Maquette Énergie d'une installation domestique 09899

NOTICE

Retrouvez l'ensemble de nos gammes sur : www.pierron.fr

PIERRON
ÉQUIPEMENT PÉDAGOGIQUE SCIENTIFIQUE

PIERRON - ASCO & CELDA • CS 80609 • 57206 SARREGUEMINES Cedex • France
Tél. : 03 87 95 14 77 • **Fax :** 03 87 98 45 91
E-mail : education-france@pierron.fr

Présentation

1 - Introduction

Cette maquette permet d'étudier les notions de puissance et d'énergie d'une installation électrique semblable à une installation domestique composée de trois lampes montées en dérivation.

Elle offre la possibilité aux élèves de rechercher le lien entre diverses grandeurs physiques : tension appliquée **U**, intensité du courant **I**, puissance **P** et énergie électrique **E** consommée par un ou plusieurs dipôles en service pendant une durée **Δt** à chronométrer, et par suite de sensibiliser aux économies d'énergie.

Cet ensemble compact est équipé d'un « multimètre-compteur » (mesureur notamment de **U**, **I**, **P** et **E**), de trois lampes (12 V / 0,5 A) fonctionnant de façon indépendante à l'aide d'interrupteurs, de 4 bornes de connexion. Il présente l'avantage de pouvoir expérimenter en toute sécurité en courant continu, grâce à son alimentation basse tension (12 V / 2 A) intégrée.

L'expérimentation est immédiate : il suffit de mettre en fonctionnement une, deux ou trois lampes et d'exploiter les mesures selon la démarche pédagogique choisie.

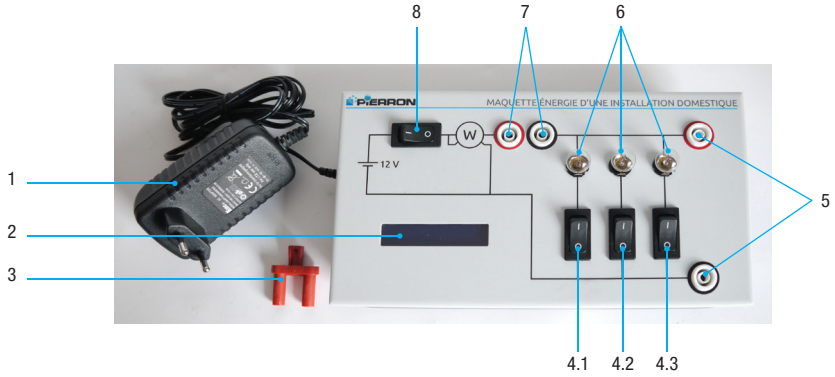
De plus, la connectique du boîtier est conçue pour contrôler éventuellement les indications de tension et d'intensité données par l'afficheur, pour tester d'autres dipôles (12 V) **à condition que la puissance de la totalité du circuit en fonctionnement ne soit pas supérieure à 22 W**.

2 - Contenu de l'emballage

- Un boîtier équipé d'un « multimètre-compteur »
- Un adaptateur secteur
- Trois lampes
- Un shunt
- Une notice

Caractéristiques

- Alimentation : 12 V (adaptateur secteur livré)
- Lampes culot E10 12 V / 0,5 A
- Dipôles compatibles : U = 12 V et $P_{totale} < 22$ W
- Raccordement sur douilles double puits Ø 4 mm
- Dimensions (L x l x h) : 240 x 127 x 37 mm
- Masse : 360 g

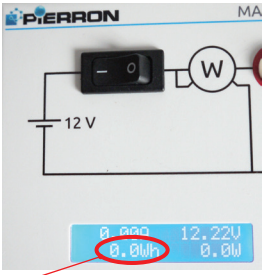


(1) : Adaptateur secteur (230 V / 12 V - 2 A)
(2) : Affichages du compteur
(3) : Shunt pour les deux bornes (7)
(4) : Interrupteur (x 3) : 4.1, 4.2, 4.3
(5) : Bornes de connexion : voltmètre ou dipôle externe
(6) : Lampe (12 V / 0,5 A) (x 3)
(7) : Bornes de connexion : ampèremètre ou shunt
(8) : Interrupteur général de l'alimentation

Le multimètre-compteur

Le multimètre-compteur est appelé par la suite, plus simplement, « compteur ».
Les mesures sont automatiquement mises à jour toutes les 0,4 s.
Depuis la mise en fonctionnement, il affiche :

- en permanence, à la fois :
  - l'intensité **I** (en **A**) du courant dans le circuit principal (valeur moyenne sur le dernier intervalle de mise à jour) ;
  - la tension **U** (en **V**), valeur commune à chaque dérivation (valeur moyenne sur le dernier intervalle de mise à jour) ;
  - la puissance électrique **P** (en **W**) du circuit en fonctionnement (valeur moyenne sur le dernier intervalle de mise à jour) ;



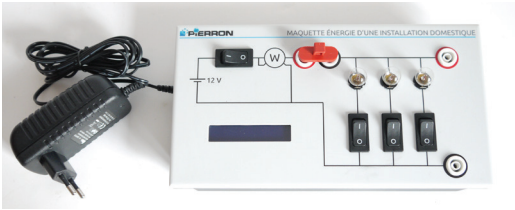
- en mode séquentiel, dans le « **data** », toutes les 2 secondes :
  - la quantité d'électricité totale transportée en **A.h** (affichage **Ah**) ;
  - l'énergie totale **E** consommée en **W.h** (affichage **Wh**) ;
  - l'intensité maximale du courant (affichage : **Ap**) ;
  - la tension minimale (affichage : **Vm**) ;
  - la puissance maximale (affichage : **Wp**).

La remise à zéro des données du data ne s'effectue qu'en mettant hors tension le compteur à l'aide de l'interrupteur général.

1 - Faire le lien entre tension, intensité et puissance

1.1. Matériel nécessaire

- ❏ une maquette avec le shunt et son adaptateur secteur
- ❏ un multimètre (non fourni) : un ou deux (au choix)
- ❏ des cordons de connexion (x 2 ou x 4) (non fournis)



1.2. But de l'expérience

Il s'agit de faire le lien entre tension, intensité et puissance d'un ou plusieurs dipôles.

1.3. Mode opératoire général

Le mode opératoire ne présente aucune difficulté. Initialement, les quatre interrupteurs sont ouverts.

- Connecter le jack de l'adaptateur *(1)* au jack du boîtier de la maquette, **équipé de son shunt**.
- Connecter au secteur la prise-secteur de l'adaptateur.
- Fermer le circuit principal à l'aide de l'interrupteur (8) et attendre l'affichage des mesures.
- Mettre en fonction une, deux ou trois lampes en fermant les interrupteurs correspondants *(4)*.
- Exploiter les indications du compteur selon la démarche pédagogique choisie.

1.4. Exemple de mise en œuvre et exploitation

Ce qui suit propose un exemple de démarche pédagogique que la maquette permet de mettre à profit.

1.4.1. Appropriation du dispositif hors tension

- Dévisser une lampe au choix : les trois sont « identiques » ; relever les indications inscrites sur le culot ; préciser à quoi elles correspondent.

  Les indications de chaque lampe correspondent à ses caractéristiques fonctionnelles, autrement dit, à ses conditions normales d'utilisation : sous une tension de 12 V, l'intensité du courant qui la traverse est de 0,5 A.

  Le fabricant commercialise chacune de ces lampes comme étant une lampe de puissance **6 W**.

Trouver une justification, à priori, de cette valeur.

Il s'agit d'une première approche intuitive de la notion de puissance ; les valeurs numériques peuvent induire que : **P = U.I**

- Déterminer la nature du montage des trois lampes à partir du schéma du montage. En déduire si leur fonctionnement est indépendant ou non.

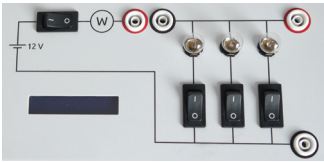
  Il s'agit d'un montage en dérivation : donc, le fonctionnement de chaque dérivation est indépendant.

- En s'aidant du schéma du montage du boîtier, faire un nouveau schéma de façon à pouvoir mesurer à l'aide d'un multimètre :
  - l'intensité du courant principal ;
  - la tension aux bornes de chaque dérivation.

  Prévoir le choix du calibre dans chacun des cas : mesure de l'intensité, mesure de la tension.

Remarque :

Le schéma comporte le wattmètre, quadripôle inconnu au Collège. Pour ne pas en compliquer sa compréhension, on pourra partir d'une représentation « simplifiée » comme ci-contre.



Enlever le shunt et placer le multimètre utilisé en ampèremètre en *(7)*.
Replacer le shunt et placer le multimètre utilisé en voltmètre en *(5)*.

L'intensité prévue est de 3 x 0,5 = 1,5 A ; d'où, le calibre utilisé est 2 A.
La tension prévue est de l'ordre de 12 V ; d'où, le calibre utilisé est 20 V.

1.4.2. Mesures données par le compteur

- Ouvrir initialement les quatre interrupteurs : *(8)*, *(4.1)*, *(4.2)* et *(4.3)*.
- Connecter l'adaptateur au secteur.
- Fermer l'interrupteur principal *(8)* et observer les indications données en *(2)* par le compteur.
- Vérifier que les lampes fonctionnent indépendamment l'une de l'autre en fermant tour à tour un seul des interrupteurs *(4.1)*, *(4.2)* et *(4.3)* ; observer et noter les indications données dans chaque cas par le compteur pour les valeurs de **I** et **U**.
- Dans chaque cas, confronter les indications du compteur (**I** et **U**) avec les mesures effectuées avec le multimètre. Conclure.

Le compteur donne donc la mesure de l'intensité du courant principal et la tension aux bornes de chaque dérivation, aux incertitudes de mesures près.
On pourra donc par la suite se passer de l'utilisation du multimètre et relever les mesures données par le compteur.

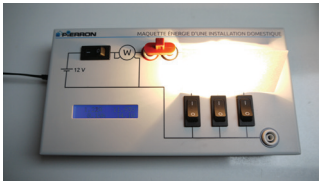
Précaution d'usage : toujours ouvrir l'interrupteur principal avant d'insérer le multimètre pour faire une mesure.

1.4.3. Notion de puissance

- L'adaptateur secteur étant connecté, ouvrir les quatre interrupteurs : *(8)*, *(4.1)*, *(4.2)* et *(4.3)*.
- Fermer l'interrupteur principal *(8)*.
- Relever les mesures de **I** (A), **U** (V) et **P** (en W) et dresser un tableau dans les quatre cas suivants :
  - les trois interrupteurs *(4.1)*, *(4.2)* et *(4.3)* sont ouverts ;
  - puis en fermant successivement les trois interrupteurs (éclairage d'une lampe, puis deux, puis trois).
- Exploiter les mesures pour relier entre elles les grandeurs **P**, **U** et **I**. Conclure.

Remarques pratiques :

Les valeurs de **U** et **I** étant légèrement fluctuantes, essayer de prendre ces deux valeurs simultanément pour une meilleure précision du résultat.
Afin de ne pas être gêné à la longue par la luminosité des lampes, on peut prévoir de les recouvrir avec un petit cache en papier (en « cavalier » : **Λ**).



1.4.4. Illustrations

L'exploitation des mesures conduit à confronter la mesure de la puissance donnée par le compteur et celle qui résulte du calcul **U.I**

Mesures			Calcul	Écart relatif	
I (A)	U (V)	P(W)	P (W) = U.I	Mesure	Calcul
0,00	12,21	0,0	0,0	.	
0,51	12,11	6,1	6,2	1,2%	
0,86	12,02	10,3	10,3	0,4%	
1,23	11,92	14,6	14,7	0,4%	

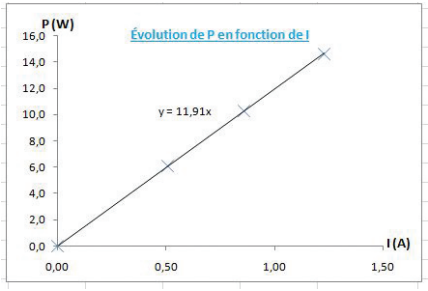
On vérifie ainsi expérimentalement que dans de très bonnes conditions : **P = U.I** (tableau ci-dessus). La démarche consiste donc à donner la formule **P = U.I** et à **vérifier** sa validité.

Compte tenu que la tension est pratiquement constante, on peut aussi faire construire la courbe **P = f(I)**, (même si le nombre de points est limité : 4), pour montrer que le

coefficient directeur est proche de **U**, et par suite **induire** la relation : **P = U.I**.

On vérifie ainsi que l'on obtient une droite passant par l'origine dont le coefficient directeur est proche de la valeur de la tension.

D'où l'équation : **P = U.I**



Dans une telle installation, la puissance est d'autant plus grande que le nombre d'appareils utilisés est grand.

2 - Faire le lien entre puissance, durée et énergie consommée

2.1. Matériel nécessaire

❏ une maquette avec le shunt et son adaptateur secteur

❏ un chronomètre ayant la possibilité de faire une mesure cumulée du temps (non fourni)

2.2. But de l'expérience

Il s'agit de vérifier que l'énergie consommée est liée à la puissance, à la durée d'utilisation, et par suite au nombre d'appareils en fonctionnement dans ce type d'installation.

2.3. Expérimentation

2.3.1. Mode opératoire pour la mesure de l'énergie E

La grandeur énergie **E** s'affiche toutes les 10 s dans le **data**.

La précision du compteur d'énergie est de 0,1 W.h et la puissance d'une lampe est de 6 W si elle fonctionne à « plein régime ». Dans ce cas, l'indication du compteur change de 0,1 W.h toutes les 60 s. Aussi pour que l'incertitude sur la mesure de la durée **Δt** soit minimisée, il convient :

- d'une part, de laisser dérouler l'expérience sur une durée suffisamment grande (5 minutes au minimum) ;
- d'autre part, d'observer l'évolution de l'affichage de la mesure de **E** et d'arrêter le chronomètre **tout de suite après avoir observé une augmentation de 0,1 W.h** de la mesure de **E**.

On améliore la précision de la mesure de **Δt** en augmentant la puissance du montage. En effet, théoriquement, à plein régime, la mesure de **E** change toutes les 30 s avec deux lampes (soit 12 W), et toutes les 20 s avec trois lampes (soit 18 W).

2.3.2. Expérience : vérification de la relation liant E, P et Δt

- Ouvrir initialement les quatre interrupteurs : *(8)*, *(4.1)*, *(4.2)* et *(4.3)*.
- Connecter l'adaptateur secteur.
- Fermer l'interrupteur *(8)*.
- Observer les mesures qui défilent toutes les 2 secondes, dans le **data** : repérer celle qui correspond à l'énergie électrique (notée par la suite **E**) et dont l'unité est **Wh** (ou W.h). Relever **P** et **E** à t= 0 s.
- Fermer l'interrupteur *(4.1)* et déclencher simultanément le chronomètre pour une durée minimale de 5 minutes.
- **Après au moins 5 minutes** d'expérience, relever la valeur de **E** (Wh) et arrêter le chronomètre **en suivant le mode opératoire décrit en *§ 2.3.1***.
  Relever la valeur de la durée correspondante et la valeur de **P** (une « moyenne » en cas de fluctuation).
  Dresser un tableau de mesures comme ci-dessous.

Mesures			Calcul
P (W)	Δt (s)	E (Wh)	E (Wh) = P.Δt

- Remettre à **0** le **data** en fermant l'interrupteur *(8)* puis l'ouvrir et faire comme précédemment avec deux lampes en fonctionnement : simultanément, fermer les deux interrupteurs *(4.1)* et *(4.2)* et déclencher le chronomètre pour une durée minimale de 5 minutes.
  (On n'oubliera pas que la remise à zéro des données du **data** ne s'effectue qu'en mettant hors tension le compteur à l'aide de l'interrupteur général.)
- Faire de même avec trois lampes en fonctionnement.
- Vérifier que l'énergie, la puissance et la durée sont liées par la relation **E = P.Δt** : compléter la colonne « Calcul » du tableau ci-dessus. Attention à la cohérence des unités : durée en **secondes** et énergie en **watt.heure**.

Exemple

Mesures			Calcul	Écart relatif	
P (W)	Δt (s)	E (Wh)	E (Wh) = P.Δt	Mesure	Calcul
6,0	347	0,6	0,6	3,7%	
9,9	384	1,1	1,1	4,2%	
14,2	336	1,4	1,3	5,6%	

2.3.3. Expérience : proportionnalité entre E et Δt ; courbe E = fΔt)

- Ouvrir initialement les quatre interrupteurs : *(8)*, *(4.1)*, *(4.2)* et *(4.3)*.
- Fermer l'interrupteur *(8)*.
- Fermer l'interrupteur *(4.1)* et déclencher simultanément le chronomètre utilisé avec durée cumulée.
- Relever la durée écoulée pour toute consommation d'énergie de 0,1 Wh en 0,1 Wh : arrêter le chrono, relever la durée, relancer le chrono en mode « durée cumulée ». Compléter le tableau ci-dessous.

E (Wh)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
E (J)																
Δt (s)																

- Tracer le graphe qui traduit l'évolution de **E** en fonction de **Δt**. Déterminer la nature du graphe. Conclure.

Remarque :

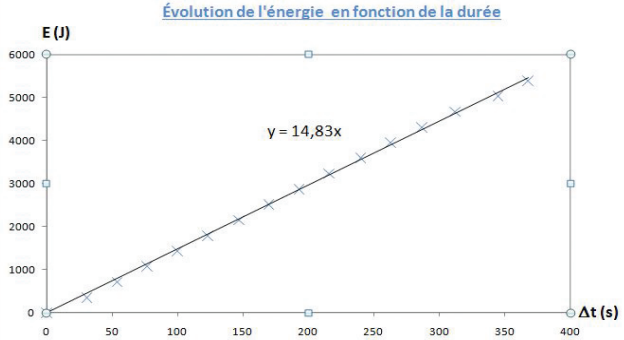
Il est judicieux de se placer dans l'unité légale d'énergie : le joule **J**, sachant que :
1 W.h = 3600 J
Dans ce cas, déterminer l'équation de la courbe obtenue et conclure sur la relation **E**, **P** et **Δt**.

- Reprendre l'étude précédente avec deux lampes ; avec trois lampes. Comparer les résultats. Conclure.

Exemple

Cas du fonctionnement simultané des trois lampes : **P** = 14,2 W.

E (Wh)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
E (J)	0	360	720	1080	1440	1800	2160	2520	2880	3240	3600	3960	4320	4680	5040	5400
Δt (s)	0	31	54	77	100	123	147	170	193	216	240	263	287	312	345	368



On vérifie qu'il y a proportionnalité entre énergie consommée et durée de fonctionnement. L'équation de la courbe induit la relation :

$$E = P.\ \Delta t$$

Dans ce type d'installation, l'énergie consommée augmente avec le nombre d'appareils utilisés et la durée d'utilisation. D'où les conséquences évidentes pour économiser de l'énergie : appareil peu puissant, utilisé sur une courte durée.

3 - Prolongement possible

Il est possible de prolonger l'étude précédente avec tout autre dipôle à votre convenance qui fonctionne sous une tension de 12 V continue. Il suffit de le connecter aux deux bornes *(5)*, à la place d'un voltmètre.

Il faut cependant veiller alors à ce que la puissance totale du circuit ne dépasse pas 22 W.

1 - Entretien

Aucun entretien particulier n'est nécessaire au fonctionnement de votre appareil.
Toutes les opérations de maintenance ou de réparation doivent être réalisées par PIERRON - ASCO & CELDA. En cas de problème, n'hésitez pas à contacter le Service Clients.

2 - Garantie

Les matériels livrés par PIERRON - ASCO & CELDA sont garantis, à compter de leur livraison, contre tous défauts ou vices cachés du matériel vendu. Cette garantie est valable pour une durée de 2 ans après livraison et se limite à la réparation ou au remplacement du matériel défectueux. La garantie ne pourra être accordée en cas d'avarie résultant d'une utilisation incorrecte du matériel.
Sont exclus de cette garantie : la verrerie de laboratoire, les lampes, fusibles, tubes à vide, produits, pièces d'usure, matériel informatique et multimédia.
Certains matériels peuvent avoir une garantie inférieure à 2 ans, dans ce cas, la garantie spécifique est indiquée sur le catalogue ou document publicitaire.
Le retour de matériel sous garantie doit avoir notre accord écrit.
Vices apparents : nous ne pourrons admettre de réclamation qui ne nous serait pas parvenue dans un délai de quinze jours après livraison au maximum. À l'export, ce délai est porté à un mois.
La garantie ne s'appliquera pas lorsqu'une réparation ou intervention par une personne extérieure à notre Société aura été constatée.

ÉQUIPEMENT PÉDAGOGIQUE SCIENTIFIQUE

PIERRON - ASCO & CELDA
CS 80609 • 57206 SARREGUEMINES Cedex • France
Tél. : 03 87 95 14 77
Fax : 03 87 98 45 91
E-mail : education-france@pierron.fr