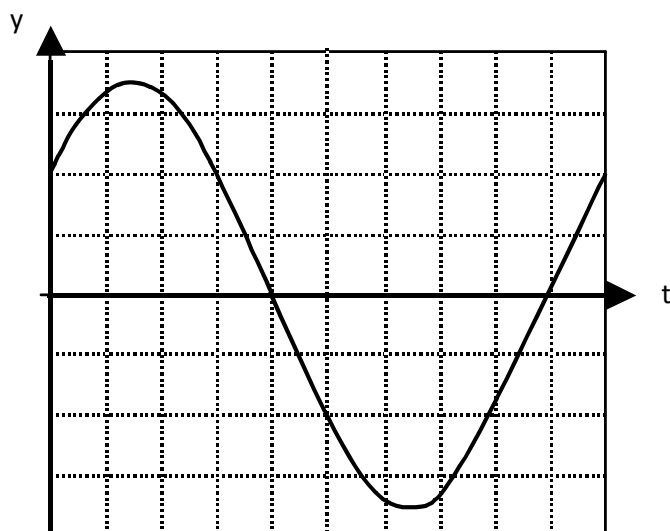


## Activité 1 : Puissance active et puissance apparente

### Grandeur sinusoïdale



Equation :

$$y(t) = \hat{Y} \sin(2\pi f \times t + \theta)$$

Déterminer l'équation sachant que :

Calibre verticale 2V/Div

Calibre horizontal : 1ms/Div

 $\hat{U} =$ 

T =

f =

À  $t = 0$   $u(0) =$ donc  $\sin \theta =$ Et  $\theta =$ Enfin  $u(t) =$ 

### Valeur moyenne – Valeur efficace d'une grandeur sinusoïdale.

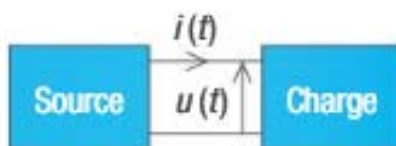
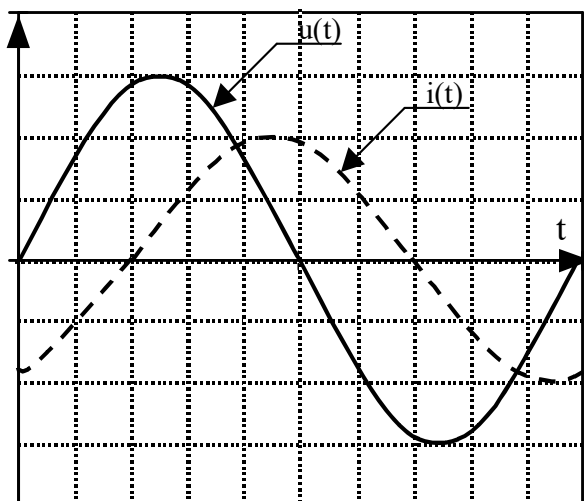
- La valeur moyenne  $\langle y \rangle$  d'une grandeur électrique sinusoïdale, d'équation  $y(t)$  est  $\langle y \rangle =$

Elle se mesure avec un appareil en position DC

- La valeur efficace d'une grandeur électrique sinusoïdale, d'équation  $y(t)$  est  $Y_{\text{eff}} = \frac{\hat{Y}}{\sqrt{2}}$

Elle se mesure avec un appareil en position AC

Un circuit électrique est constitué d'une source électrique qui alimente une charge

Cette charge peut entraîner un décalage entre la tension  $u(t)$  et l'intensité  $i(t)$  :On écrit  $u(t)$  et  $i(t)$  sous la forme suivante :

$$u(t) = \hat{U} \sin(2\pi f \times t)$$

$$i(t) = \hat{I} \sin(2\pi f \times t - \varphi)$$

L'angle «  $\varphi$  » représente le déphasage de  $i(t)$  par rapport à la référence c.à.d.  $u(t)$ .

Pour déterminer  $\varphi$ , il suffit de mesurer « T » la période des signaux, puis de mesurer «  $\Delta t$  » l'écart séparant les 2 maximums consécutifs (ou les 2 minimums consécutifs) des courbes, et d'appliquer la règle :

$$|\varphi| = \frac{2 \cdot \pi}{T} \cdot \Delta t$$

**Sur l'exemple précédent :**

i(t) est en .....sur u (t)

Déterminer les équations instantanées de u(t) et i(t) sous leur forme numérique.

**On donne les échelles utilisées : 100 V/div ; 5 A/div ; 2 ms/div.**

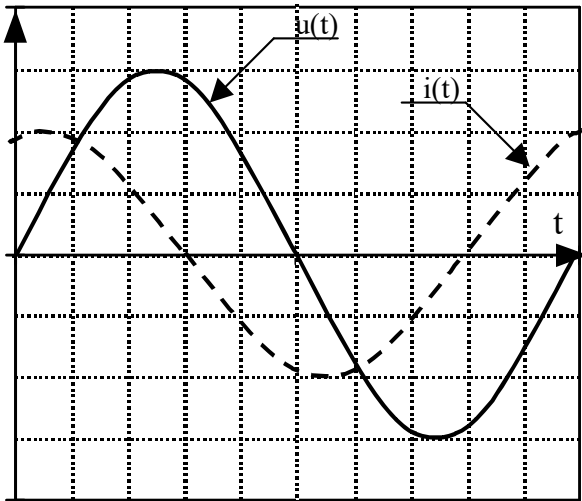
$\hat{U} =$	$\hat{I} =$
$T =$	$f =$
$\varphi =$	

{

..... ;

.....

**Autres exemples (les calibres sont les mêmes):**



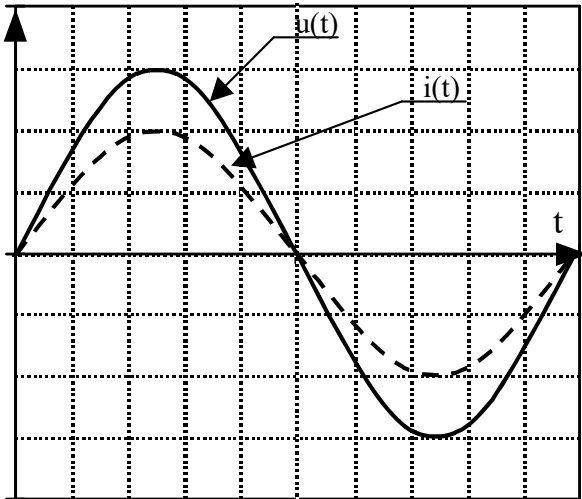
i(t) est en .....sur u (t)

{

.....

.....

Les échelles changent : 10 V/div ; 2 A/div ; 5 ms/div.

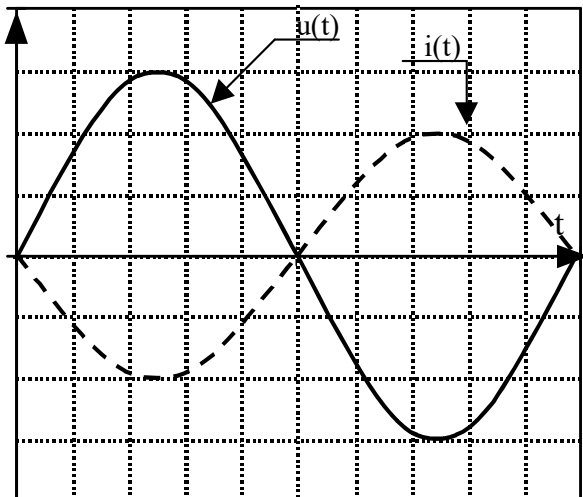


i(t) est en .....avec u (t)

{

.....

.....

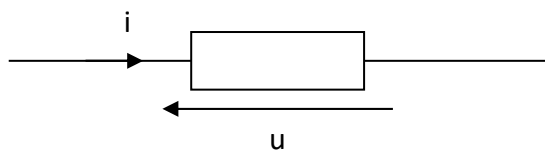


$i(t)$  est en ..... avec  $u(t)$

$\left\{ \begin{array}{l} \text{.....} \\ \text{.....} \end{array} \right.$	$\begin{array}{l} \text{.....} \\ \text{.....} \end{array}$
---	---

## Activité 2 : Puissances en sinusoïdal - Définitions

## Puissance instantanée



$$\begin{cases} u(t) = \hat{U} \sin(2\pi f \times t), \\ i(t) = \hat{I} \sin(2\pi f \times t - \varphi) \end{cases}$$

(u(t) prise comme référence des phases)

On définit la **puissance instantanée**, la puissance variant au cours du temps, notée  $p(t)$  par la relation suivante :

$$p(t) = u(t) \times i(t)$$

$p(t)$  puissance

en Watt (W)

.....

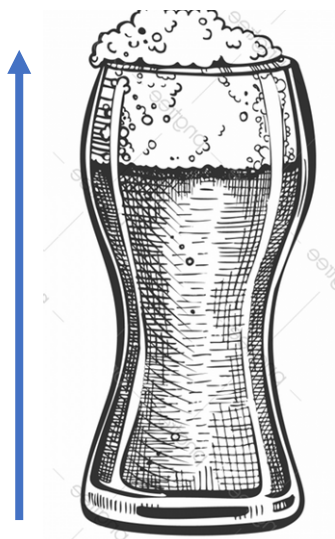
.....

Certains éléments du circuit déphasent le courant par rapport à la tension. Courant et tension n'étant plus à leurs maximums au même moment, on ne peut plus faire le produit des deux maximums pour déterminer la puissance consommée

<https://youtu.be/buRaVQ5NKF8>

Analogie de la puissance et du verre avec de la mousse

Volume total apparent



Ce volume de mousse est perdu, une partie de la puissance

Volume à boire pour nous rendre actif !

## Puissance Active

La puissance active, notée  $P$ , représente la puissance électrique **consommée en moyenne**  $\langle p \rangle$  (donc en continu) par un dipôle (c'est l'énergie correspondant à cette puissance qui est facturée par l'E.D.F.) Elle est définie par la relation suivante :

$$P = U_{\text{eff}} \times I_{\text{eff}} \times \cos \varphi$$

$P$  : puissance active en Watt (W)

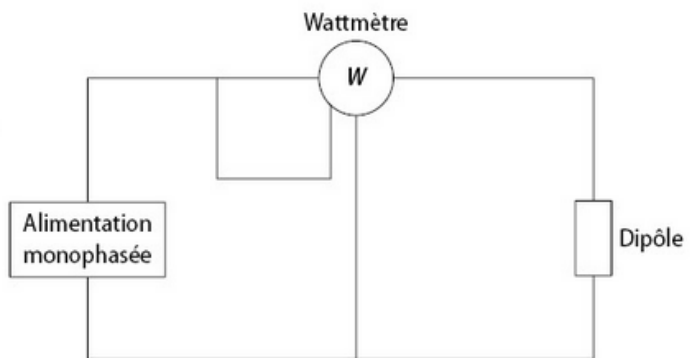
$U_{\text{eff}}$  :

$I_{\text{eff}}$  :

$\varphi$  :

Pour mesurer la puissance active consommée par un dipôle, on alimente le dipôle en régime sinusoïdal et on utilise un wattmètre. L'appareil indique la valeur moyenne du produit  $UI$ , donc la valeur de la puissance active  $P$ . Le wattmètre possède quatre bornes : deux pour le circuit tension et deux pour le circuit intensité.

La précision de la mesure dépend de la précision du wattmètre utilisé.



## Puissance Apparente

La puissance apparente, notée  $S$ , ne tient pas compte du déphasage entre  $u(t)$  et  $i(t)$ . Elle est définie par la relation suivante :

$$S = U_{\text{eff}} \times I_{\text{eff}}$$

$S$  : puissance apparente en Voltampère (VA)

$U_{\text{eff}}$  :

$I_{\text{eff}}$  :

Elle correspond à la valeur maximale qui peut être prise par la puissance active.

C'est par ailleurs la puissance souscrite (kVA) pour son contrat d'électricité

Cette grandeur sert à dimensionner une installation ou un équipement électrique (dimension des fils)

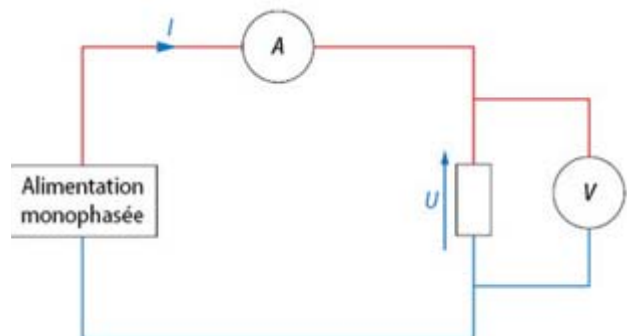
Pour mesurer la puissance apparente consommée par un dipôle il faut mesurer :

La tension efficace  $U_{\text{eff}}$  avec un voltmètre en position AC

L'intensité efficace  $I_{\text{eff}}$  qui parcourt le dipôle avec un ampèremètre en position AC

On obtient ensuite la valeur de la puissance

$$S = U_{\text{eff}} \times I_{\text{eff}} \text{ en VA}$$



## Facteur de puissance :

Le facteur de puissance, noté  $k$  est le rapport de la puissance active par la puissance apparente :

$$k = \frac{P}{S} = \cos \varphi$$

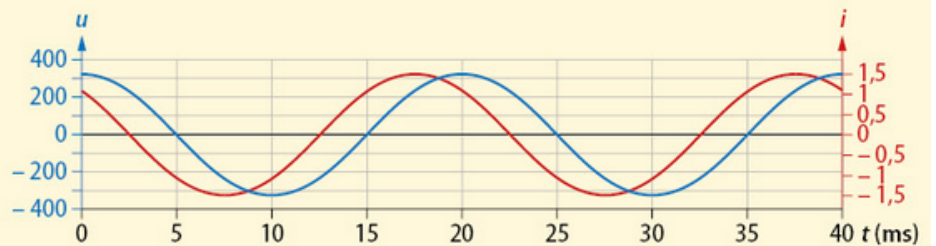
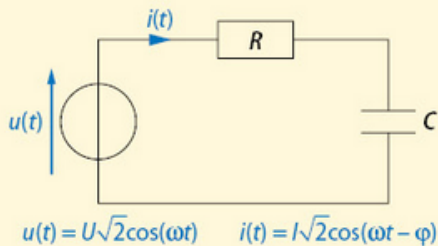
$k$  n'a pas d'unité

Application :

### ■ Puissance active pour un circuit R, C

Un générateur fournit une tension sinusoïdale  $u(t)$  qui alimente un circuit R, C.

Il débite un courant  $i(t)$ . On a relevé les chronogrammes de  $u(t)$  (en V) et de  $i(t)$  (en A).



1. Pour la tension  $u(t)$  et l'intensité  $i(t)$  :

- Déterminer la période  $T$  et la fréquence  $f$
- Déterminer les valeurs maximales et en déduire les valeurs efficaces

2. Calculer la puissance apparente  $S$

3. Relever l'écart temporel  $\Delta t$  entre  $i(t)$  et  $u(t)$  et indiquer si  $i(t)$  est en retard ou en avance par rapport à  $u(t)$ .

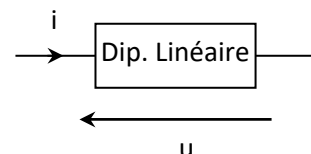
4. Calculer le déphasage puis calculer la puissance active  $P$  fournie par le générateur

5. Préciser le facteur de puissance

## Travaux Pratique 1 : Etude de 2 dipôles passifs élémentaires en régimes sinusoïdal

Objectif de l'étude.

On désire trouver l'expression de  $i(t)$  traversant un dipôle passif linéaire, lorsque celui-ci est soumis à une tension sinusoïdale  $u(t)$  de fréquence  $f$  du type  $u(t) = \hat{U} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t)$ .



$i(t)$  sera aussi une fonction ... ..

De ... .. fréquence  $f$  et du type

$i(t) = \dots\dots\dots$

Conclusion : Pour définir complètement  $i(t)$ , il faut déterminer, pour chaque dipôle de l'étude :

- La relation mathématique entre  $I_{(eff)}$  et  $U_{(eff)}$  (loi d'Ohm en sinusoïdal) ;
- Le déphasage de  $i/u$  qu'apporte la nature du dipôle.

1) Montage utilisé pour l'étude expérimentale

Chaque dipôle est alimenté par un générateur de fonctions (G.B.F.). Il permet de régler la fréquence  $f$  et l'amplitude (donc la valeur efficace  $U$ ) de la tension sinusoïdale  $u(t)$  aux bornes du dipôle étudié (fig.1).

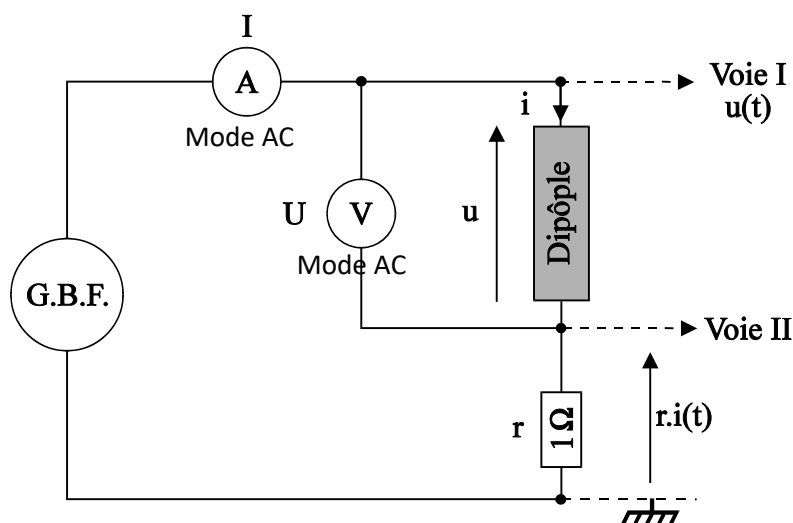


Figure 1

Voie I :

On observe en réalité la tension  $u + r \cdot i(t)$

Comme  $r$  est faible ( $1\Omega$ )

$\Rightarrow r \cdot i(t)$  sera négligeable devant  $u$ .

$\Rightarrow$  on observe donc sur la voie I :  $u(t)$

Voie II :

On observe la tension  $r \cdot i(t)$

Comme  $r = 1\Omega$

$\Rightarrow r \cdot i(t) = i(t)$ .

$\Rightarrow$  on observe donc sur la voie II :  
« L'image de  $i(t)$  » sur l'écran, en prenant

$1 \text{ V/div} \Leftrightarrow 1 \text{ A/div}$

2) Comportement d'une résistance en régime sinusoïdal

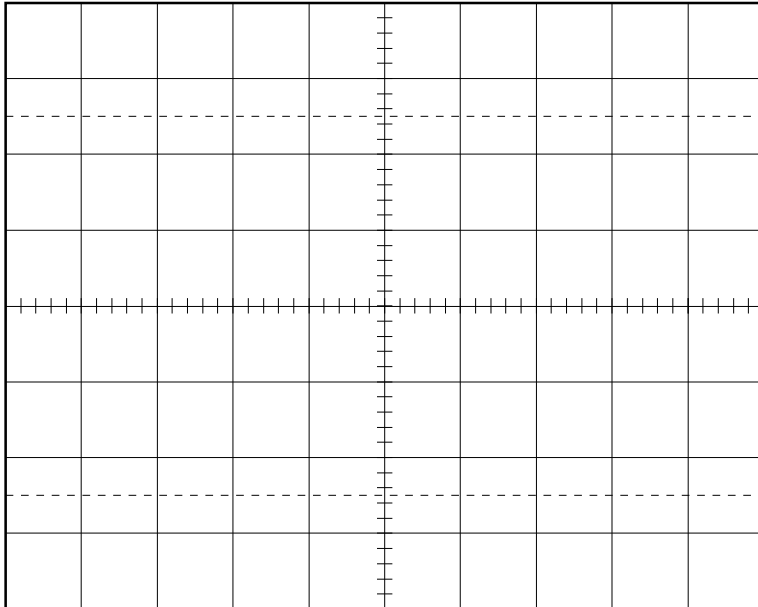
- **Effectuer** les préréglages de l'oscilloscope.
- **Réaliser** le montage expérimental de la figure 1, source éteinte, en prenant pour dipôle d'étude une résistance  $R = 100\Omega$ .
- **Mettre sous tension** le générateur de fonctions et le **régler** pour que celui-ci délivre une tension  $u(t)$  sinusoïdale de fréquence  $1 \text{ kHz}$ , de valeur efficace  $U = 4\text{V}$ .

Après avoir fait les réglages du générateur de fonctions, régler les paramètres de l'oscilloscope pour observer au mieux 1 période du signal délivré par le G.B.F.

- **Passer** en mode DUAL sur l'oscilloscope et **tracer** les oscillogrammes observés, en n'omettant pas de **tracer** l'axe des temps et de **graduer** les 2 axes.

→ Appeler le professeur

Oscillogramme(s):  $u(t)$  et  $i(t)$  pour une résistance  $R = 100\ \Omega$  en régime sinusoïdal



**Utilisation:**

avec base de temps / fonction XY

**Echelles:**

Vitesse de balayage: s/div

sensibilités:

voie I: /div en X ; en Y

voie II: /div en X ; en Y

**Mode de couplage des entrées**

	GND	AC	DC
Voie I			
Voie II			

**Synchronisation**

Voie I	Voie II	EXT

**Mode de déclenchement**

AC	DC	HF	LF	~	+/-

**Observations:** Mesurer le déphasage de  $i/u$ .

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- **Mesurer** la valeur efficace  $I$  du courant  $i(t)$  traversant la résistance : ... ..
- **Mettre hors tension** le générateur de fonctions.
- **Déterminer** l'équation mathématique de  $i(t)$ .

... ..

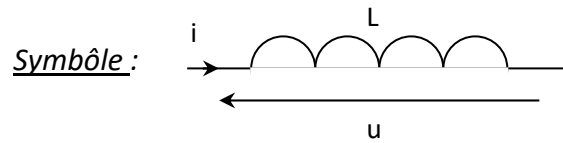
### 3) Comportement d'une Bobine « idéale » en régime sinusoïdal

**Constitution:** Il s'agit d'un dipôle pour lequel on a bobiné, sur un support, un fil conducteur (en cuivre) de section  $S$ , sur  $N$  spires (1 spire = 1 tour). Un noyau magnétique est placé en son centre et permet d'augmenter plus ou moins son « pouvoir » de stockage d'énergie (sous forme magnétique).



On caractérise une bobine par ... .. , notée ... .. et exprimée en ... .. ( ... ).

**C'est un dipôle particulier**, car contrairement à la résistance, la bobine est capable de stoker de l'énergie pendant une phase de fonctionnement (sous forme magnétique) pour pouvoir la restituer par la suite (sous forme de courant).



- **Effectuer** les préréglages de l'oscilloscope.
- **Réaliser** le montage expérimental de la figure 1, source éteinte, en prenant pour dipôle d'étude **une inductance**  $L = 0,15 \text{ H}$ .
- **Mettre sous tension** le générateur de fonctions et le **réglér** pour que celui-ci délivre une tension  $u(t)$  sinusoïdale de fréquence **100 Hz**, de valeur efficace  $U = 4 \text{ V}$ .

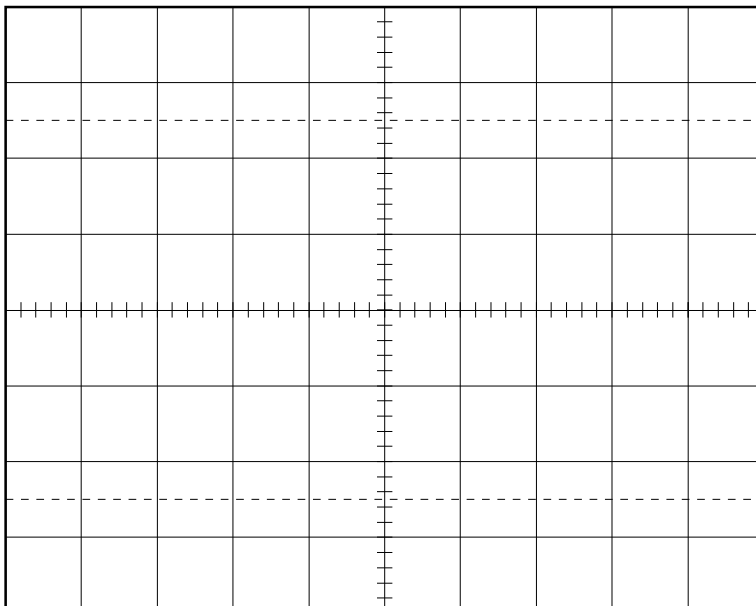
Après avoir fait les réglages du générateur de fonctions, régler les paramètres de l'oscilloscope pour observer au mieux 1 période du signal délivré par le G.B.F.



Appeler le professeur

- **Passer** en mode DUAL sur l'oscilloscope et **tracer** les oscillogrammes observés, en n'omettant pas de **tracer** l'axe des temps et de **grader** les 2 axes.

Oscillogramme(s):  $u(t)$  et  $i(t)$  pour une Bobine d'inductance  $L = 0,15 \text{ H}$  en régime sinusoïdal



**Utilisation:**

avec base de temps / fonction XY

**Echelles:**

Vitesse de balayage:                      s/div

sensibilités:

voie I:                      /div    en X ; en Y

voie II:                     /div    en X ; en Y

**Mode de couplage des entrées**

	GND	AC	DC
Voie I			
Voie II			

**Synchronisation**

Voie I	Voie II	EXT

**Mode de déclenchement**

AC	DC	HF	LF	~	+/-

**Observations:**      Mesurer le déphasage de  $i/u$ .

---



---



---

- **Mesurer** la valeur efficace  $I$  du courant  $i(t)$  traversant la résistance : ... .. .
- **Mettre hors tension** le générateur de fonctions.
- **Déterminer** l'équation mathématique de  $i(t)$ .

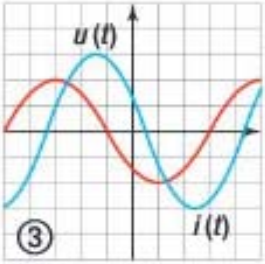
... .. .

4) Expressions de l'impédance d'une résistance, d'une inductance

	Résistance $R$ ( $\Omega$ )	Inductance $L$ (H)
Symbôle		
Rapport $\frac{U}{I}$ (en $\Omega$ ) (à partir des mesures)		
Déphasage $\varphi_{i/u}$ (rappels des mesures)		
Facteur de puissance (calculs)		
Puissance Active (ou moyenne) (Expressions)		

## Exercices

## Exercice 1 : QCM

	A	B	C
La relation qui permet de calculer la puissance active est	$U.I$	$U.I.\cos \varphi$	$U.I.\sin \varphi$
Un circuit dont les valeurs efficaces sont $U = 45 \text{ V}$ et $I = 10 \text{ mA}$ a une puissance apparente	450 W	0,45 W	0,45 VA
Pour un dipôle : – tension aux bornes en V : $u(t) = 110\sqrt{2}\cos(314t)$ ; – intensité du courant en A : $i(t) = 24\sqrt{2}\cos(314t - 1,0)$ .	La tension efficace vaut 110 V	La tension maximale vaut 156 V	L'intensité efficace vaut 24 A
Ce dipôle consomme une puissance active égale à	1,4 kW	2,6 kW	2,9 kW
La puissance apparente est	La puissance consommée par l'appareil électrique	Permet de dimensionner une installation électrique	La puissance consommée à un instant donné
Si $S = 1000 \text{ VA}$ et $P = 800 \text{ W}$ k est égale à	0,8	1,25	1
 Calibre 1ms/div Déterminer T	5 ms	8 ms	12 ms
Sur l'oscillogramme précédent déterminer $\varphi$ en rad	2	0,7	1,2

### Exercice 2 : Récepteur

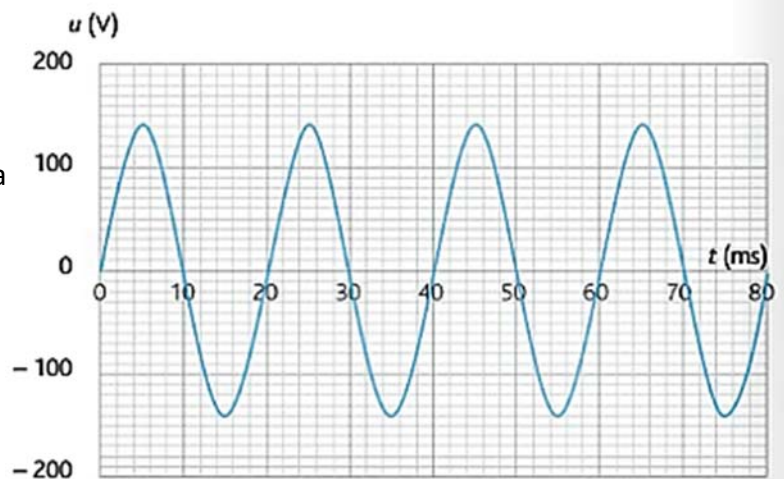
Un récepteur, alimenté sous une tension de valeur efficace  $U = 230 \text{ V}$  et de fréquence  $f = 50 \text{ Hz}$  absorbe une puissance active  $P = 2,8 \text{ kW}$  avec un facteur de puissance  $\cos \varphi = 0,55$ .

1. Calculer la valeur efficace  $I$  du courant.
2. Calculer la puissance apparente.
3. Déterminer  $u(t)$  et  $i(t)$  ainsi que  $p(t)$  à  $t = 1 \text{ ms}$

### Exercice 3 : Tension sinusoïdale

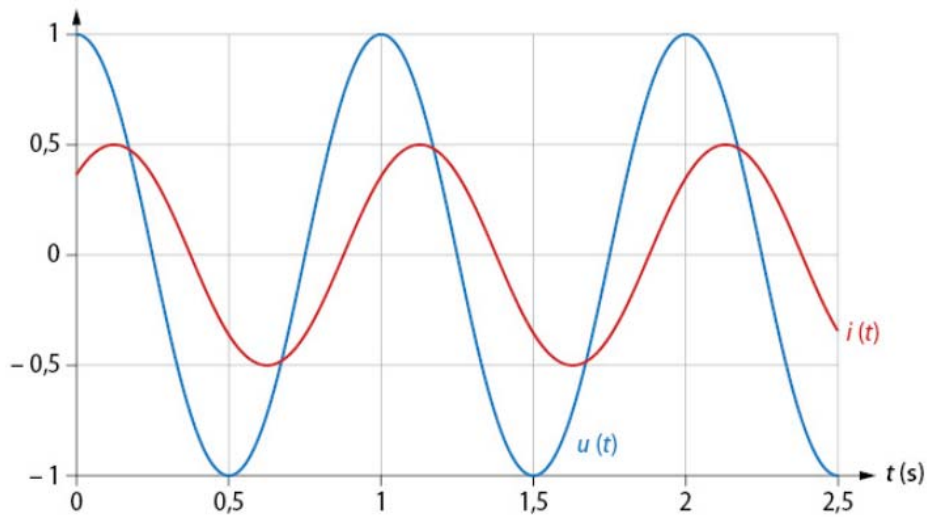
La tension ci-contre est celle du réseau électrique au japon.

1. Déterminer la tension efficace, la fréquence et la phase à l'origine du réseau japonais.
2. En déduire l'expression de la tension instantanée du réseau.



#### Exercice 4 : Déphasage et puissance

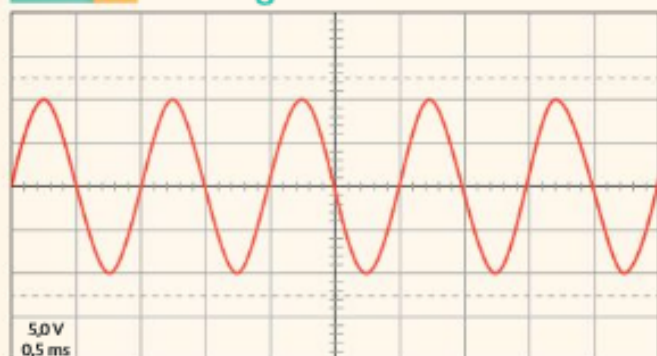
$u$  en V et  $i$  en A



1. Déterminer  $U_{\text{eff}}$ ,  $I_{\text{eff}}$  et la puissance apparente
2. Déterminer le déphasage  $\phi$  et le facteur de puissance  $k$
3. Déterminer la puissance active
4. Déterminer la puissance instantanée à  $t = 0$  s ;  $t = 0,5$  s

On observe une tension instantanée  $u(t)$  à l'oscilloscope.

**DOC. 1** Oscillogramme de la tension.



1. Que représentent les deux valeurs : 5,0 volts et 0,5 ms, en bas de l'écran ?
2. Quelle est la tension maximale  $\hat{U}$  de  $u(t)$  ?
3. En déduire sa tension efficace  $U$ .
4. Déterminer la période de  $u(t)$ .
5. En déduire sa fréquence  $f$ .
6. Déterminer sa phase à l'origine.