

Version professeur

Physique-chimie – Première Bac Pro

Cours et applications

Chapitre 2

Évaluer la puissance consommée par un appareil électrique

Édition : 19 septembre 2026 – Naïm Azzouz

Rappel de cours — Avant de commencer

Pour aborder ce chapitre, il faut savoir mesurer une tension et une intensité, calculer une puissance avec $P = U \times I$ en courant continu, et lire une durée sur un graphique. La calculatrice est autorisée ; elle doit être en mode **degrés**.

Repères et ordre de travail

Les codes désignent les capacités du chapitre, pas des codes officiels.

Capacité et intitulé complet	Partie du cours	Page
C1 – Mesurer une tension et une intensité en alternatif	§1	3 él. 2
C2 – Visualiser $u(t)$ et $i(t)$: le déphasage	§2	3 él. 2
C2 – Mesurer un déphasage : de Δt à φ	§3	4 él. 3
C4 – Le facteur de puissance $\cos \varphi$	§4	5 él. 4
C3 – La puissance active $P = U I \cos \varphi$	§5	6 él. 5
C6 – Mesurer une puissance active au wattmètre ou par acquisition	§6	7 él. 6
C4 – Retrouver $\cos \varphi$ à partir des mesures	§7	8 él. 7
C5 – Un mauvais $\cos \varphi$ fait appeler plus de courant	§8	8 él. 7
Pour aller plus loin – La puissance souscrite, en kVA	§9	9 él. 8
Pour aller plus loin – puissance apparente et compensation	§10	10 él. 9

« él. » : page du cours élève de cette même édition.

Méthode — Mode d'emploi

Lire la notion et l'exemple résolu, puis chercher l'application avant de passer à la notion suivante. Le travail peut être accompagné en classe ou repris seul. Les corrections suivent les applications dans cette version.

Les parties se lisent dans l'ordre. Ce chapitre est **propre au groupement 3** : il n'existe pas dans le

programme du groupement 1. Les §9 et §10 sont signalés **hors programme** : ils éclairent, ils ne sont pas exigibles.

1 Mesurer une tension et une intensité en alternatif (C1)

Définition — Valeurs efficaces

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

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

Méthode — Trois façons de mesurer l'intensité

1. L'**ampèremètre** se branche **en série** : il faut ouvrir le circuit. **2.** La **pince ampèremétrique** se referme **autour d'un seul conducteur**, sans rien débrancher. **3.** Un **système d'acquisition** enregistre $u(t)$ et $i(t)$ au cours du temps : c'est ce que demande le programme pour ce chapitre.

Erreur fréquente — La pince se place sur *un* conducteur

Refermée autour du câble complet, la pince entoure la phase *et* le neutre : les deux courants se compensent et l'affichage indique zéro. Il faut isoler un seul conducteur.

Application 1 – Choisir l'instrument

Un technicien doit mesurer le courant absorbé par une scie à format, sans arrêter la production.

- Quel instrument choisit-il ? Pourquoi ?
- Le voltmètre, lui, se branche comment ?
- Que signifie « 230 V » pour la tension du réseau ?

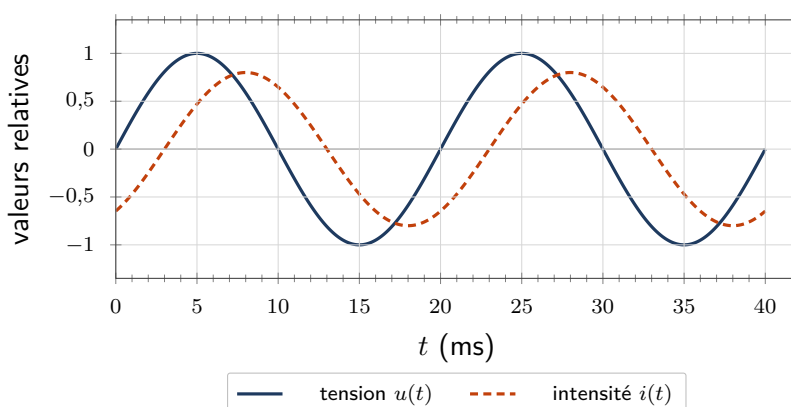
Correction — Application 1

- La **pince ampèremétrique** : elle mesure sans ouvrir le circuit, donc sans arrêter la machine.
- En **dérivation**, aux bornes de la machine.
- C'est la **valeur efficace** de la tension alternative du réseau, celle qu'affichent les appareils de mesure.

Conduite : montrer une pince si l'atelier en possède une. L'erreur du câble complet se comprend beaucoup mieux avec l'objet en main.

2 Visualiser $u(t)$ et $i(t)$: le déphasage (C2)

Le programme demande de **réaliser à l'ExAO le produit** de la tension par l'intensité. La première chose que montre cet enregistrement, c'est que les deux courbes ne passent pas par zéro au même instant.



Enregistrement d'un moteur : l'intensité passe par zéro 3 ms *après* la tension. Les deux courbes ont la même période, 20 ms,

mais elles sont **décalées**.

Définition — Déphasage

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

Pour un dipôle **purement résistif** — radiateur, lampe à filament — les deux courbes sont superposées : $\varphi = 0$.

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

Application 2 – Lire un enregistrement

Sur l'enregistrement ci-dessus :

- Relever la période T des deux courbes.
- Les deux courbes passent-elles par zéro au même instant ? De combien sont-elles décalées ?
- S'agit-il d'un dipôle purement résistif ? Justifier.

Correction — Application 2

a. $T = 20 \text{ ms}$: c'est la durée d'un motif complet, lisible entre deux passages par zéro dans le même sens.

b. Non : l'intensité passe par zéro 3 ms après la tension. Le décalage vaut $\Delta t = 3 \text{ ms}$.

c. Non. Pour un dipôle purement résistif, les deux courbes seraient **superposées**. Ici elles sont décalées : c'est un moteur, ou un appareil électronique.

Conduite : faire pointer du doigt les deux passages par zéro avant tout calcul. Le décalage se voit ; le nombre ne vient qu'ensuite.

3 Mesurer un déphasage : de Δt à φ (C2)

Proposition — Du décalage au déphasage

Une période entière correspond à 360° . Si les deux courbes sont décalées de Δt et que la période vaut T :

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

Exemple — L'enregistrement du §2

$\Delta t = 3 \text{ ms}$ et $T = 20 \text{ ms}$:

$$\varphi = 360 \times \frac{3}{20} = 360 \times 0,15 = 54^\circ$$

Remarque — La fréquence du réseau donne la période

Le réseau français est à 50 Hz : il y a 50 périodes par seconde, donc

$$T = \frac{1}{50} = 0,02 \text{ s} = 20 \text{ ms}$$

Si l'énoncé donne la fréquence au lieu de la période, commencer par là.

Erreur fréquente — Les deux durées dans la même unité

Δt et T doivent être exprimés dans la **même** unité — deux millisecondes, ou deux secondes. Leur quotient n'a alors pas d'unité, et le résultat est bien en degrés.

Application 3 – Deux relevés d'oscilloscope

- a. Sur un moteur, on mesure $\Delta t = 2 \text{ ms}$ pour une période de 20 ms . Calculer φ .
 b. Sur un autre appareil, le réseau est à 50 Hz et le décalage vaut $\Delta t = 1,5 \text{ ms}$. Calculer d'abord T , puis φ .
 c. Un troisième appareil ne présente aucun décalage. Que vaut φ ? De quel type d'appareil peut-il s'agir ?

Correction — Application 3

a. $\varphi = 360 \times \frac{2}{20} = 36^\circ$.

b. $T = \frac{1}{50} = 20 \text{ ms}$, puis $\varphi = 360 \times \frac{1,5}{20} = 27^\circ$.

c. $\varphi = 0^\circ$: les deux courbes sont superposées. C'est un dipôle **purement résistif** — radiateur, plaque chauffante, lampe à filament.

Conduite : au **b.**, la période ne se devine pas : elle se calcule à partir de la fréquence. C'est l'étape que les élèves sautent.

4 Le facteur de puissance $\cos \varphi$ (C4)**Définition — Facteur de puissance**

Le **facteur de puissance** d'un dipôle est le **cosinus** de son déphasage :

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

C'est un nombre **sans unité**, compris entre 0 et 1.

Exemple — Du déphasage au facteur de puissance

Pour $\varphi = 54^\circ$: $\cos 54^\circ \approx 0,59$.

Pour $\varphi = 36^\circ$: $\cos 36^\circ \approx 0,81$.

Pour $\varphi = 0^\circ$: $\cos 0^\circ = 1$ — le cas du dipôle purement résistif.

Proposition — Ordres de grandeur en atelier

Type d'appareil	Exemple	$\cos \varphi$
résistif	radiateur, plaque chauffante	≈ 1
moteur en charge	scie, toupie, compresseur	0,8 à 0,9
moteur à vide	machine qui tourne sans couper	0,3 à 0,5

Valeurs indicatives, pour vérifier qu'un résultat est plausible.

Erreur fréquente — La calculatrice doit être en degrés

$\cos 54^\circ$ vaut environ 0,59. Si la machine affiche $-0,83$, elle est en **radians** : il faut changer de mode. Un facteur de puissance est toujours **positif** et inférieur ou égal à 1.

Application 4 – Trois appareils

- Un moteur présente un déphasage de 32° . Calculer son facteur de puissance, arrondi au centième.
- Une plaque chauffante ne présente aucun déphasage. Que vaut son facteur de puissance ?
- Un élève trouve $\cos \varphi = 1,4$. Que peut-on en dire sans même connaître l'énoncé ?

Correction — Application 4

- $\cos 32^\circ \approx 0,85$.
- $\varphi = 0^\circ$, donc $\cos \varphi = 1$.
- C'est **impossible** : un cosinus ne dépasse jamais 1. L'élève a commis une erreur de calcul, ou sa calculatrice n'est pas en degrés.

Conduite : la question c. est un contrôle à installer tôt. Un facteur de puissance supérieur à 1 se détecte sans rien relire.

5 La puissance active $P = UI \cos \varphi$ (C3)**Définition — Puissance active**

La **puissance active** P est la puissance **moyenne** réellement consommée par l'appareil. C'est elle qui est facturée, et c'est elle qui produit le travail.

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

P en watts (W), U et I en valeurs efficaces (V et A), $\cos \varphi$ sans unité.

Exemple — Une scie à format

$U = 230 \text{ V}$, $I = 6,5 \text{ A}$, $\cos \varphi = 0,86$.

$$P = 230 \times 6,5 \times 0,86 = 1\,285,7 \text{ W} \approx 1,29 \text{ kW}$$

Erreur fréquente — Sans le $\cos \varphi$, on surestime

Le même appareil sans le facteur : $230 \times 6,5 = 1\,495 \text{ W}$. On annoncerait 210 W de trop. Pour un **moteur**, oublier le $\cos \varphi$ est une erreur de modèle, pas une approximation.

Remarque — Le cas du chapitre 1

Au chapitre 1, on écrivait $P = U \times I$. C'était le cas du **courant continu**, et celui des appareils **purement résistifs**, pour lesquels $\cos \varphi = 1$: la relation de ce chapitre les contient.

Application 5 – Deux machines de l'atelier

Une toupie absorbe 8 A sous 230 V avec $\cos \varphi = 0,88$. Une scie à ruban absorbe 12 A sous 230 V avec $\cos \varphi = 0,90$.

- Calculer la puissance active de chaque machine.
- Calculer la puissance active totale, en kW.
- Si l'on avait oublié les facteurs de puissance, de combien aurait-on surestimé le total ?

Correction — Application 5

- Toupie : $230 \times 8 \times 0,88 = 1\,619,2 \text{ W}$. Scie à ruban : $230 \times 12 \times 0,90 = 2\,484 \text{ W}$.
- $1\,619,2 + 2\,484 = 4\,103,2 \text{ W}$, soit environ 4,1 kW.
- Sans les facteurs : $230 \times 8 + 230 \times 12 = 1\,840 + 2\,760 = 4\,600 \text{ W}$. On aurait surestimé de $4\,600 - 4\,103 = 497 \text{ W}$, soit près de 0,5 kW.

Conduite : faire remarquer que l'écart n'est pas négligeable — c'est la puissance d'une petite machine.

6 Mesurer une puissance active (C6)**Méthode — Deux façons de mesurer P**

- Le **wattmètre** affiche directement la puissance active, en watts. Certains modèles affichent aussi U , I et $\cos \varphi$.
- Un **système d'acquisition** enregistre $u(t)$ et $i(t)$, calcule leur **produit** à chaque instant, puis en prend la **moyenne** : c'est la puissance active.

Remarque — Pourquoi une moyenne ?

Le produit $u(t) \times i(t)$ change à chaque instant : il est tantôt grand, tantôt nul, parfois même négatif quand les deux courbes n'ont pas le même signe. Ce que consomme réellement l'appareil, c'est la **moyenne** de ce produit sur une période — et c'est exactement ce que vaut $U I \cos \varphi$.

Application 6 – Ce qu'affiche le wattmètre

Un wattmètre branché sur une ponceuse affiche : $P = 1\,400 \text{ W}$, $U = 230 \text{ V}$, $I = 8,0 \text{ A}$.

- Calculer le produit $U \times I$.
- Ce produit est-il égal à la puissance affichée ? Expliquer.
- Que vaudrait le produit $U \times I$ si l'appareil était purement résistif ?

Correction — Application 6

- $230 \times 8,0 = 1\,840 \text{ W}$ — plus exactement 1 840 VA, voir le §10.
- Non** : le wattmètre affiche 1 400 W, soit moins. La différence vient du **déphasage** : l'appareil n'est pas purement résistif, son facteur de puissance est inférieur à 1.
- Pour un appareil purement résistif, $\cos \varphi = 1$ et le produit $U \times I$ serait **égal** à la puissance active.

Conduite : c'est l'application qui prépare le §7. L'écart entre le produit et l'affichage est l'information : il contient le facteur de puissance.

7 Retrouver $\cos \varphi$ à partir des mesures (C4)

Proposition — Le facteur de puissance se déduit de trois mesures

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

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

Il suffit donc d'un wattmètre, d'un voltmètre et d'un ampèremètre.

Exemple — La ponceuse du §6

$P = 1\,400\text{ W}$, $U = 230\text{ V}$, $I = 8,0\text{ A}$:

$$\cos \varphi = \frac{1\,400}{230 \times 8,0} = \frac{1\,400}{1\,840} \approx 0,76$$

Valeur plausible pour un moteur en charge partielle.

Erreur fréquente — Un résultat supérieur à 1 signale une erreur

Si le calcul donne plus de 1, c'est que P et $U \times I$ ont été intervertis, ou qu'une valeur est fautive. Un facteur de puissance ne dépasse jamais 1.

Application 7 – Deux mesures d'atelier

- Un wattmètre mesure $1\,150\text{ W}$ sur une scie à ruban, pour $U = 230\text{ V}$ et $I = 6\text{ A}$. Calculer $\cos \varphi$.
- Une ponceuse à bande a une puissance active de 920 W et absorbe $4,5\text{ A}$ sous 230 V . Calculer son facteur de puissance.
- Ces deux valeurs sont-elles plausibles pour des moteurs ? S'appuyer sur le tableau du §4.

Correction — Application 7

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

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

c. **Oui** : les deux valeurs tombent dans la plage 0,8 à 0,9 annoncée pour un moteur en charge.

Conduite : exiger le contrôle de plausibilité du c. à chaque fois. C'est la seule façon de repérer une erreur de saisie quand on n'a pas la correction sous les yeux.

8 Un mauvais $\cos \varphi$ fait appeler plus de courant (C5)

Proposition — Le courant appelé

En isolant I :

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

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

Exemple — Deux moteurs de $1\,100\text{ W}$

$$\text{Moteur X, } \cos \varphi = 0,72 : I = \frac{1\,100}{230 \times 0,72} \approx 6,6\text{ A.}$$

$$\text{Moteur Y, } \cos \varphi = 0,95 : I = \frac{1\,100}{230 \times 0,95} \approx 5,0\text{ A.}$$

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

Remarque — Pourquoi cela compte à l'atelier

Un courant plus grand impose des **câbles de plus forte section**, un **disjoncteur de calibre plus élevé**, et il chauffe davantage l'installation. Voilà pourquoi le facteur de puissance intéresse l'électricien autant que le comptable.

Application 8 – Choisir une perceuse d'établi

Deux modèles ont la même puissance active, 750 W, sous 230 V. Le modèle X a $\cos \varphi = 0,75$, le modèle Y a $\cos \varphi = 0,95$.

- Calculer le courant absorbé par chaque modèle.
- Lequel sollicite le moins le réseau ?
- Les deux modèles consomment-ils la même énergie pour un même temps de travail ? Justifier.

Correction — Application 8

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

b. Le modèle **Y** : près d'un ampère de moins pour le même travail.

c. **Oui** : l'énergie facturée se calcule à partir de la puissance **active**, qui est la même (750 W). C'est le *courant* qui diffère, pas l'énergie active consommée.

Conduite : la question c. est contre-intuitive et mérite d'être discutée. Un mauvais facteur de puissance coûte en *installation*, pas directement en kWh sur une facture domestique.

9 Pour aller plus loin : la puissance souscrite, en kVA (hors programme)

Remarque — Hors programme du groupement 3

Le programme ne parle ni d'abonnement ni de kVA. Ce paragraphe relie le courant appelé (§8) à l'abonnement de l'atelier : il éclaire, il n'est pas exigible.

Définition — Puissance souscrite

Un abonnement professionnel fixe une **puissance souscrite**, exprimée en **kilovoltampères (kVA)**. Elle limite le **produit** $U \times I$ que l'installation peut appeler, et non la puissance active seule.

Erreur fréquente — Une moyenne ne garantit pas de ne jamais dépasser

Une puissance moyenne calculée sur un mois peut être très inférieure à la puissance souscrite alors que l'atelier la dépasse quand même : il suffit que plusieurs machines démarrent en même temps. La moyenne lisse les pointes ; l'abonnement, lui, réagit aux pointes.

Application 9 – Une puissance souscrite de 9 kVA

Un atelier a souscrit 9 kVA. Sur le mois, il a consommé 650 kWh en 22 jours ouvrés de 8 h.

- Calculer la durée totale de fonctionnement.
- Calculer la puissance active moyenne sur cette durée.
- Peut-on conclure, avec cette seule moyenne, que la puissance souscrite ne sera jamais dépassée ? Justifier par deux arguments.

Correction — Application 9

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** : 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 de 0,8, 3,69 kW correspondent déjà à environ 4,6 kVA.

Conduite : c'est l'application la plus exigeante du chapitre. Elle réunit les deux idées : moyenne contre pointe, et active contre apparente.

10 Pour aller plus loin : puissance apparente et compensation (hors programme)**Remarque — Hors programme du groupement 3**

Ce paragraphe n'est **pas exigible**. Il explique d'où viennent les **VA** des plaques et des abonnements, et ce que signifie « relever le $\cos \varphi$ » d'un atelier. Le programme du groupement 3 s'arrête à la puissance active et au facteur de puissance.

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

$$S = U \times I \quad \text{et} \quad P = S \times \cos \varphi$$

Un atelier dont le facteur de puissance est faible appelle donc beaucoup de VA pour peu de watts. On peut le **compenser** en installant des condensateurs, qui remontent le $\cos \varphi$ vers 1 : l'installation appelle alors moins de courant pour le même travail.

Erreur fréquente — Ce que la compensation ne fait pas

Elle ne diminue pas la puissance **active**, donc pas l'énergie en kWh que consomment les machines. Elle réduit le **courant** appelé, donc les contraintes sur l'installation et, pour un professionnel, la puissance souscrite nécessaire.

Bilan – Je sais faire**À retenir****La relation du chapitre**

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

P est la puissance **active**, la puissance moyenne réellement consommée. Le **facteur de puissance** $\cos \varphi$ est le cosinus du **déphasage** entre la tension et l'intensité.

Méthode — Les trois formules dérivées

$$\underline{P = U I \cos \varphi \quad \cos \varphi = \frac{P}{U I} \quad I = \frac{P}{U \cos \varphi}}$$

Et pour le déphasage : $\varphi = 360 \times \frac{\Delta t}{T}$, en degrés.

Méthode — Vérifier sa réponse

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 $U \times I$?

Remarque — 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 figurent pas au programme du groupement 3. Le §10 les évoque sans les exiger. Le **coût de l'énergie** en kWh, lui, relève du chapitre 1.