T.P. Cellule Photovoltaïque 35015

NOTICE

Scannez
et découvrez !

Pour scanner, téléchargez l'app Unitag gratuite sur unitag.io/app

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

1 - Introduction

Ce dispositif constitue un ensemble compact, très ergonomique, immédiatement prêt à l'emploi pour réaliser une étude expérimentale complète sur le « comportement » d'une cellule photovoltaïque.

Il est particulièrement bien conçu pour répondre aux compétences exigibles des programmes de Terminale sur une cellule photovoltaïque, en particulier :

- montrer l'utilisation et le fonctionnement de la cellule photovoltaïque, convertisseur de l'énergie rayonnante en énergie électrique ;
- tracer la caractéristique **i = f(u)** et exploiter le graphe : tension à vide, intensité du courant de court-circuit, puissance électrique, résistance d'utilisation maximisant la puissance électrique délivrée, générateur de courant idéal ;
- effectuer le bilan énergétique d'une cellule photovoltaïque et évaluer son rendement ;
- montrer l'influence de l'éclairement sur son fonctionnement.

Cette maquette est composée :

- d'une cellule photovoltaïque ;
- d'une source lumineuse autonome, réglable en position verticale, qui simule la lumière solaire ;
- d'un circuit électrique avec une résistance réglable spécifique pour faire varier progressivement l'intensité du courant et obtenir des points de mesure convenablement espacés pour tracer la caractéristique **i =f(u)**.

Pour réaliser les expériences, il suffit de connecter un ampèremètre et un voltmètre aux douilles prévues à cet effet.

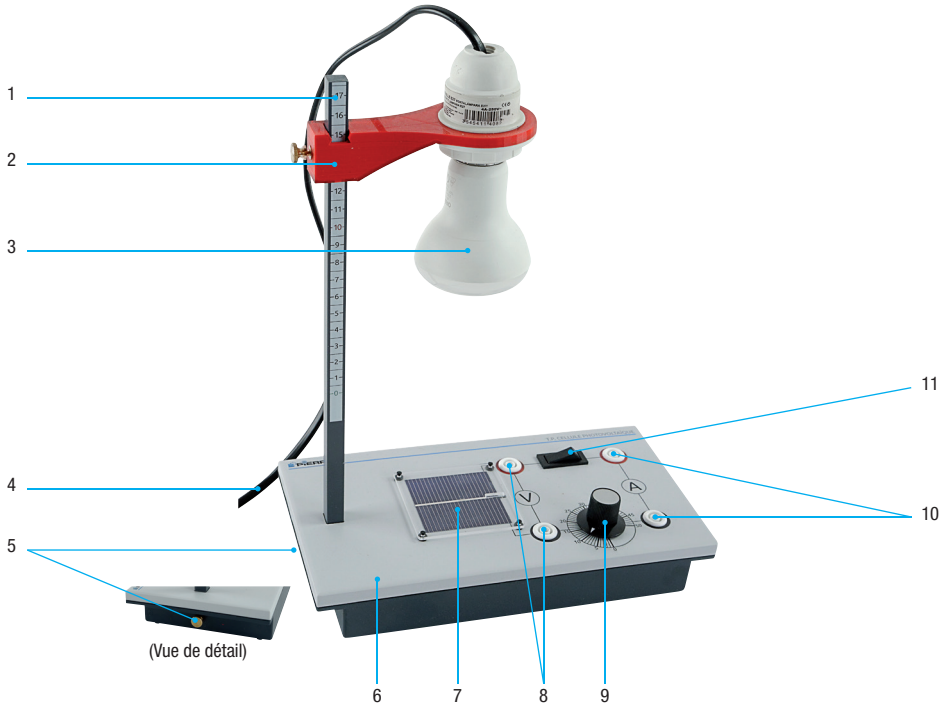
2 - Contenu de l'emballage

- Un boîtier avec cellule photovoltaïque
- Une tige-statif et sa vis de fixation
- Une lampe à LED
- Un cordon d'alimentation au secteur, avec un interrupteur et une douille fixée à un support de douille
- Une notice

Caractéristiques

- Alimentation : 230 V
- Cellule photovoltaïque 52 x 52 mm (0,5 V / 500 mA)
- Lampe LED 8 W au culot E27
- Cordon secteur (230 V) avec interrupteur et douille E27
- Raccordement sur douilles double puits Ø 4 mm
- Boîtier en ABS
- Dimensions du support : 240 x 127 x 37 mm

Description

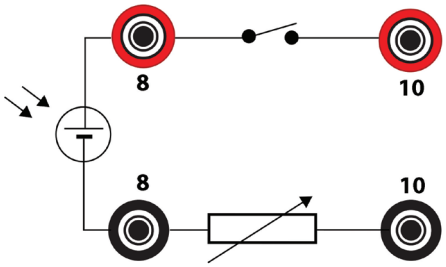


(1) : Tige-statif : section carrée, graduée tous les 5 mm
(2) : Support de douille électrique avec vis moletée
(3) : Lampe à LED au culot E27 (220 V / 8 W)
(4) : Cordon-secteur avec interrupteur et douille
(5) : Vis moletée de fixation du statif au boîtier
(6) : Boîtier
(7) : Cellule photovoltaïque (0,5 V / 500 mA)
(8) : Douille double puits (x2) pour voltmètre
(9) : Résistance réglable
(10) : Douille double puits (x2) pour ampèremètre
(11) : Interrupteur pour circuit I = f(U)

Le « **0** » de la graduation du statif correspond au contact du verre de l'ampoule avec la cellule : **d** = 0 cm. Pour travailler dans de bonnes conditions, il convient de choisir : **d** ≥ 5 cm.

Schéma du circuit d'étude pour la caractéristique I(U), interne au boîtier

Il comprend des composants associés en série ; en parcourant le circuit dans le sens horaire, on trouve : la borne positive de la cellule photovoltaïque, la douille **8** d'entrée du voltmètre, l'interrupteur, les douilles **10** d'entrée et de sortie de l'ampèremètre, la résistance réglable, la douille **8** de sortie du voltmètre, la borne négative de la cellule photovoltaïque.



Pour l'expérimentation, il suffit de connecter correctement les deux multimètres aux douilles prévues à cet effet.

Installation de la maquette

L'ensemble du dispositif est rapidement prêt à l'utilisation :

- Mettre en place la tige-statif *(1)* dans le trou du boîtier *(6)* prévu à cet effet, sérigraphie face à l'expérimentateur.
- Fixer la tige-statif au boîtier à l'aide de la vis moletée *(5)* : introduire la vis au travers du trou situé sur le côté du boîtier *(cf. vue de détail)* et la visser dans l'écrou incrusté dans la tige.
- Introduire le support de douille *(2)* dans la tige-statif *(1)* et l'immobiliser en position choisie à l'aide de sa vis moletée.
- Visser la lampe à LED *(3)* dans la douille reliée au cordon-secteur *(4)*.
- Brancher le cordon-secteur *(4)* à une prise 220 V du secteur pour pouvoir faire fonctionner la lampe.

Avant-propos

Pour des conditions de commodité et de rigueur expérimentale, les expériences utilisent une source de lumière artificielle (lampe à LED) appropriée au dispositif expérimental.
On peut alors considérer que l'éclairement fourni par la lampe est pratiquement constant et suffisamment élevé pour le bon fonctionnement de la cellule photovoltaïque. On **simule** ainsi l'éclairement du Soleil sans ses éventuels inconvénients.
Cependant, l'expérimentation menée ci-dessous ne doit pas masquer l'intérêt d'une cellule photovoltaïque : convertir l'énergie lumineuse du **Soleil** en énergie électrique.
On ne cherche évidemment pas ici à produire de l'énergie électrique à partir d'une source lumineuse qui elle-même utilise de l'énergie électrique, avec toutes les pertes liées aux diverses conversions mises en jeu.
Il s'agit de proposer un dispositif expérimental adapté à l'étude du comportement d'une cellule photovoltaïque.
Lors de l'expérimentation, on veillera à ce que l'environnement de la cellule (en particulier, le manipulateur, les surfaces claires…) ne produise pas de réflexions lumineuses parasites pouvant fausser les mesures. On pourra alors avoir intérêt à travailler en « pénombre ».

1 - Utilisation et fonctionnement d'une cellule photovoltaïque

1.1. Matériel

- ❏ Une maquette T.P. Cellule photovoltaïque

Matériels non fournis

- ❏ Un voltmètre, réf. 40106.10
- ❏ Un moteur* *(voir remarque pratique § 1.3)*
- ❏ Un luxmètre éventuellement, réf. 15229.10

1.2. Objectif

Il s'agit d'utiliser une cellule photovoltaïque pour montrer qu'elle constitue un convertisseur d'énergie : conversion de l'énergie rayonnante (ou lumineuse) en énergie électrique, en utilisant une source lumineuse qui simule le Soleil.

1.3. Expérimentation

- Placer le dispositif sur un plan de travail, interrupteur *(11)* ouvert.
- Régler la distance de la source à la cellule (5 cm, par exemple).
- Connecter le voltmètre aux deux bornes de connexion prévues à cet effet *(8)*, en respectant les polarités.

- Mesurer la tension correspondante en plaçant la cellule à l'obscurité.
- Connecter le cordon-secteur *(4)* au secteur (220 V), fermer l'interrupteur du cordon pour alimenter la lampe ou si l'éclairement ambiant est suffisant, il est plus pédagogique d'utiliser la lumière naturelle pour montrer tout l'intérêt pratique d'une cellule photovoltaïque (rappelé dans l'avant-propos).
- Mesurer alors la nouvelle tension aux bornes de la cellule.
- Connecter le moteur* aux bornes *(8)* de la cellule et observer.
- Conclure.

Lorsque la cellule est dans l'obscurité, la tension à ses bornes est très faible (proche de 0,00 V) selon les conditions d'obscurité.
Éclairée suffisamment par la source lumineuse, la tension à ses bornes est de l'ordre de 0,5 V.

Une cellule photovoltaïque est donc un convertisseur d'énergie lumineuse en énergie électrique. Ce que l'on peut mettre aussi en évidence par le fonctionnement d'un moteur connecté à ses bornes.

***Remarques pratiques :**
Les caractéristiques de la cellule ne permettent pas d'utiliser un moteur puissant ; à titre indicatif, un mini-moteur pour lecteur DVD peut faire l'affaire.
L'utilisation du luxmètre peut permettre de comparer l'éclairement ambiant avec celui de la lampe. On peut ainsi choisir les conditions minimales d'éclairement pour pouvoir faire fonctionner ce petit moteur (aux environs de 4 000 lx).

2 - Caractéristique I = f(U) d'une cellule photovoltaïque

2.1. Matériel

- ❏ Une maquette T.P. Cellule photovoltaïque

Compléments non fournis

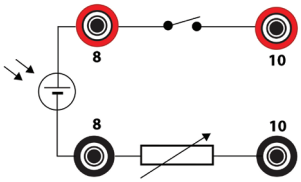
- ❏ Un voltmètre, réf. 40106.10
- ❏ Un ampèremètre, réf. 40106.10
- ❏ Des fils de connexion (x3)

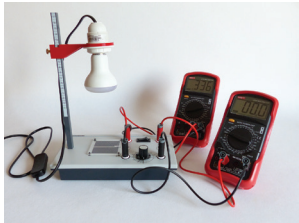
2.2. Objectifs

- Tracer la caractéristique **I= f(U)** de la cellule photovoltaïque,
- Exploiter le tracé pour déterminer :
  - la tension à vide ;

- l'intensité du courant de court-circuit ;
- à quelle condition on peut considérer qu'il s'agit d'une source de courant idéale.

2.3. Expérimentation et mesures





- Placer le dispositif sur un plan de travail en lumière ambiante, résistance *(9)* à « **0** », interrupteur *(11)* ouvert.
- Régler la distance de la source à la cellule entre 5 et 17 cm (6,0 cm par exemple).
- Connecter le voltmètre aux deux douilles *(8)* prévues à cet effet, en respectant les polarités.
- Connecter l'ampèremètre aux deux douilles *(10)* prévues à cet effet, en respectant les polarités.
- Brancher le cordon-secteur *(4)* au secteur et fermer l'interrupteur du cordon pour alimenter la lampe *(3)*.
- Fermer l'interrupteur *(11)* du circuit d'étude.
- Pour chaque valeur de la résistance réglable, mesurer le couple de valeurs (**U**, **I**) et dresser un tableau de mesures ; terminer les mesures, dans le cas du circuit ouvert : tension à vide.

Remarques pratiques :

Pour faciliter les mesures, la position de la résistance réglable peut être repérée grâce à une graduation comportant cinquante-et-une divisions repérées de 0 à 50.
Selon la distance choisie de la lampe à la cellule, il convient de régler avec soin la position de la résistance réglable pour avoir des points de mesure convenablement espacés.
Ainsi, au début, il convient de tourner très doucement le bouton de la résistance dans la plage 0-5 : avancer par demi-division, au besoin. Ensuite, on peut tourner davantage le bouton de la résistance de cinq en cinq, voire de dix en dix.

2.4. Exploitation des mesures

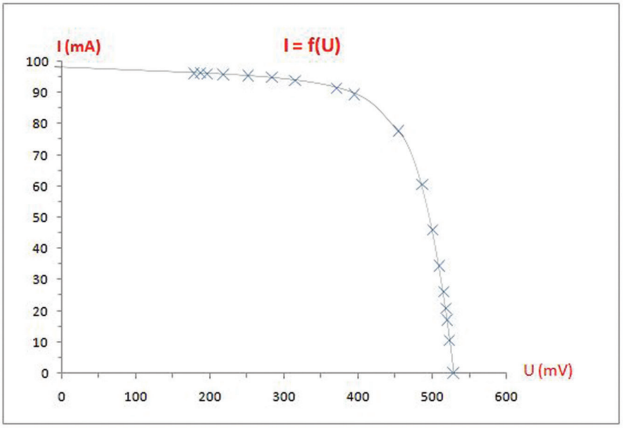
- Tracer le graphe **I = f(U)**.
- Exploiter la courbe pour préciser les notions de : tension à vide, courant de court-circuit, source de courant idéale.

Illustration

À noter que les valeurs obtenues peuvent être quelque peu différentes de celles présentées ci-dessous : d'une lampe à l'autre, les caractéristiques ne sont pas rigoureusement identiques.

Source placée à 6,0 cm de la cellule / Éclairement lumineux : 23 000 lx.

U(mV)	I(mA)
179	96,1
188	96,2
196	95,9
218	95,8
252	95,4
284	94,9
315	93,9
371	91,3
395	89,4
455	77,7
487	60,6
501	46,0
510	34,4
516	26,0
519	20,8
521	17,0
524	10,5
529	0,0



À partir des mesures ci-dessus, on en déduit que :

- La tension à vide est de 529 mV.
- L'intensité du courant de court-circuit est de 98 mA.
- La caractéristique ne passe pas par l'origine (**0, 0**) : la cellule photovoltaïque est un générateur.
- On peut assimiler la portion comprise entre 0 et 315 mV comme une droite : l'intensité reste pratiquement constante ; la cellule se comporte alors comme un générateur de courant idéal.

3 - Résistance d'utilisation maximisant la puissance électrique délivrée

3.1. Objectifs

Il s'agit d'exploiter les mesures précédentes *(§ 2)* pour étudier l'évolution de la puissance électrique **P** délivrée en fonction de la tension **U** aux bornes de la cellule et en déduire la résistance **r** maximisant la puissance électrique délivrée.

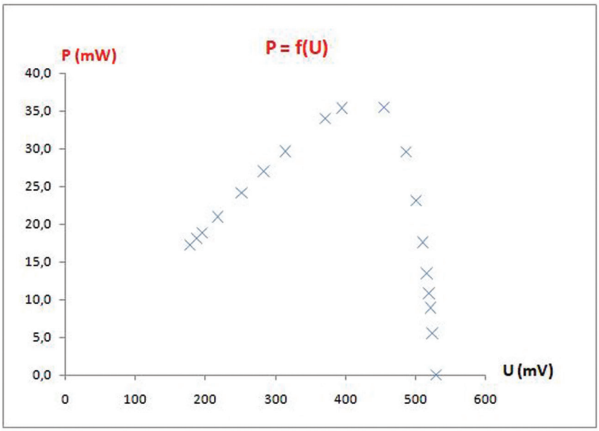
3.2. Exploitation des mesures

- Compléter le tableau précédent en calculant la puissance **P** fournie par la cellule en fonction de la tension **U**.
- Tracer la courbe **P = f(U)** et déterminer la valeur de la résistance **r** maximisant l'utilisation de la cellule.

Illustration

Source placée à 6,0 cm de la cellule / Éclairement lumineux : 23 000 lx.

U(mV)	I(mA)	P = UI (mW)
179	96,1	17,2
188	96,2	18,1
196	95,9	18,8
218	95,8	20,9
252	95,4	24,0
284	94,9	27,0
315	93,9	29,6
371	91,3	33,9
395	89,4	35,3
455	77,7	35,4
487	60,6	29,5
501	46,0	23,0
510	34,4	17,5
516	26,0	13,4
519	20,8	10,8
521	17,0	8,9
524	10,5	5,5
529	0,0	0,0



La puissance électrique délivrée maximale $P_{élec}$ correspond à 35,4 mW.
D'où la valeur de la résistance **r** maximisant l'utilisation de la cellule :

$$r = \frac{P}{I^2} = \frac{35{,}4.10^{-3}}{(77{,}7.10^{-3})^2} = 5{,}86\ \Omega \approx 6\ \Omega$$

4 - Rendement de la cellule photovoltaïque

4.1. Matériel

❏ Une maquette T.P. Cellule photovoltaïque

Matériels non fournis

❏ Un luxmètre, réf. 15529.10 ou un solarimètre, réf. 40112.10

4.2. Objectif

Il s'agit d'exploiter les mesures précédentes *(§ 3)* pour évaluer un ordre de grandeur du

rendement de la cellule photovoltaïque à partir de la mesure de l'éclairement, à l'aide d'un luxmètre ou de l'éclairement énergétique à l'aide d'un solarimètre.

4.3. Mesures et Exploitation

- Dans les mêmes conditions d'exposition de la cellule photovoltaïque *(§ 2)*, mesurer l'éclairement (lux) à l'aide du luxmètre ou mieux l'éclairement énergétique avec le solarimètre ($W.m^{-2}$).
  En première approximation, on peut considérer qu'un éclairement de 100 lx correspond à un éclairement énergétique d'environ 1 $W.m^{-2}$.
- Faire un bilan énergétique de la conversion énergie électrique / énergie lumineuse et en déduire le rendement de la cellule photovoltaïque étudiée.

Illustration à partir des résultats du *§ 3.*

Puissance électrique maximale dissipée : $\mathbf{P_{élec}} = 35{,}4$ mW

Flux énergétique reçu par la cellule de surface **S** :

$$\Phi = \frac{\mathbf{E}}{100}.S = \frac{23\,000}{100}.(0{,}052)^2 = 0{,}622 \text{ W}$$

D'où le rendement ρ :

$$\rho = \frac{\mathbf{P_{élec}}}{\Phi} = \frac{35{,}4.10^{-3}}{0{,}622} = 5{,}7\ \%$$

5 - Influence de l'éclairement sur le comportement de la cellule photovoltaïque

5.1. Matériel

- ❑ Une maquette T.P. Cellule photovoltaïque

Matériels non fournis

- ❑ Un voltmètre, réf. 40106.10
- ❑ Un ampèremètre, réf 40106.10
- ❑ Un luxmètre, réf. 15529.10 ou solarimètre, réf. 40112.10

5.2. Objectifs

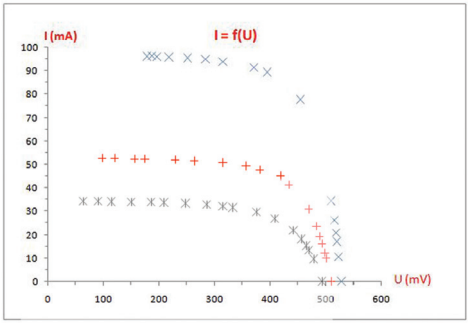
Il s'agit de compléter les études précédentes *(§ 2 à § 4)* pour des positions différentes de la source afin de déterminer l'influence de l'éclairement sur le comportement de la cellule photovoltaïque.

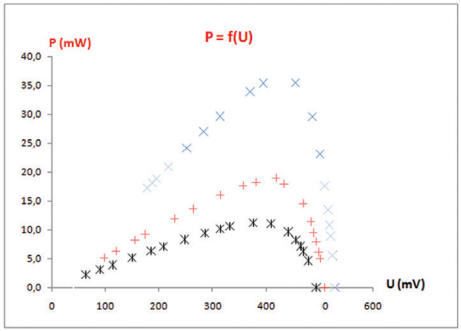
5.3. Mesures et Exploitation

- Reprendre les études précédentes pour une nouvelle position (ou plus) de la source *(3)* par rapport à la cellule photovoltaïque *(7)*.
- Tracer sur un même graphe les deux courbes : **I = f(U)** *(études § 2 et § 5.3)*.
- Tracer sur un même graphe les deux courbes : **P = f(U)** *(études § 2 et § 5.3)*.
- Comparer les résultats :
  - tension à vide ;
  - courant de court-circuit ;
  - puissance maximum.
- Évaluer le rendement de la cellule photovoltaïque utilisée pour les deux éclairements. Comparer les résultats.
- En déduire l'influence de l'éclairement sur les grandeurs qui caractérisent le comportement de la cellule.

Illustration

Courbe 1 : **d**= 6,0 cm **E** = 23 000 lx - **Rendement** : 5,7 % - **r** maximisant : 6 Ω
Courbe 2 : **d**= 9,0 cm **E** = 14 000 lx - **Rendement** : 5,0 % - **r** maximisant : 9 Ω
Courbe 3 : **d** = 12,0 cm **E** = 9 100 lx - **Rendement** : 4,6 % - **r** maximisant : 13 Ω





Si l'éclairement est plus intense :

- L'intensité du courant de court-circuit augmente.
- La tension à vide reste aux environs de 0,5 V.
- La puissance électrique maximum délivrée par la cellule augmente.
- Le rendement de la cellule augmente.

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