

Généralités

Un système de grandeurs électriques sinusoïdales est dit « Triphasé équilibré » si celles-ci ont :

- même fréquence
- même valeur efficace
- un déphasage de l'une par rapport à l'autre de 120°

D'où les écritures

$$g_1(t) = G\sqrt{2}\sin\omega t$$

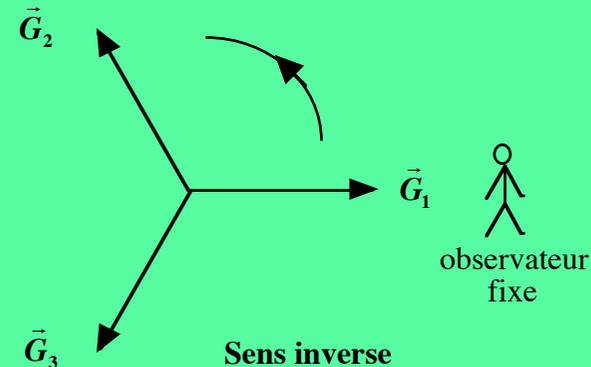
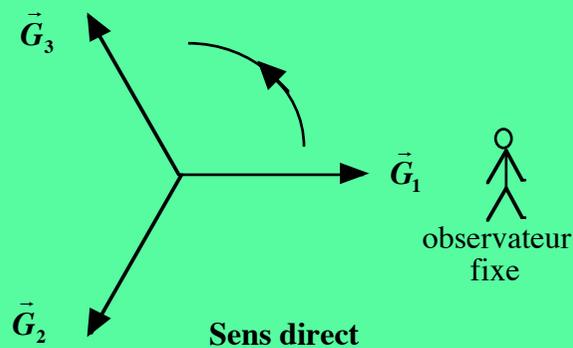
$$g_2(t) = G\sqrt{2}\sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right)$$

$$g_3(t) = G\sqrt{2}\sin\left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right)$$

et la propriété fondamentale :

$$\forall t, g_1(t) + g_2(t) + g_3(t) = 0$$

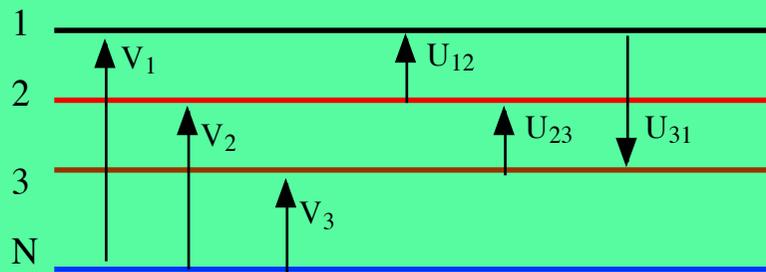
Ordre de succession des phases



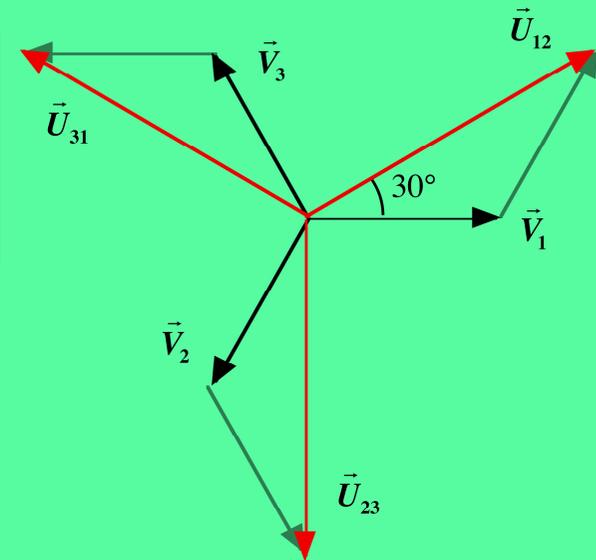
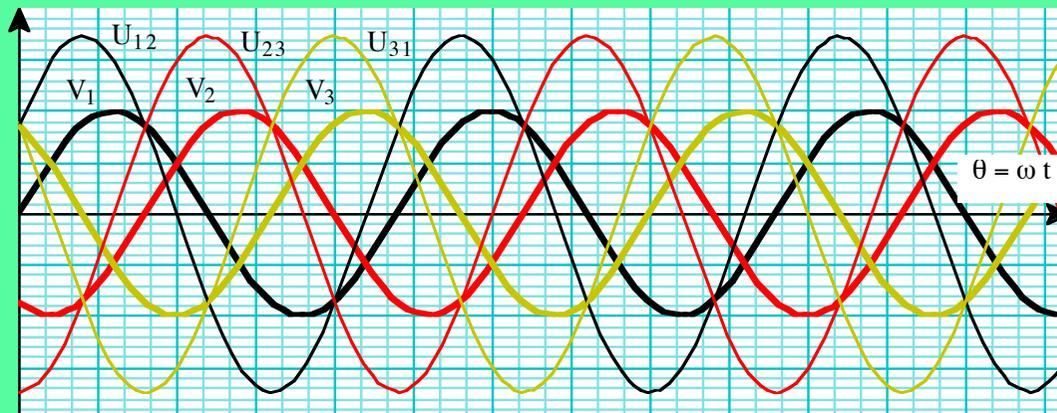
Systemes de tensions triphasé

Intérêt d'un système triphasé :

- Transport de l'énergie électrique par une liaison à 3 conducteurs;
- Possibilité d'utiliser 2 systèmes de tensions
 - les tensions « **simples** » Phase - neutre (V_i)
 - les tensions « **composées** » Phase - Phase (U_{ij});
- Création de champs magnétiques tournants.



$$\begin{aligned}\vec{U}_{12} &= \vec{V}_1 - \vec{V}_2 \\ \vec{U}_{23} &= \vec{V}_2 - \vec{V}_3 \\ \vec{U}_{31} &= \vec{V}_3 - \vec{V}_1\end{aligned}$$



$$U = 2V \cos 30^\circ = V\sqrt{3}$$

Récepteurs triphasés équilibrés

C'est un groupement de 3 récepteurs monophasés identiques, d'impédance Z et provoquant un déphasage j . On distingue 2 types de courant :

- le courant I parcourant les conducteurs de phase est dit « **courant de ligne** »,
- le courant J parcourant chaque récepteur monophasé est dit « **courant d'enroulement** ».

Montage étoile

Chaque récepteur est soumis à la tension simple

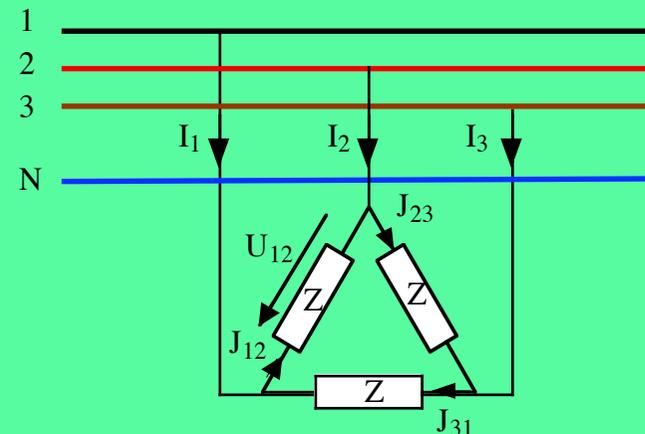
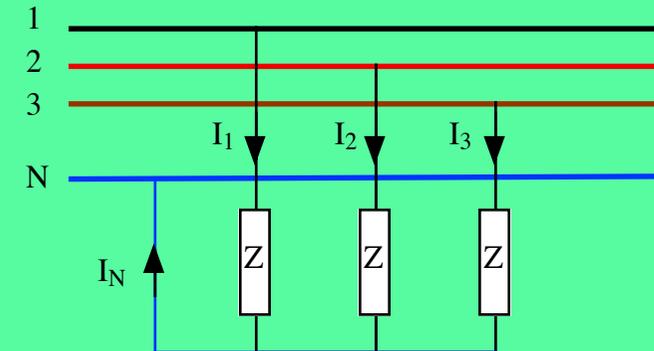
$$I = J$$

Montage triangle

Chaque récepteur est soumis à la tension composée

$$I = J\sqrt{3}$$

$$\begin{aligned}\vec{I}_1 &= \vec{J}_{12} - \vec{J}_{31} \\ \vec{I}_2 &= \vec{J}_{23} - \vec{J}_{12} \\ \vec{I}_3 &= \vec{J}_{31} - \vec{J}_{23}\end{aligned}$$



Puissances absorbées

Quel que soit le montage

$$P = UI\sqrt{3} \cos \varphi$$

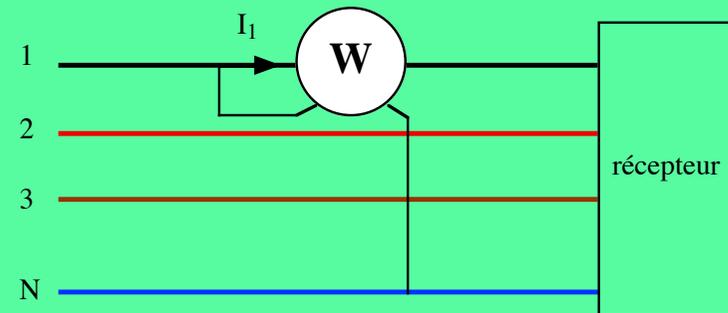
$$Q = UI\sqrt{3} \sin \varphi$$

$$S = 3 VI = UI\sqrt{3} = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Wattmètre monophasé
pour montage équilibré

$$P = 3P_m$$

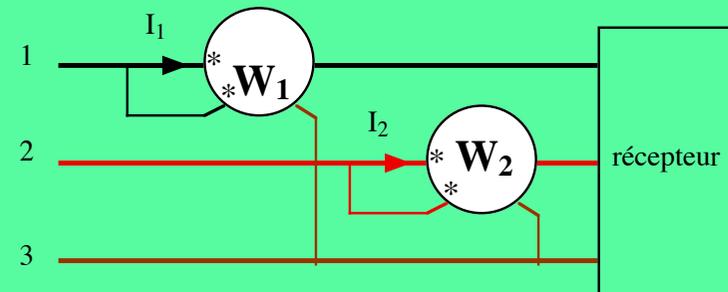
Mesure



Méthode des deux Wattmètres

$$P = P_1 + P_2$$

$$Q = \sqrt{3}(P_1 - P_2)$$



Seul $P = P_1 + P_2$ reste valable si le montage est déséquilibré

Tension réseau

C'est par définition la **tension composée**
c'est-à-dire la tension entre phases, la seule qui soit toujours accessible à la mesure

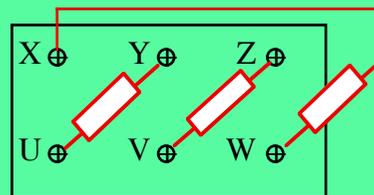
Tensions nominales d'un récepteur triphasé

Deux tensions sont mentionnées : (avec un facteur $\sqrt{3}$ entre les deux)

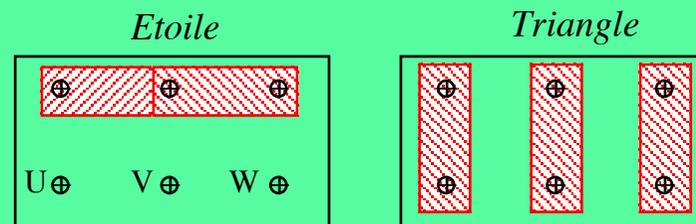
- La 1ère est la tension réseau nécessaire pour un couplage TRIANGLE du récepteur
- La 2ème est la tension réseau nécessaire pour un couplage ETOILE du récepteur

Ex : Sur le réseau public Français 400 V - 50 Hz :
- **230 V / 400 V** pour un récepteur en étoile
- **400 V / 690 V** pour un récepteur en triangle

Plaque à borne standard :



câblage des 3 impédances



placement des barrettes

Condensateurs de compensation de facteur de puissance

On préférera toujours un câblage en **triangle** car même si la tension aux bornes est plus élevée,

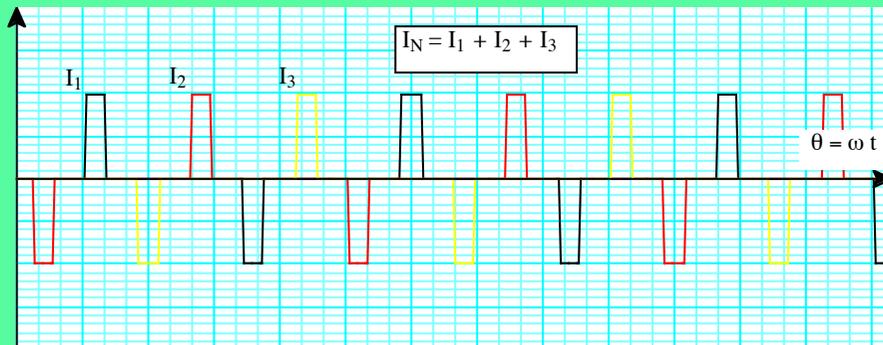
la **capacité est 3 fois moins forte** : $Q_c = 3 C_\Delta \omega U^2 = 3 C_Y \omega V^2$ d'où $C_\Delta = \frac{C_Y}{3}$

Réduction de la section du conducteur neutre

Elle est autorisée à certaines conditions :

- $S_{ph} > 25 \text{ mm}^2$
- Pas en-dessous de $S_{ph}/2$
- $P_{mono} \leq P_{totale}/10$

Elle est de plus fortement déconseillée si le **taux d'harmoniques** est élevé :

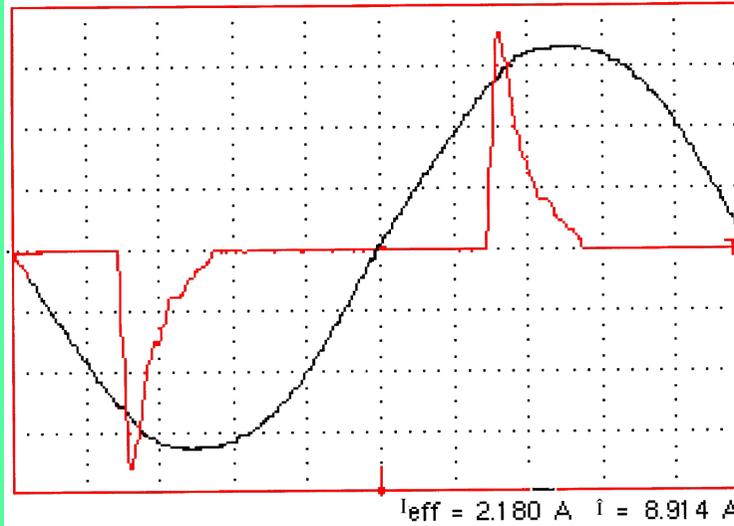


Par exemple si des récepteurs consomment sur chaque phase, un courant impulsionnel :

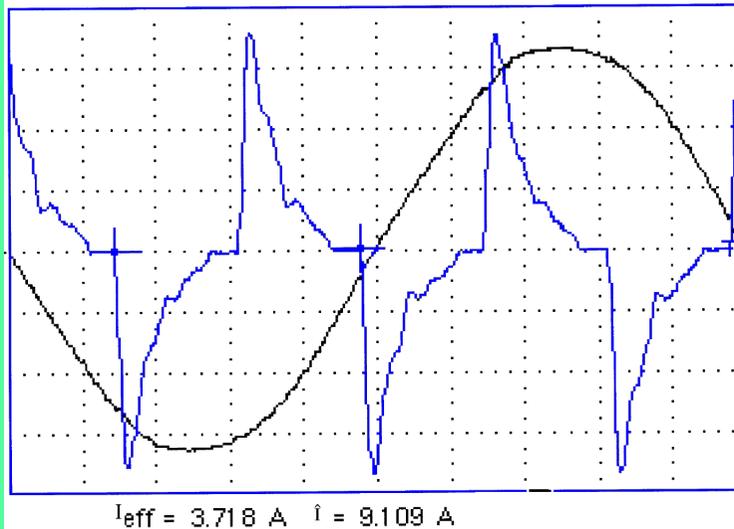
$$I = \hat{I} \sqrt{\frac{\theta_0}{\pi}} \text{ et } I_N = \hat{I} \sqrt{\frac{3\theta_0}{\pi}}$$

Exemple de relevé expérimental

COURANT DANS UNE PHASE



COURANT DANS LE NEUTRE

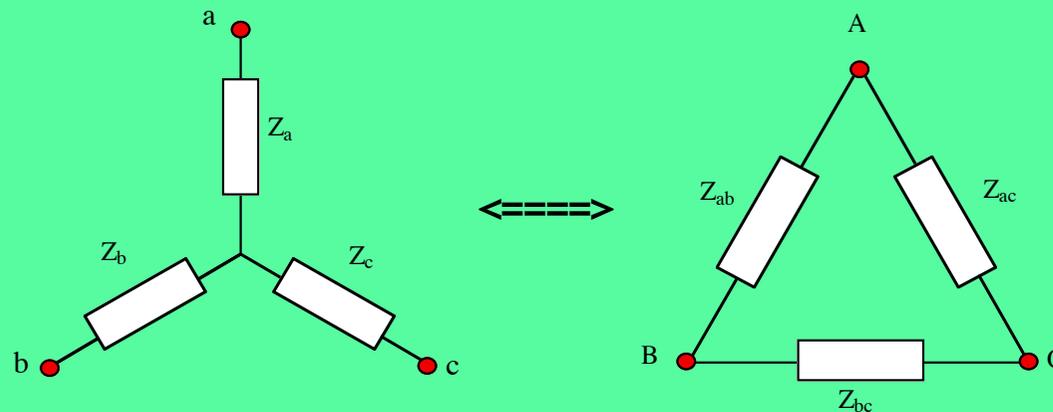


Calcul des circuits triphasés

On utilisera les méthodes classiques comme le théorème de Boucherot et les modèles vectoriels ou complexes.

En absence de solution plus simple, on aura recours à **la transformation de Kennely**. Celle-ci permet de passer d'une configuration étoile à une en triangle et inversement.

Attention ! Bien utiliser les impédances complexes.



$$Z_a = \frac{Z_{ab} Z_{ac}}{Z_{ab} + Z_{ac} + Z_{bc}}$$
$$Z_b = \frac{Z_{ab} Z_{bc}}{Z_{ab} + Z_{ac} + Z_{bc}}$$
$$Z_c = \frac{Z_{ac} Z_{bc}}{Z_{ab} + Z_{ac} + Z_{bc}}$$

$$Z_{ab} = \frac{Z_a Z_b + Z_a Z_c + Z_b Z_c}{Z_c}$$
$$Z_{ac} = \frac{Z_a Z_b + Z_a Z_c + Z_b Z_c}{Z_b}$$
$$Z_{bc} = \frac{Z_a Z_b + Z_a Z_c + Z_b Z_c}{Z_a}$$