

Version professeur

Physique-chimie – Première Bac Pro

Cahier d'exercices

Chapitre 2

Évaluer la puissance consommée par un appareil électrique

Édition : 19 septembre 2026 – Naïm Azzouz

Méthode — Mode d'emploi

Ce cahier suit les cinq capacités du chapitre, dans l'ordre du cours. La calculatrice doit être en mode **degrés**. Écrire le calcul, puis une phrase de réponse avec son unité – et vérifier à chaque fois qu'un facteur de puissance reste compris entre 0 et 1. Les corrections suivent chaque exercice dans cette version.

Repères et ordre de travail

Capacité et intitulé complet	Exercices	Pages
C1 – Mesurer une tension et une intensité en alternatif	1 à 3	2
C2 – Visualiser $u(t)$ et $i(t)$ et mesurer un déphasage	4 à 7	3
C3 – Calculer la puissance active $P = UI \cos \varphi$	8 à 12	6
C4 – Calculer un facteur de puissance $\cos \varphi$	13 à 17	8
C5 – Courant appelé, plaque signalétique et puissance souscrite	18 à 21	10
Synthèse – croiser les capacités	22 à 24	13

Le bloc **C2** rassemble les deux capacités expérimentales du programme — réaliser le produit $u \times i$ et mesurer un déphasage. La **puissance réactive** et le triangle des puissances ne figurent pas au programme du groupement 3 : ils n'apparaissent dans aucun exercice de ce cahier.

C1 – Mesurer une tension et une intensité en alternatif

Exigible. Prérequis : les branchements du chapitre 1.

Rappel de cours

Les appareils de mesure affichent des **valeurs efficaces**, notées U et I : ce sont elles qui entrent dans les calculs. Le « 230 V » du réseau en est une.

Le **voltmètre** se branche **en dérivation** ; l'**ampèremètre en série** ; la **pince ampèremétrique** se referme autour d'**un seul** conducteur, sans ouvrir le circuit.

Autour du câble complet, la pince entoure la phase et le neutre : les deux courants se compensent et l'affichage indique zéro.

Exercice 1 — Deux instruments, deux branchements

Un technicien d'agencement mesure la tension aux bornes d'une scie sauteuse et l'intensité qu'elle absorbe. Il lit $U = 230 \text{ V}$ et $I = 3,5 \text{ A}$.

- Avec quel instrument a-t-il mesuré la tension ? Comment est-il branché ?
- Avec quel instrument a-t-il mesuré l'intensité ? Comment est-il branché ?
- Quelles sont les unités de ces deux grandeurs ?

Correction de l'exercice 1

- Un **voltmètre**, branché **en dérivation** (en parallèle) aux bornes de la scie.
- Un **ampèremètre**, branché **en série** dans le circuit — ou une pince ampèremétrique, voir l'exercice suivant.
- La tension est en **volts (V)**, l'intensité en **ampères (A)**.

À retenir : ces deux valeurs sont des **valeurs efficaces**. Ce sont elles qui entrent dans $P = U I \cos \varphi$.

Exercice 2 — La pince ampèremétrique

Un menuisier utilise une **pince ampèremétrique** pour mesurer le courant absorbé par une défonceuse en fonctionnement. Il lit $I = 5,2 \text{ A}$ sous 230 V.

- Quel est l'avantage de la pince par rapport à un ampèremètre classique ?
- Autour de quoi faut-il refermer la pince ? Que se passe-t-il si on la referme autour du câble complet ?
- Que signifie la valeur 230 V pour la tension du réseau ?

Correction de l'exercice 2

- Elle mesure l'intensité **sans ouvrir le circuit** ni débrancher l'appareil : la machine peut rester en fonctionnement.
- Autour d'**un seul conducteur**. Refermée autour du câble complet, elle entoure la phase et le neutre : les deux courants se compensent et l'affichage indique zéro.
- C'est la **valeur efficace** de la tension alternative du réseau — celle qu'affichent les appareils de mesure.

Sécurité : isoler un conducteur sur une installation sous tension n'est pas un geste d'élève. La mesure se fait sur un montage pédagogique ou par un professionnel habilité.

Exercice 3 — Le tableau des grandeurs

Compléter le tableau.

Grandeur	Symbole	Unité	Instrument	Branchement
Tension				
Intensité				

Correction de l'exercice 3

Grandeur	Symbole	Unité	Instrument	Branchement
Tension	U	volt (V)	voltmètre	en dérivation
Intensité	I	ampère (A)	ampèremètre ou pince	en série (ou autour d'un fil)

Repère : « voltmètre » et « dérivation » commencent par des lettres différentes, « ampèremètre » et « série » aussi — mais l'ordre alphabétique aide : **A**mpèremètre en série, **V**oltmètre en dérivation, comme au chapitre 1.

C2 – Visualiser $u(t)$ et $i(t)$ et mesurer un déphasage

Exigible, deux capacités du programme. Prérequis : C1, lecture d'une durée sur un graphique.

Rappel de cours

Sur un enregistrement, la tension et l'intensité d'un **moteur** ne passent pas par zéro au même instant : elles sont **déphasées**. Pour un dipôle **purentement résistif**, les deux courbes sont superposées.

Une période entière correspond à 360° :

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

Le réseau est à 50 Hz, donc $T = \frac{1}{50} = 20 \text{ ms}$. Δt et T doivent être dans la **même** unité.

Le **facteur de puissance** est ensuite $\cos \varphi$, calculatrice en **degrés**.

Exercice 4 — Du décalage au facteur de puissance

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

- Calculer la période T du signal, en secondes puis en millisecondes.
- Calculer le déphasage φ , en degrés.
- En déduire le facteur de puissance, arrondi au centième.
- Cette valeur est-elle plausible pour un moteur *en charge* ? S'appuyer sur les ordres de grandeur du rappel.

Correction de l'exercice 4

a. $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0,020 \text{ s} = 20 \text{ ms}.$

b. $\varphi = 360 \times \frac{4}{20} = 360 \times 0,20 = 72^\circ.$

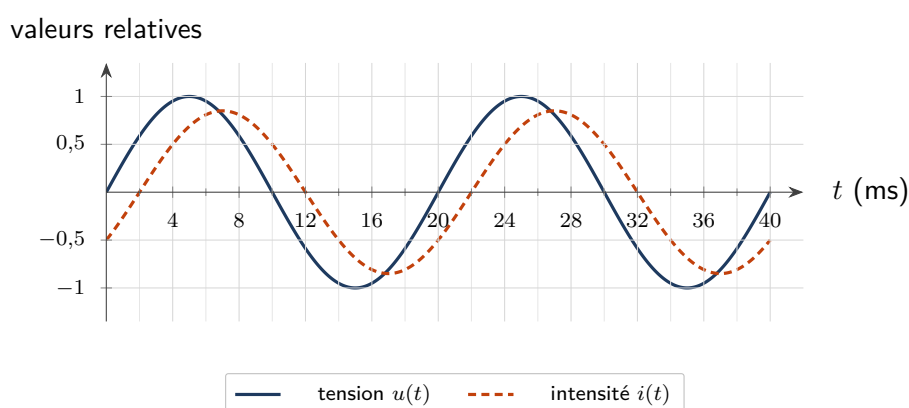
c. $\cos 72^\circ \approx 0,31.$

d. **Non** : 0,31 est très bas pour un moteur en charge, où l'on attend 0,8 à 0,9. Cette valeur correspond plutôt à un moteur qui tourne à **vide**, sans couper ni percer.

À *retenir* : le calcul est juste, mais il faut toujours se demander ce que le résultat décrit. Ici, il décrit une machine qui tourne pour rien — et qui sollicite quand même le réseau.

Exercice 5 — Lire un oscillogramme

L'enregistrement ci-dessous a été obtenu à l'ExAO sur un appareil d'atelier. Les deux courbes sont données en valeurs relatives : seule leur **forme** et leur **décalage** comptent ici.



- Lire la période T des deux courbes.
- Lire le décalage Δt entre les deux passages par zéro, en montant.
- Calculer le déphasage φ , puis le facteur de puissance.
- S'agit-il d'un appareil purement résistif ? Justifier.

Correction de l'exercice 5

a. $T = 20 \text{ ms}$: la tension repasse par zéro en montant à $t = 0$ puis à $t = 20$.

b. L'intensité passe par zéro en montant à $t = 2 \text{ ms}$: $\Delta t = 2 \text{ ms}$.

c. $\varphi = 360 \times \frac{2}{20} = 36^\circ$, donc $\cos 36^\circ \approx 0,81.$

d. **Non** : pour un appareil purement résistif, les deux courbes seraient **superposées** et le décalage serait nul. Ici $\varphi = 36^\circ$: c'est un moteur, et la valeur 0,81 est cohérente avec un moteur en charge.

Méthode de lecture : toujours comparer deux passages par zéro **dans le même sens** — deux montées ou deux descentes. Comparer une montée à une descente donne un décalage faux, d'une demi-période.

Exercice 6 — La scie à format à l'oscilloscope

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

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

- Calculer le déphasage φ , en degrés.
- En déduire le facteur de puissance, arrondi au centième.
- Calculer la puissance active de la scie.
- Calculer le produit $U \times I$, puis le pourcentage que représente la puissance active par rapport à ce produit. Que retrouve-t-on ?

Correction de l'exercice 6

- $\varphi = 360 \times \frac{2,8}{20} = 50,4^\circ$.
- $\cos 50,4^\circ \approx 0,64$.
- $P = 230 \times 12 \times 0,64 \approx 1\,766 \text{ W}$, soit environ 1,8 kW.
- $230 \times 12 = 2\,760$. $\frac{1\,766}{2\,760} \times 100 \approx 64 \%$.

On retrouve le **facteur de puissance** : 0,64, c'est-à-dire 64 %. Ce n'est pas un hasard, puisque $\cos \varphi = \frac{P}{U \times I}$.

Réserve à énoncer : ce pourcentage n'est **pas un rendement**. Il ne dit rien de la puissance mécanique disponible sur l'arbre de la scie : il compare la puissance consommée au produit $U \times I$ que doit fournir le réseau.

Exercice 7 — Une toupie à l'ExAO

Un système d'acquisition (ExAO) analyse le comportement électrique d'une toupie. Les mesures donnent :

Tension efficace	$U = 230 \text{ V}$
Intensité efficace	$I = 15,5 \text{ A}$
Décalage temporel	$\Delta t = 1,8 \text{ ms}$
Période	$T = 20 \text{ ms}$

- Calculer le déphasage φ , en degrés.
- En déduire le facteur de puissance.
- Calculer la puissance active de la toupie, en kW.
- Comparer ce facteur de puissance à ceux des exercices 4 et 6. Laquelle de ces trois machines sollicite le mieux le réseau ?

Correction de l'exercice 7

a. $\varphi = 360 \times \frac{1,8}{20} = 32,4^\circ$.

b. $\cos 32,4^\circ \approx 0,84$.

c. $P = 230 \times 15,5 \times 0,84 \approx 2994 \text{ W}$, soit environ 3,0 kW.

d. Les trois facteurs sont 0,31 (exercice 4), 0,64 (exercice 6) et 0,84 ici. C'est la **toupie** qui sollicite le mieux le réseau : à puissance active donnée, plus le facteur de puissance est proche de 1, moins le courant appelé est grand.

À faire remarquer : le moteur à vide de l'exercice 4 est le plus mauvais des trois. Une machine qu'on laisse tourner sans travailler consomme peu de puissance active, mais occupe beaucoup le réseau.

C3 – Calculer la puissance active $P = U I \cos \varphi$

Exigible, capacité du programme. Prérequis : C2.

Rappel de cours

La **puissance active** est la puissance **moyenne** réellement consommée : c'est elle qui est facturée et qui fournit le travail.

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

P en watts, U et I en valeurs efficaces, $\cos \varphi$ sans unité.

Pour un appareil **purement résistif**, $\cos \varphi = 1$ et l'on retrouve le $P = U \times I$ du chapitre 1.

Oublier le facteur de puissance pour un **moteur**, c'est surestimer la puissance consommée.

Exercice 8 — Un moteur d'aspiration, pas à pas

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

- Écrire la formule de la puissance active.
- Remplacer par les valeurs et calculer, en watts.
- Convertir le résultat en kilowatts.

Correction de l'exercice 8

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

b. $P = 230 \times 6 \times 0,80 = 1104 \text{ W}$.

c. $P = 1,104 \text{ kW}$, soit environ 1,1 kW.

Contrôle : sans le facteur de puissance, on aurait trouvé $230 \times 6 = 1380 \text{ W}$. La puissance active est bien **inférieure** au produit $U \times I$: c'est toujours le cas dès que $\cos \varphi < 1$.

Exercice 9 — Un planeur de menuiserie

Un planeur de menuiserie fonctionne sous $U = 230 \text{ V}$, absorbe un courant $I = 7 \text{ A}$ avec un facteur de puissance $\cos \varphi = 0,85$.

Calculer la puissance active consommée, en watts puis en kilowatts.

Correction de l'exercice 9

$P = 230 \times 7 \times 0,85 = 1368,5 \text{ W}$, soit environ 1,37 kW.

Plausibilité : 0,85 est une valeur courante pour un moteur en charge. Le résultat est cohérent avec une machine d'atelier de taille moyenne.

Exercice 10 — Avec et sans facteur de puissance

Une dégauchisseuse absorbe $I = 9 \text{ A}$ sous $U = 230 \text{ V}$ avec $\cos \varphi = 0,92$.

- Calculer sa puissance active.
- Quelle serait cette puissance si le facteur de puissance valait 1 ?
- Comparer les deux résultats et expliquer l'écart en une phrase.

Correction de l'exercice 10

- $P = 230 \times 9 \times 0,92 = 1\,904,4 \text{ W}$, soit environ 1,90 kW.
- Avec $\cos \varphi = 1$: $P = 230 \times 9 = 2\,070 \text{ W}$.
- La puissance active réelle (1 904 W) est **inférieure** de 166 W. Le réseau fournit bien 9 A sous 230 V, mais une partie de ce courant est **déphasée** par rapport à la tension et ne produit pas de travail.
À retenir : $\cos \varphi = 1$ est le cas idéal, celui d'un appareil purement résistif. Aucun moteur ne l'atteint.

Exercice 11 — Deux machines de l'atelier

Dans un atelier d'agencement, deux machines fonctionnent sous 230 V.

Machine	Intensité	$\cos \varphi$
Toupie	8 A	0,88
Scie à format	12 A	0,90

- Calculer la puissance active de chaque machine.
- Calculer la puissance active totale, en watts puis en kilowatts.
- Quelle machine consomme le plus ? Est-ce celle dont le facteur de puissance est le plus élevé ?

Correction de l'exercice 11

- Toupie : $230 \times 8 \times 0,88 = 1\,619,2 \text{ W}$. Scie à format : $230 \times 12 \times 0,90 = 2\,484 \text{ W}$.
- $1\,619,2 + 2\,484 = 4\,103,2 \text{ W}$, soit environ 4,1 kW.
- C'est la **scie à format**. Son facteur de puissance est effectivement le plus élevé, mais ce n'est pas ce qui explique sa consommation : c'est son **intensité**, une fois et demie celle de la toupie.
À faire remarquer : un facteur de puissance élevé ne signifie pas « consomme beaucoup ». Il signifie « consomme efficacement ce qu'il prend au réseau ».

Exercice 12 — Le bilan de puissance de l'atelier

Un menuisier agencier relève les caractéristiques de ses machines, toutes sous 230 V.

Machine	Intensité	$\cos \varphi$
Toupie	16 A	0,85
Aspiration	9 A	0,80
Éclairage LED	2 A	0,95
Radiateur	8,7 A	1,00

- Calculer la puissance active de chaque machine.
- Calculer la puissance active totale de l'atelier, en kW.
- Estimer l'intensité totale appelée si tout fonctionne en même temps.
- Le disjoncteur principal est de 40 A. Que peut-on conclure, et avec quelle prudence ?

Correction de l'exercice 12

- a. Toupie : $230 \times 16 \times 0,85 = 3\,128 \text{ W}$. Aspiration : $230 \times 9 \times 0,80 = 1\,656 \text{ W}$. Éclairage : $230 \times 2 \times 0,95 = 437 \text{ W}$. Radiateur : $230 \times 8,7 \times 1,00 = 2\,001 \text{ W}$.
 b. $3\,128 + 1\,656 + 437 + 2\,001 = 7\,222 \text{ W}$, soit environ $7,2 \text{ kW}$.
 c. $16 + 9 + 2 + 8,7 = 35,7 \text{ A}$.
 d. $35,7 \text{ A}$ reste inférieur à 40 A : d'après cette estimation, les quatre machines peuvent fonctionner ensemble. La marge est de $4,3 \text{ A}$ seulement.

Réserve importante : cette somme est une **estimation majorante**. Les quatre appareils n'ont pas le même facteur de puissance, donc leurs courants ne sont pas déphasés de la même façon : le courant total réel est un peu **inférieur** à leur somme. À cela s'ajoutent les **appels de courant au démarrage**, qui vont, eux, dans l'autre sens. Un calcul de classe ne remplace pas la vérification d'un professionnel.

C4 – Calculer un facteur de puissance $\cos \varphi$

Exigible. Prérequis : C3 et l'isolement d'une grandeur.

Rappel de cours

En isolant $\cos \varphi$ dans la relation précédente :

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

Il suffit donc de trois mesures : un wattmètre, un voltmètre, un ampèremètre.

Un facteur de puissance est **sans unité** et compris entre 0 et 1. Un résultat supérieur à 1 signale une erreur.

Ordres de grandeur : ≈ 1 pour un appareil résistif ; 0,8 à 0,9 pour un moteur en charge ; 0,3 à 0,5 pour un moteur à vide.

Exercice 13 — Un compresseur, pas à pas

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

- a. Écrire la formule du facteur de puissance.
 b. Calculer le produit $U \times I$.
 c. Calculer $\cos \varphi$, arrondi au centième.

Correction de l'exercice 13

- a. $\cos \varphi = \frac{P}{U \times I}$.
 b. $U \times I = 230 \times 8,5 = 1\,955$.
 c. $\cos \varphi = \frac{1\,500}{1\,955} \approx 0,767$, soit environ **0,77**.

Contrôle : le résultat est bien compris entre 0 et 1, et proche des valeurs attendues pour un compresseur en charge.

Exercice 14 — La ponceuse à bande

Une ponceuse à bande a une puissance active de 920 W . On mesure $I = 4,5 \text{ A}$ sous $U = 230 \text{ V}$. Calculer son facteur de puissance, arrondi au centième.

Correction de l'exercice 14

$$\cos \varphi = \frac{920}{230 \times 4,5} = \frac{920}{1\,035} \approx \mathbf{0,89}.$$

Plausibilité : 0,89 correspond bien à un moteur en charge.

Exercice 15 — La scie à ruban au wattmètre

Un wattmètre mesure $P = 1\,150\text{ W}$ pour une scie à ruban. Un ampèremètre donne $I = 6\text{ A}$ sous $U = 230\text{ V}$.

- Calculer le produit $U \times I$.
- En déduire le facteur de puissance.

Correction de l'exercice 15

- $230 \times 6 = 1\,380$.
- $\cos \varphi = \frac{1\,150}{1\,380} \approx 0,83$.

À retenir : trois mesures suffisent — un wattmètre, un voltmètre, un ampèremètre. C'est exactement ce que demande le programme : mesurer une puissance active, puis en déduire le facteur de puissance.

Exercice 16 — Deux machines comparées

Deux machines ont été mesurées au wattmètre.

Machine	Puissance active P	Produit $U \times I$
A	2 000 W	2 500
B	1 800 W	2 000

- Calculer le facteur de puissance de chaque machine.
- Laquelle a le facteur de puissance le plus élevé ?
- Ce résultat permet-il de dire laquelle est la plus *efficace* mécaniquement ? Justifier.

Correction de l'exercice 16

- Machine A : $\frac{2\,000}{2\,500} = 0,80$. Machine B : $\frac{1\,800}{2\,000} = 0,90$.

b. La machine **B**.

c. **Non**. Le facteur de puissance compare la puissance consommée au produit $U \times I$ que doit fournir le réseau. Il ne dit **rien** de la puissance mécanique disponible sur l'arbre : c'est le *rendement* qui la mesure, et il n'est pas donné ici.

À retenir : un bon facteur de puissance signifie « la machine sollicite peu le réseau pour ce qu'elle consomme », pas « la machine travaille bien ». Ce sont deux questions différentes.

Exercice 17 — Choisir une perceuse d'établi

Un menuisier doit commander une perceuse d'établi. Les deux modèles ont la même puissance active, 750 W, sous 230 V.

Modèle X	$\cos \varphi = 0,75$
Modèle Y	$\cos \varphi = 0,95$

- Quelle formule donne l'intensité à partir de P , U et $\cos \varphi$?
- Calculer le courant absorbé par chaque modèle, arrondi au centième d'ampère.
- Quel modèle sollicite le moins le réseau ?
- Les deux modèles consomment-ils la même énergie pour une heure de travail ? Justifier.

Correction de l'exercice 17

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

b. $I_X = \frac{750}{230 \times 0,75} = \frac{750}{172,5} \approx 4,35 \text{ A}$. $I_Y = \frac{750}{230 \times 0,95} = \frac{750}{218,5} \approx 3,43 \text{ A}$.

c. Le modèle **Y** : près d'un ampère de moins pour la même puissance active.

d. **Oui**. L'énergie se calcule à partir de la puissance **active**, identique pour les deux : $E = 0,75 \times 1 = 0,75 \text{ kWh}$. C'est le *courant* qui diffère, pas l'énergie consommée.

À *retenir* : un mauvais facteur de puissance coûte en **installation** — câbles, disjoncteur, puissance souscrite — et non en kilowattheures sur la facture.

C5 – Courant appelé, plaque signalétique et puissance souscrite

Exigible. Prérequis : C3, C4.

Rappel de cours

En isolant l'intensité :

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

À **puissance active égale**, plus le facteur de puissance est faible, plus le courant appelé est grand — donc plus les câbles et le disjoncteur doivent être dimensionnés.

Une **plaque** de moteur donne la puissance **active** absorbée et le facteur de puissance : l'intensité nominale s'en déduit.

Une **puissance souscrite** s'exprime en **kVA** : elle limite le produit $U \times I$, et non la seule puissance active.

Exercice 18 — Radiateur et ponceuse, même courant

Deux appareils sont branchés sous 230 V et absorbent tous les deux 5 A.

Appareil	$\cos \varphi$	Produit $U \times I$	Puissance active P
Radiateur	1,00		
Ponceuse (moteur)	0,85		

a. Compléter le tableau.

b. Les deux appareils sollicitent-ils le réseau de la même façon ?

c. Consomment-ils la même puissance active ? Expliquer l'écart.

Correction de l'exercice 18**a.**

Appareil	$\cos \varphi$	$U \times I$	P
Radiateur	1,00	1 150	1 150 W
Ponceuse	0,85	1 150	977,5 W $\approx$ 978 W

$U \times I = 230 \times 5 = 1\,150$ pour les deux.

b. Oui : ils appellent le même courant, 5 A, donc le même produit $U \times I$. Pour le réseau, ils se valent.

c. Non : le radiateur consomme 1 150 W, la ponceuse seulement 978 W. Le radiateur est purement résistif ($\cos \varphi = 1$) : tout ce qu'il prend au réseau devient de la chaleur. La ponceuse, elle, est déphasée.

À retenir : même courant, même sollicitation du réseau — mais pas la même puissance consommée. C'est tout l'objet de ce chapitre.

Exercice 19 — Une plaque de moteur et son disjoncteur

La plaque d'un moteur d'atelier indique : 230 V — puissance électrique active absorbée $P = 2,2$ kW — $\cos \varphi = 0,82$ — 50 Hz.

a. Quelle est la puissance active de ce moteur, en watts ?

b. Calculer l'intensité nominale absorbée, arrondie au dixième d'ampère.

c. Calculer le produit $U \times I$.

d. Quel calibre de disjoncteur choisir parmi 10 A, 16 A, 20 A et 25 A ? Justifier.

Correction de l'exercice 19

a. $P = 2,2$ kW = 2 200 W : c'est la puissance **active**, lue directement sur la plaque.

b. $I = \frac{P}{U \times \cos \varphi} = \frac{2\,200}{230 \times 0,82} = \frac{2\,200}{188,6} \approx 11,7$ A.

c. $230 \times 11,7 = 2\,691$.

d. Le courant nominal est 11,7 A : il faut le calibre immédiatement supérieur, soit 16 A. 10 A serait insuffisant ; 20 A et 25 A protégeraient mal l'installation, car le disjoncteur ne couperait qu'à un courant bien supérieur à ce que le moteur doit appeler.

À retenir : c'est le facteur de puissance qui fait passer de 2,2 kW à 11,7 A. Sans lui, on aurait calculé $2\,200 \div 230 = 9,6$ A et choisi un calibre de 10 A — qui aurait disjoncté.

Exercice 20 — Le tour à bois

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

a. Calculer l'intensité absorbée par le tour.

b. Calculer l'énergie consommée en une journée, en kWh.

c. Un condensateur permet d'améliorer le facteur de puissance à 0,95. Calculer la nouvelle intensité, pour la **même** puissance active.

d. Calculer la réduction de courant obtenue, en ampères puis en pourcentage.

e. L'énergie consommée en une journée a-t-elle changé ?

Correction de l'exercice 20

a. $I = \frac{1\,200}{230 \times 0,82} = \frac{1\,200}{188,6} \approx 6,36 \text{ A.}$

b. $E = 1,2 \times 3 = 3,6 \text{ kWh.}$

c. $I' = \frac{1\,200}{230 \times 0,95} = \frac{1\,200}{218,5} \approx 5,49 \text{ A.}$

d. Réduction : $6,36 - 5,49 = 0,87 \text{ A}$, soit $\frac{0,87}{6,36} \times 100 \approx 13,7 \%$.

e. **Non.** La puissance active est inchangée (1 200 W), donc l'énergie aussi : 3,6 kWh. Seul le courant appelé diminue.

À retenir : améliorer le facteur de puissance soulage l'**installation**, pas la facture d'énergie d'un particulier. C'est la différence entre ce que le réseau doit transporter et ce que l'appareil consomme.

Exercice 21 — Une puissance souscrite de 9 kVA

Un atelier a souscrit une puissance de 9 kVA. En fin de mois, il constate une consommation de 650 kWh sur 22 jours ouvrés de 8 h chacun.

a. Calculer la durée totale de fonctionnement.

b. Calculer la puissance active moyenne sur cette durée.

c. Peut-on conclure, avec cette seule moyenne, que la puissance souscrite de 9 kVA ne sera jamais dépassée ? Donner deux arguments.

Correction de l'exercice 21

a. $22 \times 8 = 176 \text{ h.}$

b. $P = \frac{650}{176} \approx 3,69 \text{ kW.}$

c. **Non**, pour deux raisons :

1. c'est une **moyenne** sur 176 heures. Elle lisse les moments où plusieurs machines tournent ensemble — et ce sont ces pointes qui font disjoncter ;

2. la moyenne calculée est une puissance **active**, en kW, alors que l'abonnement limite le produit $U \times I$, en **kVA**. Avec un facteur de puissance global de 0,80, 3,69 kW correspondent déjà à environ $\frac{3,69}{0,80} \approx 4,6 \text{ kVA.}$

À retenir : kW et kVA ne se comparent pas directement. C'est le facteur de puissance qui fait le lien entre les deux.

Synthèse – Croiser les capacités du chapitre

Reprise. Prérequis : C2 à C5. L'exercice 23 est signalé hors programme.

Rappel de cours

Ces trois exercices ne travaillent pas de capacité nouvelle : ils demandent de **choisir** la relation utile et d'enchaîner plusieurs calculs.

Marche à suivre : repérer ce qui est mesuré et ce qui est demandé, lister les données avec leurs unités, passer du décalage au déphasage puis au facteur de puissance, et contrôler la plausibilité du résultat avant de rédiger.

Exercice 22 — Un enregistrement complet

Un système d'acquisition est branché sur une scie à panneaux. Il relève :

Tension efficace	230 V
Intensité efficace	13 A
Période	20 ms
Décalage entre $u(t)$ et $i(t)$	2,2 ms

- Calculer le déphasage, en degrés.
- En déduire le facteur de puissance, arrondi au centième.
- Cette valeur est-elle plausible pour une machine en charge ?
- Calculer la puissance active de la scie, en kW.
- La scie est seule sur son circuit. Quel calibre de disjoncteur choisir parmi 10 A, 16 A et 20 A ? Justifier.
- La scie fonctionne 4 h par jour. Calculer l'énergie consommée, en kWh.

Correction de l'exercice 22

a. $\varphi = 360 \times \frac{2,2}{20} = 39,6^\circ$.

b. $\cos 39,6^\circ \approx 0,77$.

c. **Oui** : 0,77 est un peu en dessous de la plage 0,8 à 0,9 attendue pour un moteur en charge, mais reste plausible — la machine travaille peut-être à charge partielle.

d. $P = 230 \times 13 \times 0,77 \approx 2\,302$ W, soit environ 2,3 kW.

e. L'intensité nominale est 13 A : le calibre 10 A est insuffisant, le 20 A protégerait mal. Il faut le 16 A.

f. $E = 2,302 \times 4 \approx 9,2$ kWh.

Enchaînement à retenir : du décalage au déphasage, du déphasage au facteur de puissance, du facteur de puissance à la puissance active — puis, seulement à la fin, l'énergie et le dimensionnement. Chaque étape dépend de la précédente.

Exercice 23 — Relever le facteur de puissance d'un atelier

Pour aller plus loin — hors programme du groupement 3. La compensation du facteur de puissance n'est pas exigible. Cet exercice montre pourquoi un atelier s'y intéresse.

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

Son contrat professionnel prévoit une pénalité de 8 % sur la part énergie de la facture lorsque le facteur de puissance descend sous 0,80. Cette part s'élève à 1 150 € par mois.

- Calculer l'intensité totale appelée par l'atelier.
- L'installation d'une batterie de condensateurs porte le facteur de puissance à 0,95. Calculer la nouvelle intensité, pour la même puissance active.
- Calculer la réduction d'intensité, en ampères puis en pourcentage.
- Calculer le montant de la pénalité mensuelle évitée.
- La batterie de condensateurs coûte 1 200 €. En combien de mois est-elle amortie par la seule pénalité évitée ?

Correction de l'exercice 23

- a. $I = \frac{15\,000}{230 \times 0,72} = \frac{15\,000}{165,6} \approx 90,6 \text{ A}.$
- b. $I' = \frac{15\,000}{230 \times 0,95} = \frac{15\,000}{218,5} \approx 68,6 \text{ A}.$
- c. Réduction : $90,6 - 68,6 = 22 \text{ A}$, soit $\frac{22}{90,6} \times 100 \approx 24 \%$.
- d. $1\,150 \times 0,08 = 92 \text{ €}$ par mois.
- e. $\frac{1\,200}{92} \approx 13$: la batterie est amortie en **13 mois** environ, soit un peu plus d'un an.

Ce que la compensation ne fait pas : elle ne réduit **pas** la puissance active, donc pas les kilowattheures consommés par les machines. Elle réduit le **courant** appelé — donc les contraintes sur les câbles, le calibre nécessaire et, ici, la pénalité contractuelle.

Réserve à énoncer : le taux de pénalité, son seuil et le prix de la batterie sont ceux de cet exercice. Les contrats réels varient, et tous ne prévoient pas de pénalité de ce type.

Exercice 24 — Avec ou sans facteur de puissance ?

Pour chacun des quatre appareils, dire s'il faut employer $P = U \times I$ ou $P = U \times I \times \cos \varphi$, puis calculer la puissance active.

- a. Une résistance chauffante en **courant continu** : 24 V, 5 A.
- b. Un radiateur **résistif** sur le secteur : 230 V, 6 A.
- c. Le moteur d'une scie : 230 V, 8 A, $\cos \varphi = 0,85$.
- d. L'alimentation électronique d'une machine numérique : 230 V, 1,2 A, $\cos \varphi = 0,60$.
- e. Dans quels cas les deux écritures donnent-elles le même résultat ? Pourquoi ?

Correction de l'exercice 24

- a. Courant continu : $P = U \times I = 24 \times 5 = 120 \text{ W}$. Il n'y a pas de déphasage en continu.
- b. Appareil **résistif** : $\cos \varphi = 1$, donc $P = 230 \times 6 = 1\,380 \text{ W}$.
- c. Moteur : $P = 230 \times 8 \times 0,85 = 1\,564 \text{ W}$.
- d. Alimentation électronique : $P = 230 \times 1,2 \times 0,60 = 165,6 \text{ W}$.
- e. Les deux écritures coïncident dans les cas **a.** et **b.** : en courant continu, et pour un appareil purement résistif, car $\cos \varphi = 1$. La relation $P = U I \cos \varphi$ contient donc celle du chapitre 1 — ce n'est pas une nouvelle loi, c'est la même, complétée.

À *retenir* : la question à se poser n'est pas « alternatif ou continu ? » mais « l'appareil est-il purement résistif ? ». Un radiateur sur le secteur se calcule sans facteur de puissance ; un moteur, jamais.