

# 1

## COURANT ALTERNATIF MONOPHASE

## ALIMENTER

### Résumé du cours

L'expression instantanée d'une tension alternative sinusoïdale s'écrit :

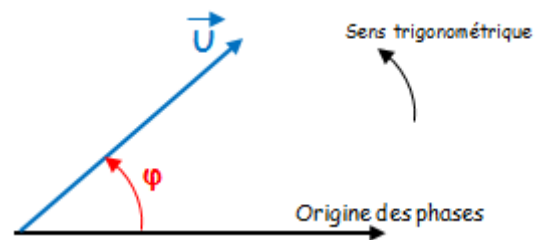
$$u(t) = \hat{U} \cdot \sin(\omega t + \varphi) = U\sqrt{2} \sin(\omega t + \varphi) \text{ avec :}$$

- $\hat{U} = U\sqrt{2}$  est la **valeur maximale** ou **amplitude** de  $u$ .
- $U$  est la **valeur efficace** de  $u$ .
- $\omega$  est la **pulsation** ou **vitesse angulaire** en rad/s :  $\omega = 2\pi \cdot f = 2\pi/T$  avec  $f = 1/T$ .
- $f$  est la **fréquence** en Hertz et  $T$  est la **période** en seconde (s).
- $\omega t + \varphi$  est la **phase** à l'instant  $t$  exprimée en radian.
- $\varphi$  est la **phase à l'origine** ( $t = 0$ ).

### Représentation de Fresnel

Toute grandeur sinusoïdale (tension ou courant) sera représentée par un **vecteur de longueur sa valeur efficace** et d'**angle sa phase à l'origine**.

Grandeur sinusoïdale	Vecteur de Fresnel associé
$u(t) = U\sqrt{2} \sin(\omega t + \varphi)$	$\vec{U}$
Valeur efficace : $U$	Norme : $\ \vec{U}\  = U$
Phase à l'origine : $\varphi$	Angle $\varphi$



### Représentation complexe

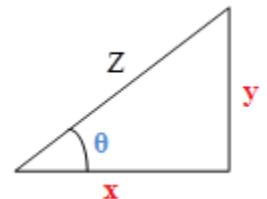
À toute grandeur sinusoïdale, on peut associer le nombre complexe noté  $\underline{Z}$  (lettre majuscule soulignée) que l'on peut exprimer :

soit sous la forme algébrique (cartésienne ou rectangulaire) :  $\underline{Z} = x + jy$

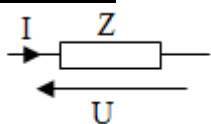
soit sous la forme trigonométrique (ou polaire) :  $\underline{Z} = [Z ; \theta]$

$$\underline{Z} = [Z, \theta] = Z \cos \varphi + j Z \sin \varphi \text{ et } Z = x + jy = [\sqrt{x^2 + y^2}; \theta = \text{tg}^{-1}(y/x)]$$

où :  $Z$  module,  $\theta$  argument,  $x$  partie réelle,  $y$  partie imaginaire



### Loi d'ohm



$$u(t) = U\sqrt{2} \sin \omega t$$

$$i(t) = I\sqrt{2} \sin(\omega t - \varphi)$$

$$\varphi = (I, U)$$

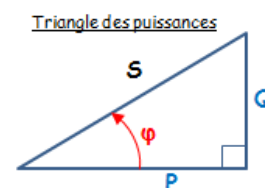
En valeur efficace :  $U = Z \cdot I$

$Z$  est l'impédance du récepteur en  $\Omega$ , elle dépend de la nature de ce dernier :

Les dipôles élémentaires	Impédance ( $\Omega$ )	Tension efficace (V)	Déphasage $\varphi$
Résistance $R$	$Z = R$	$U = R \cdot I$	$0$
Inductance $L$	$Z = L\omega$	$U = L\omega \cdot I$	$\pi/2$
Condensateur $C$	$Z = 1/C\omega$	$U = I/C\omega$	$-\pi/2$

### Les puissances et le facteur de puissance :

- **Active** :  $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$
- **Réactive** :  $Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi$
- **Apparente** :  $S = \sqrt{P^2 + Q^2} = U \cdot I$



Un facteur de puissance **cos phi** faible entraîne :

- une augmentation du courant en ligne donc des pertes,
- une consommation davantage de l'énergie réactive.

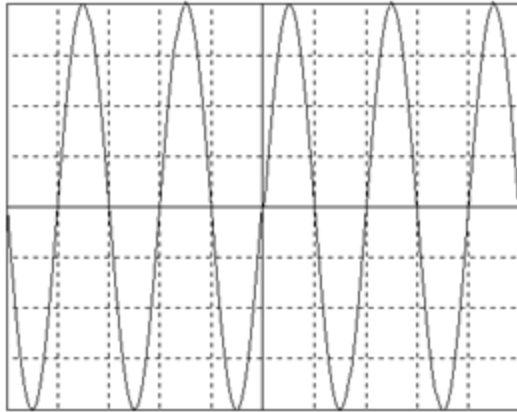
Pour relever ce facteur on insère un condensateur  $C$  en parallèle avec la charge :  $C = P(\tan \varphi - \tan \varphi') / U^2 \omega$

**Activité 1**

**Tensions alternatives instantanées**

1 V/div

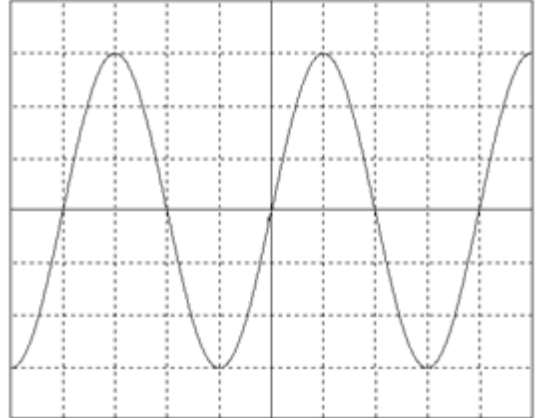
0,5 ms/div



$U_{eff} = \dots\dots\dots$        $U_{max} = \dots\dots\dots$   
 $T = \dots\dots\dots$        $f = \dots\dots\dots$

2 V/div

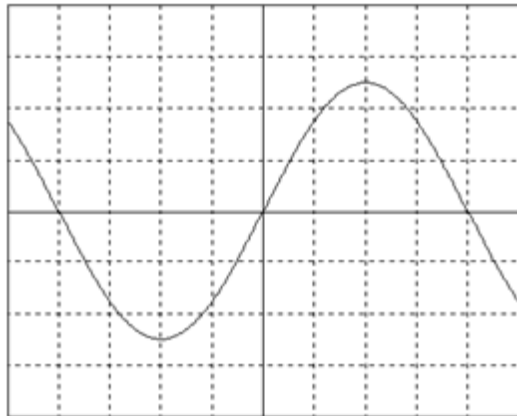
10  $\mu$ s/div



$U = \dots\dots\dots$        $U_{max} = \dots\dots\dots$   
 $T = \dots\dots\dots$        $f = \dots\dots\dots$

5 V/div

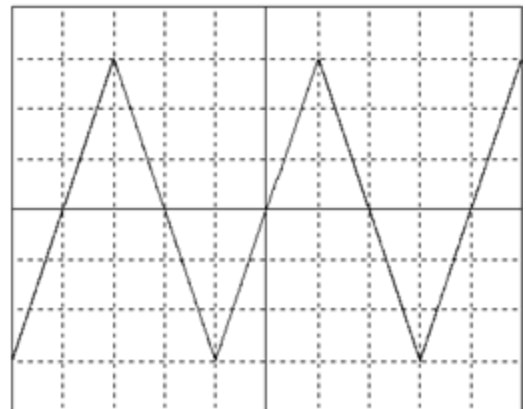
5 ms/div



$U = \dots\dots\dots$        $U_{max} = \dots\dots\dots$   
 $T = \dots\dots\dots$        $f = \dots\dots\dots$

10 mV/div

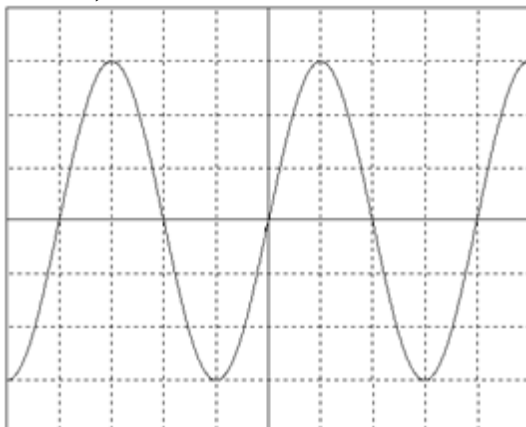
1 ms/div



Tension :  $\dots\dots\dots$        $U_{max} = \dots\dots\dots$   
 $T = \dots\dots\dots$        $f = \dots\dots\dots$

0,5 V/div

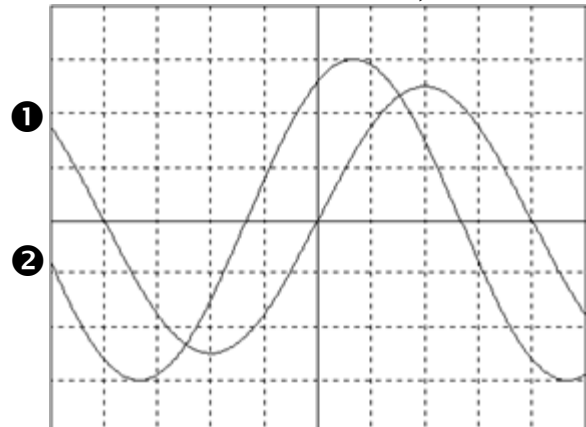
20 ms/div



$U_{max} = \dots\dots\dots$        $U = \dots\dots\dots$   
 $T = \dots\dots\dots$        $f = \dots\dots\dots$

3 V/div

0,2 s/div



①  $\left\{ \begin{array}{l} U_1 = \dots\dots\dots \\ T_1 = \dots\dots\dots \end{array} \right.$        $\left\{ \begin{array}{l} U_{1max} = \dots\dots\dots \\ f_1 = \dots\dots\dots \end{array} \right.$   
 ②  $\left\{ \begin{array}{l} U_2 = \dots\dots\dots \\ T_2 = \dots\dots\dots \end{array} \right.$        $\left\{ \begin{array}{l} U_{2max} = \dots\dots\dots \\ f_2 = \dots\dots\dots \end{array} \right.$

Déphasage  $\varphi = \dots\dots\dots$

**Activité 2**

**Régime monophasé**

**EXERCICE 1 :** Un générateur délivre une tension alternative sinusoïdale de fréquence **50 Hz**. Calculer sa période et sa pulsation.

$T = \dots\dots\dots$

$\omega = \dots\dots\dots$

**EXERCICE 2 :** Un générateur délivre une tension alternative sinusoïdale de période **4 ms**. Calculer sa fréquence et sa pulsation.

$f = \dots\dots\dots$

$\omega = \dots\dots\dots$

**EXERCICE 3**

Pour les intensités sinusoïdales :  $i_1(t) = 2\sqrt{2} \sin(100\pi t + \pi/2)$  et  $i_2(t) = 3\sqrt{2} \sin(100\pi t - \pi/6)$

Représenter les vecteurs de Fresnel sur un même axe. Echelle : (1 cm pour 0,5 A)

Résultat :  
 $I = \dots\dots\dots$   
 $\varphi = \dots\dots^\circ$

-----> Origine des phases

Déduire l'expression de  $i(t) = i_1(t) + i_2(t) = \dots\dots\dots$

**EXERCICE 4 :** Soient les deux tensions :  $u_1(t) = 12\sqrt{2} \sin(200\pi t)$  et  $u_2(t) = 8\sqrt{2} \sin(200\pi t + \pi/3)$

En utilisant la représentation de Fresnel, déterminer l'expression de la tension  $u(t) = u_1(t) + u_2(t)$ .

Echelle : (1 cm pour 2 V)

Résultat :  
 $U = \dots\dots\dots$   
 $\varphi = \dots\dots^\circ$

-----> Origine des phases

$u(t) = u_1(t) + u_2(t) = \dots\dots\dots$

**EXERCICE 5 :** Soient les deux courants sinusoïdaux :

$i_1(t) = 5\sqrt{2} \sin(100\pi t)$  et  $i_2(t) = 7\sqrt{2} \sin(100\pi t - \pi/6)$

Déterminer, en utilisant la construction de Fresnel l'expression de  $i(t) = i_1(t) + i_2(t)$ . Echelle : (1cm pour 1A)

-----> Origine des phases

Résultat :  
 $I = \dots\dots\dots$   
 $\varphi = \dots\dots^\circ$

$i(t) = i_1(t) + i_2(t) = \dots\dots\dots$

**EXERCICE 6 :** Une bobine est vendue avec les caractéristiques suivantes :  $R = 6,8 \Omega$  ;  $L = 0,23 H$ .  
 Calculer son impédance  $Z$  si on l'utilise sous une tension alternative sinusoïdale de fréquence **50 Hz**.

$Z = \dots\dots\dots$

**EXERCICE 7 :** Au bornes d'une bobine d'inductance  $L = 0,12 H$  et de résistance  $R = 12 \Omega$ , on applique une tension de valeur instantanée  $u(t) = 170 \sin(100\pi t)$ .

1) Déterminer pour cette tension :

- a) sa fréquence  $f = \dots\dots\dots$
- b) sa période  $T = \dots\dots\dots$
- c) sa valeur efficace à l'unité près.  $U = \dots\dots\dots$

2) Déterminer (arrondir au centième) :

- a) l'impédance de la bobine  $Z = \dots\dots\dots$
- b) la valeur efficace de l'intensité du courant traversant la bobine  $I = \dots\dots\dots$
- c) le déphasage  $\varphi$  en radians entre la tension et l'intensité du courant.  $\varphi = \dots\dots\dots$

**EXERCICE 8**

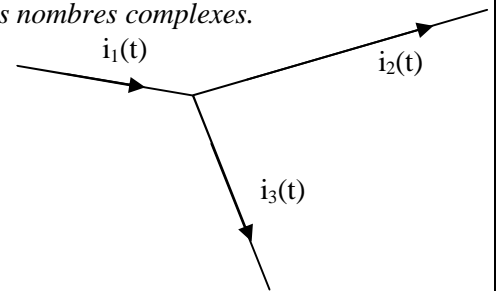
$i_1(t) = 4\sqrt{2} \sin(\omega t - \pi/3)$

$i_2(t) = 2\sqrt{2} \sin(\omega t - 5\pi/6)$

1/ Déterminer  $i_3(t)$  par la méthode des vecteurs de Fresnel et par la méthode des nombres complexes.

2/ Calculer  $\varphi_{i_1/i_2}$ ,  $\varphi_{i_2/i_3}$  et  $\varphi_{i_1/i_3}$ .

La méthode des vecteurs de Fresnel. Echelle : (1cm pour 1A)



-----> Origine des phases

La méthode des nombres complexes.

$\underline{I}_1 = \dots\dots\dots$

$\underline{I}_2 = \dots\dots\dots$

$\underline{I}_3 = \dots\dots\dots$

Soit  $i_3(t) = \dots\dots\dots$

$\varphi_{i_1/i_2} = \dots\dots\dots$ ,

$\varphi_{i_2/i_3} = \dots\dots\dots$

et  $\varphi_{i_1/i_3} = \dots\dots\dots$

**EXERCICE 9 :** On donne  $U = 5 \text{ V}$ ,  $f = 10 \text{ kHz}$ ,  $R = 1 \text{ k}\Omega$  et  $C = 10 \text{ nF}$ .

1/ Calculer  $Z$ ,  $I$ ,  $\varphi$ ,  $U_R$  et  $U_C$ .

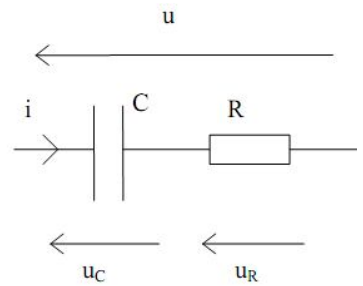
$Z = \dots\dots\dots$

$I = \dots\dots\dots$

$\varphi = \dots\dots\dots$

$U_R = \dots\dots\dots$

$U_C = \dots\dots\dots$



2/ Comparer  $U$  et  $U_R + U_C$ . Commentaires ?

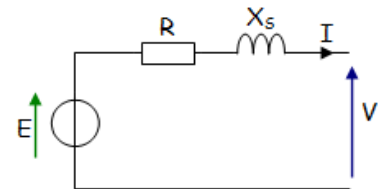
3/ Pour quelle fréquence a-t-on  $U_C = U_R$  ?

**EXERCICE 10 :**

Sachant que le modèle électrique d'un générateur est comme ci-après :

$R = 0.5 \Omega$ ;  $X_S = 8 \Omega$ ;  $I = 5 \text{ A}$ ;  $V = 230 \text{ V}$ ;  $f = 50 \text{ Hz}$  et  $\varphi_{I/V} = 30^\circ$ .

1) Ecrire la loi de maille en déduire  $\underline{E} = f(R, X_S, \underline{I} \text{ et } \underline{V})$



2) Déterminer, en utilisant la construction de Fresnel la valeur efficace de la f.é.m.  $E$  (on négligera  $R$ ) :

Echelle : (1cm pour 23V)

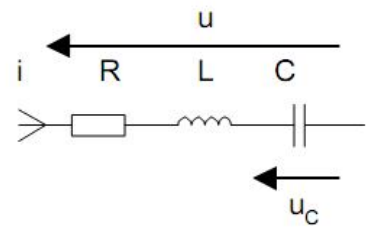
$E = \dots\dots\dots$

-----> Origine des phases

**EXERCICE 11 :**

Sachant que :  $R = 440 \Omega$ ,  $C = 1 \text{ nF}/63 \text{ V}$ ,  $L = 100 \text{ mH}$  et  $U = 5 \text{ V}$ .

1/ Déterminer  $Z_{eq}$ .



2/ En déduire  $\varphi_{i/u}$ .

**EXERCICE 12 :**

Une installation monophasée  $230 \text{ V}$ ,  $50 \text{ Hz}$  comporte:

- 30 lampes de type résistive de  $100\text{W}$  chacune ;
- 2 moteurs de  $2 \text{ kW}$ , fonctionnant à pleine charge avec un facteur de puissance  $\cos \varphi_2 = 0,78$  AR et un rendement  $\eta_2 = 0,80$ .

Ces différents appareils fonctionnent simultanément.

1. Calculer les puissances active et réactive consommées par chaque moteur :

2. Quelles sont les puissances active, réactive et apparente consommées par l'installation ?

	Puissance active $P$ (W)	Puissance réactive $Q$ (VAR)	Puissance apparente $S$ (VA)
30 lampes	$P_1 = \dots\dots\dots$	$Q_1 = \dots\dots\dots$	$S_1 = \dots\dots\dots$
2 moteurs	$P_2 = \dots\dots\dots$	$Q_2 = \dots\dots\dots$	$S_2 = \dots\dots\dots$
Installation	$P = \dots\dots\dots$	$Q = \dots\dots\dots$	$S = \dots\dots\dots$

3. Quel est son facteur de puissance ?

4. Quelle est l'intensité efficace  $I$  du courant dans un fil de ligne ?

5. Quelle est la capacité  $C$  du condensateur à placer en parallèle avec l'installation pour relever le facteur de puissance à  $0,93$  ?

6. Quelle est avec ce facteur de puissance, la nouvelle intensité  $I'$  de courant en ligne ?

**EXERCICE 13 :**

Une installation, alimentée sous  $U = 230 \text{ V}$  efficace et de fréquence  $f = 50 \text{ Hz}$ , comprend :

- Récepteur 1 :  $P_1 = 1,2 \text{ kW}$  ;  $Q_1 = 2 \text{ KVAR}$  ;
- Récepteur 2 :  $P_2 = 2,5 \text{ kW}$  ;  $Q_2 = 1,8 \text{ KVAR}$  ;
- Récepteur 3 : Moteur triphasé asynchrone de puissance utile  $P_u = 1,2 \text{ kW}$  ; de rendement  $\eta = 80\%$  et de facteur de puissance  $\cos \varphi_3 = 0,84$  ;
- Récepteur 4 : Radiateur triphasé de puissance  $P_4 = 1,8 \text{ kW}$  ;

1- Déterminer, lorsque tous les appareils sont sous tension la puissance active  $P$ , la puissance réactive  $Q$ , la puissance apparente  $S$  ainsi que le facteur de puissance  $\cos \varphi$  de cette installation.

2- En déduire l'intensité  $I$ .

3- On désire relever le facteur de puissance à  $\cos \varphi' = 1$ , déterminer la valeur de la puissance réactive qu'il faut installer.

4- En déduire dans ce cas la valeur de la capacité.

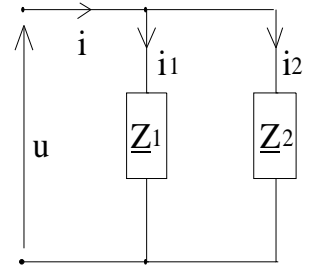
**Activité 3**

**Exercices Régime monophasé**

**EXERCICE 1 :** Le courant  $i$  à une valeur efficace de  $I = 8A$  et il est en avance de  $30^\circ$  par rapport à  $u$ . Le courant  $i_1$  à une valeur efficace de  $I_1 = 5A$  et il est en retard de  $45^\circ$  par rapport à  $u$ .

1/ Donner la relation entre les courants. Déterminer les vecteurs de Fresnel représentant  $i$  et  $i_1$

2/ Placer les vecteurs de Fresnel représentant  $i$  et  $i_1$  (1A/cm) sur un diagramme vectoriel et en déduire  $I_2$  et  $\varphi_2$ . (valeur efficace et phase d' $i_2$ ).



**EXERCICE 2 :** On relève avec l'oscilloscope la tension aux bornes d'un dipôle (10V/div) et le courant qui le traverse (0,5A/div). Base de temps (1ms/div)

1/ Déterminer les valeurs maximales  $\hat{U}$ ,  $\hat{I}$  et en déduire les valeurs efficaces  $U$  et  $I$

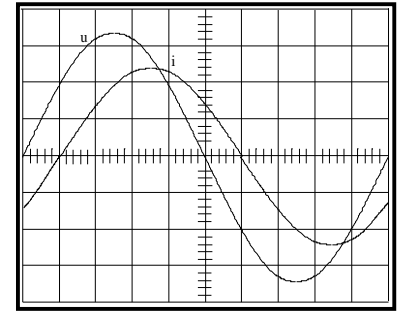
2/ Déterminer le déphasage  $\varphi$  entre le courant et la tension. Préciser le sens.

Que peut-on dire du circuit ?

3/ Déterminer l'impédance complexe du circuit

4/ Déterminer la période et la fréquence de  $u$  et  $i$ .

5/ Ecrire les valeurs instantanées de  $u$  et  $i$ .



**EXERCICE 3 :** Un atelier comporte 2 récepteurs en parallèle. Il est alimenté par le réseau :  $U = 230 V - 50 Hz$ .

- Récepteur 1 : Moteur inductif de puissance utile  $P_{u1} = 600 W$ , de rendement  $\eta_1 = 0,75$  et de facteur de puissance  $\cos \varphi_1 = 0,7$ .
- Récepteur 2 : Des lampes absorbant  $P_2 = 500 W$ .

1/ Calculer la puissance active, réactive, le courant total et le facteur de puissance de l'ensemble (On présentera les résultats dans un tableau).

2/ Calculer la capacité  $C$  du condensateur nécessaire pour relever le facteur de puissance de l'ensemble à  $\cos \varphi' = 1$ .

**EXERCICE 4 :** Un atelier comporte 3 récepteurs en parallèle. Il est alimenté par le réseau :  $U = 230V - 50Hz$ .

- Récepteur 1 : Moteur inductif de puissance utile  $P_{u1} = 600W$ , de rendement  $\eta_1 = 0,75$  et de facteur de puissance  $\cos \varphi_1 = 0,8$ .
- Récepteur 2 : Récepteur capacitif ( $Q_2 < 0$ ) d'impédance  $Z_2 = 110 \Omega$  et de facteur de puissance  $\cos \varphi_2 = 0,9$ .
- Récepteur 3 : Un four électrique absorbant  $P_3 = 0,8 KW$ .

1/ Calculer les puissances active et réactive consommées par l'ensemble, le courant total et le facteur de puissance.

2/ Calculer la capacité  $C$  du condensateur nécessaire pour relever le facteur de puissance de l'ensemble à  $\cos \varphi' = 1$ .

**EXERCICE 5 :** Un moteur a une puissance utile de  $2.2 KW$  et un rendement de  $0.92$ . Son facteur de puissance est de  $0.75$ . Calculer :

1 – ses puissances active, apparente et réactive,

2 – l'intensité absorbée sous  $230 V - 50 Hz$ .

On branche en dérivation sur son alimentation un condensateur de  $50 \mu F$ . Calculer :

3 – la puissance réactive du condensateur,

4 – la nouvelle puissance réactive de l'ensemble,

5 – la nouvelle intensité absorbée.