



Electrotechnique

Chapitre 3 Systèmes triphasés

© Fabrice Sincère ; version 3.0.2

<http://pagesperso-orange.fr/fabrice.sincere/>

Sommaire

- 1- Monophasé (1~) et triphasé (3~)
- 2- Système triphasé
- 3- Récepteurs triphasés équilibrés
 - 3-1- Couplage étoile (Y) d'un récepteur triphasé
 - 3-2- Couplage triangle (D ou Δ) d'un récepteur triphasé
- 4- Puissances en régime triphasé équilibré

Chapitre 3

Systemes triphasés

1- Monophasé (1~) et triphasé (3~)

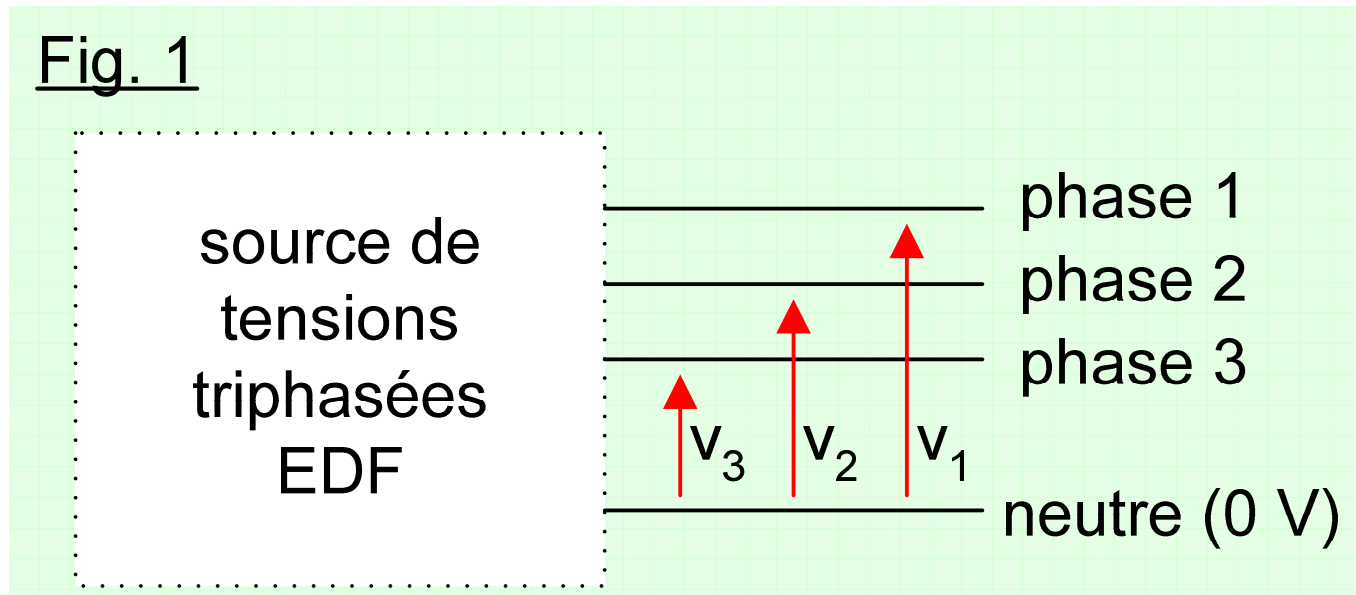
- système monophasé
 - installation domestique
- système triphasé
 - installation industrielle
 - production, transport et distribution de l'énergie électrique

2- Système triphasé

- Définitions

On appelle *tensions [courants] triphasées*, trois tensions [courants] sinusoïdales alternatives, de même fréquence, de même valeur efficace et régulièrement déphasées de 120° .

Fig. 1



Les tensions v_i sont appelées tensions *entre phase et neutre* (ou tensions *simples*).

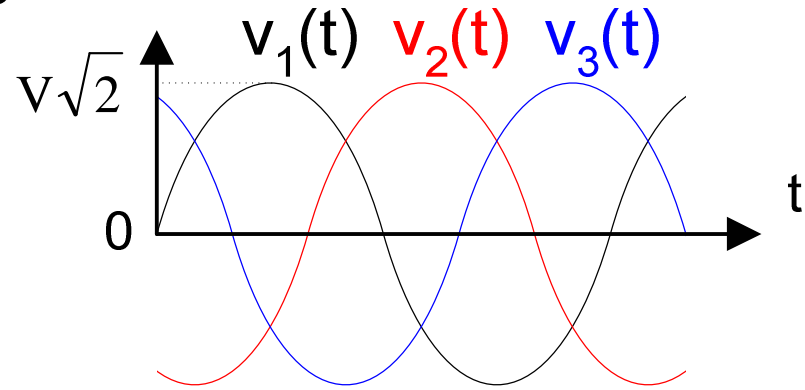
- Représentation temporelle

$$v_1(t) = V\sqrt{2} \sin(\omega t)$$

$$v_2(t) = V\sqrt{2} \sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right)$$

$$v_3(t) = V\sqrt{2} \sin\left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right)$$

Fig. 2



V désigne la valeur efficace des tensions simples.

- Représentation de Fresnel

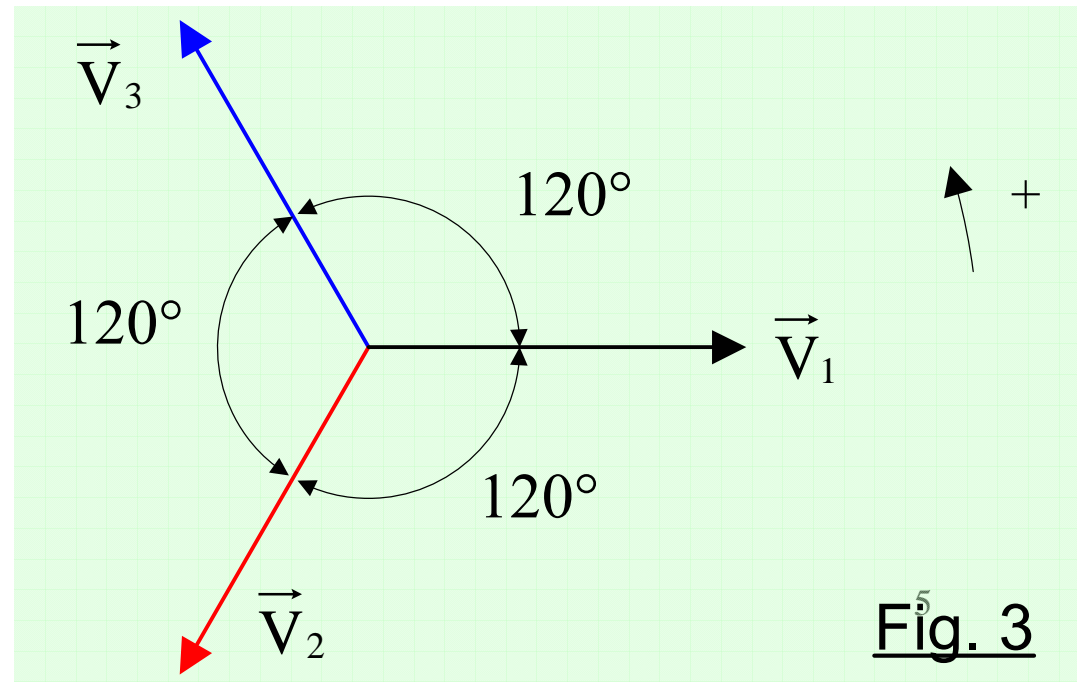
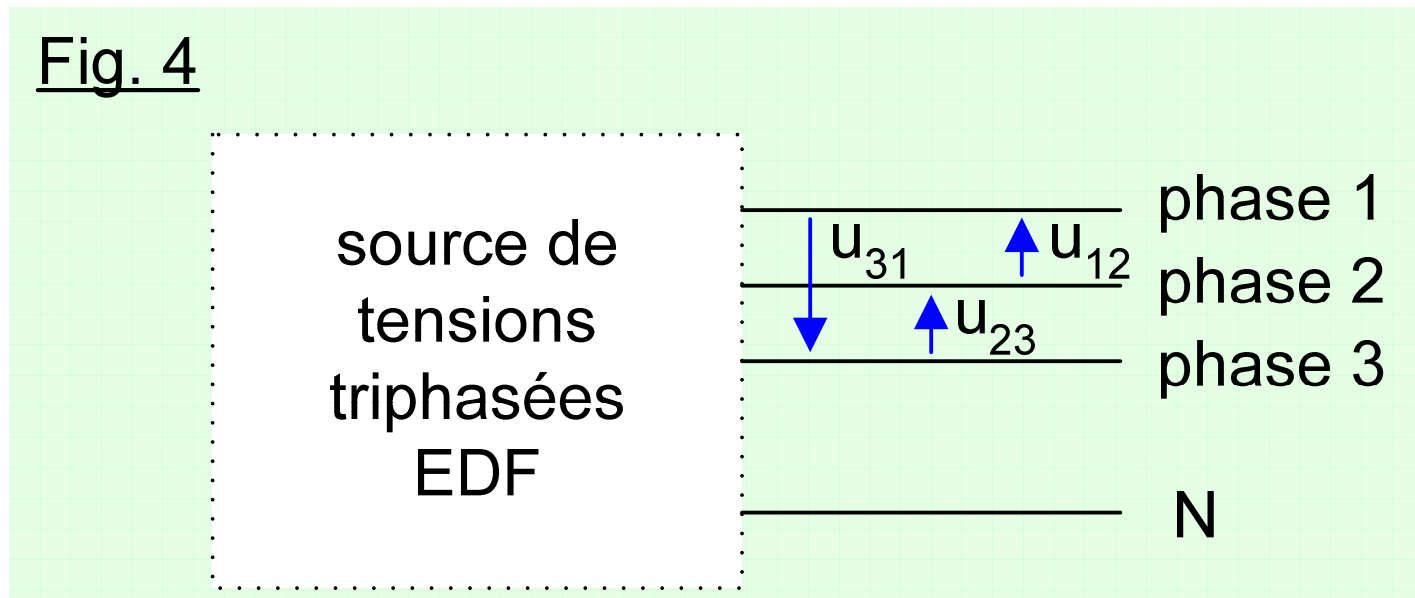


Fig. 3

- Tensions entre phases



Les tensions u_{ij} sont appelées tensions *entre phases* (ou tensions *composées*).

On note U la valeur efficace des tensions entre phases.

- Relation entre U et V

Loi des branches :

$$u_{12} = v_1 - v_2$$

$$u_{23} = v_2 - v_3$$

$$u_{31} = v_3 - v_1$$

Fig. 4

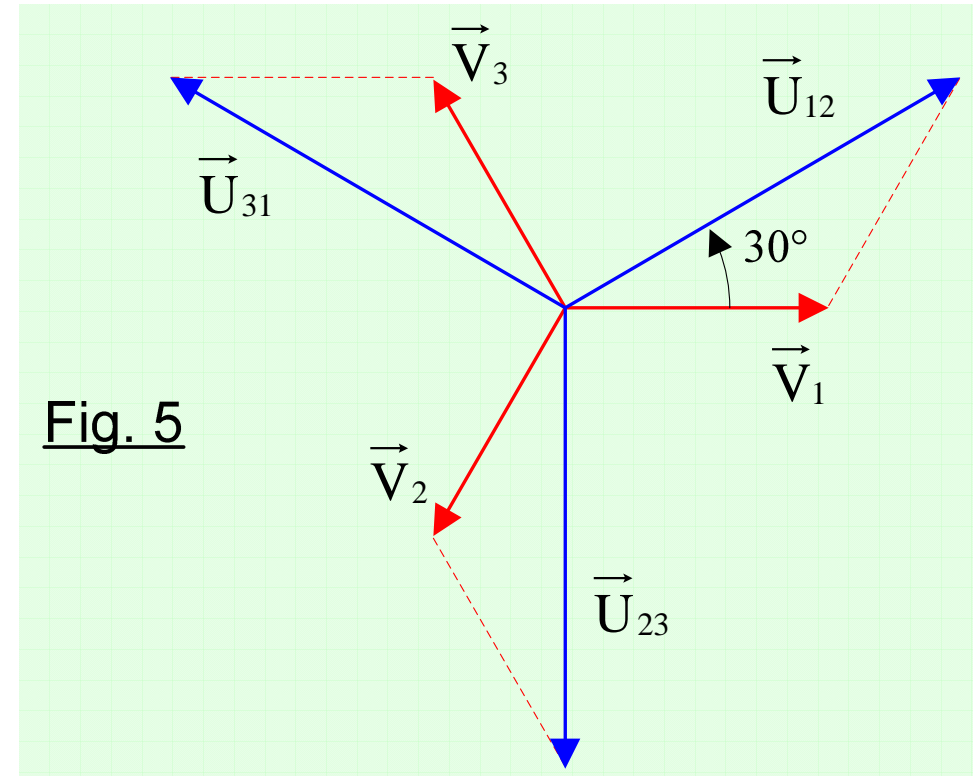
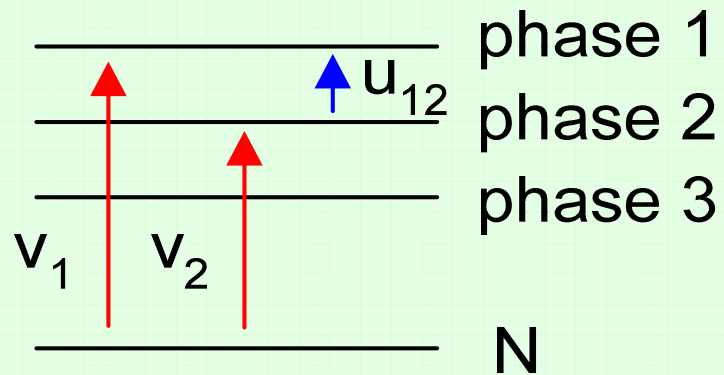


Fig. 5

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

Remarque :

En France, EDF distribue un réseau triphasé

- 400 V (valeur efficace entre phases)
- 50 Hz

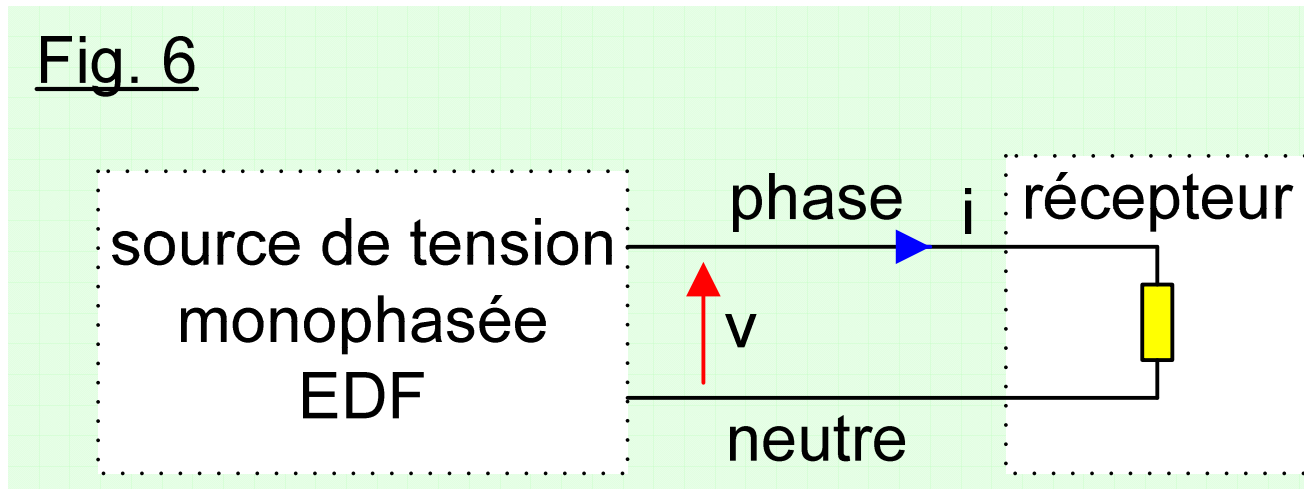
Valeur efficace des tensions simples : $V = \frac{U}{\sqrt{3}} = \frac{400}{\sqrt{3}} \approx 230 \text{ V}$

Chez vous, la tension monophasée (le “secteur”) provient d'un réseau triphasé où l'on utilise le neutre avec une des trois phases.

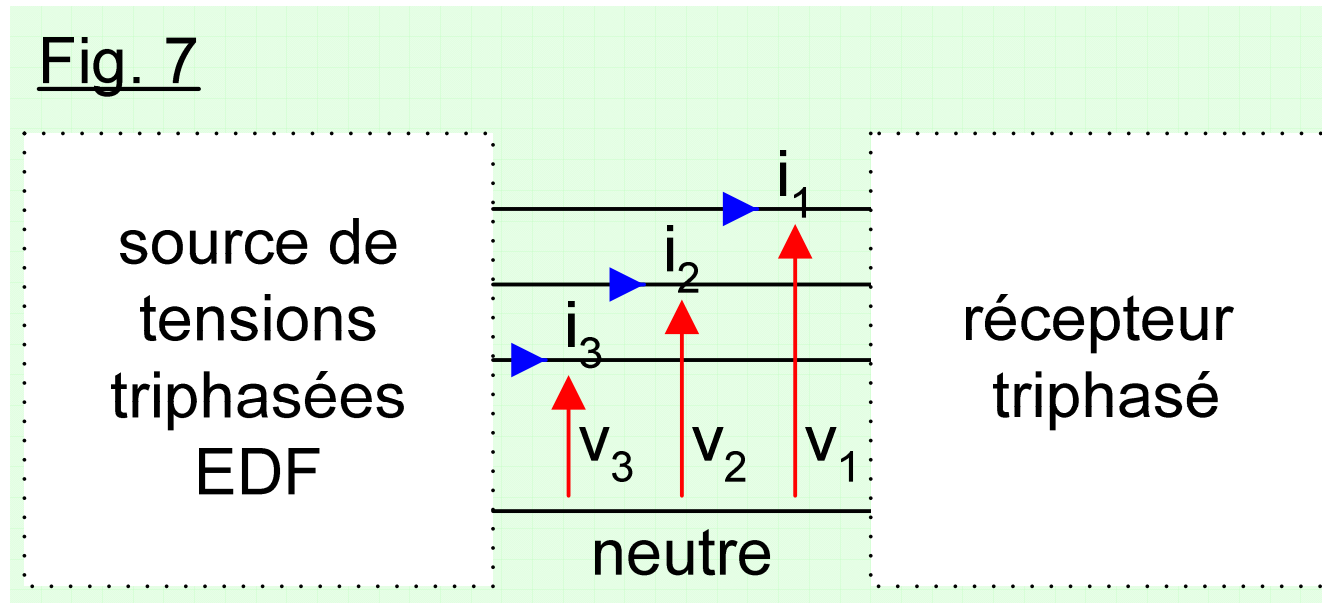
3- Récepteurs triphasés équilibrés

En monophasé, le récepteur est un dipôle.

Une des bornes est reliée au neutre et l'autre à la phase :

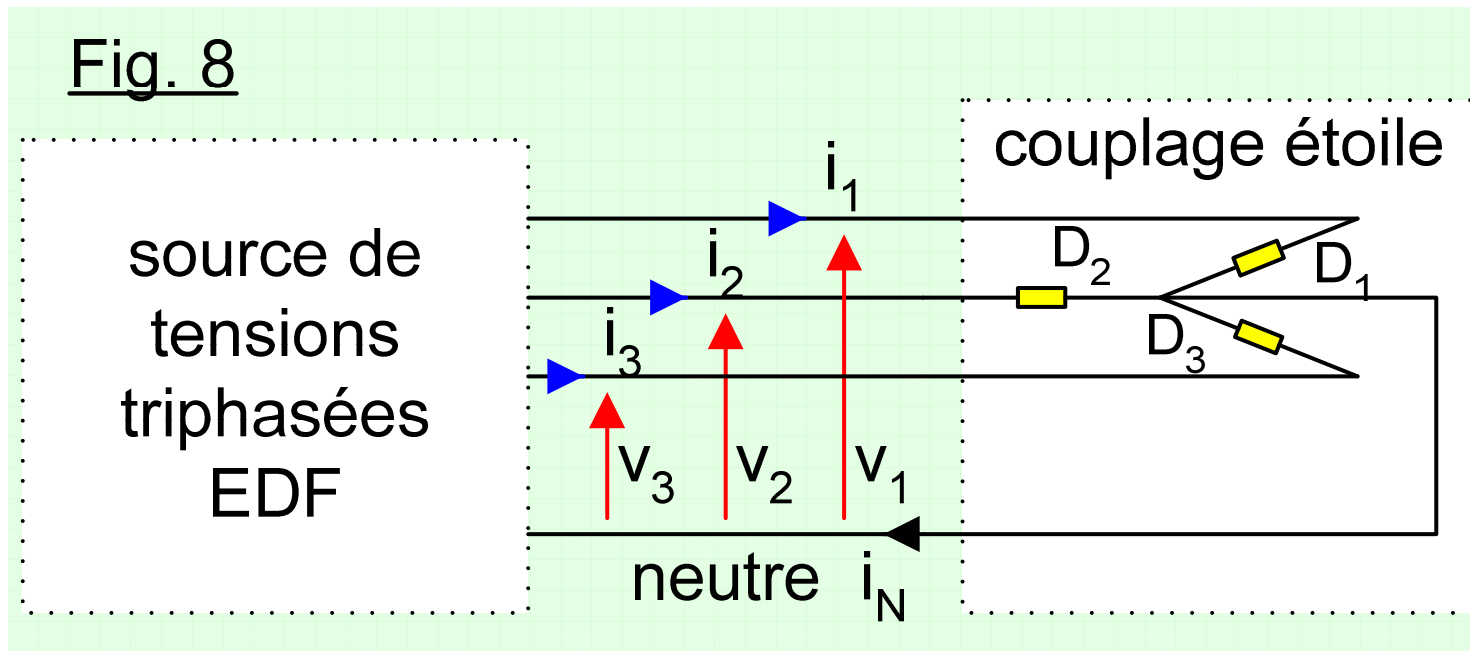


En triphasé, le récepteur possède trois bornes (une par phase) et éventuellement une quatrième pour le neutre :



Les courants i_1 , i_2 et i_3 sont appelés courants de *ligne*.

3-1- Couplage étoile (Y) d'un récepteur triphasé

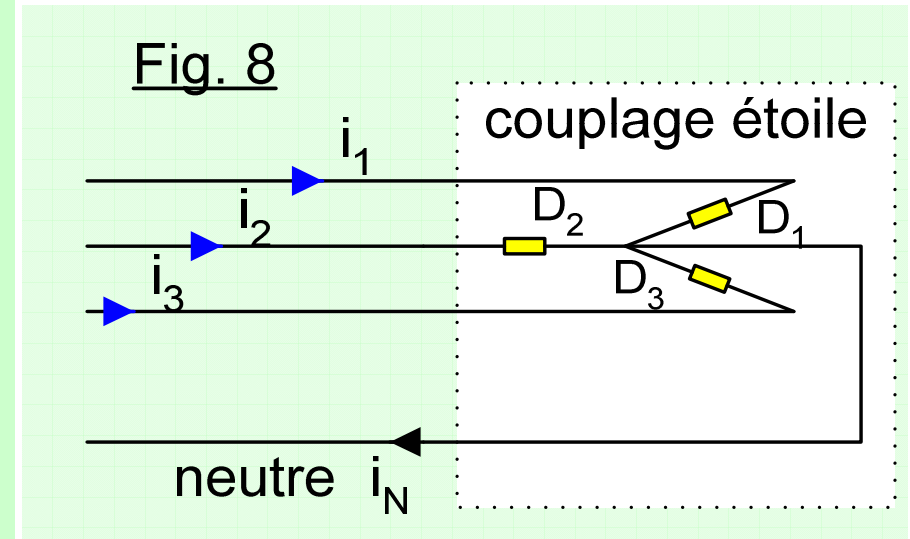
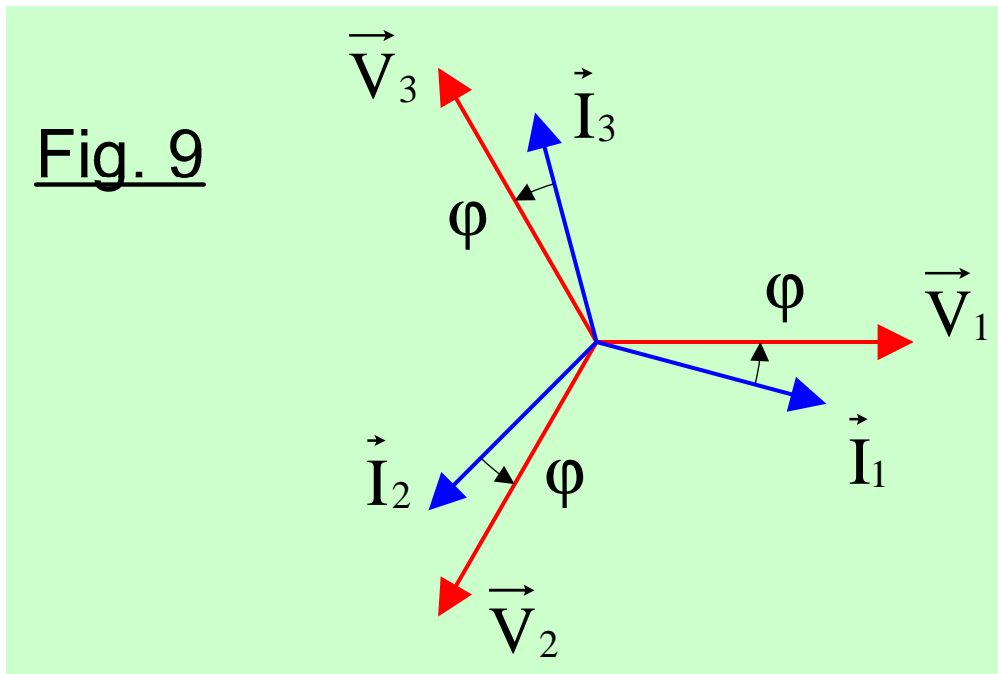


• Définition : un récepteur triphasé est *équilibré* s'il est constitué de trois dipôles identiques.

Autrement, on parle de récepteur triphasé déséquilibré.

• Conséquence : dans un récepteur *linéaire et équilibré*, les courants de ligne forment un système de courants triphasés (mêmes valeurs efficaces **I** et déphasages de 120°).

- Représentation de Fresnel



La loi des nœuds indique que le courant de neutre est nul :

$$i_N(t) = i_1(t) + i_2(t) + i_3(t) = 0$$

En pratique : non linéarité, déséquilibre $\Rightarrow i_N \neq 0$

- Puissances

Le récepteur triphasé est constitué de trois dipôles consommant les mêmes puissances :

$$P_1 = P_2 = P_3 = VI \cos\varphi$$

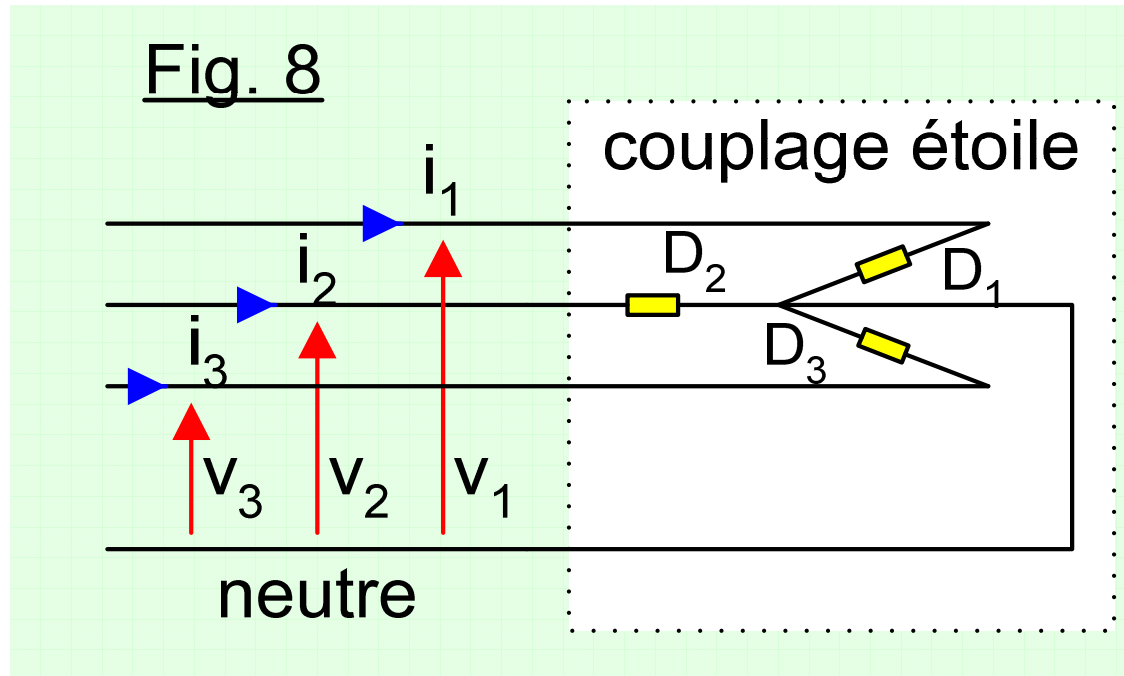
$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = VI \sin\varphi$$

Théorème de Boucherot :

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = 3VI \cos\varphi$$

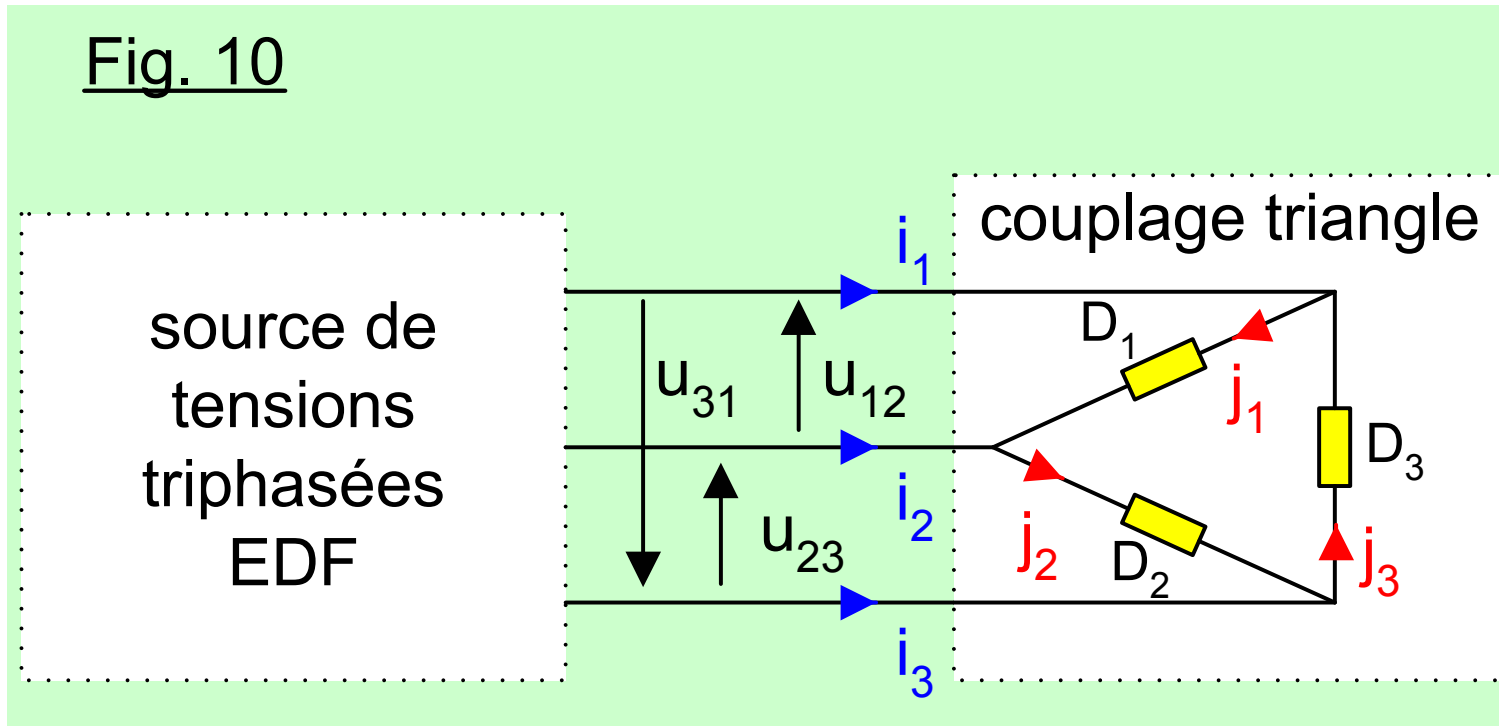
$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 3VI \sin\varphi$$

$$S = 3VI$$



3-2- Couplage triangle (D ou Δ) d'un récepteur triphasé

Fig. 10



Pour ce couplage : pas de neutre.

Les courants j_1 , j_2 et j_3 sont appelés courants de *phase*. Si le récepteur est linéaire et équilibré, les courants de phase forment un système de courants triphasés, de valeurs efficaces **J**.

• Relation entre I et J

$$\dot{i}_1 = \dot{j}_1 - \dot{j}_3$$

$$\dot{i}_2 = \dot{j}_2 - \dot{j}_1$$

$$\dot{i}_3 = \dot{j}_3 - \dot{j}_2$$

Fig. 10

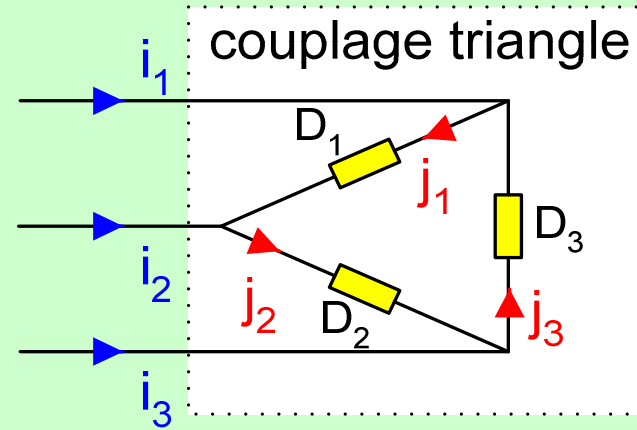
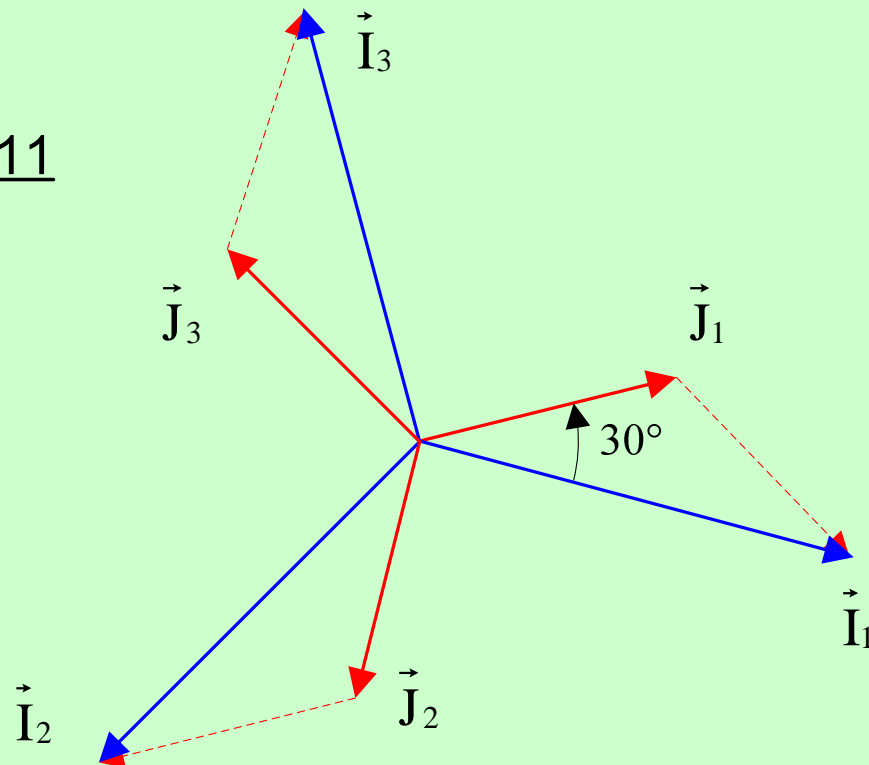


Fig. 11



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

• Puissances

$$P_1 = P_2 = P_3 = UJ \cos\varphi$$

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = UJ \sin\varphi$$

Puissances consommées par le récepteur triphasé :

$$P = 3UJ \cos\varphi$$

$$Q = 3UJ \sin\varphi$$

$$S = 3UJ$$

Fig. 12

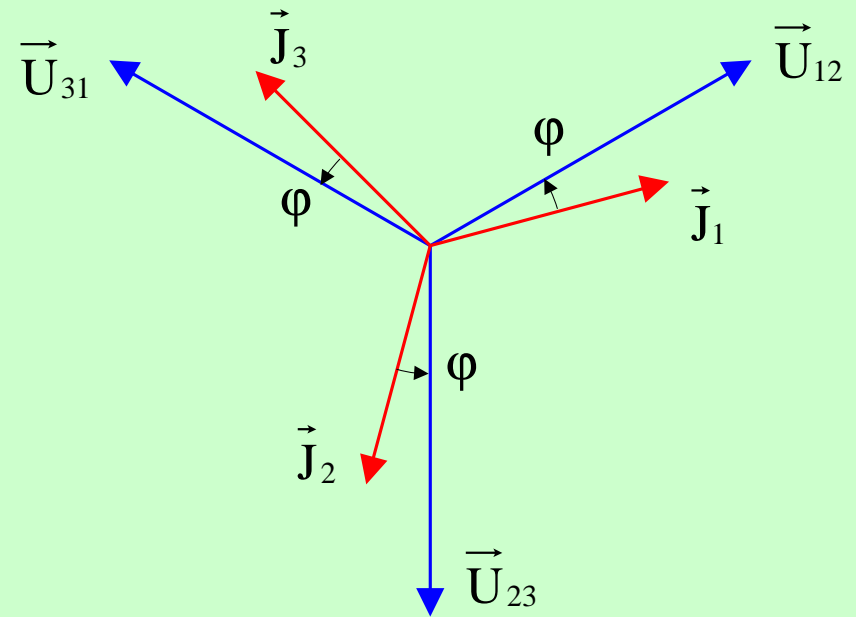
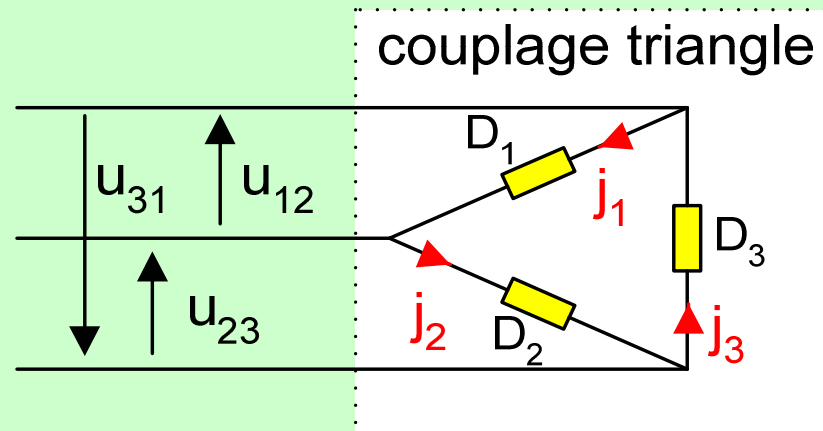


Fig. 10



4- Puissances en régime triphasé équilibré

- couplage Y

$$P = 3VI \cos \varphi_{v/i}$$

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

$$P = \sqrt{3}UI \cos \varphi_{v/i}$$

- couplage Δ

$$P = 3UJ \cos \varphi_{u/j}$$

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

$$P = \sqrt{3}UI \cos \varphi_{u/j}$$
$$= \sqrt{3}UI \cos \varphi_{v/i}$$

- Quel que soit le couplage :

$$P = \sqrt{3}UI \cos \varphi$$
$$Q = \sqrt{3}UI \sin \varphi$$
$$S = \sqrt{3}UI$$
$$k = \cos \varphi$$