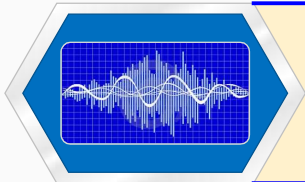


LM6E - BENGUERIR

Matière: Sciences de l'ingénieur

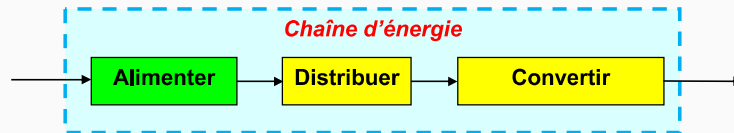
Unité: ADC



Systeme Triphasé

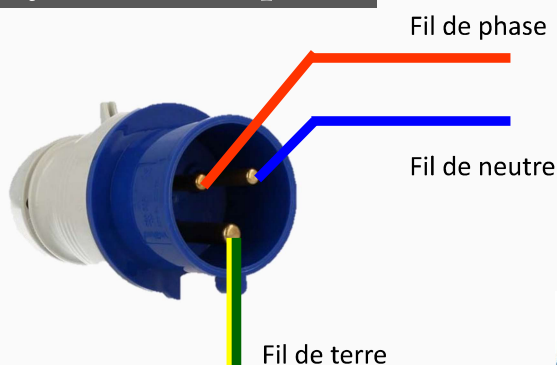
Pr. Youssef ELFAHM
Maroc

y.elfahm@gmail.com



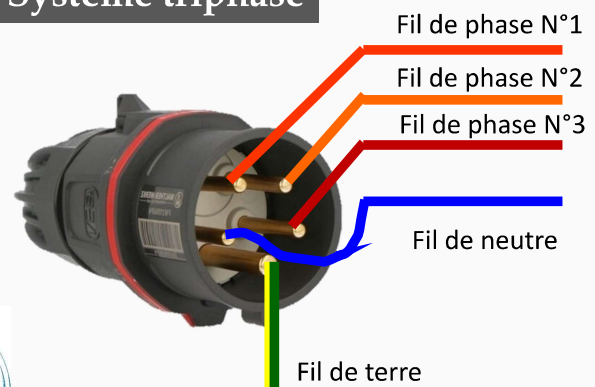
I Introduction

Systeme monophasé



$P < 10 \text{ kW}$

Systeme triphasé



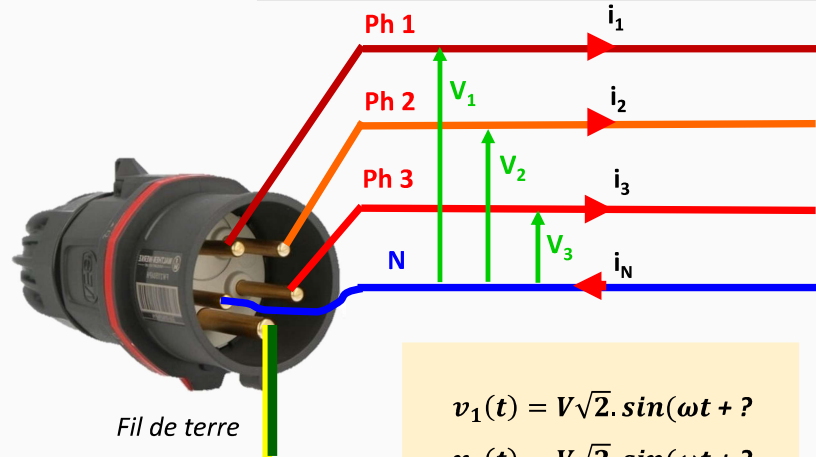
$P > 10 \text{ kW}$



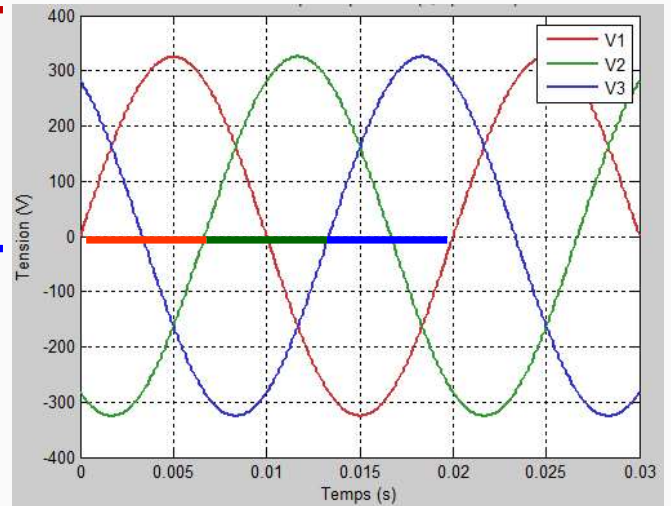
II Système triphasé

Définition
Réseau triphasé

Un système triphasé est **un réseau** à **trois grandeurs** (tensions ou courants) **sinusoïdales** de **même fréquence** et **déphasées entre eux d'un angle de 120°**.



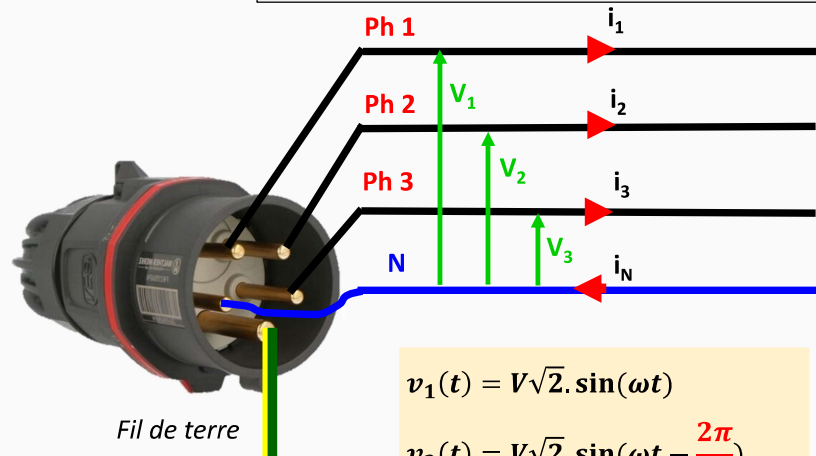
$$\begin{aligned} v_1(t) &= V\sqrt{2} \cdot \sin(\omega t + ?) \\ v_2(t) &= V\sqrt{2} \cdot \sin(\omega t + ?) \\ v_3(t) &= V\sqrt{2} \cdot \sin(\omega t + ?) \end{aligned}$$



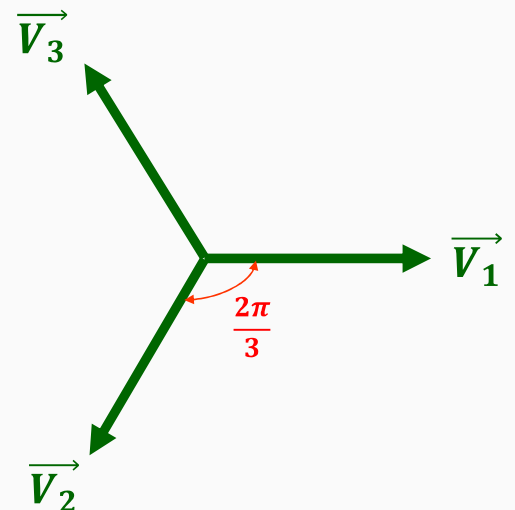
II Système triphasé

Définition
Réseau triphasé

Un système triphasé est **un réseau** à **trois grandeurs** (tensions ou courants) **sinusoïdales** de **même fréquence** et **déphasées entre eux d'un angle de 120°**.



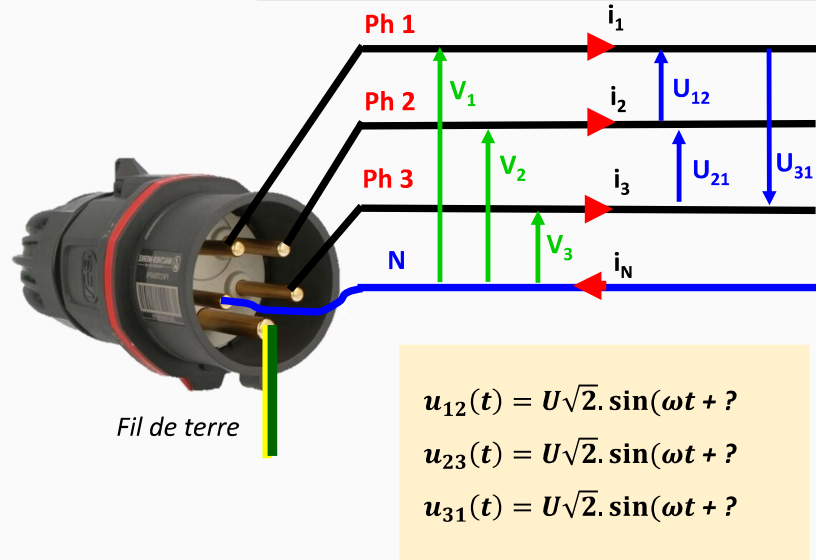
$$\begin{aligned} v_1(t) &= V\sqrt{2} \cdot \sin(\omega t) \\ v_2(t) &= V\sqrt{2} \cdot \sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right) \\ v_3(t) &= V\sqrt{2} \cdot \sin\left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right) \end{aligned}$$



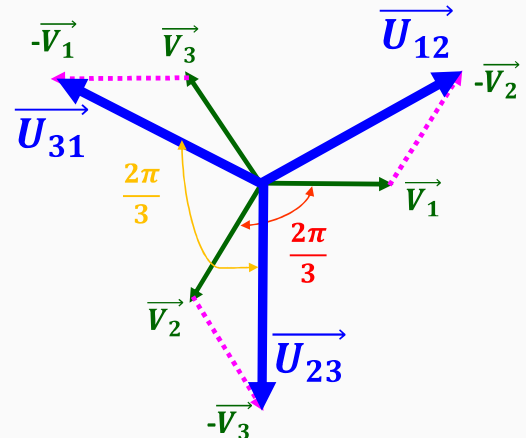
II Système triphasé

Définition
Réseau triphasé

Un système triphasé est **un réseau** à **trois grandeurs** (tensions ou courants) **sinusoïdales** de **même fréquence** et **déphasées entre eux d'un angle de 120°**.



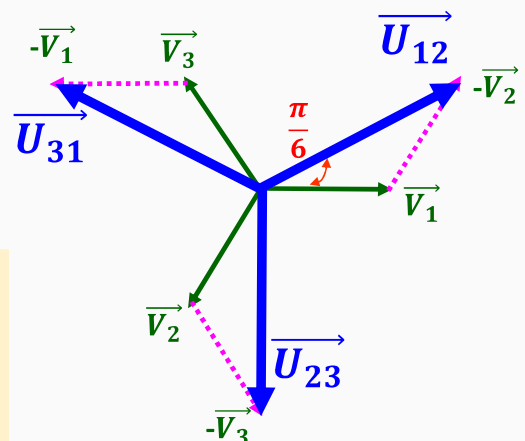
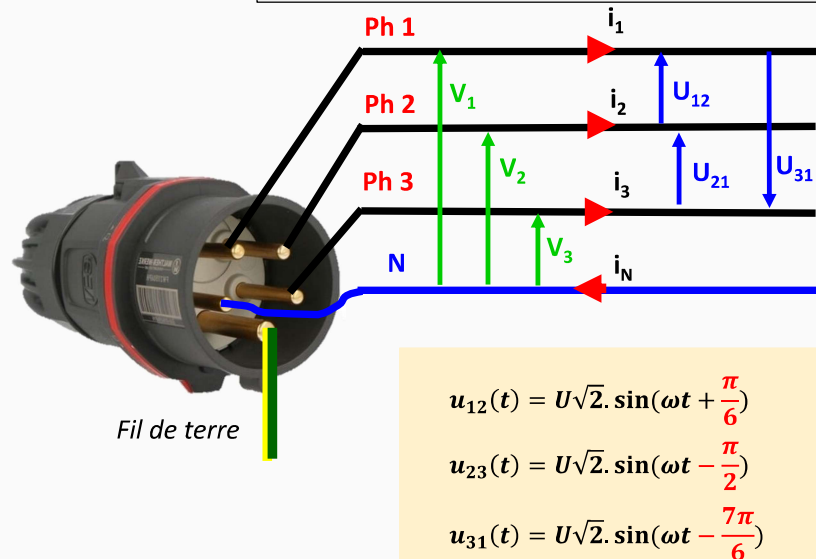
$$\vec{U}_{12} = \vec{V}_1 - \vec{V}_2$$



II Système triphasé

Définition
Réseau triphasé

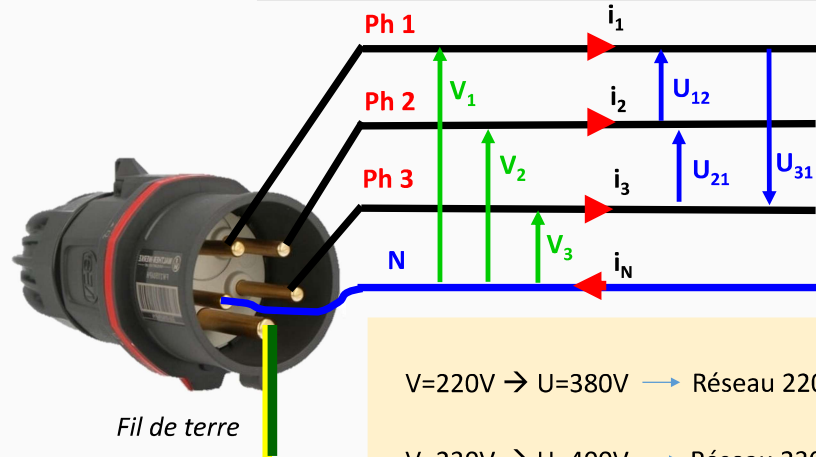
Un système triphasé est **un réseau** à **trois grandeurs** (tensions ou courants) **sinusoïdales** de **même fréquence** et **déphasées entre eux d'un angle de 120°**.



II Système triphasé

Définition
Réseau triphasé

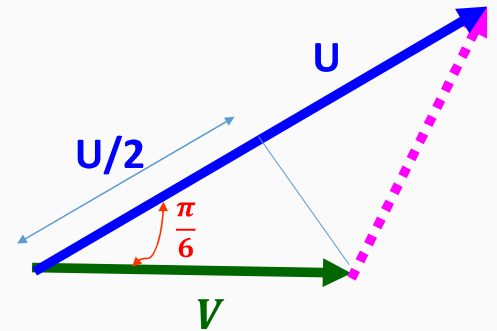
Un système triphasé est **un réseau** à **trois grandeurs** (tensions ou courants) **sinusoïdales** de **même fréquence** et **déphasées entre eux d'un angle de 120°**.



$V=220V \rightarrow U=380V \rightarrow$ Réseau 220/380V – 50 Hz

$V=230V \rightarrow U=400V \rightarrow$ Réseau 230/400V – 50 Hz

$V=400V \rightarrow U=690V \rightarrow$ Réseau 400/690V – 50 Hz

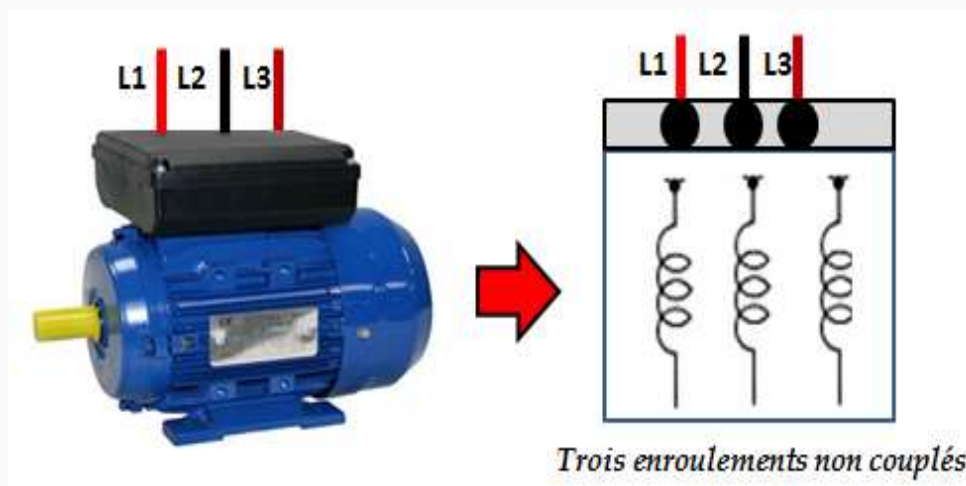


$$U = \sqrt{3} \cdot V$$

II Système triphasé

Définition
Récepteur triphasé

Un récepteur triphasé est un **groupement** de **trois récepteurs monophasés** (Résistance, Bobine ou Condensateur).

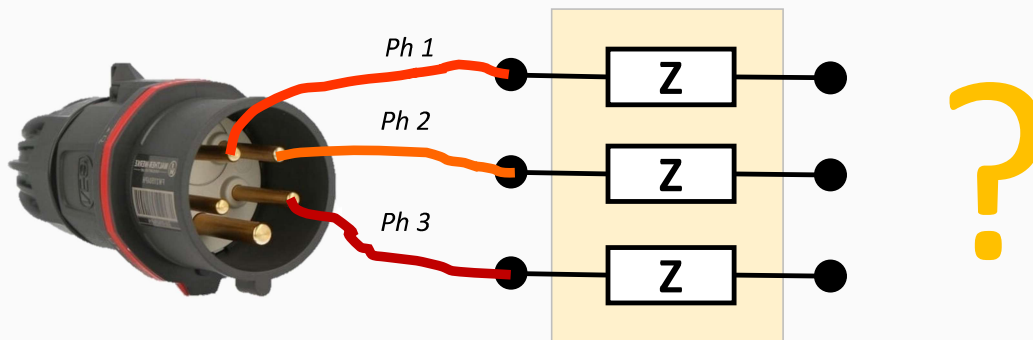


II Système triphasé

Définition

Récepteur triphasé

Un récepteur triphasé est un **groupement** de **trois récepteurs monophasés** (Résistance, Bobine ou Condensateur).

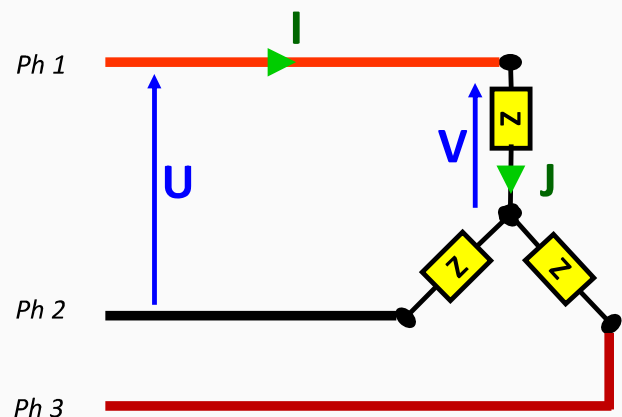
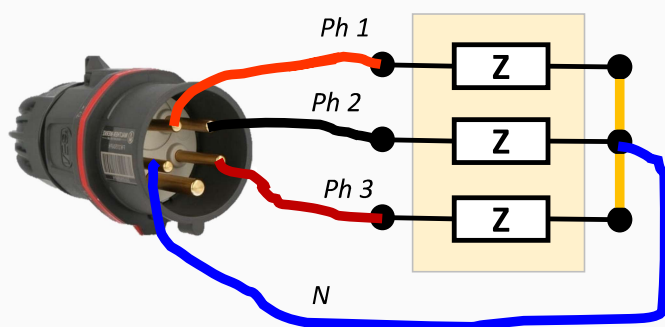


II Système triphasé

Définition

Récepteur triphasé

Un récepteur triphasé est un **groupement** de **trois récepteurs monophasés** (Résistance, Bobine ou Condensateur).



- ☐ Avec neutre
- ☐ $I=J$
- ☐ $V=Z.I$



Le système est équilibré si:

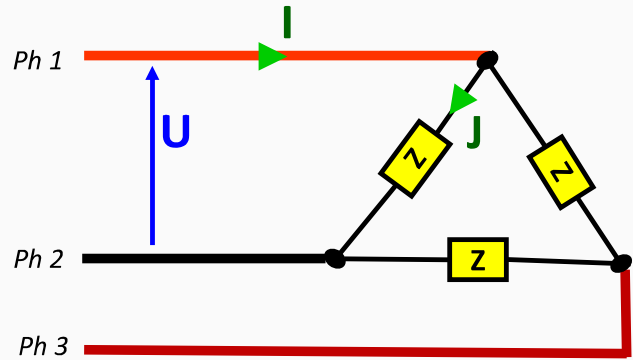
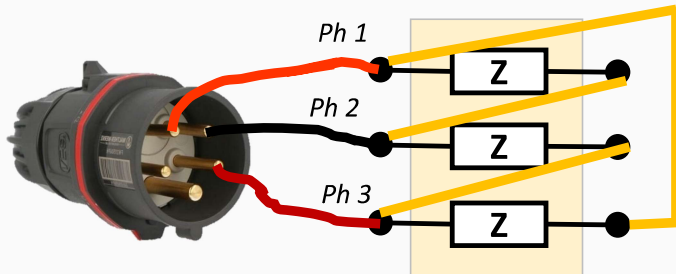
$$\vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3 = \vec{0}$$

Couplage Etoile (Y)

II Système triphasé

Définition
Récepteur triphasé

Un récepteur triphasé est un **groupement** de **trois récepteurs monophasés** (Résistance, Bobine ou Condensateur).



Couplage Triangle (Δ)

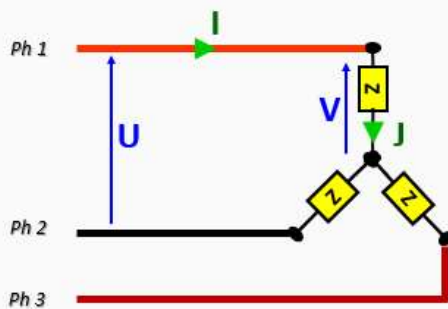
- ☐ Pas de neutre
- ☐ $I = \sqrt{3} \cdot J$
- ☐ $U = Z \cdot J$

Le système est équilibré si:

$$\vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3 = \vec{0}$$

II Système triphasé

Couplage Etoile (Y)

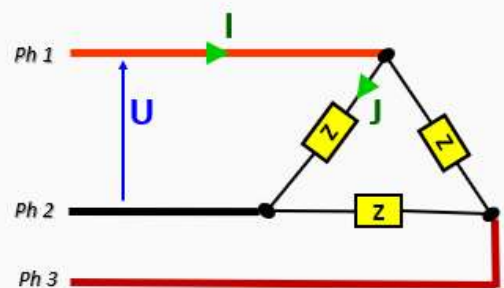


- ☐ Avec neutre
- ☐ $I = J$
- ☐ $V = Z \cdot I$

Le système est équilibré si:

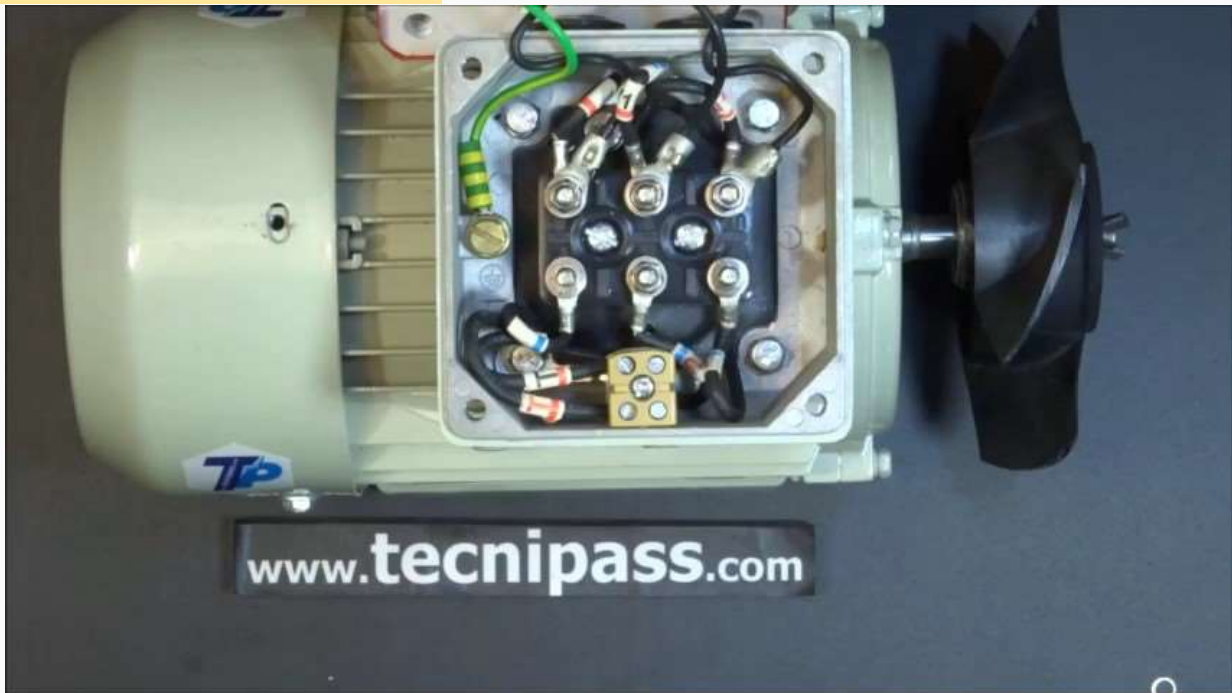
$$\vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3 = \vec{0}$$

Couplage Triangle (Δ)



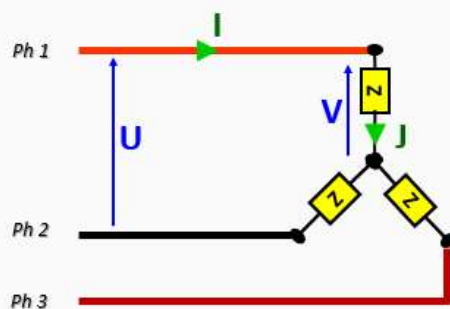
- ☐ Pas de neutre
- ☐ $I = \sqrt{3} \cdot J$
- ☐ $U = Z \cdot J$

II Système triphasé

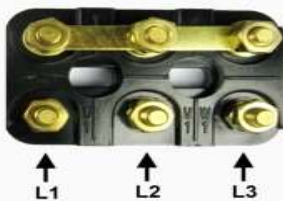


II Système triphasé

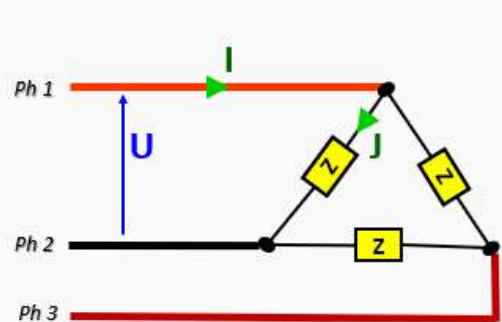
Couplage Etoile (Y)



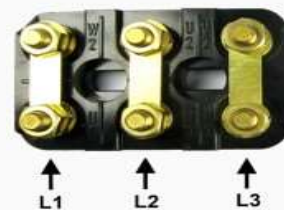
Y (étoile)



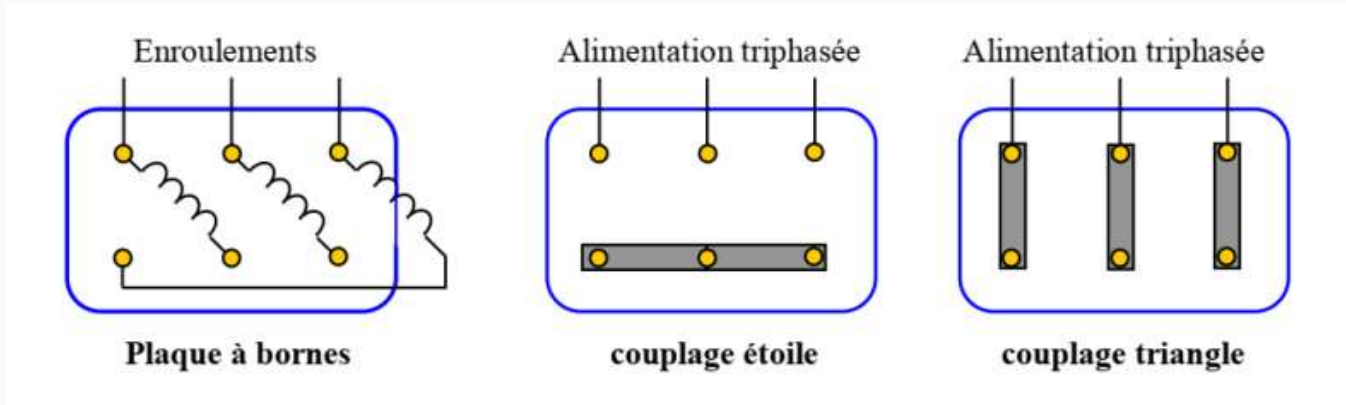
Couplage Triangle (Δ)



Δ (triangle)



II Système triphasé



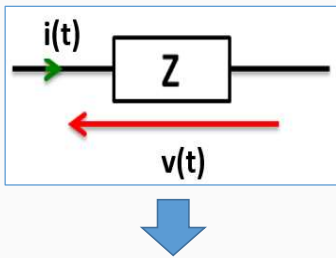
II Système triphasé



Moteurs PERAUD

Moteur 3 Ph ~ Type R25 P EF
50 Hz IP55
1,5 kW Cos = 0,78 1420 tr/min
400 V Y 3,7 A
230 V Δ 6,4 A

II Puissances électriques



La puissance active (P)
La puissance réactive (Q)
La puissance apparente (S)

□ La puissance active (P)

C'est une puissance consommée pour exécuter un travail physique.

→ $P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$ l'unité est le Watt (w)

□ La puissance réactive (Q)

C'est une puissance engendrée par les éléments réactifs du circuit, (Bobines / Condensateurs).

→ $Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi$ l'unité est le voltampères réactifs (VAR).

□ La puissance apparente (S)

Elle ne traduit pas un échange d'énergie. Elle est liée aux dimensionnement du dipôle.

→ $S = V \cdot I = \sqrt{P^2 + Q^2}$ l'unité est le voltampère (VA).

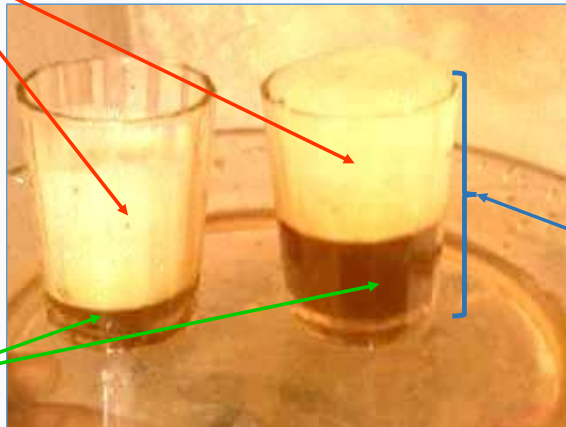
II Puissances électriques

La puissance
réactive (Q)

Elle ne produit pas de travail utile mais est nécessaire pour le fonctionnement des équipements inductifs comme les moteurs ou les transformateurs.

La puissance
active (P)

C'est la puissance réellement consommée pour effectuer un travail utile (chauffer, éclairer, faire tourner un moteur, etc.).
C'est la partie de l'énergie qui est effectivement utilisée.

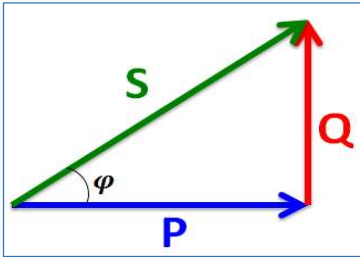


La puissance
apparente (S)

Elle correspond à la capacité totale que doit avoir le réseau pour alimenter une installation

II Puissances électriques

Le triangle de puissance



$\cos (\varphi) = P / S$

$\sin (\varphi) = Q / S$



$\text{Tang } (\varphi) = Q / P$

❑ La puissance active (P)

C'est une puissance consommée pour exécuter un travail physique.

→ $P = V . I . \cos \varphi$ l'unité est le Watt (w)

❑ La puissance réactive (Q)

C'est une puissance engendrée par les éléments réactifs du circuit, (Bobines / Condensateurs).

→ $Q = V . I . \sin \varphi$ l'unité est le voltampères réactifs (VAR).

❑ La puissance apparente (S)

Elle ne traduit pas un échange d'énergie. Elle est liée aux dimensionnement du dipôle.

→ $S = V . I = \sqrt{P^2 + Q^2}$ l'unité est le voltampère (VA).

II Puissances électriques

En monophasé

❑ La puissance active (P)

→ $P = V . I . \cos \varphi$



❑ La puissance réactive (Q)

→ $Q = V . I . \sin \varphi$



❑ La puissance apparente (S)

→ $S = V . I = \sqrt{P^2 + Q^2}$



Elément	Déphasage	P	Q	S
	$\varphi_R = 0$			
	$\varphi_L = \frac{\pi}{2}$			
	$\varphi_C = -\frac{\pi}{2}$			

II Puissances électriques

En triphasé

□ La puissance active (P)

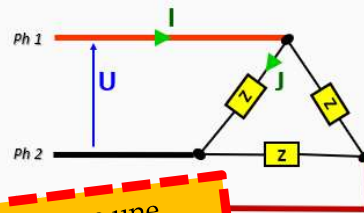
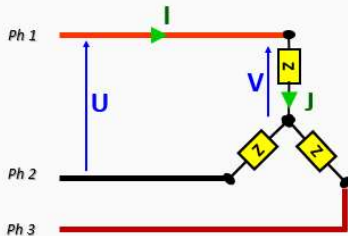
→ $P = \sqrt{3} U.I. \cos \varphi$ ❤️

□ La puissance réactive (Q)

→ $Q = \sqrt{3} U.I. \sin \varphi$ ❤️

□ La puissance apparente (S)

→ $S = \sqrt{3} U.I = \sqrt{P^2 + Q^2}$ ❤️



Le même récepteur branché en Δ consomme une puissance 3 fois plus grande qu'en Y.

$P_1 = V.I. \cos \varphi$ Or

avec $U = \sqrt{3}.V$ de

Alors $P = 3.(I/\sqrt{3}).U. \cos \varphi$

Donc $P = \sqrt{3}U.I. \cos \varphi$

$3P_1 = 3 U.J. \cos \varphi$

$\frac{P_{\Delta}}{P_Y} = 3$

Alors $P = 3.(I/\sqrt{3}).U. \cos \varphi$

Donc $P = \sqrt{3}U.I. \cos \varphi$

II Système triphasé

Exemple d'application

Soit un récepteur triphasé équilibré constitué de trois radiateurs $R = 100 \Omega$. Ce récepteur est alimenté par un réseau triphasé 230 V / 400 V à 50 Hz.

1- Calculer la valeur efficace I du courant de ligne et la puissance active P consommée quand le couplage du récepteur est en étoile.

2- Reprendre la question avec un couplage en triangle.

3- Conclure.



II Théorème de Boucherot

Les puissances active et réactive absorbées par un groupement de dipôles sont respectivement égales à la somme des puissances actives et réactives absorbées par chaque élément du groupement.

$$P_t = \sum P_i$$

$$Q_t = \sum Q_i$$

Un réseau triphasé 230 V/400 V, 50 HZ, alimente trois récepteurs équilibrés dont les caractéristiques sont les suivantes, dans les conditions de fonctionnement considérées :

- Récepteur R_A : Puissance active consommée	$P_A = 3 \text{ kW}$	$\cos \varphi_A = 0,80$
- Récepteur R_B : Puissance active consommée	$P_B = 2 \text{ kW}$	$\cos \varphi_B = 0,75$
- Récepteur R_C : Puissance active consommée	$P_C = 3 \text{ kW}$	$\cos \varphi_C = 0,85$

Lorsque les trois récepteurs **fonctionnent simultanément** :

- 1 - **Calculer** les puissances actives, réactives, apparentes fournies par le réseau.
- 2 - **Calculer** le facteur de puissance de l'ensemble des récepteurs.
- 3 - **Calculer** l'intensité efficace du courant dans un fil de ligne.

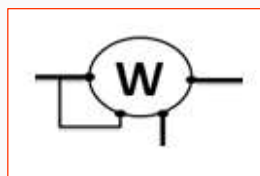
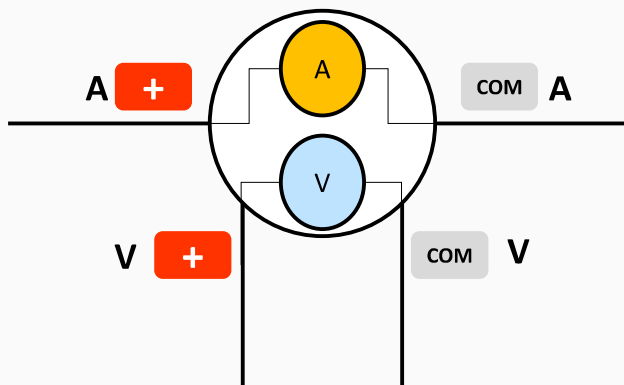
II Mesure de puissance

Puissance = Tension * Courant

Wattmètre

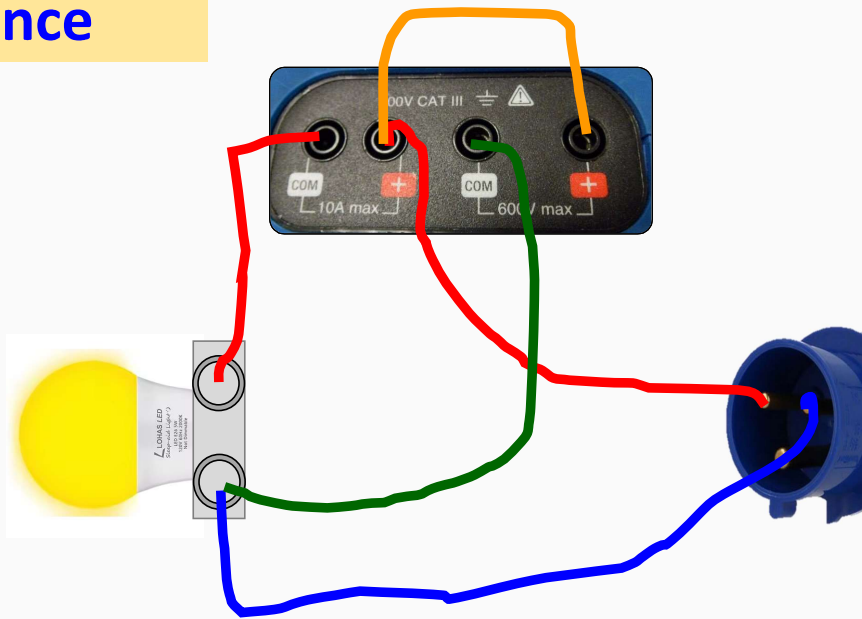
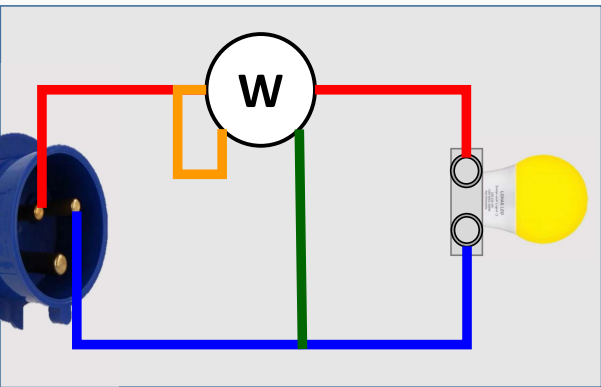
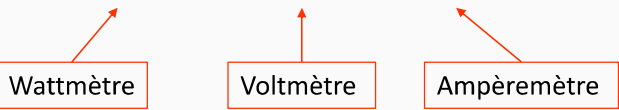
Voltmètre

Ampèremètre



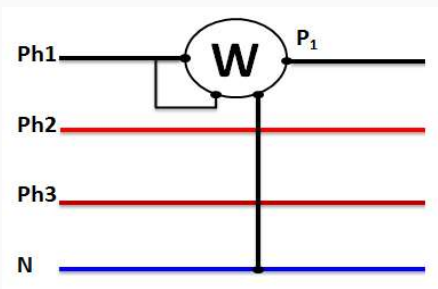
II Mesure de puissance

Puissance = Tension * Courant



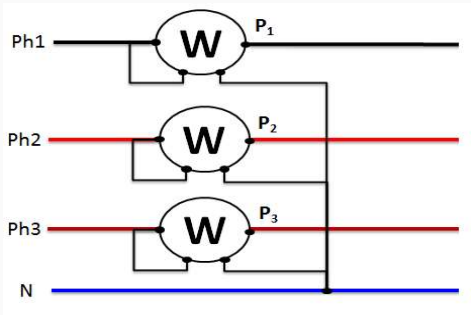
II Mesure de puissance

Cas du système équilibré



$$P = 3P_1$$

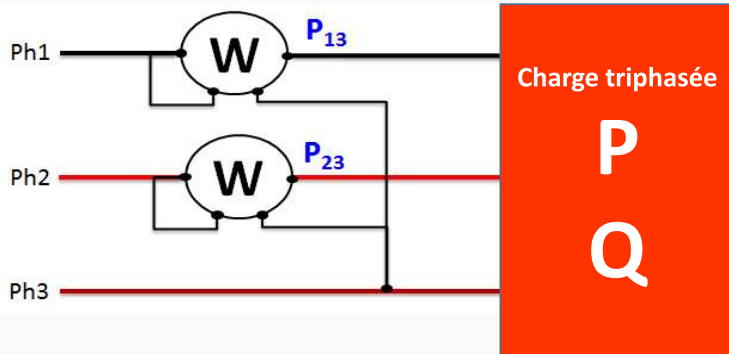
Cas du système déséquilibré



$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

II Méthode des deux wattmètres

Valable juste pour un système équilibré



$$P = P_{13} + P_{23}$$
$$Q = \sqrt{3}(P_{13} - P_{23})$$



II Méthode des deux wattmètres

Un réseau triphasé 230 V/400 V, 50 HZ, alimente trois récepteurs équilibrés dont les caractéristiques sont les suivantes, dans les conditions de fonctionnement considérées :

- Récepteur R_A : Puissance active consommée	$P_A = 3 \text{ kW}$	$\cos \varphi_A = 0,80$
- Récepteur R_B : Puissance active consommée	$P_B = 2 \text{ kW}$	$\cos \varphi_B = 0,75$
- Récepteur R_C : Puissance active consommée	$P_C = 3 \text{ kW}$	$\cos \varphi_C = 0,85$

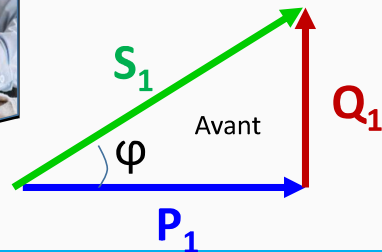
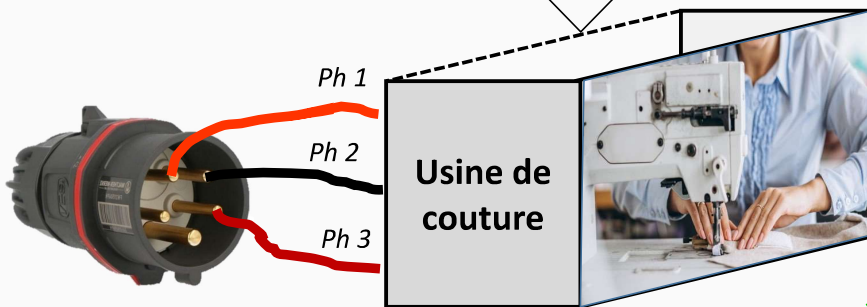
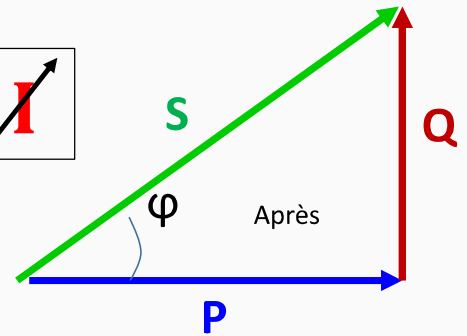
Lorsque les trois récepteurs **fonctionnent simultanément** :

- 1 - **Calculer** les puissances actives, réactives, apparentes fournies par le réseau.
- 2 - **Calculer** le facteur de puissance de l'ensemble des récepteurs.
- 3 - **Calculer** l'intensité efficace du courant dans un fil de ligne.
- 4 - **Calculer** les indications que porteraient les deux wattmètres utilisés pour mesurer les puissances par la méthode des deux wattmètres.

II Amélioration du facteur de puissance

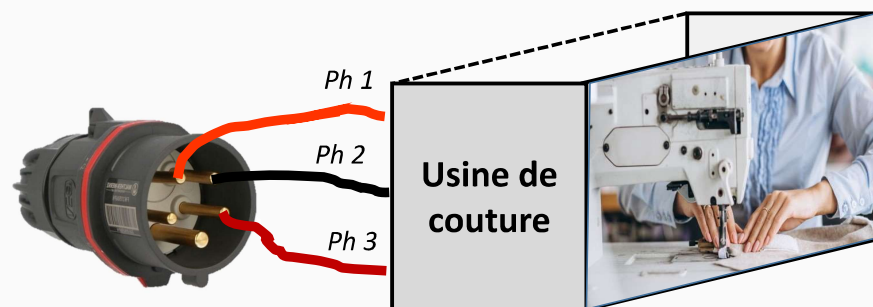
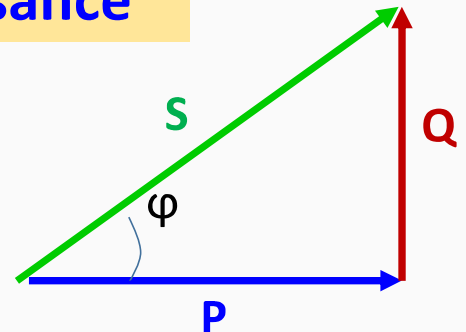


$$S = \sqrt{3} U \cdot I$$



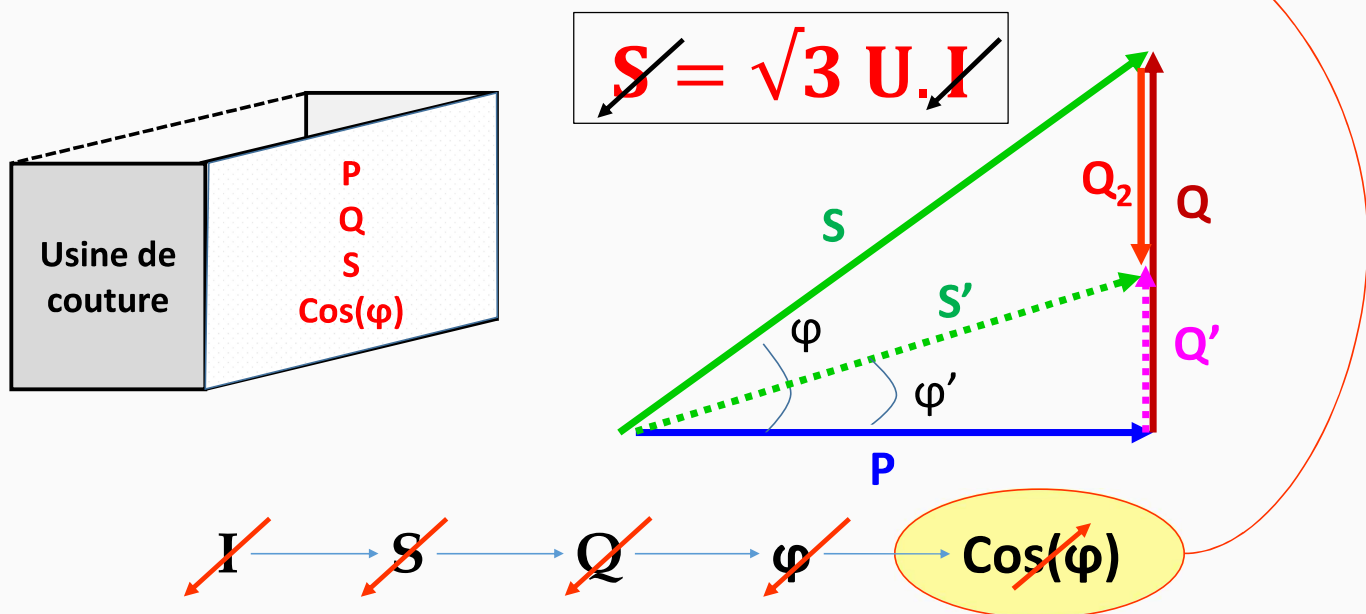
II Amélioration du facteur de puissance

$$S = \sqrt{3} U \cdot I$$



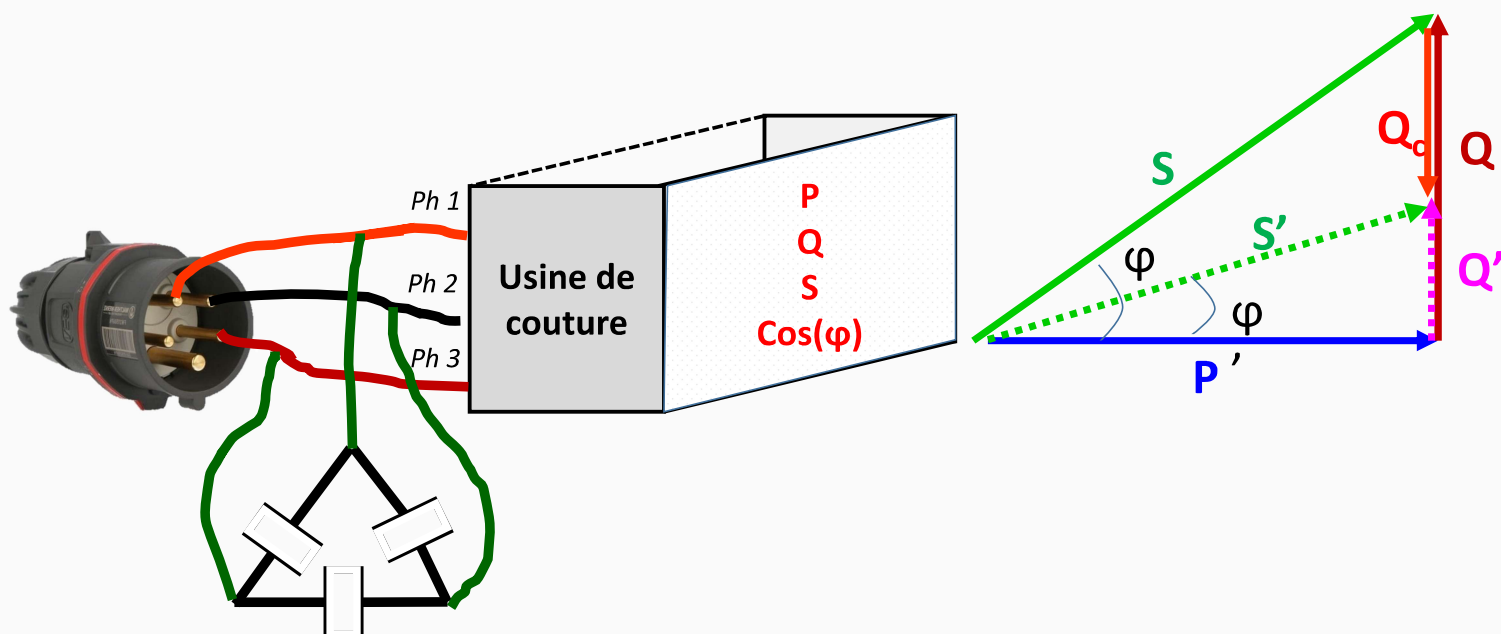
II

Amélioration du facteur de puissance



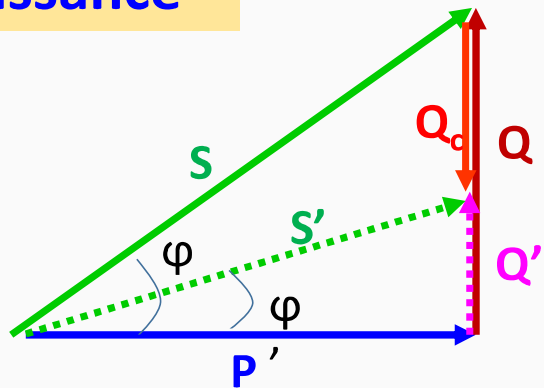
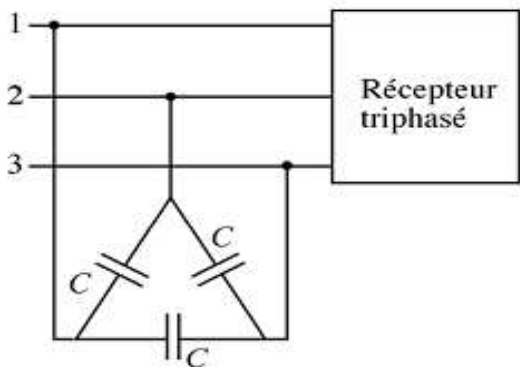
II

Amélioration du facteur de puissance



II

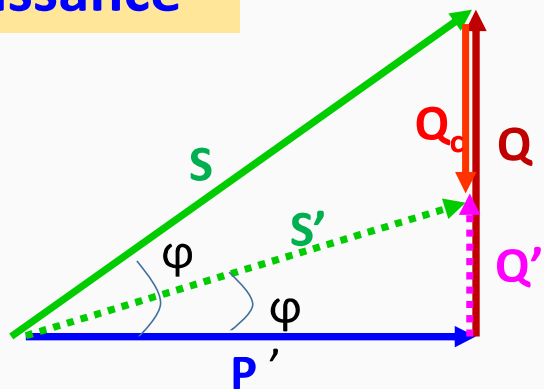
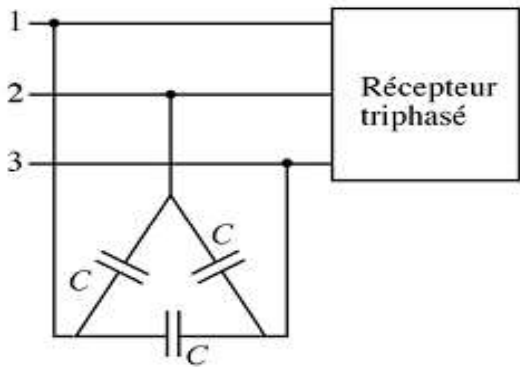
Amélioration du facteur de puissance



	Puissance active	Puissance réactive	fp
Charge seule	P	$Q = P \cdot \tan \varphi$	$\cos \varphi$
Les trois condensateur	0	$Q_c = -3 \cdot C \omega U^2$	0
Charge + condensateurs	P	$Q' = Q + Q_c = P \cdot \tan \varphi'$	$\cos \varphi'$

II

Amélioration du facteur de puissance



Capacité en couplage triangle

$$C = \frac{P \cdot (\tan \varphi - \tan \varphi')}{3 \omega U^2}$$

Capacité en couplage étoile

$$C = \frac{P \cdot (\tan \varphi - \tan \varphi')}{\omega U^2}$$