

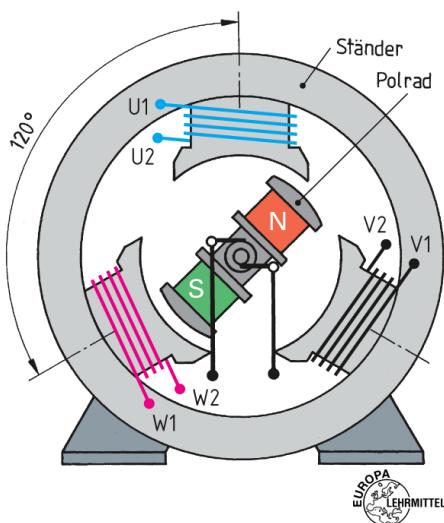
## MODULE ELETE 4

### 1 Courant alternatif triphasé

#### 1.1 Génération de tensions triphasées

On appelle tensions [courants] triphasées, trois tensions [courants] sinusoïdales alternatives, de même fréquence, de même valeur efficace et régulièrement déphasées de  $120^\circ$ .

L'image suivante montre le principe d'un générateur électrique produisant des tensions triphasées.



L'induit (rotor) génère dans les trois bobines, écartées de  $120^\circ$ , trois tensions sinusoïdales déphasées de  $120^\circ$ .

Par rapport au système monophasé, le triphasé permet :

- le transport de puissance avec moins de pertes en ligne
- une économie de fils conducteur (par exemple : pour une même masse de cuivre, on peut transporter plus d'énergie en triphasé)
- l'alimentation de moteurs bon marché (moteur à cage d'écureuil) et faciles à entretenir
- plusieurs valeurs de tension à disposition (par exemple : 400V et 230V)

## Tensions simples

Diagramme vectoriel

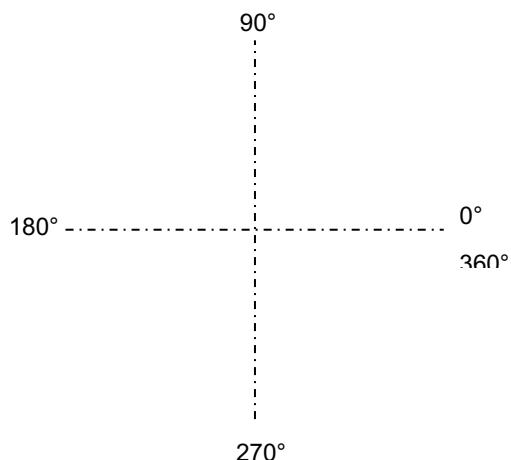
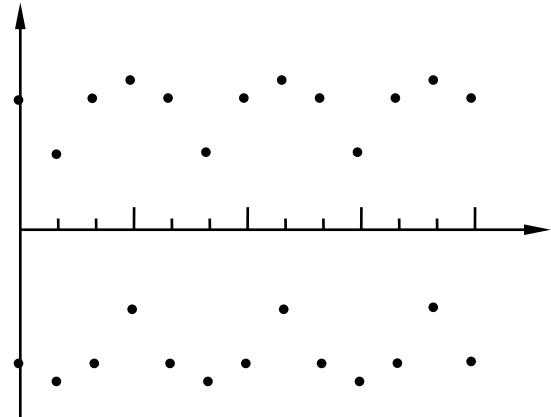


Diagramme temporel

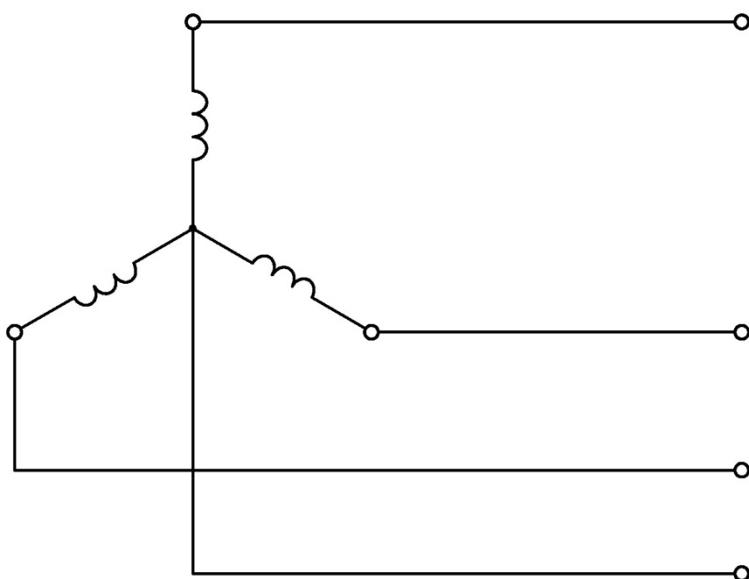


La transmission des tensions triphasées nécessiterait 6 conducteurs. Si on connecte les trois bobines entre elles, on peut épargner des conducteurs et transmettre deux tensions différentes en même temps.

Ainsi on obtient des systèmes à **trois** ou à **quatre conducteurs**.

## 1.2 Montage (couplage) étoile (Y) du générateur

### Système à 4 conducteurs



## Définitions

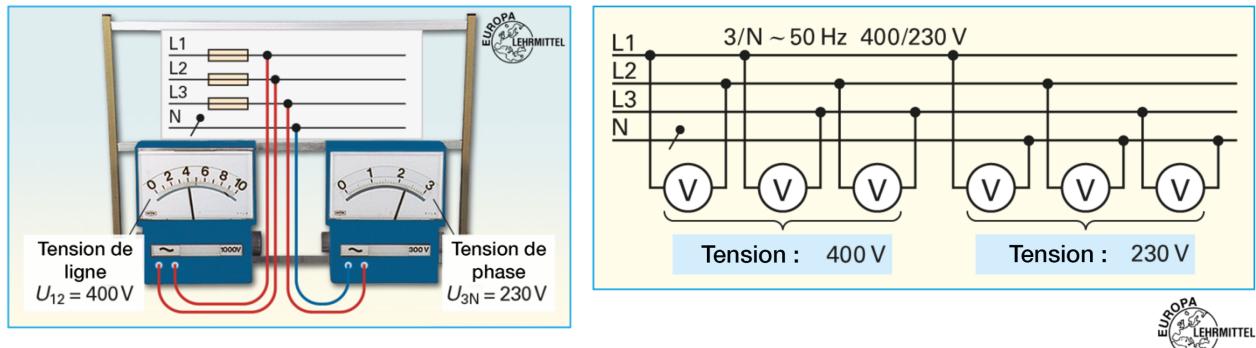
**Tension de phase :** tension générée dans un enroulement (ou tension entre une phase et le neutre)

( $U_{\text{ph}1}$ ,  $U_{\text{ph}2}$ ,  $U_{\text{ph}3}$  respectivement  $U_{1N}$ ,  $U_{2N}$ ,  $U_{3N}$ )

**Tension de ligne :** tension entre deux phases

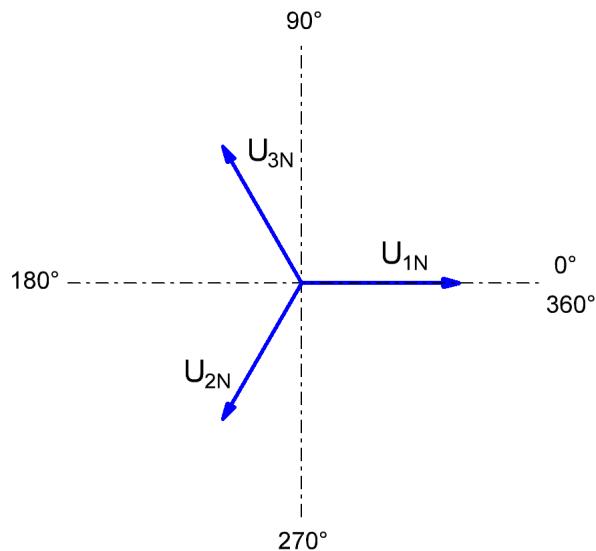
( $U_{12}$ ,  $U_{23}$ ,  $U_{31}$ )

Les images suivantes montrent les différentes tensions d'un système triphasé à 4 conducteurs :

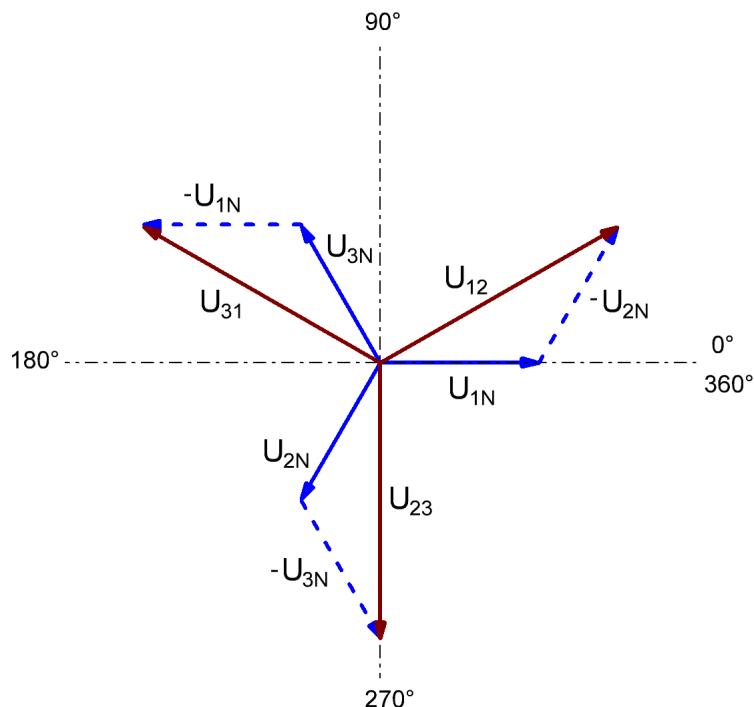


## Facteur de couplage

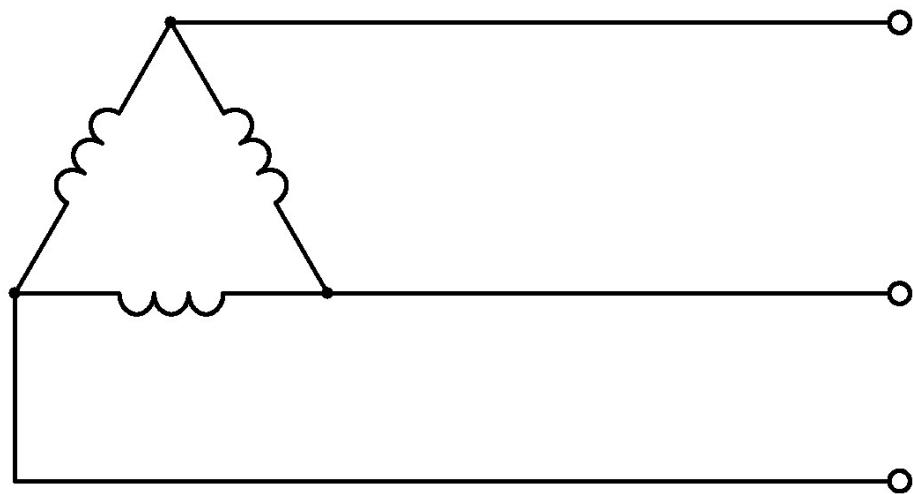
### Diagramme vectoriel des tensions simples



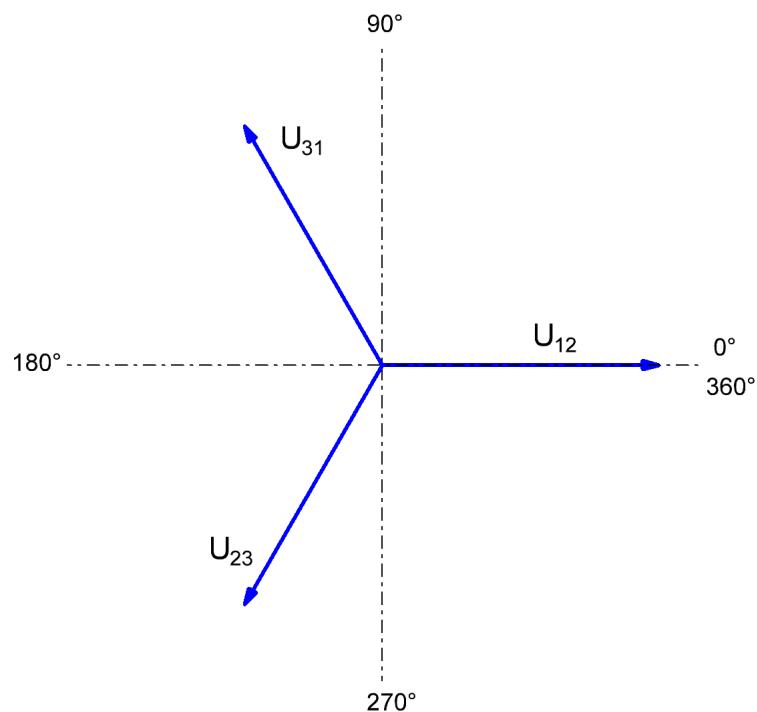
### Diagramme vectoriel des tensions de ligne



### 1.3 Montage triangle ( $\Delta$ ) du générateur



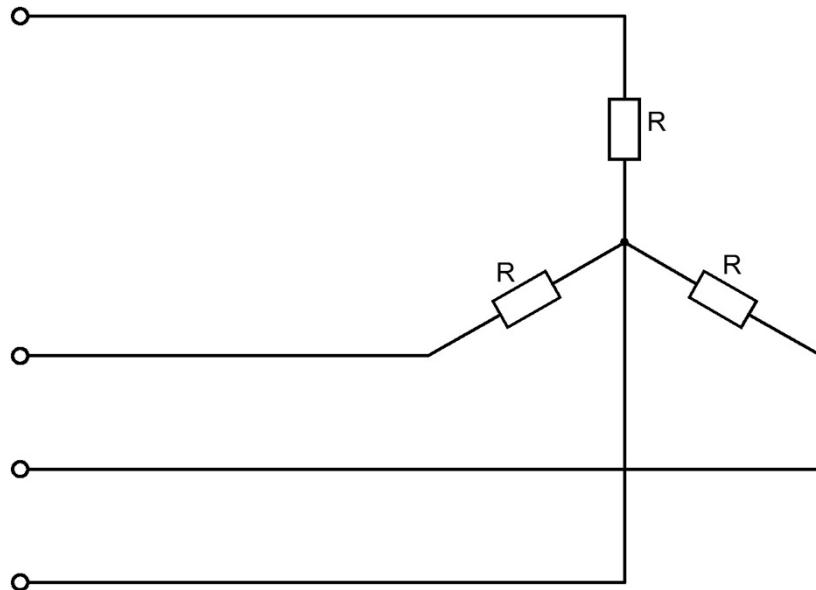
### Diagramme vectoriel des tensions



## 1.4 Montage de récepteurs triphasés équilibrés

Dans la suite, on ne considère plus que le couplage du côté charge électrique.

### Montage étoile (Y) avec des résistances ohmiques



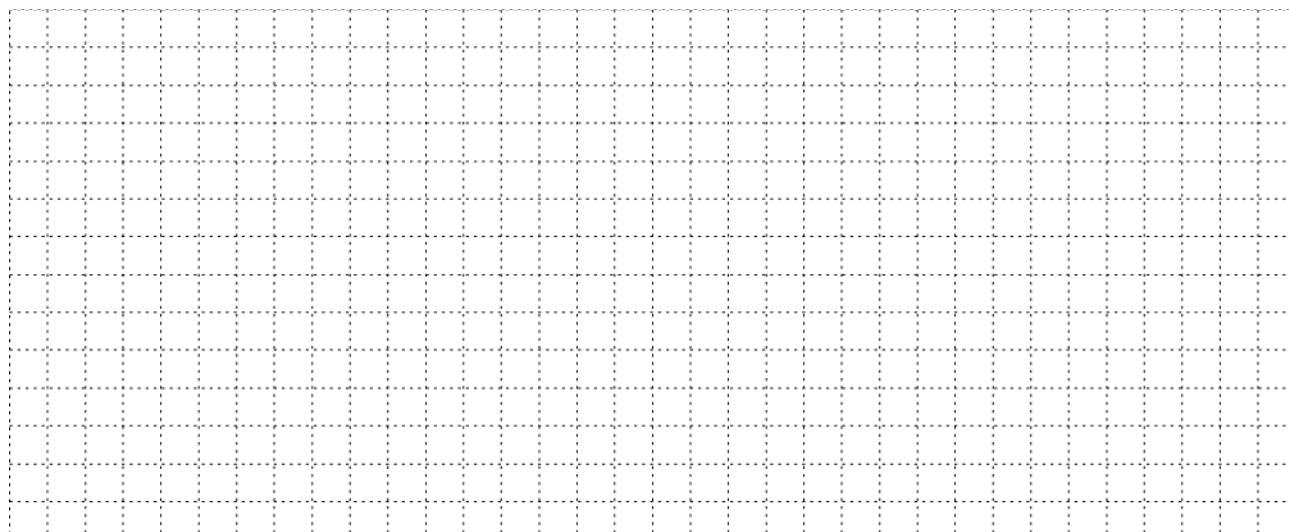
**Système triphasé équilibré (ou symétrique):**  $R_1 = R_2 = R_3 = R$

$U_L$  : tension de ligne (tension entre deux phases)

$U_{ph}$  : tension de phase (tension appliquée directement à la charge)

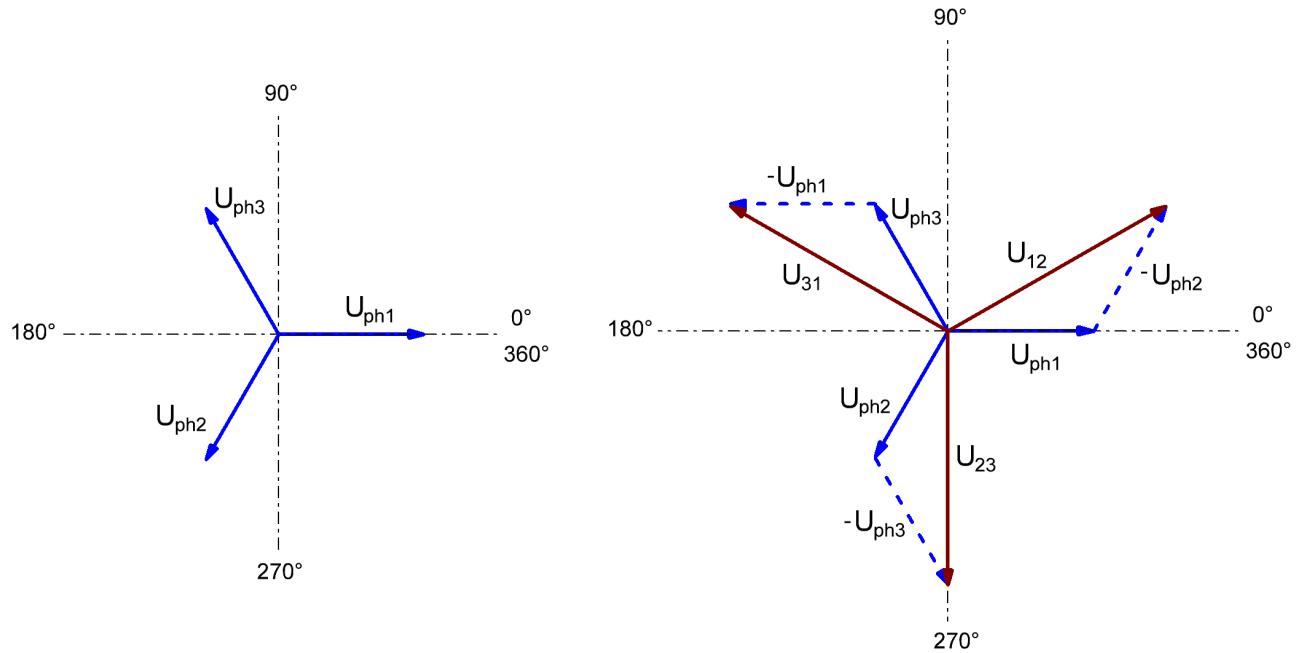
$I_L$  : courant de ligne (courant qui circule dans les conducteurs d'alimentation L1, L2 et L3)

$I_{ph}$  : courant de phase (courant qui circule à travers les charges électriques (résistances))

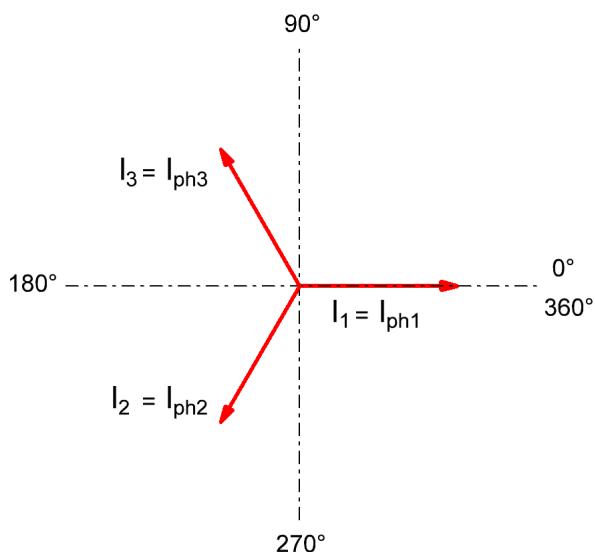


**Attention :** Dans un système triphasé équilibré, aucun courant ne circule dans le conducteur neutre, c'est à dire,  $I_N = 0$ .

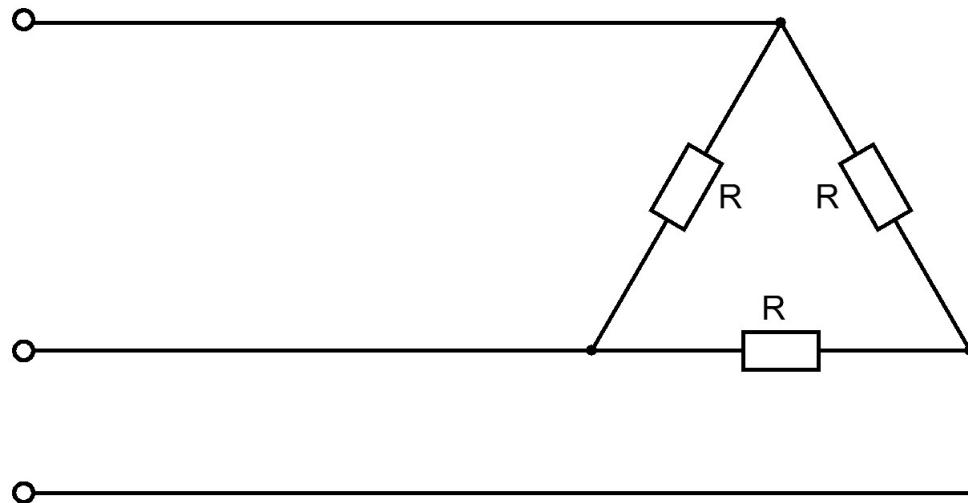
### Diagramme vectoriel des tensions



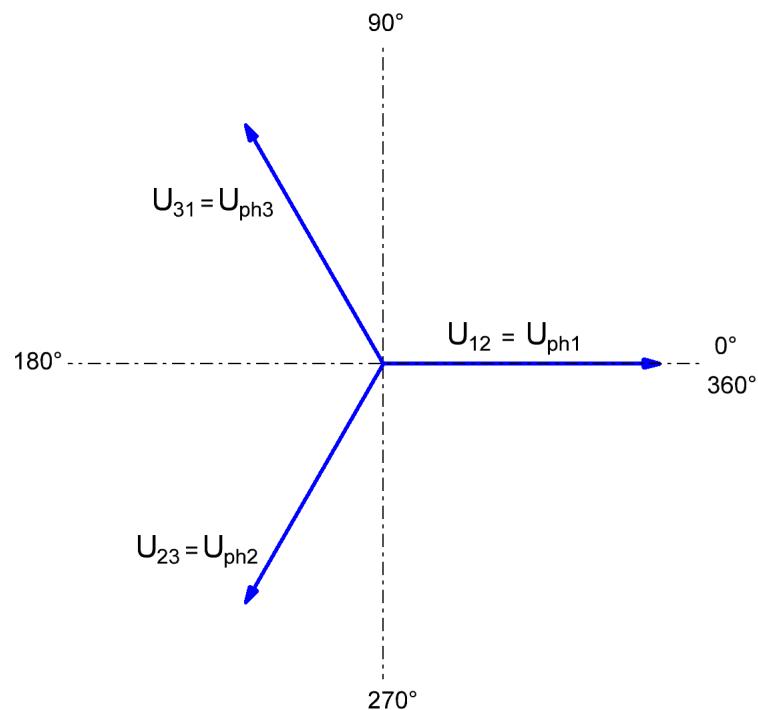
### Diagramme vectoriel des courants



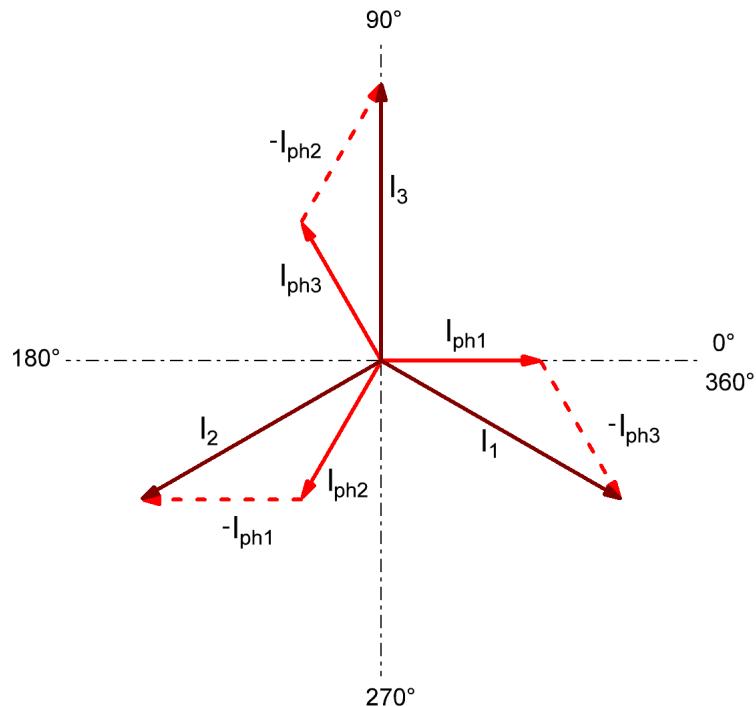
La somme géométrique de tous les courants est égale à zéro. Donc, pour un système triphasé équilibré, il ne faut pas nécessairement brancher le conducteur neutre.

**Montage triangle ( $\Delta$ ) avec des résistances ohmiques**

Système triphasé équilibré :  $R_1 = R_2 = R_3 = R$

**Diagramme vectoriel des tensions**

## Diagramme vectoriel des courants

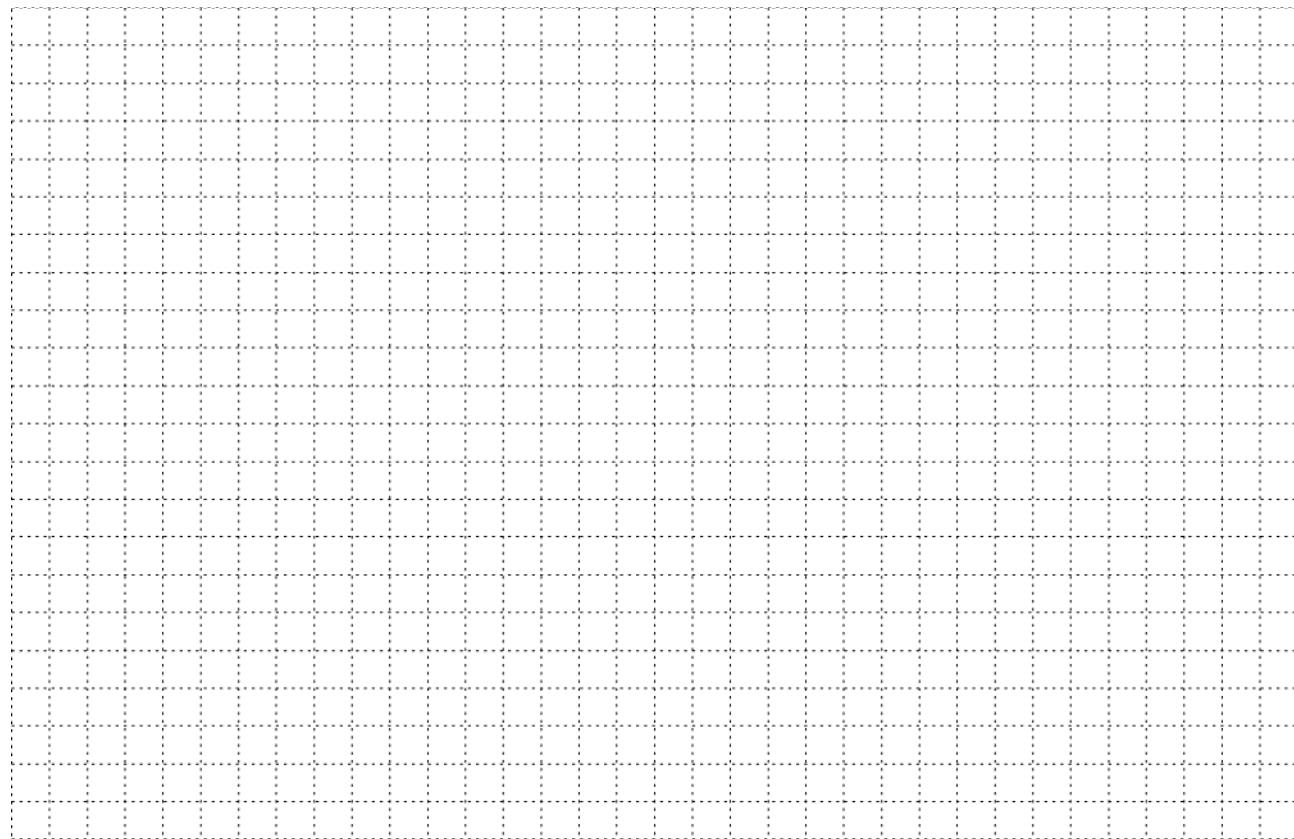


## Récapitulatif

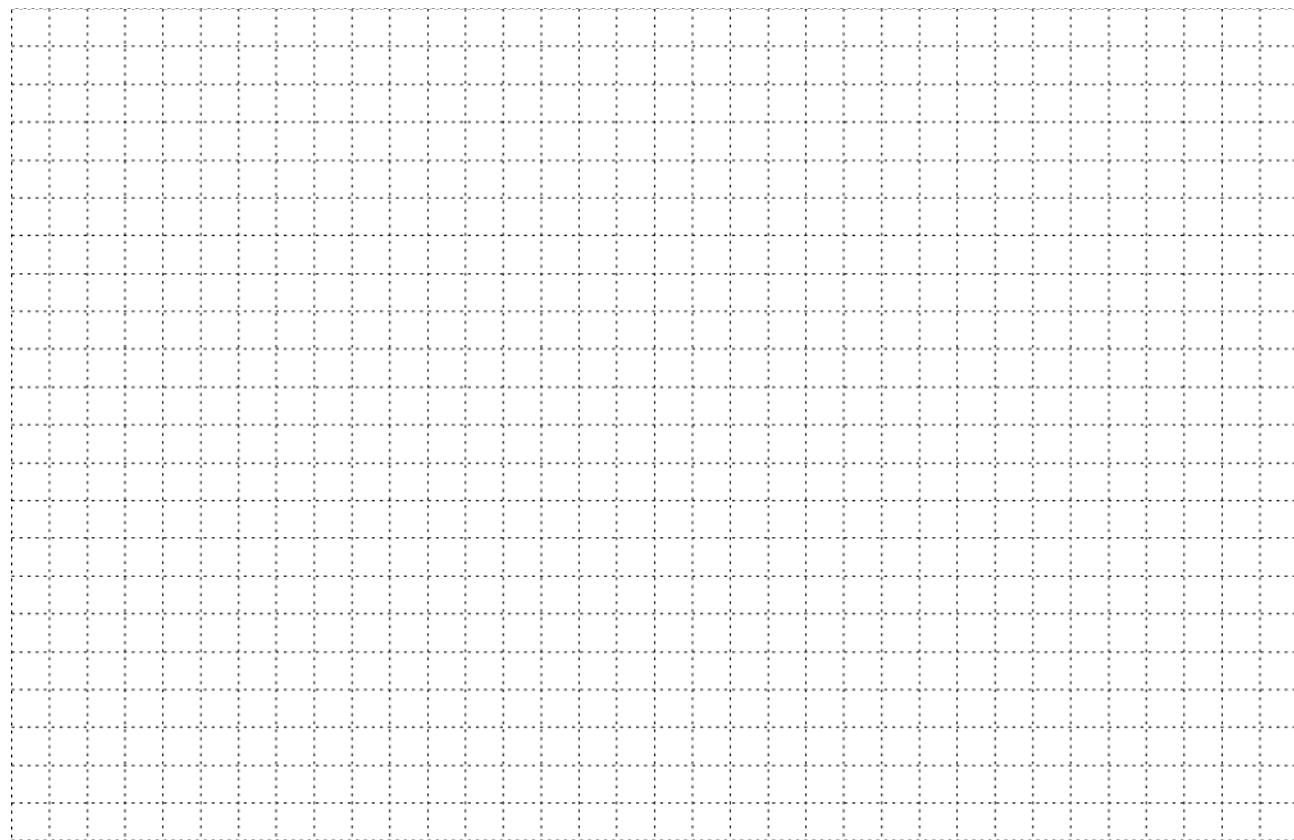
Montage étoile (Y) Système triphasé équilibré	Montage triangle ( $\Delta$ ) Système triphasé équilibré
$U_L = \sqrt{3} \cdot U_{ph}$	$U_L = U_{ph}$
$I_L = I_{ph}$	$I_L = \sqrt{3} \cdot I_{ph}$
$I_N = 0$	

## 1.5 Calcul de la puissance d'un système triphasé

**Montage étoile (Y) (système équilibré resp. symétrique)**



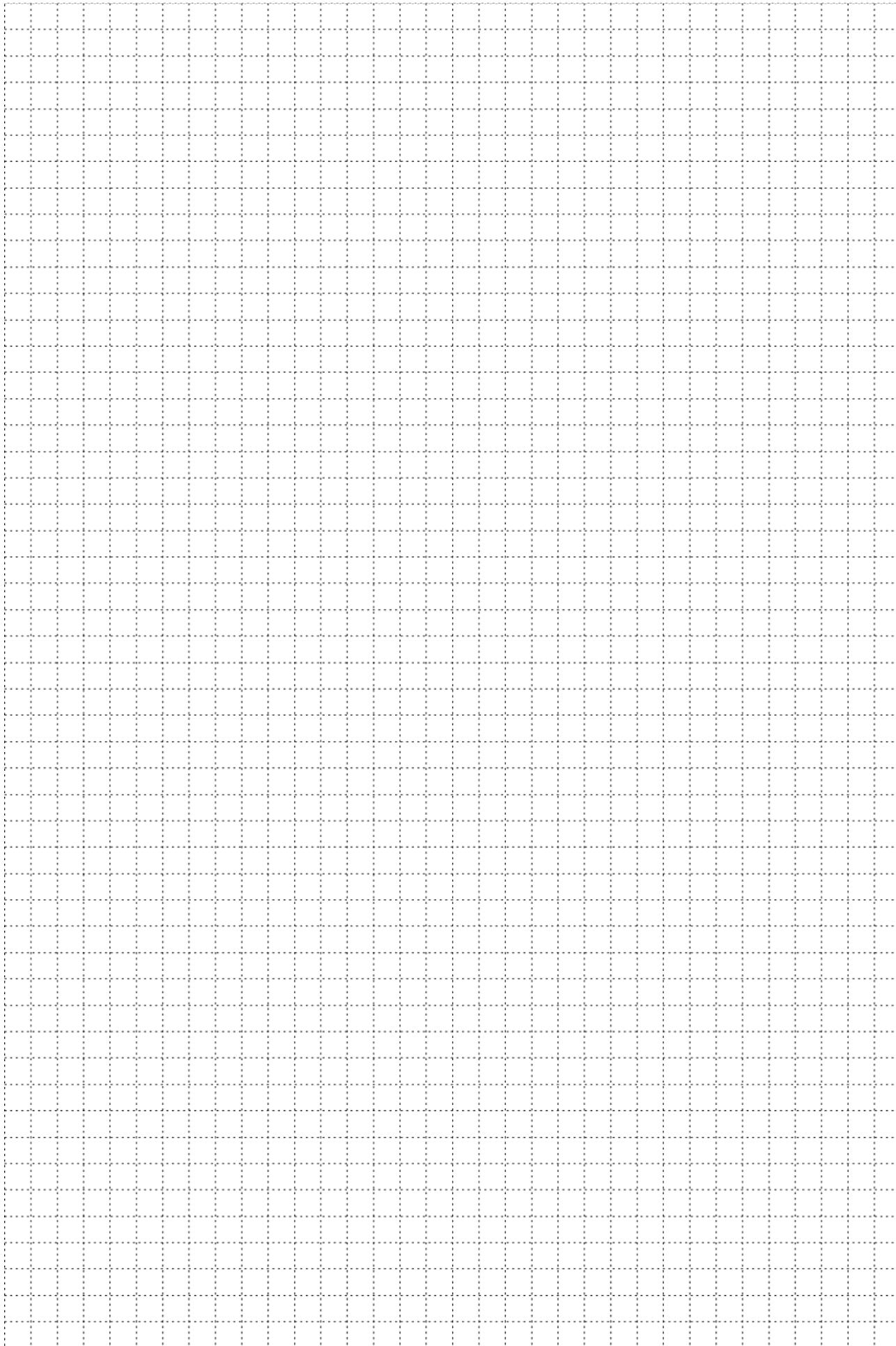
**Couplage triangle ( $\Delta$ ) (système équilibré resp. symétrique)**



**Exemple**

Trois résistances  $R = 100\Omega$  sont montées une fois en étoile et une fois en triangle au réseau triphasé avec une tension de ligne de 400V / 50Hz.

- Calculez la puissance électrique totale pour le montage en étoile.
- Calculez la puissance électrique totale pour le montage en triangle.



## 1.6 Travail pratique

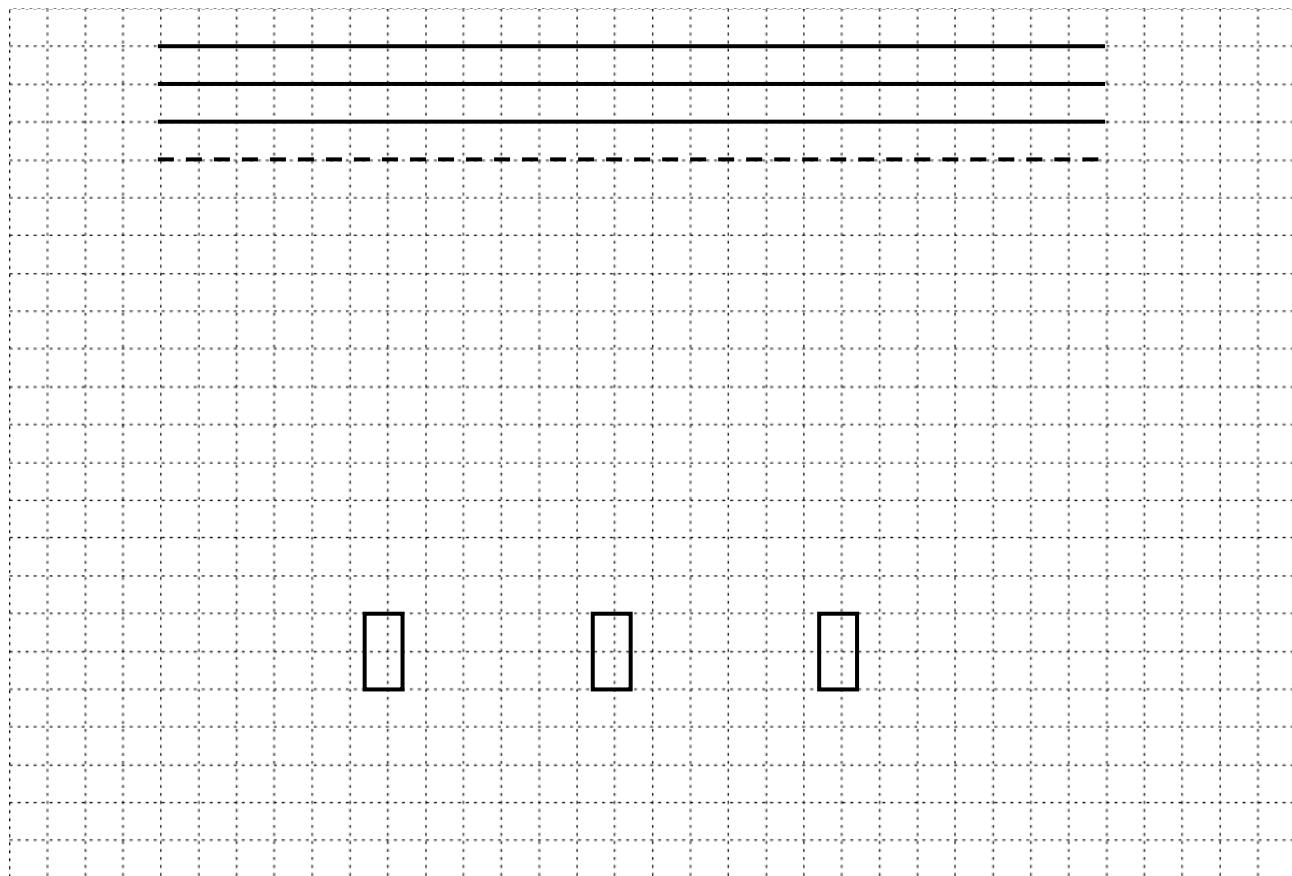
### Montage étoile (système équilibré resp. symétrique)

Trois résistances identiques  $R = \dots$  sont montées en étoile et branchées à une alimentation triphasée (avec conducteur neutre).

On mesure successivement **toutes les tensions** ainsi que **tous les courants** et on inscrit les valeurs dans le tableau ci-dessous.

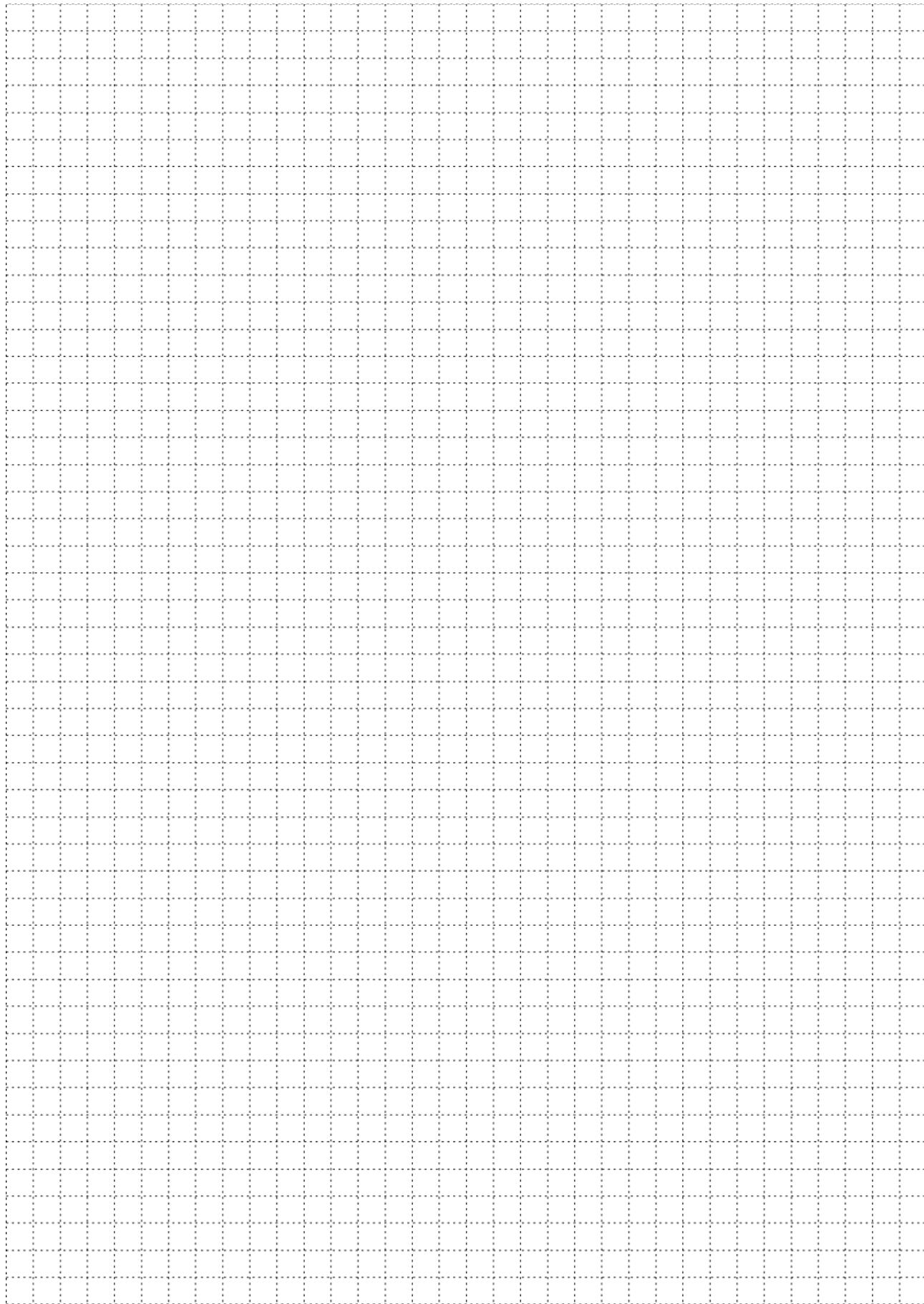
Ensuite, on calcule la puissance électrique de chaque résistance ainsi que la puissance totale et on inscrit les valeurs obtenues dans le tableau.

#### Schéma électrique



#### Tableau des valeurs

$U_{12} =$	$U_{\text{ph}1} =$	$I_{\text{ph}1} = I_1 =$	$P_{S1} =$
$U_{23} =$	$U_{\text{ph}2} =$	$I_{\text{ph}2} = I_2 =$	$P_{S2} =$
$U_{31} =$	$U_{\text{ph}3} =$	$I_{\text{ph}3} = I_3 =$	$P_{S3} =$
		$I_N =$	$P_{\text{tot}} =$

**Calculs**

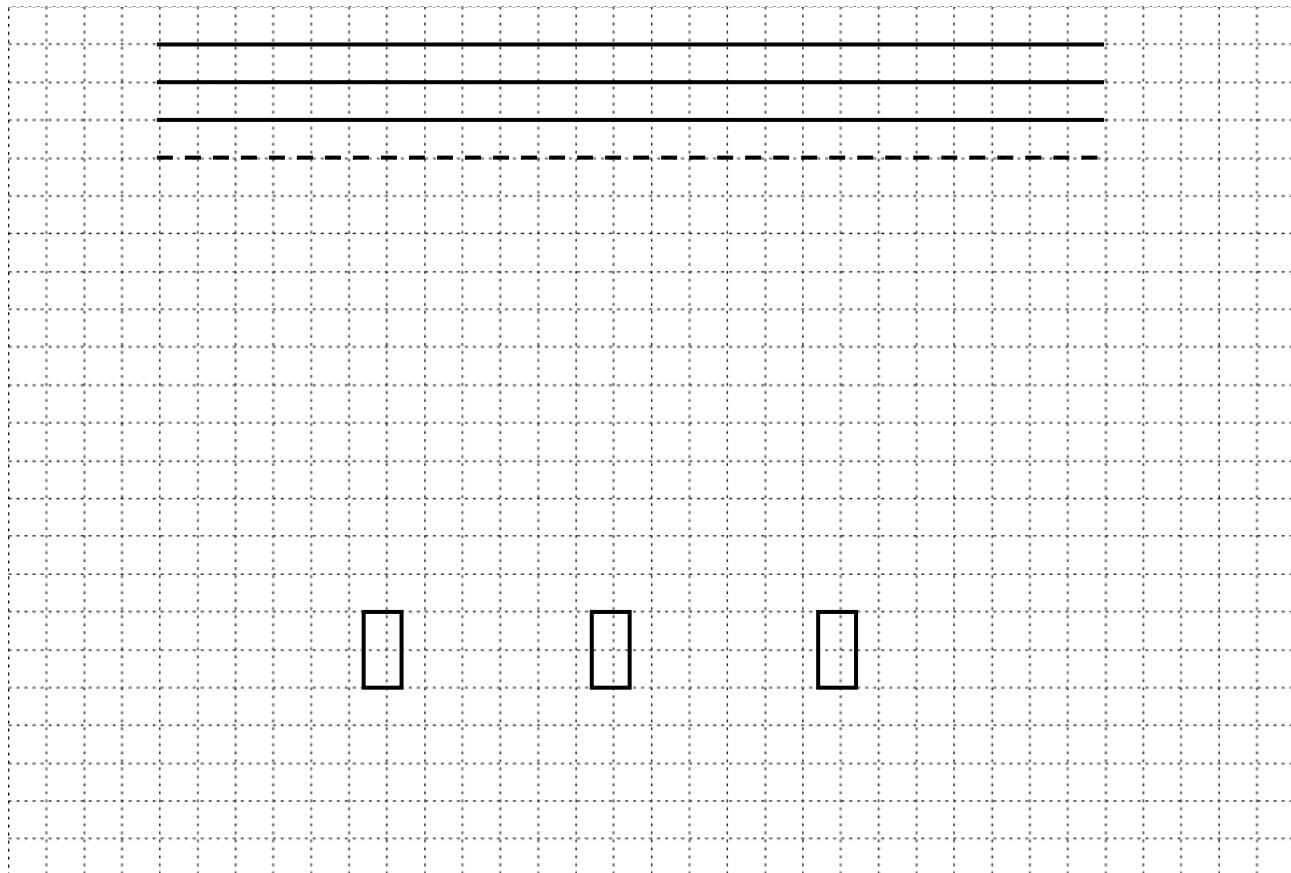
## Montage triangle (système équilibré resp. symétrique)

Trois résistances identiques  $R = \dots \dots \dots$  sont montées en triangle et branchées à une alimentation triphasée.

On mesure successivement toutes les tensions ainsi que tous les courants et on inscrit les valeurs dans le tableau ci-dessous.

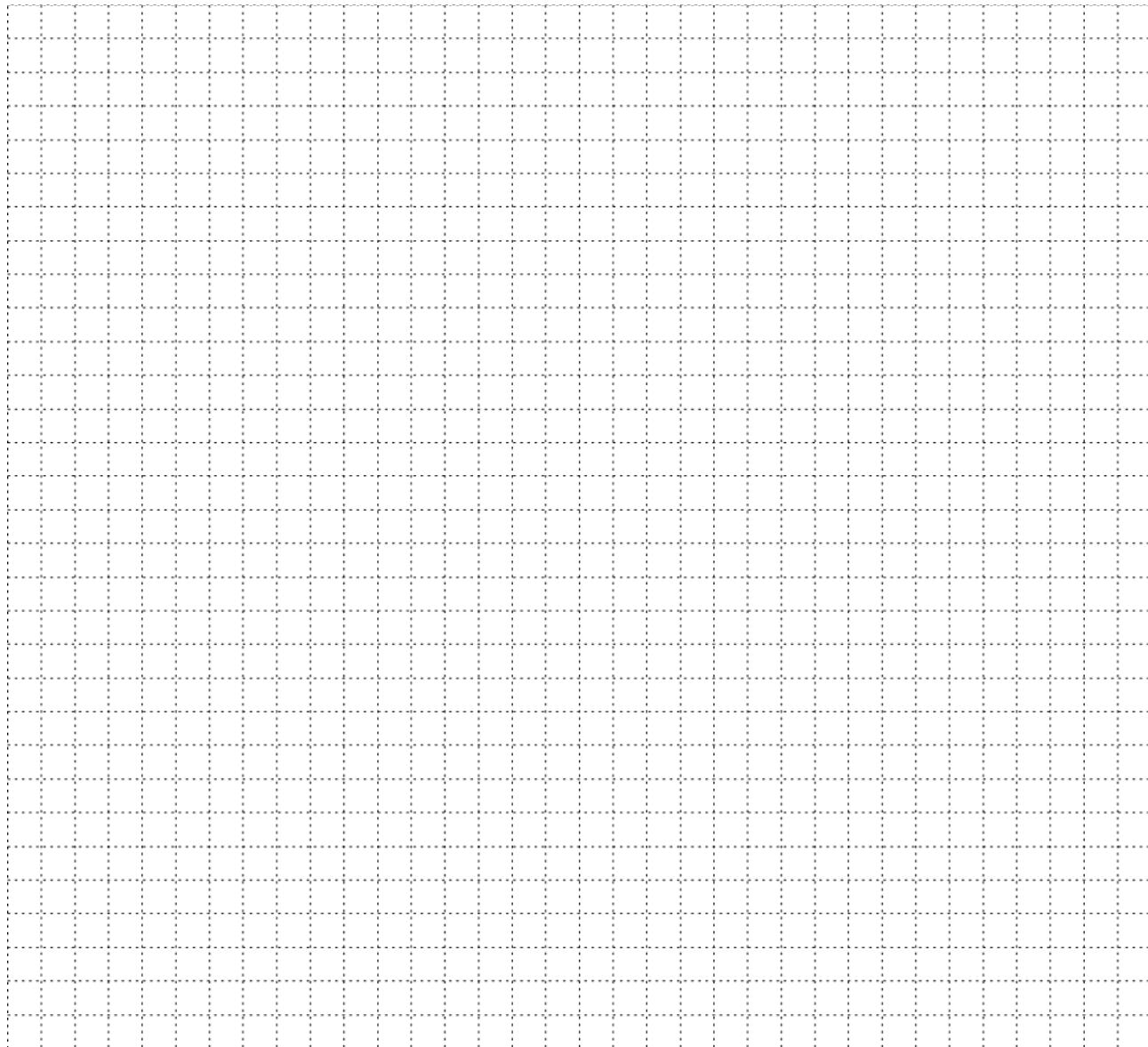
Ensuite, on calcule la puissance électrique de chaque résistance ainsi que la puissance totale et on inscrit les valeurs obtenues dans le tableau.

### Schéma électrique

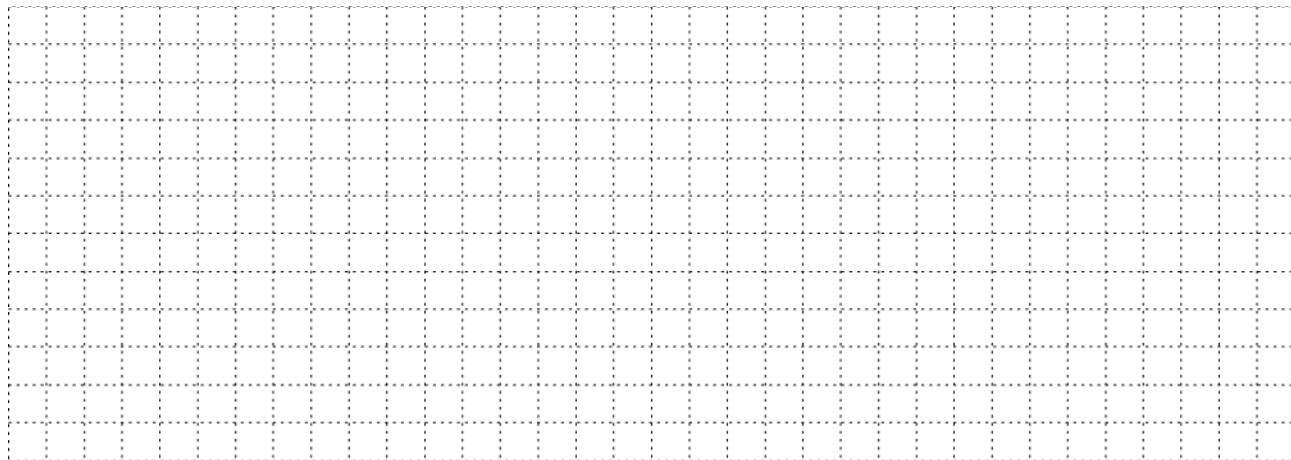


### Tableau des valeurs

$U_{12} = U_{\text{ph}1} =$	$I_{\text{ph}1} =$	$I_1 =$	$P_{S1} =$
$U_{23} = U_{\text{ph}2} =$	$I_{\text{ph}2} =$	$I_2 =$	$P_{S2} =$
$U_{31} = U_{\text{ph}3} =$	$I_{\text{ph}3} =$	$I_3 =$	$P_{S3} =$
			$P_{\text{tot}} =$

**Calculs**A large grid of squares, approximately 20 columns by 25 rows, designed for calculations.

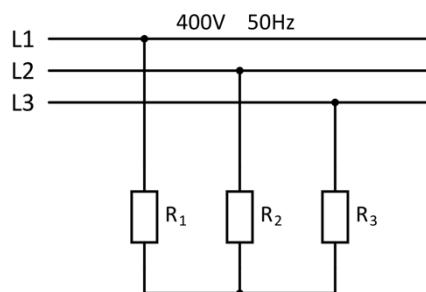
Comparez les résultats de la puissance totale du montage en étoile par rapport au montage en triangle.

A large grid of squares, approximately 20 columns by 25 rows, designed for calculations.

## Exercices

### Exercice 1-1

Trois résistances ohmiques de  $380\Omega$  chacune sont branchées en étoile au réseau triphasé de 400V (voir image).



Calculez la tension de phase, le courant de phase ainsi que le courant de ligne.

### Exercice 1-2

Un système triphasé est chargé avec trois résistances identiques de  $30\Omega$ . Les résistances sont montées en étoile et on mesure un courant de 7,5A dans le conducteur L1.

Calculez la tension de phase et la tension de ligne du système.

### Exercice 1-3

Trois résistances ohmiques identiques sont branchées en étoile au réseau triphasé. On mesure une tension entre deux phases de 406V. Le courant de ligne est de 10,3A.

Calculez la valeur des résistances.

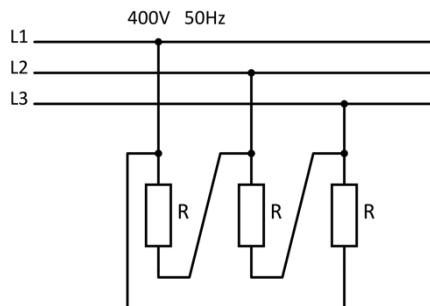
### Exercice 1-4

La plaque signalétique d'un radiateur électrique (montage en étoile) connecté au réseau triphasé de 400V n'est plus lisible. La puissance totale doit être déterminée à l'aide d'une mesure de la résistance. La valeur mesurée entre deux bornes du radiateur est de  $48\Omega$ .

Calculez la puissance électrique totale du radiateur.

### Exercice 1-5

Un système triphasé de 400V est chargé avec trois résistances identiques de  $40\Omega$ . Les résistances sont montées en triangle (voir image).



Calculez la tension de phase, le courant de phase ainsi que le courant de ligne.

### Exercice 1-6

Les résistances ohmiques d'un chauffe-eau branchées en triangle ont la valeur de  $80\Omega$  chacune. Le courant de phase est de 5A.

- Calculez la tension de ligne du réseau triphasé.
- Déterminez la valeur du courant de ligne.

### Exercice 1-7

Un moteur triphasé à cage est monté en triangle sur un réseau triphasé de 500V / 50Hz. Les courants de ligne sont de 27A chacun.

Déterminez la tension de phase ainsi que le courant de phase.

### Exercice 1-8

Trois résistances de  $18\Omega$  sont montées en triangle à un réseau triphasé de 400V / 50Hz.

Calculez la tension de phase, le courant de phase ainsi que le courant de ligne.

### Exercice 1-9

Un moteur triphasé à cage est monté en triangle à un réseau triphasé de 400V / 50Hz. Sur la plaque signalétique sont indiqués le courant nominal  $I_N = 7,6A$  et le facteur de puissance  $\cos\phi = 0,85$ .

- Calculez la tension de phase ainsi que le courant de phase.
- Quelle est la puissance électrique du moteur ?

**Exercice 1-10**

Trois résistances identiques de  $50\Omega$  sont montées en étoile sur un réseau triphasé avec la tension de ligne de 397V.

- Calculez le courant de phase et le courant de ligne.
- Déterminez la puissance simple  $P_s$  (puissance d'une résistance) et la puissance totale  $P_{tot}$ .

**Exercice 1-11**

Trois résistances de chauffe identiques sont montées en étoile sur un réseau triphasé avec la tension de ligne de 380V. La puissance totale absorbée est égale à 3966W.

- Quelle est la valeur de la puissance simple ?
- Calculez le courant de phase.
- Déterminez la valeur des résistances.

**Exercice 1-12**

Trois résistances de chauffe de  $9,5\Omega$  chacune sont branchées en triangle sur un réseau triphasé de 400V.

- Calculez le courant de phase et le courant de ligne.
- Quelle est la valeur de la puissance totale absorbée ?

**Exercice 1-13**

Trois résistances ohmiques identiques de valeur  $34,9\Omega$  sont branchées en Y sur le réseau triphasé de 400V / 230V.

- Déterminez la tension et le courant de ligne ainsi que la tension et le courant de phase.
- Calculez la puissance totale consommée.

**Exercice 1-14**

Trois résistances ohmiques d'une valeur de  $34,9\Omega$  chacune sont branchées en triangle sur le réseau triphasé. On mesure une tension de ligne de 406V.

- Calculez le courant de phase et le courant de ligne.
- Quelle est la valeur de la puissance totale absorbée ?

### Exercice 1-15

Trois résistances ohmiques d'une valeur de  $60\Omega$  chacune sont branchées en Y sur un réseau triphasé de 500V. Le conducteur neutre est branché.

- Calculez le courant de phase et le courant de ligne.
- Déterminez la puissance totale consommée.
- Calculez la puissance consommée si les résistances sont branchées en  $\Delta$ .

### Exercice 1-16

Trois résistances ohmiques sont branchées en Y au réseau triphasé de 400V. La puissance consommée totale est de 6kW.

- Calculez le courant de phase.
- Déterminez la valeur des résistances.
- Calculez le courant de phase et le courant de ligne si les résistances sont branchées en  $\Delta$ .

### Exercice 1-17

Sur une largeur de feuille, dessinez les 4 fils d'un réseau triphasé. Reliez à ce réseau 6 lampes de 100W monophasées, 3 radiateurs de 1000W monophasés et 2 moteurs asynchrones triphasés. Le réseau doit rester équilibré.

### Exercice 1-18

Un réseau triphasé 400V / 230V ( $f = 50\text{Hz}$ ) alimente une charge ohmique équilibrée montée en étoile. On mesure une puissance consommée de 3,3kW.

- Dessinez le schéma correspondant à cette mesure.
- Calculez la puissance consommée par une des résistances.
- Calculez l'intensité du courant de ligne.