

CALCUL de la CHUTE de TENSION	N° d'ordre : 2016-Elec 7	Rév. : 4
(Extrait du document : Etude des installations électriques à basse tension « Bases théoriques Aide mémoire »)	Classement : Forum Electrotechnique	
Note de l'auteur : Ce document ne sera pas communiqué aux divers demandeurs.	Auteur : J.M BEAUSSY	
	Date : 08/10/2016	Page : 1/22

III CHUTE de TENSION

8 Chute de tension (Cas général)

8.1 Limites imposées par la norme NFC 15-100 ou CEI 364

8.1.1 En fonctionnement normal (Circuits établis)

Utilisations	Abonné BTA (Note 1)	Poste privé
Eclairage	3%	6%
Autres usages - Force Motrice	5%	8%

Note 1 : Il est admis que la chute de tension depuis le transformateur jusqu'au compteur abonné est de +3%

Remarque N°3 : Certains 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 ($\pm 5\%$)

Tension	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)			
$\Delta_{u(\%)}$	$\cos\varphi$	I_d	Durée	$\Delta_{u(\%)}$	$\cos\varphi$	I_d	Durée maxi
-10% à -15%	0,3 à 0,35	2 à $7I_n$	3 à 10s	-7%	0,85	1,5 à $2I_n$	$\leq 12mn$

8.2 Détermination de la chute de tension

1 conducteur	Monophasé ou biphasé	Monophasé	Triphasé
	$S_n = S_{ph}$	$S_n \neq S_{ph}$	
$\Delta_{u1} = I_b l (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$	$\Delta_{u2} = 2 I_b l (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$ 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 $\Delta_{u3} = \sqrt{3} \times \Delta_{u1}$
$\Delta_{u1(\%)} = \frac{\Delta_{u1(volts)} \times 100}{V}$	$\Delta_{u2(\%)} = \frac{\Delta_{u2(volts)} \times 100}{V \text{ ou } U}$	$\Delta_{u2(\%)} = \frac{(\Delta_{u(Phase)} + \Delta_{u(neutre)}) \times 100}{V}$	$\Delta_{u3(\%)} = \frac{\Delta_{u3(volts)} \times 100}{U}$
$V = \text{Tension simple} \quad U = \text{Tension composée}$			

CALCUL de la CHUTE de TENSION	N° d'ordre : 2016-Elec 7	Rév. : 4
(Extrait du document : Etude des installations électriques à basse tension « Bases théoriques Aide mémoire »	Classement : Forum Electrotechnique	
Note de l'auteur : Ce document ne sera pas communiqué aux divers demandeurs.	Auteur : J.M BEAUSSY	
	Date : 08/10/2016	Page : 2/22

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 ($m\Omega$) $X = \lambda \times \frac{l}{n}$	
PVC	PRC	\forall la nature de l'isolation	Disposition des conducteurs (Câbles unipolaires)
$\rho_1 = 1,2 \times \rho_0$	$\rho_1 = 1,28 \times \rho_0$		
$\rho_{0(cuivre)} = 18,51 m\Omega mm^2/m$ $\rho_{0(alu)} = 29,41 m\Omega mm^2/m$ $\rho_{1(cuivre)} = \frac{1000}{54} = 22,22$ $\rho_{1(alu)} = \frac{1200}{34} = 35,29$	$\rho_{0(cuivre)} = 18,51 m\Omega mm^2/m$ $\rho_{0(alu)} = 29,41 m\Omega mm^2/m$ $\rho_{1(cuivre)} = \frac{1280}{54} = 23,71$ $\rho_{1(alu)} = \frac{1280}{34} = 37,64$	$\lambda = 0,08 m\Omega/m \rightarrow$ $\lambda = 0,09 m\Omega/m \rightarrow$ $\lambda = 0,13 m\Omega/m \rightarrow$	Multiconducteurs ou en trèfle Mono conducteurs en nappe Mono conducteurs séparés
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 (Câbles unipolaires)
$\rho_1 = 1,25 \times \rho_0$			
$\rho_{0(cuivre)} = 18,51 m\Omega mm^2/m$ - $\rho_{0(alu)} = 29,41 m\Omega mm^2/m$ ou $\rho_{0(cuivre)} = \frac{1000}{54}$ - $\rho_{0(alu)} = \frac{1000}{34}$ $\rho_{1(cuivre)} = \frac{1250}{54} = 23,14$ - $\rho_{1(alu)} = \frac{1250}{34} = 36,76$		$\lambda = 0,08 m\Omega/m \rightarrow$ $\lambda = 0,09 m\Omega/m \rightarrow$ $\lambda = 0,13 m\Omega/m \rightarrow$	Multiconducteurs ou en trèfle Mono conducteurs en nappe Mono conducteurs séparés
R_1 en $m\Omega$ - L en m - S en mm^2 - X en $m\Omega$ - l en m - n = nombre de câbles en //			

CALCUL de la CHUTE de TENSION	N° d'ordre : 2016-Elec 7	Rév. : 4
(Extrait du document : Etude des installations électriques à basse tension « Bases théoriques Aide mémoire »)	Classement : Forum Electrotechnique	
<u>Note de l'auteur</u> : Ce document ne sera pas communiqué aux divers demandeurs.	Auteur : J.M BEAUSSY	
	Date : 08/10/2016	Page : 3/22

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

Remarque N°4 : Le lecteur constatera quelques divergences sur les valeurs de ρ entre les guides pratiques UTE C 15-105 et UTE C 15-500.

8.4 Détermination pratiques des longueurs maximales autorisées

Triphasé	Biphasé	Monophasé
$L_{3(m)} = \frac{V_{(V)} \times x(\%) \times 10}{Z_{(\Omega/km)} \times I_{3(A)}}$ <p style="text-align: center;">ou</p> $L_{3(m)} = \frac{U_{(V)} \times x(\%) \times 10}{Z_{(\Omega/km)} \times \sqrt{3} \times I_{3(A)}}$	$L_{2(m)} = \frac{U_{(V)} \times x(\%) \times 10}{2 \times Z_{(\Omega/km)} \times I_{2(A)}}$	$L_{1(m)} = \frac{V_{(V)} \times x(\%) \times 10}{2 \times Z_{(\Omega/km)} \times I_{1(A)}}$ <p style="text-align: center;">ou</p> $L_{1(m)} = \frac{U_{(V)} \times x(\%) \times 10}{2 \times Z_{(\Omega/km)} \times \sqrt{3} \times I_{1(A)}}$

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	$R = \rho_1 \times \frac{l}{S}$	$\rho_{1(cuivre)} = 1,25 \times \frac{1000}{54} \text{ m}\Omega\text{mm}^2 / \text{m}$ $\rho_{1(alu \text{ minium})} = 1,25 \times \frac{1000}{34} \text{ m}\Omega\text{mm}^2 / \text{m}$
	$X = \lambda \times l$	$\lambda = 0,08 \text{ m}\Omega / \text{m} \rightarrow$ Multiconducteurs ou en trèfle $\lambda = 0,09 \text{ m}\Omega / \text{m} \rightarrow$ Mono conducteurs en nappe $\lambda = 0,13 \text{ m}\Omega / \text{m} \rightarrow$ Mono conducteurs séparés

CALCUL de la CHUTE de TENSION	N° d'ordre : 2016-Elec 7	Rév. : 4
(Extrait du document : Etude des installations électriques à basse tension « Bases théoriques Aide mémoire »)	Classement : Forum Electrotechnique	
<u>Note de l'auteur</u> : Ce document ne sera pas communiqué aux divers demandeurs.	Auteur : J.M BEAUSSY	
	Date : 08/10/2016	Page : 4/22

Application 1 :

Calculer la longueur maximale d'une canalisation électrique alimentée en 237 Volts triphasée parcourue par un courant Ib de 35 A sachant que la section S est égale à 6² 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

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

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 Ib de 35 A sachant que S = 6² 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= 237 Δu (%) = 5		à Cos φ 0,8		ρl = 23,15 mΩmm ² /m λ = 0,08 mΩ/m					
		Longueurs en mètres pour I (A) =								
Ib		10	20	30	40	50	70	80	90	100
S(mm ²)	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 en 8.2.1

Données d'entrée : U_{ph/ph} = 237V, à Cosφ = 0,8, Δu = 5%, L₁ = 55m pour I₁ = 40A

CALCUL de la CHUTE de TENSION	N° d'ordre : 2016-Elec 7	Rév. : 4
(Extrait du document : Etude des installations électriques à basse tension « Bases théoriques Aide mémoire »)	Classement : Forum Electrotechnique	
<u>Note de l'auteur</u> : Ce document ne sera pas communiqué aux divers demandeurs.	Auteur : J.M BEAUSSY	
	Date : 08/10/2016	Page : 5/22

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 I_b de 40 A sachant que $S = 10^2$ 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 :

$$U_{ph/ph} = 237V, \text{ à } \cos\phi = 0,8, \Delta u = 5\%, L_1 = 90m \text{ pour } I_1 = 40A$$

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 $\cos\phi = 0,8$ sachant qu'elle est constituée par 2 câbles en parallèle de section égale à 150^2 . 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

CALCUL de la CHUTE de TENSION	N° d'ordre : 2016-Elec 7	Rév. : 4
(Extrait du document : Etude des installations électriques à basse tension « Bases théoriques Aide mémoire »)	Classement : Forum Electrotechnique	
Note de l'auteur : Ce document ne sera pas communiqué aux divers demandeurs.	Auteur : J.M BEAUSSY	
	Date : 08/10/2016	Page : 6/22

$$x_{2(\%)} = x_{1(\%)} \times \frac{L_{2(m)}}{L_{1(m)}} \text{ soit : } x_{2(\%)} = 5 \times \frac{35}{306,84} = 0,57\%$$

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

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

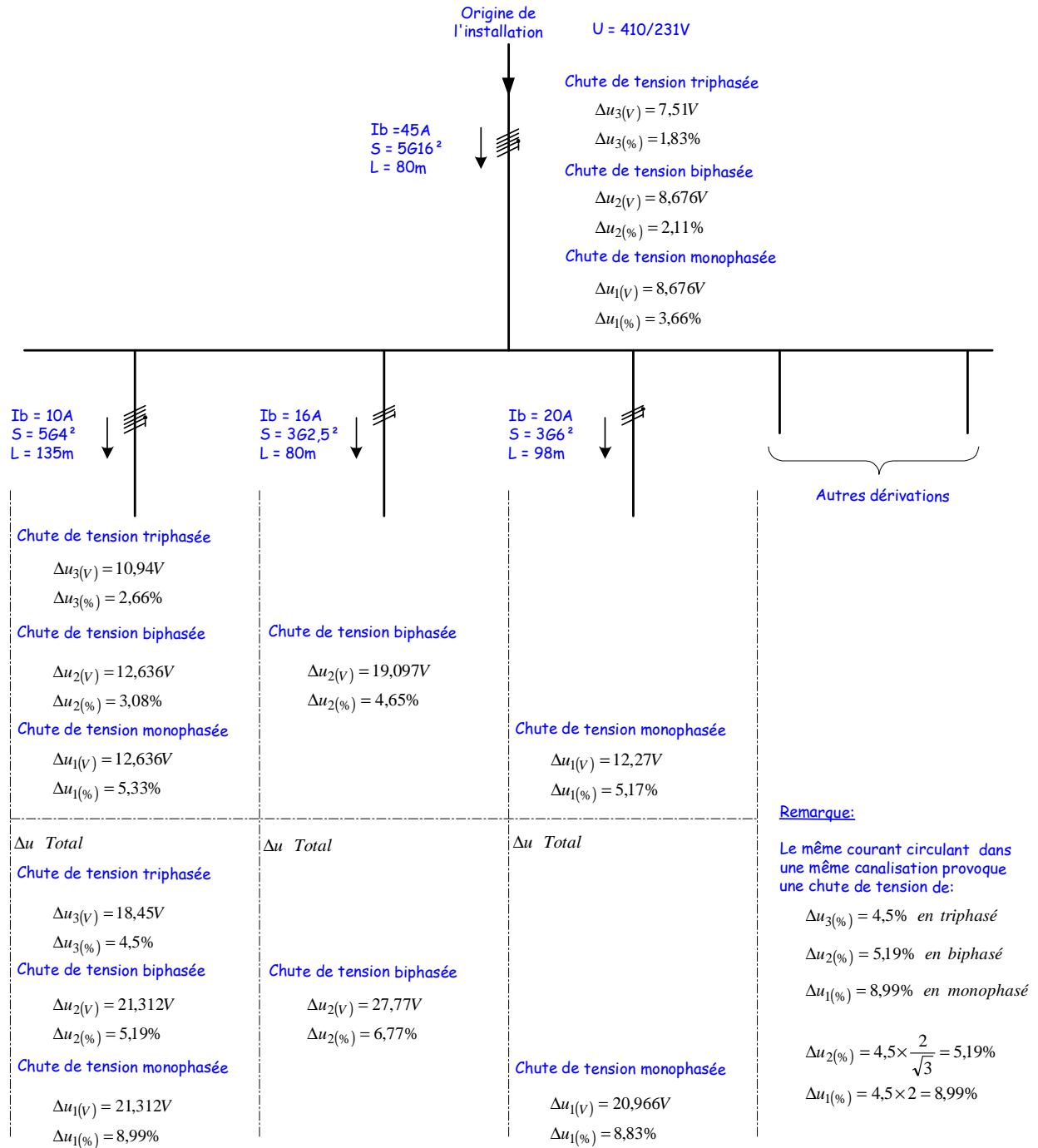
En pourcentage

$\frac{\Delta u_{3(\%)}}{\Delta u_{1(\%)}} = \frac{1}{2}$	$\frac{\Delta u_{3(\%)}}{\Delta u_{2(\%)}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\Delta u_{2(\%)}}{\Delta u_{1(\%)}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$
$\Delta u_{1(\%)} = 2 \times \Delta u_{3(\%)}$	$\Delta u_{3(\%)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \times \Delta u_{2(\%)}$	$\Delta u_{2(\%)} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \Delta u_{1(\%)}$

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

CALCUL de la CHUTE de TENSION	N° d'ordre : 2016-Elec 7	Rév. : 4
(Extrait du document : Etude des installations électriques à basse tension « Bases théoriques Aide mémoire »)	Classement : Forum Electrotechnique	
<u>Note de l'auteur</u> : Ce document ne sera pas communiqué aux divers demandeurs.	Auteur : J.M BEAUSSY	
	Date : 08/10/2016	Page : 8/22

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	
Cos φ = 0,8	$Z = (R \times \cos \varphi + X \times \sin \varphi) \times l$
Sin φ = 0,6	$Z = \left(\frac{23,1 \times 0,8}{1 \times 240} + 0,08 \times 0,6 \right) \times 55$
ρ1 = 23,1mΩ/m	$Z = 6,875m\Omega$
λ = 0,08mΩ/m	
U = 400V	$\Delta_u(V) = Z \times I = \frac{6,875 \times 250}{1000} = 1,718V$
l = 55m	
S = 240 ²	$\Delta_u(\%) = \frac{\Delta_u(V) \times 100 \times \sqrt{3}}{400} = 0,74\%$
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 câblier

Données	Calculs
Ib = 250A	
Cos φ = 0,8	$Z = \frac{0,12}{1000} \times 55 = 6,6m\Omega$
Z = 0,12Ω/km	
U = 400V	$\Delta_u(V) = Z \times I = \frac{6,6 \times 250}{1000} = 1,65V$
l = 55m	
S = 240 ² et n = 1	$\Delta_u(\%) = \frac{\Delta_u(V) \times 100 \times \sqrt{3}}{400} = 0,714\%$
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	
Cos φ = 0,8	$\Delta_u(V) = \frac{400 \times 0,75}{100 \times \sqrt{3}} = 1,732V$
Δu = 0,75%	
U = 400V	$\Delta_u = Z \times I \times L \rightarrow Z_{\Omega/km} = \frac{\Delta_u(V) \times 1000}{I \times L}$
l = 100m	
n = 1	$Z_{\Omega/km} = \frac{1,732 \times 1000}{100 \times 100} = 0,1732\Omega/km$
Ame cuivre	
Câble BT non armé	$Z_{cata\ log\ ue} \leq Z_{calculé} \rightarrow 0,17 \rightarrow S = 150^2$

<u>CALCUL de la CHUTE de TENSION</u>	N° d'ordre : 2016-Elec 7	Rév. : 4
<u>(Extrait du document : Etude des installations électriques à basse tension « Bases théoriques Aide mémoire »</u>	Classement : Forum Electrotechnique	
<u>Note de l'auteur : Ce document ne sera pas communiqué aux divers demandeurs.</u>	Auteur : J.M BEAUSSY	
	Date : 08/10/2016	Page : 9/22

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

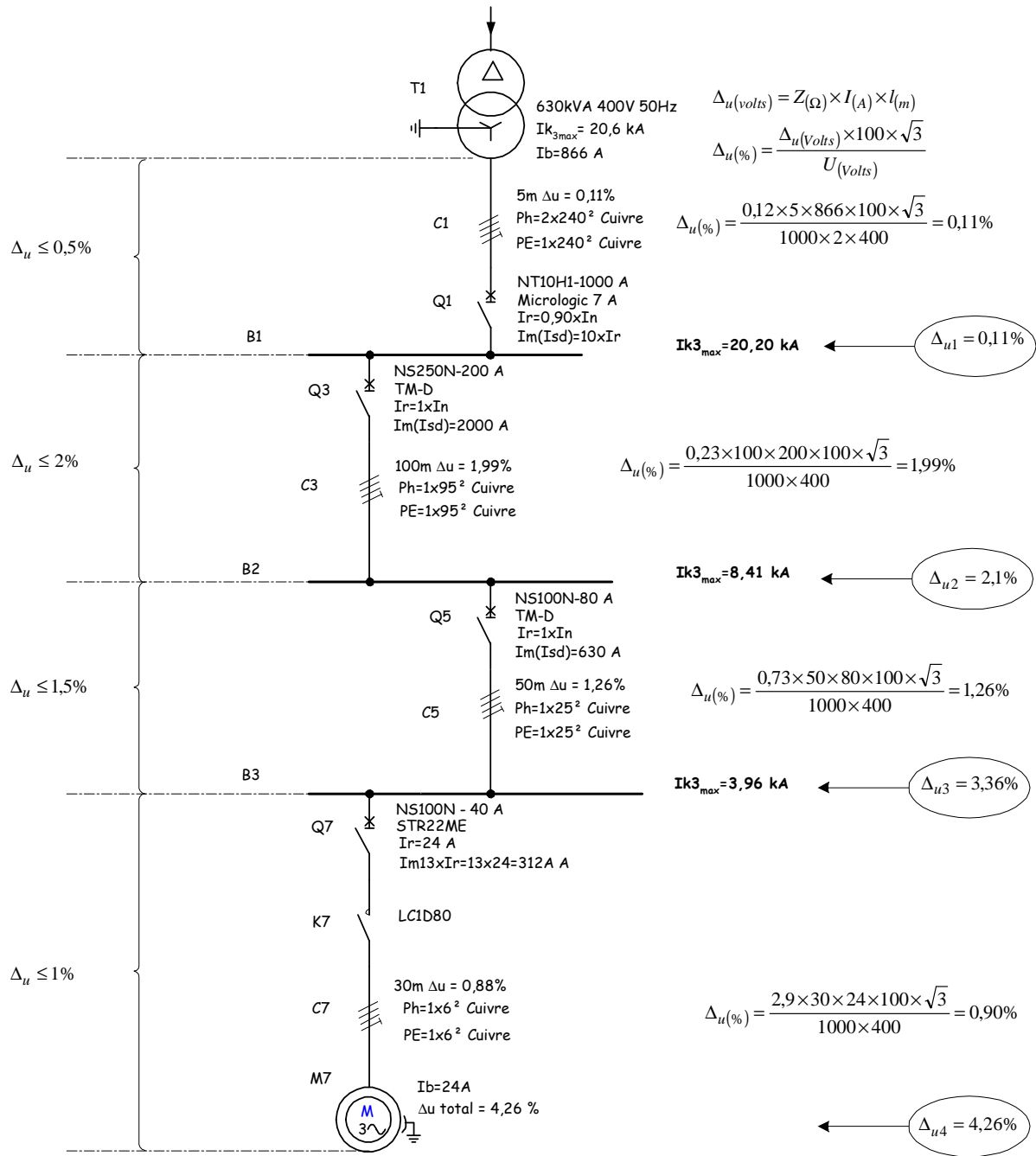
Les monogrammes permettent de faire une approche rapide de la détermination d'une section à respecter connaissant la limite de la chute de tension, le courant nominal parcourant celle-ci, la longueur réellement installée.

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

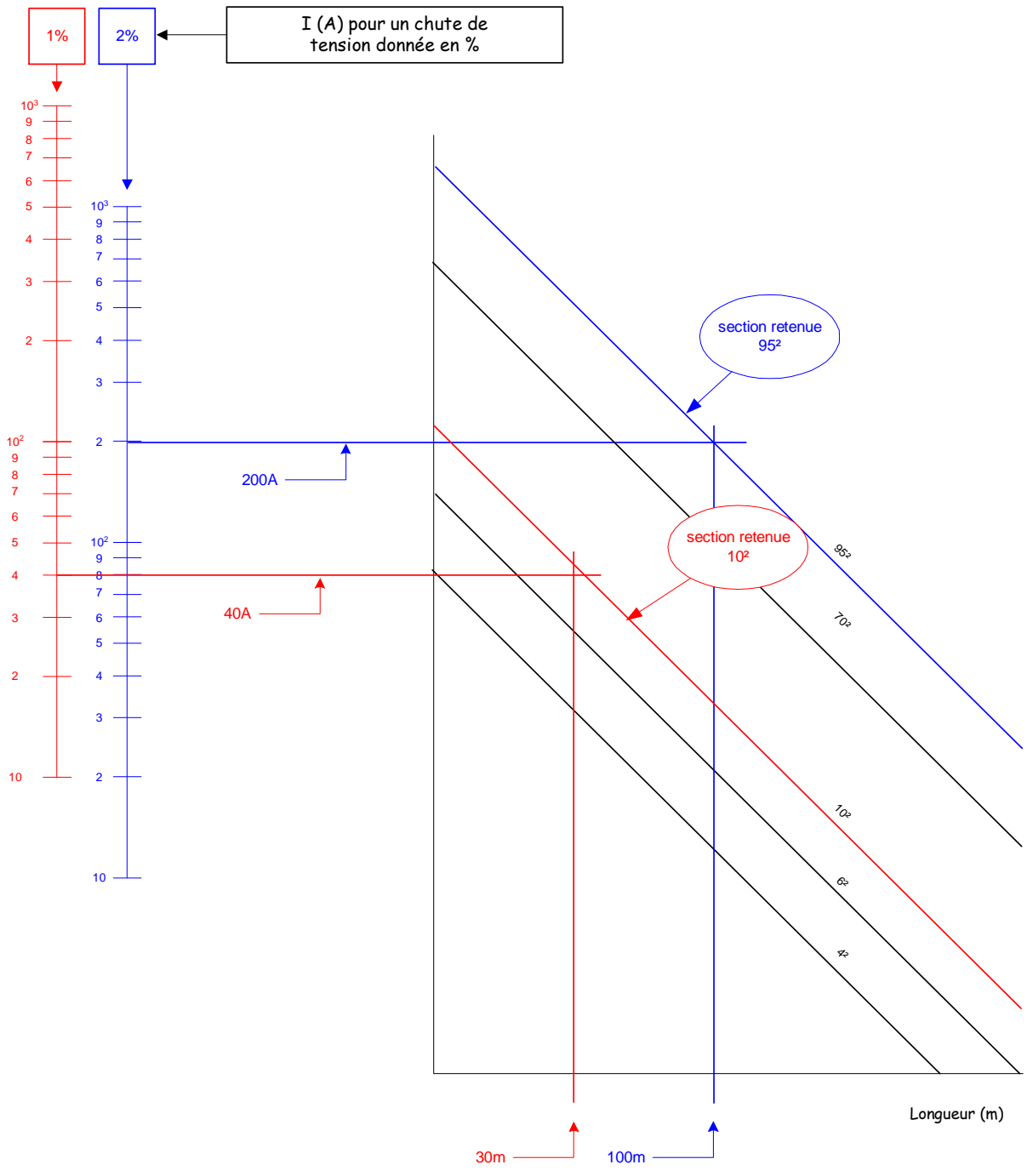
Voir page suivante



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

La chute de tension entre l'origine et le point le plus éloigné ne devra pas excéder 5%

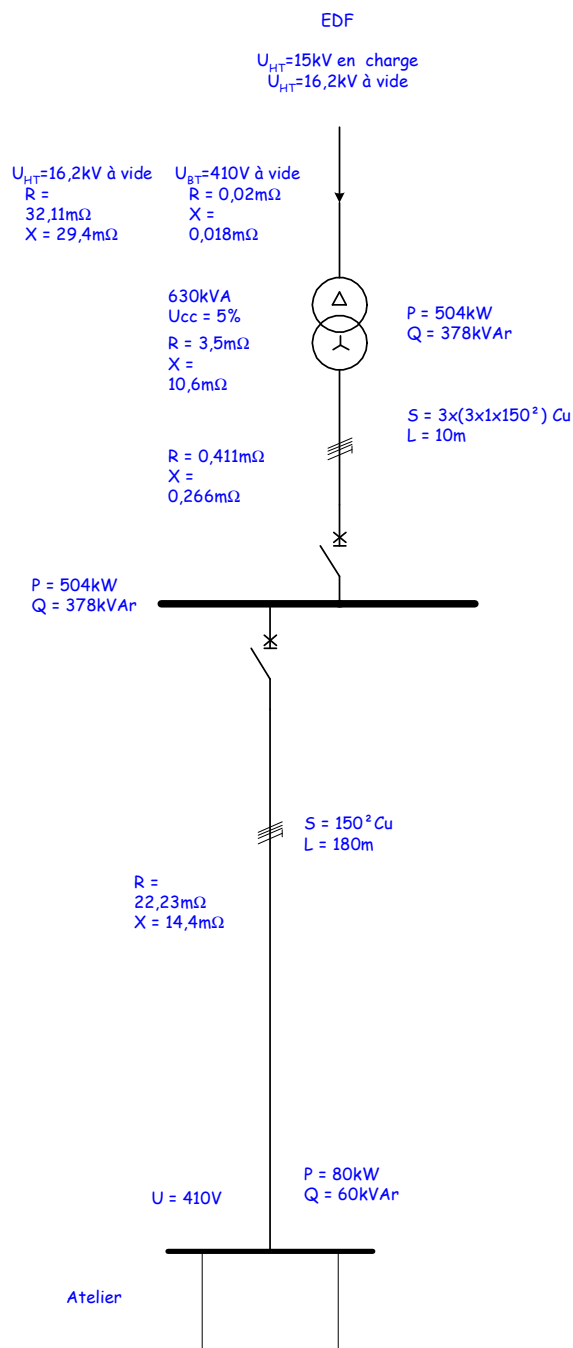
Schéma N°8



Dessiné : JM BEAUSSY

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

8.11.6 Autre méthode de calcul



CALCUL de la CHUTE de TENSION TRIPHASEE					
Désignation	P _(kW)	Q _(kVar)	R _(mΩ)	X _(mΩ)	Δu(%)
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
TOTAL					5,19

Formule utilisée

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

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

CALCUL de la CHUTE de TENSION	N° d'ordre : 2016-Elec 7	Rév. : 4
(Extrait du document : Etude des installations électriques à basse tension « Bases théoriques Aide mémoire »)	Classement : Forum Electrotechnique	
Note de l'auteur : Ce document ne sera pas communiqué aux divers demandeurs.	Auteur : J.M BEAUSSY	
	Date : 08/10/2016	Page : 13/22

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

9.1 Formules approchées

Coefficient de surcharge	
Moteur seul	Installation en service alimentant un moteur
$K = \frac{P_m \times \frac{I_d}{I_n}}{P_T} \cong \frac{\Delta u}{u_{cc}}$	$K = \frac{P_{T1} + P_m \times (\frac{I_d}{I_n} - 1)}{P_{T2}} \cong \frac{\Delta u}{u_{cc}}$
$P_{m(KVA)}$ → 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 »

9.2 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

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

9.3 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 : $P_{T1(KVA)} = 1500$

CALCUL de la CHUTE de TENSION	N° d'ordre : 2016-Elec 7	Rév. : 4
(Extrait du document : Etude des installations électriques à basse tension « Bases théoriques Aide mémoire »)	Classement : Forum Electrotechnique	
<u>Note de l'auteur</u> : Ce document ne sera pas communiqué aux divers demandeurs.	Auteur : J.M BEAUSSY	
	Date : 08/10/2016	Page : 14/22

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

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

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

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

9.4 Chute de tension interne dans les transformateurs

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

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 $\cos \phi = 0,8$.

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 $\cos \phi$ donné.

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

CALCUL de la CHUTE de TENSION	N° d'ordre : 2016-Elec 7	Rév. : 4
(Extrait du document : Etude des installations électriques à basse tension « Bases théoriques Aide mémoire »	Classement : Forum Electrotechnique	
<u>Note de l'auteur</u> : Ce document ne sera pas communiqué aux divers demandeurs.	Auteur : J.M BEAUSSY	
	Date : 08/10/2016	Page : 15/22

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

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

Hypothèses de départ

Les circuits électriques étant supposés équilibrés

$\Delta u = x\%$ $V = \frac{U}{\sqrt{3}}$ $I_b = 10A$ $I_b = 50A$ $I_b = 100A$	Calcul de la chute de tension pour un conducteur
--------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------

Z en Ω/km Impédance pour un conducteur relevée sur le catalogue TREFIMETAUX

Chute de tension triphasée

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

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

$\Delta u = 5\% = Cte$

$I_{b(A)}$		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

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

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

CALCUL de la CHUTE de TENSION	N° d'ordre : 2016-Elec 7	Rév. : 4
(Extrait du document : Etude des installations électriques à basse tension « Bases théoriques Aide mémoire »	Classement : Forum Electrotechnique	
<u>Note de l'auteur</u> : Ce document ne sera pas communiqué aux divers demandeurs.	Auteur : J.M BEAUSSY	
	Date : 08/10/2016	Page : 16/22

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 APAVE E116 face B

Détermination de la chute de tension en pourcentage

$$L_1(m) = \frac{U(V) \times x_1(\%) \times 10}{\sqrt{3} \times Z(\Omega/km) \times I(A)} \text{ et } L_2(m) = \frac{U(V) \times x_2(\%) \times 10}{\sqrt{3} \times Z(\Omega/km) \times I(A)} \text{ Tous les calculs faits on obtient}$$

$$\frac{L_1(m)}{L_2(m)} = \frac{x_1(\%)}{x_2(\%)} \text{ d'où l'on tire par exemple } x_2(\%) = x_1(\%) \times \frac{L_2(m)}{L_1(m)}$$

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 $I_b = 40$ 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 $\cos\phi = 0,8$, $\Delta u = 5\%$, $L_1 = 151m$ pour $I_1 = 40A$)

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

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 $I_b = 450$ A à $\cos\phi = 0,8$ 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 :

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

CALCUL de la CHUTE de TENSION	N° d'ordre : 2016-Elec 7	Rév. : 4
(Extrait du document : Etude des installations électriques à basse tension « Bases théoriques Aide mémoire »)	Classement : Forum Electrotechnique	
Note de l'auteur : Ce document ne sera pas communiqué aux divers demandeurs.	Auteur : J.M BEAUSSY	
	Date : 08/10/2016	Page : 17/22

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

$$L_{2(m)} = L_{1(m)} \times \frac{I_{1(A)}}{I_{2(A)}} \text{ soit : } L_{2(m)} = 1741 \times \frac{40}{225} = 309,5m$$

3- chute de tension

$$x_{2(\%)} = x_{1(\%)} \times \frac{L_{2(m)}}{L_{1(m)}} \text{ soit : } x_{2(\%)} = 5 \times \frac{35}{309,5} = 0,57\%$$

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)

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

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

$\Delta u = 5\% = Cte$

$I_{b(A)}$		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)

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

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

$\Delta u = 5\% = Cte$

$I_{b(A)}$		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 de la CHUTE de TENSION	N° d'ordre : 2016-Elec 7	Rév. : 4
(Extrait du document : Etude des installations électriques à basse tension « Bases théoriques Aide mémoire »)	Classement : Forum Electrotechnique	
Note de l'auteur : Ce document ne sera pas communiqué aux divers demandeurs.	Auteur : J.M BEAUSSY	
	Date : 08/10/2016	Page : 18/22

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

$$L_{1(m)} = \frac{U_{(V)} \times x_{(\%)} \times 10}{2 \times \sqrt{3} \times Z_{(\Omega/km)} \times I_{(A)}} \quad L_{2(m)} = \frac{U_{(V)} \times x_{(\%)} \times 10}{2 \times Z_{(\Omega/km)} \times I_{(A)}} \quad L_{3(m)} = \frac{U_{(V)} \times x_{(\%)} \times 10}{\sqrt{3} \times Z_{(\Omega/km)} \times I_{(A)}}$$

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

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

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

$$\Delta u_{1(V)} = 2 \times \frac{Z \times I \times L}{1000} \text{ en pourcentage } \Delta u_{1(\%)} = \frac{\Delta u_{1(V)} \times 100}{U} \text{ soit :}$$

$$\Delta u_{1(\%)} = 2 \times \frac{Z \times I \times L}{1000} \times \frac{100}{U} \times \sqrt{3}$$

$$\frac{\Delta u_{3(\%)}}{\Delta u_{1(\%)}} = \frac{1}{2} \text{ soit : } \Delta u_{1(\%)} = 2 \times \Delta u_{3(\%)}$$

En tension

$$\Delta u_{3(V)} = \frac{Z \times I \times L}{1000} \times \sqrt{3} \quad \Delta u_{1(V)} = 2 \times \frac{Z \times I \times L}{1000}$$

$$\frac{\Delta u_{3(V)}}{\Delta u_{1(V)}} = \frac{Z \times I \times L \times \sqrt{3} \times 1000}{2 \times Z \times I \times L \times 1000} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

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

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.

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

Câbles à âme cuivre				Section (mm ²)	Câbles à âme aluminium			
Valeur des impédances en Ω/km à					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

CABLES BASSE TENSION ARMES (Température Moyenne 65°C)

Câbles à âme cuivre				Section (mm ²)	Câbles à âme aluminium			
Valeur des impédances en Ω/km à					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°1

CALCUL de la CHUTE de TENSION	N° d'ordre : 2016-Elec 7	Rév. : 4
(Extrait du document : Etude des installations électriques à basse tension « Bases théoriques Aide mémoire »)	Classement : Forum Electrotechnique	
<u>Note de l'auteur</u> : Ce document ne sera pas communiqué aux divers demandeurs.	Auteur : J.M BEAUSSY	
	Date : 08/10/2016	Page : 20/22

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

Câbles à âme cuivre Valeur des impédances en Ω/km à				Section (mm ²)	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

CABLES BASSE TENSION ARMES (Température Moyenne 70°C)

Câbles à âme cuivre Valeur des impédances en Ω/km à				Section (mm ²)	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°2

CALCUL de la CHUTE de TENSION	N° d'ordre : 2016-Elec 7	Rév. : 4
(Extrait du document : Etude des installations électriques à basse tension « Bases théoriques Aide mémoire »)	Classement : Forum Electrotechnique	
Note de l'auteur : Ce document ne sera pas communiqué aux divers demandeurs.	Auteur : J.M BEAUSSY	
	Date : 08/10/2016	Page : 21/22

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

Câbles à âme cuivre Valeur des impédances en Ω/km à				Section (mm ²)	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
4,59	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

CABLES BASSE TENSION ARMES (Température Moyenne 80°C)

Câbles à âme cuivre Valeur des impédances en Ω/km à				Section (mm ²)	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
4,60	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°3

CALCUL de la CHUTE de TENSION	N° d'ordre : 2016-Elec 7	Rév. : 4
(Extrait du document : Etude des installations électriques à basse tension « Bases théoriques Aide mémoire »)	Classement : Forum Electrotechnique	
Note de l'auteur : Ce document ne sera pas communiqué aux divers demandeurs.	Auteur : J.M BEAUSSY	
	Date : 08/10/2016	Page : 22/22

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

Câbles à âme cuivre				Section (mm ²)	Câbles à âme aluminium			
Valeur des impédances en Ω/km à					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

CABLES BASSE TENSION ARMES (Température Moyenne 90°C)

Câbles à âme cuivre				Section (mm ²)	Câbles à âme aluminium			
Valeur des impédances en Ω/km à					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°4