

Version professeur

Physique-chimie – Première Bac Pro

Livret d'activités

Chapitre 2

Évaluer la puissance consommée par un appareil électrique

Édition : 19 septembre 2026 – Naïm Azzouz

Méthode — Mode d'emploi

Cinq activités qui se suivent. On cherche d'abord si un showroom peut allumer tous ses appareils sans faire sauter le disjoncteur — et l'on découvre au passage ce que le calcul ne dit pas encore ; on mesure ensuite au wattmètre quatre appareils très différents ; on dimensionne l'abonnement d'un nouvel atelier ; on choisit une borne de recharge ; et l'on termine par la question qui compte le plus : pourquoi un disjoncteur différentiel sauve une vie. Écrire à chaque fois une phrase de réponse avec son unité. Les corrigés et la conduite pédagogique suivent chaque activité dans cette version.

Repères et ordre de travail

Activité et intitulé complet	Capacités	Pages
Activité 1 – Le showroom et son disjoncteur de 16 A	C1, C3	2
Activité 2 – TP : mesurer U , I , P et $\cos \varphi$	C1, C2, C4	3
Activité 3 – Le bilan de puissance d'un nouvel atelier	C3, C5	4
Activité 4 – La borne de recharge de l'utilitaire	C3, C5	5
Activité 5 – Pourquoi le différentiel a sauvé l'apprenti	Sécurité	6

L'activité 1 se fait **avant le cours** : elle montre la limite du calcul du chapitre 1. L'activité 2 se fait en **salle de TP**, le wattmètre étant branché par l'enseignant. Le **triphasé** et la **puissance réactive** ne figurent pas au programme du groupement 3 : aucune activité ne les emploie.

Rôle : découverte, **avant** le cours ; contexte agencement **Capacités** : C1, C3 **Durée indicative** : 50 min

Activité 1 — Le showroom et son disjoncteur de 16 A

Objectifs : calculer la puissance d'un appareil ; déterminer la puissance maximale qu'un circuit peut fournir ; repérer une surcharge ; découvrir ce que le calcul du chapitre 1 ne dit pas encore.

Prérequis : $P = U \times I$ en courant continu ou pour un appareil résistif.

La situation. Une aménageuse d'intérieur prépare l'ouverture d'un showroom de cuisines. Le local ne dispose que d'un **seul circuit** monophasé, protégé par un disjoncteur de 16 A sous 230 V. Elle veut savoir si tous les équipements peuvent fonctionner ensemble.

Document — les équipements prévus

Équipement	Puissance (W)	Intensité (A)
Éclairage LED (ensemble des spots)	350	1,5
Écran de présentation	230	1,0
Plaque de cuisson (démonstration)	2 300	10,0
Four encastrable (démonstration)	2 500	10,9
Hotte aspirante	180	0,8
Lave-vaisselle (démonstration)	1 800	7,8
Radiateur d'appoint	1 500	6,5

Les appareils sont ici **supposés résistifs**. C'est justement ce que ce chapitre va remettre en question pour certains d'entre eux.

- Vérifier, pour la plaque de cuisson puis pour le radiateur, que la puissance annoncée correspond bien au produit $U \times I$.
- Le disjoncteur coupe au-delà de 16 A. Calculer la puissance maximale que ce circuit peut fournir.
- La plaque de cuisson et le four fonctionnent en même temps. Calculer l'intensité totale. Le disjoncteur tient-il ?
- Proposer une combinaison d'appareils qui reste sous les 16 A, en gardant l'éclairage et l'écran allumés en permanence.
- Deux appareils du tableau contiennent un **moteur**. Lesquels ?
- Pour ces deux-là, l'hypothèse « appareil résistif » est-elle vraiment vérifiée ? Que faudrait-il connaître de plus pour calculer leur puissance réelle ?

Corrigé de l'activité 1

- Plaque : $230 \times 10,0 = 2\,300\text{ W}$. ✓ Radiateur : $230 \times 6,5 = 1\,495\text{ W} \approx 1\,500\text{ W}$. ✓ L'écart de 5 W vient de l'arrondi de la plaque.
- $P_{\max} = 230 \times 16 = 3\,680\text{ W}$, soit environ 3,7 kW.
- $10,0 + 10,9 = 20,9\text{ A}$, bien au-delà de 16 A : le disjoncteur **coupe**. En puissance : $2\,300 + 2\,500 = 4\,800\text{ W}$, pour un maximum de 3 680 W.
- Plusieurs réponses conviennent. Par exemple éclairage + écran + lave-vaisselle : $1,5 + 1,0 + 7,8 = 10,3\text{ A}$. Ou éclairage + écran + plaque : $1,5 + 1,0 + 10,0 = 12,5\text{ A}$. Accepter toute combinaison dont la somme reste sous 16 A.
- La **hotte aspirante** et le **lave-vaisselle** : tous deux contiennent un moteur.
- Non**. Pour un moteur, la tension et l'intensité sont **déphasées**, et le produit $U \times I$ *surestime* la puissance réellement consommée. Il faudrait connaître le **facteur de puissance** de ces appareils — c'est exactement ce que le chapitre va introduire.

Conduite de l'activité. Les questions 1 à 4 se traitent avec les seuls outils du chapitre 1 : c'est voulu. La bascule se fait aux questions 5 et 6, et elle doit venir des élèves. Leur demander de repérer eux-mêmes ce qui distingue la hotte d'un radiateur : l'une chauffe, l'autre fait tourner quelque chose.

Réserve à énoncer : les valeurs du tableau sont des puissances **nominales** de plaque. Une combinaison qui « passe » sur le papier peut encore faire déclencher le disjoncteur au **démarrage** du lave-vaisselle ou de la hotte.

Rôle : les capacités expérimentales du programme ; salle de TP **Capacités :** C1, C2, C4 **Durée indicative :** 55 min

Activité 2 — TP – mesurer U , I , P et $\cos \varphi$ sur quatre appareils

Objectifs : mesurer U , I et la puissance active d'un appareil ; retrouver son facteur de puissance à partir des mesures ; classer des appareils selon leur comportement.

Prérequis : $P = UI \cos \varphi$ et $\cos \varphi = \frac{P}{U \times I}$.

Matériel : un **wattmètre-prise** affichant U , I , P et $\cos \varphi$; quatre appareils d'usage courant. **Le branchement sur le secteur est fait par l'enseignant** ; les élèves lisent, notent et calculent.

Partie A — Les relevés

1. Pour chacun des quatre appareils, relever les quatre valeurs affichées par le wattmètre.

Appareil	U (V)	I (A)	P (W)	$\cos \varphi$ affiché
A — chauffage résistif				
B — perceuse à vide				
C — alimentation d'un appareil électronique				
D — aspirateur				

Partie B — Exploiter les mesures

2. Pour chaque appareil, calculer le produit $U \times I$.

3. Pour chaque appareil, calculer $\frac{P}{U \times I}$.

4. Comparer les résultats de la question 3 au $\cos \varphi$ affiché par le wattmètre. Que constate-t-on ?

Partie C — Classer et conclure

5. Classer les quatre appareils du facteur de puissance le plus élevé au plus faible.

6. Lequel se comporte comme un appareil **purement résistif** ? À quoi le reconnaît-on ?

7. Rédiger une phrase de conclusion : qu'est-ce que le facteur de puissance permet de distinguer entre ces appareils ?

Corrigé de l'activité 2

1. Relevés *attendus*. Les valeurs des élèves seront différentes selon les appareils disponibles : seuls les **ordres de grandeur** et le classement comptent.

Appareil	U (V)	I (A)	P (W)	$\cos \varphi$ affiché
A — chauffage résistif	230	4,35	1 000	1,00
B — perceuse à vide	230	1,10	120	0,47
C — alimentation électronique	230	0,25	25	0,43
D — aspirateur	230	6,00	1 200	0,87

2. A : $230 \times 4,35 = 1\,000$. B : $230 \times 1,10 = 253$. C : $230 \times 0,25 = 57,5$. D : $230 \times 6,00 = 1\,380$.

3. A : $\frac{1\,000}{1\,000} = 1,00$. B : $\frac{120}{253} \approx 0,47$. C : $\frac{25}{57,5} \approx 0,43$. D : $\frac{1\,200}{1\,380} \approx 0,87$.

4. Les valeurs calculées **coïncident** avec le $\cos \varphi$ affiché. C'est normal : le wattmètre mesure P , U et I , et affiche leur rapport. Le calcul refait ce que l'appareil fait.
5. A (1,00), puis D (0,87), puis B (0,47), puis C (0,43).
6. L'appareil **A** : son facteur de puissance vaut 1, donc sa puissance active est **égale** au produit $U \times I$. C'est le cas d'un chauffage : il n'y a aucun moteur, aucune électronique.
7. Exemple attendu : « Le facteur de puissance distingue les appareils qui consomment tout ce qu'ils prennent au réseau — les résistifs — de ceux qui en appellent davantage qu'ils n'en consomment : les moteurs, surtout à vide, et les alimentations électroniques. »

Conduite de l'activité. La question 4 est délicate : elle peut décevoir, puisque le calcul ne fait que retrouver l'affichage. C'est justement le point. Faire dire que le wattmètre ne « sait » rien de plus que les élèves : il mesure trois grandeurs et calcule le rapport, exactement comme eux.

La **perceuse à vide** est l'appareil le plus instructif : elle consomme peu de puissance active, mais avec un très mauvais facteur de puissance. La faire ensuite tourner *en charge*, si le matériel le permet : le $\cos \varphi$ remonte, et les élèves voient que ce n'est pas une caractéristique figée de la machine.

Sécurité : tout branchement sur le secteur est fait par l'enseignant. Les élèves ne manipulent ni prise, ni appareil sous tension. Le wattmètre-prise se branche, et l'on ne touche à rien d'autre.

Rôle : dimensionner une installation ; contexte menuiserie **Capacités** : C3, C5 **Durée indicative** : 50 min

Activité 3 — Le bilan de puissance d'un nouvel atelier

Objectifs : calculer un bilan de puissance ; distinguer puissance installée et puissance appelée en même temps ; choisir un abonnement exprimé en kVA.

Prérequis : $P = UI \cos \varphi$ et ses formules dérivées.

La situation. Une conductrice de travaux équipe un nouveau hangar d'agencement. Elle doit choisir l'abonnement électrique et vérifier que l'installation tiendra.

Document 1 — les cinq zones de l'atelier

Zone	Puissance active	$\cos \varphi$
Usinage (toupie et scie)	15 kW	0,80
Ponçage (aspirateur et ponceuse)	8 kW	0,75
Vernissage (cabine et extraction)	5 kW	0,85
Éclairage (40 tubes LED)	3,2 kW	0,90
Chauffage (aérotherme et résistances)	12 kW	1,00

Document 2 — vocabulaire

La **puissance installée** est la somme des puissances de tous les équipements. En pratique, ils ne fonctionnent jamais tous en même temps : on applique un **coefficient de simultanéité**, de l'ordre de **0,6** pour un atelier de menuiserie.

Un abonnement professionnel s'exprime en **kVA** : il limite le **produit** $U \times I$, que l'on obtient en divisant la puissance active par le facteur de puissance.

- Calculer la puissance active installée totale de l'atelier.
- Pour chaque zone, calculer le produit $U \times I$ correspondant, en kVA.
- Calculer le total de ces produits, en kVA.
- Appliquer le coefficient de simultanéité de 0,6 à ce total.
- L'abonnement se choisit parmi 24 kVA, 30 kVA et 36 kVA. Lequel retenir ? Justifier.
- La zone chauffage a un facteur de puissance de 1,00. Qu'est-ce que cela signifie, et pourquoi n'est-ce pas surprenant ?

Corrigé de l'activité 3

1. $15 + 8 + 5 + 3,2 + 12 = 43,2 \text{ kW}$.

2. On divise chaque puissance active par son facteur de puissance :

Usinage : $\frac{15}{0,80} = 18,75 \text{ kVA}$. Ponçage : $\frac{8}{0,75} \approx 10,67 \text{ kVA}$. Vernissage : $\frac{5}{0,85} \approx 5,88 \text{ kVA}$. Éclairage : $\frac{3,2}{0,90} \approx 3,56 \text{ kVA}$. Chauffage : $\frac{12}{1,00} = 12 \text{ kVA}$.

3. $18,75 + 10,67 + 5,88 + 3,56 + 12 \approx 50,9 \text{ kVA}$.

4. $50,9 \times 0,6 \approx 30,5 \text{ kVA}$.

5. 24 kVA est insuffisant et 30 kVA est tout juste dépassé : il faut retenir 36 kVA. Choisir 30 kVA laisserait l'atelier sans aucune marge, et la moindre pointe ferait disjoncter.

6. Un facteur de puissance de 1,00 signifie que la zone est **purement résistive** : tension et intensité ne sont pas déphasées. Ce n'est pas surprenant pour un **chauffage**, qui ne contient ni moteur ni électronique de puissance — seulement des résistances.

Conduite de l'activité. La question 2 est celle qui fait comprendre l'intérêt du chapitre : la zone usinage ne pèse que 15 kW en puissance active, mais 18,75 kVA pour le réseau. C'est le facteur de puissance qui creuse l'écart, et c'est lui que l'abonnement paie.

Faire remarquer que le chauffage, lui, ne coûte rien de plus en kVA que ce qu'il consomme en kW : les 12 kW deviennent 12 kVA.

Réserve à énoncer : le coefficient de simultanéité de 0,6 est une valeur **d'usage**, pas une mesure. Une étude réelle s'appuie sur le fonctionnement observé de l'atelier. Et additionner les kVA de zones dont les facteurs de puissance diffèrent donne, là encore, une **estimation majorante**.

Rôle : choisir un équipement ; ouverture mobilité électrique **Capacités :** C3, C5 **Durée indicative :** 45 min

Activité 4 — La borne de recharge de l'utilitaire

Objectifs : calculer une énergie de recharge et une durée ; relier une puissance de borne à l'intensité appelée ; choisir un équipement selon des critères techniques.

Prérequis : $E = P \times t$, $P = U I \cos \varphi$ et $I = \frac{P}{U \cos \varphi}$.

La situation. Un menuisier vient d'acheter un **utilitaire électrique** pour ses livraisons. Il doit installer une borne de recharge dans son atelier.

Document 1 — l'utilitaire

Capacité utile de la batterie	47 kWh
Consommation moyenne en usage atelier	30 kWh pour 100 km
Trajet quotidien de livraisons	80 km

Document 2 — trois bornes possibles

Borne	Puissance	Alimentation
Option A	3,7 kW	monophasé 230 V
Option B	7,4 kW	monophasé 230 V
Option C	22 kW	triphasé (non étudié cette année)

Pour les bornes monophasées, on retiendra un facteur de puissance de 1,00 : l'électronique de charge est conçue pour cela.

1. Calculer l'énergie à recharger chaque soir après les 80 km de livraisons.
2. Cette énergie tient-elle dans la capacité utile de la batterie ?
3. Calculer la durée de recharge avec l'option A, puis avec l'option B.
4. L'atelier ferme à 18 h et rouvre à 8 h. Les deux options conviennent-elles ?

5. Calculer l'intensité appelée par l'option B. Quel calibre de disjoncteur faut-il, parmi 20 A, 32 A et 40 A ?
6. À 0,20 € le kWh, calculer le coût quotidien de la recharge.

Corrigé de l'activité 4

1. $E = \frac{30 \times 80}{100} = 24 \text{ kWh}$.
2. **Oui** : 24 kWh sur 47 kWh utiles, soit un peu plus de la moitié de la batterie.
3. Option A : $t = \frac{24}{3,7} \approx 6,5 \text{ h}$. Option B : $t = \frac{24}{7,4} \approx 3,2 \text{ h}$.
4. **Oui**, les deux : l'atelier est fermé 14 h, largement plus que les 6,5 h de l'option A. L'option B n'est nécessaire que si le véhicule doit repartir dans la journée.
5. $I = \frac{7400}{230 \times 1,00} \approx 32,2 \text{ A}$. Il faut donc un calibre supérieur à 32 A : le 40 A. Un disjoncteur de 32 A serait exactement à la limite, sans aucune marge.
6. Coût = $24 \times 0,20 = 4,80 \text{ €}$ par jour.

Conduite de l'activité. La question 4 est celle qui décide : une borne plus puissante ne sert à rien si le véhicule dort quatorze heures. C'est un bon exemple de calcul juste menant à une décision qui ne dépend pas que du calcul.

La question 5 surprend : 7,4 kW en monophasé, cela fait plus de 32 A. C'est précisément pourquoi les bornes plus puissantes passent en triphasé — que le programme du groupement 3 n'étudie pas.

Réserve à énoncer : le calcul ignore le **rendement de la charge** — une partie de l'énergie est perdue en chaleur dans le chargeur et la batterie — ainsi que la consommation qui varie avec la charge transportée, le froid et la conduite. Les 24 kWh sont une estimation basse. Et l'installation d'une borne relève d'un professionnel habilité.

Rôle : le domaine transversal Sécurité **Capacités** : Sécurité **Durée indicative** : 45 min

Activité 5 — Pourquoi le différentiel a sauvé l'apprenti

Objectifs : comprendre le rôle d'un disjoncteur différentiel ; le distinguer d'un disjoncteur classique ; justifier les protections d'un atelier humide.

Prérequis : lire un tableau de données ; calculer un quotient.

La situation. Dans un atelier de menuiserie, un apprenti a reçu une décharge en touchant la carcasse métallique d'une défonceuse, les mains mouillées. Le **disjoncteur différentiel** a coupé immédiatement. Un électricien vient comprendre ce qui s'est passé.

Document 1 — effets d'un courant traversant le corps humain

Intensité	Effet
1 mA	seuil de perception, picotement
10 mA	contraction des muscles, lâcher-prise impossible
30 mA	paralysie respiratoire possible
100 mA	risque vital immédiat

Document 2 — l'installation

Tension de l'atelier : 230 V. Résistance du corps humain, mains mouillées : environ 1 000 Ω (valeur indicative).

Le disjoncteur différentiel de l'atelier a une sensibilité de 30 mA : il coupe le circuit dès qu'il détecte une fuite de courant supérieure à cette valeur.

1. Calculer l'intensité qui a traversé le corps de l'apprenti, en ampères puis en milliampères. On utilisera $I = \frac{U}{R}$.
2. Situer cette valeur dans le tableau du document 1. Qu'aurait-il pu arriver sans protection ?

3. Pourquoi le disjoncteur différentiel a-t-il coupé, alors qu'un disjoncteur ordinaire de 16 A n'aurait rien fait ?
4. Compléter : un disjoncteur **ordinaire** protège contre ... ; un disjoncteur **différentiel** protège contre ...
5. Citer deux mesures à prendre dans un atelier où l'on travaille les mains humides.

Corrigé de l'activité 5

1. $I = \frac{230}{1\,000} = 0,23 \text{ A} = 230 \text{ mA}$.

2. 230 mA dépasse largement les 100 mA du tableau : sans protection, l'accident aurait pu être **mortel**. Bien avant cela, dès 10 mA, l'apprenti n'aurait déjà plus pu lâcher la machine.

3. Le disjoncteur ordinaire surveille le courant qui traverse le **circuit** : il coupe à partir de 16 A. Or les 230 mA passés dans le corps ne représentent que 0,23 ampère — très en dessous de son seuil. Le **différentiel**, lui, compare le courant qui part et celui qui revient : dès qu'une partie **s'échappe** par la terre — ici par le corps de l'apprenti — il coupe, à partir de 30 mA.

4. Un disjoncteur **ordinaire** protège contre les **surcharges** et les **courts-circuits**, donc contre l'échauffement de l'installation. Un disjoncteur **différentiel** protège contre les **fuites de courant vers la terre**, donc contre l'électrisation des personnes.

5. Deux mesures parmi : vérifier la présence et le bon fonctionnement du différentiel (bouton test) ; maintenir la **mise à la terre** des machines ; ne pas travailler avec les mains mouillées ni sur un sol détrempé ; faire contrôler les câbles et les carcasses ; utiliser des appareils de classe II ; signaler immédiatement toute machine qui « picote ».

Conduite de l'activité. C'est l'activité la plus importante du livret, et la seule qui ne porte pas sur un calcul. La question 3 est le cœur : deux protections différentes, deux dangers différents. Beaucoup d'élèves croient qu'un disjoncteur protège les personnes ; il protège d'abord l'installation.

Faire manipuler le **bouton test** d'un différentiel si le tableau de l'atelier est accessible et que l'établissement l'autorise : c'est un geste d'une seconde, à faire tous les mois, et personne ne le fait.

Réserve à énoncer : la résistance du corps humain n'est pas une constante. Elle dépend de l'humidité, du trajet du courant, de la surface de contact. Les $1\,000 \Omega$ sont une valeur **indicative** retenue pour l'exercice, et le calcul ne prétend pas décrire exactement ce qui s'est passé. Toute intervention sur une installation électrique relève d'une personne **habilitée**.