	+ 30%	→ non (3) Sans objet
Nombre de câbles jointifs plan horizontal		→ Sans objet
Nombre de câbles jointifs plan vertical		→ Sans objet
Pose symétrique (Câbles en parallèle)	oui	→ 1
Neutre Distribué chargé à 16%	fn	→ 1
Facteur de correction lié au mode de pose	f_0	→ 1
Facteur de correction supplémentaire	f_{s1}	→ 1
Tolérance admise par la norme (+5% maxi)	f_{s2}	→ 1
Chute de tension normale autorisée	Δu_{max}	→ 1% à $\cos \varphi 0,8$ avec I_b
Chute de tension en amont	Δu_{amont}	→ 3% (4)
Chute de tension au démarrage	Δu_{max}	→ Sans objet
Tension limite de sécurité	UI	→ 50 Volts
Longueur de la canalisation	L	→ 20 m

Tableau 1

CALCUL de la SECTION d'une CANALISATION
Méthode conventionnelle

Notes 4 :

- (1) Le pouvoir de coupure ultime (Pcu) de ce disjoncteur sera supérieur au courant de court-circuit I_{k3max} calculé à l'origine de cette installation. Le pouvoir de coupure de service (Pcu) de ce disjoncteur sera égal par exemple à 75% de I_{cu} . Voir votre cours sur le calcul des courants de court-circuit.
- (2) Le mode de pose à une influence sur la réactance ($I_{ci} \lambda = 0,08m\Omega/m$)
- (3) Lorsque les câbles jointifs à la liaison étudiée sont chargés à moins de -70% (Réf C, E ou F) ou -30% (Réf B ou D) (Sous paragraphe 523.4.5 de la NFC 15-100), l'effet de proximité peut être ignoré.
- (4) On admet (ici puisqu'il s'agit à priori d'un raccordement sur le réseau public) que ces 3% correspondent à la chute de tension entre la sortie du transformateur et le point de raccordement (Voir NFC 14-100).

Avertissement : La démarche qui va suivre est entièrement conforme aux règles de la NF C 15-100 et au guide pratique UTE C 15-105. Elle ne peut être comprise que si vous possédez et maîtrisez lesdites règles.

3 Etape 1

3.1 Détermination du courant d'emploi dans les phases

$$I_{b \text{ phases}(A)} = \frac{P_u(kVA)}{\sqrt{3} \times U(kV)} = \frac{65}{\sqrt{3} \times 0,4} = 93,82A$$

Note 5 :

La puissance utile retenue est celle issu du bilan de puissance.

$$P_u(kVA) = P_{abs} \times k_u \times k_s \times k_e$$

3.2 Détermination du courant d'emploi dans le neutre

$$I_{b \text{ neutre}(A)} = 0,16 \times \frac{P_u(kVA)}{\sqrt{3} \times U(kV)} = 0,16 \times \frac{65}{\sqrt{3} \times 0,4} = 15A$$

3.3 Choix du disjoncteur

Dans la gamme des disjoncteurs de type domestiques ou analogues proposés par les constructeurs¹⁰, j'ai opté pour un disjoncteur :

C120N 4P3D 100A

- Surcharge :

$I_n = 100A$

- Court-circuit :

Courbe « C »

Note 6 : Vous remarquerez que le conducteur neutre n'est pas protégé contre les surintensités. Sauf cas exceptionnel en schéma TT (le taux d'harmoniques de rang 3 circulant dans ce conducteur est inférieur à 15%), la protection du conducteur neutre n'est pas nécessaire, on peut considérer qu'elle est assurée par la protection installée sur les conducteurs de phases. Le courant circulant dans le neutre a été estimé de l'ordre de 16%. La surcharge sur ce dernier est impossible.

Note 7 : Les réglages de ce disjoncteur sont fixes.

Note 8 : Le calcul concernant la détermination de la section du conducteur neutre n'est effectué ici que pour monter la marche à suivre. Comme vous le verrez, il existe une méthode très simple pour déterminer cette section !

¹⁰ Dans cette étude j'ai opté pour un disjoncteur de chez SCHNEIDER Electric dont le pouvoir de coupure ultime est de 10kA.

CALCUL de la SECTION d'une CANALISATION
Méthode conventionnelle

3.4 Détermination de la colonne du tableau IAd 111(folio1/4) en fonction du mode de pose

Conducteur unipolaire isolé au PRC posé sur chemin de câbles perforé en montage apparent, mode de pose N° pose 13, méthode de référence F, facteur de correction $f_0 = 1$ soit : colonne 7

Le lecteur se reportera aux annexes suivantes :

- **Annexe 2** → Logigramme Intensités admissibles et Protection contre les surcharges.
- **Annexe 3** → Tableaux de synthèse IAd 111, 112, 121 et 122

• **Détermination des facteurs de correction**

facteur de correction lié à la méthode de référence	$f_0 = 1$
Température ambiante ($\theta = 40^\circ\text{C}$)	$f_1 = 0,91$
Pose jointive	$f_2 = 1$
Neutre non chargé (16%)	$f_{S1} = 1$
Pose symétrique (Sans objet câbles unipolaires posé en trèfle symétrique)	$f_{S2} = 1$
Tolérance (+5%) admise par la norme	$f_{S3} = 1$
Facteurs de correction supplémentaires	$f_S = 1$

• **Calcul du facteur global de correction**

$$f = f_0 \times f_1 \times f_2 \times f_{S1} \times f_{S2} \times f_{S3} \times f_S = 1 \times 0,91 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 0,91$$

• **Détermination de l'intensité fictive (I'_{Z}) dans les conducteurs de phases**

$$I'_{Z(\text{Phases})} \geq \frac{k_3 \times I_n}{n \times f} = \frac{100}{1 \times 0,91} = 109,892 \text{ A} \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} k_3 = 1 \text{ (Disjoncteur domestique)} \\ I_n = 100 \text{ A} \\ n = 1 \text{ (nombre de câbles en //)} \\ f = 0,91 \end{array}$$

• **Détermination de la section des conducteurs de phase**

La lecture du tableau IAd 111 (1/4) colonne 7 donne $S_{ph} = 25 \text{ mm}^2$

• **Détermination de la section théorique des conducteurs de phase par le calcul**

Le calcul de la section théorique s'effectue à partir de la formule empirique indiquée dans le tableau A5 du guide pratique UTE C 15-500

$$S_{(mm^2)} \geq \left(\frac{k_3 \times I_{rth}}{n \times f \times K} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \rightarrow \left(\frac{1 \times 100}{1 \times 0,91 \times 17} \right)^{0,65} = 17,657 \text{ mm}^2$$

La section normalisée retenue immédiatement supérieure à $17,66 \text{ mm}^2$ en ce qui concerne les conducteurs de phase sera donc : $S_{ph} = 25 \text{ mm}^2$

• **Détermination de l'intensité fictive dans le neutre**

$$I'_{Z(\text{Neutre})} \geq \frac{I_{b(\text{neutre})}}{n \times f} = \frac{15}{1 \times 0,91} = 16,48 \text{ A} \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} k_3 = \text{sans objet} \\ I_{b(\text{neutre})} = 15 \text{ A} \\ n = 1 \text{ (nombre de câbles en //)} \\ f = 0,91 \end{array}$$

CALCUL de la SECTION d'une CANALISATION
Méthode conventionnelle

- **Détermination de la section du conducteur neutre**

La lecture du tableau IAd 111 (1/4) colonne 7 donne $S_{neutre} = 1,5mm^2$

- **Détermination de la section du conducteur neutre par le calcul**

Le calcul de la section théorique s'effectue à partir du tableau A5 du guide pratique UTEC 15-500

$$S_{(mm^2)} \geq \left(\frac{Ib_{(neutre)}}{n \times f \times K} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \rightarrow \left(\frac{15}{1 \times 0,91 \times 17} \right)^{\frac{1}{0,65}} = 0,953mm^2$$

La section normalisée théorique retenue immédiatement supérieure à $0,953mm^2$ sera donc : $S_n = 1,5mm^2$

La section du neutre ainsi calculée est une section théorique, en réalité la section à retenir est basée suivant le sous paragraphe 524.2.1 de la NFC 15-100.

$$S_{(mm^2)} = \frac{S_{ph(mm^2)}}{2} = \frac{17,657}{2} = 8,8mm^2$$

La section normalisée retenue immédiatement supérieure à $8,8mm^2$ sera donc : $S_n = 10mm^2$

Compte tenu des résultats des calculs ci-dessus, nous choisirons dans la gamme des câbles unipolaires une canalisation constituée comme suit :

$$S_1 = U1000RO2V \ 3 \times 1 \times 25^2 + 1 \times 10^2$$

Cet exemple montre bien l'importance des données d'entrée. D'autres solutions sont envisageables : Neutre protégé par exemple, câble multipolaire, neutre chargé, Disjoncteur modulaire 4P 4D 100A (ma réponse aurait été vraisemblablement tout autre), etc.

5 Etape 2

5.1 Détermination de la chute de tension

Nous nous intéresserons uniquement à la chute de tension triphasée.

La limite de chute de tension est imposée pour C1 est de 1% (voir tableau 1 et schéma en annexe 1), vous pouvez procéder soit par itérations successives (Calcul de Z ou relevé sur les documents constructeurs) soit en déterminant l'impédance minimale (calcul inverse) correspondant à la section à retenir. J'ai opté pour la première solution.

5.2 Calcul de la chute de tension

- **Chute de tension du circuit étudié**

La chute de tension peut être calculée pour un seul conducteur soit $S_{ph} = 25mm^2$ Cu I_b retenu est alors 100A. Cela ne change rien au calcul final compte tenu que le résultat est exprimé en %.

Solution 1

$$Z = (R \times \cos \varphi + X \times \sin \varphi) \times l \quad \text{soit}$$
$$Z = \left(\frac{23,1 \times 0,8}{1 \times 25} + 0,08 \times 0,6 \right) \times 20 = 15,744m\Omega$$

CALCUL de la SECTION d'une CANALISATION
Méthode conventionnelle

$$\Delta u(V) = Z \times I = \frac{15,744 \times 100}{1000} = 1,574V$$
$$\Delta u(\%) = \frac{\Delta u(V) \times 100 \times \sqrt{3}}{U} = \frac{1,5744 \times 100 \times \sqrt{3}}{400} = 0,68\%$$

Solution 2

Détermination de l'impédance à la température de fonctionnement du câble (90°C en ce qui concerne le PRC, 70°C en ce qui concerne le PVC) par lecture directe des données des constructeurs.

$$Z = 0,79 \times 20 = 15,8m\Omega$$
$$\Delta u(V) = Z \times I = \frac{15,8 \times 100}{1000} = 1,58V$$
$$\Delta u(\%) = \frac{\Delta u(V) \times 100 \times \sqrt{3}}{U} = \frac{1,58 \times 100 \times \sqrt{3}}{400} = 0,68\%$$

Cette chute de tension est correcte, elle inférieure à celle imposée dans le tableau des données (tableau N°1.)

• **Chute de tension au niveau de T1**

$$\Delta u_{totale} = \Delta u_{amont} + \Delta u_{circuit} = 3 + 0,68 = 3,68\%$$

La chute de tension reste dans des limites très acceptable.

Pour éviter d'effectuer des calculs inutiles et des tâtonnements, je vous propose de faire une approche à l'aide de l'un des mes monogrammes que j'ai construit. Vous remarquerez que le monogramme (SC 121) indique une section minimale de 16mm². Cette section n'est pas à retenir puisque la section relative à la protection contre les surcharges est plus sévère. S₂ = 16² < S₁ = 25²

- **Annexe 4** → Impédances issues d'un document constructeur.
- **Annexe 5** → Monogramme SC 121

6 Protection contre les courts-circuits et contre les contacts indirects

Rappel des principes décrits dans le guide pratique UTE C 15-105 (Edition de juillet 2003) et complété par mes commentaires.

La méthode conventionnelle (C.2.3) permet de calculer les courants de court-circuit minimaux et les courants de défaut à l'extrémité d'une canalisation, sans connaître les caractéristiques de la partie d'installation en amont du circuit considéré. Elle est basée sur l'hypothèse que la tension à l'origine du circuit est égale à 80 % de la tension nominale de l'installation pendant la durée du court-circuit ou du défaut.

Elle permet de déterminer les conditions de protection contre les contacts indirects dans les schémas TN et IT et de vérifier les contraintes thermiques des conducteurs.

Cette méthode est valable notamment pour les circuits terminaux dont l'origine est suffisamment éloignée de la source d'alimentation. Elle n'est pas applicable aux installations alimentées par des alternateurs. Elle est utilisée dans le présent guide pour l'établissement de tableaux donnant les longueurs maximales de canalisations protégées contre les courts-circuits ou contre les contacts indirects en fonction de la nature et des caractéristiques des dispositifs de protection, de la nature et de la section des conducteurs.

CALCUL de la SECTION d'une CANALISATION
Méthode conventionnelle

7 Protection contre les courts-circuits par la méthode conventionnelle

C.2.3.6 Les tableaux CF à CL donnent les longueurs maximales de canalisations avec conducteur neutre (conducteurs en cuivre) dans une installation 230/400 V, déterminées suivant la méthode conventionnelle lorsque la protection est assurée par les dispositifs de protection des types suivants :

Fusibles HPC	Disjoncteurs domestiques	Disjoncteurs industriels
gG : Tableau CF aM : Tableau CG	Type B : Tableau CH Type C : Tableau CJ Type D : Tableau CK	Tableau CL

Note 9 : Tous ces tableaux sont calculés pour $m = \frac{S_{ph}}{S_{neutre}} = 1$

Lorsque deux valeurs¹¹ sont indiquées pour une même section de conducteurs et pour un même courant assigné de fusibles, la première concerne les conducteurs isolés au polychlorure de vinyle (PVC), la seconde concerne les isolations au caoutchouc ordinaire, au butyle, au polyéthylène réticulé ou à l'éthylène propylène (PR). Lorsqu'une seule valeur est indiquée, la contrainte thermique maximale est atteinte au-delà des 5 secondes et dans ce cas la longueur indiquée est indépendante de la nature de l'isolation. ($I_a = \lambda \times I_n$).

C.2.3.7 Ces longueurs sont valables pour des circuits avec neutre de même section que la phase sous une tension nominale de 230/400 V¹².

Si le conducteur neutre a une section moitié de celle des conducteurs de phase, l'entrée dans les tableaux CF à CL se fait à partir de la section du conducteur neutre et un coefficient multiplicateur de 1,33 est appliquée à la longueur lue.

Si le conducteur neutre a une section différente de : $m = \frac{S_{ph}}{S_n} = 2$, il convient soit de calculer l'impédance de

la boucle de défaut soit de calculer le coefficient multiplicateur en appliquant la formule suivante $k = \frac{2 \times m}{m + 1}$

(Cette formule ne figure dans aucun document de l'UTE¹³, la démonstration de celle-ci formule sort du cadre de cette note). L'entrée étant toujours le conducteur neutre.

$$L_{\max} = L_{(\text{Tableau} / \text{neutre})} \times k$$

Pour des circuits triphasés sans neutre 400 V, les longueurs des tableaux CF à CL sont multipliées par un coefficient égal à 1,73.

C.2.3.8 Pour les conducteurs en aluminium, les longueurs indiquées dans les tableaux doivent être multipliées par le coefficient 0,42 lorsque le dispositif de protection est un fusible et par le coefficient 0,63 lorsque le dispositif de protection est un disjoncteur.

C.2.3.9 Lorsque les tableaux n'indiquent pas de longueur (partie inférieure gauche des tableaux), les canalisations correspondantes sont toujours protégées contre les surcharges par le dispositif de protection correspondant. C'est pourquoi, dans ces cas, il n'y a pas lieu de vérifier les conditions de protection contre les courts-circuits, conformément à la règle de l'article 435.1 de la NF C 15-100.

¹¹ La contrainte thermique est atteinte avant le délai de cinq secondes donc la longueur est dépendante de la nature de l'isolation de la canalisation.

¹² Pour d'autres valeurs il conviendra d'effectuer les calculs.

¹³ Elle émane tout simplement de mes notes personnelles.

CALCUL de la SECTION d'une CANALISATION
Méthode conventionnelle

8 Etape 4

Protection contre les courts-circuits (lecture des tableaux)

La simple lecture du tableau L_{\max} 321 (intersection de la section $S_n = 10\text{mm}^2$ et du courant nominal $I_n = 100\text{A}$ du dispositif de protection) et corrigée par k nous donne la longueur maximale autorisée soit :

$$L_{\max} = 40 \times 1,42 = 57,14\text{m}$$

- **Annexe 6** → Tableau N° L_{\max} 321

Protection contre les courts-circuits (par le calcul)

Suivant la norme NFC 15-100 et en particulier le guide UTE C 15-105, la longueur maximale autorisée en ce qui concerne la protection contre les courts-circuits est donné par la formule suivante :

$$L_{(m)} = \frac{0,8 \times E_0 \times S_{ph} \times 54}{(1+m) \times 1,25 \times I_{magnétique}}$$

avec

$$L_{(m)} = \frac{0,8 \times 230 \times 25 \times 54}{3,5 \times 1,25 \times 100 \times 10} = 56,78\text{m}$$
$$S = 25\text{mm}^2$$
$$m = \frac{S_{ph}}{S_n} = \frac{25}{10} = 2,5$$
$$I_{magnétique} = I_n \times 10 = 1000\text{A}$$
$$\rho_1 = \frac{1,25}{54} = 0,023\Omega\text{mm}^2 / \text{m}$$

Note 10 : L'écart constaté sur la longueur est dû essentiellement aux arrondis.

La longueur de la canalisation imposée étant égale à 20m, la protection contre les courts-circuits est correctement assurée.

9 Etape 5

Etude des contraintes thermiques

Tous les calculs sont faits :

A ce stade comme indiqué en introduction ; il est nécessaire de calculer les courants de court-circuit à tous les niveaux de la distribution $Ik_{3\max}$, $Ik_{2\max}$, $Ik_{1\max}$ et éventuellement $I_{\text{défaut}}$ (selon le SLT) Voici un aperçu des résultats à obtenir.

Circuit C1

	$t \text{ max}(s)$	$t_f (s)$	$I^2 t$	$K^2 S^2$
Phase	$\frac{12781}{10,5^2} = 0,116$	0,02	$10,5^2 \times 0,02 = 2,205$	$(143 \times 15)^2 = 12781$
Neutre	$\frac{2045}{8,4^2} = 0,029$	0,02	$8,4^2 \times 0,02 = 1,411$	$(143 \times 10)^2 = 2045$
Pe	Pris en compte par le DDR installé à l'origine			

CALCUL de la SECTION d'une CANALISATION
Méthode conventionnelle

Circuit C2

	t max(s)	tf (s)	I ² t	K ² S ²
Phase	$\frac{16201}{0,59^2} = 46,554$	$t = \left(\frac{I_{f1s}}{I_{défaul}}\right)^4$ $t = \left(\frac{90}{590}\right)^4 = 0,0005$	$0,59^2 \times 0,0005 = 0,0001$	$(115 \times 35)^2 = 16201$
Neutre	$\frac{16201}{0,59^2} = 46,554$	$t = \left(\frac{I_{f1s}}{I_{défaul}}\right)^4$ $t = \left(\frac{90}{590}\right)^4 = 0,0005$	$0,59^2 \times 0,0005 = 0,0001$	$(115 \times 35)^2 = 16201$
Pe	Pris en compte par le DDR installé à l'origine			

Vous vous reporterez au chapitre E du guide UTE C 15-105 Vérification des contraintes thermiques des conducteurs (copie de la NFC 15-100 partie 5-54, annexe A)

Note 11 : Vous remarquerez que l'étude de la contrainte thermique du conducteur Pe ne figure pas dans les tableaux ci-dessus. En effet celle-ci ne se justifie pas, elle est prise en compte par le DDR installé à l'origine ($I_{\Delta n} = 1A$ dans cet exemple)

9 Etape 6

Protection contre les contacts indirects

Le schéma des liaisons à la terre (régime du neutre) étant de type TT, la protection contre les contacts indirects est assurée par la présence obligatoire d'un DDR.

Le seuil du déclenchement du DDR sera calculé comme suit

$$I_{(\Delta n)} = \frac{U_L}{R_A}$$

Note 12 : La présence d'un conducteur Pe ne se justifie pas entre le disjoncteur de branchement et le tableau T1

10 Conclusion

La section de câble qui satisfait simultanément aux quatre conditions imposées par la norme est :

$$U100RO2V \ 3 \times 1 \times 25 \text{mm}^2 + 1 \times 10 \text{mm}^2$$

11 Commentaires

Pour cette application, j'ai choisi la voie royale (Schéma TT, Protection par disjoncteur) Cela se complique un peu lorsque la protection contre les contacts indirects est assurée par des fusibles HPC, que le régime du neutre (SLT) est du type IT neutre distribué et que la section du conducteur neutre (lorsqu'il est distribué) est différente de celle des phases.

CALCUL de la SECTION d'une CANALISATION
Méthode conventionnelle

Vous pouvez constater que l'étude complète n'est pas simple, je laisse le soin à votre professeur de combler les vides et de vous donner les explications complémentaires, et d'aborder dans la mesure du possible les autres schémas des liaisons à la terre.

L'étude du circuit C1 est complète. Les résultats sont conformes aux règles édictées dans la NFC 15-100. Je vous mets tout de même en garde : Vous allez rencontrer d'autres difficultés dans l'étude des circuits surtout avec des fusibles HPC et surtout avec d'autres régimes du neutre.

12 Pièces jointes :

- 1 Schéma unifilaire et répartition des chutes de tension. (1 folio)
- 2 Logigramme - Protection contre les surcharges (4 folios)
- 3 Tableaux IAd (4 folios)
- 4 Impédances des canalisations données constructeurs
- 5 Monogrammes SC 121 et SC 121-2
- 6 Tableau des longueurs maximales autorisées en mètres (Disjoncteur Type « C »)

14 Conclusion :

Cette petite étude montre les difficultés auxquelles il faut faire face. Il s'agit d'une solution car il n'y a pas de solution unique. La modification d'un ou de plusieurs paramètres peuvent entraîner la modification des résultats (Limite des chutes de tension, Autres choix en ce qui concerne le courant nominal des dispositifs de protection, Mode de pose, Nature des isolants, jointivité, etc.)

Chaque solution doit conduire à la réalisation d'une installation conforme à la réglementation en vigueur.

CALCUL de la SECTION d'une CANALISATION
Méthode conventionnelle

13 Résumé :

C1	C2	C3
Ib = 93,82A	Ib = 15A	Ib = 30A
In = 100A	In = 16A	In = 32A
Mode de pose n°13 Méthode de référence « F » Isolant et nb de conducteurs chargés PR3	Mode de pose n°41 Méthode de référence « B » Isolant et nb de conducteurs chargés PVC2	Mode de pose n°61 Méthode de référence « D » Isolant et nb de conducteurs chargés PR3
$f_0 = 1$	$f_0 = 0,95$	$f_0 = 0,8$
$f_1 = 0,91$	$f_1 = 0,87$	$f_1 = 0,95$
$f_2 = 1$	$f_2 = 1$	$f_2 = 1,05$
$f = 0,91$	$f = 0,8265$	$f = 0,8064$
$I'_{Z(Phases)} \geq \frac{k3 \times I_n}{n \times f} = \frac{100}{1 \times 0,91} = 109,892A$	$I'_{Z(Phases)} \geq \frac{k3 \times I_n}{n \times f} = \frac{1,1 \times 16}{1 \times 0,8265} = 21,29A$	$I'_{Z(Phases)} \geq \frac{k3 \times I_n}{n \times f} = \frac{1,1 \times 32}{1 \times 0,8064} = 43,65A$
$S_{ph} = 25mm^2$ (1)	$S_{ph} = 2,5mm^2 \rightarrow 35mm^2$ (2)	$S_{ph} = 4mm^2 \rightarrow 10mm^2$ (2)
$S_n = 10mm^2$	$S_n = 2,5mm^2 \rightarrow 35mm^2$ (3)	$S_n = 4mm^2 \rightarrow 10mm^2$
$S_{pe} = \text{Sans objet}$	$S_{pe} = 2,5mm^2 \rightarrow 35mm^2$ (3)	$S_{pe} = 4mm^2 \rightarrow 10mm^2$
$\Delta_u \text{ circuit} = 0,68\%$	$\Delta_u \text{ circuit} = 1,63\%$	$\Delta_u \text{ circuit} = 2,46\%$
$\Sigma \Delta_u = 3,68\%$	$\Sigma \Delta_u = 5,32\%$ (4)	$\Sigma \Delta_u = 6,14\%$ (5)
$L_{\max CC} = 40 \times 1,42 = 57,14m$	$L_{\max CC} = 1926 \times 1 = 1926m$	$L_{\max CC} = 223 \times 1 = 223m$

- (1) On aurait pu opter pour un 35mm²
- (2) Ces choix sont imposés par les limites imposées par la chute de tension.
- (3) Peut-être réduit à 25mm²
- (4) Il reste 0,68% pour les circuits terminaux
- (5) Il reste 1,86% pour les circuits terminaux

Note 13 : Le critère chute de tension est le plus sévère. Les longueurs de câbles en sont la principale raison.