

### CHUTE de TENSION

#### 8 Chute de tension (Cas général)

##### 8.1 Limites imposées par la norme NFC 15-100

##### 8.1.1 En fonctionnement normal (Circuits établis)

Utilisations	Abonné BTA	Poste HTA/BTA privé
Eclairage	3%	6%
Autres usages - Force Motrice	5%	8%

**Remarque N°1** : La norme NFC 15-100 admet "**forfaitairement**" que la chute de tension depuis le poste de transformation public (Erdf ou Régie) jusqu'au point de raccordement de l'abonné en BTA est de l'ordre de 3%.

**Remarque N°2** : Les constructeurs garantissent les performances des moteurs asynchrones pour une variation de tension de  $\pm 5\%$  par rapport à la valeur nominale.

Performances affichées du constructeur LEROY SOMER dans le respect des tolérances ( $\Delta u = \pm 5\%$ )

Tension nominale	$U_n$	$0,95 \times U_n$	$1,05 \times U_n$
Couple de démarrage	$C_D$	$0,88 \times C_D$	$1,12 \times C_D$
Couple maximum	$C_M$	$0,88 \times C_M$	$1,12 \times C_M$
Glissement	$g$	$1,13 \times g$	$0,9 \times g$
Courant à pleine charge	$I_n$	1 à $1,05 \times I_n$	0,95 à $1 \times I_n$
Courant de démarrage	$I_d$	$0,95 \times I_d$	$1,05 \times I_d$

Extrait du document : « Choix d'un moteur asynchrone »

##### 8.1.2 En phase de démarrage (Moteurs asynchrones) ou d'allumage (lampes à décharge)

Force motrice (démarrage direct standard)				Eclairage (lampes à décharge compensées)			
$\Delta_u(\%)$	$\cos \varphi_d$	$I_{démarrage}$	Durée	$\Delta_u(\%)$	$\cos \varphi$	$I_{allumage}$	Durée
-10% à -15%	0,3 à 0,35	2 à $7I_n$	3 à 10s	-7%	0,85	1,5 à $2I_n$	$\leq 12mn$

**Remarque N°3** : Dans le cas d'utilisation de moteurs asynchrones triphasés sur un réseau d'abonné en BTA, le courant de démarrage ne doit pas dépasser 45A et ne pas perturber les autres abonnés.

#### 8.2 Détermination de la chute de tension en volts et en %

1 conducteur	Monophasé ou biphasé	Monophasé	Triphasé
	$S_n = S_{ph}$	$S_n \neq S_{ph}$	
$\Delta_{u1} = I_b l (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$	$\Delta_{u2} = 2I_b l (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$ ou $\Delta_{u2} = 2 \times \Delta_{u1}$	$\Delta_{u(Phase)} = I_b l (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$ $\Delta_{u(neutre)} = I_b l (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$ $\Delta_{u2} = \Delta_{u(Phase)} + \Delta_{u(neutre)}$	$\Delta_{u3} = \sqrt{3} I_b l (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$ ou $\Delta_{u3} = \sqrt{3} \times \Delta_{u1}$
$\Delta_{u1}(\%) = \frac{\Delta_{u1}(volts) \times 100}{V}$	$\Delta_{u2}(\%) = \frac{\Delta_{u2}(volts) \times 100}{V \text{ ou } U}$	$\Delta_{u2}(\%) = \frac{(\Delta_{u(Phase)} + \Delta_{u(neutre)}) \times 100}{V}$	$\Delta_{u3}(\%) = \frac{\Delta_{u3}(volts) \times 100}{U}$
$V = \text{Tension simple}$ $U = \text{Tension composée}$ $I_b = \text{Courant d'emploi}$ $R = \text{Résistance du conducteur}$ $X = \text{Réactance du conducteur}$ $\Delta_{u1} \rightarrow \text{Chute de tension monophasée}$ $\Delta_{u2} \rightarrow \text{Chute de tension biphasée}$ $\Delta_{u3} \rightarrow \text{Chute de tension triphasée}$			

<b>CALCUL de la CHUTE de TENSION</b>	N° d'ordre : <b>2017 Elec 2</b>	Rév. : <b>5</b>
<b>(Extrait du document Calcul des Installations Electriques)</b>	Auteur : <b>J.M BEAUSSY</b>	
<b>Bases théoriques - Aide mémoire</b>	Date : <b>13/05/1983</b>	
	Révision : <b>23/01/2017</b>	Page : <b>2/21</b>

### 8.3 Caractéristiques des canalisations à prendre en compte

#### 8.3.1 Guide pratique UTE C 15-500 (édition de juillet 2003)

Résistance ( $m\Omega$ ) $R_1 = \rho_1 \times \frac{l}{S \times n}$		Réactance ( $m\Omega$ ) $X = \lambda \times \frac{l}{n}$	
<b>PVC</b>	<b>PRC ou EPR</b>	$\forall$ la nature de l'isolation	Disposition des conducteurs
$\rho_1 = 1,2 \times \rho_0$	$\rho_1 = 1,28 \times \rho_0$		
$\rho_{0(cuivre)} = 18,51 m\Omega mm^2 / m$ $\rho_{0(alu)} = 29,41 m\Omega mm^2 / m$ $\rho_{0(cuivre)} = \frac{1000}{54}$ $\rho_{0(alu)} = \frac{1000}{34}$ $\rho_{1(cuivre)} = \frac{1200}{54} = 22,22$ $\rho_{1(alu)} = \frac{1200}{34} = 35,29$	$\rho_{0(cuivre)} = 18,51 m\Omega mm^2 / m$ $\rho_{0(alu)} = 29,41 m\Omega mm^2 / m$ $\rho_{0(cuivre)} = \frac{1000}{54}$ $\rho_{0(alu)} = \frac{1000}{34}$ $\rho_{1(cuivre)} = \frac{1280}{54} = 23,71$ $\rho_{1(alu)} = \frac{1280}{34} = 37,64$	$\lambda = 0,08 m\Omega / m \rightarrow$ $\lambda = 0,08 m\Omega / m \rightarrow$ $\lambda = 0,09 m\Omega / m \rightarrow$ $\lambda = 0,13 m\Omega / m \rightarrow$	<b>Multiconducteurs</b> <b>Mono conducteurs en trèfle</b> <b>Mono conducteurs en nappe</b> <b>Mono conducteurs séparés</b>
$R_1$ en $m\Omega$ - L en m - S en $mm^2$ - X en $m\Omega$ - l en m - n = nombre de câbles en //			

#### 8.3.2 Guide pratique UTE C 15-105 (édition de juillet 2003)

Résistance ( $m\Omega$ ) $R_1 = \rho_1 \times \frac{l}{S \times n}$		Réactance ( $m\Omega$ ) $X = \lambda \times \frac{l}{n}$	
$\forall$ la nature de l'isolation		$\forall$ la nature de l'isolation	Disposition des conducteurs
$\rho_1 = 1,25 \times \rho_0$			
$\rho_{0(cuivre)} = 18,51 m\Omega mm^2 / m$ - $\rho_{0(alu)} = 29,41 m\Omega mm^2 / m$ ou $\rho_{0(cuivre)} = \frac{1000}{54}$ - $\rho_{0(alu)} = \frac{1000}{34}$ $\rho_{1(cuivre)} = \frac{1250}{54} = 23,14$ - $\rho_{1(alu)} = \frac{1250}{34} = 36,76$		$\lambda = 0,08 m\Omega / m \rightarrow$ $\lambda = 0,08 m\Omega / m \rightarrow$ $\lambda = 0,09 m\Omega / m \rightarrow$ $\lambda = 0,13 m\Omega / m \rightarrow$	<b>Multiconducteurs</b> <b>Mono conducteurs en trèfle</b> <b>Mono conducteurs en nappe</b> <b>Mono conducteurs séparés</b>
$R_1$ en $m\Omega$ - L en m - S en $mm^2$ - X en $m\Omega$ - l en m - n = nombre de câbles en //			

**Remarque N°4 :** Le lecteur constatera quelques divergences sur les valeurs de «  $\rho$  » entre les guides pratiques UTE C 15-105 et UTE C 15-500.

- Le guide UTE C 15-500 s'applique essentiellement aux concepteurs de logiciels.
- Le guide UTE C 15-105 est une méthode dite simplifiée, elle s'applique aux calculs manuels.

<b>CALCUL de la CHUTE de TENSION</b>	N° d'ordre : <b>2017 Elec 2</b>	Rév. : <b>5</b>
<b>(Extrait du document Calcul des Installations Electriques)</b>	Auteur : <b>J.M BEAUSSY</b>	
<b>Bases théoriques - Aide mémoire</b>	Date : <b>13/05/1983</b>	
	Révision : <b>23/01/2017</b>	Page : <b>3/21</b>

### 8.3.3 Tableau de conversion Cosφ → Sinφ

Cosφ	Sinφ	Cosφ	Sinφ	Cosφ	Sinφ	Cosφ	Sinφ
0,100	0,995	0,300	0,954	0,500	0,866	0,700	0,714
0,120	0,993	0,320	0,947	0,520	0,854	0,720	0,694
0,140	0,990	0,340	0,940	0,540	0,842	0,740	0,673
0,160	0,987	0,360	0,933	0,560	0,828	0,760	0,650
0,180	0,984	0,380	0,925	0,580	0,815	0,780	0,626
0,200	0,980	0,400	0,917	0,600	0,800	0,800	0,600
0,220	0,975	0,420	0,908	0,620	0,785	0,820	0,572
0,240	0,971	0,440	0,898	0,640	0,768	0,840	0,543
0,260	0,966	0,460	0,888	0,660	0,751	0,860	0,510
0,280	0,960	0,480	0,877	0,680	0,733	0,880	0,475
0,300	0,954	0,500	0,866	0,700	0,714	0,900	0,436

### 8.4 Détermination pratiques des longueurs maximales autorisées (Tous calculs faits)

Triphasé	Biphasé	Monophasé
$L_{3(m)} = \frac{V_{(V)} \times x(\%) \times 10}{Z_{(\Omega/km)} \times I_{3(A)}} \text{ ou}$ $L_{3(m)} = \frac{U_{(V)} \times x(\%) \times 10}{Z_{(\Omega/km)} \times \sqrt{3} \times I_{3(A)}}$	$L_{2(m)} = \frac{U_{(V)} \times x(\%) \times 10}{2 \times Z_{(\Omega/km)} \times I_{2(A)}}$	$L_{1(m)} = \frac{V_{(V)} \times x(\%) \times 10}{2 \times Z_{(\Omega/km)} \times I_{1(A)}} \text{ ou}$ $L_{1(m)} = \frac{U_{(V)} \times x(\%) \times 10}{2 \times Z_{(\Omega/km)} \times \sqrt{3} \times I_{1(A)}}$

avec :  $V_{(V)}$  → Tension simple entre phase et neutre

$U_{(V)}$  → Tension composée.

$I_{(A)}$  → Courant d'emploi.

$x(\%)$  → Chute de tension maximale autorisée.

$Z_{(\Omega/km)}$  → Impédance de la canalisation à 65°C. Ces valeurs peuvent être, soit calculées (voir ci-dessous), soit récupérées dans la documentation des constructeurs (Voir Documentation TREFIMETAUX). Cette impédance doit être calculée pour un cos φ donné.

$Z = R \times \cos \varphi + X \times \sin \varphi$ avec	$R = \rho_1 \times \frac{l}{S}$	$\rho_{1(\text{cuivre})} = 1,25 \times \frac{1000}{54} \text{ m}\Omega\text{mm}^2 / \text{m}$ $\rho_{1(\text{aluminium})} = 1,25 \times \frac{1000}{34} \text{ m}\Omega\text{mm}^2 / \text{m}$ $\lambda = 0,08\text{m}\Omega / \text{m} \rightarrow$ <b>Multiconducteurs</b> $\lambda = 0,08\text{m}\Omega / \text{m} \rightarrow$ <b>Mono conducteurs en trèfle</b> $\lambda = 0,09\text{m}\Omega / \text{m} \rightarrow$ <b>Mono conducteurs en nappe</b> $\lambda = 0,13\text{m}\Omega / \text{m} \rightarrow$ <b>Mono conducteurs séparés</b>
	$X = \lambda \times l$	

#### Application 1 :

Calculer la longueur maximale d'une canalisation électrique alimentée en 237 Volts triphasée parcourue par un courant  $I_b$  de 35 A sachant que la section  $S$  est égale à 6<sup>2</sup> cuivre, que la chute de tension permise est de 5% et que l'impédance  $Z$  à cos φ 0,8 est égale à : 3,13Ω/km

$$L_{3(m)} = \frac{U_{(V)} \times x(\%) \times 10}{Z_{(\Omega/km)} \times \sqrt{3} \times I_{3(A)}} = \frac{237 \times 5 \times 10}{3,13 \times \sqrt{3} \times 35} = 62,45\text{m}$$

<b>CALCUL de la CHUTE de TENSION</b>	N° d'ordre : <b>2017 Elec 2</b>	Rév. : <b>5</b>
<b>(Extrait du document Calcul des Installations Electriques)</b>	Auteur : <b>J.M BEAUSSY</b>	
<b>Bases théoriques - Aide mémoire</b>	Date : <b>13/05/1983</b>	
	Révision : <b>23/01/2017</b>	Page : <b>4/21</b>

### 8.5 Relations entre les longueurs d'un même tableau

Pour l'application de cette formule le lecteur se reportera aux tableaux T1 à T81 joints en annexe. Tous les calculs sont faits :

$$L_{2(m)} = L_{1(m)} \times \frac{I_{1(A)}}{I_{2(A)}}$$

$L_2 \rightarrow$  Longueur à déterminer  
 $L_1 \rightarrow$  Longueur maximale connue  
 $I_1 \rightarrow$  Courant d'emploi maximum connu  
 $I_2 \rightarrow$  Courant circulant réellement dans la canalisation

#### Application 2 :

Calculer la longueur maximale d'une canalisation électrique alimentée en 237 Volts triphasée parcourue par un courant  $I_b$  de 35 A sachant que  $S = 6^2$  cuivre et que la chute de tension permise est de 5%. On prendra le tableau T1.

#### Extrait du tableau T1

DETERMINATION des LONGUEURS MAXIMALES des CANALISATIONS										
La température des canalisations étant calculée égale à 65°C										
Données d'entrée	CANALISATIONS CUIVRE TRIPHASEES									
	U ph/ph = <b>237</b>		à Cos φ <b>0,8</b>		ρ1 = <b>23,15</b> mΩmm <sup>2</sup> /m				<b>T1</b>	
	Δu (%) = <b>5</b>				λ = <b>0,08</b> mΩ/m					
Longueurs en mètres pour I (A) =										
Ib		10	20	30	(40)	50	70	80	90	100
S(mm <sup>2</sup> )	Z Ω/km	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9
1,5	12,39	55	28	18	14	11	7,9	6,9	6,1	6
2,5	7,46	92	46	31	23	18	13	11	10	9
4	4,68	146	73	49	37	29	21	18	16	15
(6)	3,13	218	109	73	(55)	44	31	27	24	22
10	1,90	360	180	120	90	72	51	45	40	36

Note 8 : Les longueurs figurants dans ces tableaux sont calculées à l'aide des formules données précédemment

Données d'entrée :  $U_{ph/ph} = 237V$ , à  $\cos\phi = 0,8$ ,  $\Delta u = 5\%$ ,  $I_1 = 40A$   $S = 6mm^2 \rightarrow L_1 = 55m$

Calcul de la longueur maximale autorisée :

$$L_{2(m)} = L_{1(m)} \times \frac{I_{1(A)}}{I_{2(A)}} \text{ soit : } L_{2(m)} = 55 \times \frac{40}{35} = 62,8m$$

### 8.6 Relations entre les chutes de tension d'un même tableau

Pour l'application de cette formule le lecteur se reportera aux tableaux T1 à T81 joints en annexe. Tous les calculs sont faits :

$$x_{2(\%)} = x_{1(\%)} \times \frac{L_{2(m)}}{L_{1(m)}}$$

$x_{2(\%)} \rightarrow$  Chute de tension à déterminer  
 $x_{1(\%)} \rightarrow$  Chute de tension correspondante à la longueur maximale (tableaux)  
 $L_{2(m)} \rightarrow$  Longueur réellement posée  
 $L_{1(m)} \rightarrow$  Longueur maximale figurant dans les tableaux

#### Application 3 :

Calculer la chute de tension maximale en pourcentage d'une canalisation électrique de 60 mètres de longueur, alimentée en 237 Volts triphasée et parcourue par un courant d'emploi  $I_b$  de 40 A sachant que  $S =$

<b>CALCUL de la CHUTE de TENSION</b>	N° d'ordre : <b>2017 Elec 2</b>	Rév. : <b>5</b>
<b>(Extrait du document Calcul des Installations Electriques)</b>	Auteur : <b>J.M BEAUSSY</b>	
<b>Bases théoriques - Aide mémoire</b>	Date : <b>13/05/1983</b>	
	Révision : <b>23/01/2017</b>	Page : <b>5/21</b>

10<sup>2</sup> cuivre et que la longueur maximale permise est de 90 mètres pour 5%. On prendra le tableau Excel T1 (Voir ci-dessus)

**Données d'entrée :**  $U_{ph/ph} = 237V$ , à  $\cos\varphi = 0,8$ ,  $\Delta u = 5\%$ ,  $L_1 = 90m$  pour  $I_1 = 40A$

**Calcul :** 
$$x_2(\%) = x_1(\%) \times \frac{L_2(m)}{L_1(m)} \text{ soit : } x_2(\%) = 5 \times \frac{60}{90} = 3,3\%$$

### 8.7 Cas des câbles en parallèle

Calculer la chute de tension maximale d'une canalisation électrique de 35 mètres de longueur, alimentée en 410 Volts triphasée et parcourue par un courant  $I_b$  de 450 A à  $\cos\varphi = 0,8$  sachant qu'elle est constituée par 2 câbles en parallèle de section égale à 150<sup>2</sup>. On prendra le tableau T11

**Solution** (Le calcul s'effectue pour un seul conducteur)

1 Intensité parcourue par chacun des conducteurs :

$$I = \frac{I_{total}}{2} = \frac{450}{2} = 225A$$

2 Longueur maximale autorisée pour  $\Delta u = 5\%$

$$L_2(m) = L_1(m) \times \frac{I_1(A)}{I_2(A)} \text{ soit : } L_2(m) = 1726 \times \frac{40}{225} = 306,84m$$

3 chute de tension

$$x_2(\%) = x_1(\%) \times \frac{L_2(m)}{L_1(m)} \text{ soit : } x_2(\%) = 5 \times \frac{35}{306,84} = 0,57\%$$

### 8.8 Relations entre les longueurs de câble

$\frac{L_1(mono)}{L_3(tri)} = \frac{1}{2}$	$\frac{L_2(bi)}{L_3(tri)} = \frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{L_1(mono)}{L_2(bi)} = \frac{1}{\sqrt{3}}$
$L_3(tri) = 2 \times L_1(mono)$ ou $L_1(mono) = \frac{L_3(m)}{2}$	$L_2(bi) = \frac{\sqrt{3}}{2} \times L_3(tri)$ ou $L_3(tri) = \frac{2}{\sqrt{3}} \times L_2(bi)$	$L_1(mono) = \frac{1}{\sqrt{3}} \times L_2(bi)$ ou $L_2(bi) = \sqrt{3} \times L_1(mono)$

### 8.9 Relations entre les chutes de tension

En tension :

$$\Delta u_{1(V)} = \Delta u_{3(V)} \times \frac{2}{\sqrt{3}} \text{ soit : } \Delta u_{1(V)} = 1,15 \times \Delta u_{3(V)}$$

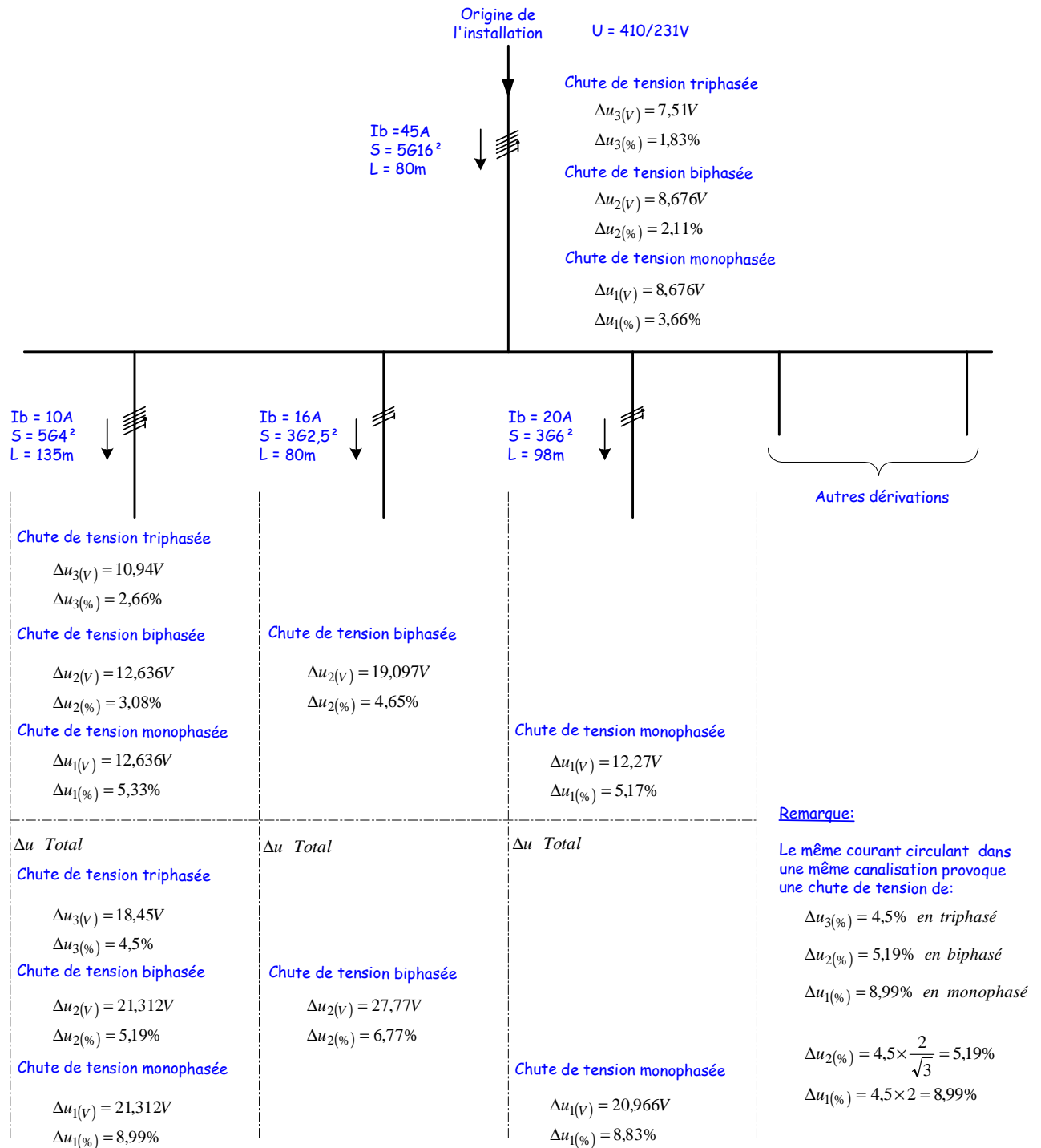
En pourcentage

$\frac{\Delta u_3(\%)}{\Delta u_1(\%)} = \frac{1}{2}$	$\frac{\Delta u_3(\%)}{\Delta u_2(\%)} = \frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\Delta u_2(\%)}{\Delta u_1(\%)} = \frac{1}{\sqrt{3}}$
$\Delta u_1(\%) = 2 \times \Delta u_3(\%)$	$\Delta u_3(\%) = \frac{\sqrt{3}}{2} \times \Delta u_2(\%)$	$\Delta u_2(\%) = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \Delta u_1(\%)$

Toutes les formules ci-dessus s'appliquent lorsque tous les autres éléments homologues sont égaux et les circuits concernés ne sont pas déséquilibrés.

### 8.10 Application des formules du chapitre précédent

#### EXEMPLE DESTINE à FACILITER la COMPRHENSION



Dessiné JM BEAUSSY  
Schéma N°7

<b>CALCUL de la CHUTE de TENSION</b>	N° d'ordre : <b>2017 Elec 2</b>	Rév. : <b>5</b>
<b>(Extrait du document Calcul des Installations Electriques)</b>	Auteur : <b>J.M BEAUSSY</b>	
<b>Bases théoriques - Aide mémoire</b>	Date : <b>13/05/1983</b>	
	Révision : <b>23/01/2017</b>	Page : <b>7/21</b>

## 8.11 Application

### 8.11.1 Calcul théorique

Calculez la chute de tension d'une canalisation dont les caractéristiques sont les suivantes. Les calculs seront effectués conformément aux indications du guide UTE C 15-105 et en appliquant les formules ci-dessus.

Données	Calculs
Ib = 250A	$Z = (R \times \cos \varphi + X \times \sin \varphi) \times l$ $Z = \left( \frac{23,1 \times 0,8}{1 \times 240} + 0,08 \times 0,6 \right) \times 55$ $Z = 6,875 m\Omega$ $\Delta_u(V) = Z \times I = \frac{6,875 \times 250}{1000} = 1,718V$ $\Delta_u(\%) = \frac{\Delta_u(\%) \times 100 \times \sqrt{3}}{400} = 0,74\%$
Cos $\varphi = 0,8$	
Sin $\varphi = 0,6$	
$\rho_1 = 23,1 m\Omega/m$	
$\lambda = 0,08 m\Omega/m$	
U = 400V	
l = 55m	
S = 240 <sup>2</sup>	
n = 1	
Ame cuivre	

### 8.11.2 Calcul à partir de données TREFIMETAUX

Le calcul est peu différent, la valeur de l'impédance est donnée par la documentation du câblé.

Données	Calculs
Ib = 250A	$Z = \frac{0,12}{1000} \times 55 = 6,6 m\Omega$ $\Delta_u(V) = Z \times I = \frac{6,6 \times 250}{1000} = 1,65V$ $\Delta_u(\%) = \frac{\Delta_u(\%) \times 100 \times \sqrt{3}}{400} = 0,714\%$
Cos $\varphi = 0,8$	
Z = 0,12 $\Omega/km$	
U = 400V	
l = 55m	
S = 240 <sup>2</sup>	
n = 1	
Ame cuivre	
Câble BT non armé	

### 8.11.3 Calcul inverse à partir des données TREFIMETAUX

Déterminez la section minimale d'une canalisation sachant que la chute de tension de celle-ci est limitée à 0.75%

Données	Calculs
Ib = 100A	$\Delta_u(V) = \frac{400 \times 0,75}{100 \times \sqrt{3}} = 1,732V$ $\Delta_u = Z \times I \times L \rightarrow Z_{\Omega/km} = \frac{\Delta_u(V) \times 1000}{I \times L}$ $Z_{\Omega/km} = \frac{1,732 \times 1000}{100 \times 100} = 0,1732 \Omega/km$ $Z_{catalogue} \leq Z_{calculé} \rightarrow 0,17 \rightarrow S = 150^2$
Cos $\varphi = 0,8$	
$\Delta_u = 0,75\%$	
U = 400V	
l = 100m	
n = 1	
Ame cuivre	
Câble BT non armé	

<b>CALCUL de la CHUTE de TENSION</b>	N° d'ordre :	<b>2017 Elec 2</b>	Rév. : 5
<b>(Extrait du document Calcul des Installations Electriques)</b>	Auteur :	J.M BEAUSSY	
<b>Bases théoriques - Aide mémoire</b>	Date :	13/05/1983	
	Révision :	23/01/2017	Page : 8/21

#### 8.11.4 Exemple de calcul complet

Voir page suivante.

- Répartition "arbitraire" de la chute de tension depuis l'origine jusqu'au point le plus éloigné.
- Calcul de la chute de tension pour chaque tronçon de circuit

#### 8.11.5 Utilisation d'un monogramme

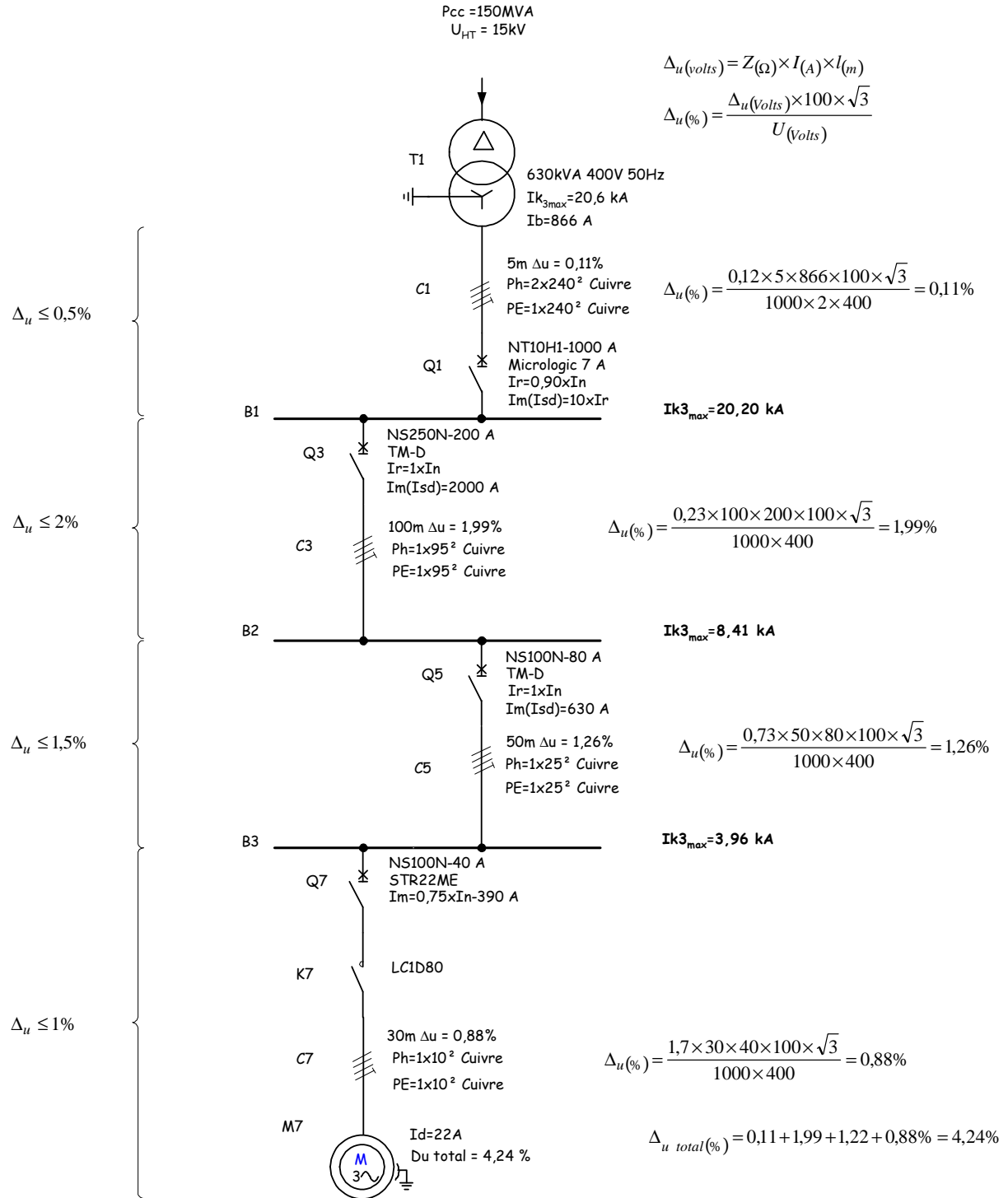
Les monogrammes permettent de faire une approche rapide de la détermination d'une section à respecter connaissant la limite de la chute de tension, le courant nominal parcourant celle-ci, la longueur réellement installée.

Après avoir fait le choix du tableau, tracer une horizontale correspondant à une chute de tension et au courant d'emploi, puis une verticale correspondant à la longueur de canalisation. La section à retenir est celle située au dessus du point d'intersection.

**Note 9** : Cette méthode ne dispense pas le concepteur de procéder au calcul précis de la chute de tension en employant les méthodes usuelles.



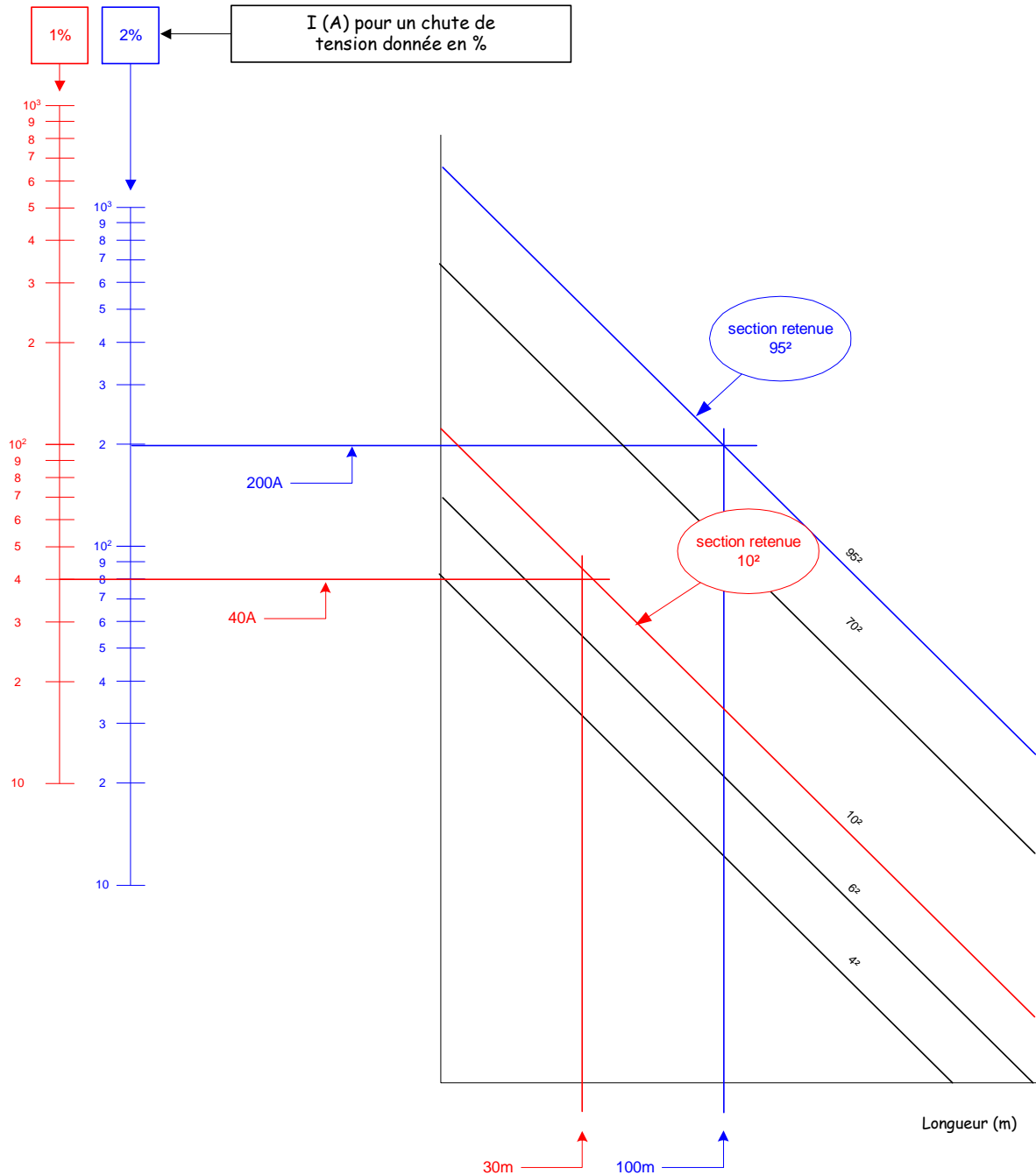
**Calcul de la chute de tension**



Note : Les valeurs des impédances sont extraites du catalogue TREFIMETAUX (Câbles non armés à cos φ = 0,8)

Schéma N°8

**Monogramme**

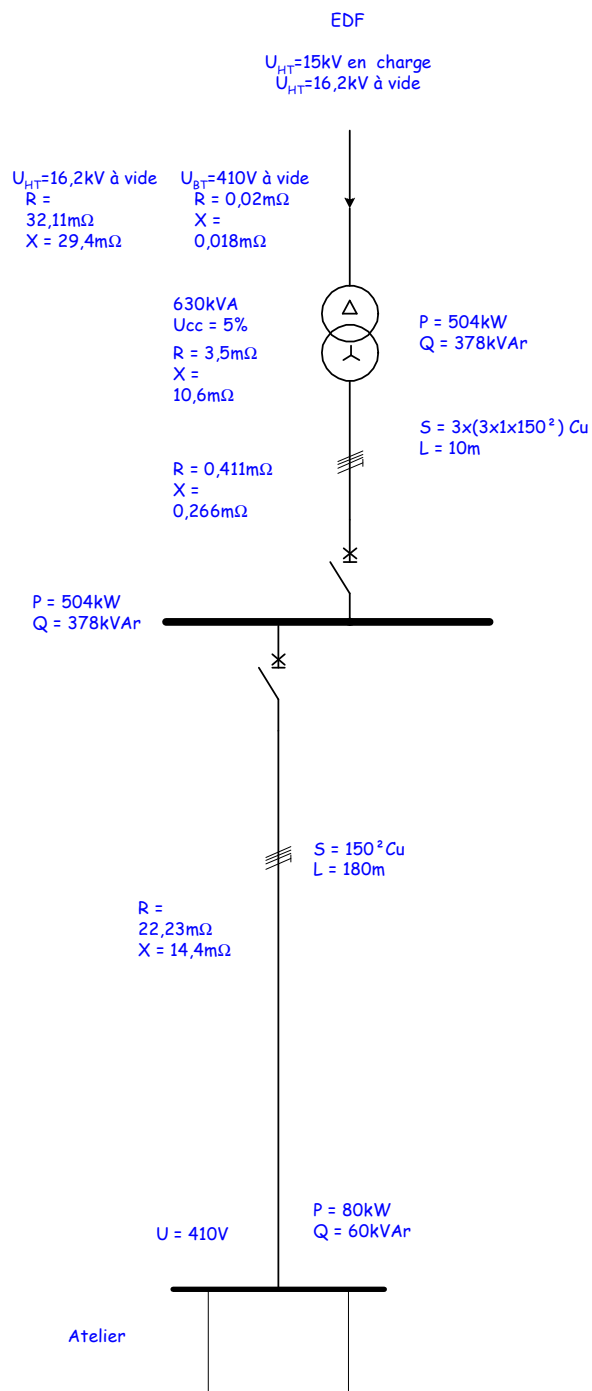


Dessiné : JM BEAUSSY

Annexe 7 26/01/2008	<b>CHOIX d'une SECTION POUR une INTENSITE, une CHUTE de TENSION TRIPHASEE en % et un COSφ DONNE CANALISATION CUIVRE</b>	Paramètres		N° du tableau SC 121
		Uph/ph 3x410	Cos φ 0,8	

**Schéma N°9**

### 8.11.6 Autre méthode de calcul



<b>CALCUL de la CHUTE de TENSION TRIPHASEE</b>					
Désignation	$P_{(kW)}$	$Q_{(kVAr)}$	$R_{(m\Omega)}$	$X_{(m\Omega)}$	$\Delta u_{(%)}$
Réseau HTA/410 Volts	504	378	0,02	0,018	0,01
Transformateur/410 Volts	504	378	3,5	10,6	3,43
Liaison TR/TGBT	504	378	0,411	0,266	0,183
Total TGBT	504	378	3,931	10,884	3,62
Alimentation Atelier	80	60	23,23	14,4	1,57
<b>TOTAL</b>					<b>5,19</b>

Formule utilisée

$$\Delta u_{( \% )} = \left[ \left( R_{(m\Omega)} \times P_{(kW)} \right) + \left( X_{(m\Omega)} \times Q_{(kVar)} \right) \right] \times 100 / U_n^2 (V)$$

Note: Les résistances et les réactances sont calculées conformément au guide UTEC 15-105

Schéma N°10

<b>CALCUL de la CHUTE de TENSION</b>	N° d'ordre : <b>2017 Elec 2</b>	Rév. : <b>5</b>
<b>(Extrait du document Calcul des Installations Electriques)</b>	Auteur : <b>J.M BEAUSSY</b>	
<b>Bases théoriques - Aide mémoire</b>	Date : <b>13/05/1983</b>	
	Révision : <b>23/01/2017</b>	Page : <b>12/21</b>

### 8.12 Chute de tension (Cas d'un transformateur alimentant un moteur électrique de forte puissance)

Cette méthode simplifiée permet de s'assurer que la puissance du transformateur est suffisante et permet le démarrage du moteur dans de bonnes conditions.

#### 8.12.1 Formules approchées

Coefficient de surcharge	
Moteur seul	Installation en service alimentant un moteur
$K = \frac{P_m \times \frac{I_d}{I_n}}{P_T} \cong \frac{\frac{\Delta u}{U}}{u_{cc}}$	$K = \frac{P_{T1} + P_m \times \left(\frac{I_d}{I_n} - 1\right)}{P_{T2}} \cong \frac{\frac{\Delta u}{U}}{u_{cc}}$
$P_m(kVA)$ → Puissance du moteur au démarrage $P_T(kVA)$ → Puissance totale du transformateur $\frac{I_d}{I_n}$ → Appel de courant au démarrage du moteur $\frac{\Delta u}{U}$ → Chute de tension autorisée en (%)	$P_{T1}(kVA)$ → Puissance avant mise en service du moteur $P_{T2}(kVA)$ → Puissance totale du transformateur $u_{cc}(\%)$ → Tension de court-circuit du transformateur $\frac{\Delta u}{U}$ → Chute de tension autorisée en (%)

Extrait documentation « UNELEC »

#### 8.12.2 Exemple d'application N°1 (Cas du moteur seul en aval d'un transformateur)

##### Données

Moteur asynchrone triphasé  $P = 160kW$  avec  $\cos\varphi = 0,85$  et  $\eta = 0,95 \rightarrow P_m = 198kVA$

Transformateur HTA/BTA :  $u_{cc}(\%) = 4\%$  Démarrage étoile triangle  $\frac{I_d}{I_n} = 2$

Chute de tension autorisée  $\frac{\Delta u}{U} = 5\%$

##### Solution

Coefficient de surcharge

$$K = \frac{\frac{\Delta u}{U}}{u_{cc}} = \frac{5}{4} = 1,25$$

Puissance du transformateur

$$P_T = \left( P_m \times \frac{I_d}{I_n} \right) \times K = \frac{198 \times 2}{1,25} = 317kVA \rightarrow \text{Puissance normalisée la plus proche : } 400kVA$$

#### 8.12.3 Exemple d'application N°2 (Cas du transformateur alimentant un réseau)

##### Données :

Moteur asynchrone triphasé  $P = 160kW$  avec  $\cos\varphi = 0,85$  et  $\eta = 0,95 \rightarrow P_m = 198kVA$

Puissance du transformateur avant mise en service du moteur :  $P_{T1}(kVA) = 1500$

Puissance nominale du transformateur :  $P_{T2}(kVA) = 2000$

<b>CALCUL de la CHUTE de TENSION</b>	N° d'ordre : <b>2017 Elec 2</b>	Rév. : <b>5</b>
<b>(Extrait du document Calcul des Installations Electriques)</b>	Auteur : <b>J.M BEAUSSY</b>	
<b>Bases théoriques - Aide mémoire</b>	Date : <b>13/05/1983</b>	
	Révision : <b>23/01/2017</b>	Page : <b>13/21</b>

Tension de court-circuit du transformateur :  $u_{cc(\%)} = 7\%$

Démarrage étoile triangle  $\frac{I_d}{I_n} = 2$

Chute de tension autorisée  $\frac{\Delta u}{U} = 5\%$  soit 20Volts pour  $U = 400\text{Volts}$

▪ **Solution**

Coefficient de surcharge

$$K = \frac{P_{T1} + P_m \times \left(\frac{I_d}{I_n} - 1\right)}{P_{T2}} = \frac{1500 + 198 \times (2 - 1)}{2000} = 0,849$$

Chute de tension

$$K = \frac{\Delta u}{U} = 0,845 \rightarrow \frac{\Delta u}{u_{cc}} = 7 \times 0,845 \rightarrow \Delta u = \frac{400 \times 7 \times 0,845}{100} = 23,77\text{Volts}$$

Cette chute de tension est légèrement supérieure à la chute de tension tolérée (à la quelle, il est nécessaire d'ajouter celle due au câble d'alimentation).

Le lecteur pourra aussi se reporter à l'ouvrage suivant : « Utilisation industrielle des moteurs à courant alternatifs » Auteur Schneider

**8.13.4 Chute de tension interne dans les transformateurs**

Chute résistive (%)	Chute inductive (%)	Chute totale (%)
$e_r = \frac{P_{joules} \times 100}{P_n}$	$e_s = \sqrt{(u_{cc(\%)})^2 - e_r^2}$	$\Delta u = \text{Coef de charge } e \times (e_r \cos \varphi + e_s \sin \varphi)$

Extrait du stage G3 « MERLIN GERIN 1991 »

**Exemple d'application**

Calculez la chute de tension interne dans un transformateur triphasé HTA/BTA de 160KVA - U = 400/231 Volts -  $u_{cc} = 5,5\%$  -  $P_j = 5,65\text{kW}$  chargé à  $\frac{3}{4}$  de charge et débitant sur une charge dont le  $\cos \varphi = 0,8$ .

Chute résistive (%)	Chute inductive (%)	Chute totale (%)
$e_r = \frac{5,65 \times 100}{250} = 2,26\%$	$e_s = \sqrt{5,65^2 - 2,26^2} = 5,01\%$	$\Delta u = \frac{3}{4} \times (0,8 \times 2,26 + 5,01 \times 0,6) = 3,6\%$

**Annexe 7 : Chute de tension**

Annexe 7-1 : Impédance apparente des câbles à basse tension (Extrait de la documentation Technique de chez TREFIMETAUX)

Annexe 7-2 : Monogrammes : choix d'une section pour une intensité, une chute de tension et un  $\cos \varphi$  donné.

Annexe 7-3 : Impédance apparente des câbles BTA (D'après UTE C 15-500).

Annexe 7-4 Tableaux T1 à T81 donnant les longueurs maximales autorisées.

**Remarque N°5 :** Les monogrammes sont construits à partir des impédances données dans le catalogue TREFIMETAUX

<b>CALCUL de la CHUTE de TENSION</b>	N° d'ordre : <b>2017 Elec 2</b>	Rév. : <b>5</b>
<b>(Extrait du document Calcul des Installations Electriques)</b>	Auteur : <b>J.M BEAUSSY</b>	
<b>Bases théoriques - Aide mémoire</b>	Date : <b>13/05/1983</b>	
	Révision : <b>23/01/2017</b>	Page : <b>14/21</b>

### Hypothèses de départ

Les circuits électriques étant supposés équilibrés

$$\left. \begin{array}{l} \Delta u = x\% \\ V = \frac{U}{\sqrt{3}} \\ I_b = 10A \\ I_b = 50A \\ I_b = 100A \end{array} \right\} \text{Calcul de la chute de tension pour un conducteur}$$

Z en  $\Omega/km$  Impédance pour un conducteur relevée sur catalogue TREFIMETAUX

### Chute de tension triphasée

$$\Delta u = \frac{Z \times I \times L}{1000} \text{ avec } \Delta u = \frac{U}{\sqrt{3}} \times \frac{x}{100}$$

$$\Delta u = \frac{Z \times I \times L}{1000} = \frac{U}{\sqrt{3}} \times \frac{x}{100} \text{ d'où } L_{3(m)} = \frac{U(V) \times x(\%) \times 10}{\sqrt{3} \times Z(\Omega/km) \times I(A)} \text{ ou } L_{3(m)} = \frac{V(V) \times x(\%) \times 10}{Z(\Omega/km) \times I(A)} \text{ avec } \Delta u = 5\% = Cte$$

$I_b(A)$		Longueurs en mètres $L_{3(triphasé)}$		
		10A	50A	100A
$U_{ph/ph}$	220V	$\frac{220 \times 5}{\sqrt{3} \times Z} = \frac{635,08}{Z}$	$\frac{220}{\sqrt{3} \times Z} = \frac{127}{Z}$	$\frac{220 \times 5}{\sqrt{3} \times Z \times 10} = \frac{63,5}{Z}$
	237V	$\frac{237 \times 5}{\sqrt{3} \times Z} = \frac{684,16}{Z}$	$\frac{237}{\sqrt{3} \times Z} = \frac{136,83}{Z}$	$\frac{237 \times 5}{\sqrt{3} \times Z \times 10} = \frac{68,41}{Z}$
	380V	$\frac{410 \times 5}{\sqrt{3} \times Z} = \frac{1183,56}{Z}$	$\frac{410}{\sqrt{3} \times Z} = \frac{236,71}{Z}$	$\frac{410 \times 5}{\sqrt{3} \times Z \times 10} = \frac{118,36}{Z}$
	410V	$\frac{380 \times 5}{\sqrt{3} \times Z} = \frac{1096,96}{Z}$	$\frac{380}{\sqrt{3} \times Z} = \frac{219,4}{Z}$	$\frac{380 \times 5}{\sqrt{3} \times Z \times 10} = \frac{109,7}{Z}$

### Généralisation de la méthode

Détermination de la longueur maximale

$$L_{1(m)} = \frac{U(V) \times x(\%) \times 10}{\sqrt{3} \times Z(\Omega/km) \times I_{1(A)}} \text{ et } L_{2(m)} = \frac{U(V) \times x(\%) \times 10}{\sqrt{3} \times Z(\Omega/km) \times I_{2(A)}} \text{ Tous les calculs faits on obtient}$$

$$\frac{L_{1(m)}}{L_{2(m)}} = \frac{I_{2(A)}}{I_{1(A)}} \text{ d'où l'on tire par exemple } L_{2(m)} = L_{1(m)} \times \frac{I_{1(A)}}{I_{2(A)}}$$

### Application 1

Calculer la longueur maximale d'une canalisation électrique alimentée en 237 Volts triphasée parcourue par un courant  $I_b = 35 A$  sachant que  $S = 6^2$  cuivre et que la chute de tension permise est de 5%.

On prendra le tableau Excel T1 ( $U_{ph/ph} = 237V$ , à  $\cos\phi = 0,8$ ,  $\Delta u = 5\%$ ,  $L_1 = 59m$  pour  $I_1 = 40A$ )

$$L_{2(m)} = L_{1(m)} \times \frac{I_{1(A)}}{I_{2(A)}} \text{ soit : } L_{2(m)} = 59 \times \frac{40}{35} = 67,5m$$

Ce résultat est tout à fait comparable avec celui obtenu par exemple avec le curseur conçu et réalisé par les APAVE E116 face B (Curseur non disponible à la vente)

<b>CALCUL de la CHUTE de TENSION</b>	N° d'ordre : <b>2017 Elec 2</b>	Rév. : <b>5</b>
<b>(Extrait du document Calcul des Installations Electriques)</b>	Auteur : <b>J.M BEAUSSY</b>	
<b>Bases théoriques - Aide mémoire</b>	Date : <b>13/05/1983</b>	
	Révision : <b>23/01/2017</b>	Page : <b>15/21</b>

### Détermination de la chute de tension en pourcentage

$$L_{1(m)} = \frac{U_{(V)} \times x_1(\%) \times 10}{\sqrt{3} \times Z_{(\Omega/km)} \times I_{(A)}} \quad \text{et} \quad L_{2(m)} = \frac{U_{(V)} \times x_2(\%) \times 10}{\sqrt{3} \times Z_{(\Omega/km)} \times I_{(A)}} \quad \text{Tous les calculs faits on obtient}$$

$$\frac{L_{1(m)}}{L_{2(m)}} = \frac{x_1(\%)}{x_2(\%)} \quad \text{d'où l'on tire par exemple} \quad x_2(\%) = x_1(\%) \times \frac{L_{2(m)}}{L_{1(m)}}$$

### Application 2

Calculer la chute de tension maximale en pourcentage d'une canalisation électrique de 100 mètres de longueur, alimentée en 237 Volts triphasée et parcourue par un courant  $I_b = 40 \text{ A}$  sachant que  $S = 16^2$  cuivre et que la longueur maximale permise est de 151 mètres pour 5%. On prendra le tableau Excel T1

( $U_{ph/ph} = 237V$ , à  $\cos\varphi = 0,8$ ,  $\Delta u = 5\%$ ,  $L_1 = 151m$  pour  $I_1 = 40A$ )

$$x_2(\%) = x_1(\%) \times \frac{L_2(m)}{L_1(m)} \quad \text{soit : } x_2(\%) = 5 \times \frac{100}{151} = 3,3\%$$

Ce résultat est tout à fait comparable avec celui obtenu par exemple avec le curseur APAVE E116 face B

### Application 3

#### Cas de plusieurs câbles en parallèles

Calculer la chute de tension maximale d'une canalisation électrique de 35 mètres de longueur, alimentée en 410 Volts triphasée et parcourue par un courant  $I_b = 450 \text{ A}$  à  $\cos\varphi = 0,8$  sachant qu'elle est constituée par 2 câbles en parallèle de section égale à 150. On prendra le tableau T11

#### Solution

1- Intensité parcourue par chacun des conducteurs :

$$I = \frac{I_{total}}{2} = \frac{450}{2} = 225A$$

2- Longueur maximale autorisée pour  $\Delta u = 5\%$

$$L_2(m) = L_1(m) \times \frac{I_1(A)}{I_2(A)} \quad \text{soit : } L_2(m) = 1741 \times \frac{40}{225} = 309,5m$$

3- chute de tension

$$x_2(\%) = x_1(\%) \times \frac{L_2(m)}{L_1(m)} \quad \text{soit : } x_2(\%) = 5 \times \frac{35}{309,5} = 0,57\%$$

Ce résultat est tout à fait comparable avec celui obtenu par exemple avec le curseur APAVE E116 face B

#### Chute de tension monophasée (entre Phase et Neutre)

$$\Delta u = \frac{2 \times Z \times I \times L}{1000} \quad \text{avec} \quad \Delta u = \frac{U}{\sqrt{3}} \times \frac{x}{100}$$

$$\Delta u = \frac{2 \times Z \times I \times L}{1000} = \frac{U}{\sqrt{3}} \times \frac{x}{100} \quad \text{d'où} \quad L_{1(m)} = \frac{U_{(V)} \times x(\%) \times 10}{2 \times \sqrt{3} \times Z_{(\Omega/km)} \times I_{(A)}} \quad \text{ou} \quad L_{1(m)} = \frac{V_{(V)} \times x(\%) \times 10}{2 \times Z_{(\Omega/km)} \times I_{(A)}} \quad \text{avec} \quad \Delta u = 5\% = Cte$$

$I_{b(A)}$		Longueurs en mètres $L_{1(monophasé)}$		
		10A	50A	100A
$U_{ph / neutre}$	220V	$\frac{220 \times 5}{2 \times \sqrt{3} \times Z} = \frac{317,54}{Z}$	$\frac{220}{2 \times \sqrt{3} \times Z} = \frac{63,5}{Z}$	$\frac{220 \times 5}{2 \times \sqrt{3} \times Z \times 10} = \frac{31,75}{Z}$
	237V	$\frac{237 \times 5}{2 \times \sqrt{3} \times Z} = \frac{342,08}{Z}$	$\frac{237}{2 \times \sqrt{3} \times Z} = \frac{68,41}{Z}$	$\frac{237 \times 5}{2 \times \sqrt{3} \times Z \times 10} = \frac{34,2}{Z}$
	410V	$\frac{410 \times 5}{2 \times \sqrt{3} \times Z} = \frac{591,78}{Z}$	$\frac{410}{2 \times \sqrt{3} \times Z} = \frac{118,35}{Z}$	$\frac{410 \times 5}{2 \times \sqrt{3} \times Z \times 10} = \frac{59,18}{Z}$
	380V	$\frac{380 \times 5}{2 \times \sqrt{3} \times Z} = \frac{548,48}{Z}$	$\frac{380}{2 \times \sqrt{3} \times Z} = \frac{109,7}{Z}$	$\frac{380 \times 5}{2 \times \sqrt{3} \times Z \times 10} = \frac{54,48}{Z}$

### Chute de tension biphasée (entre 2 Phases)

$$\Delta u = \frac{2 \times Z \times I \times L}{1000} \text{ avec } \Delta u = U \times \frac{x}{100}$$

$$\Delta u = \frac{2 \times Z \times I \times L}{1000} = U \times \frac{x}{100} \text{ d'où } L_{2(m)} = \frac{U(v) \times x(\%) \times 10}{2 \times Z(\Omega / km) \times I(A)}$$

$\Delta u = 5\% = \text{Cte}$

$I_{b(A)}$		Longueurs en mètres $L_{2(Biphasé)}$		
		10A	50A	100A
$U_{ph / ph}$	220V	$\frac{220 \times 5}{2 \times Z} = \frac{550}{Z}$	$\frac{220}{2 \times Z} = \frac{110}{Z}$	$\frac{220 \times 5}{2 \times Z \times 10} = \frac{55}{Z}$
	237V	$\frac{237 \times 5}{2 \times Z} = \frac{592,5}{Z}$	$\frac{237}{2 \times Z} = \frac{118,5}{Z}$	$\frac{237 \times 5}{2 \times Z \times 10} = \frac{59,25}{Z}$
	410V	$\frac{410 \times 5}{2 \times Z} = \frac{1025}{Z}$	$\frac{410}{2 \times Z} = \frac{205}{Z}$	$\frac{410 \times 5}{2 \times Z \times 10} = \frac{102,5}{Z}$
	380V	$\frac{380 \times 5}{2 \times Z} = \frac{950}{Z}$	$\frac{380}{2 \times Z} = \frac{190}{Z}$	$\frac{380 \times 5}{2 \times Z \times 10} = \frac{90}{Z}$

### Calcul la longueur maximale d'une canalisation connaissant un autre paramètre

$$L_{1(m)} = \frac{U(v) \times x(\%) \times 10}{2 \times \sqrt{3} \times Z(\Omega / km) \times I(A)}$$

$$L_{2(m)} = \frac{U(v) \times x(\%) \times 10}{2 \times Z(\Omega / km) \times I(A)}$$

$$L_{3(m)} = \frac{U(v) \times x(\%) \times 10}{\sqrt{3} \times Z(\Omega / km) \times I(A)}$$

$$\frac{L_{3(triphasé)}}{L_{1(monophasé)}} = \frac{2 \times \sqrt{3} \times Z \times I}{\sqrt{3} \times Z \times I} \text{ soit : } \frac{L_3}{L_1} = 2$$

$$L_1 = \frac{L_3}{2} \text{ ou } L_3 = 2 \times L_1$$



<b>CALCUL de la CHUTE de TENSION</b>	N° d'ordre : <b>2017 Elec 2</b>	Rév. : <b>5</b>
<b>(Extrait du document Calcul des Installations Electriques)</b>	Auteur : <b>J.M BEAUSSY</b>	
<b>Bases théoriques - Aide mémoire</b>	Date : <b>13/05/1983</b>	
	Révision : <b>23/01/2017</b>	Page : <b>17/21</b>

$$\frac{L_3(\text{triphasé})}{L_2(\text{biphasé})} = \frac{2 \times Z \times I}{\sqrt{3} \times Z \times I} \text{ soit : } \frac{L_3}{L_2} = \frac{2}{\sqrt{3}}$$

$$L_2 = L_3 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ ou } L_3 = L_2 \times \frac{2}{\sqrt{3}}$$

### Comparaison entre les chutes de tension

#### En pourcentage

Chute de tension triphasée

$$\Delta u_3(v) = \frac{Z \times I \times L}{1000} \times \sqrt{3} \text{ en pourcentage } \Delta u_3(\%) = \frac{\Delta u_3(v) \times 100}{U} \text{ soit :}$$

$$\Delta u_3(\%) = \frac{Z \times I \times L}{1000} \times \sqrt{3} \times \frac{100}{U}$$

Chute de tension monophasée

$$\Delta u_1(v) = 2 \times \frac{Z \times I \times L}{1000} \text{ en pourcentage } \Delta u_1(\%) = \frac{\Delta u_1(v) \times 100}{V} \text{ soit :}$$

$$\Delta u_1(\%) = 2 \times \frac{Z \times I \times L}{1000} \times \frac{100}{U} \times \sqrt{3}$$

$$\frac{\Delta u_3(\%)}{\Delta u_1(\%)} = \frac{1}{2} \text{ soit :}$$

$$\Delta u_1(\%) = 2 \times \Delta u_3(\%)$$

#### En tension

$$\Delta u_3(v) = \frac{Z \times I \times L}{1000} \times \sqrt{3}$$

$$\Delta u_1(v) = 2 \times \frac{Z \times I \times L}{1000}$$

$$\frac{\Delta u_3(v)}{\Delta u_1(v)} = \frac{Z \times I \times L \times \sqrt{3} \times 1000}{2 \times Z \times I \times L \times 1000} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\Delta u_1(v) = \Delta u_3(v) \times \frac{2}{\sqrt{3}} \text{ soit : } \Delta u_1(v) = 1,15 \times \Delta u_3(v)$$

Les tableaux ci-après donnent, pour les câbles BT non armés et armés, des valeurs pratiques d'impédance qui permettent de résoudre avec une approximation suffisante la majorité des problèmes courants concernant les canalisations à Basse Tension.

<b>CALCUL de la CHUTE de TENSION</b>	N° d'ordre : <b>2017 Elec 2</b>	Rév. : <b>5</b>
<b>(Extrait du document Calcul des Installations Electriques)</b>	Auteur : <b>J.M BEAUSSY</b>	
<b>Bases théoriques - Aide mémoire</b>	Date : <b>13/05/1983</b>	
	Révision : <b>23/01/2017</b>	Page : <b>18/21</b>

### CABLES BASSE TENSION NON ARMES (Température Moyenne 65°C)

Câbles à âme cuivre Valeur des impédances en Ω/km à				Section (mm <sup>2</sup> )	Câbles à âme aluminium Valeur des impédances en Ω/km à			
Cos φ = 0,3	Cos φ = 0,5	Cos φ = 0,8	Cos φ = 1		Cos φ = 0,3	Cos φ = 0,5	Cos φ = 0,8	Cos φ = 1
4,4	7,2	11,5	14,24	1,5	-	-	-	-
2,7	4,4	6,9	8,72	2,5	-	-	-	-
1,7	2,8	4,4	5,43	4	-	-	-	8,75
1,17	1,9	2,9	3,62	6	-	-	-	5,45
0,72	1,14	1,7	2,15	10	1,12	1,88	2,91	3,64
0,48	0,75	1,13	1,35	16	0,75	1,2	1,86	2,256
0,33	0,5	0,73	0,856	25	0,5	0,79	1,18	1,418
0,27	0,39	0,54	0,617	35	0,39	0,59	0,86	1,025
0,22	0,3	0,4	0,455	50	0,31	0,45	0,65	0,757
0,18	0,235	0,3	0,268	70	0,24	0,34	0,46	0,523
0,15	0,19	0,23	0,227	95	0,19	0,26	0,35	0,378
0,14	0,165	0,19	0,180	120	0,17	0,22	0,28	0,299
0,124	0,15	0,17	0,146	150	0,15	0,19	0,24	0,243
0,114	0,13	0,14	0,1166	185	0,14	0,17	0,2	0,1937
0,103	0,115	0,12	0,0887	240	0,12	0,14	0,17	0,1477
0,097	0,105	0,11	0,0707	300	0,11	0,13	0,14	0,1181
0,092	0,097	0,096	0,0553	400	0,102	0,115	0,12	0,0931

Tableau N° 1

### CABLES BASSE TENSION ARMES (Température Moyenne 65°C)

Câbles à âme cuivre Valeur des impédances en Ω/km à				Section (mm <sup>2</sup> )	Câbles à âme aluminium Valeur des impédances en Ω/km à			
Cos φ = 0,3	Cos φ = 0,5	Cos φ = 0,8	Cos φ = 1		Cos φ = 0,3	Cos φ = 0,5	Cos φ = 0,8	Cos φ = 1
4,4	7,2	11,5	14,24	1,5	-	-	-	-
2,7	4,4	6,9	8,72	2,5	-	-	-	-
1,7	2,8	4,4	5,43	4	-	-	-	8,75
1,19	1,9	2,96	3,62	6	-	-	-	5,45
0,743	1,16	1,78	2,15	10	-	-	-	3,64
0,501	0,765	1,15	1,35	16	0,772	1,21	1,87	2,256
0,349	0,512	0,743	0,856	25	0,518	0,793	1,19	1,418
0,275	0,39	0,551	0,617	35	0,399	0,596	0,88	1,025
0,226	0,309	0,421	0,455	50	0,316	0,46	0,662	0,757
0,183	0,239	0,309	0,268	70	0,245	0,342	0,475	0,523
0,155	0,192	0,237	0,227	95	0,2	0,268	0,358	0,378
0,141	0,169	0,2	0,180	120	0,176	0,228	0,295	0,299
0,13	0,152	0,172	0,146	150	0,159	0,2	0,25	0,243
0,122	0,138	0,15	0,1166	185	0,145	0,176	0,211	0,1937
0,114	0,129	0,128	0,0887	240	0,131	0,153	0,174	0,1477
0,109	0,115	0,114	0,0707	300	0,117	0,135	0,147	0,1181
0,1	0,105	0,102	0,0553	400	0,110	0,122	0,128	0,0931

Tableau N° 2

<b>CALCUL de la CHUTE de TENSION</b>	N° d'ordre : <b>2017 Elec 2</b>	Rév. : <b>5</b>
<b>(Extrait du document Calcul des Installations Electriques)</b>	Auteur : <b>J.M BEAUSSY</b>	
<b>Bases théoriques - Aide mémoire</b>	Date : <b>13/05/1983</b>	
	Révision : <b>23/01/2017</b>	Page : <b>19/21</b>

**CABLES BASSE TENSION NON ARMES (Température Moyenne 70°C)**

Câbles à âme cuivre Valeur des impédances en Ω/km à				Section (mm <sup>2</sup> )	Câbles à âme aluminium Valeur des impédances en Ω/km à			
Cos φ = 0,3	Cos φ = 0,5	Cos φ = 0,8	Cos φ = 1		Cos φ = 0,3	Cos φ = 0,5	Cos φ = 0,8	Cos φ = 1
4,44	7,33	11,65	14,48	1,5	-	-	-	-
2,75	4,52	7,15	8,87	2,5	-	-	-	-
1,74	2,84	4,47	5,52	4	-	-	-	-
1,19	1,92	3,00	3,69	6	1,74	2,84	4,48	5,54
0,73	1,17	1,80	2,19	10	1,19	1,92	3,01	3,70
0,49	0,76	1,15	1,38	16	0,76	1,21	1,88	2,295
0,33	0,50	0,74	0,870	25	0,51	0,79	1,20	1,442
0,26	0,38	0,55	0,627	35	0,38	0,59	0,88	1,043
0,21	0,30	0,42	0,463	50	0,30	0,45	0,66	0,770
0,166	0,22	0,30	0,273	70	0,23	0,33	0,47	0,532
0,137	0,177	0,23	0,231	95	0,183	0,25	0,35	0,384
0,122	0,142	0,189	0,183	120	0,158	0,21	0,29	0,304
0,112	0,136	0,161	0,148	150	0,142	0,185	0,24	0,248
0,103	0,121	0,137	0,1186	185	0,127	0,160	0,20	0,1970
0,094	0,106	0,114	0,0902	240	0,112	0,136	0,162	0,1502
0,097	0,105	0,107	0,0719	300	0,102	0,120	0,137	0,1202
0,092	0,097	0,094	0,0562	400	0,102	0,114	0,121	0,0947

Tableau N°3

**CABLES BASSE TENSION ARMES (Température Moyenne 70°C)**

Câbles à âme cuivre Valeur des impédances en Ω/km à				Section (mm <sup>2</sup> )	Câbles à âme aluminium Valeur des impédances en Ω/km à			
Cos φ = 0,3	Cos φ = 0,5	Cos φ = 0,8	Cos φ = 1		Cos φ = 0,3	Cos φ = 0,5	Cos φ = 0,8	Cos φ = 1
4,45	7,34	11,65	14,48	1,5	-	-	-	-
2,76	4,52	7,16	8,87	2,5	-	-	-	-
1,75	2,84	4,47	5,52	4	-	-	-	-
1,195	1,924	3,004	3,69	6	1,752	2,85	4,49	5,54
0,742	1,172	1,805	2,19	10	1,195	1,927	3,01	3,70
0,494	0,762	1,152	1,38	16	0,770	1,221	1,887	2,295
0,341	0,508	0,747	0,870	25	0,513	0,794	1,20	1,442
0,266	0,385	0,551	0,627	35	0,391	0,593	0,88	1,043
0,216	0,302	0,419	0,463	50	0,309	0,455	0,66	0,770
0,172	0,230	0,305	0,273	70	0,236	0,335	0,474	0,532
0,144	0,183	0,232	0,231	95	0,189	0,259	0,354	0,384
0,129	0,159	0,192	0,183	120	0,165	0,219	0,290	0,304
0,119	0,142	0,165	0,148	150	0,149	0,191	0,245	0,248
0,110	0,127	0,142	0,1186	185	0,133	0,166	0,204	0,1970
0,101	0,112	0,118	0,0902	240	0,119	0,142	0,166	0,1502

Tableau N°4

<b>CALCUL de la CHUTE de TENSION</b>	N° d'ordre : <b>2017 Elec 2</b>	Rév. : <b>5</b>
<b>(Extrait du document Calcul des Installations Electriques)</b>	Auteur : <b>J.M BEAUSSY</b>	
<b>Bases théoriques - Aide mémoire</b>	Date : <b>13/05/1983</b>	
	Révision : <b>23/01/2017</b>	Page : <b>20/21</b>

**CABLES BASSE TENSION NON ARMES (Température Moyenne 80°C)**

Câbles à âme cuivre Valeur des impédances en $\Omega/\text{km}$ à				Section ( $\text{mm}^2$ )	Câbles à âme aluminium Valeur des impédances en $\Omega/\text{km}$ à			
Cos $\varphi = 0,3$	Cos $\varphi = 0,5$	Cos $\varphi = 0,8$	Cos $\varphi = 1$		Cos $\varphi = 0,3$	Cos $\varphi = 0,5$	Cos $\varphi = 0,8$	Cos $\varphi = 1$
4,59	7,57	12	14,95	1,5	-	-	-	-
2,84	4,66	7,38	9,16	2,5	-	-	-	-
1,79	2,93	4,61	5,70	4	-	-	-	-
1,22	1,98	3,10	3,81	6	1,80	2,94	4,63	5,72
0,76	1,20	1,86	2,26	10	1,23	1,98	3,11	3,82
0,50	0,78	1,18	1,42	16	0,79	1,25	1,94	2,372
0,34	0,52	0,76	0,898	25	0,52	0,81	1,24	1,490
0,27	0,39	0,56	0,648	35	0,40	0,60	0,91	1,078
0,21	0,30	0,43	0,478	50	0,31	0,46	0,68	0,796
0,169	0,23	0,31	0,282	70	0,23	0,34	0,48	0,550
0,139	0,181	0,23	0,239	95	0,187	0,26	0,36	0,397
0,124	0,155	0,193	0,189	120	0,161	0,22	0,29	0,314
0,113	0,138	0,165	0,153	150	0,144	0,189	0,25	0,256
0,104	0,122	0,140	0,1225	185	0,129	0,163	0,21	0,2037
0,0948	0,107	0,117	0,0932	240	0,113	0,138	0,166	0,1552
0,098	0,106	0,108	0,0743	300	0,104	0,122	0,141	0,1242
0,092	0,098	0,095	0,0581	400	0,103	0,116	0,124	0,0979

**Tableau N°5**

**CABLES BASSE TENSION ARMES (Température Moyenne 80°C)**

Câbles à âme cuivre Valeur des impédances en $\Omega/\text{km}$ à				Section ( $\text{mm}^2$ )	Câbles à âme aluminium Valeur des impédances en $\Omega/\text{km}$ à			
Cos $\varphi = 0,3$	Cos $\varphi = 0,5$	Cos $\varphi = 0,8$	Cos $\varphi = 1$		Cos $\varphi = 0,3$	Cos $\varphi = 0,5$	Cos $\varphi = 0,8$	Cos $\varphi = 1$
4,60	7,58	12	14,95	1,5	-	-	-	-
2,85	4,67	7,39	9,16	2,5	-	-	-	-
1,80	2,93	4,62	5,70	4	-	-	-	-
1,232	1,985	3,10	3,81	6	1,81	2,94	4,64	5,72
0,764	1,208	1,863	2,26	10	1,23	1,99	3,11	3,82
0,507	0,784	1,188	1,42	16	0,79	1,26	1,95	2,372
0,350	0,522	0,769	0,898	25	0,53	0,82	1,24	1,490
0,273	0,395	0,568	0,648	35	0,40	0,61	0,91	1,078
0,221	0,309	0,431	0,478	50	0,32	0,47	0,69	0,796
0,176	0,235	0,313	0,282	70	0,24	0,34	0,49	0,550
0,146	0,127	0,238	0,239	95	0,193	0,27	0,36	0,397
0,131	0,162	0,198	0,189	120	0,168	0,22	0,30	0,314
0,120	0,144	0,169	0,153	150	0,151	0,195	0,250	0,256
0,111	0,129	0,144	0,1225	185	0,136	0,170	0,210	0,2037
0,102	0,113	0,121	0,0932	240	0,120	0,144	0,170	0,1552

**Tableau N°6**

<b>CALCUL de la CHUTE de TENSION</b>	N° d'ordre : <b>2017 Elec 2</b>	Rév. : <b>5</b>
<b>(Extrait du document Calcul des Installations Electriques)</b>	Auteur : <b>J.M BEAUSSY</b>	
<b>Bases théoriques - Aide mémoire</b>	Date : <b>13/05/1983</b>	
	Révision : <b>23/01/2017</b>	Page : <b>21/21</b>

**CABLES BASSE TENSION NON ARMES (Température Moyenne 90°C)**

Câbles à âme cuivre Valeur des impédances en Ω/km à				Section (mm <sup>2</sup> )	Câbles à âme aluminium Valeur des impédances en Ω/km à			
Cos φ = 0,3	Cos φ = 0,5	Cos φ = 0,8	Cos φ = 1		Cos φ = 0,3	Cos φ = 0,5	Cos φ = 0,8	Cos φ = 1
4,7	7,8	12,4	15,43	1,5	-	-	-	-
2,9	4,80	7,6	9,45	2,5	-	-	-	-
1,85	3,0	4,8	5,88	4	-	-	-	-
1,26	2,0	3,2	3,93	6	1,85	3	4,8	5,91
0,78	1,024	1,9	2,33	10	1,26	2	3,2	3,95
0,51	0,80	1,22	1,47	16	0,81	1,3	2,0	2,449
0,35	0,53	0,79	0,927	25	0,54	0,84	1,28	1,539
0,27	0,40	0,58	0,668	35	0,41	0,62	0,94	1,113
0,22	0,31	0,44	0,493	50	0,32	0,48	0,70	0,822
0,172	0,234	0,32	0,291	70	0,24	0,35	0,50	0,568
0,141	0,184	0,24	0,246	95	0,191	0,27	0,37	0,410
0,126	0,158	0,20	0,195	120	0,164	0,22	0,30	0,324
0,115	0,140	0,169	0,158	150	0,147	0,193	0,25	0,264
0,105	0,124	0,143	0,1264	185	0,131	0,166	0,21	0,2103
0,096	0,109	0,119	0,0961	240	0,115	0,141	0,17	0,1603
0,099	0,109	0,110	0,0766	300	0,105	0,124	0,144	0,1282
0,093	0,099	0,097	0,0599	400	0,140	0,117	0,126	0,1010

Tableau N°7

**CABLES BASSE TENSION ARMES (Température Moyenne 90°C)**

Câbles à âme cuivre Valeur des impédances en Ω/km à				Section (mm <sup>2</sup> )	Câbles à âme aluminium Valeur des impédances en Ω/km à			
Cos φ = 0,3	Cos φ = 0,5	Cos φ = 0,8	Cos φ = 1		Cos φ = 0,3	Cos φ = 0,5	Cos φ = 0,8	Cos φ = 1
4,7	7,8	12,4	15,43	1,5	-	-	-	-
2,9	4,8	7,6	9,45	2,5	-	-	-	-
1,86	3,0	4,80	5,88	4	-	-	-	-
1,268	2,0	3,20	3,93	6	1,863	3	4,8	5,91
0,785	1,24	1,9	2,33	10	1,270	2	3,2	3,95
0,521	0,81	1,22	1,47	16	0,816	1,3	2	2,449
0,359	0,536	0,79	0,927	25	0,542	0,843	1,28	1,539
0,279	0,405	0,58	0,668	35	0,412	0,628	0,94	1,113
0,225	0,317	0,44	0,493	50	0,324	0,481	0,71	0,822
0,179	0,240	0,32	0,291	70	0,247	0,353	0,502	0,568
0,148	0,190	0,24	0,246	95	0,197	0,272	0,374	0,410
0,132	0,165	0,20	0,195	120	0,171	0,229	0,306	0,324
0,122	0,146	0,173	0,158	150	0,153	0,199	0,258	0,264
0,112	0,131	0,150	0,1264	185	0,137	0,173	0,215	0,2103
0,102	0,115	0,123	0,0961	240	0,122	0,147	0,174	0,1603

Tableau N°8