



# 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  $\Delta$ ) d'un récepteur triphasé
- 4- Puissances en régime triphasé équilibré

# Chapitre 3

## Systemes triphasés

### 1- Monophasé (1~) et triphasé (3~)

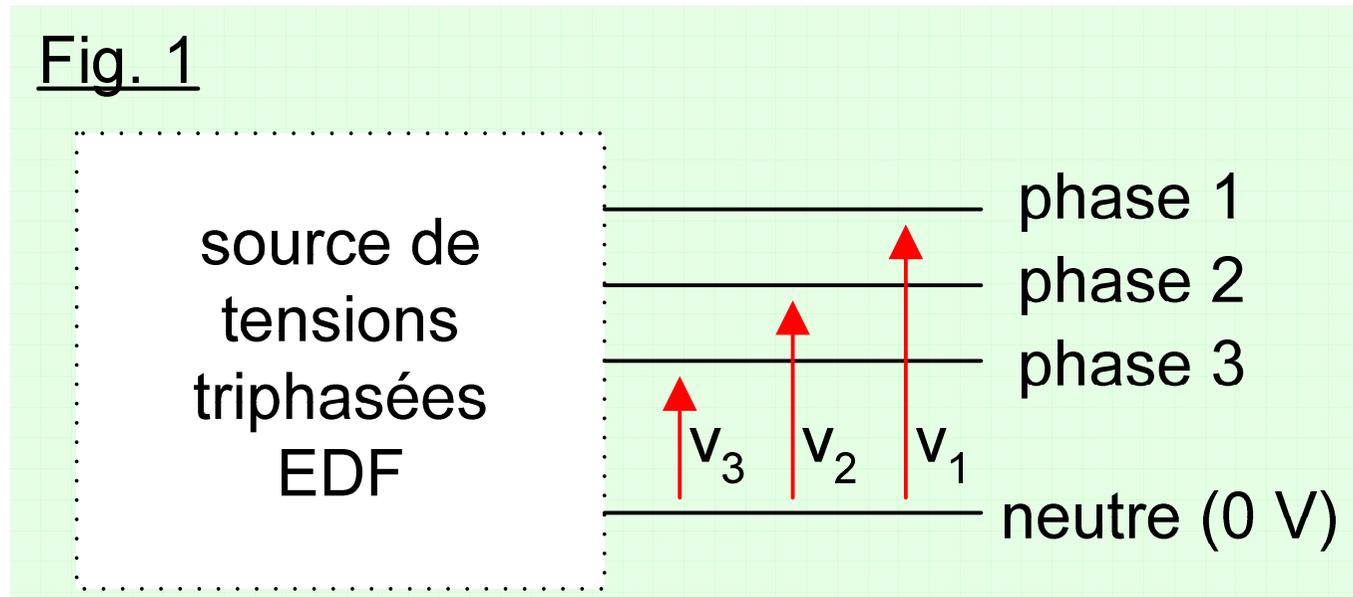
- système monophasé
  - installation domestique
- système triphasé
  - installation industrielle
  - production, transport et distribution de l'énergie électrique

## 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  $120^\circ$ .

Fig. 1



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

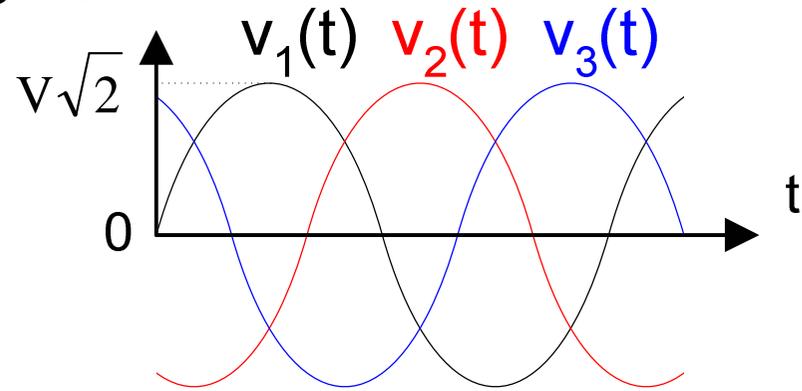
- Représentation temporelle

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

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

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

Fig. 2



$V$  désigne la valeur efficace des tensions simples.

- Représentation de Fresnel

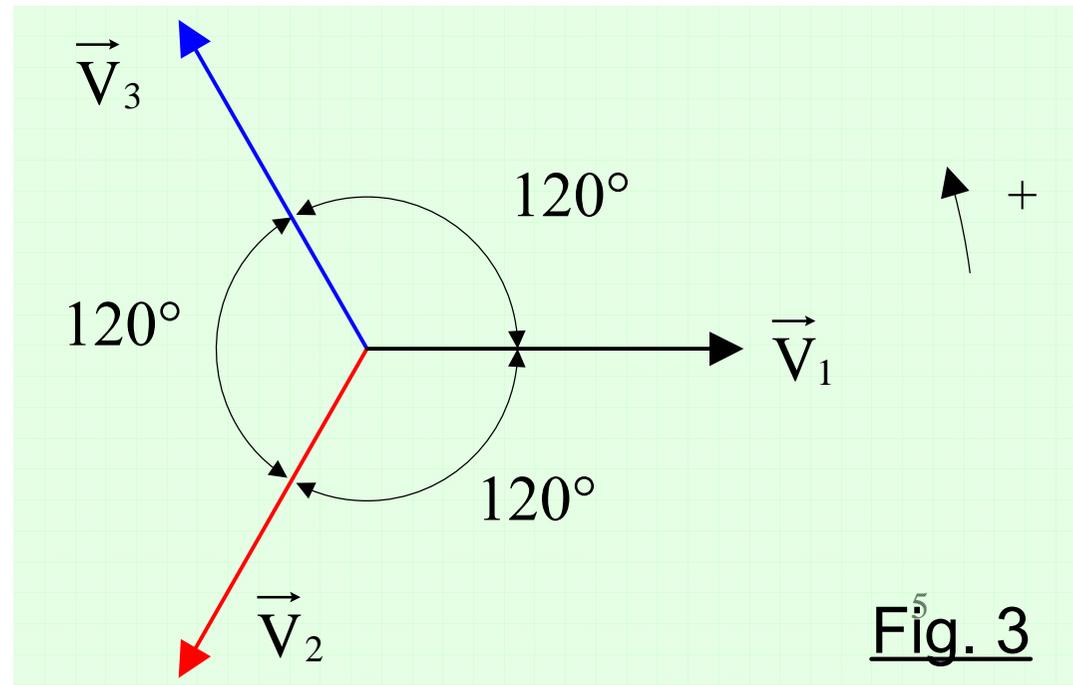
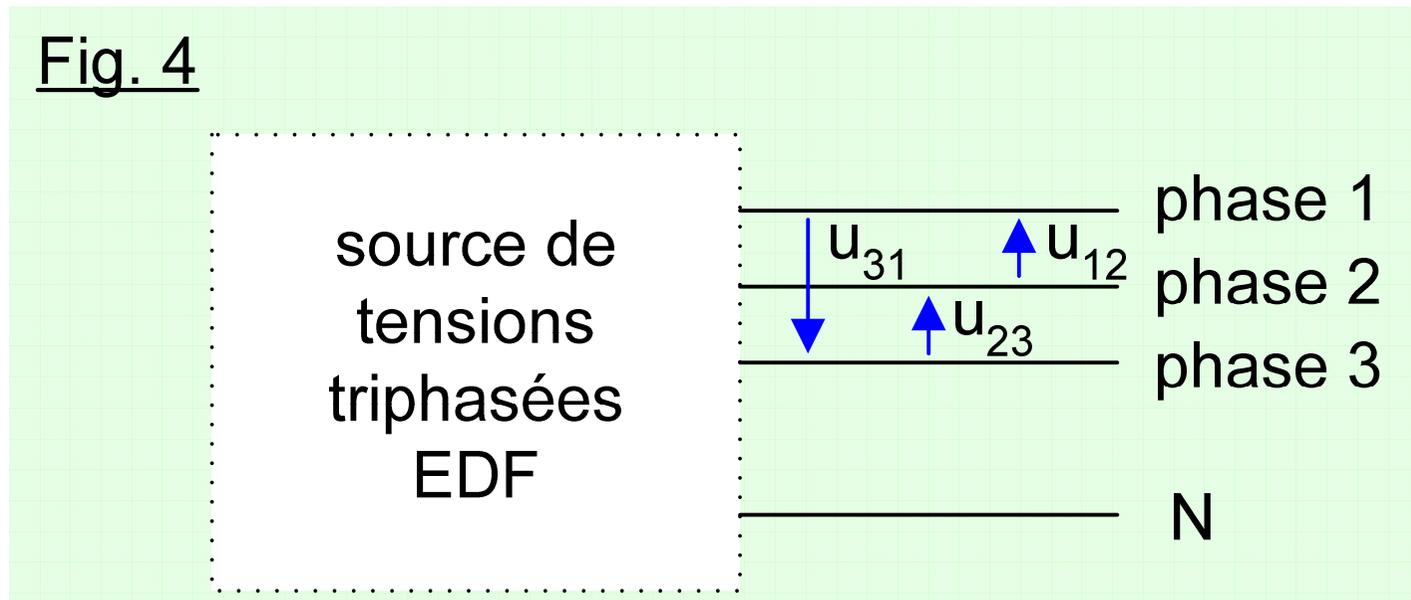


Fig. 3

- 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

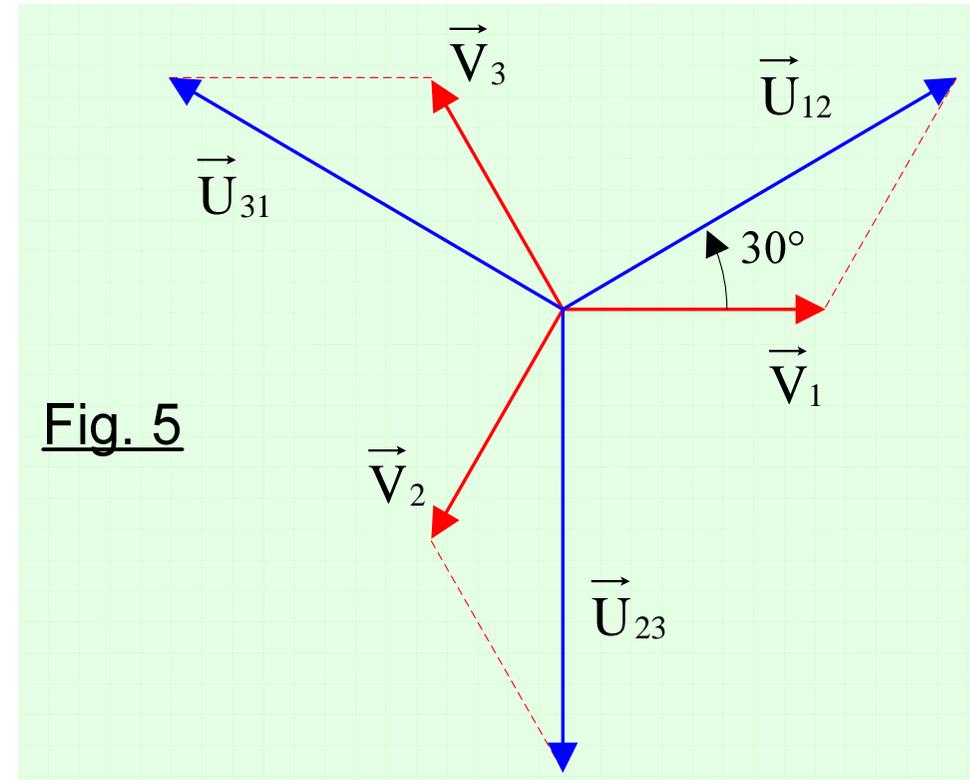
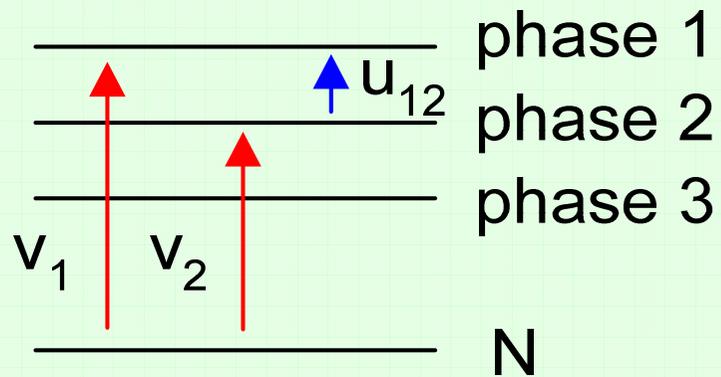


Fig. 5

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

Remarque :

En France, EDF distribue un réseau triphasé

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

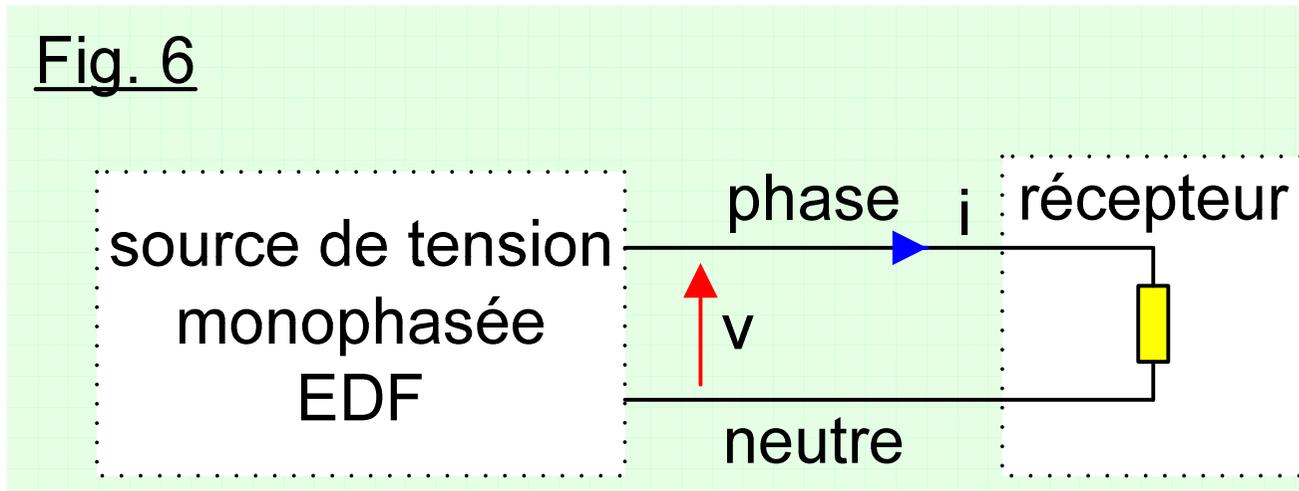
Valeur efficace des tensions simples :  $V = \frac{U}{\sqrt{3}} = \frac{400}{\sqrt{3}} \approx 230 \text{ V}$

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

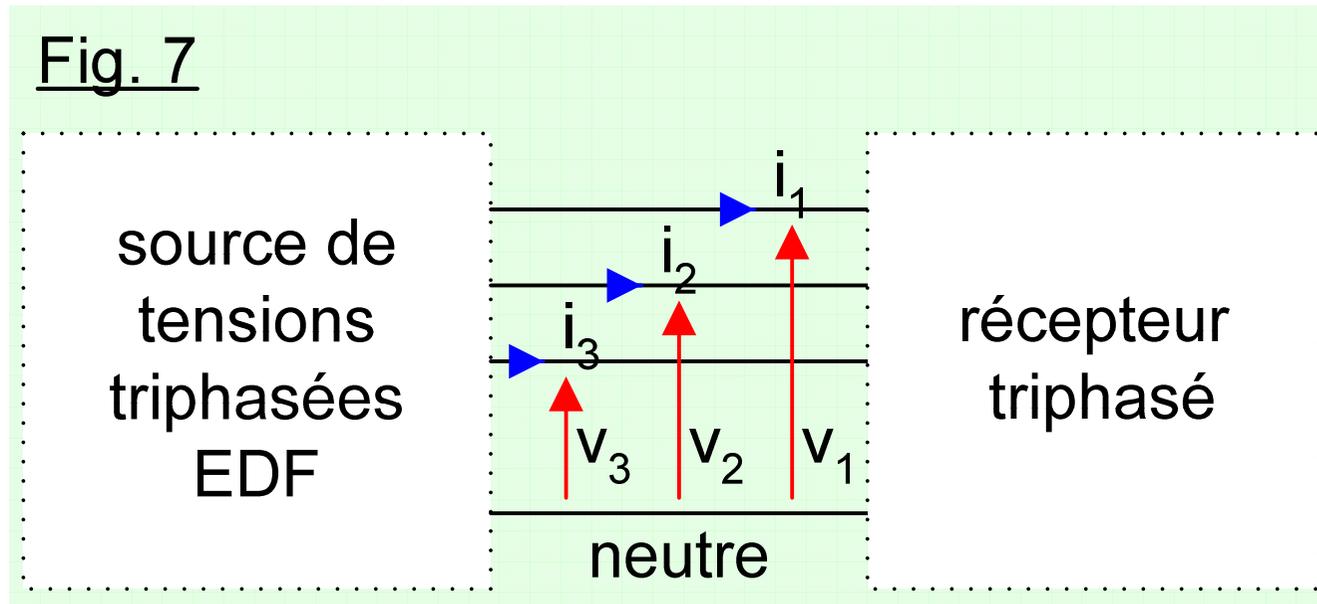
### 3- Récepteurs triphasés équilibrés

En monophasé, le récepteur est un dipôle.

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

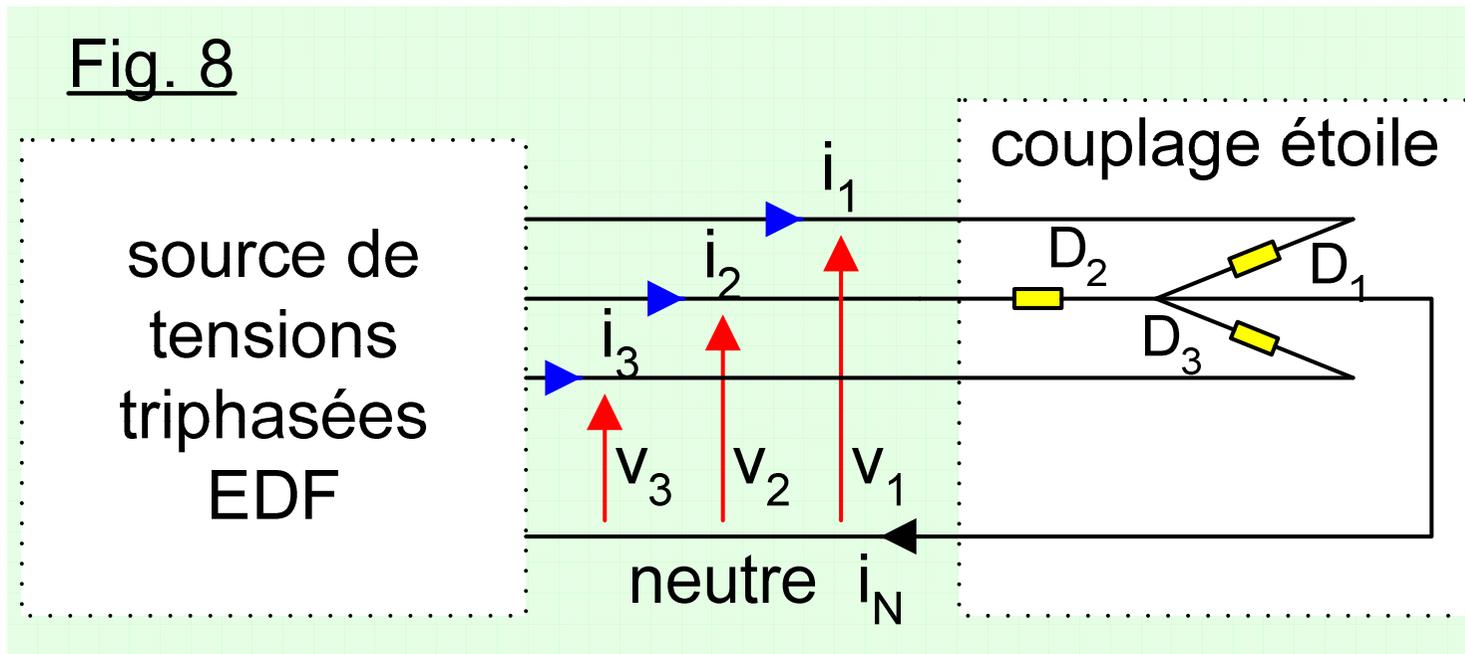


En triphasé, le récepteur possède trois bornes (une par phase) et éventuellement une quatrième pour le neutre :



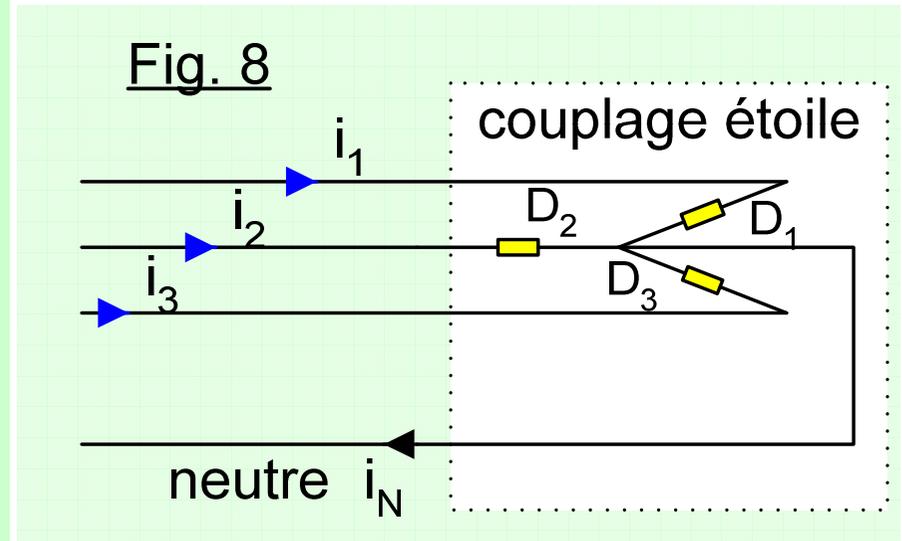
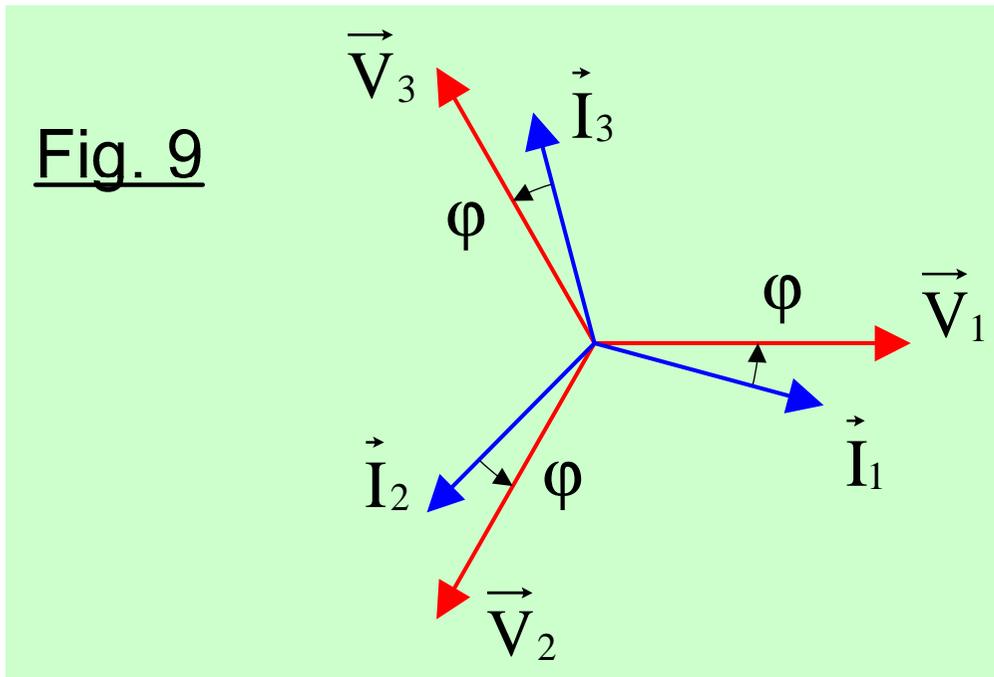
Les courants  $i_1$ ,  $i_2$  et  $i_3$  sont appelés courants de *ligne*.

### 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  $120^\circ$ ).

- 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 :

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

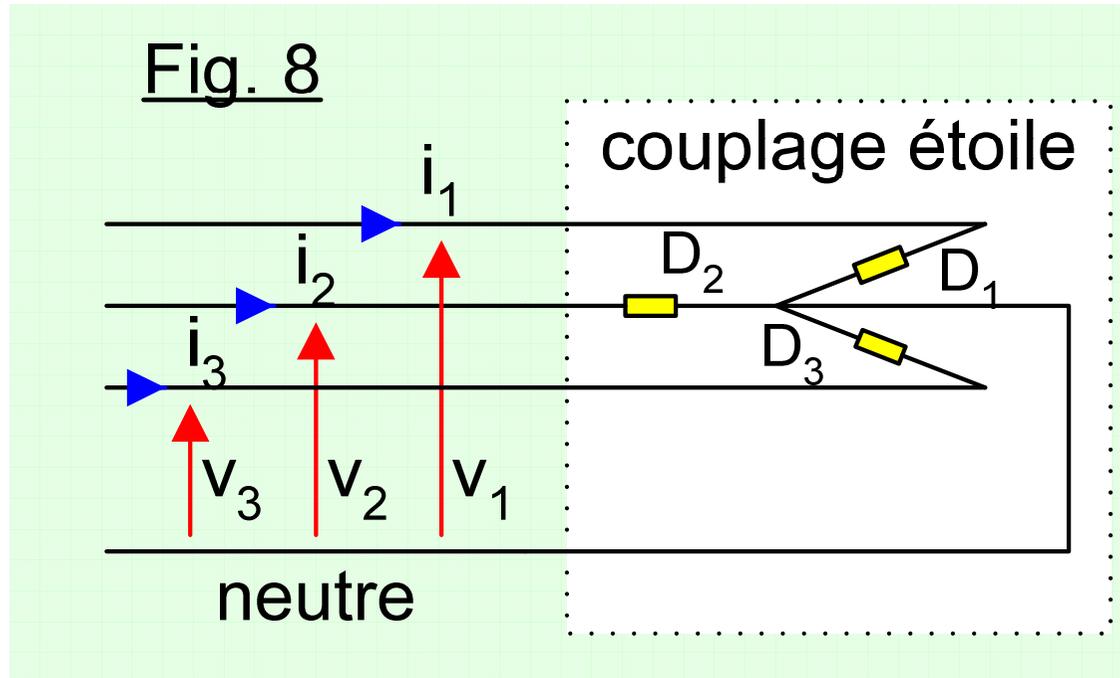
$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = VI \sin\varphi$$

Théorème de Boucherot :

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

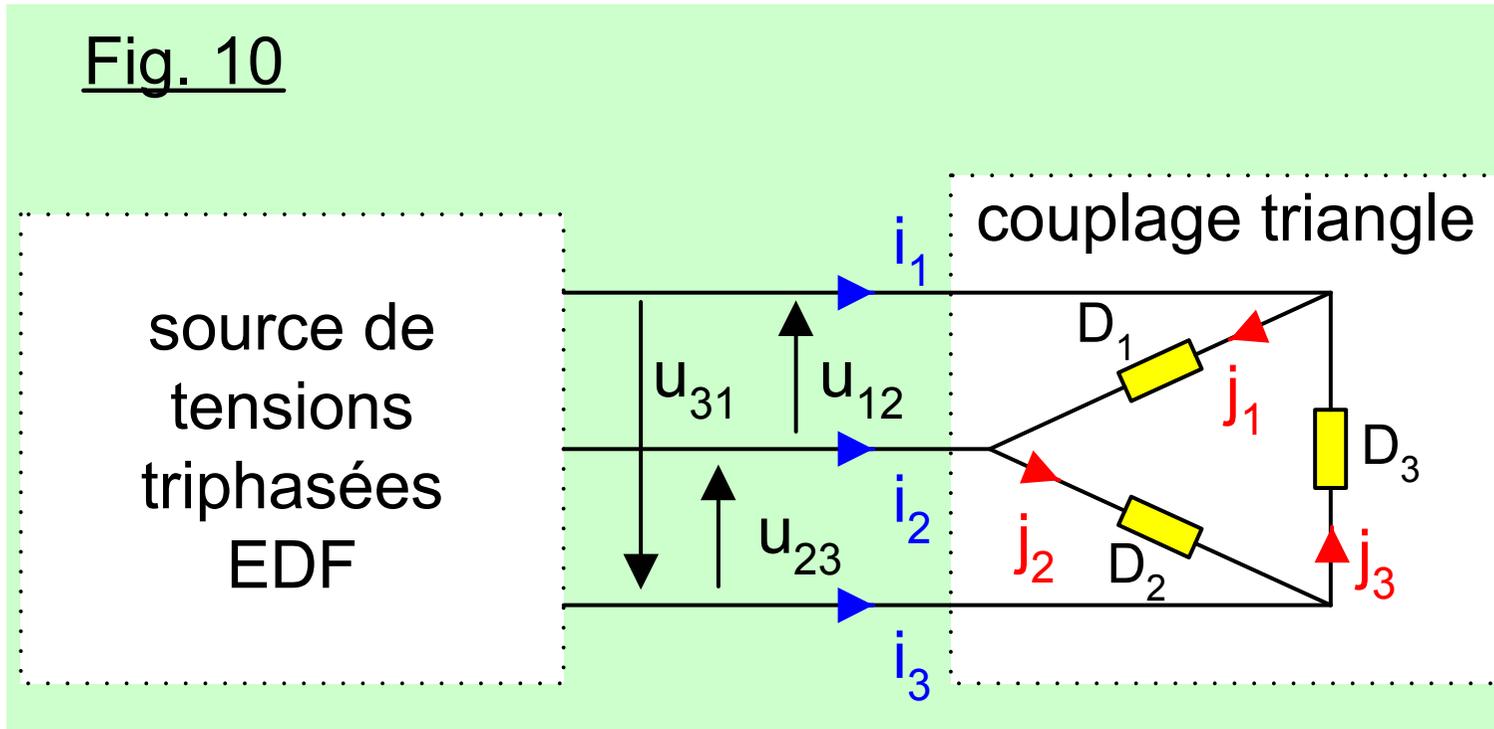
$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 3VI \sin\varphi$$

$$S = 3VI$$



### 3-2- Couplage triangle (D ou $\Delta$ ) 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

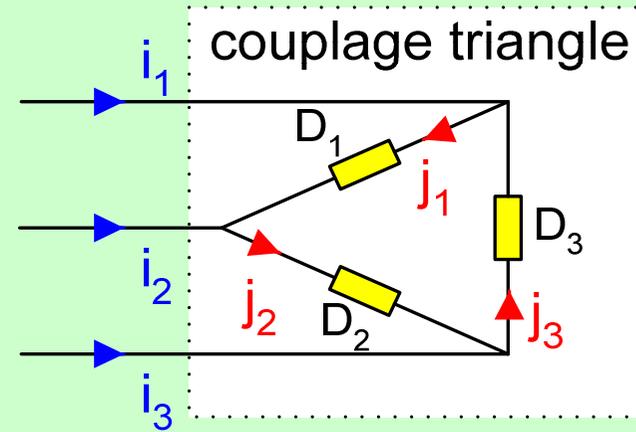
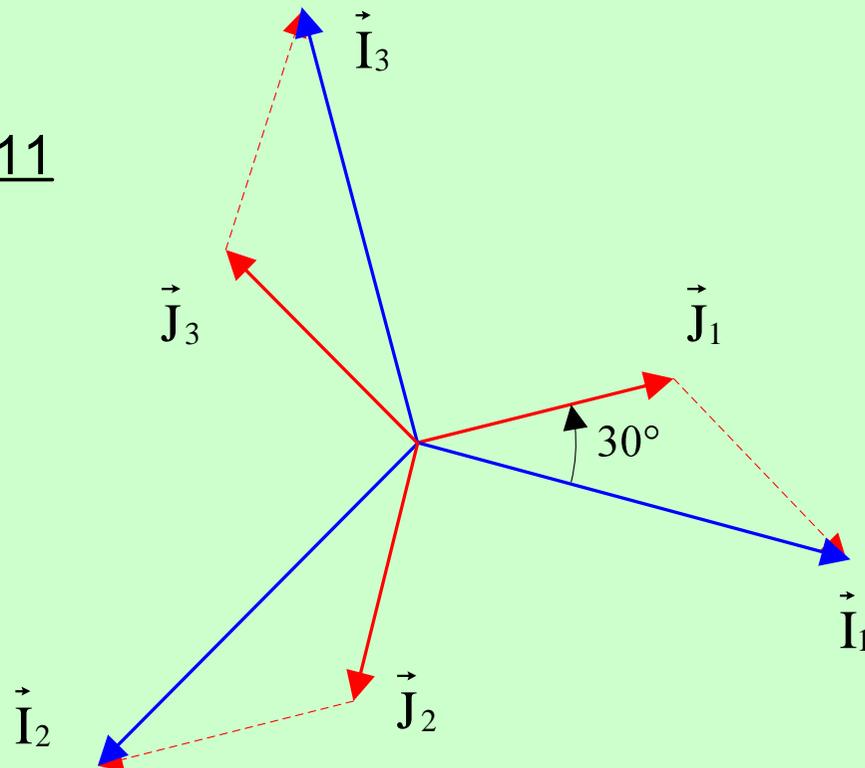


Fig. 11



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

• 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

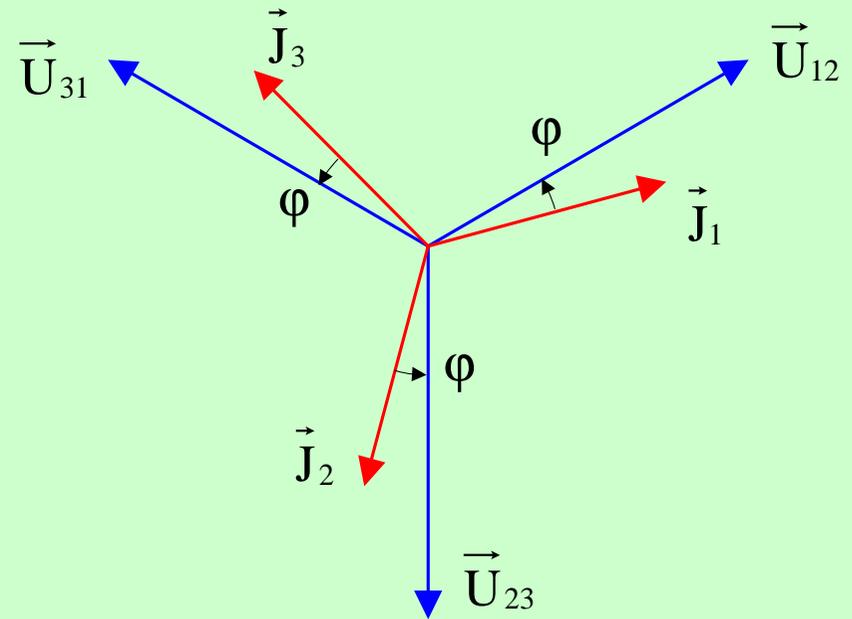
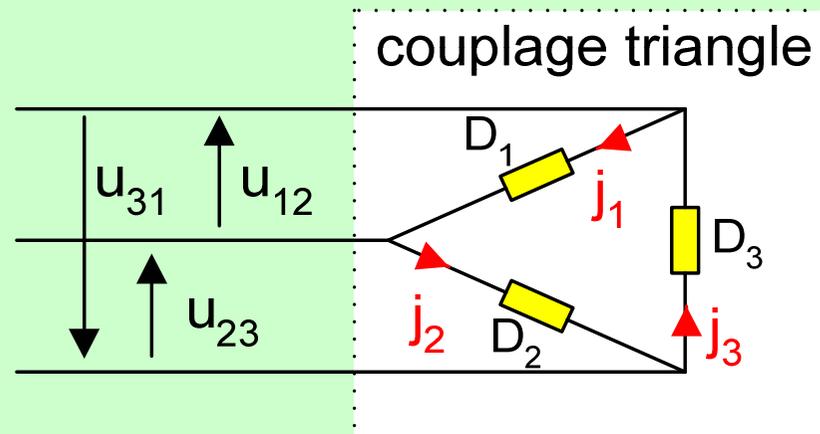


Fig. 10



## 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  $\Delta$

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

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

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

- Quel que soit le couplage :

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

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

$$S = \sqrt{3}UI$$

$$k = \cos \varphi$$