

## FONCTION DISTRIBUER L'ENERGIE ELECTRIQUE

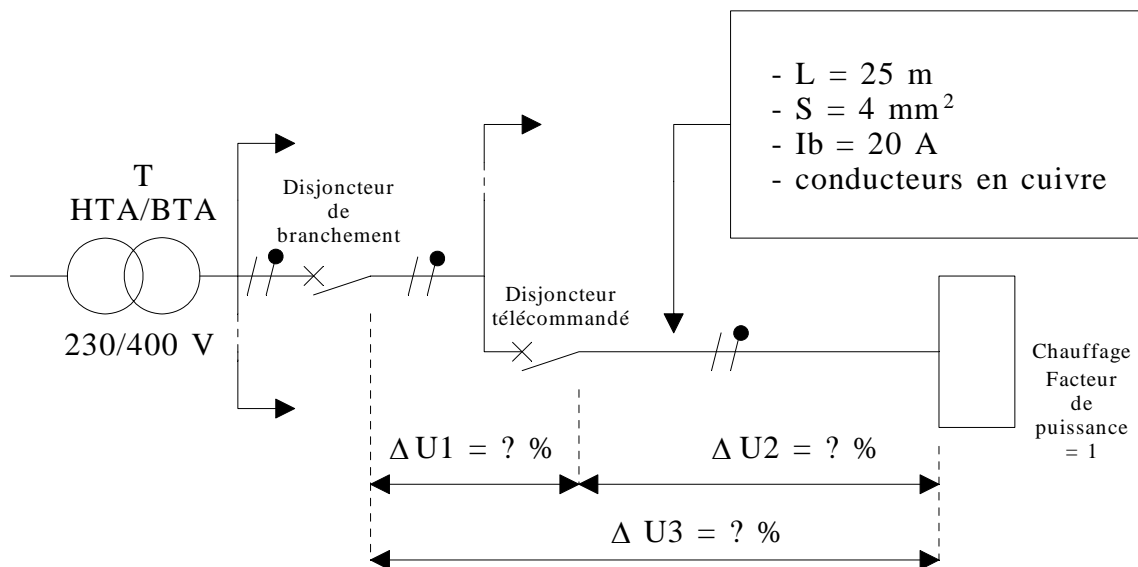
### Détermination de la Chute de Tension dans une Canalisation

#### Exercice N° 1

L'alimentation d'un hôtel est effectuée à partir du réseau public (230/400V).

#### Travail demandé :

- Calculer  $\Delta U_2$  en volts et en % en utilisant les formules, \* document technique DT1.
- Préciser la valeur maximum admise pour  $\Delta U_1$  en %.



#### Exercice N° 2

Dans un atelier de fabrication de dalles plastiques l'armoire électrique contenant tout l'appareillage (puissance, commande, signalisation, alarme, automate, Altivar) est située à environ 100 mètres des ventilateurs du Tunnel de stabilisation.

Chaque moteur de ventilateur est alimenté à partir du bornier de puissance de l'armoire électrique, par un câble en cuivre de type U1000RO2V de longueur 100 mètres et de section 1,5 mm<sup>2</sup>.

Les conditions d'exploitation sont telles que chaque moteur absorbe une intensité efficace de 11 A avec un facteur de puissance de 0,8.

#### Travail demandé :

- Préciser la signification des symboles permettant de désigner ce câble.
- Vérifier que la chute de tension à l'extrémité de chaque câble est acceptable, sachant que pour avoir un fonctionnement correct des ventilateurs, la chute de tension dans le câble doit être inférieure à 5 % (vous devez effectuer ces calculs à partir du tableau simplifié, \* document technique : DT1).
- Cette chute de tension est-elle correcte ?
- Conclusion relative à la section du câble. (*Remarque* : si la chute de tension est incorrecte, vous devez recommencer les calculs avec une section de conducteurs immédiatement supérieure et effectuer un nouveau contrôle). \* mémotech (page 112) pour section nominale des conducteurs.

## Document Technique : DT1

## Détermination de la chute de tension

## - 1 - Limite maximale de la chute de tension

La norme NF C 15-100 impose que la chute de tension entre l'origine de l'installation BT et tout point d'utilisation n'exécède pas les valeurs du tableau 4 ci-après .

## chute de tension maximale entre l'origine de l'installation BT et l'utilisation

|   | éclairage | autres usages<br>(force motrice) |
|---|-----------|----------------------------------|
| alimentation par le réseau BT<br>de distribution publique | 3 %       | 5 %                              |
| alimentation par poste privé HT/BT                        | 6 %       | 8 %                              |

Tableau 4 : limite maximale de la chute de tension

**Remarque :** lorsque la chute de tension est supérieure aux valeurs du tableau 4 ci-dessus, il sera nécessaire d'augmenter la section de certains circuits jusqu'à ce que l'on arrive à des valeurs inférieures à ces limites.

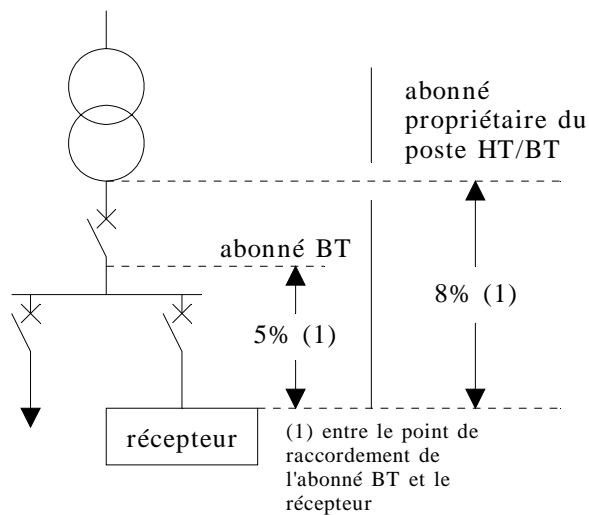


fig. 1 : chute de tension maximale

## - 2 - Calcul de la chute de tension en ligne en régime permanent

### - 2.1 - Calcul par les formules

Le tableau 5 ci-après donne les formules usuelles qui permettent de calculer la chute de tension dans un circuit donné par km de longueur.

Si :

IB : courant d'emploi en ampère

L : longueur du câble en km

R : résistance linéaire d'un conducteur en  $\Omega/\text{km}$

$$R = \frac{22,5 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{km}}{S \text{ (section en mm}^2\text{)}} \text{ pour le cuivre}$$

$$R = \frac{36 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{km}}{S \text{ (section en mm}^2\text{)}} \text{ pour l'aluminium}$$

Nota : R est négligeable au delà d'une section de 500 mm<sup>2</sup>.

X : réactance linéique d'un conducteur en  $\Omega/\text{km}$  ; X est négligeable pour les câbles de section inférieure à 50 mm<sup>2</sup>. En l'absence d'autre indication on prendra X = 0,08  $\Omega/\text{km}$ .

$\varphi$  : déphasage du courant sur la tension dans le circuit considéré ; généralement :

$\bar{n}$  éclairage :  $\cos \varphi = 1$

$\bar{n}$  force motrice :

en démarrage :  $\cos \varphi = 0,35$

en service normal :  $\cos \varphi = 0,8$

Un : tension nominale entre phases.

Vn : tension nominale entre phase et neutre.

Pour les canalisations préfabriquées, la résistance R et la réactance X sont indiquées par le constructeur.

| circuit  | chute de tension   |                            |
|--|--|----------------------------|
|  | en volt  | en %                       |
| monophasé : deux phases                                    | $\Delta U = 2 IB L (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$        | $\frac{100 \Delta U}{U_n}$ |
| monophasé : phase et neutre                                | $\Delta U = 2 IB L (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$        | $\frac{100 \Delta U}{V_n}$ |
| triphasé équilibré : trois phases<br>(avec ou sans neutre) | $\Delta U = \sqrt{3} IB L (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$ | $\frac{100 \Delta U}{U_n}$ |

**Tableau 5 : formules de calcul de la chute de tension**

### - 2.2 - Calcul à partir d'un tableau simplifié

Le tableau 6 page suivante donne, avec une bonne approximation, la chute de tension par km de câble pour un courant de 1 A en fonction :

$\bar{n}$  du type d'utilisation : force motrice avec  $\cos \varphi$  voisin de 0,8

ou éclairage avec  $\cos \varphi$  voisin de 1 ;

$\bar{n}$  du type de câble monophasé ou triphasé.

La chute de tension s'écrit alors :

$$\Delta U \text{ (volts)} = \mathbf{K} \cdot \mathbf{IB} \cdot \mathbf{L}$$

**K** : donné par le tableau,

**IB** courant d'emploi en ampères,

**L** : longueur du câble en km.

La colonne "force motrice  $\cos \varphi = 0,35$ " du tableau 6 (page suivante) permet si nécessaire de faire un calcul de la chute de tension lors d'un démarrage de moteur (**voir exemple page suivante**).

| section en mm <sup>2</sup> |     | circuit monophasé             |                           |                        | circuit triphasé équilibré    |                           |                        |
|----------------------------|-----|-------------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------|
|                            |     | force motrice                 |                           | éclairage<br>cos φ = 1 | force motrice                 |                           | éclairage<br>cos φ = 1 |
| Cu                         | Alu | service normal<br>cos φ = 0,8 | démarrage<br>cos φ = 0,35 |                        | service normal<br>cos φ = 0,8 | démarrage<br>cos φ = 0,35 |                        |
| 1,5                        |     | 24                            | 10,6                      | 30                     | 20                            | 9,4                       | 25                     |
| 2,5                        |     | 14,4                          | 6,4                       | 18                     | 12                            | 5,7                       | 15                     |
| 4                          |     | 9,1                           | 4,1                       | 11,2                   | 8                             | 3,6                       | 9,5                    |
| 6                          | 10  | 6,1                           | 2,9                       | 7,5                    | 5,3                           | 2,5                       | 6,2                    |
| 10                         | 16  | 3,7                           | 1,7                       | 4,5                    | 3,2                           | 1,5                       | 3,6                    |
| 16                         | 25  | 2,36                          | 1,15                      | 2,8                    | 2,05                          | 1                         | 2,4                    |
| 25                         | 35  | 1,5                           | 0,75                      | 1,8                    | 1,3                           | 0,65                      | 1,5                    |
| 35                         | 50  | 1,15                          | 0,6                       | 1,29                   | 1                             | 0,52                      | 1,1                    |
| 50                         | 70  | 0,86                          | 0,47                      | 0,95                   | 0,75                          | 0,41                      | 0,77                   |
| 70                         | 120 | 0,64                          | 0,37                      | 0,64                   | 0,56                          | 0,32                      | 0,55                   |
| 95                         | 150 | 0,48                          | 0,30                      | 0,47                   | 0,42                          | 0,26                      | 0,4                    |
| 120                        | 185 | 0,39                          | 0,26                      | 0,37                   | 0,34                          | 0,23                      | 0,31                   |
| 150                        | 240 | 0,33                          | 0,24                      | 0,30                   | 0,29                          | 0,21                      | 0,27                   |
| 185                        | 300 | 0,29                          | 0,22                      | 0,24                   | 0,25                          | 0,19                      | 0,2                    |
| 240                        | 400 | 0,24                          | 0,2                       | 0,19                   | 0,21                          | 0,17                      | 0,16                   |
| 300                        | 500 | 0,21                          | 0,19                      | 0,15                   | 0,18                          | 0,16                      | 0,13                   |

Tableau 6 : chute de tension ΔU en volts / ampère et / km dans un circuit

### - 2.3 - Exemple

L'abonné est alimenté par un poste privé HT/BT. Un câble triphasé cuivre de 35 mm<sup>2</sup>, 50 m alimente un moteur 400 V consommant :

ñ 100 A sous cos φ = 0,8 en régime permanent ;

ñ 500 A (5In) sous cos φ = 0,35 au démarrage.

La chute de tension à l'origine de la ligne est en régime normal (consommation totale distribuée par le tableau : 1000 A) de 10 V entre phases.

Quelle est la chute de tension aux bornes du moteur :

ñ en service normal ;

ñ au démarrage ?

ñ chute de tension en régime normal :

$$\Delta U\% = 100 \Delta U / U_n$$

Le tableau 6 indique 1 V/A/km.

$$\Delta U \text{ câble} = 1 \cdot 100 \cdot 0,050 = 5 \text{ V}$$

$$\Delta U \text{ total} = 10 + 5 = 15 \text{ V}$$

$$\text{soit : } 15 \text{ V} / 400 \text{ V} = 3,75 \%$$

valeur inférieure autorisé par la norme (8%)

ñ chute de tension au démarrage :

$$\Delta U \text{ câble} = 0,52 \cdot 500 \cdot 0,050 = 13 \text{ V}$$

La chute de tension au niveau du tableau de distribution est supérieure à 10 V du fait du courant de démarrage du moteur. En supposant que le courant dans la ligne d'alimentation du tableau est pendant le démarrage du moteur de :

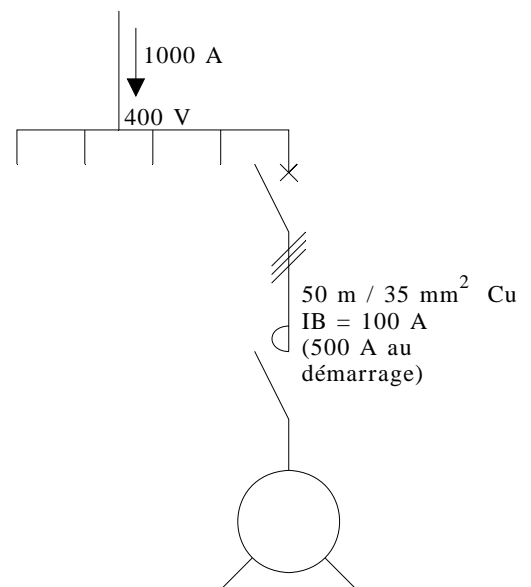
900 + 500 = 1400 A. La chute de tension au niveau du tableau vaudra :

$$\Delta U \text{ tableau} = 10 \cdot 1400 / 1000 = 14 \text{ V}$$

$$\Delta U \text{ total} = 13 + 14 = 27 \text{ V}$$

$$\text{soit : } 27 \text{ V} / 400 \text{ V} = 6,75 \%$$

ce qui est tout à fait acceptable pendant un démarrage.



exemple 1  
abonné alimenté par un poste privé HT/BT

**Correction****Exercice N° 1**

a) Calcul de  $\Delta U_2$  en volts

Circuit monophasé : phase et neutre

Chute de tension en volts :  $\Delta U_2 = 2 \cdot I_B \cdot L (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$ , X est à négliger  $\Rightarrow \Delta U_2 = 2 \cdot I_B \cdot L \cdot R \cdot \cos \varphi$

$$\Delta U_2 = 2 \cdot 20 \cdot 0,025 \cdot 22,5/4 \cdot 1 = \underline{5,625 \text{ V}}$$

$$\text{Calcul de la chute de tension en \% : } 100 \cdot \Delta U_2 / V_n = 100 \cdot 5,625/230 = \underline{2,45 \%}$$

b)  $\Delta U_3$  représente la chute de tension maximale entre l'origine de l'installation BT et l'utilisation, l'alimentation de l'hôtel est effectuée à partir du réseau public, l'utilisation correspond à la colonne "autres usages (force motrice)" du tableau 4  $\Rightarrow \Delta U_3 = 5 \%$ .

$$\text{La valeur maximum admise pour } \Delta U_1 \text{ est : } \Delta U_1 = \Delta U_3 - \Delta U_2 = 5 - 2,45 = \underline{2,55 \%}$$

**Exercice N° 2**

a) U : câble normalisé ; 1 000 : tension nominale 1 000 V

R : conducteurs isolés au polyéthylène réticulé ; 0 : aucun bourrage

2 : gaine épaisse de protection ; V : polychlorure de vinyle

$$\text{b) } \Delta U \text{ (volts)} = K \cdot I_b \cdot L = 20 \cdot 11 \cdot 0,1 = 22 \text{ V} \quad \Delta U \% = 100 \cdot \Delta U / U_n = 100 \cdot 22/400 = 5,5$$

c) Non car  $> 5 \%$

d) section insuffisante, prendre du  $2,5 \text{ mm}^2$

$$\Delta U \text{ (volts)} = K \cdot I_b \cdot L = 12 \cdot 11 \cdot 0,1 = 13,2 \text{ V}$$

$$\Delta U \% = 100 \cdot \Delta U / U_n = 100 \cdot 13,2/400 = 3,3 \text{ (correct)}$$