



SYSTÈMES TRIPHASÉS ÉQUILIBRÉS

I _ OBJECTIFS DU PROGRAMME

- ✍ Déterminer les grandeurs électriques d'un réseau triphasé équilibré.
- ✍ Déterminer les grandeurs électriques d'un récepteur triphasé équilibré.
- ✍ Déterminer les puissances électriques mises en jeu dans un récepteur triphasé équilibré.

II _ MISE EN SITUATION

■ **M1** : Moteur à courant alternatif Monophasé



■ **M2** : Moteur à courant alternatif Triphasé



- Le courant $I_{\text{mono}} = 3 \cdot I_{\text{tri}}$, pour les deux moteurs (**M1** et **M2**) de mêmes puissances.
- Lors de transport de l'énergie électrique, les pertes sont *faibles* en triphasé qu'en *monophasé*.

III _ PROPRIETES DU RESEAU TRIPHASE

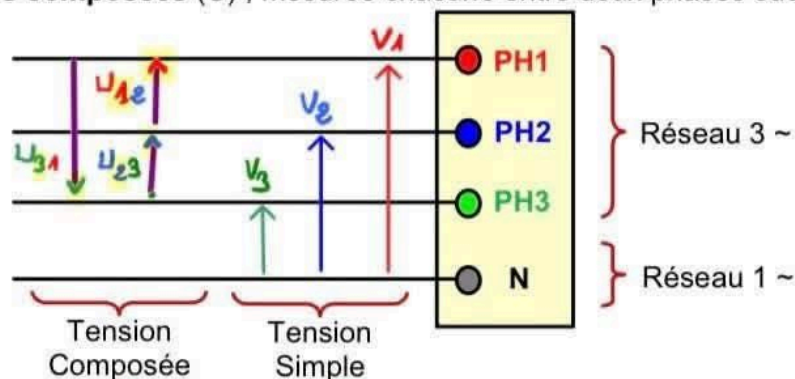
✍ **Manuel d'activités**

Réaliser l'activité n°1 pages 157.

✍ **Interprétation & Conclusion :**

Aux bornes d'une prise triphasée (3 phases + Neutre), six tensions sont disponibles

- **Trois tensions simples (V)** ; mesurée chacune entre une phase et le neutre
- **Trois tensions composées (U)** ; mesurée chacune entre deux phases successives.



↓ Systèmes Triphasés Équilibrés

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



Représentation cartésienne		Représentation graphique
Tension instantanée $v_1(t)$	Tension instantanée $v_2(t)$	Tension instantanée $v_3(t)$
$v_1(t) = V_{1max} \sin(\omega t + 0)$	$v_2(t) = V_{2max} \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3})$	$v_3(t) = V_{3max} \sin(\omega t - \frac{4\pi}{3})$
Représentation cartésienne		Représentation graphique
		$OB = 2 \cdot OH$ $OH = 2 \cdot OG \cdot \cos \frac{\pi}{6} = \frac{0.4}{0.4}$ $OB = 2 \cdot 0.4 \cdot \cos \frac{\pi}{6} = 0.4$ $U = 2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot V$ $U = \sqrt{3} \cdot V$
Tension instantanée $u_{12}(t)$	Tension instantanée $u_{23}(t)$	Tension instantanée $u_{31}(t)$
$u_{12}(t) = U_{12max} \sin(\omega t + 0)$	$u_{23}(t) = U_{23max} \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3})$	$u_{31}(t) = U_{31max} \sin(\omega t - \frac{4\pi}{3})$
Tension composée u_{12}	Tension composée u_{23}	Tension composée u_{31}
$u_{12} = v_1(t) - v_2(t)$	$u_{23} = v_2(t) - v_3(t)$	$u_{31} = v_3(t) - v_1(t)$
Tension vectorielle $\vec{U}_{12}$	Tension vectorielle $\vec{U}_{23}$	Tension vectorielle $\vec{U}_{31}$
$\vec{U}_{12} = \vec{V}_1 + (-\vec{V}_2)$	$\vec{U}_{23} = \vec{V}_2 + (-\vec{V}_3)$	$\vec{U}_{31} = \vec{V}_3 + (-\vec{V}_1)$

- Les tensions composées u_{12} , u_{23} et u_{31} constituent, elles aussi, un **système triphasé équilibré**, leurs vecteurs de Fresnel se déduisent de $\vec{V}_1$, $\vec{V}_2$ et $\vec{V}_3$.
- Retenons** : La valeur efficace U des tensions composées est liée à la valeur efficace V des tensions simples par :

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



IV _ CIRCUITS TRIPHASÉS ÉQUILIBRÉS

Note : Notre étude se limite à l'utilisation des récepteurs identiques

- En triphasé les récepteurs peuvent être couplés soit en étoile (Y) soit en triangle (Δ ou D) suivant la tension qu'on doit appliquer à chaque récepteur.

Couplage étoile (Y)	Couplage Triangle (Δ ou D)
Intensités efficaces (Y)	Intensités efficaces (Δ ou D)
Chaque dipôle fonctionne indépendamment des autres, comme s'il était en monophasé, son impédance étant connue, le calcul de l'intensité du courant est immédiat : $I_1 = J_{12} = \frac{U_1}{Z}; I_2 = J_{23} = \frac{U_2}{Z}; I_3 = J_{31} = \frac{U_3}{Z}$ Puisque les récepteurs sont identiques, les intensités efficaces sont égales : $V_1 = V_2 = V_3 \dots \text{donc } I_1 = I_2 = I_3 = \frac{V}{Z}$ Il vient immédiatement que le courant $I_N = 0$. Le courant dans le fil neutre est nul à tout instant : ce fil peut être enlevé. Les courants i_1, i_2 et i_3 constituent un système équilibré : on dit que le fonctionnement du récepteur est <u>équilibré</u>.	Pour exprimer les courants i_1, i_2 et i_3 dans les fils d'alimentation, écrivons la loi des nœuds aux bornes 1, 2 et 3 du récepteur. Relations entre les courants Au Nœuds 1 $j_{12} = i_1 + j_{31} \quad i_1 = j_{12} - j_{31} \quad \vec{I}_1 = \vec{J}_{12} - \vec{J}_{31}$ Au Nœuds 2 $j_{23} = i_2 + j_{12} \quad i_2 = j_{23} - j_{12} \quad \vec{I}_2 = \vec{J}_{23} - \vec{J}_{12}$ Au Nœuds 3 $j_{31} = i_3 + j_{23} \quad i_3 = j_{31} - j_{23} \quad \vec{I}_3 = \vec{J}_{31} - \vec{J}_{23}$
	$OA = 2 \cdot OA'$ $\cos \frac{\pi}{6} = \frac{OA'}{OA}$ $OA = 2 \cdot \cos \frac{\pi}{6} \cdot OA'$ $I = 2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} J$ $I(\Delta) = \sqrt{3} J$

- Retenons :** La valeur efficace I des courants dans les fils est liée à la valeur efficace J des courants dans les phases par :

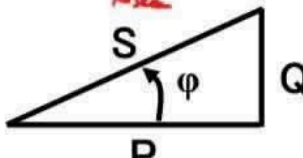
$$I(\Delta) = \sqrt{3} J$$



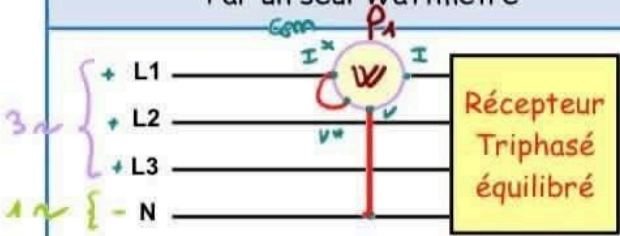
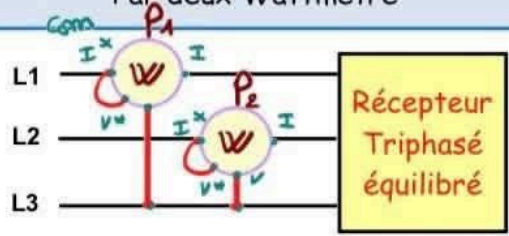
Résumé :

Couplage	Courant de phase	Tension entre phases
Etoile (Y)	$I = J$	$U = \sqrt{3} V$
Triangle (Δ)	$I = \sqrt{3} J$	$U_{\text{Relevé}} = V_{\text{charge}}$

V _ MESURE DE PUISSANCES D'UN SYSTÈME TRIPHASÉ ÉQUILIBRÉ

Le récepteur est couplé en étoile (Y)	Le récepteur est couplé en Triangle (Δ ou D)
Puissance active dans une phase Chacune des phases soumise à une tension $V = \frac{U}{\sqrt{3}}$ parcourue par le courant $J = I$ absorbe la puissance active. $P_1 = V \cdot J \cdot \cos \phi$ avec $P_1 = \frac{U}{\sqrt{3}} \cdot I \cdot \cos \phi$ Puissance active totale $P_t = 3P_1 = 3 \cdot \frac{U}{\sqrt{3}} \cdot I \cdot \cos \phi$ $P_t = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \phi$ Par analogie La puissance réactive totale $Q_t = 3Q_1 = 3 \cdot V \cdot J \cdot \sin \phi$ $Q_t = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \phi$ La puissance apparente $S_t = 3S_1 = 3 \cdot V \cdot J$ $S_t = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$	Puissance active dans une phase Chacune des phases soumise à une tension $V = U$ parcourue par le courant $J = \frac{I}{\sqrt{3}}$ absorbe la puissance active. $P_1 = V \cdot J \cdot \cos \phi$ avec $P_1 = U \cdot \frac{I}{\sqrt{3}} \cdot \cos \phi$ Puissance active totale $P_t = 3P_1 = 3 \cdot U \cdot \frac{I}{\sqrt{3}} \cdot \cos \phi$ $P_t = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \phi$ Par analogie La puissance réactive totale $Q_t = 3Q_1 = 3 \cdot V \cdot J \cdot \sin \phi$ $Q_t = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \phi$ La puissance apparente $S_t = 3S_1 = 3 \cdot V \cdot J$ $S_t = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$
	$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$

VI _ MESURE DE LA PUISSANCE ACTIVE

Par un seul Wattmètre	Par deux Wattmètre
	
$P_t = 3P_1$	$ P_t = P_1 + P_2$
$Q_t = 3Q_1$	$Q_t = \sqrt{3} \cdot (P_1 - P_2)$

Manuel d'activités

Réaliser l'activité n°2 ; n°3 & n°4 pages 159 → 163.

