

## Évaluer la puissance consommée par un appareil électrique

Première Bac Pro ERA-MA (Grpt 3) | Physique – Électricité | Puissance en régime sinusoïdal

### Objectifs du chapitre

- Calculer le produit  $u(t) \times i(t)$  en régime sinusoïdal
- Mettre en évidence le déphasage entre tension et intensité
- Définir et utiliser le facteur de puissance  $\cos \varphi$
- Calculer la puissance active (puissance moyenne consommée) :  $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$

### Situation professionnelle — Dimensionnement électrique d'un atelier d'agencement

Un technicien d'agencement remarque que le disjoncteur général de l'atelier se déclenche fréquemment alors que la somme des puissances des machines semble acceptable. En courant alternatif, les moteurs créent un déphasage entre tension et courant : la puissance réellement consommée est inférieure à la puissance apparente, mais le courant circulant dans les câbles reste élevé. Comprendre le facteur de puissance est indispensable pour dimensionner correctement l'installation.

### 1. Situation professionnelle – L'atelier d'agencement

#### Contexte professionnel

Dans un atelier d'agencement, on utilise de nombreux moteurs électriques : aspiration centralisée, toupie, dégauchisseuse, compresseur. Ces machines sont alimentées en **courant alternatif** (secteur 230 V ou triphasé 400 V). Contrairement à une simple résistance (radiateur, ampoule), un moteur crée un **déphasage** entre la tension et le courant. Ce déphasage a des conséquences importantes sur la consommation réelle d'énergie et sur le dimensionnement de l'installation électrique.

Au chapitre 1, nous avons utilisé la formule  $P = U \times I$  en courant continu. En courant alternatif, cette formule ne suffit plus pour certains appareils. Il faut introduire une nouvelle grandeur : le **facteur de puissance**.

## 2. Rappels - Tension et courant en régime sinusoïdal

### DÉFINITION - GRANDEURS SINUSOÏDALES

En courant alternatif, la tension et l'intensité varient au cours du temps selon des fonctions sinusoïdales :

$$u(t) = U_{\max} \cdot \sin(2\pi f \cdot t)$$

$$i(t) = I_{\max} \cdot \sin(2\pi f \cdot t + \varphi)$$

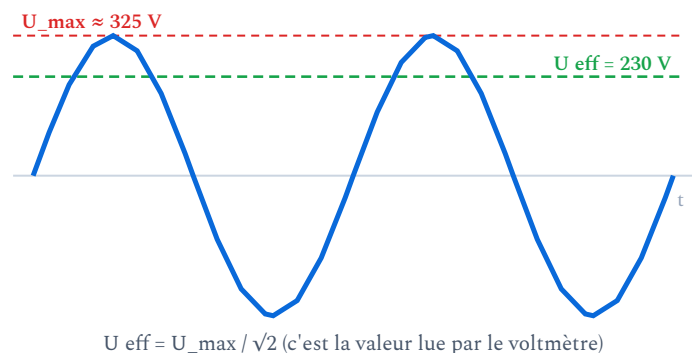
- $U_{\max}, I_{\max}$  : valeurs maximales (amplitudes)
- $f$  : fréquence (50 Hz en France)
- $\varphi$  : déphasage entre la tension et le courant (en radians ou degrés)

### DÉFINITION - VALEURS EFFICACES

Les **valeurs efficaces**  $U$  et  $I$  sont les valeurs indiquées par les appareils de mesure (voltmètre, ampèremètre en mode AC). Elles sont liées aux valeurs maximales par :

$$U = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} \quad I = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}$$

*Le secteur français :  $U = 230 \text{ V}$  (valeur efficace), soit  $U_{\max} = 230 \times \sqrt{2} \approx 325 \text{ V}$ .*



La tension du secteur oscille jusqu'à  $U_{\max} \approx 325 \text{ V}$ , mais sa **valeur efficace** — celle qu'indiquent les appareils et qui « compte » pour la puissance — vaut  $U = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} = 230 \text{ V}$ .

### 3. Le produit $u(t) \times i(t)$ – La puissance instantanée

#### DÉFINITION – PUISSANCE INSTANTANÉE

La **puissance instantanée**  $p(t)$  est le produit de la tension et du courant à chaque instant :

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

Cette grandeur varie au cours du temps. Elle peut même devenir **négative** (l'appareil renvoie de l'énergie au réseau pendant une partie du cycle).

#### PROPRIÉTÉ – OBSERVATION EXPÉRIMENTALE (EXAO)

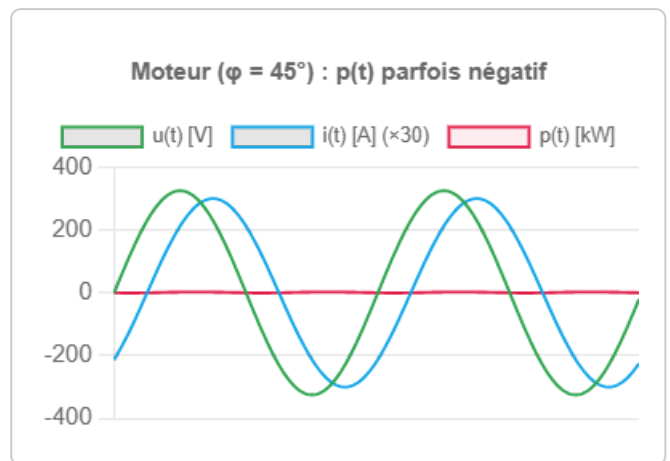
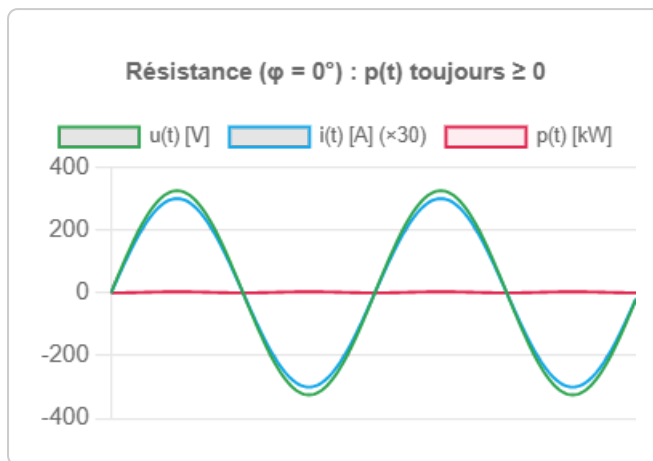
En utilisant un système d'acquisition de données (ExAO), on peut visualiser simultanément  $u(t)$ ,  $i(t)$  et leur produit  $p(t)$  :

- **Pour une résistance** (radiateur, lampe) :  $u(t)$  et  $i(t)$  sont en phase ( $\varphi = 0$ ). Le produit  $p(t)$  est toujours positif.
- **Pour un moteur** (aspiration, toupie) :  $i(t)$  est en retard sur  $u(t)$  ( $\varphi \neq 0$ ). Le produit  $p(t)$  peut devenir négatif.

#### APPLICATION

Un radiateur électrique d'atelier et le moteur de la toupie sont tous deux branchés sous 230 V et consomment chacun 10 A. Le moteur a un  $\cos \varphi = 0,80$ . Quel appareil consomme le plus de puissance active ?

## Visualisation : résistance vs moteur



## 4. Le déphasage entre tension et courant

### DÉFINITION - DÉPHASAGE $\varphi$

Le **déphasage**  $\varphi$  (phi) est le décalage temporel entre la tension  $u(t)$  et le courant  $i(t)$ , exprimé en angle.

- Si  $\varphi = 0$  : tension et courant sont **en phase** (cas d'une résistance pure).
- Si  $\varphi > 0$  : le courant est **en retard** sur la tension (cas d'un moteur, d'une bobine — circuit inductif). C'est le cas le plus fréquent en atelier.
- Si  $\varphi < 0$  : le courant est **en avance** sur la tension (cas d'un condensateur — circuit capacitif).

### PROPRIÉTÉ - MESURE DU DÉPHASAGE

Sur un oscilloscope ou avec un système ExAO, on mesure le décalage temporel  $\Delta t$  entre les deux signaux, puis :

$$\varphi = \frac{\Delta t}{T} \times 360^\circ \quad \text{ou} \quad \varphi = \frac{\Delta t}{T} \times 2\pi \text{ rad}$$

où  $T$  est la période du signal ( $T = 1/f = 0,02$  s pour 50 Hz).

## Déphasage entre tension et courant

Fais varier le déphasage  $\varphi$  : le courant  $i(t)$  (orange) se décale par rapport à la tension  $u(t)$  (bleu). Le facteur de puissance vaut  $\cos \varphi$ .



Déphasage  $\varphi$  :  45°

$\cos \varphi = 0,71$  (courant en retard de 45° — circuit inductif)

### EXEMPLE 1 - MESURE DU DÉPHASAGE D'UN MOTEUR D'ASPIRATION

**Situation :** Sur l'oscilloscope, on mesure un décalage  $\Delta t = 2,5$  ms entre  $u(t)$  et  $i(t)$  pour le moteur d'une aspiration centralisée. La période est  $T = 20$  ms.

$$\varphi = \frac{2,5}{20} \times 360^\circ = 45^\circ$$

Le courant est en retard de 45° sur la tension.

## 5. Le facteur de puissance : $\cos \varphi$

### DÉFINITION - FACTEUR DE PUISSANCE

Le **facteur de puissance** est le cosinus de l'angle de déphasage :

$$\text{Facteur de puissance} = \cos \varphi$$

- $\cos \varphi = 1$  : tout le courant sert à produire du travail utile (résistance pure).
- $\cos \varphi < 1$  : une partie du courant ne produit pas de travail utile (moteurs, bobines).
- $\cos \varphi$  est un nombre sans unité, compris entre 0 et 1.

### APPLICATION

Sur l'oscilloscope d'un atelier de menuiserie, on mesure un décalage  $\Delta t = 4 \text{ ms}$  entre la tension et le courant du moteur de l'aspiration centralisée ( $f = 50 \text{ Hz}$ ). Calculer le déphasage  $\varphi$  en degrés.

#### PROPRIÉTÉ - VALEURS TYPQUES DE $\cos \Phi$

| Type d'appareil        | Exemple en atelier               | $\cos \varphi$ |
|------------------------|----------------------------------|----------------|
| Résistance pure        | Radiateur, lampe à incandescence | 1,00           |
| Moteur à pleine charge | Toupie, dégauchisseuse           | 0,80 – 0,90    |
| Moteur à vide          | Machine en rotation libre        | 0,20 – 0,40    |
| Lampes fluorescentes   | Néons d'atelier                  | 0,50 – 0,60    |
| Lampes LED             | Éclairage moderne                | 0,90 – 0,99    |

#### ATTENTION - FACTEUR DE PUISSANCE FAIBLE

Un facteur de puissance faible signifie que l'installation consomme plus de courant que nécessaire pour la même puissance utile. Conséquences :

- Câbles plus chargés  $\rightarrow$  échauffement  $\rightarrow$  pertes Joule accrues
- Disjoncteurs qui déclenchent plus facilement
- Pénalités sur la facture d'électricité (pour les professionnels)

**EDF demande un  $\cos \varphi \geq 0,93$**  pour les installations professionnelles.

## 6. La puissance active : $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$

### APPLICATION

Un menuisier agenceur consulte la plaque signalétique d'un compresseur d'atelier : 230 V, 12 A,  $\cos \varphi = 0,78$ . Calculer la puissance apparente  $S$  et la puissance active  $P$ .

#### DÉFINITION - PUISSANCE ACTIVE

La **puissance active**  $P$  est la puissance moyenne réellement consommée par l'appareil. C'est la moyenne du produit  $u(t) \times i(t)$  sur une période complète :

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

- $P$  : puissance active en watts (W)
- $U$  : tension efficace en volts (V)
- $I$  : intensité efficace en ampères (A)
- $\cos \varphi$  : facteur de puissance (sans unité)

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

C'est la puissance qui apparaît sur le wattmètre et qui est facturée par le fournisseur d'énergie.

**Hors programme — pour aller plus loin** La **puissance apparente** ne figure pas au programme du groupement 3, qui se limite à la puissance active. Elle est présentée ici en culture métier car elle apparaît sur toutes les plaques signalétiques et sert à dimensionner câbles et protections : sa formule sera toujours fournie.

#### DÉFINITION - PUISSANCE APPARENTE

La **puissance apparente**  $S$  est le produit  $U \times I$  (sans le facteur de puissance) :

$$S = U \times I$$

Elle s'exprime en **voltampères (VA)**. C'est cette puissance qui dimensionne les câbles et les protections.

#### PROPRIÉTÉ - RELATION ENTRE P ET S

$$P = S \cdot \cos \varphi \quad \Leftrightarrow \quad \cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{U \cdot I}$$

La puissance active  $P$  est toujours inférieure ou égale à la puissance apparente  $S$ .

## 7. Exemples numériques

### EXEMPLE 2 - MOTEUR D'ASPIRATION CENTRALISÉE

**Situation :** Le moteur d'une aspiration centralisée dans un atelier de menuiserie consomme un courant  $I = 8,5 \text{ A}$  sous  $U = 230 \text{ V}$ , avec un facteur de puissance  $\cos \varphi = 0,82$ .

**Puissance apparente :**

$$S = U \times I = 230 \times 8,5 = 1\,955 \text{ VA}$$

**Puissance active :**

$$P = U \times I \times \cos \varphi = 230 \times 8,5 \times 0,82 = 1\,603 \text{ W} \approx 1,6 \text{ kW}$$

**Conclusion :** La puissance réellement consommée (1 603 W) est inférieure à la puissance apparente (1 955 VA). La différence correspond à l'énergie « réactive » qui circule dans les câbles sans être utile.

### EXEMPLE 3 - COMPARAISON RÉSISTANCE / MOTEUR

Deux appareils sont branchés sous 230 V et consomment chacun  $I = 10 \text{ A}$  :

| Appareil               | $\cos \varphi$ | P apparente (VA) | P active (W) |
|------------------------|----------------|------------------|--------------|
| Radiateur (résistance) | 1,00           | 2 300            | 2 300        |
| Moteur de toupie       | 0,85           | 2 300            | 1 955        |

Le moteur consomme le même courant mais fournit moins de puissance utile. Les câbles et les protections doivent pourtant supporter les mêmes 10 A dans les deux cas.

#### EXEMPLE 4 - RETROUVER LE FACTEUR DE PUISSANCE

**Situation :** Un compresseur d'atelier est branché sous 230 V. Un wattmètre mesure  $P = 1\,800\text{ W}$  et un ampèremètre mesure  $I = 10,5\text{ A}$ .

$$\cos \varphi = \frac{P}{U \times I} = \frac{1\,800}{230 \times 10,5} = \frac{1\,800}{2\,415} = 0,745$$

$\cos \varphi = 0,75$  environ. Ce facteur de puissance est assez faible ; l'installation bénéficierait d'une compensation (condensateurs).

### 8. Application - Bilan de puissance d'un atelier

Voici le bilan de puissance d'un atelier d'agencement intérieur :

| Machine                | U (V) | I (A) | $\cos \varphi$ | S (VA) | P active (W) |
|------------------------|-------|-------|----------------|--------|--------------|
| Toupie                 | 230   | 18    | 0,85           | 4 140  | 3 519        |
| Aspiration centralisée | 230   | 12    | 0,80           | 2 760  | 2 208        |
| Compresseur            | 230   | 10    | 0,78           | 2 300  | 1 794        |
| Éclairage LED          | 230   | 2,5   | 0,95           | 575    | 546          |
| Radiateur d'appoint    | 230   | 8,7   | 1,00           | 2 001  | 2 001        |

On remarque que les machines avec moteur ( $\cos \varphi < 1$ ) consomment plus de courant que ce que leur puissance active laisserait supposer. Il faut dimensionner les câbles et les protections en fonction de la **puissance apparente** (ou de l'intensité réelle), pas de la puissance active seule.

## 9. À retenir

**Formules clés du chapitre** (toutes fournies en évaluation : aucune n'est à mémoriser) :

- Puissance active :  $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$  (en W)
- Puissance apparente :  $S = U \cdot I$  (en VA) (complément métier, hors programme)
- Facteur de puissance :  $\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{U \cdot I}$
- Déphasage :  $\varphi = \frac{\Delta t}{T} \times 360^\circ$

**À savoir expliquer :**

- En courant alternatif,  $u(t)$  et  $i(t)$  ne sont pas toujours en phase : il y a un déphasage  $\varphi$ .
- Le facteur de puissance  $\cos \varphi$  traduit la part du courant qui produit réellement du travail.
- Un  $\cos \varphi$  faible entraîne un sur-dimensionnement des câbles et des pertes accrues.
- Pour une résistance pure,  $\cos \varphi = 1$  et on retrouve  $P = U \times I$ .

### ATTENTION AUX ERREURS FRÉQUENTES

- Ne pas oublier le facteur  $\cos \varphi$  pour les moteurs !  $P \neq U \times I$  en général.
- Ne pas confondre **watts (W)** et **voltampères (VA)**.
- $\cos \varphi$  est toujours compris entre 0 et 1 : si vous trouvez une valeur supérieure, il y a une erreur.
- Le déphasage  $\varphi$  est un angle (degrés ou radians), pas un temps.
- Un moteur à vide a un  $\cos \varphi$  très faible → ne pas laisser tourner les machines à vide inutilement.

## 10. Mini exercices

### Exercice 1 – Puissance active d'une dégauchisseuse

Une dégauchisseuse consomme  $I = 14 \text{ A}$  sous  $U = 230 \text{ V}$  avec  $\cos \varphi = 0,85$ .

Calculer la puissance active  $P$ .

► Voir la solution

### Exercice 2 – Facteur de puissance d'un compresseur

Un compresseur branché sous  $230 \text{ V}$  consomme  $9,2 \text{ A}$ . Un wattmètre indique  $P = 1\,590 \text{ W}$ .

Calculer le facteur de puissance.

► Voir la solution

### Exercice 3 – Calcul du déphasage

Sur un oscilloscope, on observe que le courant est en retard de  $\Delta t = 3,3 \text{ ms}$  sur la tension. La fréquence est  $50 \text{ Hz}$ .

Calculer le déphasage  $\varphi$  en degrés et le facteur de puissance.

► Voir la solution

### Exercice 4 – Intensité réelle d'un moteur

Un moteur de puissance active  $P = 2\,000 \text{ W}$  est branché sous  $230 \text{ V}$ . Son facteur de puissance est  $\cos \varphi = 0,80$ .

a) Calculer l'intensité consommée.

b) Si  $\cos \varphi$  valait 1, quelle serait l'intensité ?

► Voir la solution

## 11. Erreurs fréquentes

### ✗ Oublier le facteur $\cos \varphi$ pour les moteurs

Calculer  $P = U \times I$  sans multiplier par  $\cos \varphi$  donne la puissance apparente  $S$  (en VA), pas la puissance active  $P$  (en W). Pour une résistance pure seulement,  $\cos \varphi = 1$  et les deux valeurs sont égales.

*Conseil : identifier d'abord si l'appareil est résistif (radiateur, ampoule) ou inductif (moteur, bobine) avant de choisir la formule.*

### ✗ Confondre watts (W) et voltampères (VA)

La puissance active se mesure en W, la puissance apparente en VA. Ce ne sont pas des unités interchangeables.

*Conseil :  $P$  (active) en W,  $S$  (apparente) en VA — toujours préciser l'unité dans le résultat.*

### ✗ Trouver un $\cos \varphi$ supérieur à 1

Le facteur de puissance est compris entre 0 et 1. Si le calcul donne  $\cos \varphi > 1$ , c'est qu'une erreur a été commise (unités, grandeurs inversées).

*Conseil : vérifier que  $P$  (en W) est toujours inférieur ou égal à  $S = U \times I$  (en VA).*

### ✗ Confondre le déphasage (angle) et le décalage temporel (temps)

$\Delta t$  est un temps en secondes ou millisecondes ;  $\varphi$  est un angle en degrés ou radians.

Il faut convertir via  $\varphi = \Delta t / T \times 360^\circ$ .

*Conseil : noter  $T = 1/f = 20 \text{ ms}$  pour 50 Hz et appliquer la formule avant toute utilisation de  $\varphi$ .*

### ✗ Négliger l'effet du facteur de puissance sur le câblage

Même si la puissance active est faible, l'intensité réelle (et donc le courant dans les câbles) dépend de la puissance apparente. Un moteur à faible  $\cos \varphi$  impose un courant élevé pouvant déclencher les protections.

*Conseil : toujours calculer l'intensité à partir de  $I = S/U = P/(U \times \cos \varphi)$  pour dimensionner les câbles et disjoncteurs.*

---

## Évaluer la puissance consommée par un appareil électrique

Exercices | Première Bac Pro ERA-MA – Groupement 3

[Socle](#)[Standard](#)[Approfondissement](#)[Tout voir](#)

### Rappels

- Puissance active :  $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$  (en W)
- Puissance apparente :  $S = U \cdot I$  (en VA)
- Facteur de puissance :  $\cos \varphi = P / (U \cdot I)$
- Déphasage :  $\varphi = (\Delta t / T) \times 360^\circ$
- Énergie :  $E = P \cdot t$  (en J) — usuel :  $1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$
- Rendement :  $\eta = P_{\text{utile}} / P_{\text{absorbée}}$  (sans unité, entre 0 et 1)

## Exercices guidés pas à pas

### EXERCICE 1 Puissance active (guidé) SOCLE

Un moteur d'aspiration est branché sous  $U = 230 \text{ V}$ . L'ampèremètre mesure  $I = 6 \text{ A}$ . Le facteur de puissance est  $\cos \varphi = 0,80$ .

**Étape 1 :** Écrire la formule de la puissance active.

$$P = \dots \times \dots \times \dots$$

**Étape 2 :** Remplacer par les valeurs.

$$P = \dots \times \dots \times \dots = \dots \text{ W}$$

**Étape 3 :** Convertir en kW.

$$P = \dots \text{ kW}$$

*Mes calculs :*

---

---

---

## EXERCICE 2 Facteur de puissance (guidé) SOCLE

Un wattmètre mesure  $P = 1\,500\text{ W}$  sur un compresseur. La tension est  $U = 230\text{ V}$  et l'intensité  $I = 8,5\text{ A}$ .

**Étape 1 :** Écrire la formule du facteur de puissance.

$$\cos \varphi = \frac{\dots}{\dots \times \dots}$$

**Étape 2 :** Calculer  $U \times I$ .

$$U \times I = \dots \times \dots = \dots \text{ VA}$$

**Étape 3 :** Calculer  $\cos \varphi$ .

$$\cos \varphi = \frac{\dots}{\dots} = \dots$$

*Mes calculs :*

---

---

---

### EXERCICE 3 Déphasage (guidé) SOCLE

Sur un oscilloscope, on mesure un décalage  $\Delta t = 4 \text{ ms}$  entre la tension et le courant d'un moteur. La fréquence du secteur est 50 Hz.

**Étape 1 :** Calculer la période T.

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{\dots} = \dots \text{ s} = \dots \text{ ms}$$

**Étape 2 :** Calculer le déphasage en degrés.

$$\varphi = \frac{\Delta t}{T} \times 360^\circ = \frac{\dots}{\dots} \times 360^\circ = \dots^\circ$$

**Étape 3 :** En déduire  $\cos \varphi$  (utiliser la calculatrice).

$$\cos \varphi = \cos(\dots^\circ) = \dots$$

*Mes calculs :*

---

---

---

**EXERCICE 4** Résistance vs moteur (guidé) **SOCLE**

Compléter le tableau. Les deux appareils sont branchés sous 230 V et consomment 5 A.

| Appareil          | $\cos \varphi$ | P apparente S (VA) | P active (W) |
|-------------------|----------------|--------------------|--------------|
| Radiateur         | 1,00           | ...                | ...          |
| Ponceuse (moteur) | 0,85           | ...                | ...          |

*Mes calculs :*

---

---

---

## Exercices d'application

### EXERCICE 5 Bilan de puissance d'un atelier

STANDARD

Un menuisier agenceur relève les caractéristiques de ses machines :

| Machine       | U (V) | I (A) | $\cos \varphi$ |
|---------------|-------|-------|----------------|
| Toupie        | 230   | 16    | 0,85           |
| Aspiration    | 230   | 9     | 0,80           |
| Éclairage LED | 230   | 2     | 0,95           |
| Radiateur     | 230   | 8,7   | 1,00           |

1. Calculer la puissance apparente  $S$  et la puissance active  $P$  de chaque machine.
2. Calculer la puissance active totale de l'atelier.
3. Calculer l'intensité totale consommée.
4. Le disjoncteur principal est de 40 A. Toutes les machines peuvent-elles fonctionner en même temps ?

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

## EXERCICE 6 Mesure du déphasage

STANDARD

Un technicien d'agencement branche un oscilloscope sur le moteur d'une scie à format. Il relève :

- Période du signal :  $T = 20 \text{ ms}$
- Décalage temporel entre  $u(t)$  et  $i(t)$  :  $\Delta t = 2,8 \text{ ms}$
- Tension efficace :  $U = 230 \text{ V}$
- Intensité efficace :  $I = 12 \text{ A}$

1. Calculer le déphasage  $\varphi$  en degrés.
2. En déduire le facteur de puissance  $\cos \varphi$ .
3. Calculer la puissance active  $P$ .
4. Calculer la puissance apparente  $S$ .
5. Quel pourcentage de la puissance apparente est réellement utile ?

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

### EXERCICE 7 Énergie et facteur de puissance

STANDARD

Un ébéniste utilise un tour à bois de puissance active  $P = 1\,200\text{ W}$ , branché sous  $230\text{ V}$  avec  $\cos \varphi = 0,82$ . Il l'utilise 3 heures par jour.

1. Calculer l'intensité consommée par le tour.
2. Calculer l'énergie consommée en une journée (en kWh).
3. Si  $\cos \varphi$  était amélioré à 0,95 (par ajout d'un condensateur), quelle serait la nouvelle intensité pour la même puissance active ?
4. Calculer la réduction de courant en ampères et en pourcentage.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

## EXERCICE 8 Lecture de plaque signalétique

STANDARD

La plaque signalétique d'un moteur électrique indique : 230 V – 2,2 kW –  $\cos \varphi = 0,82$  – 50 Hz.

1. Quelle est la puissance active de ce moteur ?
2. Calculer l'intensité nominale du moteur.
3. Calculer la puissance apparente en VA.
4. Quel calibre de disjoncteur faut-il choisir (10 A, 16 A, 20 A, 25 A) ? Justifier.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

## Exercices d'approfondissement

### EXERCICE 9 Compensation du facteur de puissance

#### APPROFONDISSEMENT

Un atelier de fabrication de mobilier consomme une puissance active totale  $P = 15 \text{ kW}$  sous  $U = 230 \text{ V}$  avec un facteur de puissance global  $\cos \varphi = 0,72$ .

EDF facture une pénalité de 8 % sur la facture si  $\cos \varphi < 0,93$ . La facture mensuelle de base est de 650 €.

1. Calculer l'intensité totale consommée avec  $\cos \varphi = 0,72$ .
2. Calculer la puissance apparente  $S$ .
3. Si un condensateur améliore le  $\cos \varphi$  à 0,95, calculer la nouvelle intensité pour la même puissance active.
4. Calculer la réduction d'intensité en pourcentage.
5. Calculer le montant de la pénalité évitée chaque mois.
6. Le condensateur coûte 1 200 €. En combien de mois est-il amorti par les économies de pénalité ?

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

---

## EXERCICE 10 Analyse d'oscillogramme

### APPROFONDISSEMENT

Un menuisier agenceur utilise un système ExAO pour analyser le comportement électrique d'une toupie. Les mesures donnent :

- Tension efficace :  $U = 230 \text{ V}$
- Intensité efficace :  $I = 15,5 \text{ A}$
- Valeur maximale de  $u(t)$  :  $U_{\max} = 325 \text{ V}$
- Valeur maximale de  $i(t)$  :  $I_{\max} = 21,9 \text{ A}$
- Décalage temporel :  $\Delta t = 1,8 \text{ ms}$
- Période :  $T = 20 \text{ ms}$

1. Vérifier la relation entre valeurs maximales et efficaces pour  $U$  et  $I$ .
2. Calculer le déphasage  $\varphi$  en degrés.
3. En déduire le facteur de puissance.
4. Calculer la puissance active et la puissance apparente.
5. Calculer l'énergie consommée en 4 heures d'utilisation (en kWh et en MJ).
6. Le moteur a un rendement mécanique  $\eta = 0,78$ . Calculer la puissance mécanique utile disponible sur l'arbre.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

---

**EXERCICE 11** Problème ouvert : choix d'un moteur**APPROFONDISSEMENT**

Un fabricant de meubles doit remplacer le moteur de sa scie à panneaux. Deux modèles sont proposés :

|                  | Moteur A | Moteur B |
|------------------|----------|----------|
| Puissance active | 3 000 W  | 3 000 W  |
| $\cos \varphi$   | 0,75     | 0,92     |
| Prix             | 850 €    | 1 250 €  |

L'installation est sous 230 V. Le moteur fonctionne 5 h/jour, 22 jours/mois. L'électricité coûte 0,18 €/kWh. EDF applique une pénalité de 5 % si  $\cos \varphi < 0,93$ .

1. Calculer l'intensité consommée par chaque moteur.
2. La section des câbles actuels supporte 16 A. Quel moteur nécessite un remplacement des câbles ?
3. Les deux moteurs consomment-ils la même énergie active ? Justifier.
4. Calculer la pénalité mensuelle pour le moteur A (facture de base : 450 €/mois).
5. En tenant compte de la pénalité, au bout de combien de mois le surcoût du moteur B est-il amorti ?

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

---



## 02

## Évaluer la puissance consommée par un appareil électrique

Puissance consommée par un appareil électrique | Première Bac Pro ERA-MA –  
Groupement 3

Socle

Standard

Approfondissement

Tout voir



Objectifs du chapitre

[cliquer pour développer](#)**SOCLE DS – Niveau Socle (45 min)**

### Exercice 1 – Questions de cours (6 points)

1. Écrire la formule de la puissance active en courant alternatif. (1 pt)
2. Que signifie le symbole  $\cos \varphi$  ? (1 pt)
3. Pour une résistance pure (radiateur), que vaut  $\cos \varphi$  ? (1 pt)
4. La puissance apparente  $S$  s'exprime en quelle unité ? (1 pt)
5. Donner un exemple d'appareil pour lequel  $\cos \varphi < 1$ . (1 pt)
6. Si  $\cos \varphi$  est faible, que se passe-t-il pour l'intensité du courant ? (1 pt)

### Exercice 2 – Calcul de puissance active (7 points)

Un moteur de ponceuse est branché sous  $U = 230 \text{ V}$ . L'ampèremètre indique  $I = 5 \text{ A}$ . Le facteur de puissance est  $\cos \varphi = 0,85$ .

a) Écrire la formule de la puissance active. (1 pt)

$$P = \dots \times \dots \times \dots$$

b) Remplacer et calculer. (2 pts)

$$P = \dots \times \dots \times \dots = \dots \text{ W}$$

c) Calculer la puissance apparente  $S$ . (2 pts)

$$S = \dots \times \dots = \dots \text{ VA}$$

d) Comparer  $P$  et  $S$ . Laquelle est la plus grande ? Pourquoi ? (2 pts)

### Exercice 3 – Retrouver le facteur de puissance (7 points)

Un wattmètre mesure  $P = 1\,800 \text{ W}$  sur un compresseur d'atelier. La tension est  $U = 230 \text{ V}$  et l'ampèremètre indique  $I = 10 \text{ A}$ .

a) Calculer  $U \times I$ . (2 pts)

b) Écrire la formule pour calculer  $\cos \varphi$ . (1 pt)

$$\cos \varphi = \frac{\dots}{\dots}$$

c) Calculer  $\cos \varphi$ . (2 pts)

d) Ce facteur de puissance est-il bon ? EDF demande  $\cos \varphi \geq 0,93$ . Conclure. (2 pts)

**Exercice 1 – Questions de cours (4 points)**

1. Donner la formule de la puissance active et préciser les unités. (1 pt)
2. Donner la formule permettant de calculer le facteur de puissance. (1 pt)
3. Expliquer pourquoi un moteur électrique a un  $\cos \varphi < 1$ . (2 pts)

**Exercice 2 – Machines d'un atelier d'agencement (8 points)**

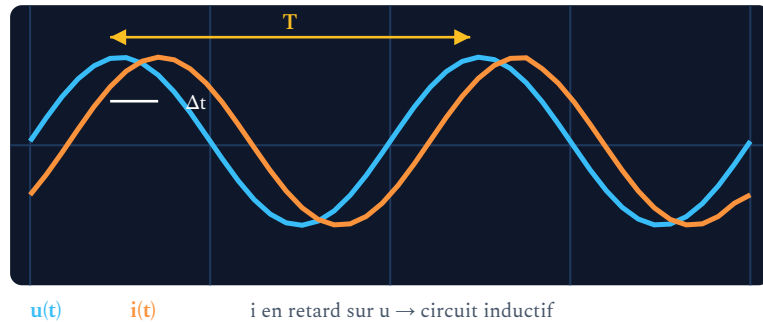
Un menuisier agenceur relève les caractéristiques suivantes dans son atelier (sous 230 V) :

| Machine                | I (A) | $\cos \varphi$ |
|------------------------|-------|----------------|
| Défonceuse CNC         | 22    | 0,88           |
| Aspiration centralisée | 10    | 0,78           |
| Éclairage              | 3     | 0,95           |

1. Calculer la puissance active de chaque machine. (3 pts)
2. Calculer la puissance apparente totale et la puissance active totale. (2 pts)
3. Calculer le facteur de puissance global de l'atelier. (2 pts)
4. Ce facteur global respecte-t-il la norme EDF ( $\cos \varphi \geq 0,93$ ) ? (1 pt)

### Exercice 3 – Problème : déphasage et énergie (8 points)

Un oscilloscope branché sur le moteur d'une toupie donne :  $\Delta t = 2,2 \text{ ms}$ ,  $T = 20 \text{ ms}$ . La tension efficace est  $U = 230 \text{ V}$  et l'intensité efficace  $I = 14 \text{ A}$ . La machine fonctionne 3 h par jour.

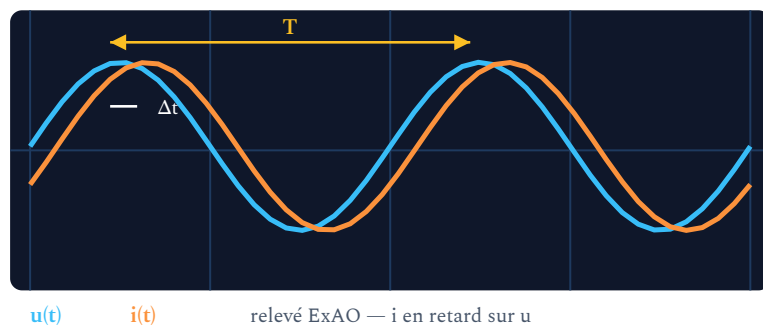


1. Calculer le déphasage  $\varphi$  en degrés. (2 pts)
2. En déduire  $\cos \varphi$ . (1 pt)
3. Calculer la puissance active. (2 pts)
4. Calculer l'énergie consommée en une journée (en kWh). (1 pt)
5. Calculer le coût mensuel (22 jours, tarif 0,18 €/kWh). (2 pts)

**Exercice 1 – Analyse complète d'un moteur (10 points)**

Un installateur d'agencement utilise un système ExAO pour mesurer les grandeurs électriques d'un moteur de scie à panneaux. Les résultats sont :

- $U_{\max} = 325 \text{ V}$ ,  $I_{\max} = 24,0 \text{ A}$
- Fréquence : 50 Hz
- Décalage temporel :  $\Delta t = 1,5 \text{ ms}$
- Puissance lue au wattmètre :  $P = 3\,500 \text{ W}$



1. Calculer les valeurs efficaces  $U$  et  $I$ . (2 pts)
2. Calculer le déphasage  $\varphi$  en degrés. (2 pts)
3. Calculer  $\cos \varphi$  à partir du déphasage. (1 pt)
4. Vérifier  $\cos \varphi$  à partir des mesures de  $P$ ,  $U$  et  $I$ . Comparer les deux valeurs. (2 pts)
5. Ce moteur fonctionne 5 h/jour, 22 jours/mois. Calculer l'énergie mensuelle et le coût (0,18 €/kWh). (2 pts)
6. Le rendement mécanique est  $\eta = 0,82$ . Quelle puissance mécanique le moteur fournit-il à la scie ? (1 pt)

## Exercice 2 – Optimisation d'une installation (10 points)

Un artisan menuisier possède un atelier avec les machines suivantes (230 V) :

| Machine       | P active (W) | $\cos \varphi$ | Durée/jour (h) |
|---------------|--------------|----------------|----------------|
| Scie à format | 3 200        | 0,82           | 4              |
| Toupie        | 2 500        | 0,78           | 2              |
| Aspiration    | 1 800        | 0,75           | 6              |
| Éclairage LED | 500          | 0,95           | 8              |

1. Calculer l'intensité consommée par chaque machine. (3 pts)
2. Calculer le facteur de puissance global de l'atelier lorsque toutes les machines fonctionnent simultanément. (2 pts)
3. Un électricien installe des condensateurs de compensation qui améliorent le  $\cos \varphi$  global à 0,95. Calculer la nouvelle intensité totale. (2 pts)
4. Calculer l'énergie active totale mensuelle (22 jours) et le coût (0,18 €/kWh). (2 pts)
5. Le fournisseur applique une pénalité de 6 % si  $\cos \varphi < 0,93$ . Calculer l'économie annuelle grâce aux condensateurs. (1 pt)