

DETERMINATION CHUTE DE TENSION

1 / Généralités :

Le transport d'une intensité dans une liaison électrique provoque une chute de tension qui est égale, en un point donné, à la différence entre la tension de départ de la liaison et la tension mesurée en ce point de la liaison.

Dans le choix de la section conductrice d'un câble, il importe de vérifier que la tension disponible aux bornes du récepteur est suffisante.

La chute de tension intervient rarement en moyenne tension dans le calcul des sections. En revanche, cette vérification est particulièrement nécessaire en basse-tension.

La norme NF C 15-100 fixe des valeurs de chutes de tension admissibles qui, en l'absence de renseignements plus précis, doivent être adoptées :

TYPES D'INSTALLATIONS	ECLAIRAGE	AUTRES USAGES
Type A – Installations alimentées directement par un branchement à basse tension, à partir d'un réseau de distribution publique à basse tension.	3%	5%
Type B - Installations alimentées par un poste de livraison ou par un poste de transformation à partir d'une installation à haute tension et installations de type A dont le point de livraison se situe dans le tableau général BT d'un poste de distribution publique.	6%	8%

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.

1 / Une chute de tension plus grande peut être acceptée :

- pour les moteurs, pendant les périodes de démarrage ;
- pour les autres matériels ayant des appels de courant importants, pourvu qu'il soit assuré que les variations de tension demeurent dans les limites spécifiées par la norme correspondante.

2 / Il n'est pas tenu compte des conditions temporaires suivantes :

- surtensions transitoires ;
- variations de tension dues à un fonctionnement anormal.

3 / Dans les circuits TBT, les limites de chutes de tension peuvent ne pas être respectées pour les utilisations autres que l'éclairage (par exemple, sonnerie, commande, ouverture de porte...) sous réserve de vérifier que les appareils fonctionnent correctement.

4 / Au démarrage des moteurs, l'intensité prise en compte est bien entendu l'intensité de démarrage et on admet généralement une chute de tension de 10% (voir 15% pour le guide UTE C 15-105).

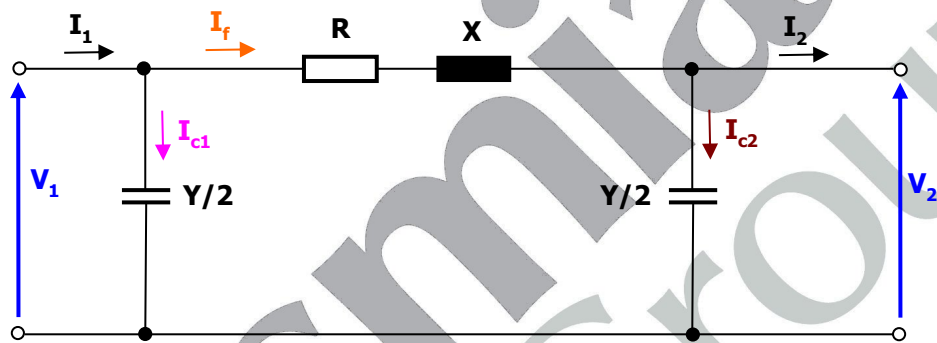
2 / Calcul de la chute de tension :

La chute de tension dans un câble s'exprime le plus souvent en pourcentage de la valeur de la tension d'entrée :

$$\Delta U = \left| \vec{U}_1 \right| - \left| \vec{U}_2 \right| \quad (\text{en V})$$

$$\Delta U = \frac{\left| \vec{U}_1 \right| - \left| \vec{U}_2 \right|}{\left| \vec{U}_1 \right|} \quad (\text{en \%})$$

Afin de déterminer la chute de tension dans le câble, nous nous basons sur le modèle classique suivant :



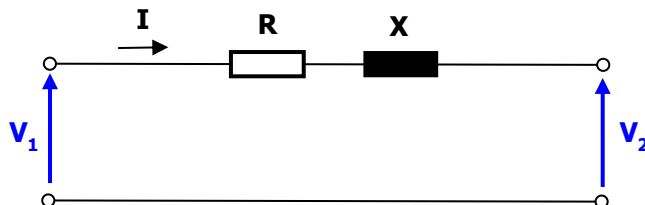
Ligne équivalente en Π

R et **X** : résistance et réactance inductive (impédance longitudinale) ;
Y : réactance capacitive (impédance transversale).

2.1 / Liaisons courtes :

En basse tension, pour les faibles longueurs (< 50 km), on peut négliger l'influence du courant capacitif I_c circulant dans l'impédance transversale.

La chute de tension se détermine alors d'après le schéma simplifié suivant :

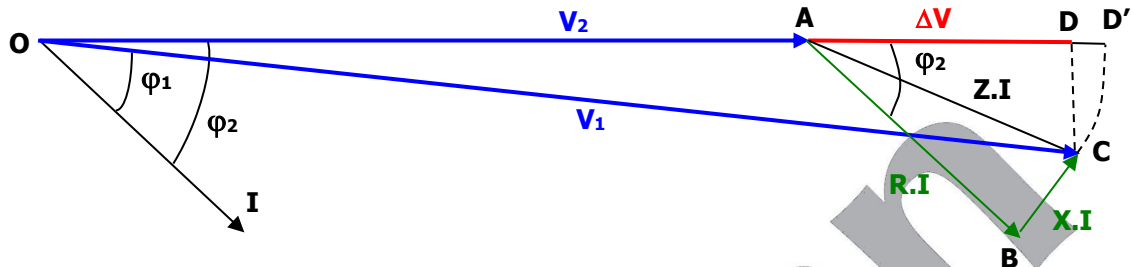


Soient V_1 , I et φ_1 les tensions simples (phase / neutre), courant et déphasage dans une ligne à courant alternatif au départ, et V_2 , I et φ_2 les mêmes quantités à l'arrivée. Si **R** est la résistance et **X** la réactance :

$$\underline{V}_1 = \underline{V}_2 + R \cdot \underline{I} + j \cdot X \cdot \underline{I} = \underline{V}_2 + \underline{Z} \cdot \underline{I}$$

Avec $\|Z\| = \sqrt{R^2 + X^2}$

Le tracé du diagramme de Fresnel est le suivant :



Avec une très bonne approximation, en confondant les points D et D', la chute de tension peut s'exprimer par la longueur AD.

$$\Delta V = AD = R \cdot I \cdot \cos \varphi_2 + X \cdot I \cdot \sin \varphi_2$$

Si **R** et **X** sont exprimés en Ω/km, pour une longueur **L** de câble, la chute de tension en ligne s'exprime par les relations :

Circuit	Chute de tension (ΔU)	
	en volts	en %
Triphasé	$\Delta U = \sqrt{3} \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi) \cdot L \cdot I$	$\frac{100 \cdot \Delta U}{U}$
Monophasé	$\Delta U = 2 \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi) \cdot L \cdot I$	
Continu	$\Delta U = 2 \cdot R \cdot L \cdot I$	

- ΔU** : Chute de tension (V) ;
- R** : Résistance linéique du conducteur à sa température de fonctionnement (Ω/km) ;
- X** : Réactance linéique du conducteur (Ω/km). En l'absence d'autre indication on prendra X = 0,08 Ω/km
- φ** : Déphasage courant / tension à l'extrémité du câble coté charge (rad) ;
En l'absence d'indications, le facteur de puissance cos φ est pris égal à 0,8 (sin φ = 0,6)
- L** : Longueur de la liaison (km) ;
- I** : Intensité transitée (A).

Les valeurs de $\sqrt{3} \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$
ou $2 \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$

qui correspondent à la **chute de tension en V/A/km**, sont indiquées dans nos fiches techniques.

2.2 / Exemples de calcul :

2.2.1 / Circuit triphasé :

Soit une liaison triphasée composée d'un câble tripolaire U-1000 R2V 3 x 25 mm².

Tension entre phases : U = 400 V

Longueur de la liaison : L = 150 m

Puissance récepteur : P = 50 kW

Facteur de puissance : cos φ = 0.8 (= > sin φ = 0.6)

- Paramètres câble :

Résistance linéique à température maxi de service (90 °C) :

$$R = 0.927 \Omega/\text{km}$$

Réactance linéique à 50 Hz :

$$X = 0.08 \Omega/\text{km}$$

Remarque : Les valeurs de R et X sont indiquées dans nos fiches techniques..

- Intensité transitée :

$$I = \frac{P}{U \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\varphi} = \frac{50000}{400 \cdot \sqrt{3} \cdot 0.8}$$

$$I = 90.2 \text{ A}$$

- Chute de tension :

On applique la formule donnée plus haut pour le triphasé :

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi) \cdot L \cdot I$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot (0,927 \cdot 0,8 + 0,08 \cdot 0,6) \cdot 0,15 \cdot 90,2$$

$$\Delta U = 18.5 \text{ V}$$

Soit :

$$\Delta U_{(\%)} = \frac{\Delta U}{U} \cdot 100$$

$$\Delta U_{(\%)} = \frac{18,5}{400} \cdot 100$$

$$\Delta U_{(\%)} = 4.63 \%$$