

Projet DPP GIZ- TATS

FORMATION DES MICRO ENTREPRENEURS DE SYSTEMES PICO PHOTOVOLTAÏQUES

Design graphique: Hervé MOMO. (www.creativecameroun.com)



VOLET : TECHNIQUE

MANUEL DU FORMATEUR

Version du 08/04/13

Projet DPP GIZ- TATS

FORMATION DES MICRO ENTREPRENEURS DE SYSTEMES PICO PHOTOVOLTAÏQUES

Design graphique: Hervé MOMO. (www.creativcameroun.com)



VOLET : TECHNIQUE

MANUEL DU FORMATEUR

Version du 08/04/13

PRESENTATION DU MODULE DE FORMATION

- I. Le présent module qualifiant, constitue le premier volet de formation de techniciens spécialisés dans l'exploitation et la distribution des produits pico photovoltaïques en zone rurale africaine
Ce module porte sur les astuces et compétences qui permettrons aux petits entrepreneurs:
- d'identifier les produits pico PV de bonne qualité
 - d'évaluer le besoin énergétique d'un client et de lui proposer le produit adapté
 - d'assurer un service après vente en ce qui concerne l'utilisation, le déploiement et l'entretien des produits pico PV
 - d'informer et conseiller les usagers actuels et futurs
- II. Ce module est scindé en 04 parties.
- La première partie intitulée connaissances générales, est consacrée à la présentation des concepts de bases, des principes fondamentaux et de la terminologie indispensable à la compréhension du fonctionnement et l'exploitation des petits systèmes solaires photovoltaïques
 - La deuxième partie appelée connaissances spécifiques, traite des notions nécessaires à l'utilisation et à l'exploitation des produits pico PV. On y aborde également des questions liées à l'adaptabilité des produits pico PV aux besoins, de la qualité et des caractéristiques des produits adaptés aux zones rurales africaines
 - La troisième partie intitulé déploiement et utilisation présente pour quelques produits disponibles sur le marché camerounais, les procédures de ploiement et d'exploitation
 - La quatrième partie dénommée maintenance des produits pico PV, porte sur les procédures et opérations recommandées pour l'entretien et la réparation des produits pico PV.
- III. Le déroulement de la formation s'effectue de la manière suivante :

Durée : 20 H **Théorie** : 8 H **Pratique** : 10 H **Evaluation** : 2h

Première journée : Connaissances générales et connaissances spécifiques

- Connaissances générales : (2 h)
- Objectif, définition et caractéristiques des produits pico PV (2h)
- Classification et utilisation (2h)
- Norme et standard (2h)

Deuxième journée :

- Description de quelques produits pico PV (2h)
- Déploiement (première partie) (2h)
- Déploiement (deuxième partie) (2h)
- Techniques d'entretiens (Fiches de contrôle et AMDEC) (2h)

Troisième journée :

- Identification des composants internes et connexions (2h)
- Evaluation (2h)

SOMMAIRE

I.	Connaissances générales	5
1.	Objectifs	5
2.	Eléments du contenu	5
3.	Approche pédagogique	5
4.	Notion d'énergie	6
5.	Source d'énergie	11
6.	Introduction aux petits systèmes solaires photovoltaïques	20
II.	Connaissances spécifiques : Les systèmes pico photovoltaïques	35
1.	Objectifs	35
2.	Eléments du contenu	35
3.	Approche pédagogique	35
4.	Définition	36
5.	Constitution des systèmes pico photovoltaïques :	36
6.	Classification des systèmes pico PV	39
7.	Utilisation et adaptabilité des produits pico PV aux besoins en milieu rural	39
8.	Norme sur les niveaux d'éclairage et standard de qualité	41
9.	Décryptage des plaques signalétiques	46
III.	Guides de déploiement et utilisation	47
1.	Objectifs	47
2.	Eléments du contenu	47
3.	Approche pédagogique	47
4.	Lampe S10 D.light	48
5.	Lampe S250 D.light	51
6.	Sunking solo	55
7.	Sunking pro	57
8.	Solux Led 50 & Solux Led105	59
9.	Firefly Mobile lamp	60
10.	Barefoot PowaPack Junior Matrix	63
11.	Kit Sundaya	66
12.	Kit Indiya	73
IV.	Maintenance des produits pico PV	79
1.	Objectifs	79
2.	Eléments du contenu	79
3.	Approche pédagogique	79
4.	Fiches de vérification de bon fonctionnement	80
5.	Fiches d'entretien et d'utilisation	85
6.	Fiches de diagnostic	86
7.	Travaux pratiques N° 1 : Pratique du maniement des instruments de mesure	91
8.	Travaux pratiques N°2 : Pratique du déploiement et de la mise en route des produits pico solaires	94
9.	Evaluation des apprenants	96
10.	Annexes	100

I. CONNAISSANCES GENERALES

1. Objectifs

Les compétences transmises permettront à l'apprenant de:

- Comprendre les notions d'énergie et de source d'énergie
- Connaître les principales grandeurs physiques qui permettent de caractériser un besoin énergétique en terme d'éclairage et de consommation d'énergie
- Comprendre les notions d'énergie renouvelable et en particulier d'électricité solaire photovoltaïque.
- Comprendre le principe de fonctionnement des petites installations et des produits pico solaires d'éclairage photovoltaïque.

2. Eléments du contenu

- **Notion d'énergie**
- **Source d'énergie**
- **Introduction aux petits systèmes solaires photovoltaïques**

3. Approche pédagogique

Pour transmettre les compétences, le formateur devra mettre au point une méthode interactive au cours de laquelle l'apprenant est guidé pour la compréhension des notions indispensables à l'acquisition d'un savoir faire.

Pour ce chapitre, la notion d'énergie devra être abordée à travers des illustrations prises au sein des activités courantes menées par les apprenants (exemple : pour cuire un repas il faut de la chaleur produite par un feu de bois ; pour cultiver avec une houe, il faut fournir de l'effort physique, pour sécher du maïs on peut l'exposer aux rayons du soleil, pour voir dans le noir on a besoin de la lumière produite par une lampe tempête ...).

Les sources d'énergie sont abordées de la même façon ceci en illustrant l'élément dans le quel on tire de l'énergie (exemple : le bois, le soleil, le vent, le pétrole lampant).

Pour aborder les notions d'électricité, une description d'un dispositif connu ayant un circuit électrique est indispensable (exemple : description du circuit de la lampe torche). Partant de la, une introduction aux petits systèmes solaires peut se faire.

4. Notion d'énergie

4.1 Définition

Un système possède de l'énergie s'il est capable de fournir du travail mécanique ou son équivalent.

Un moteur électrique exerce des forces qui peuvent déplacer des objets: Il fournit du travail mécanique donc il possède de l'énergie. Cette énergie provient du générateur qui fait circuler le courant c'est-à-dire qui met en mouvement les charges électriques par sa force électromotrice. Le générateur possède donc de l'énergie que l'on qualifie d'électrique.

Le moteur reçoit cette énergie électrique et la transforme en énergie mécanique.

4.2 Transformation de l'énergie

Un récepteur est un appareil qui transforme l'énergie électrique en une autre forme d'énergie.

Tableau 1 : Récepteurs électriques

Énergie consommée	Récepteur	Énergie utile fournie
Énergie électrique	Radiateur électrique	thermique (chaleur)
	Lampe électrique	rayonnante (lumière)
	Moteur électrique	mécanique (travail)
	Accumulateur en charge	chimique
	<i>Transformateur</i>	<i>Energie électrique</i>

Un générateur est un appareil qui transforme en énergie électrique une autre forme d'énergie.

Tableau 2 : Générateurs d'électricité

Énergie consommée	Générateur	Énergie utile fournie
mécanique (travail)	Dynamo, alternateur	Énergie électrique
chimique	Pile, accumulateur	
rayonnante (lumière)	Photopile	
thermique (chaleur)	Thermocouple	
<i>électrique</i>	<i>Transformateur</i>	

4.3 Rendement énergétique d'un système

Le **rendement énergétique** est égal au rapport de l'énergie utile fournie et de l'énergie totale consommée.

$$\text{Rendement} = \frac{\text{Énergie Utile}}{\text{Énergie Consommée}}$$

4.4 Énergie électrique: Puissance et énergie

Un appareil puissant fournit beaucoup d'énergie en peu de temps.

La puissance consommée par un appareil est l'énergie qu'il consomme pendant l'unité de temps.

$$\text{Puissance} = \frac{\text{Énergie}}{\text{temps}}$$

L'énergie électrique consommée par un appareil est égale au produit de sa puissance P consommée par la durée t de son fonctionnement

$$\text{Énergie} = (\text{puissance}) \times (\text{temps})$$

4.5 Notions de base en électricité

Pour bien manipuler les systèmes photovoltaïques, il est bon de maîtriser les concepts de base et la terminologie associée. Les éléments du tableau ci-dessous visent à faciliter la compréhension des chapitres suivants.

Tableau 3 : concepts de base en électricité

Terme	Symbole	Unité (Abréviation)	Définition
Courant (intensité)	I	ampères (A)	Débit d'électrons dans un conducteur
Courant continu	cc	ampères (A)	Courant électrique unidirectionnel (qui ne change pas de sens). Les modules photovoltaïques produisent toujours un courant continu
Courant alternatif	ca	ampères (A)	Courant électrique qui change de sens (où les électrons circulent alternativement dans une direction puis dans l'autre à intervalles réguliers appelés cycles)
Tension ou différence de potentiel	U	volts (V)	Différence de potentiel électrique entre deux points d'un circuit, qui détermine le débit d'électrons
Résistance	R	ohms (Ω)	Aptitude d'un conducteur (fil ou appareil) à s'opposer au passage du courant et convertir l'énergie électrique en chaleur
Puissance électrique	P	watts (W)	Énergie électrique par unité de temps

Un « **circuit électrique** » est un ensemble de conducteurs (câbles et appareils) parcouru par des électrons. Le courant circule lorsque le circuit est fermé. La « charge » est l'ensemble des équipements et appareils alimentés par le courant fourni par une source (module ou batterie). Les batteries et la charge sont montées en série ou en parallèle.

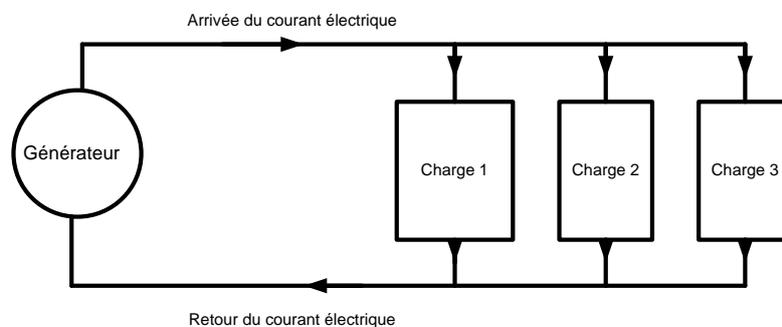


Figure 1 : Charge montées en parallèles avec un générateur

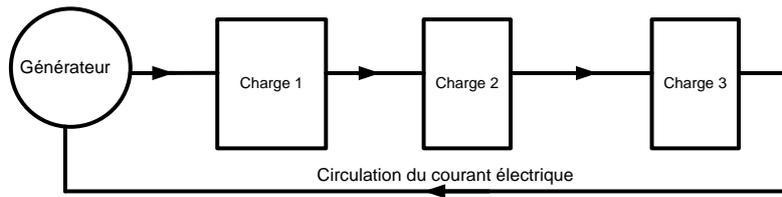


Figure 2: Charges montées en série avec un générateur

4.6 Mesure de l'énergie

L'énergie consommée par une installation domestique est mesurée par un compteur d'énergie

a) Unités de mesure

Heure (h)	Unité de mesure du Temps	
Volt (V)	Unité de mesure de la Tension	$(V) = (W) / (A)$
Ampère (A)	Unité de mesure de l' Intensité	$(A) = (W) / (V)$
Ampère-heure (Ah)	Unité de mesure de la Capacité d'une batterie	$(Ah) = (A) \times (h)$
Watt (W)	Unité de mesure de la Puissance	$(W) = (Wh) / (h)$
Wattheure (Wh)	Unité de mesure de la quantité d' Energie	$(Wh) = (W) \times (h)$

b) Principales formules

- **En courant alternatif (CA)**

Puissance (P) = Tension x courant x Facteur de puissance

$$P = U \times I \times \cos \varphi \quad (W) = (V) \times (A)$$

- **En courant continu (CC)**

$$\text{Puissance (P)} = \text{tension} \times \text{Courant} \rightarrow P = U \times I$$

$$(W) = (V) \times (A)$$

$$\text{Energie (E)} = \text{Puissance} \times \text{temps} \rightarrow E = P \times T$$

$$(Wh) = (W) \times (h)$$

$$\text{Capacité (C)} = \text{Energie} / \text{Tension} \rightarrow C = E / U$$

$$(Ah) = (Wh) / (V)$$

$$\text{Rendement } (\eta) = P \text{ sortie} / P \text{ entrée} \rightarrow \eta = P_s / P_e$$

$$(\%) = (W) / (W)$$

c) Unités utilisées spécifiquement pour l'énergie solaire

- **Watt/m²** : mesure la puissance instantanée (éclairage en provenance du soleil) reçue sur une surface d'un mètre carré.
- **Wh/m².jour** : mesure l'énergie du soleil (L'enseillement ou irradiation) reçue sur une surface d'un mètre carré au cours d'une journée.
- **Wc (Watt crête)** : c'est la puissance maximale qu'un module solaire photovoltaïque peut produire dans les conditions optimales d'enseillement et de température (1000W/m², 25°C de température de cellule)

5. Source d'énergie

5.1 Définition

Une **source d'énergie** désigne tous les phénomènes à partir desquels il est possible de retirer de l'énergie.

Les phénomènes suivants sont souvent désignés comme des sources d'énergie :

- Vent (énergie éolienne);
- Eau est un composé chimique simple, mais combinée avec la gravité (énergie hydraulique);
- Marées et courants marins (énergie marémotrice et hydrolienne)
- Énergie solaire(L'énergie solaire est l'énergie que dispense le soleil par son rayonnement, directement ou de manière diffuse à travers l'atmosphère. Sur Terre, l'énergie solaire est à l'origine du cycle de l'eau et du vent. Le règne...) (thermique et photovoltaïque);
- Combustion.) (combustible : pétrole (Le pétrole, du latin *petra* pierre et *oleum* huile (soit « huile de pierre »), est une roche liquide carbonée, ou huile minérale. Énergie fossile, son exploitation est l'un des piliers de...), gaz naturel (Le gaz naturel est un combustible fossile, il s'agit d'un mélange d'hydrocarbures trouvé naturellement sous forme gazeuse. C'est la deuxième source d'énergie...), biogaz (Le biogaz est le gaz produit par la fermentation de matières organiques animales ou végétales en l'absence d'oxygène.), bois, ...);
- Énergie nucléaire (Le terme d'énergie nucléaire recouvre deux sens selon le contexte :) provenant de la fission ou de la fusion nucléaire (La fusion nucléaire (dite parfois thermonucléaire) est, avec la fission, l'un des deux principaux types de réactions nucléaires appliquées. Il ne faut pas confondre la fusion nucléaire...).

5.2 Sources d'énergie non renouvelable

Une source d'énergie est considérée comme non renouvelable lorsqu'elle ne peut pas être reconstituée dans un court laps de temps. Actuellement les seules sources d'énergie non renouvelables que nous exploitons sont extraites du sol sous forme de liquide, de gaz et de solide. Le pétrole brut est sous forme liquide. Le gaz naturel et le propane sont extraits sous forme gazeuse et le charbon est un solide.

On peut classer les énergies non renouvelables en deux grandes familles :

- **Énergie fossile** (L'énergie fossile désigne l'énergie que l'on produit à partir de roches issues de la fossilisation des êtres vivants : pétrole, gaz naturel et houille. Elles sont présentes en quantité limitée et non...). On peut citer notamment le charbon, le gaz (Au niveau microscopique, on décrit un gaz comme un ensemble d'atomes ou de molécules très faiblement liés et quasi indépendants (pour plus de détails, voir gaz...) naturel et le pétrole. Leur vitesse (La vitesse est une grandeur physique qui permet d'évaluer l'évolution d'une quantité en fonction du temps.) de régénération est extrêmement lente à l'échelle humaine, et la consommation intensive, d'où les risques actuels d'épuisement.
- **Énergie nucléaire** (Le terme d'énergie nucléaire recouvre deux sens selon le contexte :), les gisements d'uranium (Table complète - Table étendue) étant limités. Il existe cependant des partisans du caractère renouvelable de l'énergie (Dans le sens commun l'énergie désigne tout ce qui permet d'effectuer un travail, fabriquer de la chaleur, de la lumière, de produire un mouvement.) nucléaire (Le terme d'énergie nucléaire recouvre deux sens selon le contexte :), bien que la théorie (Le mot théorie vient du mot grec theorein, qui signifie « contempler, observer, examiner ». Dans le langage courant, une théorie est une idée ou une connaissance spéculative,...) n'ait pas encore rejoint la réalité pratique

5.3 Sources d'énergie renouvelables

4.3.1 Définition:

Une **énergie renouvelable** est une source d'énergie se renouvelant assez rapidement pour être considérée comme inépuisable à l'échelle de temps humaine. Les énergies renouvelables sont issues de phénomènes naturels réguliers ou constants provoqués par les astres, principalement le Soleil((pourcentage en masse)) (rayonnement), mais aussi la Lune (On appelle lune tout satellite naturel d'une planète, mais la Lune, avec un L majuscule, désigne le seul satellite naturel de la Terre. Par sa visibilité et ses excentricités, la Lune a toujours constitué un sujet d'intérêt pour les...) (marée) et la Terre (La Terre, foyer de l'humanité, est surnommée la planète bleue. C'est la troisième planète du système solaire en partant du Soleil.) (énergie géothermique). Soulignons que le caractère renouvelable d'une énergie (Dans le sens commun l'énergie désigne tout ce qui permet d'effectuer un travail, fabriquer de la chaleur, de la lumière, de produire un mouvement.) dépend non seulement de la vitesse (La vitesse est une grandeur physique qui permet d'évaluer l'évolution d'une quantité en fonction du temps.) à laquelle la source se régénère, mais aussi de la vitesse à laquelle elle est consommée. Par exemple, le bois est une énergie renouvelable (Une énergie renouvelable est une source d'énergie se renouvelant assez rapidement pour être considérée comme inépuisable à l'échelle de temps humaine. Les énergies renouvelables sont issues de phénomènes naturels réguliers ou constants provoqués...) tant qu'on abat moins d'arbres qu'il n'en pousse (Pousse est le nom donné à une course automobile illégale à la Réunion.). Le comportement des consommateurs d'énergie est donc un facteur à prendre en compte dans cette définition (Une définition est un discours qui dit ce qu'est une chose ou ce que signifie un nom. D'où la division entre les définitions réelles et les définitions nominales.).

Comme énergie renouvelable on peut citer :

- L'énergie éolienne
- L'énergie hydraulique
- L'énergie géothermique
- La biomasse
- L'énergie solaire

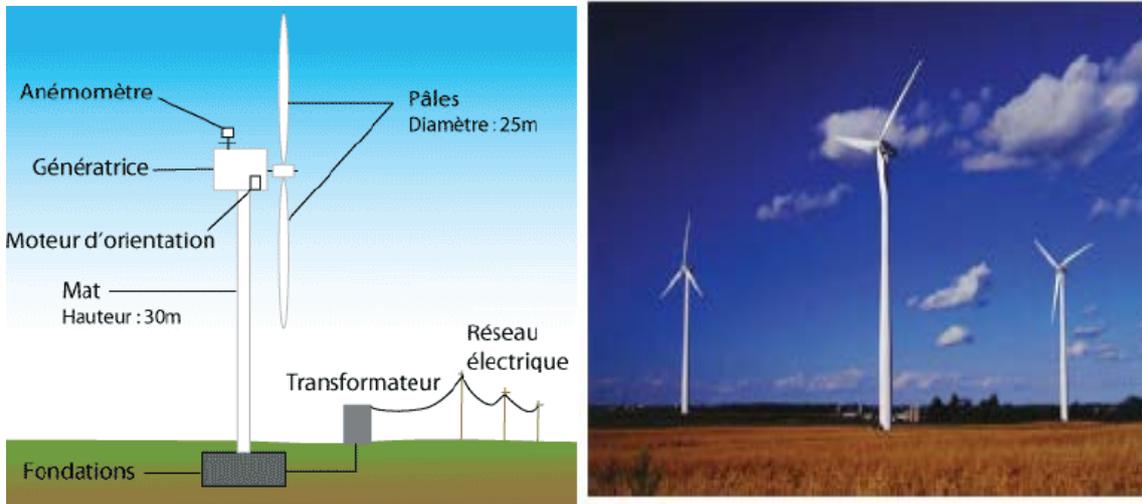
4.3.2 L'énergie éolienne

L'énergie éolienne c'est l'énergie mécanique engendrée par les déplacements d'air (le vent) dans l'atmosphère.

L'énergie éolienne peut être utilisée de plusieurs manières:

- **Conservation de l'énergie mécanique:** Le vent est utilisé pour faire avancer un véhicule (navire à voile ou char à voile), pour pomper l'eau (moulins de Majorque, éoliennes de pompage pour irriguer ou abreuver le bétail), pour faire tourner la meule d'un moulin.

- **Transformation en énergie électrique** : l'éolienne est alors couplée à un générateur électrique pour fabriquer du courant continu ou alternatif



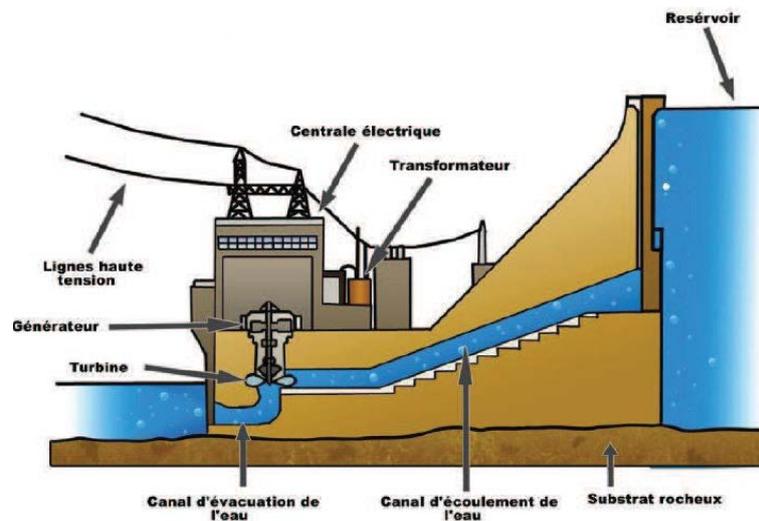
4.3.3 L'énergie hydraulique

A l'instar de l'énergie éolienne, l'énergie hydraulique tire son origine dans les phénomènes météorologiques et donc du soleil. Ces phénomènes prélèvent de l'eau principalement des océans et en libèrent une partie sur les continents à des altitudes variables. On parle de cycle de l'eau pour décrire ces mouvements. L'eau en altitude possède une énergie potentielle de pesanteur. Cette énergie peut être alors captée et transformée, lors des mouvements de l'eau qui retourne vers les océans.

L'énergie hydraulique peut être convertie en énergie hydroélectrique pour la production d'électricité, que cela soit via une centrale hydroélectrique ou marémotrice.

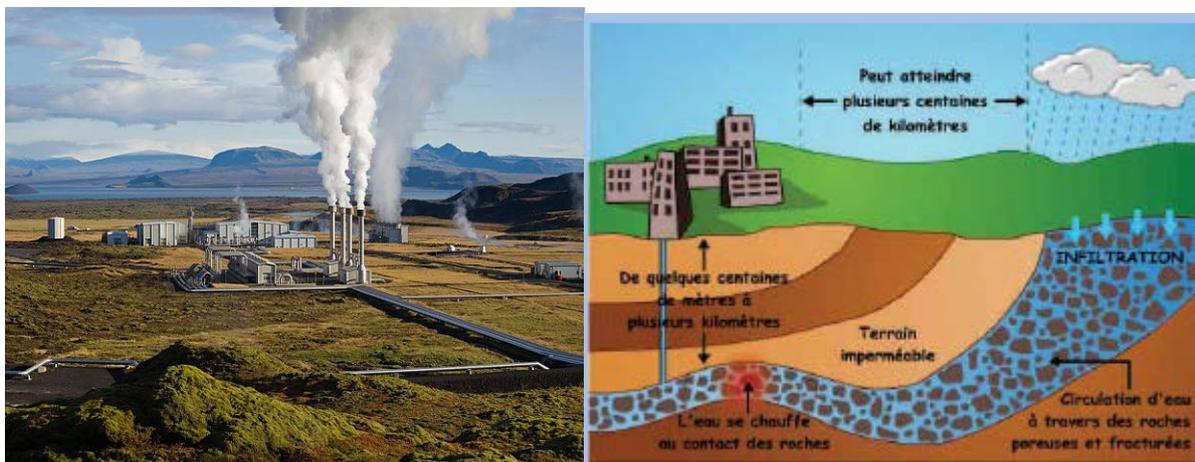


L'énergie cinétique du courant d'eau est transformée en énergie mécanique par une turbine puis en énergie électrique par un alternateur.



4.3.4 L'énergie géothermique

La géothermie consiste à capter la chaleur contenue dans la croûte terrestre pour produire du chauffage ou de l'électricité.



4.3.5 Energie de la biomasse

Dans le domaine de l'énergie, le terme de biomasse regroupe l'ensemble des matières organiques pouvant devenir des sources d'énergie.

L'énergie de la biomasse comprend trois familles principales :

- Les biocarburants
- Le biogaz ou la méthanisation
- Le bois énergie ou biomasse solide

4.3.6 L'énergie solaire

L'énergie solaire a directement pour origine l'activité du soleil. Le soleil émet un rayonnement électromagnétique dans lequel on trouve notamment les rayons cosmiques. Ces derniers émettent de l'énergie.



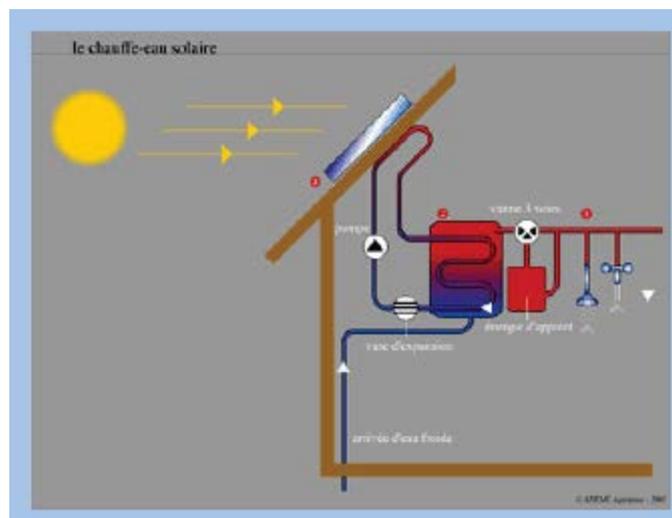
Pour exploiter l'énergie solaire, l'on utilise un dispositif dont le but est récupérer une partie de l'énergie du rayonnement solaire pour la convertir en une forme d'énergie utilisable par l'homme: ce sont des panneaux solaires.

On distingue deux types de panneaux solaires: **Les panneaux solaires thermiques**, appelés capteurs solaires thermiques ou simplement capteur solaires, qui convertissent la lumière en chaleur récupérée et utilisée sous forme d'eau chaude ; **les panneaux photovoltaïques**, appelés modules photovoltaïques ou simplement panneaux solaires, qui convertissent la lumière en électricité.



a) Les panneaux solaires thermiques

Le principe de fonctionnement: Le rayonnement solaire est reçu par un absorbeur qui a son tour chauffe soit un fluide caloporteur soit l'eau directement. Un vitrage est placé devant l'absorbeur, ainsi le rayonnement est « capturé » : en d'autres termes, c'est l'effet de serre.

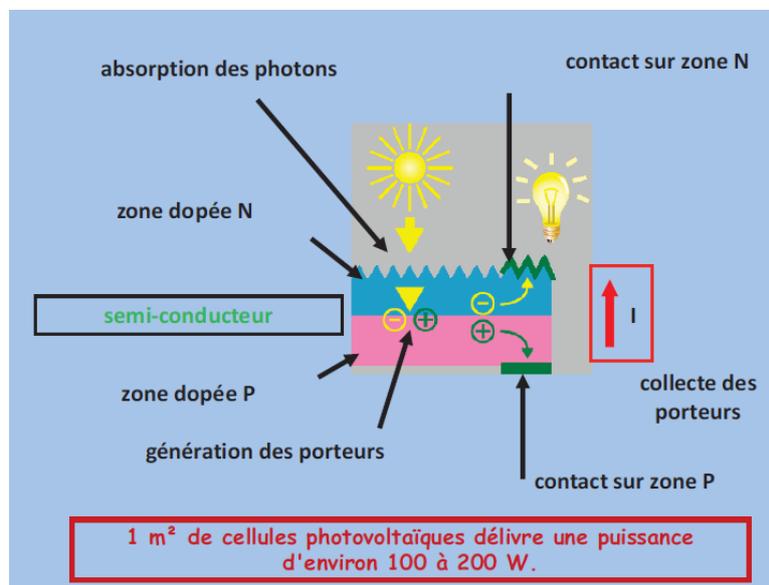


b) Les cellules photovoltaïques :

À l'aide de matériaux semi-conducteurs, tels que le silicium, il est possible de réaliser des dispositifs qui transforment le rayonnement solaire en électricité : c'est ce que l'on appelle des **photopiles** ou cellules photovoltaïques.



Le principe de fonctionnement :



En disposant une photopile au soleil, une tension électrique apparaît à ses bornes : c'est un convertisseur d'énergie solaire en énergie électrique. La photopile permet donc de capter l'énergie solaire, du moins une partie. Actuellement, les meilleures photopiles ont un rendement d'environ 15 %, ce qui signifie que 85 % de l'énergie qui arrive sur la surface de la photopile n'est pas transformée en électricité.)

En assemblant des photopiles, on peut réaliser des panneaux solaires, tels que ceux qui alimentent de nombreux satellites artificiels mais aussi, plus près de nous, tels que ceux que l'on peut voir déjà sur des cabines téléphoniques, et même sur les toits de maisons.

6. Introduction aux petits systèmes solaires photovoltaïques

Un système solaire photovoltaïque est un ensemble complet d'équipements utilisé pour transformer la lumière du soleil en électricité. Ces systèmes fournissent généralement une tension nominale en courant continu (noté CC). Cette tension peut être adaptée en fonction des appareils électriques.

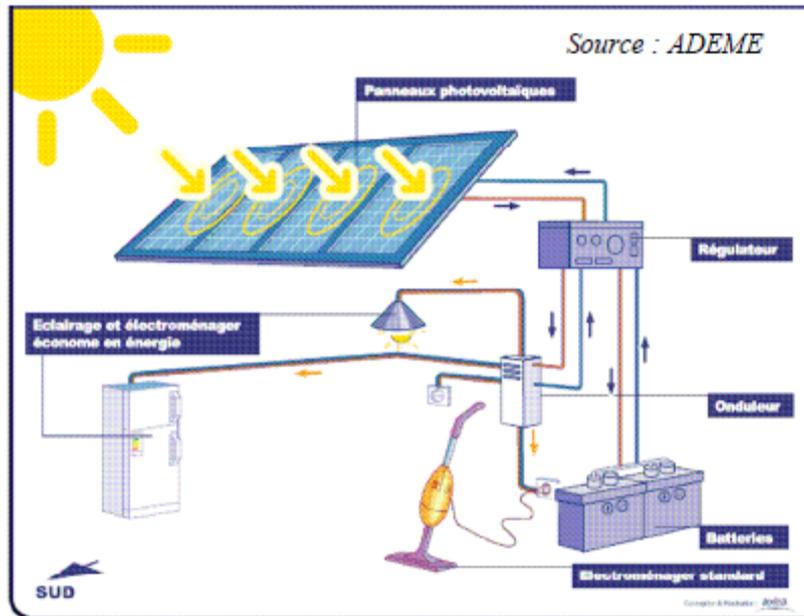
6.1 Les composants d'un système solaire photovoltaïque

Un système solaire PV est composé de 5 éléments principaux :

L'utilisateur	Il paie, utilise et entretient les systèmes. (Il fait partie du système)
Le panneau photovoltaïque	Composé de modules photovoltaïques raccordés les uns aux autres et fixés sur une structure support, il produit la quantité requise d'électricité
Le régulateur	Il protège la batterie contre les surcharges et décharges profondes
La batterie	elle stocke l'énergie électrique
Les récepteurs	ce sont des appareils consommateurs d'électricité : Lampes, radios, téléviseurs....

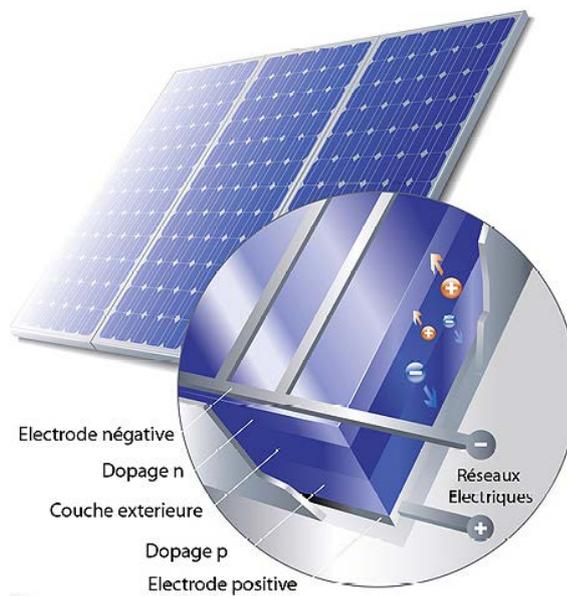
Autres éléments annexes parfois indispensables :

- **Convertisseur-adaptateur** : Il adapte la tension CC délivrée par la batterie à la tension d'alimentation du récepteur si elle est plus haute ou plus basse
- **Câbles**
- **Onduleur** : Il transforme le courant continu en courant alternatif (CC en CA).



6.2 Les modules photovoltaïques

Ils convertissent directement la lumière du soleil en courant électrique continu par le biais des cellules solaires.



La puissance maximale fournie par le module est indiquée en Watt crête (Wc). Il s'agit de la puissance qu'un module peut produire dans les conditions optimales d'ensoleillement ($1000\text{W}/\text{m}^2$) et avec une température de 25°C .

La production d'électricité d'un module se calcule à partir de sa puissance crête, de l'ensoleillement journalier dans le plan du module et d'un coefficient de performance (estimé à 0.60 pour les systèmes à batterie et à 0.75 pour les systèmes au fil du soleil).

$$P = P_{cr} \times Ensol \times 0,60 \text{ en Wh/jour}$$

Avec P : production d'électricité du module PV en Wh/jour

P_{cr} : Puissance crête en W

$Ensol$: Ensoleillement en kWh/m².jour

- **Caractéristiques principales des modules solaires :**

Puissance crête (Wc)	Pc	Ex : 7, 17, 60 à 160Wc par module
Courant de court-circuit (A)	Icc	Ex : 3.65 A pour un module de 60Wc
Tension de circuit ouvert (V)	Uco	Ex : 20.7V pour un module de 60Wc
Tension de fonctionnement (V)		Ex : 12 ou 24V

- **Branchement des modules**

Branchement série

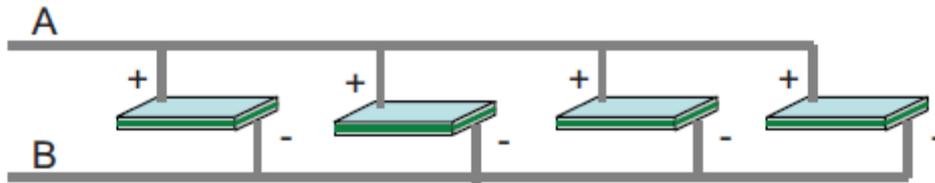
Ce type de branchement permet d'obtenir des tensions élevées, l'intensité qui traverse chaque panneau est la même. Elle est égale à l'intensité du panneau le plus faible. Dans ce type de branchement la borne positive est toujours reliée à la borne négative du panneau suivant (ou précédent).



Si la tension entre les bornes d'un panneau est de 12V et l'intensité véhiculée 1A, on disposera, entre A et B d'une tension de $12+12+12+12=48V$.

Branchement en dérivation ou en parallèle

Dans ce cas, les bornes positives des différents capteurs sont reliées entre elles formant la borne positive de l'ensemble ; de même les bornes négatives seront reliées entre elles.



Ce montage n'est possible que si les panneaux ont la même tension (mais ils peuvent fournir des intensités différentes).

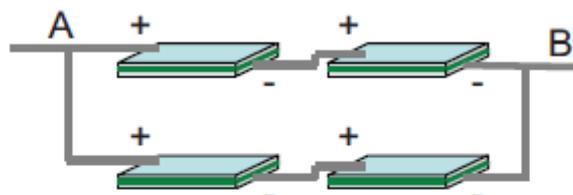
La tension entre les bornes de l'ensemble est égale à la tension commune des différents capteurs.

L'intensité fournie par l'ensemble est égale à la somme des intensités fournies par chaque panneau. C'est le montage qui convient lorsqu'on a besoin d'une intensité importante.

Entre A et B la tension est 12V et l'intensité qui sort de l'ensemble est :
 $1A+1A+1A+1A=4A$

a) Montage mixte

Dans ce cas, on monte en dérivation des ensembles de panneaux monté en série(on peut aussi monter en série des ensembles de panneaux montés en parallèle)



6.3 Les types de panneaux solaires

Il existe quatre types de panneaux solaires : flexibles, amorphes, monocristallins et poly-cristallins. Le choix doit se faire selon votre domaine d'application :

Les flexibles : Ces panneaux sont conçus pour des applications dites nomades : pour recharger des appareils mobiles, le camping, la randonnée, le nautisme. Le rendement moyen est d'environ 9%

Les amorphes : Ces panneaux ont la palme du rapport qualité/prix, ils fonctionnent très bien même avec une faible luminosité. Le rendement moyen est d'environ 7%.

Les monocristallins : Ces panneaux sont actuellement le must sur le marché du photovoltaïque, ce sont de véritables générateurs d'énergie par tout temps. Le rendement moyen est compris entre 12 et 21%

Les poly-cristallins : Ces panneaux sont utilisés lorsque l'ensoleillement direct est garanti, ils sont généralement utilisés pour créer des centrales photovoltaïques. Le rendement moyen est d'environ 13%



Type : polycristallin



Type : monocristallin



Type : amorphe

6.4 Le régulateur de charge

Sa fonction principale est de protéger la batterie contre les **surcharges** et les **décharges** profondes, ce qui permet d'allonger la durée de vie de celle-ci.

Caractéristiques principales :

Courant photovoltaïque maximum admissible :entre 3 et 30A (en provenance du panneau)		
Courant d'utilisation maximum admissible entre 3 et 30A (vers le récepteur)		
Indicateur de tension batterie LED ou Voltmètre ou alarme		
Indicateur de charge solaire LED ou Ampèremètre		
Seuil de tension limitant la charge	Ex seuil haut (panneau coupé)	Ex seuil bas (panneau reconnecté)
Pour batterie ouverte	14.5V à 25°C	12.8V à 25°C
Pour batterie étanche	14.1V à 25°C	12.8V à 25°C
Seuil de tension limitant la décharge		
Pour batterie ouverte	Ex : entre 10.5 et 11.9 V	
Pour batterie étanche	Ex : entre 11.4 et 11.9 V	
Type de régulation	Avec relais (tout ou rien), progressive avec électronique de puissance	
Réenclenchement (quand la tension de la batterie redevient suffisamment élevée)	Automatique ou manuel	
Compensation en température des seuils de charge	Ex : 14.1V à 25°C et 13.83V à 40°C	
Protection électrique	Contre les courts-circuits (fusible ou protection électronique) contre les sur tensions due à la foudre	
Protection contre des inversions de polarité	Par fusibles ou diodes anti-retour	

Remarques :

R1 : Pour la plupart des régulateurs, le seuil de fin de charge diminue automatiquement avec l'augmentation de la température pour augmenter la durée de vie des batteries (-0.018 à -0.030 V/°C)

R2 : La tension de charge sur les batteries étanches est toujours plus faible que sur les batteries ouvertes. Attention au choix du régulateur respectant ces seuils de régulation.

6.5 Les batteries

Le fait que l'énergie solaire ne soit pas disponible sur l'ensemble d'une période de fonctionnement, le système alimenté impose d'utiliser un organe de stockage de l'énergie électrique dans les installations autonomes. Ses fonctions sont les suivantes :

- Permettre un déphasage entre la production et la consommation ;
- Permettre une puissance élevée sur un temps court, compatible avec la production journalière, avec une puissance de production installée faible.

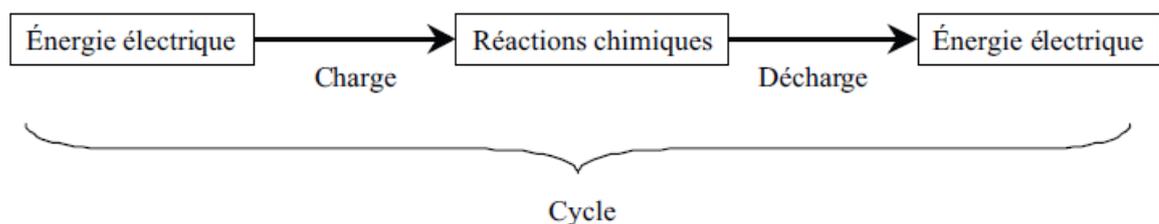


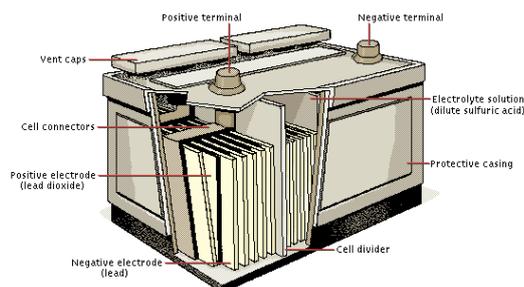
Figure : Principe de stockage de l'énergie.

Pour les systèmes solaires, l'énergie est stockée sous la forme d'un courant continu.

Deux types de batterie sont utilisés :

- Les accumulateurs plomb / acide (Pb / Pb SO₄) : les plus utilisés, ils ont un bon rendement énergétique de charge / décharge d'environ 70 % ;
- Les accumulateurs cadmium / nickel : plus chers, ils peuvent fonctionner sans régulateur, résistent aux surcharges et aux décharges, ont une bonne aptitude au cyclage et résistent bien aux basses températures.

Les batteries sont les composants les moins fiables et les moins durables des systèmes solaires. Comme dans une voiture, une batterie peut être défaillante à tout moment.



Caractéristiques principales :

Caractéristiques de stockage (Ah)	Ex : 100 Ah à C/100 et 20°C
Tension nominale (V)	Ex : 2V, 6V ou 12V
Durée de vie en fonction de la profondeur de la décharge ou degré de décharge quotidien (DDQ)	Ex : 2 à 5 ans (730 à 1825 cycles) selon le DDQ
Densité de l'électrolyte/tension de circuit ouvert/ état de charge	Ex : 1.24 à 20°C, tension de circuit ouvert 12.5V et batterie chargée à 80%
Type de technologie et applications : Plomb-acide ouverte Plomb-acide étanche Nickel-manganèse (Ni-mH) ou Ion-lithium	Ex : batteries automobiles ou solaires avec remise à niveau régulière de l'électrolyte Ex : batterie gel sans entretien Ex : batterie pour téléphone portable ou lampe de poche
Auto décharge (% / mois)	Ex : 5 à 30% pour une batterie automobile
Tension de seuil de charge / décharge	Ex : 14.5V / 11.4V
Courant de charge / décharge	Ex : 5A pour une batterie de 100Ah
Rendement énergétique (pendant la charge et la décharge)	Ex : 70 % pour une batterie automobile
Consommation d'eau distillé (litre / mois)	Ex : 1 litre tous les 3 mois pour une batterie de 100Ah

- **Durée de vie en fonction de la DDQ et du type de batterie**

Type de plaques	Automobile ouverte plane mince	Solaire ouverte plane épaisse	Etanche (gel) plane épaisse	Stationnaire ouverte tubulaire
Capacité unitaire	(25 à 200 Ah)	(10 à 200 Ah)	(25 à 150 Ah)	(150 à 2000 Ah)
DDQ 10%	3 à 4 ans	5 à 7 ans	6 à 8 ans	> 10 ans
DDQ 20%	2 à 3 ans	4 à 5 ans	5 à 6 ans	10 ans
DDQ 30%	1.5 à 2 ans	3 à 4 ans	4 à 5 ans	6 ans
DDQ 50%	6 mois à 1 an	1 à 2 ans	2 à 3 ans	4 ans
DDQ 80%	2 mois	3 à 6 mois	1 à 2 ans	2 ans

Remarques :

R1 : Dans un système solaire la batterie est successivement chargée et déchargée quotidiennement (1 cycle par jour). La durée de vie d'une batterie correspond au nombre de cycles de charge / décharge qu'elle est capable de supporter, sans dommage.

R2 : La durée de vie augmente si le degré de décharge quotidien (noté DDQ) représente un faible pourcentage de sa capacité (Ex : pour une batterie automobile, si le DDQ est de 50%, sa durée de vie peut être de 6 mois – 182 cycles, mais si le DDq est de 30%, sa durée de vie peut excéder les 2 ans – 730 cycles).

R3 : Des températures de fonctionnement, supérieures à 25°C, diminuent la durée de vie de tout type de batteries et celle des batteries étanches encore plus fortement.

R4 : La capacité de stockage dépend de nombreux facteurs. Elle diminue :

- Avec un fort courant de décharge. La capacité est toujours indiquée pour une intensité de décharge donnée (Ex : 75Ah à C/100 : Si le courant de décharge est de $75/100 = 0.75$ A ; Si le courant de décharge est plus grand, par exemple 7.5 A, sa capacité sera seulement 60 Ah)
- Irrémédiablement si la batterie est laissée sans être chargée plusieurs semaines
- Avec un fonctionnement prolongé avec un faible état de charge
- Avec une mauvaise utilisation et une maintenance irrégulière (ex : quantité d'électrolyte inférieure à celle requise)
- Avec le temps et avec des températures ambiantes inférieures à 25°C.

- **Exemple de variation de la capacité avec la température**

Température	-10°C	0°C	10°C	20°C	25°C	30°C	40°C
Facteur de correction à appliquer	0.72	0.83	0.91	0.98	1.00	1.02	1.05

Ex : Une batterie de 100 Ah C/100 à 25°C aura une capacité de 83Ah à 0°C

6.6 Les récepteurs et onduleurs

a) Les lampes

Il faut choisir les lampes, principalement pour leur capacité à fournir un maximum de lumière pour une consommation la plus faible possible (haute efficacité lumineuse), mais aussi pour leur durée de vie leur prix, et leur disponibilité sur le marché afin de garantir leur renouvellement.

Type de lampe	Incandescente standard	Halogène basse tension	Fluorescente	LED
Efficacité lumineuse (lumen / Watt)	5 à 10	15 à 30	40 à 70	20 à 30
Qualité de la lumière	Bonne	Excellente	Bonne	Médiocre à bonne
Durée de vie (heures)	100 à 1000	1000 à 2000	5000	Plus de 5000
Impact sur le coût du système solaire (surface des panneaux)	Négatif	Neutre	Excellent	Excellent
Exemple d'usage recommandé	3 à 10 W Pour des durées très courtes : Coin toilettes, couloir	5 à 20 W Coin lecture et pour travail de précision	4 à 30 W Toutes applications, coin lecture, éclairage extérieur	0.7 à 2 W Couloir, veilleuse, Lampe de sécurité extérieure

Définitions :

Lux : Le lux est une unité de mesure de l'éclairement lumineux. (Symbole: lx). Il caractérise la quantité de lumière reçue sur une surface

Lumen : unité de mesure de la puissance lumineuse (quantité de lumière)

Éléments d'analyse comparative :

Pour assurer le confort visuel et un éclairage optimal de l'utilisateur, les niveaux suivants sont recommandés selon l'usage.

Lieux	Eclairement
Salle de classe	325 lux
Bureaux et bibliothèques	425 lux
Mécanique générale (éléments de taille moyenne)	425 lux
Salle de dessin (manuel, pas sur ordinateur)	850 lux
Eclairage domestique (habitation)	100 à 300 Lux

b) Appareils audiovisuels

Les consommations varient du simple au double selon la marque ou l'ancienneté des appareils.

TV noir et blanc 14 pouces (35 cm)	TV couleur 14 pouces (35 cm)	Tv couleur 17 pouces (43 cm)
12 Vcc	12 Vcc 230 Vca	12 Vcc 230 Vca
12 à 15 W	25 à 35 W 35 à 50 W	35 à 50 W 50 à 65 W

c) Les onduleurs CC / CA

Ils transforment le courant continu en courant alternatif.

- **Caractéristiques principales**

Puissance nominale (W)	Ex : 200W (puissance nominale de sortie en fonctionnement continu et pour une température de 20°C)
Plage de tension de sortie (V)	Ex : 230 V CA \pm 5%, 50Hz \pm 5% ; les fluctuations plus importantes risquent d'endommager les récepteurs électriques
Plage de tension d'entrée (V)	Entre 10.5 V et 15 V. Hors de ces limites, l'onduleur doit être capable de couper son alimentation, sans être endommagé
Rendement (%)	Ex : au moins 75% de rendement sur une large plage de puissance allant de 20 à 80 %
Signal de sortie	Ex : Pure sinusoïde ou quasi sinus
Capacité de surcharge	Capacité à fournir une puissance supérieure à sa puissance nominale pour absorber les pics de courant de démarrage de certains appareil électriques (TV ou moteurs électriques) Ex : 200% de sa puissance nominale pendant 10 secondes
Consommation de veille (« stand-by »)	Ex : 0.5 à 15 W
Protection électrique (court-circuit et surcharge)	Protection contre courts-circuits sur sortie CA (avec réenclenchement manuel ou automatique) Protection contre les inversions de polarité
Détection automatique de récepteurs	Uniquement pour les onduleurs de haute qualité. Ce qui permet de réduire fortement la consommation de veille

*** Remarque valable pour la plupart des onduleurs :**

La puissance nominale doit être environ 2 à 3 fois supérieure à la puissance des appareils à installer (ex : choisir un onduleur de 200W pour une télévision couleur de 65W).

6.7 Les types d'installations photovoltaïques

Il existe 03 types d'installations photovoltaïques :

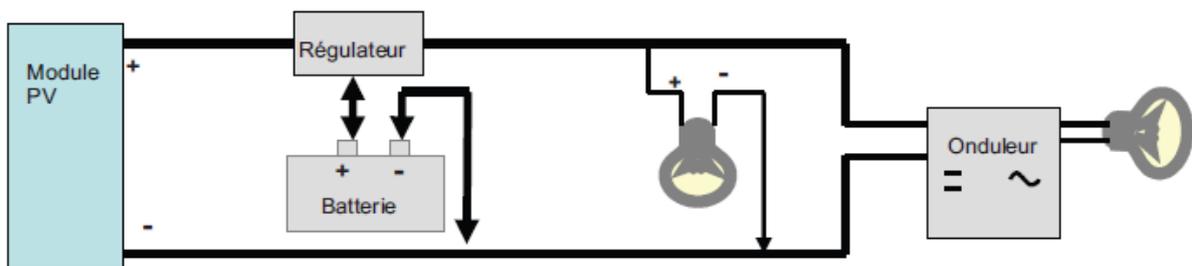
- Les installations autonomes
- Les installations autonomes hybrides
- Les installations connectées au réseau

5.7.1 Les installations autonomes

Un système photovoltaïque autonome alimente l'utilisateur en électricité sans être connecté au réseau électrique.

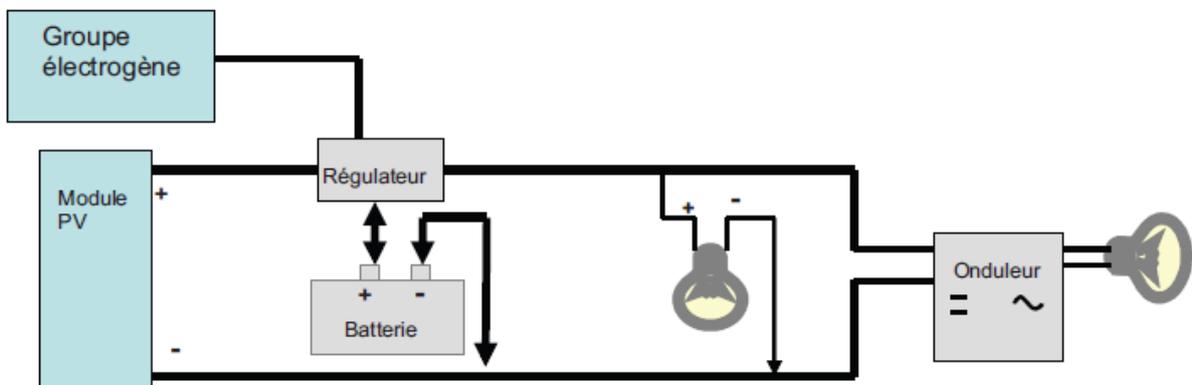
C'est bien le seul moyen de s'électrifier lorsque le courant du réseau n'est pas disponible : Les maisons en site isolé, sur des îles, en montagne...

Ce type de système nécessite l'utilisation de batteries pour le stockage de l'électricité et d'un contrôleur de charge (régulateur) pour assurer la durabilité des batteries.

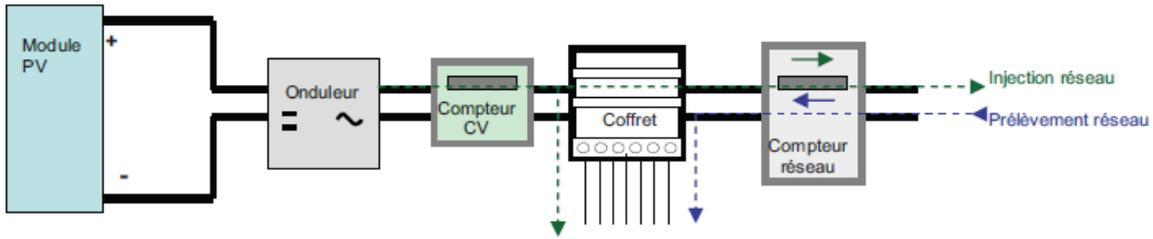


5.7.2 Installations autonomes hybrides

Il dispose d'un groupe électrogène qui produit du courant lorsque les panneaux photovoltaïques n'en produisent plus et que les batteries sont vides



5.7.3 Installations connectées au réseau



Système couplé directement au réseau électrique à l'aide d'un onduleur. Ce type de système offre beaucoup de facilité pour le producteur/consommateur puisque c'est le réseau qui est chargé de l'équilibre entre la production et la consommation d'électricité. Dans ce cas il est impératif de convertir le courant continu produit par le système photovoltaïque en courant alternatif synchronisé avec le réseau.

6.8 Classification des systèmes photovoltaïques hors réseau

Les systèmes PV hors réseau se définissent essentiellement par le volume de l'énergie et le nombre d'utilisateurs. Tous les systèmes comprennent un ou plusieurs modules solaires de différentes tailles ainsi que divers appareils. Les catégories fréquemment utilisées sont les systèmes multiutilisateurs (SMU), les systèmes solaires domestiques (SSD) et les très petits systèmes pico PV.

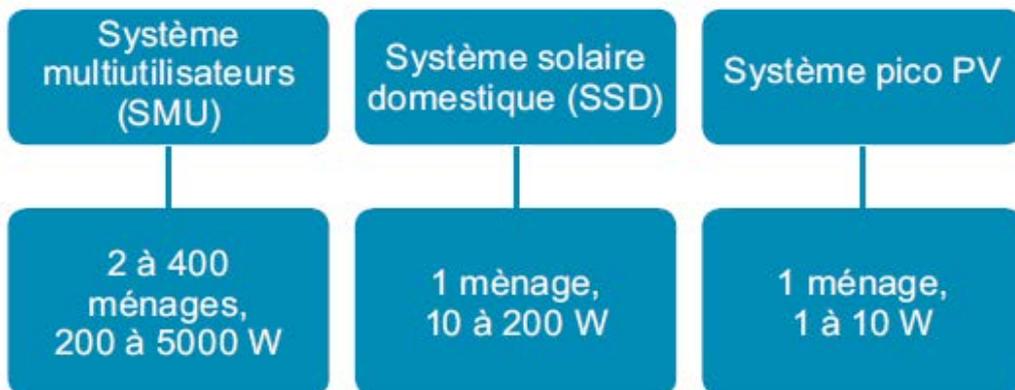


Figure : Technologie PV hors réseau électrique. Source GIZ

Par rapport aux SSD, les SMU ont plusieurs avantages tels qu'un coût moindre par ménage, le partage des coûts d'entretien entre plusieurs ménages et une plus grande performance. Néanmoins, leur fonctionnement est plus complexe car impliquant plusieurs consommateurs. En raison des coûts relativement élevés du système, les SSD sont essentiellement utilisés par les ménages des classes moyennes et bourgeoises des pays en développement. Contrairement aux SSD qui sont relativement chers, les systèmes pico PV nettement plus petits offrent aux ménages à faible revenu, un accès peu coûteux à l'énergie.

6.9 Avantages et limites des systèmes solaires photovoltaïques

Avantages :

Les systèmes solaires électriques offrent de nombreux avantages, dont les suivants :

- Ils sont de fonctionnement sûr, non polluants et silencieux;
- Ils sont très fiables;
- Ils exigent peu d'entretien;
- Ils fonctionnent de façon rentable dans les régions éloignées et dans de nombreuses applications résidentielles et commerciales;
- Ils sont flexibles et peuvent être élargis à n'importe quel moment pour répondre à vos besoins en matière d'électricité;
- Ils vous donnent une autonomie accrue – fonctionnement indépendant du réseau ou système de secours pendant les pannes d'électricité.

Limites :

Vous devriez être également conscient des limites pratiques des systèmes PV :

- Ils ne conviennent pas aux utilisations à forte consommation d'énergie comme le chauffage. Si vous souhaitez utiliser l'énergie solaire à cette fin, considérez d'autres solutions de recharge comme un chauffe-eau solaire, qui produit de la chaleur beaucoup plus efficacement.
- Les systèmes non raccordés au réseau sont rarement économiques, surtout parce que le coût actuel de la technologie PV est beaucoup plus élevé que celui de l'énergie traditionnelle. Étant donné que ces systèmes peuvent être coûteux, le choix d'un

système photovoltaïque dépend souvent d'une décision personnelle axée sur le style de vie, tout comme le type de maison ou de voiture que vous pourriez avoir.

En résumé, les systèmes photovoltaïques permettent d'exploiter l'énergie du soleil à diverses fins. Ils sont très fiables et constituent une source non polluante d'électricité qui peut convenir à toute une gamme d'applications.

6.10 Environnement et sécurité

Les systèmes solaires ne présentent pas de dangers particuliers pour l'environnement. Cependant, ils doivent être considérés comme étant potentiellement dangereux, comme toute autre source de production d'électricité ayant une tension similaire.

- Les batteries représentent le risque le plus important pour la sécurité. Dans le cas de l'utilisation des batteries ouvertes, une attention particulière doit être portée en raison du caractère corrosif de l'électrolyte acide et du caractère inflammable et explosif de l'hydrogène émis. Les batteries étanches renferment l'électrolyte, souvent sous forme de gel, ainsi ce dernier ne peut pas se déverser et présente donc moins de risques. Dans les deux cas, une attention particulière doit être portée afin de ne pas endommager l'enveloppe de la batterie
- Que faire des batteries et tubes fluorescents usagés ?
 - Les batteries usagées doivent être retournées aux fabricants pour recyclage (Le plomb par exemple est recyclé pour la fabrication de nouvelles batteries)
 - Les tubes fluorescents usagés doivent être retournés et éventuellement recyclés dans les villes (Ils contiennent un métal très polluant le mercure)

II. CONNAISSANCES SPECIFIQUES : LES SYSTEMES PICO PHOTOVOLTAÏQUES

1. Objectifs

Les compétences transmises permettront à l'apprenant de :

- Maîtriser le principe de fonctionnement et la constitution des produits pico PV
- Classifier les produits pico PV en fonction de leur capacité à offrir un service
- Maîtriser les modes d'utilisation et l'adaptabilité des produits pico PV en zone rurale africaine
- Définir les critères de qualité des produits PV adaptés aux besoins en zone rurale
- Faire une évaluation des besoins de ses futurs clients et d'associer à ces besoins des produits adaptés
- Mesurer le niveau de qualité d'un produit et de le positionner par rapport aux standards

2. Eléments du contenu

- **Définition d'un produit pico PV**
- **Constitution des systèmes pico photovoltaïques**
- **Classification des systèmes pico PV**
- **Utilisation et adaptabilité des produits pico PV aux besoins en milieu rural**
- **Norme sur les niveaux d'éclairage et standard de qualité**

3. Approche pédagogique

Toujours en se basant sur une méthode interactive, le formateur devra définir et décrire les produits pico PV en s'appuyant sur les notions développées au chapitre précédent. Une analogie entre les différentes parties d'un petit système solaire et celles d'un produit pico PV devra être faite.

C'est à partir des types de services rendus et du niveau de la qualité que le formateur guidera les apprenants vers une classification de produits pico PV.

Afin de mieux ressortir la notion d'adaptabilité, le formateur devra faire une comparaison entre les produits pico PV et les lampes tempêtes utilisées par les apprenants en terme de : Niveau de lumière, Maniabilité, Sécurité, Coût d'exploitation, Durabilité et Santé

La notion de norme sera abordée en partant du niveau de lumière suffisante pour exercer une activité. (Travail à la cuisine, lecture.....).

4. Définition

Les systèmes pico PV sont de petits appareils indépendants fournissant un éclairage et/ou de petits services électriques complémentaires, tels que la recharge de radios, de téléphone portable, de lecteur MP3, etc. Ils sont alimentés par un panneau solaire et utilisent une batterie pour le stockage de l'électricité.

Cette technologie émergente à faible coût, est un moyen pour les zones rurales des pays en développement d'accéder à une pré électrification. Car les systèmes pico photovoltaïques sont des produits de consommation en vente libre qui ne nécessitent aucun savoir-faire spécifique pour leur installation et leur maintenance. Leur distribution comporte donc des coûts de transaction inférieurs à ceux des autres options d'éclairage via le réseau ou en dehors de celui-ci.



5. Constitution des systèmes pico photovoltaïques :

Ils sont constitués généralement:

- D'un panneau photovoltaïque de petite taille
- D'une batterie
- D'un régulateur (pour certains systèmes)
- D'un ou de plusieurs récepteurs (lampes)

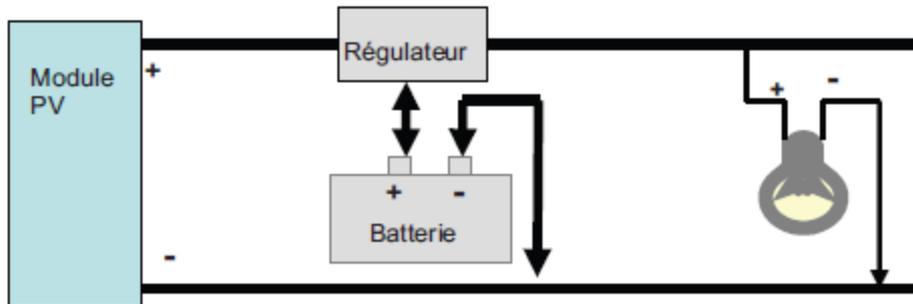
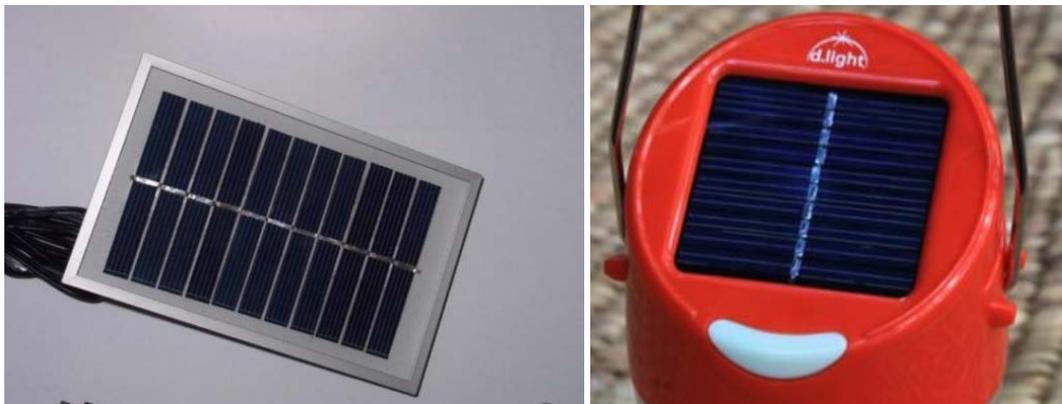


Figure : Circuit des produits pico PV

5.1 Les panneaux photovoltaïques des produits pico PV

Les panneaux photovoltaïques destinés à l'éclairage sont généralement fabriqués en silicium monocristallin ou polycristallin. La puissance installée va de 0,3 Wc pour une lampe solaire avec panneau intégré à 12 Wc pour un système combiné. La plupart des systèmes sont équipés de panneaux de 1 à 3 Wc.



5.2 Les batteries des produits pico PV

Ces systèmes utilisent différents types de batteries : les plus courantes sont les batteries au plomb et les batteries NiMH, les batteries Li-ion n'étant, pour le moment, que rarement utilisées. La puissance des batteries est comprise entre 20 mAh pour un petit système PV à 7 200 mAh pour une installation combinée lampe solaire/système solaire domestique (SSD). De nombreux systèmes ne comportent pas de contrôleur de charge.

5.3 Les lampes des produits pico PV

Un système pico PV peut être équipé de diverses technologies d'éclairage. Les lampes fluorescentes compactes (CFL – compact fluorescent lamp) fonctionnent suivant le même principe que les lampes fluorescentes standard, mais qui sont plus écoénergétiques que celles-ci car elles fonctionnent avec une plus forte pression interne, sont plus petites et ont un plus grand pouvoir éclairant. Actuellement, la technologie de la diode électroluminescente (LED – light emitting diode) apparaît comme l'option d'avenir. Une LED est un élément électronique semi-conducteur qui émet de la lumière. Même si leur rendement lumineux est toujours inférieur à celui des CFL économes en énergie, les lampes LED consomment moins d'énergie, et leurs normes de qualité s'améliorent rapidement. Les ampoules CFL et LED surpassent de loin les technologies traditionnelles d'éclairage basées sur le pétrole lampant, la biomasse, le diesel, le propane et la cire en termes de lumens par watt.

La plupart des ampoules sont équipées de LED de faible puissance (< 100 mW/LED) et non de LED de forte puissance (> 1Watt/LED). Les fiches techniques disponibles sur ces produits font état d'une puissance lumineuse de 13 à 350 lumens, alors que la plupart des systèmes photovoltaïques fournissent un flux lumineux de seulement 15 à 50 lumens.

Remarques :

Sur base d'une longue expérience développée par la GIZ dans les tests de systèmes d'éclairage, on considère que les données techniques fournies par les fabricants ont tendance à être très optimistes. Les informations concernant la durée d'allumage font souvent référence à un niveau d'éclairement tellement bas qu'il est presque impossible d'utiliser une lampe. De la même manière, si l'on se réfère aux données fournies par les fabricants, les spécifications du flux lumineux sont souvent calculées à partir des fiches techniques des LED, sans tenir compte des pertes de lumière dues à la distribution (réflecteurs, diffuseurs) et à l'influence de la température.

6. Classification des systèmes pico PV

Les systèmes pico PV peuvent être classés en catégories selon leurs appareillages et les services énergétiques qu'ils fournissent. Ainsi, la lampe solaire classique qui fournit essentiellement des services d'éclairage constitue une catégorie et doit être distinguée des systèmes multifonctionnels qui fournissent un éclairage ainsi que des services additionnels. Les plus grands systèmes pico PV permettent également de faire fonctionner des appareils externes.

De manière alternative, les systèmes pico PV peuvent également être classés par catégories selon leur principale utilisation pour l'éclairage (éclairage des aires de travail; éclairage extérieur; éclairage intérieur) ou selon que le module PV est intégré dans la lampe, relié par un câble ou centralisé dans un poste de recharge proche destiné à plusieurs lampes à la fois (« les postes de recharge pour batteries solaires »).

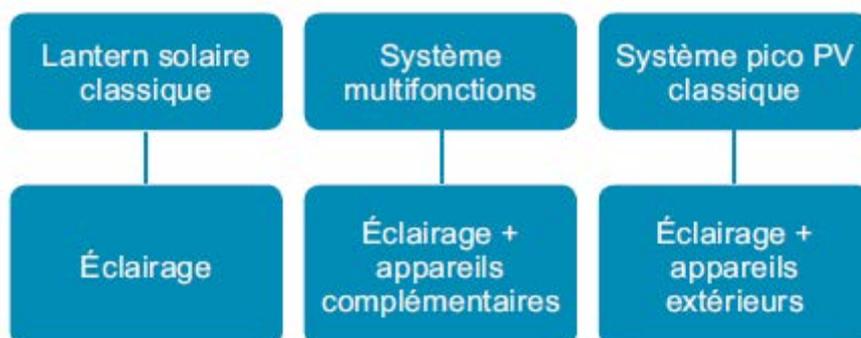
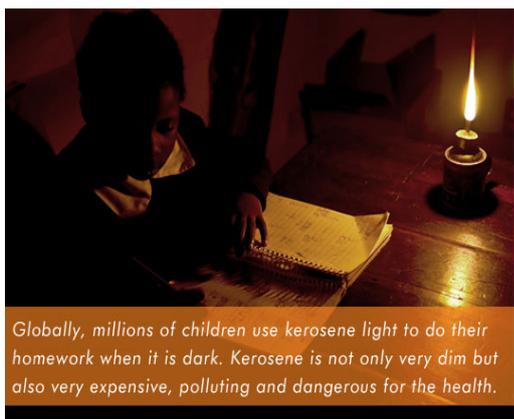


Figure : Classification des systèmes pico PV. Source GIZ

7. Utilisation et adaptabilité des produits pico PV aux besoins en milieu rural

L'utilisation des systèmes pico PV permet essentiellement la substitution des sources d'éclairage traditionnelles, telles que les lampes à pétrole inefficaces et à faible pouvoir éclairant. Il y a un recouvrement avec le petit éclairage ou les appareils électriques multifonctionnels non solaires. Certains systèmes peuvent être chargés par des prises standard alimentées par un courant alternatif à partir du réseau, ou être utilisés avec des piles normales au lieu de piles rechargeables.



Globally, millions of children use kerosene light to do their homework when it is dark. Kerosene is not only very dim but also very expensive, polluting and dangerous for the health.



Solar lighting is far brighter, cheaper, cleaner and better for the health than kerosene lighting.

Les utilisateurs finaux des systèmes pico PV ne sont pas principalement intéressés par la production d'électricité en elle-même, mais plutôt par les services énergétiques offerts. Des efforts pour réduire des coûts et améliorer la qualité ne devraient donc pas se limiter à la production d'électricité mais aux appareils qui convertiront l'électricité en services énergétiques. En fait, la composante la plus importante d'un système PV est l'appareil car il détermine l'utilité et la qualité globale du système pour l'utilisateur final.

Le but principal des systèmes pico PV est de fournir des services d'éclairage à leur tour utilisables de plusieurs manières.

Evaluation du besoin en zone rurale et dimensionnement :

L'évaluation du besoin et le dimensionnement consistera à recenser les activités menées et à choisir les produits pico PV correspondant. Il est à noter que pour de grandes surfaces, l'on fera parfois recours à l'utilisation simultanée de plusieurs lanternes pour couvrir la totalité des surfaces à éclairer au niveau d'éclairement requis.

8. Norme sur les niveaux d'éclairage et standard de qualité

8.1 Recommandations

Le niveau optimal d'éclairage dépend de l'acuité visuelle requise pour l'exécution d'une tâche particulière. En règle générale, un éclairage horizontal d'au moins 300 lux est recommandé dans les lieux de travail. La recherche a montré que le risque d'accidents augmente rapidement lorsque les niveaux d'éclairage descendent en deçà des 300 lux. Pour certaines activités exigeant une forte concentration (en particulier le travail de bureau ou de laboratoire), au moins 500 lux sont recommandés.

Ces règles précisant le niveau d'éclairage requis pour différentes tâches sont établies dans le cadre des services d'éclairage basés sur un réseau électrique dans les pays du G8. Les normes précisées ne sont pas appropriées aux besoins d'éclairage de base visés par les micro-systèmes d'éclairage remplaçant les lampes à pétrole ou les bougies utilisées dans les pays en développement. Néanmoins, des niveaux minimum de luminosité devraient être définis pour les systèmes encouragés par les programmes de coopération au développement.

Notre recommandation :

Nous recommandons un niveau d'illumination minimum de 20 lux sur une surface d'au moins deux feuilles classiques de papier à lettres (0,125 m² = DIN A3) pour l'éclairage des aires de travail et les lumières portatives dans les pays en développement. Par contre, dans les pièces, l'éclairage devrait être au minimum de 50 lumens (comparable à la puissance lumineuse d'une lampe à pétrole). Pour atteindre un niveau satisfaisant d'éclairage dans un ménage, nous recommandons un minimum de 300 lumens (comparable à une ampoule à incandescence de 30 watts) ce qui peut exiger plus d'une lanterne.

Il n'existe aujourd'hui aucune norme portant sur les petits systèmes et kits pico PV. Le tableau ci-dessous illustre les paramètres de qualité recommandés par la GIZ pour les lanternes solaires (PV). Ceux-ci recouvrent trois « groupes » principaux d'exigences des clients en ce qui concerne l'usage quotidien de systèmes d'éclairage DEL (fourniture d'éclairage, facilité d'emploi et durabilité).

Tableau : **Recommandations de la GIZ et du laboratoire de l'institut Fraunhofer des systèmes énergétiques solaires concernant les caractéristiques des lampes**

Critères	Sujet	Remarques
Composants de base	<ul style="list-style-type: none"> • Prise • Contrôleur de charge 	Prise pour alimenter d'autres appareils, tels que radio ou mobile.
Performance	Durée d'allumage (cycle opératoire)	Trois heures de lumière par jour de recharge
Performance	Durée maximum d'utilisation	6 heures d'éclairage avec batterie pleine
Luminosité	Suffisante pour lire, pour éclairer une pièce ; nettement plus lumineuse qu'une lampe à huile habituelle.	Éclairage : min. 300 Lux (sur une table par exemple) Lumen : min. 150 lumens (lampe à huile)
Manuel	Le manuel doit être fourni en anglais. (L'utilisation de bandes dessinées et l'emploi de la langue de l'utilisateur sont préférables).	<ul style="list-style-type: none"> • Fonctionnement • Maintenance • Prescriptions
Garantie	Le producteur doit fournir une garantie portant sur les performances et sur la durée de vie des lampes et de leurs composants.	2 ans
Conditions ambiantes	Les lampes doivent être adaptées aux conditions ambiantes normales et assurer la performance exigée.	<ul style="list-style-type: none"> • Fort ensoleillement • Poussière • Insectes • Eau • Humidité • Température : entre - 5°C et + 45°C
Durée de vie	Lumière	Au moins 1 000 contacts et un fonctionnement de 2 200 heures. Aucun noircissement de plus de 10 %. ¹¹
Durée de vie	Batterie	Cycles de chargement : 750 (2 ans avec un cycle par jour) -> les exigences de performance doivent être respectées La batterie doit être stockée complètement chargée et dans des conditions évitant tout dommage : 20°C -> 6 mois ; 30°C -> 4 mois ; 40°C -> 2 mois
Durée de vie	Panneaux	Les panneaux photovoltaïques doivent être résistants aux rayures. Ils doivent pouvoir attester d'une performance de 90 % au bout de 5 ans.
Durabilité	Commutateurs, prises et toutes autres pièces mobiles	Doivent résister à 1 000 cycles et utilisations.
Efficacité énergétique	Efficacité lumineuse	L'efficacité lumineuse de la lampe, notamment la puissance requise de l'onduleur, doit être : a) soit supérieure à 30 lumens/watt avec divers réflecteurs, lentilles, couvercles ou grilles (si utilisés) en place ; b) soit supérieure à 35 lumens/watt sans réflecteurs, lentilles ou autres.
Étiquetage	Les informations de base doivent figurer sur chaque lampe	<ul style="list-style-type: none"> - Principaux détails techniques (sur la lampe, la prise, etc.) - Fabricant - N° de série - N° de modèle
Efficacité énergétique	Pertes d'énergie en cas de non-fonctionnement	Pas de pertes électriques lorsque la lampe est éteinte.
Protection du système	Les composants ont besoin d'une protection électrique pour le contrôle de charge	La batterie doit être protégée contre les décharges poussées (contrôleur de charge actif pour les accumulateurs au plomb et les batteries Li-ion). - la batterie doit être protégée contre les surcharges ; - les panneaux photovoltaïques doivent être protégés contre la polarité inversée.
Expédition	Emballage adapté	Résistance aux vibrations

D'après les informations sur les produits fournies par les fabricants, la durée d'éclairage de batteries totalement chargées est comprise entre une et vingt-quatre heures. Les tests de laboratoire réalisés par l'Institut Fraunhofer ont montré qu'un grand nombre de systèmes solaires ne respectaient pas ces impératifs. Les principaux problèmes identifiés sont les suivants :

- Ingénierie mécanique et réalisation de mauvaise qualité
- Absence de protection de surintensité de la DEL
- Ingénierie électrique insuffisante
- Flux lumineux insuffisant
- Mauvaise qualité des DEL : dégradation rapide de la puissance lumineuse
- Les panneaux solaires et les batteries ne font pas état de leurs valeurs nominales et sont sous-dimensionnés
- Protection défectueuse de la batterie
- Ballasts des DEL ou LFC défectueux

8.2 Critères de qualité des bons produits pico photovoltaïques

Classement des caractéristiques préférées en matière de lanternes solaires, Kenya (étude de ITC, 1998) :

Caractéristiques du service :

- Le prix maximum d'une lanterne ne doit pas dépasser 75 dollars EU
- La lanterne doit pouvoir fournir de la lumière pendant 4 heures chaque soir
- Les clients doivent avoir accès à des pièces de rechange facilement disponibles et à un prix abordable
- Les clients espèrent une durée de vie totale de la lanterne de 6 ans
- Les clients souhaitent une durée de garantie du produit de 12 mois.

Caractéristiques techniques :

- La lanterne doit diffuser la lumière sur 360°
- Le coffre du capteur doit permettre une transmission maximum de la lumière
- La poignée doit être solide et confortable
- La préférence est donnée à une ampoule de 5W LFC
- La lampe doit être portable et ne pas peser plus de 2,5 kg
- La lanterne doit être stable et disposer d'une base solide.

Besoins exprimés par les clients potentiels portant sur d'autres caractéristiques :

- Un indicateur signalant que le chargement de la lampe est en cours
- Un voyant lumineux indiquant que la lampe est sur le point de s'éteindre lorsque la batterie est faible
- Une prise permettant de brancher une petite radio sur l'installation.

8.3 Standard de qualité des Produits LIGHTING AFRICA : Produits pico PV adaptés à l'Afrique



Afin de satisfaire aux besoins d'éclairage en zone rurale africaine, les produits Lighting Africa suivent une norme minimale d'éclairage définie pour l'Afrique. Le tableau ci-dessous résume les objectifs et rendements atteints.

Catégorie	Fiche de renseignement	Normes de qualité	Performance des cibles
Information	Fabricant	Données spécifiques	
	Nom du produit et model	Données spécifiques	
	Garantie	Données spécifiques, la couverture minimale de 6 mois sur les défauts de fabrication sous une utilisation normale, y compris la batterie	
Eclairage	Rendement lumineux	Précision sur les niveaux d'éclairément (Lumen)	Au moins un niveau d'éclairément spécifié par les tests doit répondre aux critères suivants : * ≥ 20 lumens * éclaire une surface de 0,1 m ² à ≥ 25 lux dans des conditions défini par QTM
	Type de lampe	Données spécifiques	
Performance énergétique du système	Durée de fonctionnement	Données concernant les paramètres d'éclairage	Durée plein batterie: ≥ 8 heures à un niveau \geq rendement lumineux nominal ET / OU Durée d'exposition au soleil (PV seulement): ≥ 4 heures à un niveau \geq rendement lumineux nominal
Durée de vie	Maintient du niveau d'éclairément pendant 2000H	$\geq 70\%$ de rendement lumineux nominal à 2000 H (amortis au réglage le plus élevé)	

Chargeur	Paramètre de charge		Données concernant les paramètres de charge (exemple Puissance PV ou temps de charge mécanique)		
	Charge appropriée AC-DC		Tout chargeur AC-DC portant une approbation d'une réglementation reconnue de la sécurité électronique grand public		
Stockage d'énergie	Capacité de la batterie		Données spécifiques		
	Protection de la batterie		Protégée par un régulateur de charge approprié qui prolonge la durée de vie de la batterie et protège l'utilisateur		
Qualité et durabilité	Protection mécanique	Fixation extérieure	IP 5x		
		Autre	IP 2x		
	Protection contre les infiltrations d'eau	Fixation intérieure	Aucune exigence		
		multi bloc	Pluie occasionnelle IPx1 ou équivalent ou avec l'étiquette de mise en garde		
		monobloc	Pluie permanente IPx3 ou équivalent ou IPx1/équivalent+l'étiquette de mise en garde		
		Fixation extérieure	Exposition extérieure permanente : IPx3 et circuit de protection		
	Test d'étanchéité	Fixation intérieure	Aucun résultat dangereux de défaillance		
		Autre	5 sur 6 échantillons sont fonctionnels après le test de chute (1m sur béton) ; aucune défaillance dangereuse		
	Qualité des soudures et des composants électroniques		Après inspection des soudures et des composants électroniques		
	Interrupteur, durabilité des connecteurs, joints...		5 sur 6 échantillons marchent après 1000 cycles ; aucune défaillance dangereuse		

9. Décryptage des plaques signalétiques

Afin de mieux choisir le kit solaire adapter à un besoin, il est indispensable pour tout petit entrepreneur d'avoir une connaissance parfaite de la signification des informations mentionnées sur les plaques signalétiques des produits pico PV.

Comme paramètres caractéristiques on peut citer :

b) Concernant le panneau solaire :

- La puissance crête (puissance maximale) des panneaux solaire (P_{MAX})
- La tension maximale en circuit ouvert (Voltage at Pmax)
- La tension nominale en circuit fermé (System voltage)
- Courant nominal (system current)
- Courant de court circuit (Short circuit current)
- L'énergie captée suivant la durée de l'exposition du panneau au soleil
- L'éclairement maximal ($E=1000W/m^2$ at $25^{\circ}C$)
- Température nominale de fonctionnement (operating temperature)

c) Concernant les lampes (LED)

- Puissance nominale (System power)
- courant nominal (System current)
- Tension nominale (System voltage)

d) Concernant la batterie

- Capacité (Ah)
- Tension (V)

III. GUIDES DE DEPLOIEMENT ET UTILISATION

1. Objectifs

Les compétences transmises permettront à l'apprenant (concernant quelques produits lighting africa disponibles sur le marché camerounais):

- D'identifier un bon produit pico PV adapté
- De circonscrire la gamme des services offerts par les produits pico PV
- De maîtriser les modes d'installation et d'exploitation

2. Eléments du contenu

Les modèles portables

- Lampe S10 D.light
- Lampe S250 D.light
- Sunking Solo
- Sunking Pro
- Solux Led 50 & Solux Led150
- Firefly Mobile Lamp

Les modèles fixes pour habitations

- Barefoot PowaPack Junior Matrix
- Kit Sundaya
- Kit Indiya

3. Approche pédagogique

Pour ce chapitre, le formateur devra avoir sous la main les échantillons des lampes à présenter. L'identification se fera par une description théorique suivie d'une manipulation respectant les étapes décrites en théorie. Les modes de mise en marche, d'exploitation et les niveaux de performance pourront être comparés au cours d'une mise en marche simultanée des produits pico PV. En même temps les différents services offerts pourront être comparés.

Le formateur insistera sur les pratiques à proscrire pour éviter d'endommager et de maintenir en bon état de marche les produits pico PV. Par la suite sous la supervision du formateur, les apprenants manipuleront les produits suivant les procédures décrites.

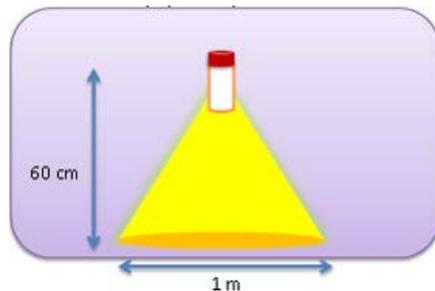
4. Lampe S10 D.light

4.1 Caractéristiques

- Le S10 d.light est une lampe solaire.
- Elle ne charge pas les téléphones portables
- Elle offre deux niveaux de réglage de luminosité:

Réglage de la lumière	Type d'utilisation	Capacité maximale de la batterie
maximal	Etudier/ cuisiner	4 heures
Normal	Éclairage simple	8 heures

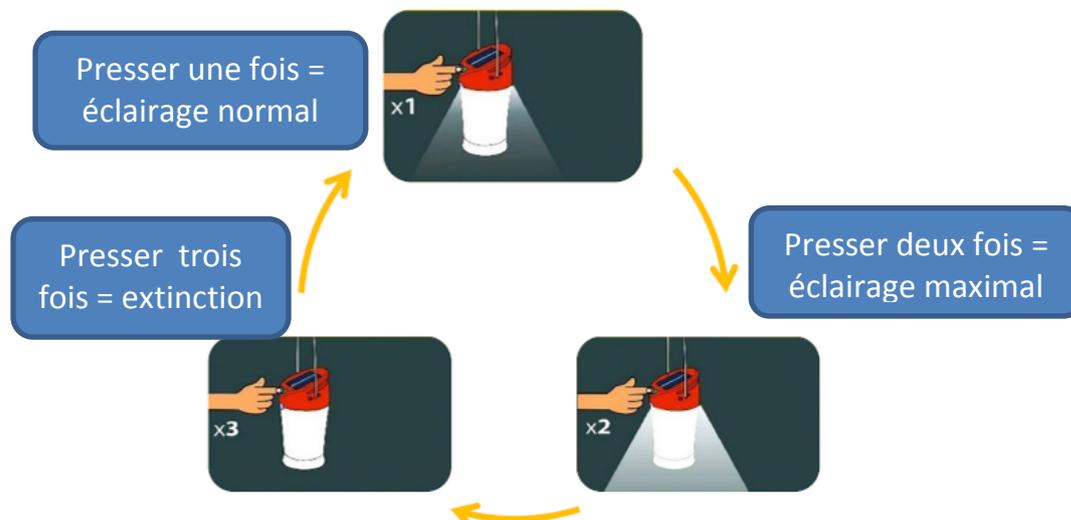
- En mode "haut", vous pouvez lire et travailler facilement jusqu'à un mètre de la lampe et dans un rayon de 60 centimètre (1 personne).



La trousse ne contient que la lampe qui a un panneau solaire intégré
Il faut noter que la couleur du boîtier peut changer

4.2 Réglage

Pour allumer la lampe, appuyez sur le bouton



4.3 Utilisation



La lampe peut être:

- 1 Accrochée au mur par son poignée;
- 2 Placée avec le panneau solaire sur le sol;
- 3 Placée sur une surface plane.

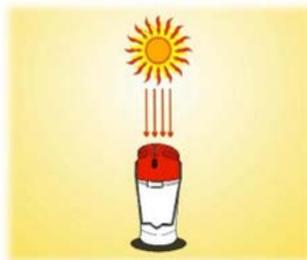
4.4 Charge



Placer la lampe
au soleil

La charge est maximale
pour une journée
d'exposition Complète

Utiliser la
lampe la nuit



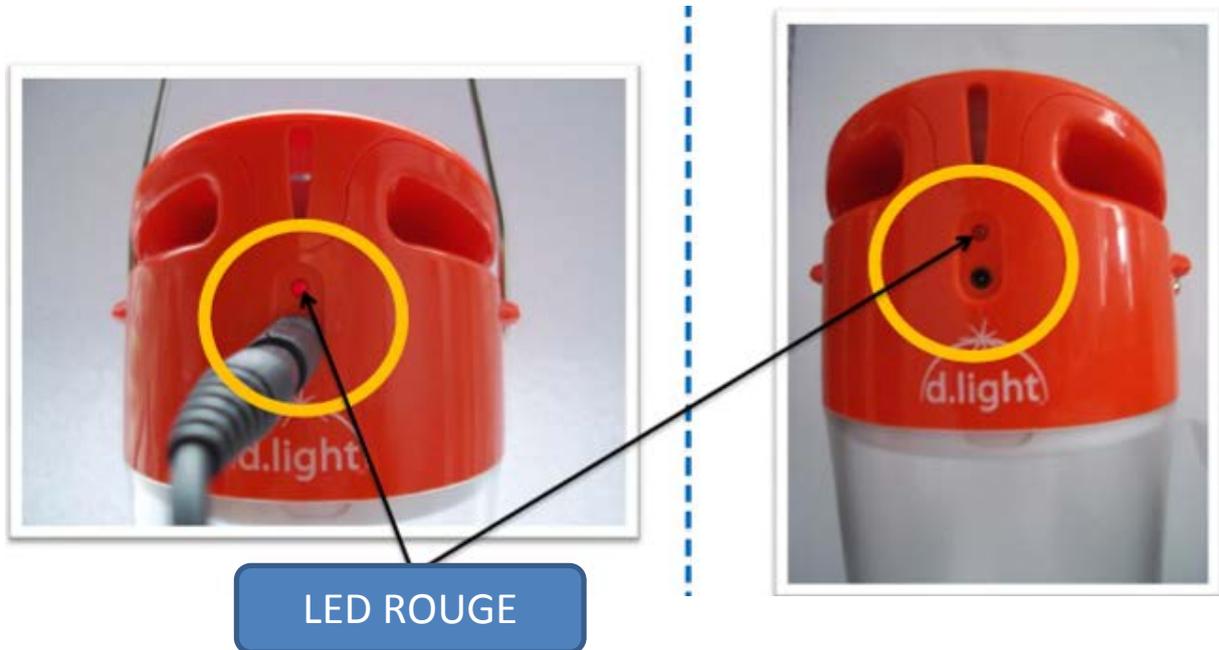
Pour une bonne
recharge, assurez vous
que la lampe est face
au soleil

Remarque :

Vous pouvez également charger la lampe en le connectant à un chargeur de téléphone Nokia branché sur le réseau électrique



La LED rouge allumée indique que la lampe se charge



5. Lampe S250 D.light

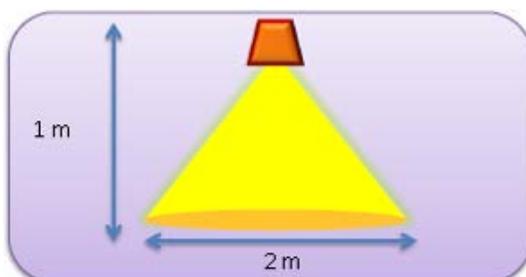


5.1 Caractéristiques

- Le S250 d.light est une lampe solaire.
- Elle permet de recharger les téléphones portables
- Elle offre quatre niveaux de réglage de luminosité:

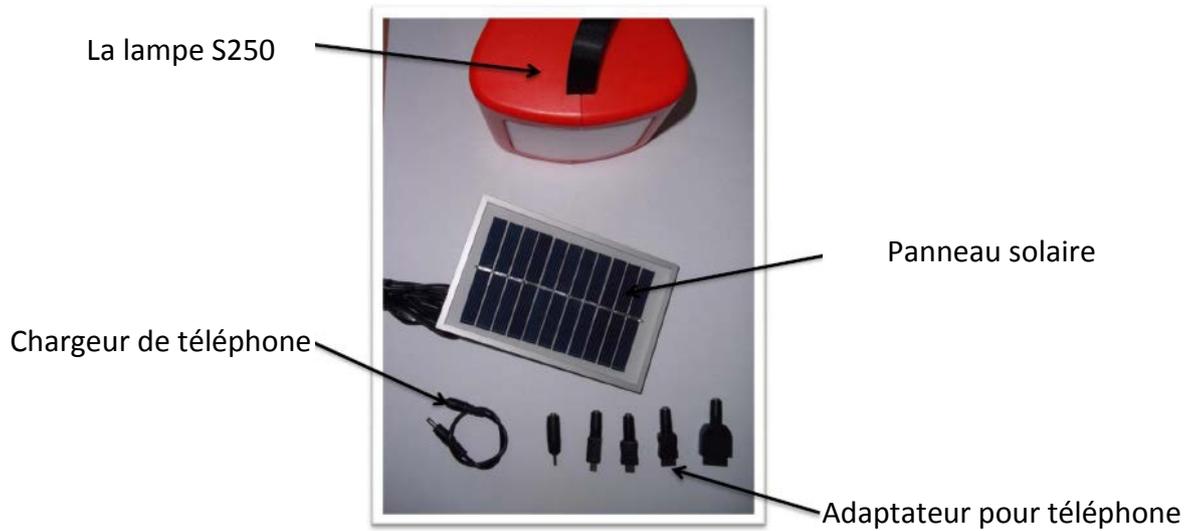
Réglage de la lumière	Type d'utilisation	Capacité maximale de la batterie
maximal	Travail de précision	4 heures
Moyen	Etudier/ cuisiner	6 heures
Faible	Éclairage simple	12 heures
veilleuse	Repos et ou sommeil	100 heures

- En mode "haut", vous pouvez lire et travailler facilement jusqu'à un mètres de la lampe et dans un rayon de 60 centimètre (2à3 personne).



5.2 Contenu de la pochette

Le téléphone n'est pas inclus dans la pochette



5.3 Mise en marche

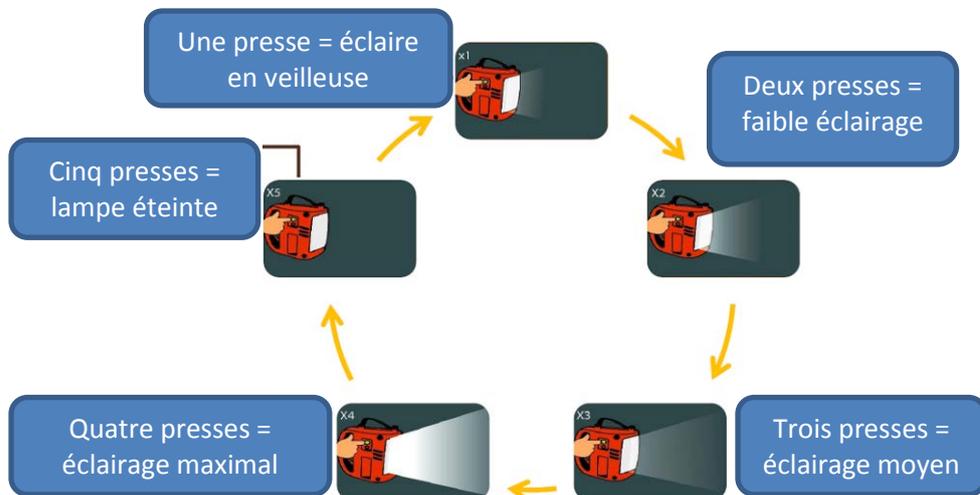


Pressez sur le bouton poussoir



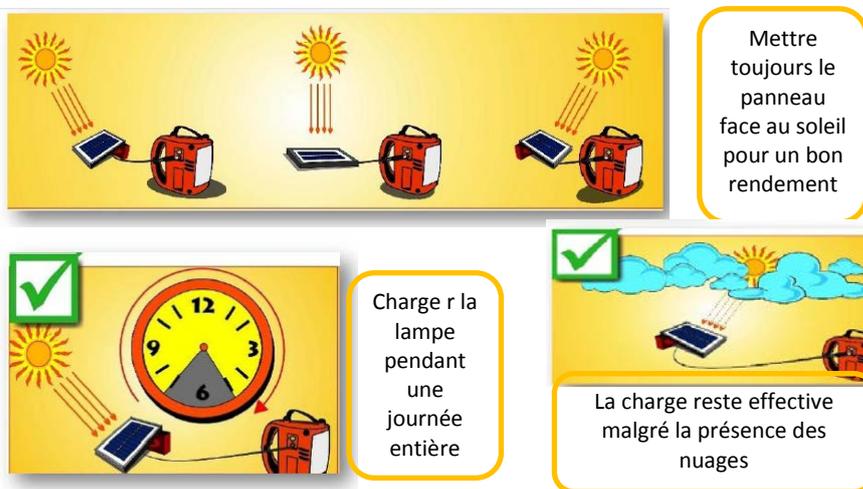
La lampe se met à éclairer

5.4 Réglage de la luminosité



5.5 Charge

Pour charger votre lampe:



Remarque : Autre moyen de charge

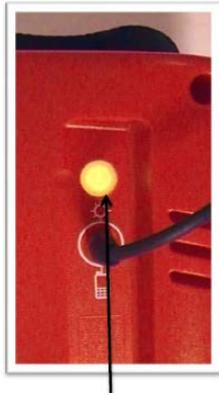
Vous pouvez aussi recharger la lampe en la connectant à un chargeur de téléphone NOKIA adapté



Indicateur de charge et Etat de charge :

Chargée

La LED verte s'allume en continu pour indiquer que la lampe est bien chargée

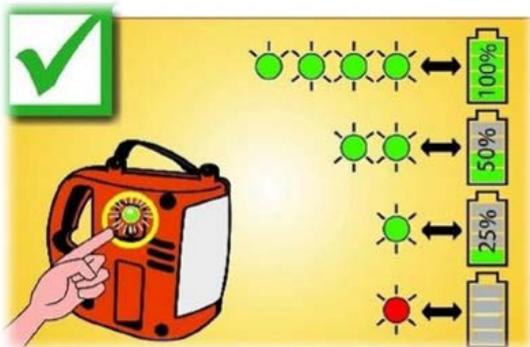


LED verte clignotante: la lampe est entrain de se charger

Déchargée



LED rouge clignotante



- Si la LED verte clignote 4 fois alors la charge est maximale
- Si elle clignote deux fois alors la charge est moyenne
- Si elle clignote une fois, alors la charge est faible

Si la LED clignote en rouge, alors la lampe est déchargée

Charge du téléphone

Pour charger votre téléphone portable, branchez-le sur la lampe avec le bon adaptateur



Si la LED clignote en rouge, alors la lampe est déchargée

Chaque fois que vous éteignez la lampe, vous pouvez voir l'état de charge. Plus la LED verte clignote, plus la batterie est chargée.

6. Sunking solo



6.1 Caractéristiques

- Le kit sunking solo propose plusieurs modes d'utilisation : lampe bureau, lampe torche, plafonnier... ;
- Il offre plusieurs niveaux d'éclairage :

Réglage de la lumière	Type d'utilisation	Capacité maximale de la batterie
Mode turbo (50 lumens)	Travail de précision, cuisine	4 heures
Mode spot (21 lumens)	Lecture, écriture	8 heures
Mode faible puissance (8 lumens)	Éclairage simple	24 heures

- Possède deux LED Solar Lights pour l'éclairage.

6.2 Contenu de la pochette

Le kit Sunking Solo possède unique un panneau solaire et une lampe

6.3 Mise en marche



Pressez sur le bouton poussoir



6.4 Réglage de la luminosité



Pressez sur le bouton poussoir une première fois : éclairage minime 24 heures



Pressez sur le bouton poussoir une deuxième fois : éclairage moyen (spot). 8 heures



Pressez sur le bouton poussoir une troisième fois : éclairage max. 4 heures



Pressez sur le bouton poussoir une quatrième fois : lampe éteinte

6.5 Charge



Connecter le panneau à la lampe



Exposer le panneau au soleil. Il faudra charger la lampe tout une journée pour faire le plein de la batterie

7. Sunking pro

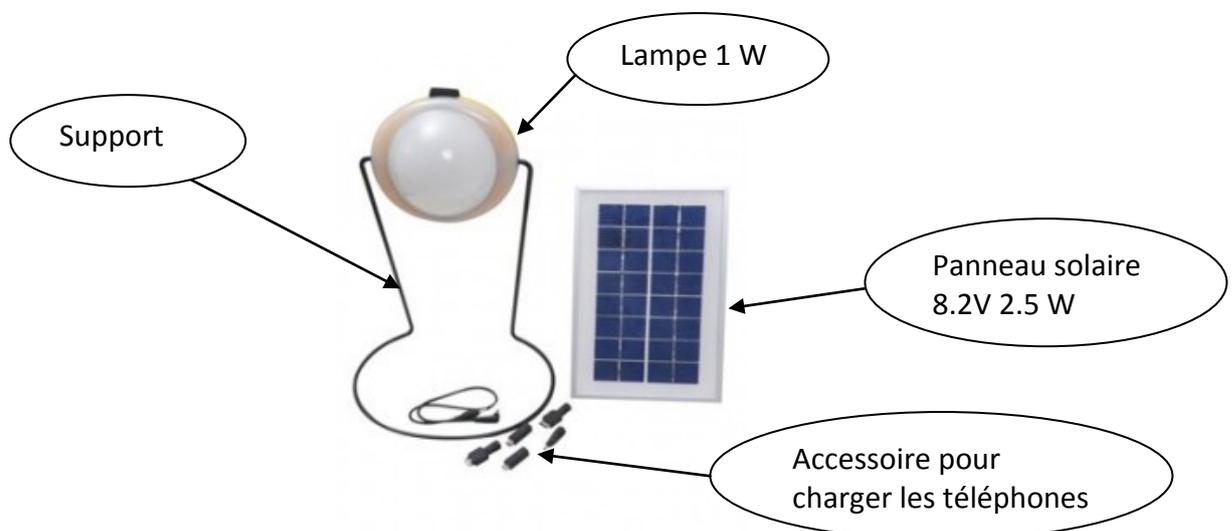


7.1 Caractéristiques

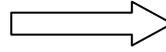
- Le kit Sunking Pro possède une LED de 1 watt pour 120 Lumens ;
- Son panneau est polycrystalline, 8.2V, 2.5 w ;
- Possède un afficheur pour indiquer le temps que peut tenir la charge de la batterie pour les différents niveaux d'éclairage,
- Un indicateur de charge à LED rouge ;
- Dispose un contrôleur de charge et de décharge ;
- Le kit sunking solo propose plusieurs modes d'utilisation : lampe bureau, lampe torche, plafonnier... ;
- Trois niveaux d'éclairage :

Réglage de la lumière	Type d'utilisation	Capacité maximale de la batterie
Mode faible (8 lumens)	Éclairage simple	30 heures
Mode normal (40 lumens)	Lecture, écriture, cuisine	15 heures
Mode turbo (100 lumens)	Travail de précision,	6 heures

7.2 Contenu de la pochette



7.3 Mise en marche



Pressez sur le bouton poussoir

7.4 Réglage de la luminosité



Pressez sur le bouton poussoir une première fois : éclairage minimale 30 heures



Pressez sur le bouton poussoir une deuxième fois : éclairage moyen 15 heures

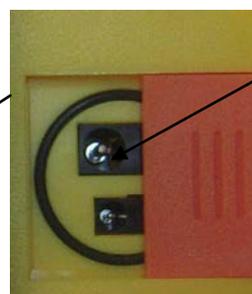


Pressez sur le bouton poussoir une troisième fois : éclairage max. 6 heures



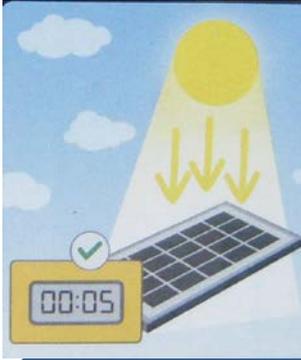
Cet afficheur nous donne toujours le temps d'éclairage restant en fonction du niveau de charge de la batterie

7.5 Charge des batteries



Connecter le panneau à la lampe

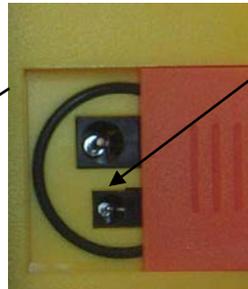




Exposer le panneau au soleil et se rassurer que l'afficheur nous marque 00:05 ce qui représente la position optimale du panneau par rapport au soleil. Cet indice varie de 1 à 5

7.6 Charge du téléphone

Connecter le panneau à la lampe



Le temps possible de charge est toujours donné sur l'afficheur

8. Solux Led 50 & Solux Led105

A déployer lors de la formation



9. Firefly Mobile lamp



9.1 Caractéristiques

- Le Gen 2.5 à 55 lumens est plus lumineux que les lampes de bureau précédentes ;
- La durée de la batterie rechargeable au lithium phosphate de fer va jusqu'à 1000 cycles ou triple la durée de vie de la génération 2.0 ;
- Les batteries de remplacement et les LED sont disponibles ;
- Le panneau solaire 1.5W permettra de recharger la batterie à l'intérieur de la lampe et un téléphone mobile ;
- La batterie se recharge en 4-6 heures avec la lumière du soleil directe;
- Garantie du produit Fabricant 1 an.

Réglage de la lumière	Type d'utilisation	Capacité maximale de la batterie
maximal	Travail de précision	4 heures
Moyen	Etudier/ cuisiner	7 heures
Faible	Éclairage simple	50 heures

9.1 Contenu de la pochette



10-SMD LED Lamp



1.5W Solar Panel



Phone Adapters

9.1 Mise en marche



Pressez sur le bouton poussoir



La lampe brille

9.2 Réglage de la luminosité



Pressez sur le bouton poussoir une première fois : éclairage max



Pressez sur le bouton poussoir une deuxième fois : éclairage moyen



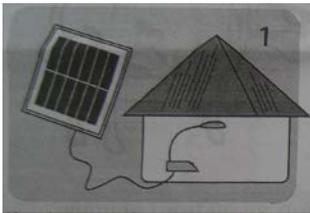
Pressez sur le bouton poussoir une troisième fois : éclairage minime



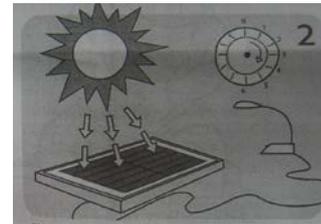
Pressez sur le bouton poussoir une quatrième fois : lampe éteinte

9.3 Charge

Pour charger votre lampe, il faut :



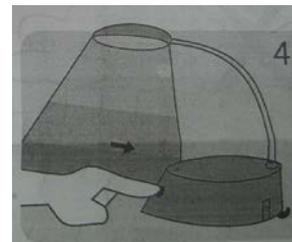
Connecter le panneau solaire à la lampe



Mettre le panneau au soleil et la lampe à l'abri : charger pendant 4 heures.



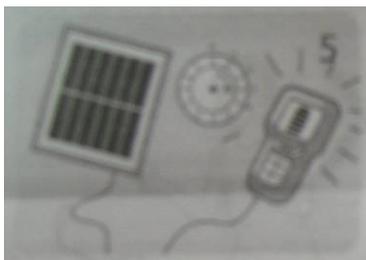
En suite débrancher le panneau pour utiliser la lampe : le panneau branché, la lampe ne s'allumera point



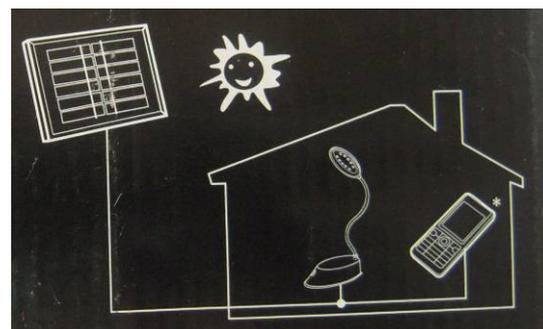
Utiliser la lampe dans la nuit

Charge du téléphone

Le téléphone se charge directement avec le panneau



Pour charger votre téléphone portable, branchez-le sur le panneau à l'aide des adaptateurs et laissez charger 3 à 4 heures



Vous pouvez charger la lampe et le téléphone en même temps. Mais si la charge n'est pas bonne, alors débrancher l'un des deux.

10. Barefoot PowaPack Junior Matrix



Kit à 2 lampes de 12 LEDs



Kit à 4 lampes de 12 LEDs

10.1 Caractéristiques

- L'amélioration de Gen 2.5 PowaPack junior comprend 2 matrices de 12 lumières LED SMD de 59 lumens chacun pour fournir des heures de luminosité ;
- piles 2,5 phosphate de fer lithium rechargeable, avec une protection contre la surcharge et la protection overdischarge, pour une durée de 1000 cycles, soit 4 à 5 ans en fonction de l'utilisation ;
- Les batteries de remplacement et les LED sont disponibles ;
- Le panneau solaire 2.5W recharge la batterie 3.2V en 8 à 10 heures de lumière du soleil directe s'il n'est pas utilisé pour autre chose.
- Le kit recharger les téléphones mobiles à partir du panneau et de la batterie. Tous les modèles de téléphones mobiles ne sont pas pris en compte;
- Une radio peut être actionnée à partir de l'orifice de la batterie. Si la batterie est utilisée pour faire fonctionner une radio ou recharger un téléphone portable, les heures d'éclairage seront touchées.
- Un connecteur innovant et un système de jeux de fils, y compris les fils de l'interrupteur, pour une installation facile ;
- Garantie du produit Fabricant 1 an ;
- Téléphone et radio ne sont pas inclus.

Réglage de la lumière	Type d'utilisation	Capacité maximale de la batterie
1 lampe	Lecture, écriture, cuisine,	48 heures
2 lampes	Lecture, écriture, cuisine	24 heures
3 lampes	Lecture, écriture, cuisine	18 heures
4 lampes	Lecture, écriture, cuisine	12 heures

10.2 Contenu de la pochette



10.3 Mise en marche



Actionner l'interrupteur

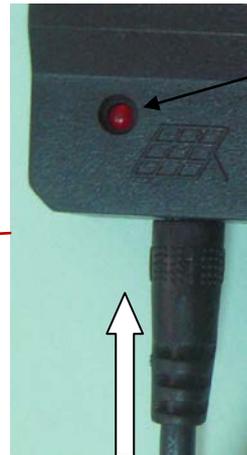


La lampe brille

10.4 Réglage de la luminosité

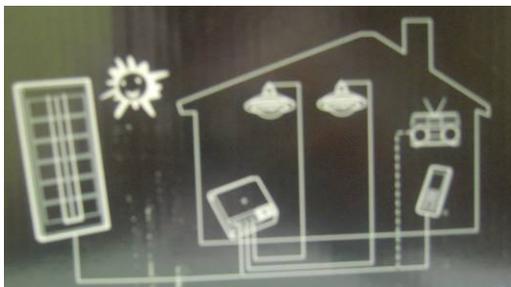
La luminosité des lampes du kit solaire Barefoot PowaPack Junior Matrix n'est pas réglable mais il est possible de brancher une lampe, deux lampes, trois lampes ou quatre lampes à la fois selon nos besoins.

10.1 Charge



La LED rouge doit s'allumer pour signifier que la batterie se charge

Connecter le panneau sur le boîtier à batterie



Exposer le panneau au soleil

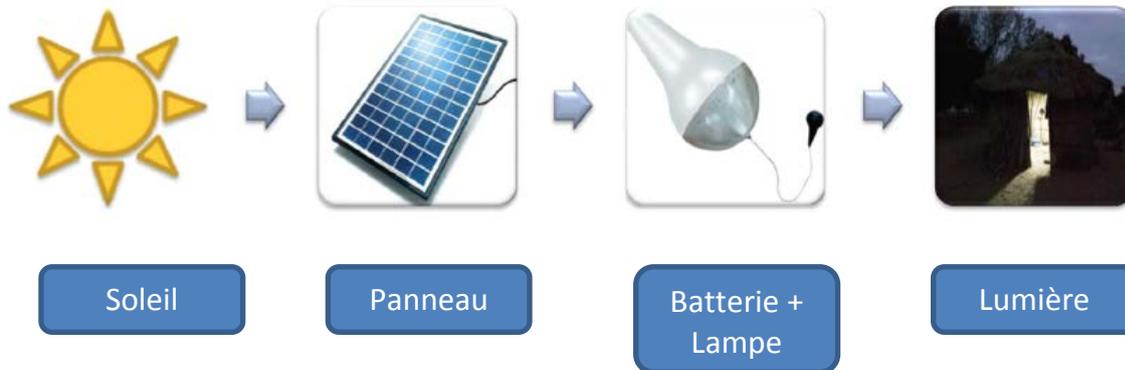


La charge du téléphone se fait soit par la batterie : voir schéma, soit par le panneau directement

11. Kit Sundaya

11.1 Caractéristiques

Lorsque les panneaux sont exposés au soleil, ils stockent de l'énergie dans une batterie qui fournit l'énergie à la lampe par la suite



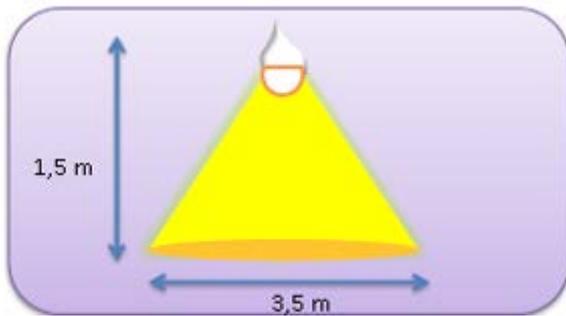
- Le kit Sundaya est un système solaire qui peut être étendu progressivement.
- Il fournit la lumière et charge les téléphones portables

11.2 Réglage de la luminosité

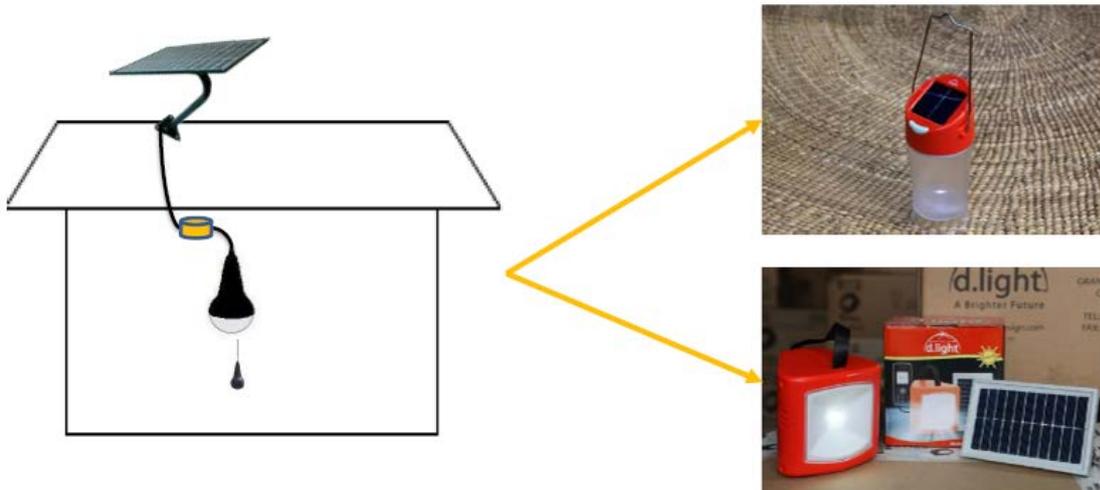
Il offre trois réglages de luminosité:

Réglage de la lumière	Type d'utilisation	Capacité maximale de la batterie
Haut	Travail de précision	6 heures
Moyen	Etudier/ cuisiner	12 heures
faible	Éclairage simple	60 heures

- En mode "haut", vous pouvez lire et travailler facilement jusqu'à 1,5 mètres de la lampe et dans un rayon de 3,5 mètres (4/5 personnes).
- Zone de lecture :

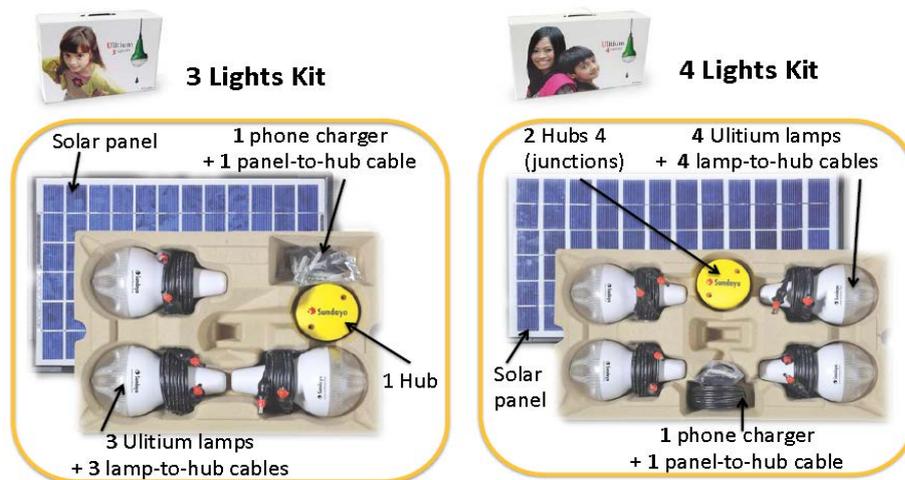


NB : Le kit Sundaya a été conçu pour une utilisation interne. Le S10 D.light et d.light S250 sont plus appropriés pour éclairer des zones extérieures

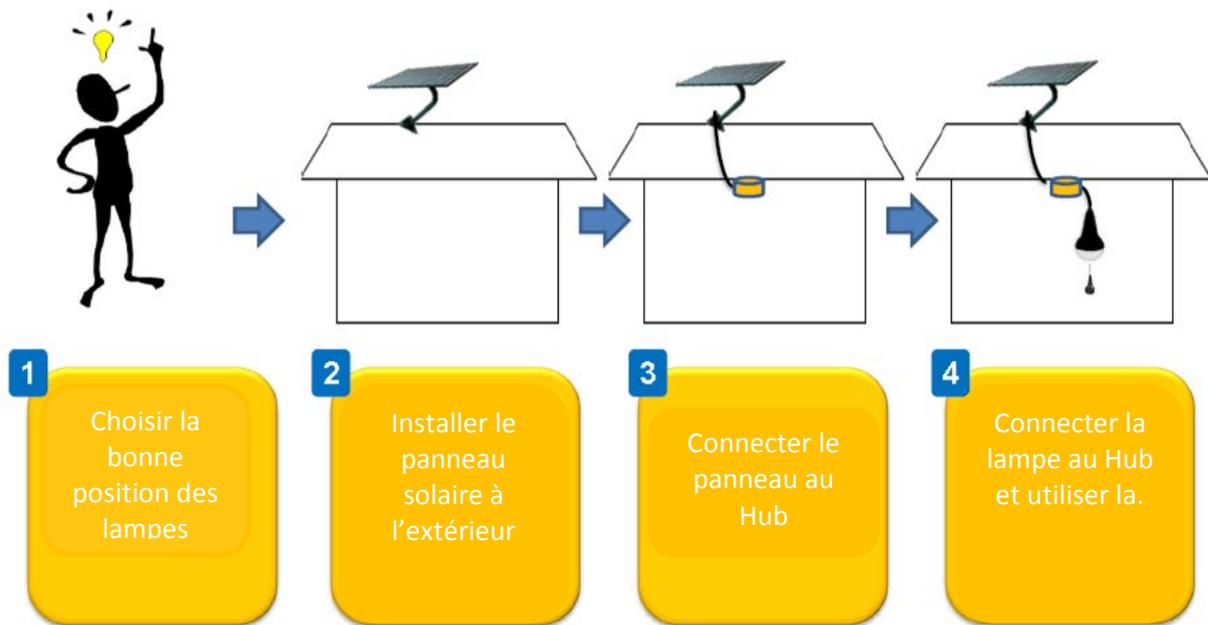


11.3 Contenu des kits

L'aspect des composants peut varier (en particulier la couleur)

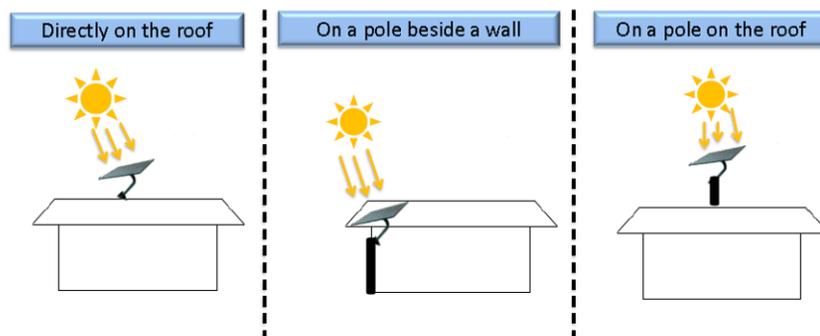


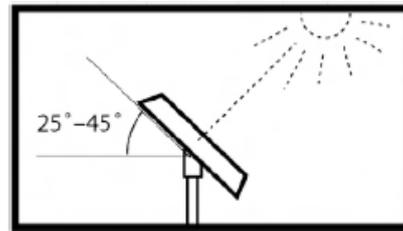
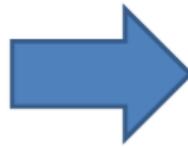
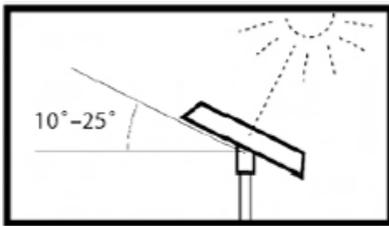
11.4 Positions des lampes



11.5 Installation du panneau

Le panneau solaire doit toujours être placé en plein soleil. Trouvez l'endroit le plus ensoleillé sur le toit avant de l'installer

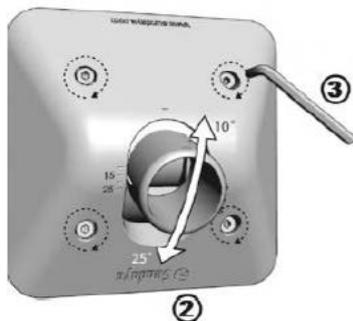




- Plus vous êtes proche de l'équateur, plus votre panneau devrait être horizontal.
- Si vous souhaitez modifier l'exposition du panneau, vous pouvez ajuster l'angle d'inclinaison comme suit:



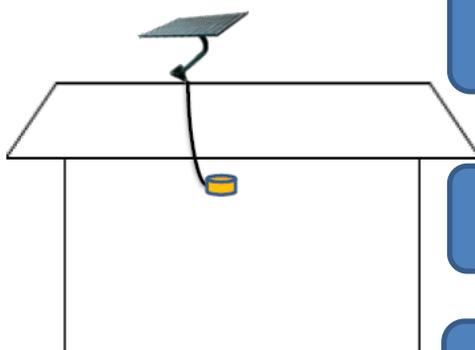
1- Utilisez Clé male hexagonale (non incluse dans le kit) pour desserrer les vis



2- Ajuster l'angle selon l'indication du schéma



3- Resserrer les vis



1- une fois que le panneau est installé, faire passer le câble à l'intérieur de la maison



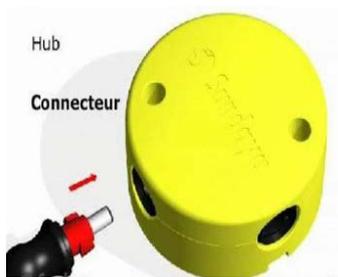
2- fixer le noyau de raccordement à l'intérieur de la maison



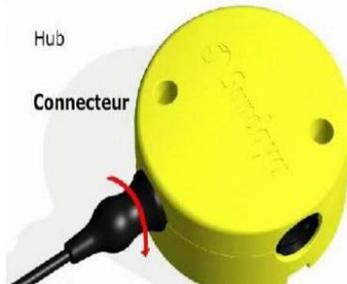
3- Branchez le câble du panneau dans le noyau de la façon suivante:

11.6 Raccordement de l'ensemble

1) Connecter le panneau au noyau de raccordement



Branchez le câble du panneau dans l'un des ports du Hub



Tourner le connecteur du câble dans le sens horaire pour le verrouiller

2) Connecter la lampe au noyau de raccordement



Pour connecter la lampe au Hub, branchez le câble de liaison Hub-lampe dans un autre port.



Tourner le connecteur du câble dans le sens horaire pour le verrouiller

11.7 Réglage de la luminosité

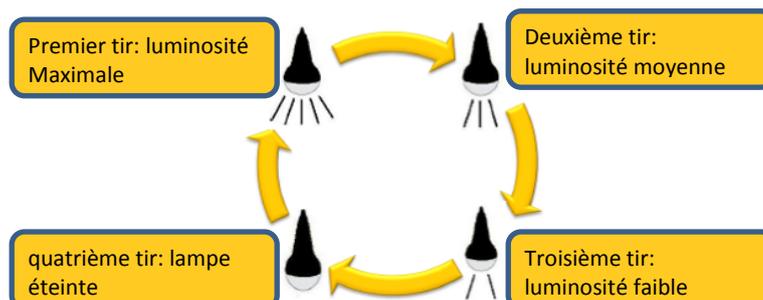


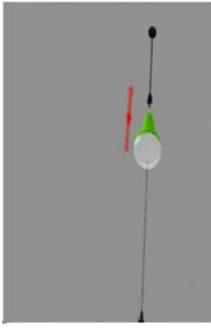
Tirez la tirette pour allumer la lampe:

Il y a 2 façons différentes:

- Remorqueur bref : tirer toutes les 2 secondes et la luminosité diminue, étape par étape
- maintenir tirer : tirer pendant au moins 5 secondes, la luminosité diminue plus précisément

Vous pouvez régler la luminosité en tirant sur le commutateur de traction comme décrit ci-dessous:





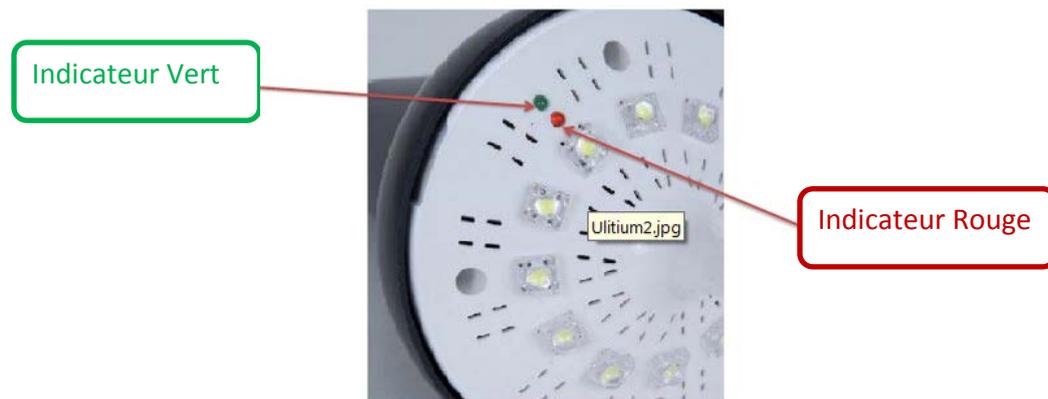
Une fois que le câble est connecté au concentrateur, branchez l'autre extrémité dans la lampe.



Tourner le connecteur du câble dans le sens horaire pour le verrouiller

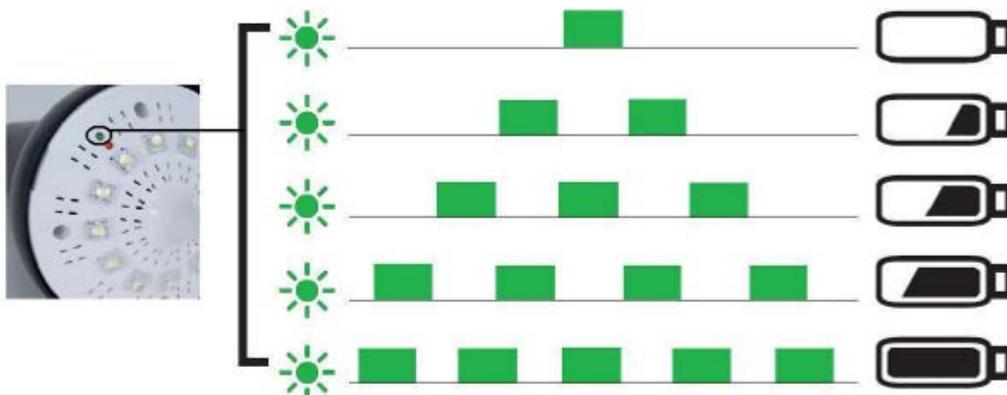
11.8 Charge de la lampe

Il y a deux indicateurs LED: un vert et un rouge à l'intérieur de la lampe.

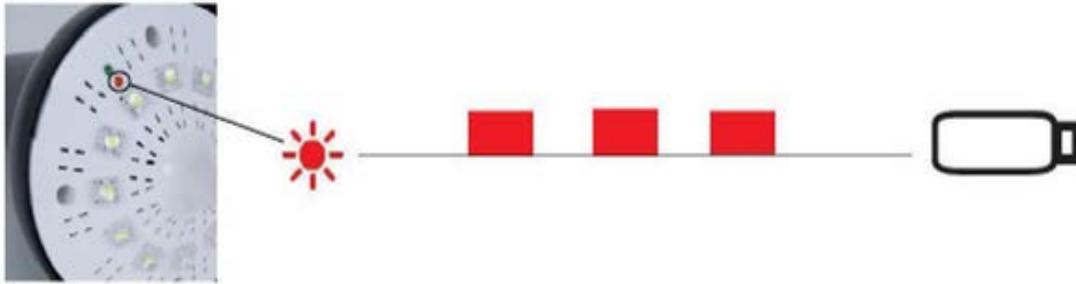


Etat de charge: Lampe chargée

Chaque fois que vous éteignez la lampe, vous pouvez voir l'état de charge. Plus la LED verte clignote, plus la batterie est chargée.



Si la batterie n'est pas assez chargée, la LED rouge clignote trois fois. Vous devez charger la lampe en le connectant au panneau pendant la journée.



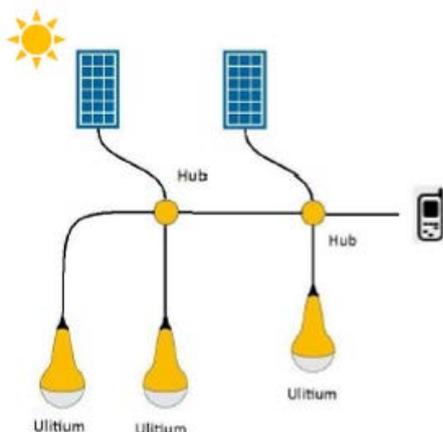
Téléphone



Attention: ne jamais connecter directement le téléphone sur la lampe; le téléphone ne se chargera pas.

11.9 Extension

Vous pouvez étendre votre système électrique graduellement. Chaque fois que vous voulez, tout simplement acheter un autre kit et le connecter à votre système existant en utilisant le Hub.



Exemple:

Vous avez acheté un kit à deux lampes et que vous souhaitez ajouter d'autres lampes. Vous pouvez acheter un autre Kit à 1, 2, 3 ou 4 lampes et le connecter à votre système en utilisant un Hub.

12. *Kit Indiya*



12.1 Caractéristiques

- Eclaire une pièce de 9 m² pour toute activité normale
- 50000Hrs de vie
- Peut fonctionner sur CA et/ou Solaire

Réglage de la lumière	Type d'utilisation	Capacité maximale de la batterie
Invariable et suffisante pour toutes activités	Lecture, écriture, cuisine,	8 heures

Lorsque les panneaux sont exposés au soleil, ils stockent l'énergie dans une batterie qui la fournit à la lampe par la suite



Soleil

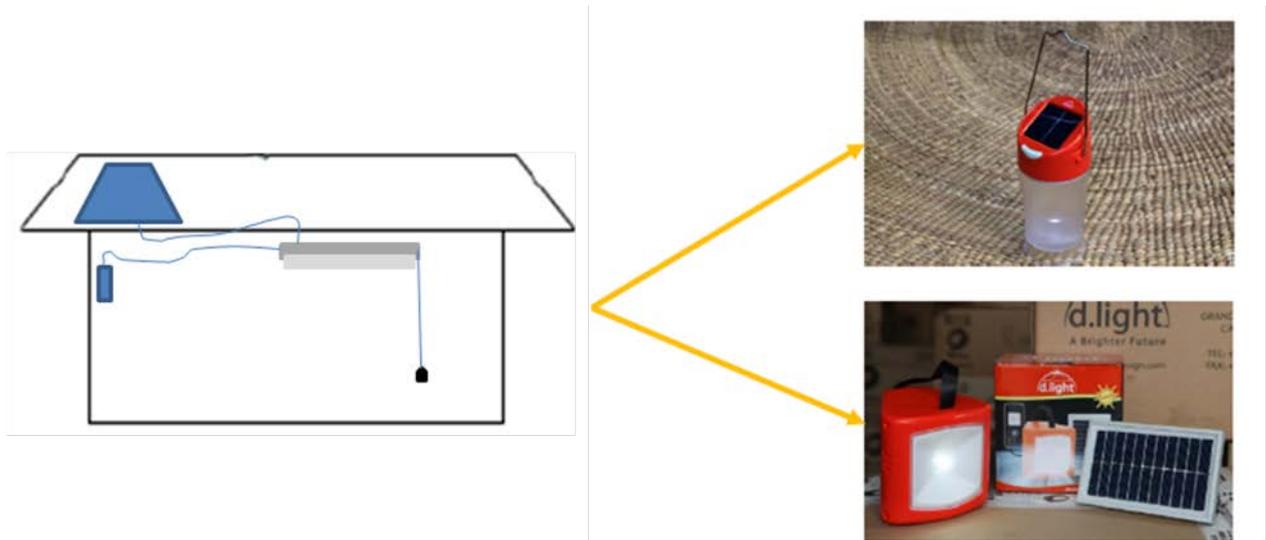
Panneau

Batterie

Lampe

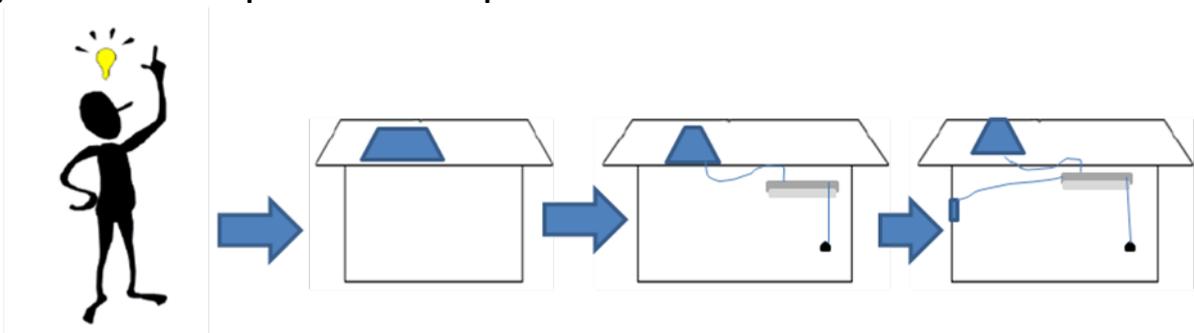
Lumière

Le kit Indiya a été conçu pour une utilisation interne. Le S10 D.light et d.light S250 sont plus appropriés pour éclairer des zones extérieures



12.2 Installation du panneau

1) choisir la bonne position de la lampe

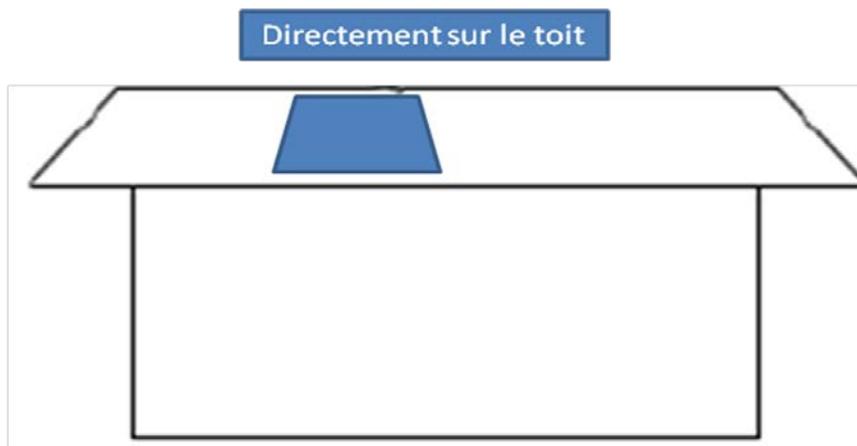


- 1 Choisir la bonne position des lampes
- 2 Installer le panneau solaire à l'extérieur
- 3 Connecter le panneau à la lampe
- 4 Installer la batterie et connecter la à la lampe



2) Installer le panneau solaire à l'extérieur

Selon l'endroit où vous souhaitez, votre panneau solaire doit être installé:



Le panneau solaire doit toujours être placé en plein soleil. Trouvez l'endroit le plus ensoleillé sur le toit avant de l'installer



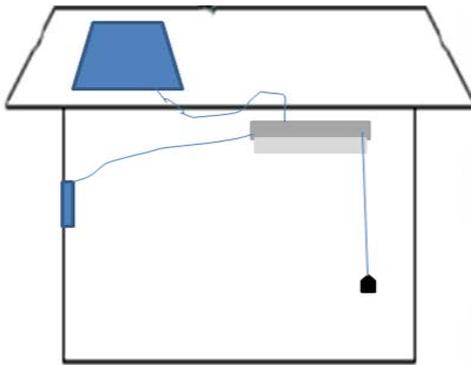
- Construire un cadre sur le toit de la maison et placez y le panneau:



1- Utilisez des petites traverses pour maintenir le panneau dans le cadre

12.1 Raccordement de l'ensemble

1) Connecter le panneau au noyau de raccordement

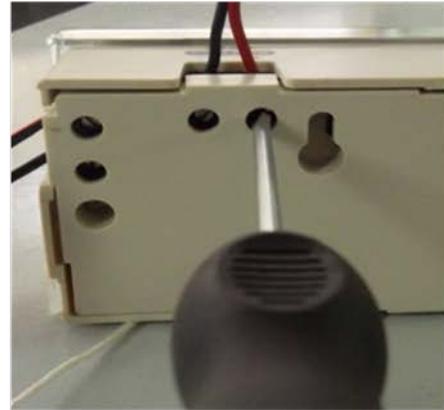
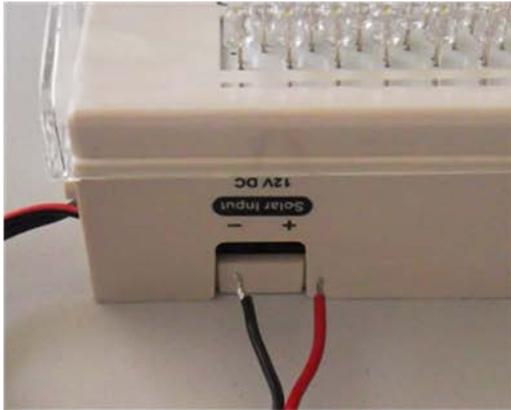


1- une fois que le panneau est installé, faire passer le câble à l'intérieur de la maison

2- fixer la lampe au plafond et la batterie sur le mure ou le plafond

3- Branchez le câble du panneau sur la lampe et le câble de la batterie sur la lampe puis **pour ceux qui ont le réseau AES-SONEL**, connecte le sur la lampe : de la façon suivante:

2) Connecter le panneau à la lampe

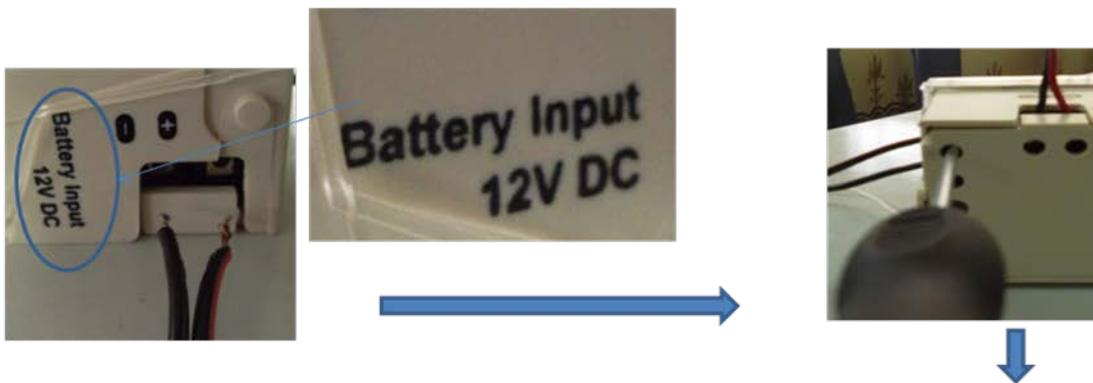


Branchez le câble du panneau dans la fiche correspondante en respectant le code de couleur (le rouge au + et le noir au -)

A l'aide d'un tournevis cruciforme, serrer les deux câbles à la lampe

3) Connecter la lampe à la batterie

Vous pouvez fixer la batterie sur un mur ou sur le cadre du toit ou tout simplement le poser quelque part



Connecter la fiche de la batterie à l'entrée Batterie de la lampe en respectant le code de couleur (le rouge au + et le noir au -)

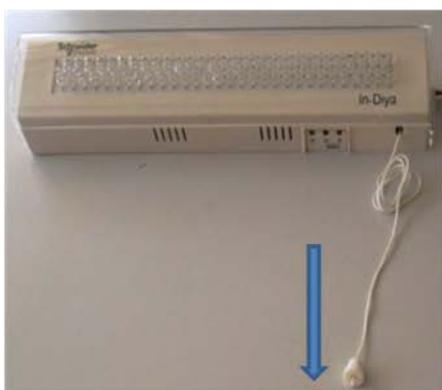
A l'aide d'un tournevis, serrer correctement le câble sur la lampe.





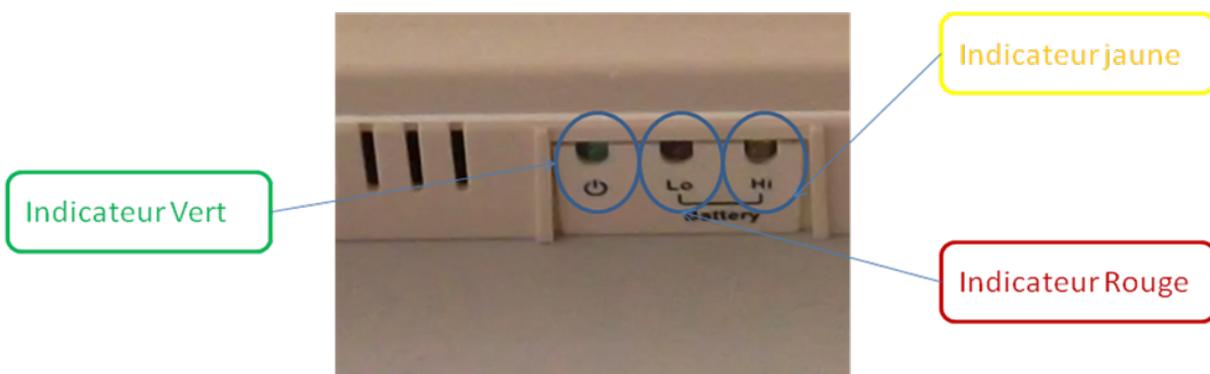
Ensuite, branchez la fiche femelle du câble de liaison lampe-batterie dans la batterie.

12.2 Réglage



Tirez la tirette pour allumer la lampe. Cette lampe contrairement aux autres a un seulement niveau de luminosité.
Attention! Tirez doucement.

Il y a trois indicateurs (LED): une vert, une rouge et une Jaune l'extérieur de la lampe



La LED Verte indique que le panneau est connecté à la lampe

La LED Rouge indique le niveau haut de la charge de la batterie

La LED jaune indique le niveau bas de la charge de la batterie

IV. MAINTENANCE DES PRODUITS PICO PV

1. Objectifs

Les compétences transmises permettront à l'apprenant:

- De maîtriser le maniement des outils nécessaires à la maintenance des produits pico PV.
- D'effectuer toutes les opérations nécessaires au maintien en bon état de marche des produits pico solaires photovoltaïques
- De faire de bons diagnostics, d'identifier des défauts de fonctionnement sur les produits pico PV et de réparer ou remplacer

2. Eléments du contenu

- **Fiches de vérification de bon fonctionnement**
- **Fiches d'entretien et d'utilisation**
- **Fiches de diagnostic**
- **Fiches de montage/démontage**
- **Travaux pratiques**

3. Approche pédagogique

Pour ce chapitre, le formateur devra présenter les différentes fiches (de vérification du bon fonctionnement et de diagnostic) tout en mettant en œuvre les recommandations présentées dans ces différentes fiches. Ensuite, il devra lors de la phase pratique accompagner les apprenants. Passant banc par banc il doit se rassurer au travers des questions orales que les apprenants respectent les consignes. Sinon, il devra réexpliquer en pratiquant devant les apprenants concernés. Ceci devra être fait pour tous les types de produits pico soleils disponibles en salle de TP.

Une fois de plus, le formateur insistera sur les pratiques à proscrire pour éviter d'endommager et de maintenir en bon état de marche les produits pico PV.

4. Fiches de vérification de bon fonctionnement

La fiche utilisée est une fiche qui nous donne les différentes étapes à suivre pour la vérification du bon fonctionnement des produits pico PV (SUNDAYA, S10 D-Light, S250 D-Light et InDiya). Il faut que chaque type de produits ait un fonctionnement particulier. Il faudra donc utiliser pour chacun des produits la fiche indiquée.

<u>FICHE DE VERIFICATION DU BON FONCTIONNEMENT</u>		
Type de produits pico solaire	Actions à mener	commentaire
Kit SUNDAYA	Faire toutes les connections et Exposer le panneau solaire aux rayons du soleil ;	Il est question de déployer le kit (faire tous les raccordements nécessaires au bon fonctionnement du kit SUNDAYA : panneau-hub-lampe)
	Vérifier que la LED verte est allumée pour indiquer que la lampe se charge ;	Si la LED est allumée en continu, alors la fonction recharge est bonne si non utiliser la fiche de diagnostique pour y remédier
	Allumer la lampe et vérifier que les quatre modes d'éclairage de la lampes fonctionnent : max, moyen, min et éteinte	Avant de faire cette opération, si la lampe n'est pas chargée, laisser le panneau exposer aux rayons du soleil pendant une quinzaine de minutes
	Eteindre la lampe et se rassurer que la LED Verte de la lampe clignote pour indiquer le niveau de charge de la batterie ;	Si la lampe est déchargée, c'est plutôt la LED rouge qui va clignoter. Si non, la LED verte devra clignoter en fonction du niveau de charge. Le rythme (fréquence) de clignotement est le suivant : 5 fois/seconde pour un niveau maximal ; 4 fois, 3 fois, 2 fois pour les états intermédiaire et 1 fois pour un niveau faible
	Laisser connecter le panneau au Hub, connecter un téléphone et vérifier que ceci se charge	Il faut noter que c'est le panneau soleil qui charge le téléphone et donc avoir toujours le panneau raccordé avant de connecter le téléphone pour faire la vérification
	Déconnecter le panneau est utiliser la lampe jusqu'à ce qu'elle se décharge et vérifier que la LED rouge clignote	Cette LED permet à l'utilisateur de savoir si la lampe est déchargé ou pas. Si la lampe est déchargé entièrement et que la LED ne le signal pas. Alors il y a un problème : voir fiche diagnostique

FICHE DE VERIFICATION DU BON FONCTIONNEMENT		
TYPE DE PRODUITS PICO SOLAIRE	ACTIONS A MENER	COMMENTAIRES
LAMPE S10 D-LIGHT	Exposer la lampe aux rayons du soleil ;	Il est question de déployer le kit
	Vérifier que la LED rouge est allumée pour indiquer que la batterie la lampe se charge ;	Si la LED est allumée, alors la fonction recharge est bonne si non utiliser la fiche de diagnostique pour y remédier
	Allumer la lampe et vérifier que les quatre modes d'éclairage de la lampes fonctionnent : max, moyen et éteinte ;	Avant de faire cette opération, si la lampe n'est chargée, la laisser exposer aux rayons du soleil pendant une quinzaine de minutes
	Mettez la lampe à l'abri des rayons du soleil et allumer la lampe	La fonction principale de la lampe c'est accumuler l'énergie en journée et la restituer pendant la nuit. Il faut se rassurer que cette fonction est bonne en utilisant la lampe pendant un certain temps à l'abri des rayons du soleil. Cf fiche de diagnostique si cette fonction n'est pas remplie
	Connecter la lampe au réseau électrique à travers un chargeur et vérifier que la LED rouge est allumée	Les chargeurs indiqués sont les chargeurs de téléphone NOKIA. La LED rouge allumée informe l'utilisateur que sa lampe se charge.

FICHE DE VERIFICATION DU BON FONCTIONNEMENT		
TYPE DE PRODUITS PICO SOLAIRE	ACTIONS A MENER	COMMENTAIRES
LAMPE S250 D-LIGHT	Faire toutes les connections et Exposer le panneau solaire à la lumière du soleil ;	Il est question de déployer le kit tel que définis dans le document de déploiement
	Vérifier que la LED verte est allumée pour indiquer que la lampe se charge ;	Si la LED est allumée, alors la fonction recharge est bonne si non utiliser la fiche de diagnostique pour y remédier
	Allumer et vérifier les cinq modes d'éclairage de la lampes : max, moyen, min, veilleuse et éteinte ;	Avant de faire cette opération, si la lampe n'est pas chargée, la laisser exposer aux rayons du soleil pendant une quinzaine de minutes
	Déconnecter le panneau, éteindre la lampe et se rassurer que la LED Verte de la lampe clignote pour indiquer le niveau de charge de la batterie ;	Il faut noter ici que le rythme (fréquence) de clignotement indique le niveau de charge de la batterie : 4 fois/seconde pour un niveau maximal ; 2 fois/seconde pour moyen et 1 fois pour un niveau faible
	Garder le panneau déconnecté de la lampe et vérifier qu'elle s'allume	Avant de faire cette opération, il faudra laisser la lampe se charger pendant une quinzaine de minutes. Ce test permet de vérifier que la batterie de la lampe emmagasine l'énergie électrique et peut la restituer
	Connecter un téléphone avec un cordon adapté et vérifier que la charge s'est fait	Il faut noter qu'il possible de charger tous les types de téléphones mais il faudra avoir la fiche adaptée. La charge du téléphone réduit l'autonomie ou augmente le temps de charge de la lampe selon qu'on soit en mode utilisation ou charge
	Connecter la lampe au réseau électrique à travers un chargeur et vérifier que la LED verte est allumée	Les chargeurs indiqués sont les chargeurs de téléphone NOKIA. La LED rouge allumée informe l'utilisateur que sa lampe se charge.
	Utiliser la lampe jusqu'à ce qu'elle se décharge et vérifier que la LED rouge clignote	Cette LED permet à l'utilisateur de savoir si la lampe est déchargé ou pas. Si la lampe se décharge entière et que la LED ne le signal pas. Alors il y a un problème : voir fiche diagnostique

FICHE DE VERIFICATION DU BON FONCTIONNEMENT		
Type de produits pico solaire	Actions à mener	commentaire
Kit IN-DIYA	Faire toutes les connections et Exposer le panneau solaire aux rayons du soleil ;	Il est question de déployer le kit (faire tous les raccordements nécessaires au bon fonctionnement du kit IN-DIYA : panneau-lampe-batterie)
	Vérifier que la LED verte est allumée pour indiquer que la lampe se charge ; Vérifier que la LED jaune ou rouge est allumé pour signifier respectivement l'état de la batterie : chargée ou déchargée	Ces LEDs permettent respectivement de contrôler la fonction recharge, de contrôler le niveau de charge de la batterie (chargée ou déchargée)
	Allumer la lampe et vérifier que toutes les 90 LEDs s'allument normalement.	Avant de faire cette opération, si la lampe n'est pas chargée, laisser le panneau exposer aux rayons du soleil pendant une quinzaine de minutes
	Déconnecter le panneau est utiliser la lampe jusqu'à ce qu'elle se décharge et vérifier que la LED rouge s'allume	Cette LED permet à l'utilisateur de savoir si la lampe est déchargé ou pas. Si la lampe est déchargé entièrement et que la LED ne le signal pas. Alors il y a un problème : voir fiche diagnostique

5. Fiches d'entretien et d'utilisation

Pour l'entretien des produits pico PV, un certain nombre d'actions et de règles doivent être prises pour assurer un bon rendement des produits pico Pv et leurs suivis. Les règles et mesures prises sont définies dans une fiche appelée fiche d'entretien.

Pour tous les produits pico solaires, le principe d'entretien est le même et concerne exclusivement les panneaux (les cellules photovoltaïques) et les batteries d'accumulation. Les actions à mener sont les suivantes:

- Nettoyer systématiquement les panneaux (les cellules photovoltaïques) avec les produits adaptés (chiffon en coton trempé dans de l'eau savonneuse et essoré) chaque fois que l'on constatera qu'il y a de la poussière ou autre dépôts sur le panneau;
- Ne jamais laisser la batterie de la lampe se décharger totalement ;
- Ne jamais laisser la batterie longtemps déchargée ;
- Toujours mettre la lampe à la charge si celle-ci est déchargée.

6. Fiches de diagnostic

Le diagnostic se fait dans un canevas bien précis. L'ordre des opérations divisées en deux groupes (premier niveau et deuxième niveau) à suivre est indiqué dans une fiche appelée fiche de diagnostic : voir annexe. Les opérations de diagnostic vont des plus simples aux plus compliquées. Dans le cadre de ce Travail Pratique, l'apprenant devra simplement mettre en pratique toutes les opérations listées dans la fiche de diagnostic.

FICHE DE DIAGNOSTIQUE DE LA LAMPE SUNDAYA						
Premier Niveau	Effets observés	Tests à faire		Actions à mener		
	Premier Niveau	la lampe ne s'allume pas	Vérifier que la LED rouge clignote		Exposer le panneau aux rayons du soleil	
Vérifier que toutes les connexions ont été bien faites (panneau-Hub- lampe).				Refaire les connexions correctement toutes les connexions		
Vérifier que le panneau est bien au soleil assurez-vous que vous avez bien et bien tiré sur la tirette (commande)				Exposer le panneau au soleil Refaire correctement l'action		
La lampe éclaire faiblement		Vérifier que le niveau d'éclairage ne correspond pas avec la sélection faite		Faire une sélection adaptée à notre utilisation		
		Vérifier que la LED rouge clignote		Si oui charger la lampe pour une journée entière		
Le Kit ne charge pas le téléphone portable		vérifier que toutes les connexions ont été bien faites (panneau-Hub- Téléphone).		refaire les connexions correctement toutes les connexions		
		Vérifier que le panneau est exposé aux rayons du soleil		Exposer le panneau aux rayons du soleil		
L'autonomie de la lampe est faible	Vérifier le niveau de charge de la lampe en observant le rythme de clignotement de la LED verte		Si le niveau est faible alors, charger la lampe pendant une journée entière et faites à nouveau le test			
Si toutes les vérifications et tests ont été faits et que le problème persiste, passer au deux niveau du diagnostic						
Deuxième Niveau	Effets observés	Organes responsables	Actions diagnostiques	Actions curative	Remarque	
	la lampe ne s'allume pas	panneau		Exposer le panneau au rayon du soleil et mesurer la tension de sortie du panneau	S'il n'y a aucune tension ou si la tension est hors plage acceptable, remplacer le panneau	
Le cordon de raccordement Panneau-Hub			Vérifier la continuité du cordon ou connecter le au panneau et mesurer la tension à l'autre extrémité	Remplacer le cordon si les résultats du test sont négatifs		
Hub			Vérifier la continuité entre les différents ports du Hub ou connecter le panneau au Hub et faire des mesurer la tension sur le reste des ports	Remplacer le Hub si les tests ne sont pas concluants		
Cordon de raccordement Hub-lampe			Vérifier la continuité du cordon ou connecter le au Hub et mesurer la tension à l'autre extrémité	Remplacer le cordon si les résultats du test sont négatifs		
Circuit électrique interne			Vérifier que tous les câbles et les liaisons sont en bon état	Remplacer le câbles et ou refaire les soudures s'ils sont en mauvais état		
Bouton de commande			Vérifier la continuité du bouton de commande lorsqu'il est actionné	Remplacer le bouton de commande		
Batterie			Tester le bon état de la batterie	Remplacer la batterie si son état est mauvais		
L'autonomie de la lampe est faible		Batterie		Tester le bon état de la batterie	Remplacer la batterie si son état est mauvais	
La lampe éclaire faiblement		LEDs de la lampe		Vérifier le bon état des LEDs de la lampe	Remplacer les LEDs ou la lampe si elles ne sont pas bonnes	
Le Kit ne charge pas le téléphone portable	Hub		Vérifier la tension du port sur lequel est connecté le téléphone	Se connecter sur un autre port s'il y en à un libre si non remplacé le Hub		
	Cordon de liaison Hub-téléphone		Vérifier la continuité du cordon ou connecter le au Hub et mesurer la tension à l'autre extrémité	Remplacer le cordon si les résultats du test sont négatifs		

FICHE DE DIAGNOSTIQUE DE LA LAMPE S10 D-light

	Effet	Test à faire		Actions à mener	
Premier niveau	la lampe ne s'allume pas	Vérifier que la LED rouge clignote		exposer le panneau aux rayons du soleil	
		assurez-vous que vous avez bien appuyé sur le bouton de commande		Refaire correctement l'action	
		Vérifier que le panneau est bien au soleil		Exposer le panneau au soleil	
	La lampe éclaire faiblement	Vérifier que le niveau d'éclairage correspond à la sélection faite		Faire une sélection adaptée à notre utilisation	
		Vérifier que la LED rouge clignote		Si oui charger la lampe pour une journée entière	
L'autonomie de la lampe est faible	Vérifier que le panneau est exposé aux rayons du soleil		Exposer le panneau aux rayons du soleil		
	Vérifier le niveau de charge de la lampe en observant le rythme de clignotement de la LED verte		Si le niveau est faible alors, charger la lampe pendant une journée entière et faites à nouveau le test		
Si toutes les vérifications et tests ont été faits et que le problème persiste, passer au deux niveau du diagnostic					
	Effets observés	Organes responsables	Actions diagnostiques	Actions curative	Remarque
Deuxième Niveau	la lampe ne s'allume pas	panneau	Exposer le panneau au rayon du soleil et mesurer la tension de sortie du panneau	S'il n'y a aucune tension ou si la tension est hors plage acceptable, remplacer le panneau	
		Circuit électrique interne	Vérifier que tous les câbles et les liaisons sont en bon état	Remplacer le câbles et ou refaire les soudures s'ils sont en mauvais état	
		Bouton de commande	Vérifier la continuité du bouton de commande lorsqu'il est actionné	Remplacer le bouton de commande à aide d'un fer à souder	
		Batterie	Tester le bon état de la batterie	Remplace la batterie si son état est mauvais	
	L'autonomie de la lampe est faible	Batterie	Tester le bon état de la batterie	Remplace la batterie si son état est mauvais	
La lampe éclaire faiblement	La lampe	Vérifier le bon état de la lampe	Remplacer la lampe si elle n'est pas bonne		

FICHE DE DIAGNOSTIQUE DE LA LAMPE S250 D-light

	Effet	Test à faire	Actions à mener
Premier niveau	la lampe ne s'allume pas	Vérifier que la LED rouge clignote	exposer le panneau aux rayons du soleil
		vérifier que toutes les connections ont été belle bien faites (panneau - lampe).	refaire les connections correctement toutes les connections
		assurez-vous que vous avez belle et bien pressé sur le bouton de commande	Refaire correctement l'action
	La lampe éclaire faiblement	Vérifier que le niveau d'éclairage correspond avec la sélection faite	Faire une sélection adaptée à notre utilisation
		Vérifier que la LED rouge clignote	Si oui charger la lampe pour une journée entière
	La lampe ne charge pas le téléphone portable	Vérifier que la LED rouge clignote	Si oui charger la lampe pour une journée entière avant de charger le téléphone
vérifier que toutes les connections ont été belle bien faites (Lampe - Téléphone).		refaire les connections correctement toutes les connections	
L'autonomie de la lampe est faible	Vérifier le niveau de charge de la lampe en observant le rythme de clignotement de la LED verte	Si le niveau est faible alors, charger la lampe pendant une journée entière et faites à nouveau le test	

Si toutes les vérifications et tests ont été faits et que le problème persiste, passer au deux niveau du diagnostic

	Effets observés	Organes responsables	Actions diagnostiques	Actions curative	Remarque
Deuxième Niveau	la lampe ne s'allume pas	panneau	Exposer le panneau au rayon du soleil et mesurer la tension de sortie du panneau	S'il n'y a aucune tension ou si la tension est hors plage acceptable, remplacer le panneau	
		Le cordon de raccordement Panneau-lampe	Vérifier la continuité du cordon ou connecter le au panneau et mesurer la tension à l'autre extrémité	Remplacer le cordon si les résultats du test sont négatifs	
		Circuit électrique interne	Vérifier que tous les câbles et les liaisons sont en bon état	Remplacer le câbles et ou refaire les soudures s'ils sont en mauvais état	
		Bouton de commande	Vérifier la continuité du bouton de commande lorsqu'il est actionné	Remplacer le bouton de commande à aide d'un fer à souder	
		Batterie	Tester le bon état de la batterie	Remplacer la batterie si son état est mauvais	
	L'autonomie de la lampe est faible	Batterie	Tester le bon état de la batterie	Remplacer la batterie si son état est mauvais	
	La lampe éclaire faiblement	LEDs de la lampe	Vérifier le bon état des LEDs de la lampe	Remplacer les LEDs ou la lampe si elles ne sont pas bonnes	
La lampe ne charge pas le téléphone portable	Cordon de liaison Hub-téléphone	Vérifier la continuité du cordon ou connecter le au Hub et mesurer la tension à l'autre extrémité	Remplacer le cordon si les résultats du test sont négatifs		

FICHE DE DIAGNOSTIQUE DE LA LAMPE IN-DIYA					
Premier Niveau	Effets observés	Tests à faire		Actions à mener	
	la lampe ne s'allume pas	Vérifier que la LED rouge est allumée		Exposer le panneau aux rayons du soleil	
		Vérifier que toutes les connexions ont été bien faites (panneau – lampe - Batterie).		Refaire les connexions correctement toutes les connexions	
		Vérifier que le panneau est bien au soleil assurez-vous que vous avez bien tiré sur la tirette (commande)		Exposer le panneau au soleil Refaire correctement l'action	
	La lampe éclaire faiblement	Vérifier que la LED rouge est allumée		Si oui charger la lampe pour une journée entière	
L'autonomie de la lampe est faible	Vérifier que la lampe a été bien chargée		Si non, charger la lampe pendant une journée entière et faites à nouveau le test		
Si toutes les vérifications et tests ont été faits et que le problème persiste, passer au deux niveau du diagnostic					
Deuxième Niveau	Effets observés	Organes responsables	Actions diagnostiques	Actions curative	Remarque
	la lampe ne s'allume pas	panneau	Exposer le panneau au rayon du soleil et mesurer la tension de sortie du panneau	S'il n'y a aucune tension ou si la tension est hors plage acceptable, remplacer le panneau	
		Le cordon de raccordement Panneau-lampe	Vérifier la continuité du cordon ou connecter le au panneau et mesurer la tension à l'autre extrémité	Remplacer le cordon si les résultats du test sont négatifs	
		Cordon de raccordement lampe- batterie	Vérifier la continuité du cordon ou connecter le cordon à la batterie et prenez la mesure de la tension	Remplacer le cordon si les résultats du test sont négatifs	
		Circuit électrique interne de la lampe	Vérifier que tous les câbles et les liaisons sont en bon état	Remplacer le câbles et ou refaire les soudures s'ils sont en mauvais état	
		Bouton de commande	Vérifier la continuité du bouton de commande lorsqu'il est actionné	Remplacer le bouton de commande	
	Batterie	Tester le bon état de la batterie	Remplacer la batterie si son état est mauvais		
L'autonomie de la lampe est faible	Batterie	Tester le bon état de la batterie	Remplacer la batterie si son état est mauvais		
Tous les LEDs de la lampe n'éclairent pas	LEDs de la lampe	Vérifier le bon état des LEDs de la lampe	Remplacer les LEDs ou la lampe si elles ne sont pas bonnes		

7. Travaux pratiques N° 1 : Pratique du maniement des instruments de mesure

7.1 Indications pour préparation et mise en œuvre du TP

Pour la préparation de ce TP, le formateur devra :

- disposer des multimètres à complexité réduite sur tous les bancs de TP disponibles ;
- maîtriser le fonctionnement des multimètres choisis ;
- pendant la présentation, le formateur doit avoir un multimètre avec lui et toucher du doigt chaque partie décrite par lui.
- Pendant les mesures, le formateur doit se rassurer que sur chaque table, les consignes données par lui sont bien respectées par les apprenants. Si non reprendre l'explication pour ces derniers en pratiquant avec eux.

7.2 Objectifs du TP

À la fin de ce TP, l'apprenant devra être capable de prendre les mesures des grandeurs physiques telles que la différence de potentiels d'un dipôle, le courant électrique qui circule entre une source d'énergie électrique et une charge quelconque et la résistance d'un matériau au passage du courant électrique. Aussi ils doivent pouvoir tester le bon état d'une Diode Electroluminescente (LED).

7.3 Consignes

- Avoir les chaussures fermées pour leur propre sécurité ;
- Les apprenants doivent maîtriser toute la partie théorique pour mieux aborder la pratique ;
- Les apprenants doivent prendre connaissance des documents de travaux pratiques avant les travaux pratiques ;
- Ne jamais poser une action au laboratoire si l'on ignore les effets ou la réaction qui suivront;
- Avant de mettre un appareil en marche, toujours demander ou attendre l'autorisation du formateur.

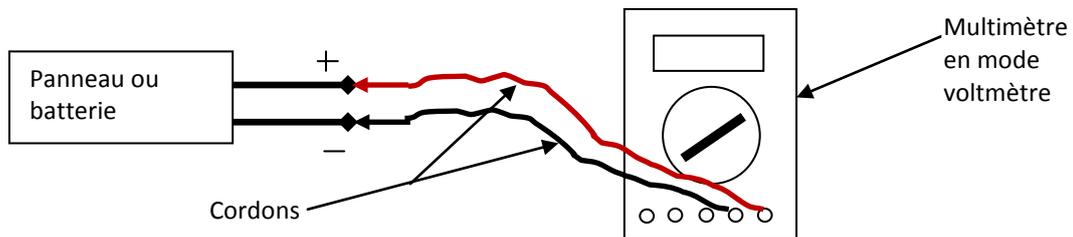
I) PRESENTATION DU MULTIMETRE (APPAREIL DE MESURE)

II) CALIBRAGE DE L'APPAREIL DE MESURE

III) ESSAIS DE MESURES

1) Mesure de la tension : tension d'un panneau soleil et ou d'une batterie

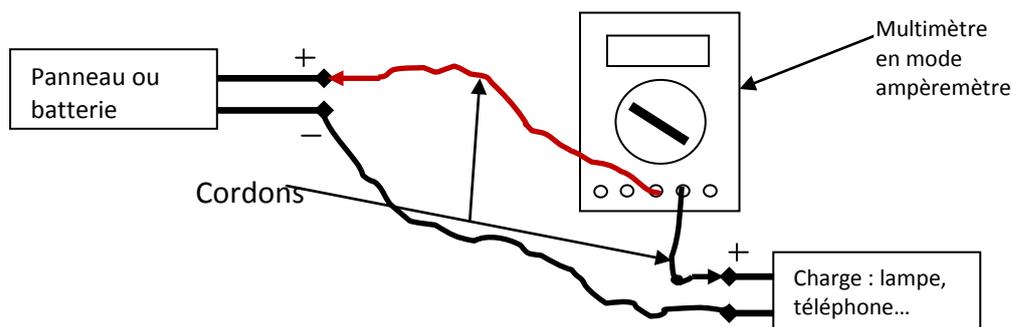
La tension d'un panneau soleil ou d'une batterie sera mesurée à l'aide d'un multimètre calibré en mode voltmètre. Le schéma de principe est le suivant :



NB : toujours positionner le cordon rouge du multimètre sur la borne positive du panneau ou de la batterie et le cordon noir sur la borne négative du panneau ou de la batterie

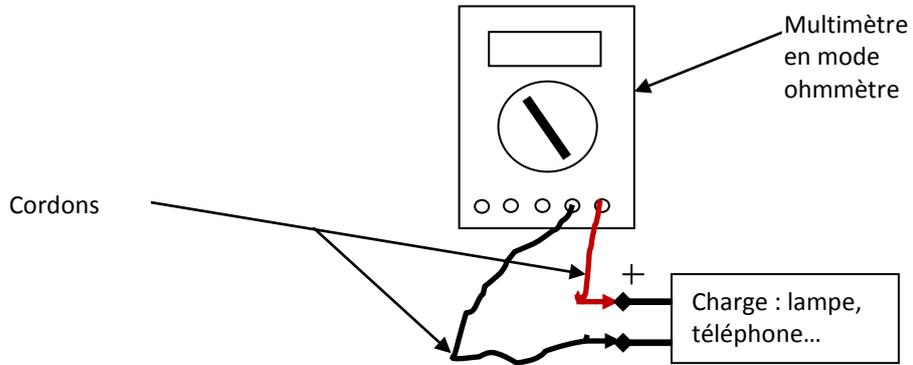
2) Mesure du courant appelé par une charge (une lampe ou une résistance)

Pour cette mesure, le multimètre sera mis en mode ampèremètre. Le principe est simple et est le suivant : le multimètre doit être monté en série avec la charge. Le cordon rouge doit être fixé sur la borne positive de la source d'énergie et le cordon noir à la borne positive de la charge si elle est polarisée ou sur l'une des bornes si elle ne l'est pas.



3) Mesure de la résistance d'une charge

Cette mesure est la plus simple, il suffit juste de mettre le multimètre en mode ohmmètre et de relier les deux cordons du multimètre au deux bornes de la charge et lire simplement la valeur à l'écran. Le schéma de principe est le suivant :



8. Travaux pratiques N°2 : Pratique du déploiement et de la mise en route des produits pico solaires

8.1 Indications pour préparation et mise en œuvre du TP

Pour la préparation et la mise en œuvre de ce TP, le formateur devra :

- disposer sur toutes les tables de TP les différents produits pico solaires disponibles ;
- fournir ces tables avec les outils de travail : tournevis et pince universelle adaptés pour le déploiement, le démontage et le remontage des produits disposés sur les bancs de TP;
- se rassurer avant les TP que tous les produits pico solaires mis à disposition des apprenants fonctionnent correctement ;
- pendant la mise en œuvre, le formateur doit s'assurer que chaque apprenant a avec lui le guide déploiement et de mise en route des différents produits;
- passer poste par poste pour vérifier que les règles et consignes sont respectées par les apprenants ;
- pour la mise en route, les apprenants doivent sortir de la salle pour exposer au soleil les panneaux photovoltaïques et faire toutes les manipulations possibles sur le produit pico solaire;
- faire démonter et remonter si nécessaire ces produits par les apprenants.

8.2 Objectif du TP

À la fin du TP, l'apprenant devra être capable d'installer, d'utiliser et de faire l'installer/utiliser par une tierce personne les produits pico solaires.

8.3 Consignes

- Avoir les chaussures fermées pour leur propre sécurité ;
- Les apprenants doivent maîtriser toute la partie théorique pour mieux aborder la pratique ;
- Les apprenants doivent prendre connaissance des documents de travaux pratiques avant les travaux pratiques ;

- Ne jamais poser une action au laboratoire si l'on ignore les effets ou la réaction qui suivront;
- Avant de mettre un appareil en marche, toujours demander ou attendre l'autorisation du formateur.

Les modèles portables

8.4 Lampes S10 D-light et S250 D-light

- Déploiement des lampes en salle ou à l'extérieur ;
- Exploitation : réglages, tests et mesures
- Démontage et remontage des différents composants puis diagnostic

8.5 Sunking Pro & Solo

- Déploiement du système en salle ou à l'extérieur ;
- Exploitation : réglages, tests et mesures
- Démontage et remontage des différents composants puis diagnostic

8.6 Firefly Mobile Lamp

- Déploiement du système en salle ou à l'extérieur ;
- Exploitation : réglages, tests et mesures
- Démontage et remontage des différents composants puis diagnostic

Les modèles fixes pour habitations

8.7 Barefoot PowaPack Junior Matrix

- Déploiement du système en salle ou à l'extérieur ;
- Exploitation : réglages, tests et mesures
- Démontage et remontage des différents composants puis diagnostic

8.8 Kit Sundaya

- Déploiement du kit en salle ou à l'extérieur ;
- Exploitation : réglages, tests et mesures
- Démontage et remontage des différents composants puis diagnostic

8.9 Kit Indiya GN11J-1

- Déploiement du kit en salle ou à l'extérieur ;
- Exploitation : réglages, tests et mesures
- Démontage et remontage des différents composants puis diagnostic

9. Evaluation des apprenants

L'évaluation des apprenants se fera en deux phases :

1. Résolution de situation-problèmes en jeux de rôles : en cours de formation
2. Réponse à test écrit sous forme de QCM : à la fin de la formation.

SITUATION-PROBLEME

Objectif :

L'apprenant devra faire cet exercice pour mettre en exergue sa capacité à pouvoir évaluer un besoin d'éclairage et par la suite dimensionner une solution efficace et adaptée à la population rurale.

Thèmes :

- Barre Matango (5mx6m)
- Salon de coiffure (4mx5m)
- Vigneron pour la récolte de son vin
- Maison 3 chambres un salon
- Boutique
- Vendeuse de beignet
- Bar (5mx6)
- Cultivatrice et planteur qui passent toute la journée dans les champs
- Ma grand-mère
- Association du village

Travail à faire :

- **Évaluer le besoin** : pour quoi l'éclaire ? est ce pour un éclairage simple, pour la lecture ou pour des travaux de précision ;
- **Définir les critères de qualité adaptés** : quels sont les critères à mettre en valeur : robustesse ... ;
- **Choisir le produit pico PV** : en fonction des contraintes financières, intellectuelles (est ce que l'utilisateur pourra utiliser le produit?) ;
- **Former le client sur l'utilisation et l'entretien** ;
- **Informer sur la protection de l'environnement** : informer sur l'impact des batteries jetées dans la nature et tout autre élément d'un système d'éclairage solaire.

Nom:.....

Prénom:.....

QCM pour évaluation volet technique

NE: l'apprenant choisira une seule réponse parmi les trois proposées

N°	Questions	Réponses	Choix
1	Définition de l'énergie	Capacité d'un système à fonctionner	
		Capacité d'un système faire un travail	
		Capacité d'un système à consommer l'énergie	
2	Définition d'un récepteur électrique	Appareil qui transforme l'énergie électrique en une autre forme d'énergie	
		Appareil qui consomme de la chaleur	
		Appareil qui produit le courant électrique	
3	L'un des appareils suivant est un générateur	Batterie	
		téléphone	
		Lampe	
4	L'unité du courant est	Le volt (V)	
		L'Ampère (A)	
		Le kilowatt (KW)	
5	Définition de l'énergie renouvelable	source d'énergie se reconstituant assez rapidement pour être considérée comme inépuisable	
		Source d'énergie disponible en grande quantité	
		Source s'épuisant après un certain temps	
6	Un panneau solaire photovoltaïque	La chaleur du soleil en électricité	
		La lumière du soleil en électricité	
		La n'énergie du soleil en chaleur	
7	Le régulateur de charge a pour rôle de	Protéger la batterie contre les surcharges et les décharges profondes	
		Réguler l'énergie du panneau	
		Permettre le captage de l'énergie	
8	la batterie	Permettre un déphasage entre la production et la consommation	
		Permet de conserver l'acide	
		Conserve l'énergie thermique du soleil	
9	Avantage d'un système solaire	Produit beaucoup d'énergie	
		Exige peu d'entretien	
		Est peu coûteux	
10	Que faire des batteries usagées?	Les retourner aux fabricants	
		Les casser pour sortir le plomb et vendre	
		Les jeter en brousse ou dans un champ pour engraisser les plantes	
11	n'est pas un élément des systèmes pico photovoltaïque	Câbles électriques	
		Adaptateur de prise de courant	
		Lampe à incandescence	
12	Que faut-il vérifier lorsque la lampe éclaire faiblement?	Vérifier que le niveau d'éclairage ne correspond pas avec la sélection faite	
		Eteindre et attendre	
		Vérifier que la batterie chauffe	
13	Que faut-il vérifier si l'autonomie de la batterie est faible?	Vérifier le bouton d'allumage	
		observer la signalisation lumineuse indicatrice du niveau de charge	
		Vérifier les cables	

N°	Questions	Réponses	Choix
14	Comment se comporte le kit si le panneau est défectueux	La lampe brille faiblement	
		La batterie chauffe	
		A près usage il ne s'allume plus	
15	Comment se comporte le kit si la batterie est defectueuse?	Le kit ne brille plus longtemps	
		La kit brille brille fortement	
		Le kit brille et s'éteint	
16	Dans le cas du kit SUNDAYA, comment charger un téléphone portable?	Sur la lampe	
		Sur le hub	
		Sur la batterie	
17	Après avoir chargé un téléphone portable (S250 D-LIGHT)	la lampe brille faiblement	
		La lampe brille longtemps	
		La lampe ne brille plus longtemps	
18	Pour étendre le reseaux d'un KIT solaire on a besoin	De plusieurs panneaux	
		D'un seul hub	
		De deux lampes	
19	Un kit qui brille fortement peut	Causer un incendie	
		Se décharger vite	
		Se détruire dès qu'on allume	
20	La batterie d'un kit se charge seulement	Quant-il fait chaud	
		Quand le jour se lève	
		Quand le soleil brille fortement	

10. Annexes

- **Modèle: Liste des participants**
- **Modèle: Fiche de présence**
- **Fiche de notation de la formation par les participants**
- **Fiche de suivi technique des petits entrepreneurs**

FORMATION GIZ-TATS à l'ISTAC

Liste des participants

<u>N°</u>	<u>Noms</u>	<u>N° de téléphone</u>	<u>Email</u>	<u>Lieu</u>	<u>Organisme</u>	<u>Activités</u>
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						

FORMATION GIZ-TATS à l'ISTAC

Liste des participants

<u>N°</u>	<u>Noms</u>	<u>N° de téléphone</u>	<u>Email</u>	<u>Lieu</u>	<u>Organisme</u>	<u>Activités</u>
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						

FORMATION GIZ-TATS à l'ISTAC

Feuille de présence du / / _____

<u>N°</u>	<u>Noms</u>	<u>Signatures</u>
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		

FORMATION GIZ-TATS à l'ISTAC

**INTITULE DU STAGE : Formation de micro entrepreneurs de systèmes pico photovoltaïques
dans le cadre du DPP GIZ-TATS/ Volet technique**

DATE DE SESSION : Du / / au / /

Nom de l'apprenant (facultatif) : Organisation :

- Pour améliorer la qualité des stages, nous vous demandons de bien vouloir remplir cette fiche.
- Portez une croix sur la case correspondante du tableau.

ITEMS	APPRECIATIONS					
	TRES BIEN	BIEN	ASSEZ BIEN	MOYEN	MAUVAIS	NE SAIS PAS
Objectifs assignés						
Planification du temps relatif à chaque module						
Compréhension et mise en mémoire						
Stage adapté aux objectifs assignés						
Stage adapté à votre niveau						
Exercices et cas concrets						
Qualité de l'animation (clarté, précision)						
Qualité des supports						
Documentation reçue qualité / quantité						
Ambiance au sein du groupe						
Enseignement pour la vie professionnelle						
Appréciation globale						
Commentaires et Suggestions						

Fiche de suivi technique

Noms et prénoms : **Promotion GIZ (année de formation) :**

Activités parallèles :

Date de lancement des activités dans le pico PV : **Zone de déroulement des activités :**

Date	Types de kits commercialisés	Problèmes techniques liés à la sensibilisation des usagers	Les types de pannes rencontrées	Les types de pannes réparées	Commentaire