

41

Chute de tension

La bonne marche des appareils d'utilisation est fonction de la tension à leurs bornes, il est donc nécessaire de limiter les chutes de tension dans les canalisations.

DÉFINITIONS

Chute de tension : différence entre la tension à l'origine et à l'aboutissement d'une canalisation.

Unité de mesure : **volts**

Symbole : **u**

Résistivité : résistance d'un conducteur pour une longueur d'un mètre et pour une section d'un mm². Pour le calcul des chutes de tension, la résistivité est prise à la température de fonctionnement.

Unité de mesure : **ohm**

Symbole : **ρ**

Pour le cuivre $\rho = 22,5 \text{ mohms.mm}^2/\text{m}$

Pour l'aluminium $\rho = 29 \text{ mohms.mm}^2/\text{m}$

NORMALISATION

La chute de tension entre l'origine d'une installation et tout point d'utilisation ne doit pas être supérieure aux valeurs du tableau 52 O de la NF C 15-100, valeurs exprimées en pourcentage par rapport à la valeur de la tension nominale de l'installation.

	ÉCLAIRAGE	AUTRES USAGES
A - Installations alimentées directement par un branchement à basse tension, à partir d'un réseau de distribution publique à basse tension.	3%	5%
B - Installations alimentées par un poste de livraison ou par un poste de transformation à partir d'une installation à haute tension (*).	6%	8%

(*) Dans la mesure du possible, les chutes de tension dans les circuits terminaux ne doivent pas être supérieures aux valeurs indiquées en A.

Lorsque les canalisations principales de l'installation ont une longueur supérieure à 100 m, ces chutes de tension peuvent être augmentées de 0,005% par mètre de canalisation au-delà de 100 m sans toutefois que ce supplément soit supérieur à 0,5%.

Les chutes de tension sont déterminées d'après les puissances absorbées par les appareils d'utilisation, en appliquant le cas échéant des facteurs de simultanéité, ou, à défaut, d'après les valeurs des courants d'emploi des circuits.

Pour les calculs des chutes de tension lors du démarrage de moteurs, limiter celles-ci à 10% de la tension nominale d'alimentation.

MODALITÉS DE CALCUL

La chute de tension est égale à :

$$u = b \left(\rho \frac{L}{NS} \cos \varphi + \frac{\lambda L}{N} \sin \varphi \right) I \cdot 10^{-3}$$

u chute de tension en volts.

b coefficient égal à 1 pour un circuit triphasé, égal à 2 pour un circuit monophasé.

ρ résistivité des conducteurs à la température en service normal, soit 22,5 mohms.mm²/m pour les conducteurs en cuivre et 36 mohms.mm²/m pour les conducteurs en aluminium.

λ réactance linéique des conducteurs, égale à 0,08 mohms/m.

cos φ facteur de puissance.

$$\sin \varphi = \sqrt{1 - \cos^2 \varphi}$$

N nombre de conducteurs en parallèle.

L longueur de la canalisation en mètres.

I courant d'emploi en ampères.

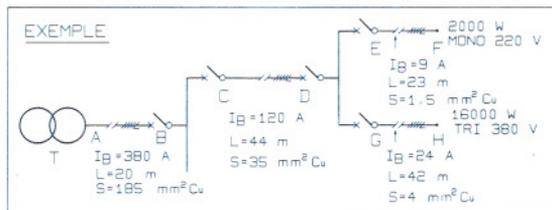
La chute de tension ainsi calculée peut être exprimée en pourcentage de la tension nominale comme suit :

$$\Delta u \% = \frac{100 \times u}{U_0} \%$$

U₀ étant la tension nominale entre phase et neutre.

Nota : Ces modalités de calcul négligent l'influence des variations de température ou de fréquence, de l'induction dans les armures et enveloppes métalliques (cas des câbles unipolaires) et de la capacité entre conducteurs.

EXEMPLE



A - Chute de tension pour le récepteur monophasé 2 000 W ($\cos \varphi = 0,8$, $\sin \varphi = 0,6$)

TRONCON	I _B (A)	L (m)	S (mm ²) Cu	u (V)
A - B	380	20	185	2,208
C - D	120	44	35	5,94
E - F	9	23	1,5	4,99

Chute de tension simple (volts) 13,136
soit en % 5,7

Si la tension simple aux bornes du transformateur est de 230 volts, la tension aux bornes du récepteur sera de 216,86 volts.

B - Chute de tension pour le récepteur triphasé 16 000 W ($\cos \varphi = 0,8$, $\sin \varphi = 0,6$)

TRONCON	I _B (A)	L (m)	S (mm ²) Cu	u (V)
A - B	380	20	185	1,104
C - D	120	44	35	2,97
G - H	24	42	4	4,584

Chute de tension simple (volts) 8,658
soit en % 3,76

Si la tension composée aux bornes des transformateurs est de 400 volts, la tension aux bornes du récepteur sera de : $400 - 1,73 \times 8,658 = 385,02$ volts.

MODALITÉS DE CALCUL

La chute de tension relative (en %) est égale à :

$$\Delta u = 100 \times \frac{u}{U_0} \%$$

Correspondance entre les valeurs du $\cos \varphi$ et du $\sin \varphi$

Facteur de puissance $\cos \varphi$	$\sin \varphi$	Angle de phase (degrés)
0,2	0,98	78,5
0,3	0,95	72,5
0,4	0,92	66,4
0,5	0,87	60
0,6	0,80	53,1
0,7	0,71	45,6
0,8	0,60	36,9
0,9	0,44	25,8
1	0	0

Nota : La chute de tension relative lors du démarrage d'un moteur doit être limitée à 10% sauf prescriptions différentes du constructeur.

EXEMPLE DE CALCUL

Soit un moteur de 7,5 kW alimenté en triphasé 400 V 50 Hz, à démarrage direct, le courant d'emploi en service normal étant de 13 A, avec un facteur de puissance de 0,84 et le courant de démarrage étant de 78 A avec un facteur de puissance estimé à 0,3. La ligne d'alimentation a une longueur de 60 mètres et est réalisée en conducteurs cuivre de 2,5 mm².

- Chute de tension au démarrage

$$u = 1 \times \left(22,5 \times \frac{60}{2,5} \times 0,30 + 0,08 \times 60 \times 0,95 \right) \times 78 \times 10^{-3}$$

$$u = 13 \text{ volts}$$

$$\Delta u = 5,6\%$$

- Chute de tension en service normal

$$u = 1 \times \left(22,5 \times \frac{60}{2,5} \times 0,84 + 0,08 \times 60 \times 0,54 \right) \times 13 \times 10^{-3}$$

$$u = 5,93 \text{ volts}$$

$$\Delta u = 2,58\%$$

Le même calcul, fait sans tenir compte de l'incidence du facteur de puissance, donnerait des résultats inacceptables au démarrage.

43

Détermination de la section d'une canalisation en fonction de la chute de tension

La section S_3 est calculée en fonction de la chute de tension maximale imposée, exprimée en % ou en volts.

MÉTHODE DE CALCUL

La section, calculée en fonction de la chute de tension maximale imposée, dépend de :

- 1/ la nature du conducteur,
- 2/ le courant d'emploi,
- 3/ la longueur de la canalisation,
- 4/ le facteur de puissance,
- 5/ le nombre de conducteurs en parallèle,
- 6/ la nature de la canalisation (tri ou mono).

La section selon la chute de tension se calcule par la formule :

$$S_3 = \frac{b \cdot \rho \cdot L \cdot I_b \cdot \cos \varphi}{N \cdot u \cdot 10^3 - \lambda \cdot L \cdot b \cdot Z_b \cdot \sin \varphi}$$

où la signification des symboles est la suivante :

- u : chute de tension admissible en volts,
- ρ : résistivité du conducteur (22,5 pour Cu et 36 pour Al)
- L : longueur de la canalisation en mètres
- $\cos \varphi$: facteur de puissance
- N : nombre de conducteurs en parallèle
- I_b : courant d'emploi en A
- b : facteur égal à 1 pour tri et à 2 pour mono
- λ : réactance linéique d'un conducteur prise égale à 0,08 mohms/m.

On prendra ensuite la section normalisée égale ou supérieure à la section ainsi calculée.

Si la chute de tension maximale admissible est exprimée en %, on calculera la chute de tension maximale admissible en volts par la formule :

$$u = \frac{\Delta u \times U_0}{100} \text{ volts}$$

où la signification des symboles est la suivante :

- Δu : chute de tension maximale exprimée en %
- U_0 : tension simple du réseau en volts.

La valeur de $\sin \varphi$ est donnée par la formule :

$$\sin \varphi = \sqrt{1 - \cos^2 \varphi}$$

MODALITÉS DE CALCUL

Des valeurs précalculées de $\sin \varphi$ sont données dans le tableau ci-joint.

Facteur de puissance $\cos \varphi$	$\sin \varphi$	Angle de phase (degrés)
0,2	0,98	78,5
0,3	0,95	72,5
0,4	0,92	66,4
0,5	0,87	60
0,6	0,80	53,1
0,7	0,71	45,6
0,8	0,60	36,9
0,9	0,44	25,8
1	0	0

EXEMPLE DE CALCUL

Soit une canalisation de 50 m de longueur, formée de 4 conducteurs en cuivre de 25 mm², dans un réseau triphasé 230/400 volts, parcourue par un courant de 90 A avec un facteur de puissance de 0,75.

La chute de tension maximale admissible est fixée à 1,5%. La chute de tension en volts sera :

$$u = \frac{1,5 \cdot 230}{100} = 3,45 \text{ volts}$$

La valeur de $\sin \varphi$ sera :

$$\sin \varphi = \sqrt{1 - 0,75^2} = 0,66$$

La section minimale sera :

$$S_3 = \frac{22,5 \cdot 50 \cdot 0,75 \cdot 90}{10^3 \cdot 3,45 - 0,08 \cdot 50 \cdot 0,66 \cdot 90}$$

$$S_3 = 23,64 \text{ mm}^2$$

donc $S_3 = 25 \text{ mm}^2$ (plus proche section normalisée).

EXEMPLE DE CALCUL

Soit une canalisation monophasée 230 volts, en cuivre de 2,5 mm² de 50 m de longueur, parcourue par un courant de 25 A avec un facteur de puissance de 0,6. La chute de tension maximale admissible est de 6,9 volts. La valeur de $\sin \varphi$ sera :

$$\sin \varphi = \sqrt{1 - 0,6^2} = 0,8$$

La section minimale sera :

$$S_3 = \frac{2 \cdot 22,5 \cdot 50 \cdot 0,6 \cdot 25}{6,9 - 0,08 \cdot 50 \cdot 0,8 \cdot 25 \cdot 10^{-3}}$$

$$S_3 = 4,95 \text{ mm}^2$$

donc $S_3 = 6 \text{ mm}^2$ (plus proche section normalisée).