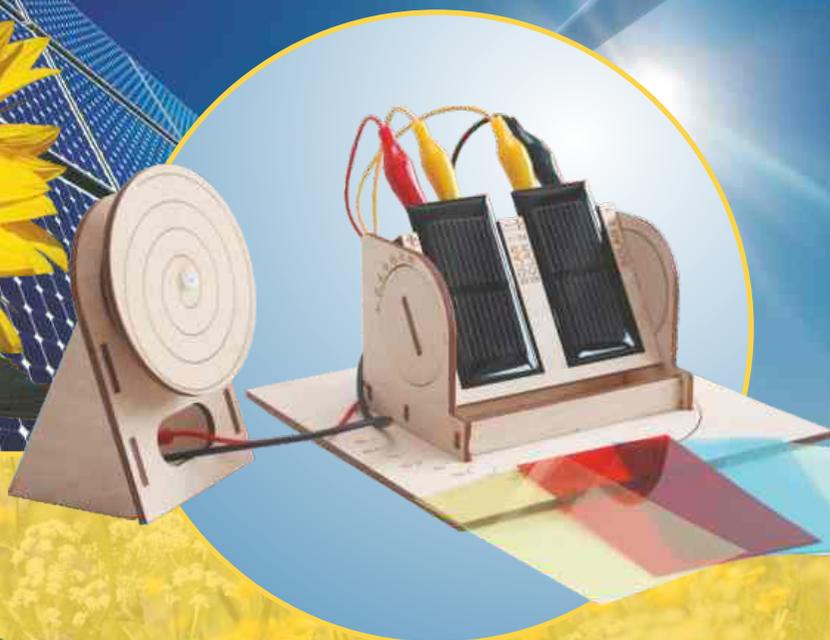


M A N U E L

ASSISTANT SOLAIRE "NEW GENERATION"

Kit pédagogique

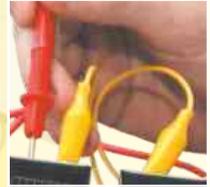
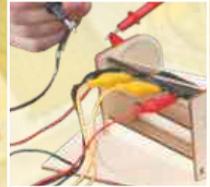
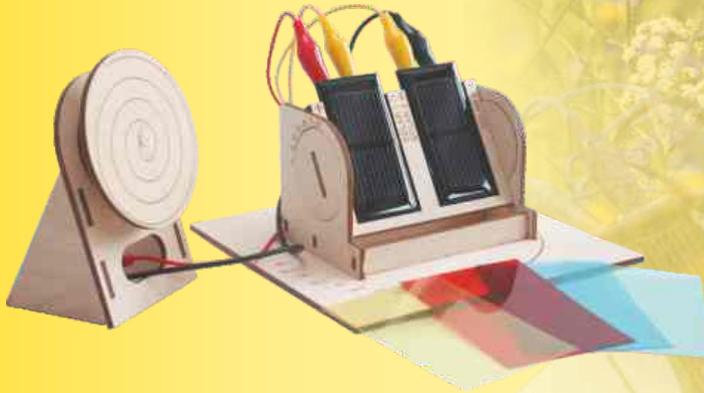
Explorer - Découvrir - Comprendre



MANUEL



Explorer - Découvrir – Comprendre



Le kit assistant solaire "New generation" démontre les possibilités qu'offre la photovoltaïque de manière simple et ludique.

Dans la partie théorique, le soleil, la photovoltaïque, les nouvelles technologies, le taux de rendement, etc... vous sont expliqués. Vous y découvrirez également les différentes options comme le raccordement aux réseaux électriques ou la production en site isolé.

Dans la partie expérimentale, vous pourrez pratiquer des tests en fonction:

- Des différentes sources de lumière
- De la connexion des cellules (parallèle ou série)
- De l'influence de la quantité de lumière
- De l'influence des passages nuageux
- Des avantages des systèmes de tracking
- De l'influence des différents angles d'irradiation

! ATTENTION – A lire attentivement: !

Ne convient pas aux enfants de moins de 3 ans!

- de petites pièces peuvent être avalées! -

- Garder l'adresse de la société -

10+



Recommandation: L'utilisation de ce kit doit être supervisée par un adulte!

Le kit d'expérience	
Le kit assistant solaire "New generation" – Les expériences	
Le matériel auxiliaire – La liste des pièces	4
Les kits à construire	
L'assemblage du moteur et de la spirale –	
L'assemblage du support des cellules solaires	5
Le soleil comme source d'énergie	6
La photovoltaïque	
Le principe – Le taux de rendement –	
Les différentes cellules solaires	7
La fabrication des cellules solaires	8
La transformation de la lumière en énergie	
La fonction – Des exemples d'applications photovoltaïques	9
Installation de système en connexion parallèle	
Le raccordement aux réseaux électriques	10
Installation en site isolé	
Exploitation en site isolé - Le réseau électrique –	
Le panneau solaire – Le régulateur de charge	
La batterie – L'onduleur ou convertisseur	11
Exemples d'installations solaires	12
Remarques concernant les expériences	
Les sources de lumière – Information à propos du multimètre	13
Les différentes sources de lumière	14
Les filtres	15
Augmentation de la tension par connexion en série	16
Augmentation du courant par connexion en parallèle	17
Obscurcissement partiel des cellules solaires	18
Obscurcissement des cellules connectées en série	19
Obscurcissement des cellules connectées en parallèle	20
Trucs & astuces	21
L'angle d'irradiation horizontal	22
L'angle d'irradiation vertical	23



L'ENERGIE SOLAIRE

Une énergie que l'homme doit utiliser à son profit!



Assistant solaire "New generation"

Ce kit offre l'opportunité d'expérimenter la technologie et les propriétés liées aux cellules solaires.

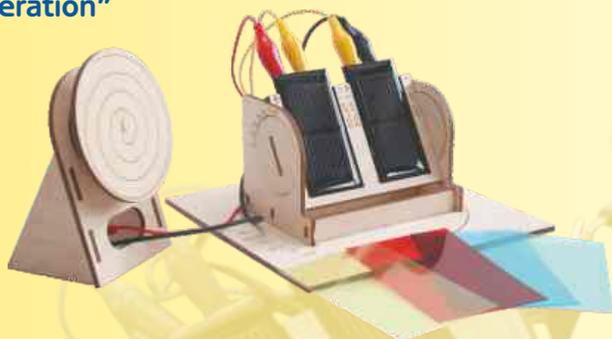
L'objectif est de mettre l'accent sur le thème de la production d'électricité par le biais de la technologie solaire.

Les cellules solaires, qui sont à la base de toutes nos expériences, sont composées de silicium monocristallin, elles sont de haute qualité. Vous pourrez donc effectuer les expériences à l'intérieur sans exposition directe au soleil.

Cela étant, il faudra néanmoins que les cellules bénéficient d'une intensité lumineuse suffisante.

Une lampe de bureau à ampoule incandescente fera l'affaire. Elle aura en outre l'avantage de présenter une luminosité constante.

Ce qui n'est pas le cas avec la lumière du soleil, laquelle évolue en fonction des nuages et risque d'altérer la prise des mesures.



Les expériences

Après une introduction générale, des expériences simples vous permettront de vous initier aux tenants et aboutissants de la technique solaire.

Matériel auxiliaire

Grâce au moteur inclus, vous pourrez passer à l'évaluation des expériences en vous référant au nombre de tours par minute. Pour que les expériences aient un caractère plus scientifique, vous pourrez vérifier les mesures à l'aide d'un multimètre.

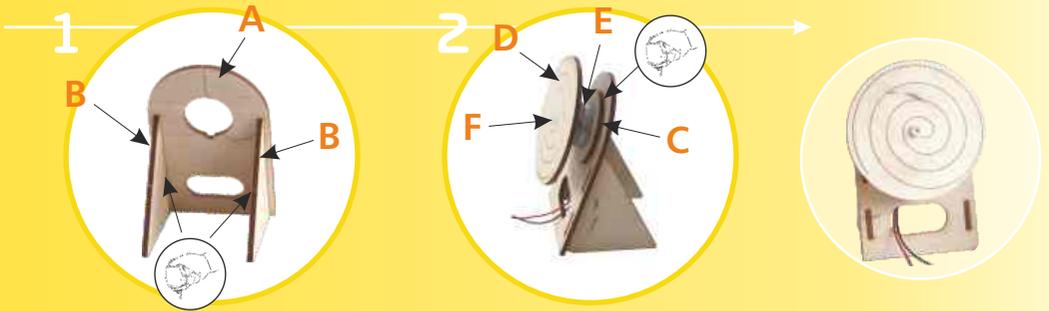
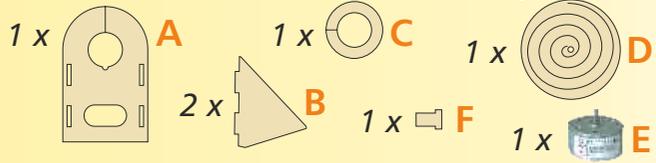
Vous pourrez ensuite inscrire toutes les informations de mesure dans les tableaux fournis et analyser les valeurs expérimentales.

Liste des pièces

- 2 x **Cellules solaires** monocristallines 0,5 volt / 330 Ma (SM330)
- 1 x **Moteur solaire (RF300)**
- 4 x **Câbles** à pinces-croco
- 5 x **Caches** de couleur
- 5 x **Cartons pour l'obscureissement**
- 1 x **Instructions**
- 1 x **Kit de pièces en bois**: Montage du moteur avec le disque à spirale
- 1 x **Kit de pièces en bois**: Montage des cellules solaires sur le socle
- 1 x **Colle à bois**

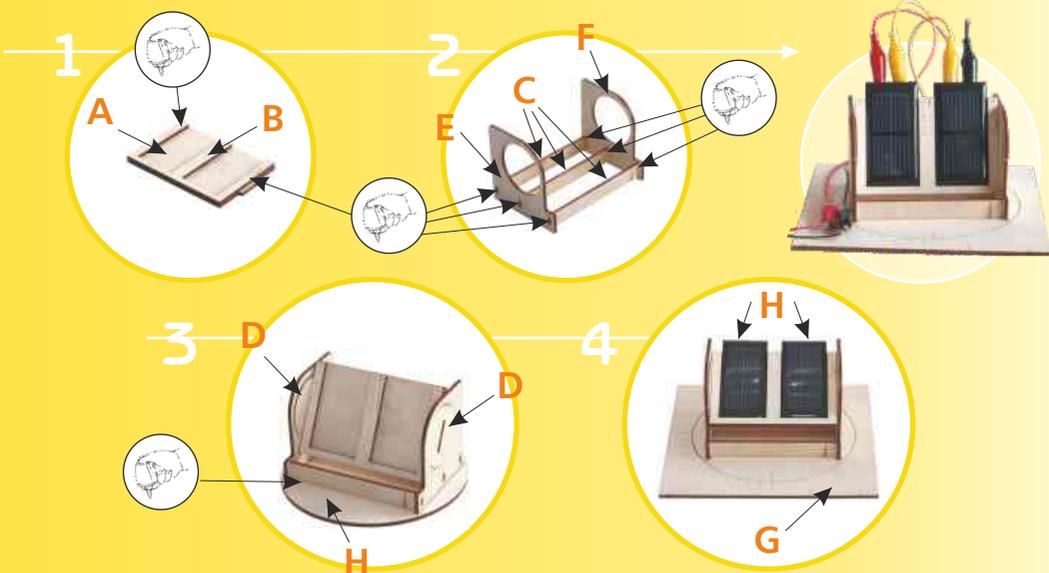
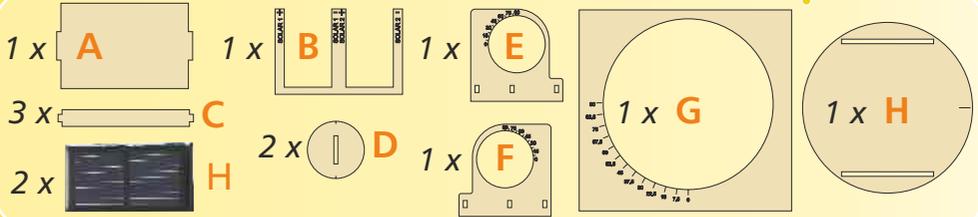
L'assemblage du moteur

Liste des pièces



L'assemblage de la cellule solaire

Liste des pièces



Le soleil

Le soleil représente une masse qui vaut 333000 fois celle de la Terre. C'est le fournisseur d'énergie le plus considérable du système solaire. Avec un diamètre de 1.392 millions de kilomètres, il est plus de cent fois plus grand que notre planète.

La distance moyenne entre la Terre et le Soleil est de 150 millions de kilomètres. Chaque jour, les rayons du soleil nous parviennent après un voyage de 8 minutes parcourant en une seconde une distance de 299792.5 km.

Si, par exemple, on envoie de la lumière du Lac de Constance (au sud de l'Allemagne) to Flensburg (au nord), soit une distance d'environ 1000 km,, celle-ci ne mettra qu'une fraction de seconde, soit 0,0035 seconde pour y arriver.

D'un point de vue technique, le soleil n'est autre qu'une énorme masse gazeuse d'une chaleur inouïe et très explosive

A l'intérieur de cette boule, on pourrait enregistrer des températures pouvant atteindre jusqu'à 15 millions de degrés. En surface, la température se maintient à 5.700 degrés Celsius. Il est difficile de décrire ou d'imaginer l'intensité de la chaleur du soleil. Le tableau ci-dessous vous permettra de vous faire une idée.



Voici quelques exemples :

50, 60	degrés Celsius:
90-100	degrés Celsius:
100	degrés Celsius:
3000	degrés Celsius:
5700	degrés Celsius:
15000000	degrés Celsius:

Le désert pendant la journée
La température dans un sauna
L'eau qui bout
Point de fusion du métal
La surface du soleil
La température du soleil

Les températures ainsi que la pression à l'intérieur du soleil sont si élevées que cela peut provoquer des réactions nucléaires. Ces réactions entraînent une consommation de 4 millions de tonnes de matière première à la seconde, chaque gramme de cette substance brûlée produit une énergie de 25 000 000 kWh.

L'ENERGIE SOLAIRE

Une énergie que l'homme doit utiliser à son profit!

Les principes

On appelle "photovoltaïque" la transformation de lumière en énergie électrique. Ce mot trouve son origine dans la langue grecque : "phos" = lumière et "volt" = unité électrique.

C'est en 1839 que le physicien français BECQUEREL découvrait les propriétés de la photovoltaïque, mais ce n'est qu'un siècle plus tard, en 1954, que les laboratoires BELL créèrent la première cellule solaire.

Depuis, partout dans le monde, des scientifiques travaillent à l'amélioration de la qualité des cellules solaires. Des millions sont investis chaque année avec comme objectif, l'amélioration du taux de rendement des panneaux et cellules solaires.

Le taux de rendement

Les mesures qui détermineront le taux de rendement d'une cellule sont effectuées en laboratoire, en respectant un ensemble de normes. Durant les mesures, le flux lumineux est de 1000 watts/m² et on maintient la cellule à une température de 25°C. L'humidité est, elle aussi, contrôlée en permanence. Ces données auxquelles se réfèrent tous les fabricants de cellules solaires permettent ensuite d'effectuer de tests comparatifs quant aux différents modes de production.

Mais que signifie le taux de rendement ?

On peut dire que le taux de rendement, c'est le rapport entre l'énergie enregistrée et l'énergie obtenue en pourcentage. Exemple: Si 1000 watts d'entrée produisent 100 watts à la sortie, on obtient un degré de rendement de 10%.

Les différentes cellules solaires

Les trois types de cellules solaires les plus utilisées sont:

<i>Types de cellule</i>	<i>Matériaux</i>	<i>Taux de rendement</i>
Cellule amorphe	Couche de silicium	+ de 7%
Cellule polycristalline	Disques de silicium	+ de 16%
Cellule monocristalline	Disques de silicium	+ de 20%



Le coût de la cellule amorphe est de loin le plus bas. Mais, au bout de quelques années, sa puissance s'amenuise.

En revanche, les cellules poly et monocristallines maintiennent leurs performances durant de très longues années. Elles sont plus chères à l'achat mais meilleur marché du fait de leur durée de vie.

La matière première

La matière première est le sable siliceux. On commence par le libérer de ses impuretés avant de former un bloc de silicium. Selon le type de cellules que l'on veut obtenir, on mettra en place des modes de production différents.

Dans le cas des cellules monocristallines, la méthode du creuset d'étirage est appliqué. Un cristal de silicium est plongé dans le silicium chaud et liquide. Il se produit une combinaison qui, une fois extraite du creuset, forme des barres de silicium d'une longueur de plus d'un mètre pour 12 cm de diamètre.

Pour obtenir les cellules polycristallines, on verse le silicium chaud dans un moule qui refroidit progressivement. Dans ce cas, également on obtient des barres de silicium.

Dans les deux méthodes, les barres de silicium sont découpées en couches très minces (< 0,5 mm). Chaque disque est ensuite décapé et poli.

Ensuite, les deux parties sont délibérément contaminées avec des atomes étrangers. C'est ce qu'on appelle "le dopage".

Ce dopage a pour effet qu'une des faces acquiert une charge positive et l'autre une charge négative. Par la suite, cela rendra la fluidité de la lumière possible.

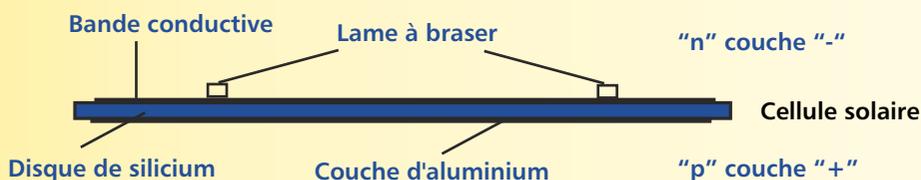
L'arrière de la cellule sera recouverte d'une très mince couche d'aluminium qui fonctionnera comme pôle positif.

Le recto sera lui aussi recouvert d'aluminium mais pas sur l'ensemble de la surface. En l'occurrence, l'aluminium ne formera qu'une étroite bande conductive permettant à la lumière de continuer à atteindre le silicium.

Finalement, on place une lame à braser sur la bande conductive qui forme ainsi le deuxième raccord : le pôle négatif. Les cellules modernes ont une largeur de 6".



Fabrication d'une cellule solaire:

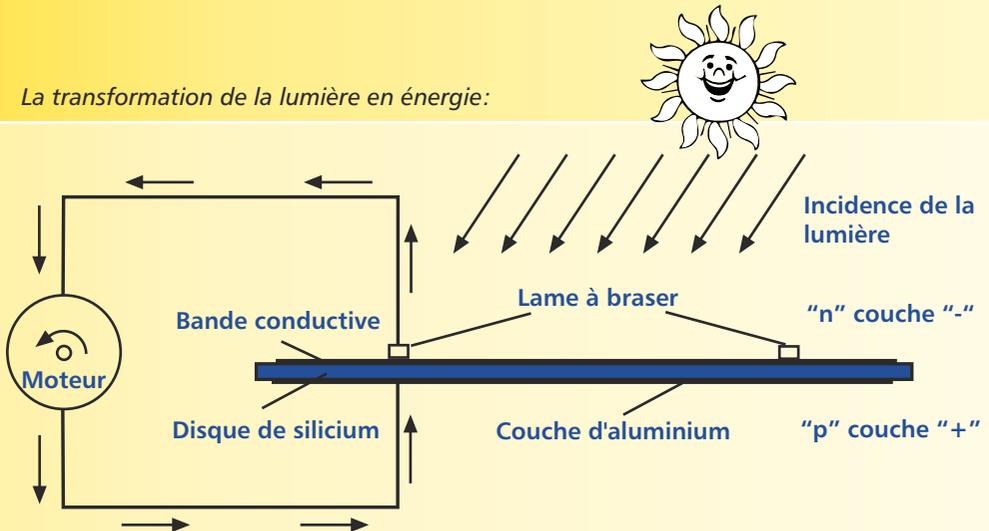


Les fonctions

La lumière est composée d'une multitude d'infimes particules d'énergie appelées les photons. Lorsque les photons atteignent la cellule solaire, ils libèrent les électrons qui se trouvent sur la couche "n". Ces électrons se propulsent vers la couche "p". C'est ce qu'on appelle

la **conduction du courant**. Celle-ci se fait toujours du - vers le +. Si l'on relie un récepteur à la cellule solaire, l'électron traversera la récepteur pour mettre en marche l'axe d'un moteur, par exemple.

La transformation de la lumière en énergie:



Une cellule solaire produit une tension continue. Selon la quantité de lumière, cette tension peut se situer entre 0,5 et 0,65 volts. La taille de la cellule déterminera la puissance.

Exemples d'applications photovoltaïques

Actuellement, on se réfère à deux types d'installations pour la production d'électricité :

- **Raccordement aux réseaux électriques**
- **Exploitation en site isolé**

Ces deux types d'exploitation seront traités dans les pages suivantes:

Autres exemples d'utilisation de panneaux solaires :

- **Les produits de consommation (Fig.)**



Fig. lampe de poche solaire

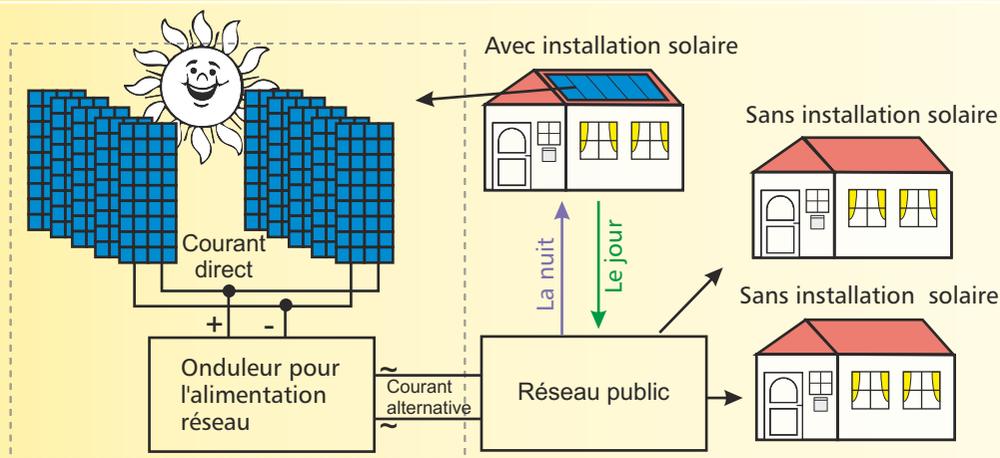


Raccordement aux réseaux publics

Cette exploitation intègre en quelque sorte le courant obtenu par la photovoltaïque à celui qui est livré par le réseau public. Ces installations

en parallèle nécessitent l'utilisation de modules solaires, d'un point d'alimentation du réseau et d'un commutateur principal.

Schema d'installation:



L'onduleur pour l'alimentation du réseau transforme le courant continu en courant alternatif et s'intègre ainsi au courant du réseau public. Lorsque l'énergie solaire ne suffit pas, par exemple la nuit ou par temps couvert, l'opérateur de l'installation s'ouvre au courant du réseau public. Le prix de vente d'électricité photovoltaïque est supérieur au prix de l'achat de l'électricité du réseau. Donc, un particulier avec une installation photovoltaïque raccordée au réseau a tout intérêt à vendre la totalité de sa production, et à acheter l'électricité dont il a besoin. Ainsi, la notion d'autonomie énergétique personnelle disparaît, car le réseau est utilisé comme lieu d'échange et de stockage. Néanmoins, vous pouvez choisir de consommer votre production et seul le surplus de votre production par

rapport à vos consommations instantanées sera injecté sur le réseau et vendu. Le tarif d'achat pour 2009 a été fixé : 60,176c€ / Kwh.

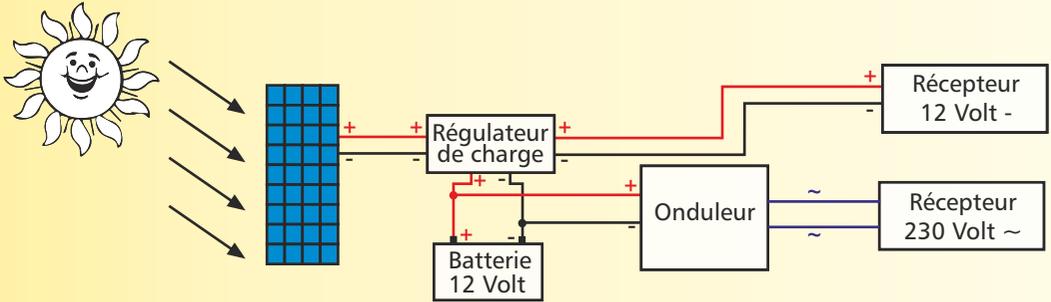


Images: Copyright www.sunset-solar.com

Alimentation indépendante du réseau électrique public

Ces exploitations sont utilisées là où le réseau public fait défaut. Par exemple dans le cas de caravanes, de bateaux ou de chalets en montagne. Pour alimenter les récepteurs (lampes, radios, etc.), on aura besoin de modules solaires, de régulateur de charge et de batteries.

Schema d'installation :



Le panneau solaire

Le panneau solaire est généralement composé de 36 cellules connectées en ligne. La puissance de la cellule est déterminante pour le courant global.

Le régulateur de charge

Le régulateur de charge protège la batterie contre la surcharge. En effet, une surcharge excessive pourrait lui être fatale. Lorsque la batterie est chargée, le régulateur déconnecte le panneau solaire de la batterie. Les régulateurs plus sophistiqués sont en outre dotés d'un dispositif de protection contre la décharge profonde. Ce dispositif veille à ce que la batterie ne se décharge que jusqu'à un certain niveau déterminé au préalable. Ainsi le régulateur de charge déconnecte les récepteurs automatiquement. Lorsque la batterie est rechargée par le biais du panneau solaire, les récepteurs fonctionnent à nouveau. Si l'on utilise des régulateurs de charge sans dispositif de protection contre la décharge profonde, on risque d'avoir des décharges profondes à répétition, ce qui réduira la durée de vie de la batterie.



Copyright www.phocos.com

La batterie

La batterie fonctionne uniquement comme accumulateur du courant que l'on obtient grâce aux panneaux solaires. Ainsi, durant la journée, on stocke de l'énergie qui sera utilisée suivant les besoins tant le jour que la nuit.

L'onduleur ou convertisseur

L'onduleur transforme la tension de la batterie de 12 volts en courant continu en 230 volts en courant alternatif. Ainsi il est également possible de raccorder à l'installation solaire des appareils usuels de 230 V (télévision, ampoule, radio, réfrigérateur, etc...).

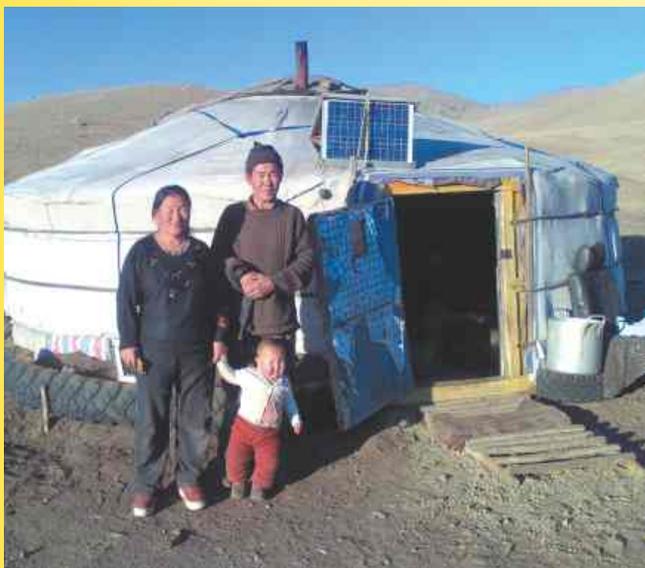
Exemples d'installations en réseau



Images:
Copyright www.sunset-solar.com



Exemples d'installations en site isolé



Images:
Peter Adelman

Notices:

Sources lumineuses appropriées

La source de lumière la plus appropriée est bien entendu le soleil. En cas de mauvais temps, une lampe de bureau avec une ampoule à filaments (à partir de 50 watts) peut être utilisée. Une lampe halogène peut également convenir.

Ces ampoules peuvent atteindre des températures élevées.

ATTENTION au risque de brûlures!

Distance à respecter entre l'ampoule et la cellule solaire (dans le cas d'une lampe halogène)

Il est recommandé de respecter une distance approximative de 30 cm.

ATTENTION : Si on réduit cette distance pendant une période prolongée, les cellules solaires pourraient se dégrader!

Comment manipuler les cellules

Les cellules solaires sont des éléments semi-conducteurs de haute qualité mais néanmoins fragiles. Elles sont à manipuler avec précaution et soin.

Le multimètre (option)

Lire le mode d'emploi du multimètre attentivement et respecter les instructions de sécurité.

Prendre des mesures avec le multimètre

Dans la plupart des cas, on réglera le champ de mesure comme suit :

Mesure du courant: 10/20 A, courant continu

Mesure de la tension: 2 Volt, tension continu

Si les résultats de la mesure dépasse l'écran, choisir la gamme de mesure suivante.

Prendre des mesures avec le moteur

Pour les mesures avec le moteur, on détermine visuellement le nombre des rotations qui sera reporté comme indiqué dans le tableau ci-dessous. Afin de faciliter l'estimation des rotations par minute, on indiquera pour chaque expérience les abréviations des rotations et les reporterons sur le tableau des mises en valeur.



Signification des abréviations et rotation par minute:

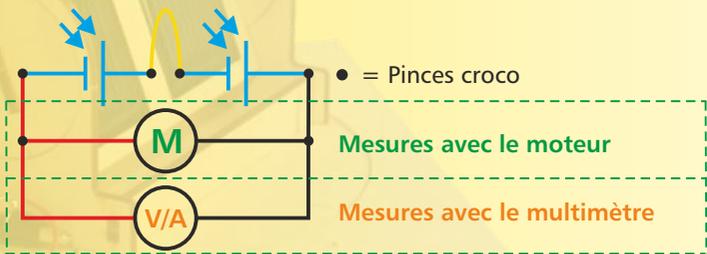
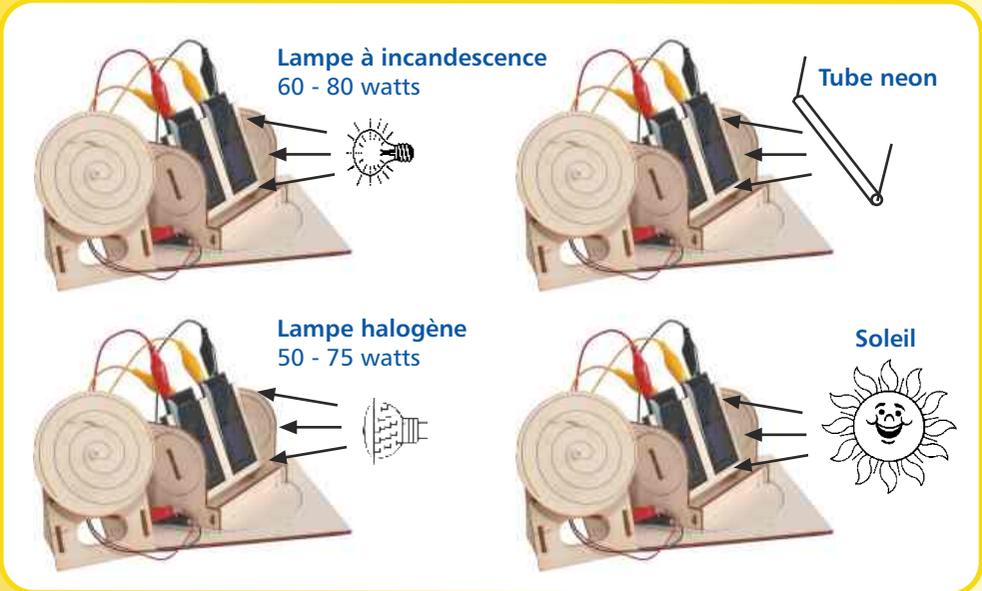
Abréviation	S	M	L	N	U
Rotation par minute	rapide	moyen	lent	ne tourne pas	le sens se modifie

14 Les différentes sources de lumière

Tension = 2 V
 Courant = 10 / 20 A

...et leurs effets sur les performances des cellules solaires

Toutes les sources de lumière ne conviennent pas. Une des meilleures est le soleil. Mais dans la vie quotidienne, nous disposons d'autres sources avec lesquelles nous pouvons faire des expériences. Il conviendra d'utiliser la même distance entre la cellule solaire et les différentes sources lumineuses.



Entrer les mesures dans le tableau:

Source lumineuse	Lampe à incandescence	Tube neon	Lampe halogène	Soleil
Tension en V				
Courant en Ma				
Performance en W ($P = U \times I$)				
Rotation du moteur (S/M/L/N)				

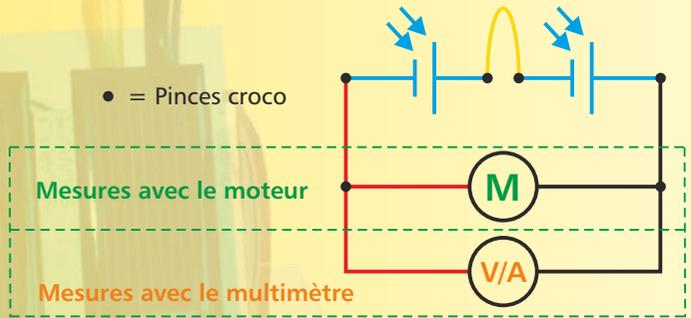
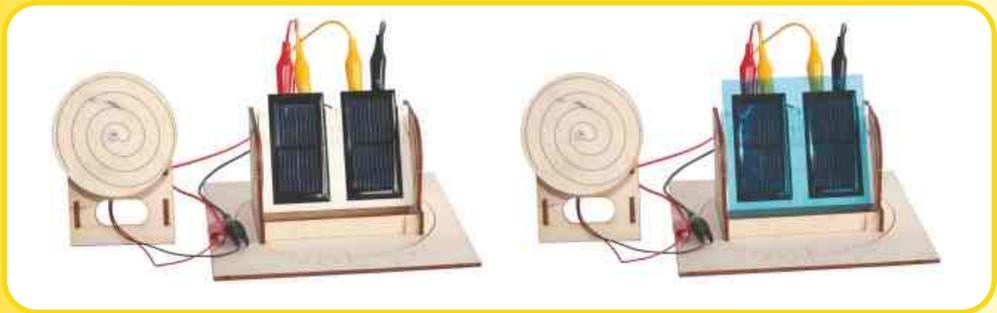
Tension = 2 V
 Courant = 10 / 20 A

Les effets des filtres

Dans la technique solaire, les filtres sont, en premier chef, constitués par la situation des nuages. De ce fait, le spectre nuageux varie de léger à intense.

Le filtrage absorbe certains éléments du spectre de lumière. Selon la couleur de la feuille, les différents spectres de lumière sont filtrés. Cela explique pourquoi, une même cellule solaire peut présenter un rendement différent.

Voici une expérience pour découvrir les effets des filtres:



Entrer les mesures dans le tableau:

Couleur de la feuille	sans feuille	transparent	jaune	vert	rouge	bleue
Tension en V						
Courant en Ma						
Performance en W ($P = U \times I$)						
Rotation du moteur (S/M/L/N)						

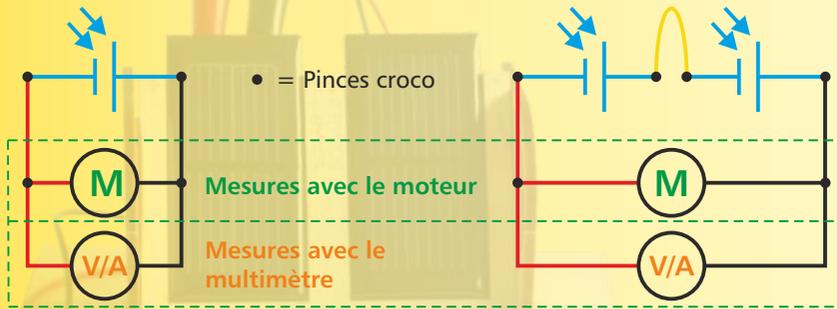
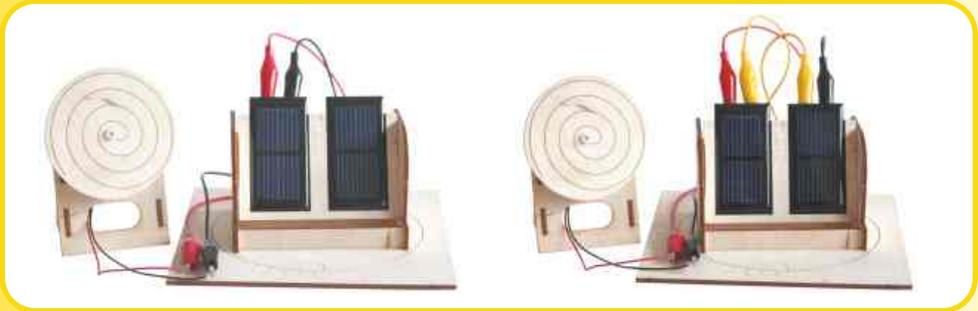
16 Augmentation de la tension par connexion en série

Tension = 2 V
 Courant = 10 / 20 A

Connexion en série

Pour accroître la tension d'une installation solaire, il faut que les cellules soient connectées en série.

Cela est typique par exemple pour les panneaux solaires standards composés de 36 – 40 cellules qui sont connectés en série.



Entrer les mesures dans le tableau:

Nombre de cellules solaires	1 cellule solaire	2 cellules solaires
Tension en V		
Courant en Ma		
Performance en W ($P = U \times I$)		
Rotation du moteur (S/M/L)		



Si les cellules solaires sont connectées en series, la tension totale augmente.

La formule s'exprime ainsi:

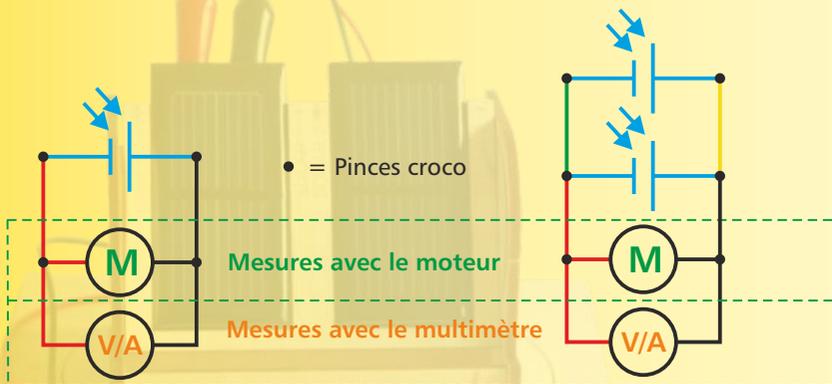
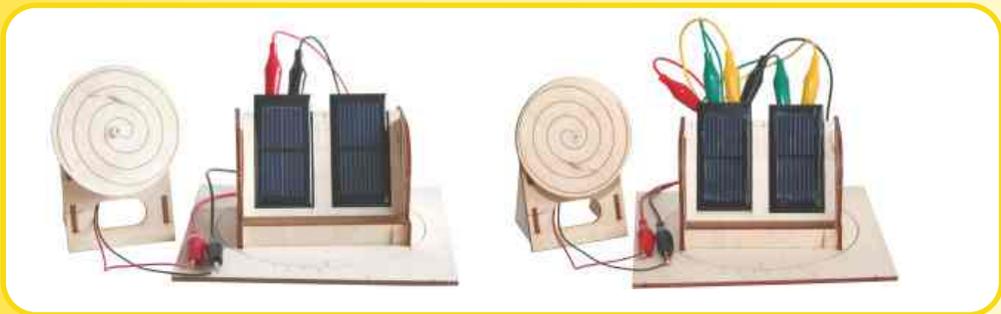
Tension de chaque cellule x le nombre de cellules = Tension totale

Tension = 2 V
 Courant = 10 / 20 A

Connexion en parallèle

Pour augmenter le courant ou la puissance du panneau solaire, il faut que les cellules soient connectées en parallèle. L'expérience suivante le prouvera.

Il est à noter que l'on ne peut connecter en parallèle que des cellules du même type.



Entrer les mesures dans le tableau:

Nombre de cellules solaires	1 cellule solaire	2 cellules solaires
Tension en V		
Courant en Ma		
Performance en W (P = U x I)		
Rotation du moteur (S/M)		



Cette expérience n'entraîne pas un grand changement au niveau des tours du moteur. En revanche, la puissance de rotation de l'axe du moteur double et de ce fait augmente la force du moteur.

Si on connecte une seconde cellule solaire à une autre cellule en parallèle, la puissance doublera. La formule s'exprime ainsi:

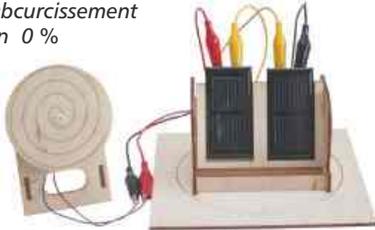
Courant de chaque cellule x le nombre de cellules = Courant global

Tension = 2 V
 Courant = 10 / 20 A

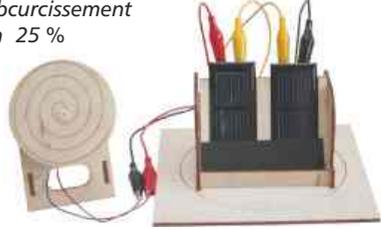
Obscurcissement d'une cellule

Les obscurcissements partiels des cellules entraînent d'importantes pertes du rendement des cellules. Nous allons maintenant déterminer en % la réduction du rendement des cellules par obscurcissement.

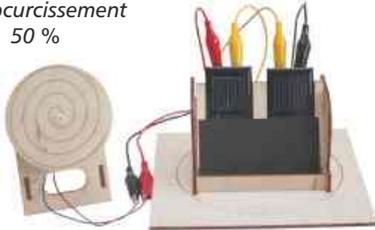
Obscurcissement en 0 %



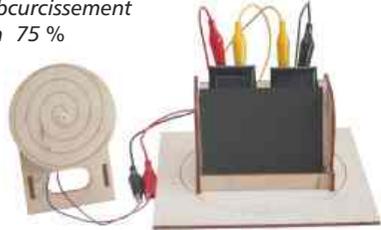
Obscurcissement en 25 %



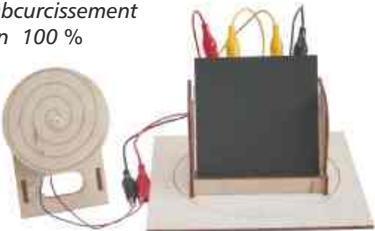
Obscurcissement en 50 %



Obscurcissement en 75 %

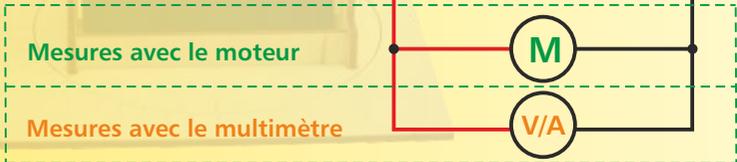


Obscurcissement en 100 %



Plus une cellule est obscurcie, moins elle produira. Il est donc important de veiller à ce que les endroits où fonctionnent les cellules soient libérées de tout ce qui pourrait les obscurcir.

• = Pincettes



Mesures avec le moteur

Mesures avec le multimètre

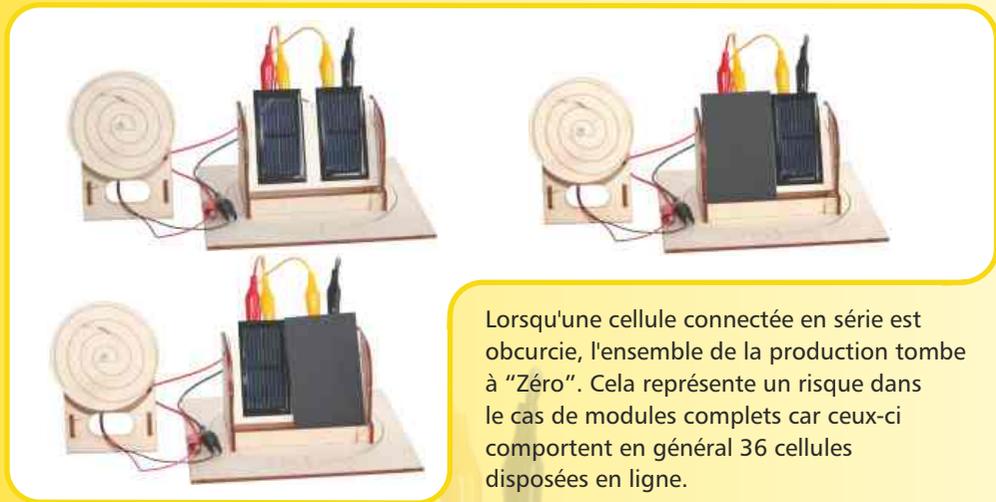
Entrer les mesures dans le tableau:

Obscurcissement en %	0	25	50	75	100
Tension en V					
Courant en Ma					
Performance en W ($P = U \times I$)					
Rotation du moteur (S/M/L/N)					

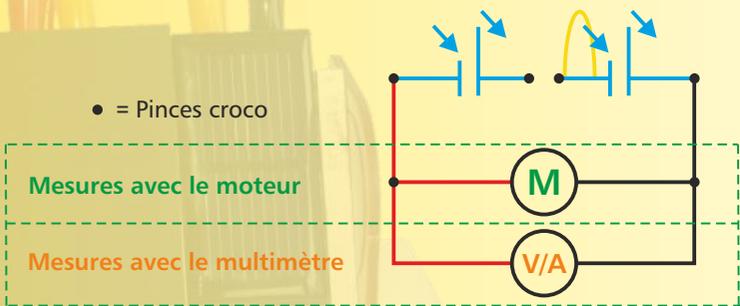
Tension = 2 V
 Courant = 10 / 20 A

Obscurcissement d'une cellule

Un obscurcissement dans le cas de cellules connectées en série entraîne un arrêt complet du système car les cellules solaires obscurcies font figure de résistance. La petite expérience suivante nous le démontrera. Cela pourra être évité par la diode de dérivation (voir aussi page 20)



Lorsqu'une cellule connectée en série est obscurcie, l'ensemble de la production tombe à "Zéro". Cela représente un risque dans le cas de modules complets car ceux-ci comportent en général 36 cellules disposées en ligne.



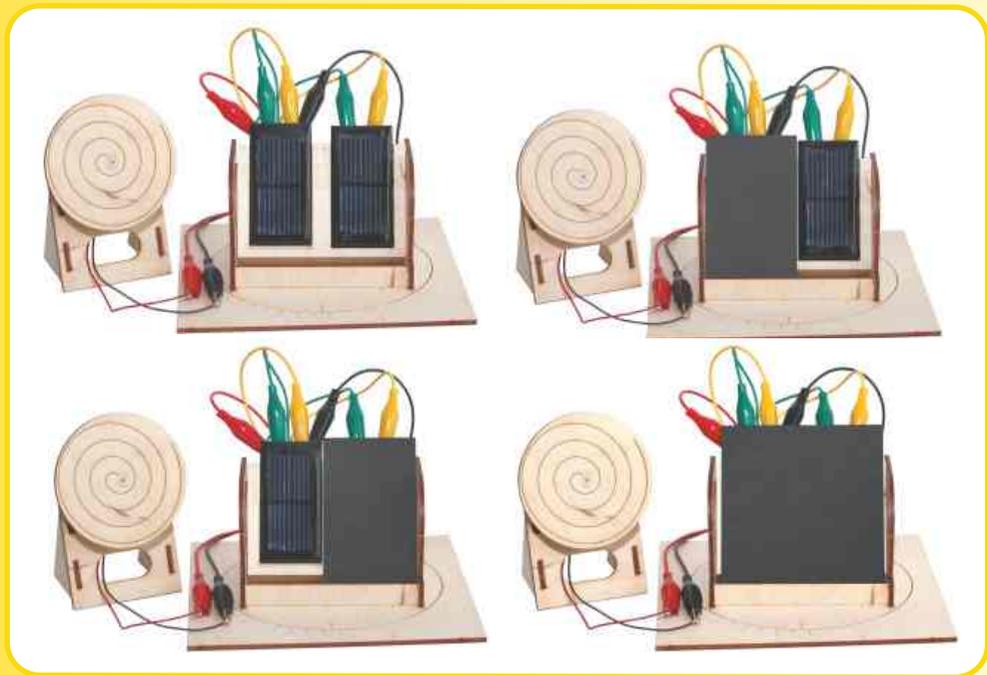
Entrer les mesures dans le tableau:

Cellule solaire obscurcie	pas de cellule solaire	Cellule solaire gauche	Cellule solaire droite
Tension en V			
Courant en Ma			
Performance en W ($P = U \times I$)			
Rotation du moteur (S/N)			

Tension = 2 V
 Courant = 10 / 20 A

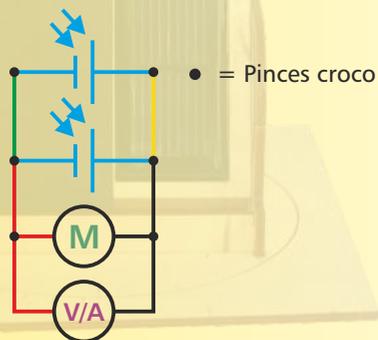
Obscurcissement d'une cellule

Un obscurcissement partiel de cellules solaires connectées en parallèle entraîne une perte de rendement mais sans que l'on puisse parler d'un arrêt complet du système. Nous allons le démontrer dans l'expérience suivante.



Si, dans le cas d'une connexion parallèle, on obscurcit une cellule, l'ensemble du dispositif se réduira de la puissance de cette cellule.

Ce n'est que lorsque toutes les cellules sont obscurcies que le rendement tombera à zéro.



Entrer les mesures dans le tableau:

Cellule solaire obscurcie	pas de cellule solaire	Cellule solaire gauche	Cellule solaire droite	les deux cellules solaires
Tension en V				
Courant en Ma				
Performance en W ($P = U \times I$)				
Rotation du moteur (S/M/L/N)				

1

Le scénario:

Une feuille tombe sur une cellule d'un module solaire.

Qu'arrive t il à la performance globale du module ?

Si un module solaire d'une unité en réseau est massivement obscurcie, par des feuilles par exemple, le module solaire générera moins de puissance.

La performance globale du réseau sera diminuée de manière significative.

Pour éviter cela, une diode de dérivation est intégrée dans chaque panneau solaire.

De cette manière, le module solaire obscurcie qui ne produit plus d'électricité est isolé et la puissance générée par le réseau passe au travers de la diode dudit module.

Cela évite également que ce module ne chauffe et soit fortement endommagé par les fortes températures. Ce phénomène est appelé: **Hot-Spot-Effect**.



Images: Copyright www.sunset-solar.com



2

Les vitres des fenêtres filtrent aussi la lumière du soleil. Il est donc tout à fait normal, qu'un jouet solaire par exemple, fonctionne mieux à l'extérieur qu'à l'intérieur.

En conséquence, il suffit d'ouvrir la fenêtre pour un fonctionnement optimal.

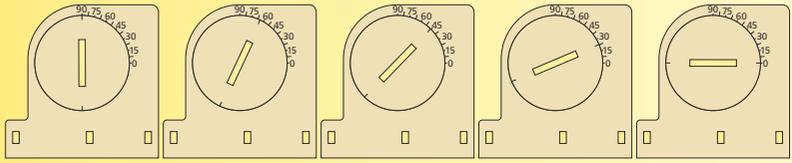
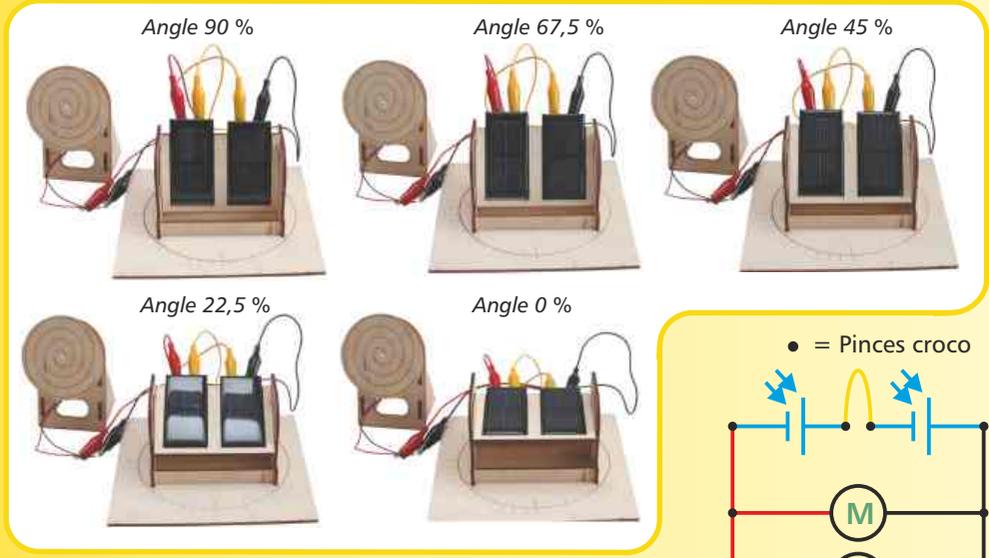


Tension = 2 V
 Courant = 10 / 20 A

Suivi horizontal de la course du soleil

Cette expérience montre que les différentes pentes de toit produisent sur les cellules solaires des performances différentes. L'angle d'inclinaison peut être mentionné sur la notice de montage d'un panneau solaire.

IMPORTANT: La lampe doit être bien dirigée face à la cellule solaire!



Entrer les mesures dans le tableau:

Angle de la lumière en %	90	67,5	45	22,5	0
Tension en V					
Courant en Ma					
Performance en W ($P = U \times I$)					
Rotation du moteur (S/M/L/N)					

Un module solaire sera idéalement performant s'il est placé dans un angle de 90 degrés par rapport au soleil. Si, par exemple, les modules solaires sont positionnés horizontalement pendant l'hiver, la production de l'exploitation sera plus élevée avec des performances encore meilleures si les connexions sont en parallèle.

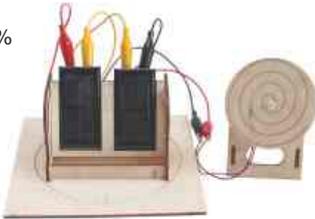
Tension = 2 V
 Courant = 10 / 20 A

Suivi vertical de la course du soleil

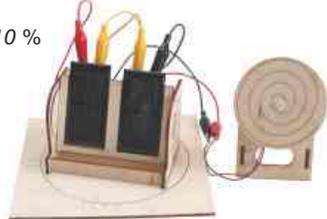
Est il rentable de suivre la course du soleil à la verticale ?
 Quel est le bon rapport entre l'angle et l'efficacité ?

Une expérience intéressante avec un **résultat spectaculaire**.

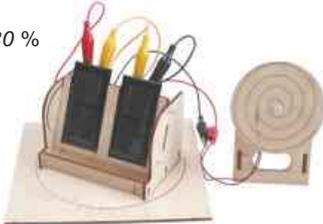
Angle 0 %



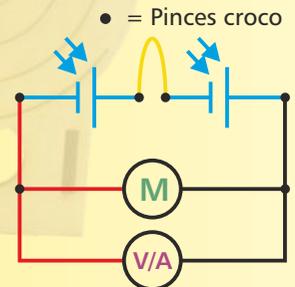
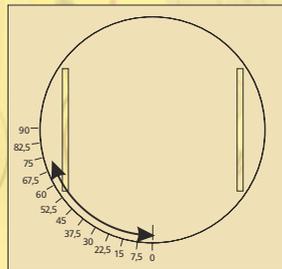
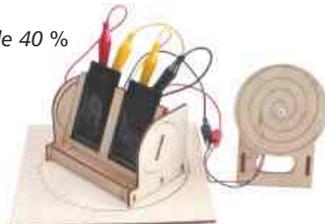
Angle 10 %



Angle 30 %



Angle 40 %



Entrer les mesures dans le tableau:

Angle de la lumière en %	0	10	20	30	40
Tension en V					
Courant en Ma					
Performance en W ($P = U \times I$)					
Rotation du moteur (S/M/L/N)					

Si une exploitation solaire suit la course du soleil, les performances augmentent jusqu'à **50 %**. Les coûts supplémentaires d'investissement, dans le tracker notamment, sont rapidement amortis avec un profit additionnel.



Autres produits SOL-EXPERT group:



Phare solaire

Hauteur: 20 cm

Nr. d'article: 40295



**Voiture de course
solaire F1**

Longueur: 17 cm

Nr. d'article: 40305



Église solaire

21 x 20 x 12,5 cm

Nr. d'article: 40296



Triplan solaire

Longueur: 18 cm

Nr. d'article: 40280



Le Moulin solaire

Hauteur: ca. 20 cm

Nr. d'article: 40009

SOL-EXPERT group

Albersfelder Straße 8, D- 88213 Ravensburg, Germany

Phone: +49 (0)751 / 769 24 37-0, Fax: +49 (0)751 / 769 24 37-9

Email: info@sol-expert-group.de

www.sol-expert-group.de