

Fiche de cours — Évaluer la puissance consommée par un appareil électrique

Tout le cours en deux pages, recto-verso. À garder sous les yeux pendant les exercices et à relire avant l'évaluation.

1. Les valeurs efficaces

Ce qu'affichent les appareils

Sur le réseau, la tension et l'intensité **varient** à chaque instant. Le voltmètre, l'ampèremètre et la pince affichent leurs **valeurs efficaces** U et I : ce sont elles que l'on emploie dans les calculs.

Le « 230 V » du réseau est une valeur efficace.

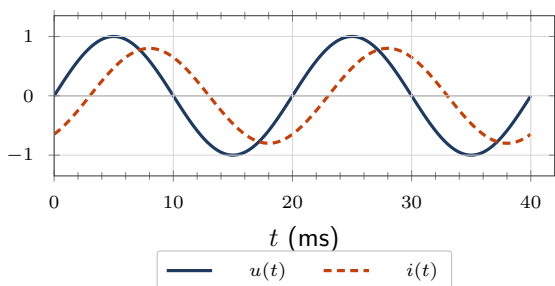
Mesurer I , trois façons : l'**ampèremètre** en **série** (il faut ouvrir le circuit) ; la **pince** refermée autour d'un **seul** conducteur, sans rien débrancher ; un **système d'acquisition**, qui enregistre $u(t)$ et $i(t)$.

Le **voltmètre**, lui, se branche en **dérivation**.

Erreur fréquente

La pince refermée autour du **câble complet** entoure la phase et le neutre : les deux courants se compensent et l'affichage indique zéro.

2. Le déphasage



Même période $T = 20$ ms, mais l'intensité passe par zéro $\Delta t = 3$ ms après la tension.

Déphasage

Le **déphasage** φ est le décalage entre la tension et l'intensité d'un dipôle. Il se mesure en **degrés**.

Dipôle **purement résistif** (radiateur, lampe à filament) : courbes **superposées**, $\varphi = 0$.

Moteur : l'intensité est en **retard** sur la tension, $\varphi \neq 0$.

3. De Δt à φ

Une période entière correspond à 360° :

$$\varphi = 360 \times \frac{\Delta t}{T} \quad (\text{en degrés})$$

Sur l'enregistrement ci-dessus : $\varphi = 360 \times \frac{3}{20} = 54^\circ$.

Si l'énoncé donne la fréquence

Réseau français à 50 Hz : $T = \frac{1}{50} = 0,02$ s = 20 ms. Calculer T avant le déphasage.

Erreur fréquente

Δt et T doivent être dans la **même unité** — deux millisecondes, ou deux secondes. Leur quotient n'a alors pas d'unité.

Et φ est un **angle**, pas une durée.

4. Le facteur de puissance

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

Nombre **sans unité**, toujours compris entre 0 et 1.

$$\cos 54^\circ \approx 0,59 \quad \cos 36^\circ \approx 0,81 \quad \cos 0^\circ = 1$$

Appareil	$\cos \varphi$
résistif : radiateur, plaque	≈ 1
moteur en charge : scie, toupie	0,8 à 0,9
moteur à vide	0,3 à 0,5

Valeurs indicatives : elles servent à vérifier qu'un résultat est **plausible**.

La calculatrice doit être en degrés

$\cos 54^\circ \approx 0,59$. Si la machine affiche $-0,83$, elle est en **radians**.

Un facteur de puissance est **positif** et ≤ 1 .

5. La puissance active

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

P est la puissance **moyenne** réellement consommée : c'est elle qui est facturée et qui produit le travail. En watts (W), avec U et I **efficaces**.

Scie à format : $230 \times 6,5 \times 0,86 = 1\,285,7$ W $\approx 1,29$ kW.

Sans le $\cos \varphi$, on surestime

Le même appareil : $230 \times 6,5 = 1\,495$ W, soit 210 W de trop.

Pour un **moteur**, oublier le $\cos \varphi$ est une erreur de modèle, pas une approximation.

Le $P = UI$ du chapitre 1

Il valait pour le **courant continu** et pour les appareils **résistifs**, où $\cos \varphi = 1$. La relation de ce chapitre les contient.

6. Mesurer une puissance active

Deux instruments

1. Le **wattmètre** affiche directement P en watts.

2. Un **système d'acquisition** enregistre $u(t)$ et $i(t)$, en calcule le **produit** à chaque instant, puis la **moyenne** sur une période.

Le produit $u(t) \times i(t)$ change sans arrêt, et devient même négatif quand les deux courbes n'ont pas le même signe. Ce

que consomme l'appareil, c'est la **moyenne** de ce produit — et elle vaut exactement $U I \cos \varphi$.

7. Retrouver $\cos \varphi$

En isolant $\cos \varphi$ dans $P = U I \cos \varphi$:

$$\cos \varphi = \frac{P}{U \times I}$$

Un wattmètre, un voltmètre, un ampèremètre : trois mesures suffisent.

Ponceuse : 1 400 W sous 230 V et 8,0 A.

$$\cos \varphi = \frac{1\,400}{1\,840} \approx 0,76$$

Un résultat supérieur à 1

P et $U \times I$ ont été intervertis, ou une valeur est fautive. Un facteur de puissance ne dépasse **jamais** 1.

8. Le courant appelé

$$I = \frac{P}{U \times \cos \varphi}$$

À **puissance active égale**, plus le facteur de puissance est **faible**, plus le courant appelé est **grand**.

Deux moteurs de 1 100 W sous 230 V :

	$\cos \varphi$	I
moteur X	0,72	$\approx 6,6$ A
moteur Y	0,95	$\approx 5,0$ A

Même travail fourni, 1,6 A de plus dans les câbles pour X.

Pourquoi cela compte à l'atelier

Un courant plus grand impose une **section de câble** plus forte, un **calibre de disjoncteur** plus élevé, et il **échauffe** l'installation.

Ce n'est pas l'énergie qui change

Les deux moteurs consomment la **même** énergie en kWh : elle se calcule à partir de la **puissance active**, identique. C'est le **courant** qui diffère.

9. La puissance souscrite, en kVA

Ce que limite un abonnement

La **puissance souscrite** est exprimée en **kilovoltampères (kVA)**. Elle limite le **produit** $U \times I$ que l'installation peut appeler — pas la puissance active seule.

Une moyenne ne prouve rien

Une puissance moyenne mensuelle bien inférieure à l'abonnement n'empêche pas de le dépasser : il suffit que plusieurs machines démarrent ensemble. La moyenne lisse les **pointes** ; l'abonnement, lui, y réagit.

Des kW ne sont pas des kVA

Une moyenne se calcule en **kW**, l'abonnement se compte en **kVA** : avec $\cos \varphi = 0,8$, 3,69 kW appellent déjà environ 4,6 kVA.

10. Pour aller plus loin (hors programme)

Non exigible

Le produit $U \times I$ porte un nom : la **puissance apparente** S , en **voltampères (VA)**. Elle mesure ce que le réseau doit *fournir* :

$$S = U \times I \quad P = S \times \cos \varphi$$

On **compense** un mauvais $\cos \varphi$ avec des condensateurs : l'installation appelle alors moins de courant pour le même travail. La compensation ne change **pas** la puissance active, donc pas les kWh consommés.

11. Les mots du chapitre

valeur efficace	la valeur affichée par un voltmètre ou un ampèremètre
déphasage	décalage entre u et i , en degrés
facteur de puissance	$\cos \varphi$, sans unité, entre 0 et 1
puissance active	puissance moyenne consommée, en W
souscrite	plafond de l'abonnement, en kVA

12. Vérifier sa réponse

Cinq contrôles

1. Ma calculatrice est-elle en **degrés** ?
2. Mon $\cos \varphi$ est-il compris entre 0 et 1 ?
3. Est-il **plausible** pour l'appareil décrit ?
4. Δt et T sont-ils dans la même unité ?
5. Ma puissance active est-elle **inférieure** au produit $U \times I$?

Je sais faire

- ☐ choisir l'instrument qui mesure U , I ou P , et le brancher ;
- ☐ lire une période et un décalage sur un enregistrement de $u(t)$ et $i(t)$;
- ☐ calculer $\varphi = 360 \Delta t / T$, au besoin après $T = 1/f$;
- ☐ passer du déphasage au facteur de puissance, calculatrice en degrés ;
- ☐ calculer la puissance active $P = U I \cos \varphi$;
- ☐ retrouver $\cos \varphi = P / (U I)$ à partir de trois mesures ;
- ☐ calculer le courant appelé $I = P / (U \cos \varphi)$ et en tirer une conclusion ;
- ☐ distinguer une puissance active en kW d'une puissance souscrite en kVA.

Ce que ce chapitre ne demande pas

Ni la **puissance réactive** Q , ni le **triangle des puissances**, ni le calcul d'une batterie de condensateurs : ils ne sont pas au programme du groupement 3. Le **triphasé** et le $\sqrt{3}$ non plus. Le **coût** de l'énergie en kWh relève du chapitre 1.