



Inter Aide

Support Electrique pour Installation Solaire

Année 2012



Sommaire

1. Les Notions de base.....	3
1.1 L'électricité, c'est quoi ?	3
1.2. Les Valeurs	4
1.3. Récapitulatif des notions de bases	7
2. Les types de courant	8
2.1. Le courant continu (DC direct current)	8
2.2. Le courant alternatif (AC alternative current)	8
3. Les groupements d'éléments.....	10
3.1. Les éléments en Série	10
3.2. Les éléments en parallèle.....	10
3.3. Conseils pratiques.....	11
4. Mesure du courant électrique.....	12
4.1. Le multimètre	12
5. Installation Solaire	13
5.1. Généralités.....	13
5.2. Le Panneau Solaire	14
5.3. Performance du panneau Solaire	16
5.4. Le régulateur.....	17
5.5. L'onduleur – « Inverter ».....	20
5.6. Les batteries.....	22
5.6.1 Caractéristiques	22
5.6.2 Les modèles de batteries	22
5.7. Le câblage.....	24



5.8.	Schéma d'installation type.....	25
6.	Dimensionnement.....	26
6.1.	Bilan des consommations	26
6.2.	Dimensionnement des modules photovoltaïques	28
6.3.	Dimensionnement des batteries	28
6.4.	Choix du régulateur	30
7.	L'installation et la protection.....	31
7.1.	L'installation et le choix du site	31
7.2.	Inclinaison	31
7.3.	Orientation	31
7.4.	Branchement au régulateur	32
7.5.	Protection contre la foudre et mise à la terre	33
8.	Entretien de l'installation photovoltaïque	35



1. Les Notions de base

1.1 L'électricité, c'est quoi ?

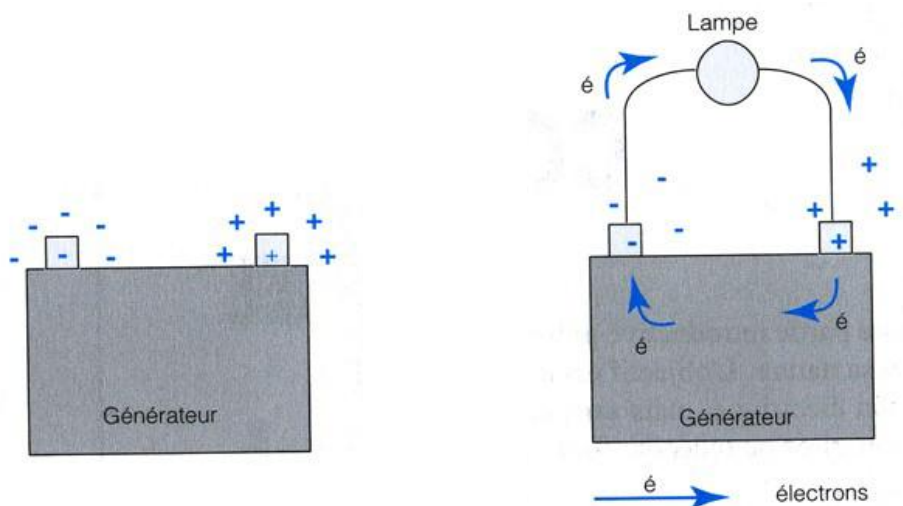
C'est une énergie qui existe à l'état naturel (l'éclair lors de l'orage) mais qui est difficilement stockable.

Un courant électrique est la circulation d'électrons libre entre 2 points d'un conducteur. Un électron libre est un électron qui peut se détacher facilement du noyau de l'atome qu'il constitue.

Les corps qui possèdent des électrons libres sont appelés des **conducteurs** (ex. les métaux, mais aussi le corps humain et la terre).

Ceux qui n'en possèdent pas, des **isolants** (ex. verre, plastique, bois,...).

L'énergie du mouvement de ces électrons libres constitue l'énergie électrique. Si on organise ces mouvements et que tous les électrons libres se déplacent dans la même direction en même temps, on crée un courant électrique. Produire de l'électricité consiste donc à obliger les électrons à se déplacer ensemble dans un matériau conducteur qui facilite le mouvement.



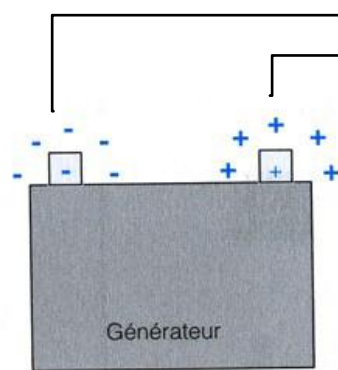


1.2. Les Valeurs

Pour maîtriser l'électricité, il convient de distinguer et de comprendre les différentes valeurs qui la caractérisent.

➤ La Tension ou différence de potentiel (symbole U)

Comme indiqué précédemment, le générateur agit comme une « pompe à électrons ». Il existe une dépression à ses bornes de sortie que l'on appelle différence de potentiel ou tension et qui s'exprime en volt (symbole V).

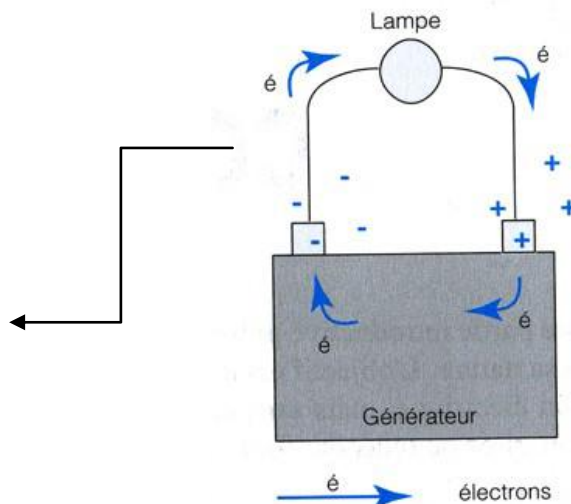


Il existe une différence de charge entre le pôle + et le pôle -. On appelle cette différence : la différence de potentiel ou **Tension**.

Par exemple, 220 Volt aux bornes d'une prise électrique, ou encore 1,5 Volt aux bornes d'une pile électrique.

➤ L'intensité (symbole I)

Lorsque l'on branche une lampe sur un générateur, une certaine quantité d'électrons transite par les fils et le filament de la lampe. Ce flux d'électrons correspond à l'intensité exprimée en ampère (symbole A).



L'intensité correspond au débit d'électrons qui traverse un circuit.



➤ La résistance (symbole R)

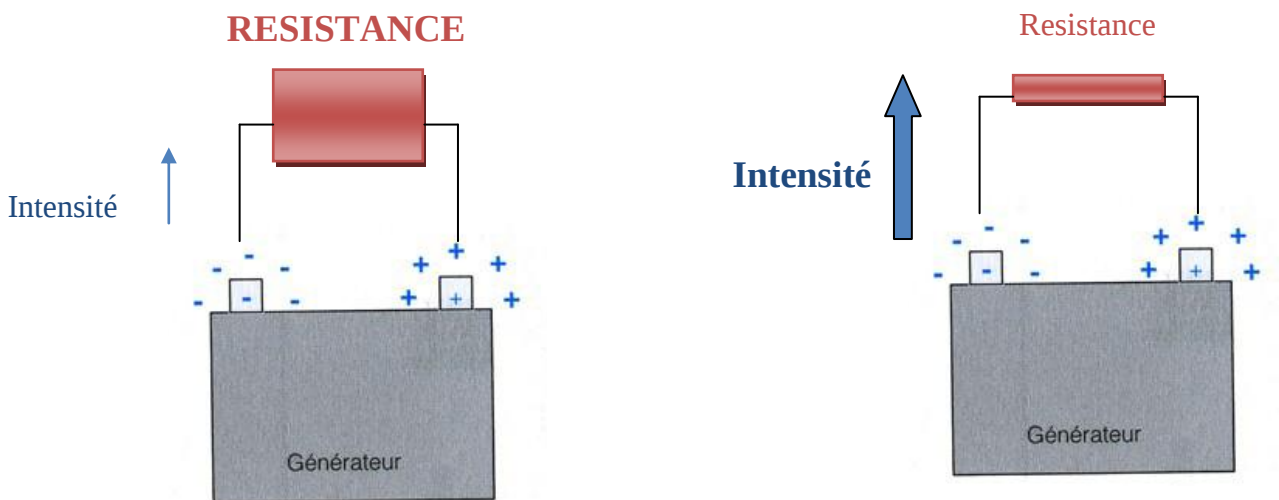
Une résistance est un matériau qui permet à l'énergie électrique de se transformer en énergie **calorifique**. La résistance s'exprime en Ohm (symbole Ω).

Cette relation mathématique appelée loi d'ohm traduit cette proportionnalité :

$$U = R \times I$$

Tension = Resistance x Intensité

Remarque : La loi d'ohm n'est valable que pour les résistances pures, c'est-à-dire pour les appareils qui transforment l'énergie électrique uniquement en énergie calorifique. Ce n'est pas le cas des moteurs par exemple.



Si la résistance est élevée, l'intensité est faible. Inversement, si la résistance est faible, alors l'intensité est élevée.



➤ La puissance (symbole P)

Elle évalue la quantité d'énergie absorbée par un appareil raccordé. Elle se calcule en multipliant la tension par l'intensité et s'exprime en Watt (symbole W). On en déduit que plus le récepteur est puissant, plus il absorbe de courant.

$$P = U \times I$$

Puissance = Tension x Intensité

Exemple :

Une ampoule de 50W branchée sous 220V absorbe un courant de $50/220 = 0.28$ Ampère.

Une ampoule de 100W branchée sous 220V absorbe un courant de $100/220 = 0.46$ Ampère.

➤ La consommation d'énergie

Elle s'obtient en multipliant la puissance d'un appareil par sa durée d'utilisation exprimée en heures. C'est la quantité d'électricité produite ou consommée pendant une période de temps donnée. Elle s'exprime en kilowattheures (kWh).

Exemple : une lampe de 100W qui fonctionne 3H aura une consommation de 300Wh, soit 0,3 kWh.



1.3. Récapitulatif des notions de bases

Notion	Définition	Symbole	Unité	Symbole de l'unité	Relations
Voltage	Différence de potentiel	U	Volt	V	$U = R \times I$
Intensité	Quantité d'électrons qui traverse un circuit	I	Ampère	A	
Résistance	Résistance du courant	R	Ohm	Ω	
Puissance en watts	Quantité d'énergie requise ou dépensée pour une certaine unité de temps	P	Watt	W	$P = U \times I$
Energie	Quantité d'électricité produite ou consommée durant un certain temps	E	Watt heure	Wh	$E = P \times t$
Charge électrique	Capacité à fournir un certain courant durant un temps donné	C	Ampère heure	Ah	$C = I \times t$

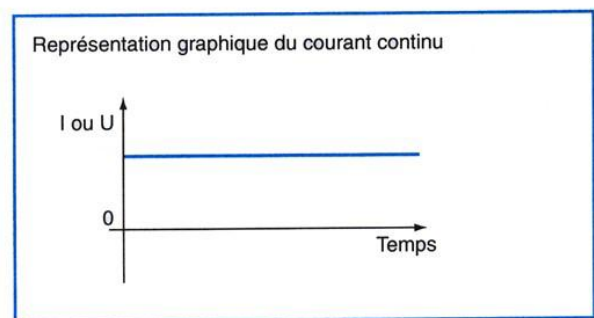


2. Les types de courant

2.1. Le courant continu (DC direct current)

Un courant continu est celui qui (théoriquement) ne varie pas dans le temps. C'est le type de courant délivré par une batterie ou une dynamo.

Les voltages les plus courants sont : 6V, 12V et 24V.



Avantages : On peut le stocker et on peut additionner les sources en parallèle ou en série avec quelques précautions.

Désavantages : L'utilisation des batteries limite dans la pratique les tensions à quelques volts (24V maxi dans certains véhicules). Ces faibles tensions sont un handicap au transport de ce type de courants.

2.2. Le courant alternatif (AC alternative current)

Dans le courant alternatif, les électrons se déplacent alternativement dans une direction puis dans l'autre selon une fréquence donnée. Il n'y a plus de borne déficitaire et de borne excédentaire puisque le courant alterne en permanence: on ne parle donc pas de + et de - en alternatif mais de phase et neutre.



C'est le courant fourni par les compagnies d'électricité. Tension et intensité varient selon une courbe sinusoïdale. En fait, la tension et l'intensité varient en continu entre une valeur maxi et une valeur mini mais lors de la mesure cette variation est gommée et fait apparaître une valeur stable moyenne, 220V par exemple.

Le nombre d'oscillations par seconde de la sinusoïde définit la fréquence.

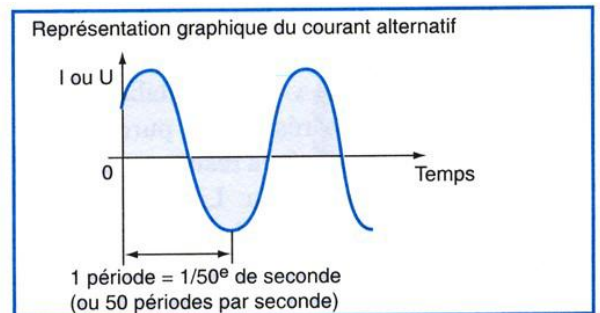
Exemple : -50 oscillations par seconde en France et en Europe (50 Hz),

-60 oscillations par seconde aux USA (60 Hz).



Symbole ~
AC en anglais

Le courant alternatif est
le courant distribué dans
votre installation.



Avantages : Il est facile à transformer (élévation/abaissement de tension) et les tensions élevées atteintes se prêtent aisément au transport sur de longues distances. Il est facile à produire.

Désavantages : On ne peut pas le stocker et on ne peut pas additionner les sources (en parallèle ou en série sur un même réseau).

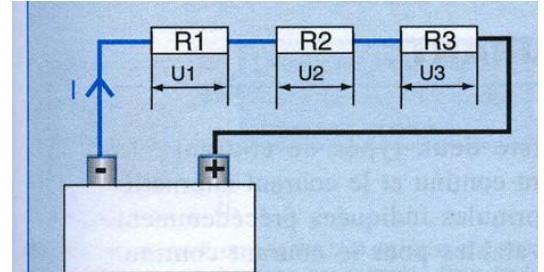
Il existe 2 types de courant alternatif : le Monophasé et le Triphasé. Le Monophasé est le courant le plus utilisé pour tout type de matériel (télévision, machine à laver...). Il est fourni par des fournisseurs locaux (tel ENERCOOP ou EDF en France) ou par un générateur. Le triphasé est un courant utilisé pour des niveaux de puissance élevés.



3. Les groupements d'éléments

3.1. Les éléments en Série

Les éléments sont en série quand ils sont places les uns à la suite des autres.

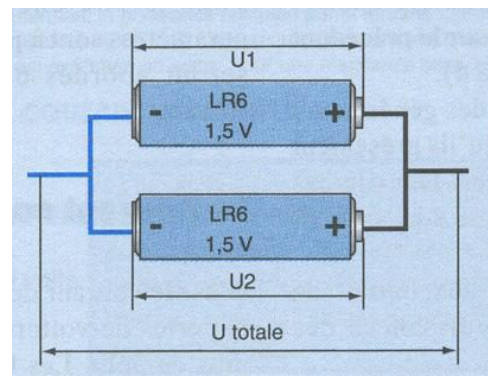
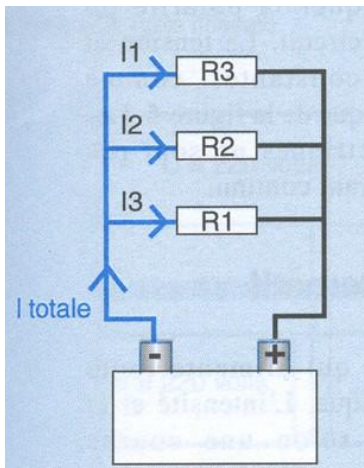


TENSION TOTALE = Tension élément 1 + Tension élément 2 + Tension élément 3

INTENSITE = intensité élément 1 = Intensité élément 2 = Intensité élément 3

3.2. Les éléments en parallèle

Un montage est dit en parallèle lorsque chaque élément est repris sur le précédent par une dérivation.



TENSION TOTALE = Tension élément 1 = Tension élément 2 = Tension élément 3

INTENSITE = intensité élément 1 + Intensité élément 2 + Intensité élément 3



3.3. Conseils pratiques

-Attention à **ne pas inverser les polarités** !

-Si vous connectez des batteries en série ou en parallèle, **assurez toujours d'avoir des batteries identiques (même âge, même capacité)**. Dans le cas contraire, le système ne sera pas équilibré et il y aura un vieillissement prématuré des batteries à cause d'un courant interne qui circulera entre elles. Ce système implique donc en général d'utiliser des batteries neuves.

-En pratique, quand on branche plusieurs appareils sur une même prise, on réalise un montage en parallèle. A chaque nouvel appareil branché, on fait **baissier la résistance totale du montage et donc l'intensité augmente... jusqu'à faire sauter les fusibles**.

Rappel

Type de connexion	En série	En parallèle
Tension (V)	Somme des tensions	Pas de changement
Courant (A)	Pas de changement	Somme des courants
Puissance (W)	Somme des puissances	Somme des puissances

4. Mesure du courant électrique

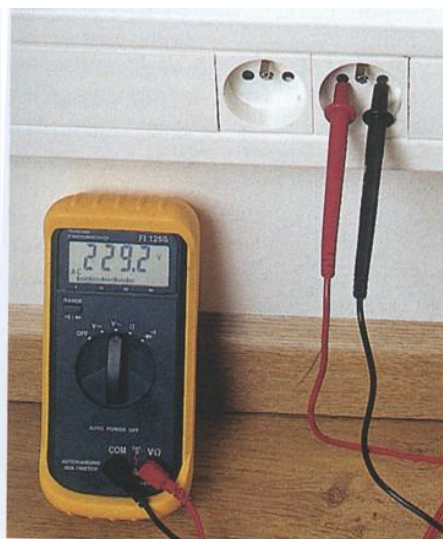
4.1. Le multimètre

Le multimètre, souvent appelé voltmètre, est un outil utilisé pour la mesure du voltage, du courant et de la résistance.

Placer les fiches des cordons dans les borniers appropriés : le cordon noir sur COM et le rouge sur VΩ.

Sélectionnez volt alternatif Vac ou volt continu Vdc selon votre besoin. Une mesure de tension avec le cordon sur mA ou 10A peut détruire le fusible de l'appareil.

Placez les pointes de test en parallèle aux bornes de l'appareil à mesurer (câble rouge sur le + et câble noir sur le – en continu) ou entre phase et neutre d'une prise (en alternatif)



1. Mesure de la tension aux bornes d'une prise (sélecteur sur V~).
2. Affichage de la valeur relevée (229,2 volts), proche de la valeur normalisée de 230 volts.



ATTENTION :

Avec un multimètre analogique, si vous ne connaissez pas l'ordre de grandeur de la tension à mesurer, commencer toujours avec le cordon sur le bornier de l'échelle la plus grande (ex. 1000V) puis baisser si nécessaire.

Choisissez bien le type de tension à mesurer : si le sélecteur est en position continu (Vdc) et que vous mesurez une prise alimentée en alternatif, la mesure indique 0 volt alors qu'il y a 230 V alternatif qui arrivent.

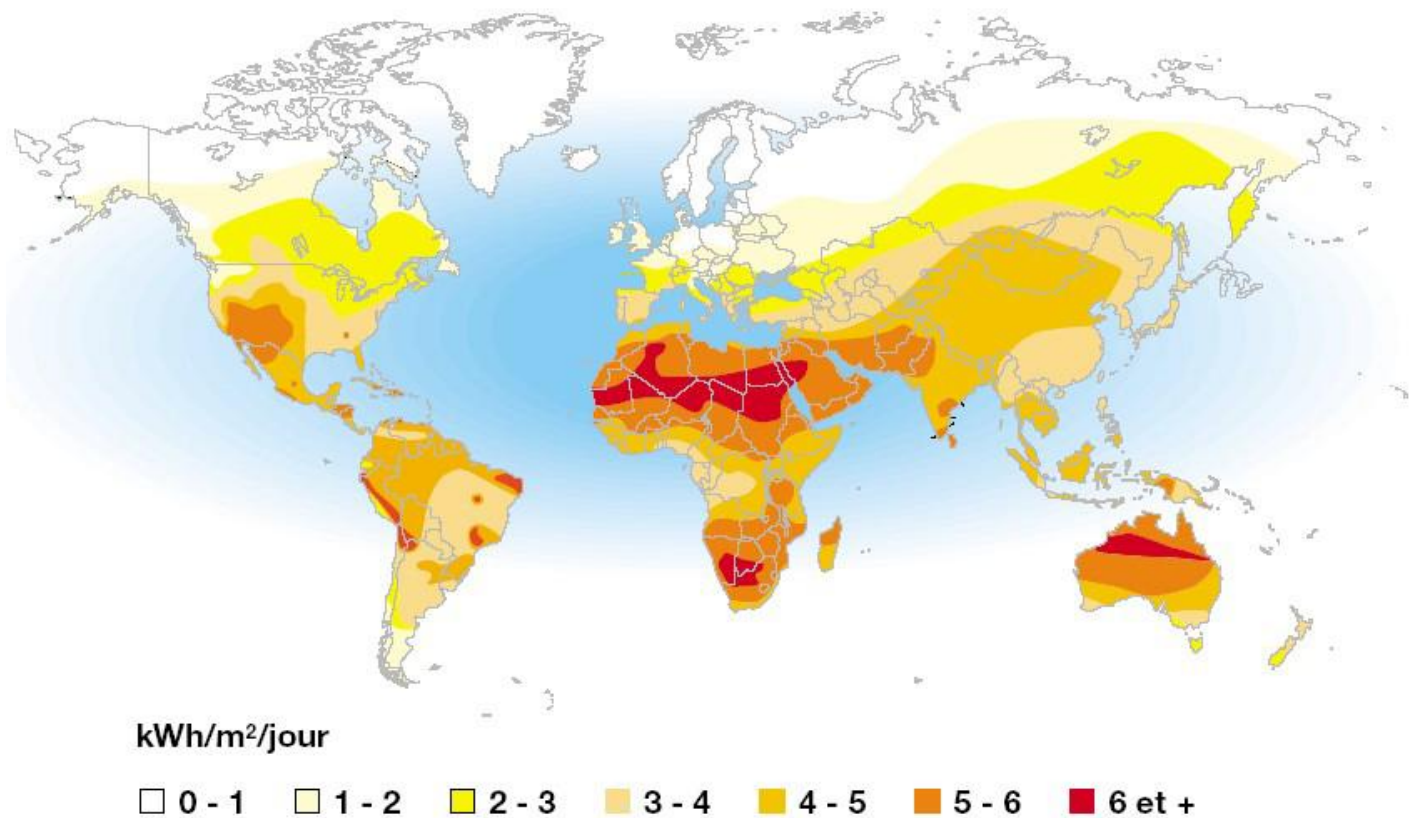
5. Installation Solaire

5.1. Généralités

La production d'électricité continue « DC » à partir de la lumière est un moyen propre, silencieux, demandant peu d'entretien, présentant peu d'usure (si le matériel est de bonne qualité au départ).

L'énergie produite quotidiennement par un panneau dépend de **l'ensoleillement journalier moyen du lieu**. Cette donnée géographique est déterminante pour le dimensionnement d'une installation. Il s'exprime en kWh/m²/jour.

Carte du monde de l'ensoleillement moyen annuel



Exemple : L'ensoleillement en Sierra Leone est de 4,5 KWh / m² / jour

L'ensoleillement à Bordeaux est de 2,5 KWh / m² / jour



5.2. Le Panneau Solaire

Les caractéristiques du panneau sont en général indiquées sur une étiquette collée à l'arrière du panneau. Par exemple pour le modèle utilisé par le Programme Santé en Sierra Leone (Makeni), acheté en Nouvelle Guinée, voici les caractéristiques :



SUNTECH	
Model Number	STP050-12/Md
Rated Maximum Power (P _{max})	50W
Output Power Tolerance	±5%
Maximum Current (I _{mp})	2.93A
Maximum Voltage (V _{mp})	17.4V
Short-Circuit Current (I _{sc})	3.13A
Open-Circuit Voltage (V _{oc})	21.8V
Nominal Operating Cell Temp. (T _{noct})	45°C±2°C
Weight	6.4Kg
Dimension	665×631×30(mm)
Maximum System Voltage	715V
Maximum Series Fuse Rating	5A
Cell Technology	Poly-Si
All technical data at standard test condition AM=1.5 E=1000W/m ² Tc=25°C	
Add: 17-6 ChangJiang South Road, New District Wuxi, China 214028	
Customer Service Hot Line: +86 400 8888 009 Fax: +86 510 8534 3321	

Les grandeurs électriques indiquées sont:

- Courant de court-circuit (short circuit current) I_{sc}** - l'intensité est mesurée directement aux bornes du module sans récepteur.
- Courant nominal (peak power ou rated current) I_{mp}** - l'intensité qui est débitée en fonctionnement STC raccordé au récepteur.
- Tension de circuit ouvert (open circuit voltage) V_{oc}** - la tension est mesurée directement aux bornes du module sans charge.
- Tension nominale (peak power ou rated voltage) V_{mp}** - la tension délivrée en fonctionnement STC raccordé au récepteur.
- Puissance crête (peak power ou rated power) P_{max}** – la puissance crête est le produit de la tension nominale et le courant nominal en fonctionnement STC:



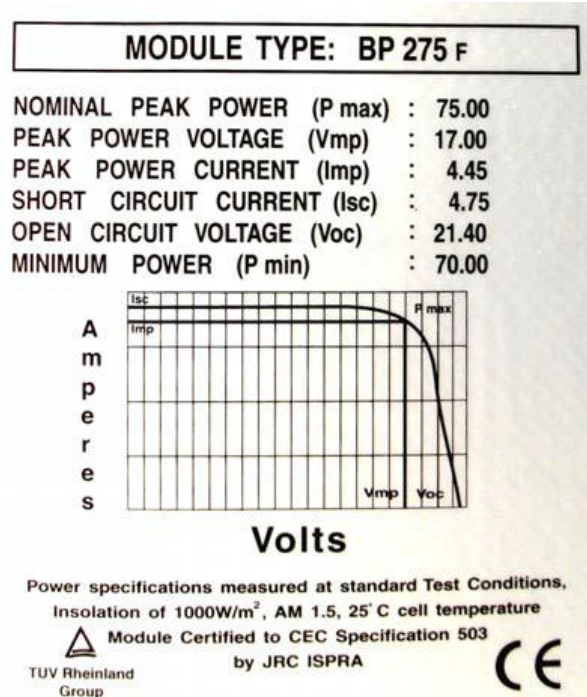
Pour ce panneau solaire utilisé en Sierra Leone, on a donc :

Puissance crête = tension crête x courant crête

$$P_{max} = V_{mp} \times I_{mp}$$

$$50W_c = 17,4V \times 2,93A$$

Autre modèle que l'on peut facilement trouver dans le commerce :



Pour ce panneau solaire, on a donc :

Puissance crête = tension crête x courant crête

$$P_{max} = V_{mp} \times I_{mp}$$

$$75W_c = 17V \times 4,45A$$

ATTENTION : tous les panneaux utilisés sur une même installation doivent avoir les mêmes caractéristiques (tension et ampérage).

5.3. Performance du panneau Solaire

Il existe des systèmes 12Vdc (courant continu de 12 volts) ou 24Vdc (courant continu de 24 volts). Les systèmes 12Vdc conviennent à notre usage. Les systèmes 24Vdc ou 48Vdc sont utilisés pour les installations de puissance.

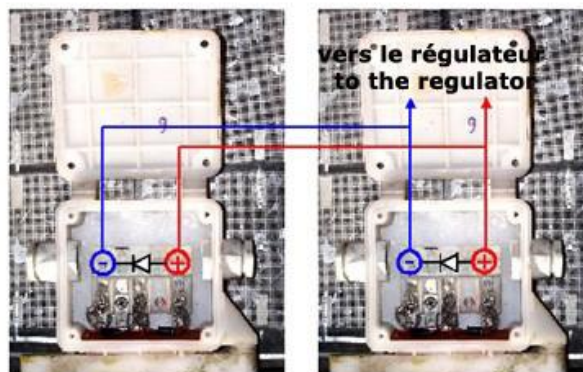
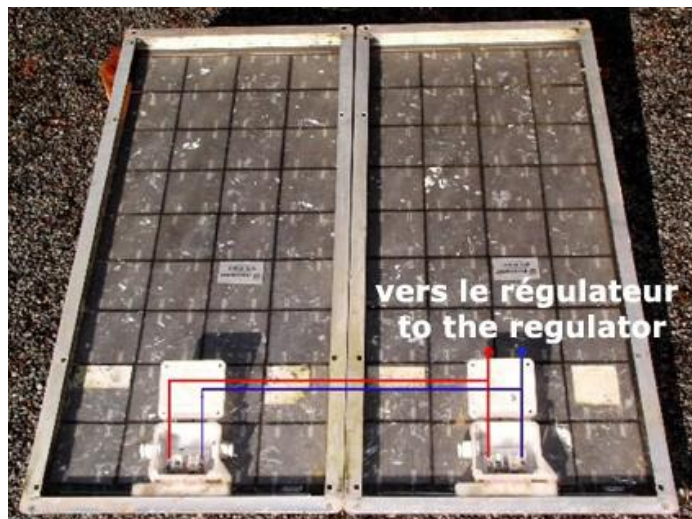
Pour augmenter l'énergie produite on peut augmenter le nombre de panneaux. Il faut veiller à ce que les panneaux fonctionnent tous à la même tension (12Vdc). **Pas question de câbler ensemble un panneau de 12Vdc et un autre de 24Vdc.**

Plusieurs panneaux connectés entre eux le sont selon le schéma de la mise en parallèle. C'est à dire en reliant les bornes POSITIVES (+) et NEGATIVES (-) ensemble selon le schéma suivant:

ATTENTION : les panneaux solaires sont soumis aux conditions climatiques :

-**Influence lumineuse** : la puissance produite par un module est proportionnelle à l'illumination.

-**Influence de la température** : au dessus de 25°C, 0.45 W/°C de perte de puissance.



Câblage parallèle

5.4. Le régulateur

Le régulateur est un ensemble électronique dont le rôle est de gérer les flux de courant : courant venant des panneaux en vue de charger la batterie et courant venant de la batterie vers les consommateurs.

Il gère la charge et la décharge de la batterie en déconnectant le panneau quand les batteries sont chargées ou en coupant l'alimentation aux consommateurs quand la batterie est trop déchargée.

Le régulateur est donc à l'intersection de l'ensemble. Il comporte une diode anti retour pour éviter à la batterie de se décharger dans le panneau pendant la nuit. **On ne peut donc pas faire l'économie d'un régulateur !**



Cette DEL indique l'état de fonctionnement du régulateur. En cas de problème au sein du système, celle-ci peut se mettre à clignoter rouge plus ou moins rapidement en fonction du type de panne.

Voir tableau des pannes ci-dessous.

Les DEL indiquent l'état de charge des batteries :

Vert : les batteries sont à leur charge maximale (environ 13 volts)

Orange : Les batteries sont faibles (environ 12 volts).

Rouge : Les batteries sont trop faibles, le régulateur coupe le système afin de préserver les batteries de la décharge totale.

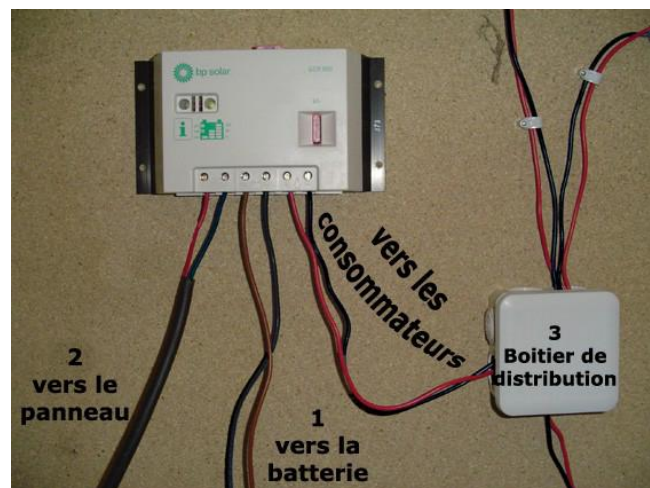
**Tableau des Pannes du Régulateur**

	Description des erreurs	Mesure de protection	Affichage d'information LED	Reprise du fonctionnement normal
Opération normale	Tout est ok	aucune	Vert clignotant	Pas nécessaire
Surintensité de l'appareillage	Appareillage nécessite plus d'Intensité	Déconnexion des appareils	Rouge-vert clignotant	Déconnecter les appareils, éliminer l'erreur, ré-allumer
Surintensité du module	Courant aux modules trop élevé	Déconnexion des appareils	Rouge-jaune clignotant	Automatique dès que la tension diminue
Sur-température	Régulateur en surchauffe	Déconnexion des appareils	Rouge constant	Automatique quand la température diminue
Sur-tension de la batterie	Tension des batteries trop haute	Déconnexion des appareils	Jaune clignotant	Automatique dès que la tension diminue (changer la batterie)
Sous-tension de la batterie	Tension batterie trop faible, fusible défectueux.	Déconnexion des appareils	Rouge clignotant	Automatique dès que la tension remonte (recharger la batterie) / ou changer le fusible

La puissance maximale d'entrée et de sortie dépend du régulateur. Exemple sous 12V :

Ampérage régulateur	Puissance
8A	96W
12A	144W
20A	240W
30A	360W

Exemple: Un régulateur de 12A pourra alimenter des consommateurs dont la puissance totale ne dépassera pas 144W. Un régulateur de 8A ne pourra être alimenté que par un seul panneau solaire de 50W.



Exemple en Sierra Leone (Makeni) :

Le régulateur 8 ampères ci-dessus est le modèle utilisé pour le programme Santé. Ce régulateur est utilisé pour le système électrique 12 volts, et alimente donc 4 ampoules de 5 watts pour les gardes ainsi que la « guest-house » (Totale Watt : 20 Watts). L'ampérage du régulateur est donc adapté au système (car <96 Watts).

ATTENTION : les appareils en 12V qui consomment plus que ces valeurs doivent être branchés directement sur la batterie et non pas sur le régulateur : c'est le cas des radios, ou de certaines glacières par exemple.

Régulateur TRISTAR TS60



Exemple en Sierra Leone (Kamakwie) :

Dans le cas de montage de plusieurs panneaux en parallèle, il faut aussi que le régulateur soit légèrement plus puissant que l'ensemble des panneaux qui y sont connectés. 8 panneaux de 62Wc (soit $62 / 12v = 5.16$ ampères) produiront 41.3 ampères.

Le Régulateur Tristar (ampérage 60 A) est utilisé par les programmes de Kamakwie, et permet de gérer 8 panneaux solaires de 62 Watts chacun.



5.5. L'onduleur – « Inverter »

L'onduleur est un ensemble électronique qui permet de produire du courant alternatif (220V) à partir d'un courant continu (12V). Celui-ci est directement connecté sur les batteries (12 volts), puis relié aux consommateurs (220 volts).



Steca Solarix 'Modular'

Onduleur 550W / 12V



Exemple de la Sierra Leone (Makeni) :

Selon nos estimations, si nous utilisons l'ensemble de nos consommateurs en même temps :

3 ordinateurs portables : $3 \times 50 \text{ Watt} = 150 \text{ Watt}$

1 imprimante noir/blanc : $1 \times 20 \text{ Watt} = 20 \text{ Watt}$

1 imprimante couleur : $1 \times 40 \text{ Watt} = 40 \text{ Watt}$

2 lampes : $2 \times 11 \text{ Watt} = 22 \text{ Watt}$

4 chargeurs de portable: $4 \times 5 \text{ Watt} = 20 \text{ Watt}$

La consommation totale s'élèverait donc à 352 Watt. L'onduleur est donc parfaitement adapté ($352 \text{ Watt} < 550 \text{ Watt}$). Cet onduleur possède déjà un fusible pour le protéger des surcharges.



Onduleur MAGNUM 1000 Watts / 12V

Exemple de la Sierra Leone (Kamakwie) :

Selon nos estimations, si nous utilisons l'ensemble de nos consommateurs en même temps :

9 ordinateurs portables : $9 \times 50 \text{ Watt} = 450 \text{ Watt}$

3 imprimante noir/blanc : $3 \times 20 \text{ Watt} = 60 \text{ Watt}$

4 lampes : $4 \times 11 \text{ Watt} = 44 \text{ Watt}$

4 chargeurs de portable: $4 \times 5 \text{ Watt} = 20 \text{ Watt}$

La consommation totale s'élèverait donc à 574 Watt. L'onduleur est donc parfaitement adapté ($574 \text{ Watt} < 1000 \text{ Watt}$). Cet onduleur ne possède pas de fusible pour le protéger des surcharges. Il faut donc installer un fusible de 4 Ampères ($1000 \text{ W} / 220 \text{ volts} = 4.54 \text{ A}$), amplement suffisant car on évitera une consommation allant jusqu'à 1000 Watt.

Il n'y a pas d'entretien spécifique à faire pour ce type de matériel. Il faut juste veiller à ce qu'il soit installé dans un lieu sec, ventilé et protégé au maximum de l'humidité. Il convient aussi de dépoussiérer régulièrement l'onduleur.



5.6. Les batteries

- Ne jamais poser d'objet métallique sur la batterie
- Toujours surélever la batterie (en la posant sur des morceaux de bois par exemple)
- Sous climat tropical, la durée de vie d'une batterie est divisée par 2
- Activation : il est absolument nécessaire de charger les batteries avant la première utilisation (avec un chargeur ou durant 2/3 jours de chargement avec des panneaux aux heures les plus optimums en termes d'ensoleillement).

5.6.1 Caractéristiques

Quand vous trouvez les spécifications suivantes sur une batterie: 12V/ 200A/ 40 Ah, cela signifie que la batterie fournit:

Un voltage de 12V

Un courant maximum disponible de 200 Ampères durant 210 secondes (information pour le démarrage d'un véhicule)

Une capacité nominale de 40 Ampères par heure

5.6.2 Les modèles de batteries

➤ La batterie de voiture

Ce type de batterie est peu couteux (entre **50 et 90 euros**) et très **répandue de part le monde**. Mais elle nécessite un entretien régulier (la densité du mélange eau/acide doit être suivi et ajusté régulièrement car l'eau s'évapore). Utilisée pour une installation solaire, **la durée de vie est d'1/2 an**.



Exemple : batterie de camion utilisée par le programme santé en Sierra Leone. Après 9 mois d'utilisation, les batteries sont maintenant inutilisables).



➤ Les batteries à décharge profonde

Même composition qu'une batterie de voiture (ces batteries peuvent être utilisées sur un véhicule). La différence réside dans le taux de décharge de la capacité totale. Pour une batterie de voiture, il est conseillé de ne jamais dépasser une décharge de 20% de la capacité totale, sous peine d'endommager la batterie. Ces batteries à « décharge profonde » - comme leur nom l'indique – peuvent être utilisées jusqu'à 80% de la capacité totale, donc parfaitement adaptées pour une installation photovoltaïque. Cependant afin d'optimiser ces batteries, il est conseillé de ne pas dépasser 40 % de la capacité totale.

Ces batteries sont assez répandues et leur coût restent abordable (**200 euros**). **La durée de vie de ces batteries est de 4 à 5 ans.**



Exemple : batterie utilisée par l'ensemble des programmes Inter Aide en Sierra Leone. La batterie « Freedom Water proof 12V / 105 Amps »

• La batterie au Gel

Elles sont reconnaissables par l'absence complète d'ouverture sur le dessus. La fixation des câbles se fait non plus sur des bornes identiques à celles des batteries au plomb mais bien sur des tiges filetées de 8mm. C'est la meilleure batterie pour une installation solaire (durée de vie d'environ 10 ans), maintenant elle n'est **pas du tout adaptée pour des climats tropicaux** et son prix est exorbitant (**minimum 500 euros**).





5.7. Le câblage

Il convient de ne pas les rallonger sous peine de forte atténuation de rendement : 1 mètre en plus peut faire chuter drastiquement la puissance de l'énergie fournie.

Le tableau ci-dessous indique les diamètres minimum à respecter pour les câblages entre:

Régulateur – panneau : 10m environ
Régulateur - batterie : 1m environ
Régulateur – boîtier de distribution : 5m environ

En fonction du fusible du régulateur :

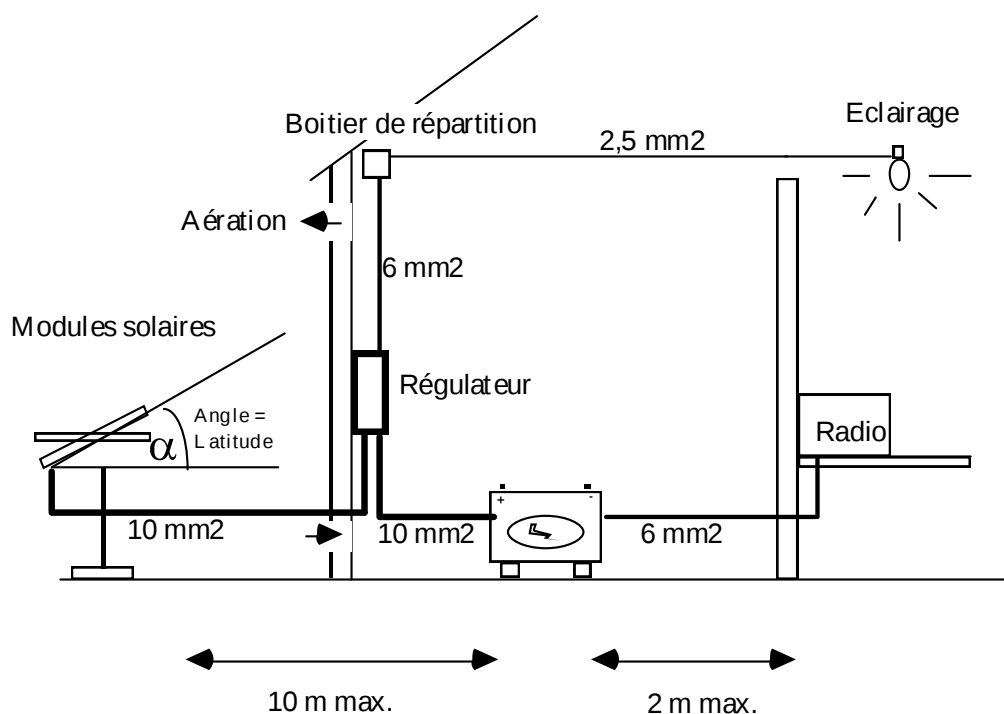
8A - 6mm²

12A - 10mm²

20A - 10mm²

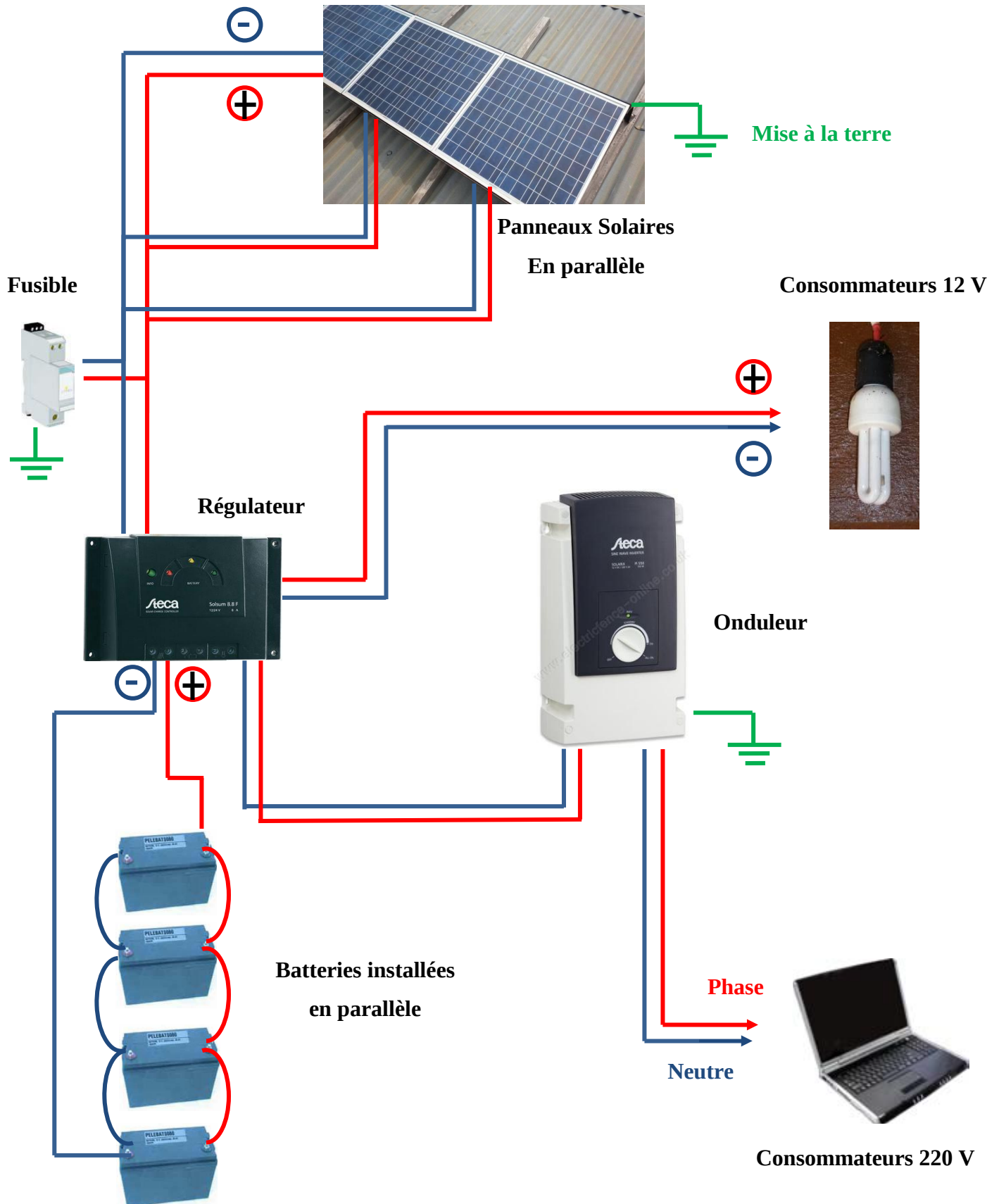
30A - 16mm²

En pratique, essayez de toujours réduire la longueur de câbles et utilisez de fortes sections (minimum 2,5mm²).





5.8. Schéma d'installation type





6. Dimensionnement

Les applications solaires en site isolé ont le mérite d'un fonctionnement simple et d'un entretien réduit, mais nécessite en revanche une prise en compte des propriétés de la source d'énergie dans leur utilisation: intermittence, course du soleil et dépense rationnelle de l'énergie accumulée.

Au delà des aspects techniques détaillés dans ce guide, la fiabilité de l'installation solaire photovoltaïque repose essentiellement sur la consommation raisonnée de l'électricité produite. Les différentes étapes du dimensionnement ainsi que les règles d'installation du générateur solaire:

1. Bilan de consommations
2. Dimensionnement des modules photovoltaïques
3. Dimensionnement des batteries
4. Choix du régulateur

6.1. Bilan des consommations

Gérer les dépenses énergétiques, c'est la clé d'un fonctionnement autonome et fiable du générateur solaire photovoltaïque. D'une manière générale, toute application électrique doit être sobre et performante pour prétendre à une alimentation solaire. Les appareils utilisant des résistances chauffantes (convecteur, sèche-cheveux, four, machine à laver...), de l'éclairage peu performant (incandescent, halogène...) ou encore les applications motorisées (outillage) **devront être proscrites de l'installation photovoltaïque** (Il sera souhaitable d'utiliser un groupe électrogène d'appoint pour les applications gourmandes).

Les gros consommateurs 12Vcc seront branchés directement sur la batterie, d'autres comme les éclairages 12v seront branchés sur le régulateur. Enfin, les consommateurs 220V alternatif seront alimentés via l'onduleur.



Le Wh (wattheure) sera l'unité reflétant le besoin journalier en énergie. Lors de l'utilisation d'un onduleur pour les récepteurs 230V alternatif, on majore ce besoin journalier de 15% pour prendre en compte le rendement du combi. Le besoin journalier déterminé sera majoré d'un minimum de 20% pour compenser les rendements et incertitudes de l'installation.

Exemple : Equipement du programme Santé en Sierra Leone

Désignation	Puissance indicative (W)	Quantité	Temps de fonctionnement journalier (H)	Besoin journalier en énergie (Wh)
	A	B	C	A x B x C
Equipement sur régulateur				
Eclairage 5 W	5	2	6	60
Sous total équipement sur Régulateur				60
Equipement sur Onduleur				
Ordinateur PC portable	50	3	2	300
Imprimante HP	40	1	1	40
Chargeur téléphone	8	10	1	80
Rendement du combi (Onduleur) 15%				63
Sous total équipements sur Onduleur				483
			Total consommation	
			Wh/jour	543
			Rendement 20 %	651.6
			kWh/jour	0.65

Le total cumulé des consommations servira après de base de dimensionnement du générateur photovoltaïque, il doit pour cette raison être très précis. Il correspondra au besoin journalier.



6.2. Dimensionnement des modules photovoltaïques

La puissance nécessaire des panneaux sera déterminée de la façon suivante:

$$\text{Puissance crête générateur} = \text{Besoin journalier} / \text{Ensoleillement journalier}$$

Wc

Wh

kWh/m²/jour

Exemple en Sierra Leone :

Ensoleillement journalier moyen : 4.5 kWh/m²/jour (*donnée géographique*)

Besoin journalier de l'installation : 652 Wh (*bilan géographique*)

Puissance crête nécessaire : $652 / 4.5 = 144.88$ Wc

Module disponible sur le marché :

12V / 50 Wc

12V / 62 Wc

12V / 75 Wc

Nombre de modules photovoltaïque : nous avons donc le choix entre :

3 modules 12V / 50Wc

Ou 3 modules 12V / 62 Wc

Ou 2 modules 12V / 75 Wc

6.3. Dimensionnement des batteries

Le besoin journalier estimé va nous permettre de déterminer la quantité d'énergie à stocker. L'unité de référence de la batterie étant l'ampèreheure (Ah), il va falloir convertir le besoin (Wh) en le divisant par la tension, c'est à dire 12V.



Exemple en Sierra Leone :

Besoin journalier de l'installation : 652 Wh (*bilan géographique*)

Système : 12 Volts

Capacité batterie : $652 / 12 = 54.33 \text{ Ah}$

ATTENTION :

La capacité batterie vaut pour un jour d'autonomie, qu'il convient de multiplier par le nombre de jours souhaités. **En principe, le dimensionnement prévoira au moins 3 jours d'autonomie.**

Exemple en Sierra Leone :

54 Ah pour 1 jour

Pour 3 jour d'autonomie : $54 \times 3 = 162 \text{ Ah}$

RAPPEL:

La durée de vie de la batterie dépend de l'utilisation qui en est faite. Aussi il est important de limiter le taux de décharge profonde de l'ordre de 20 à 40% de la capacité selon le type de batterie employé. En effet une décharge complète pourra s'avérer irréversible.

La décharge profonde intervient donc dans le dimensionnement : si 40% de la batterie doivent rester en permanence, les 60% restant constitueront la capacité utile de la batterie. On dimensionnera donc la batterie en conséquence.



Exemple en Sierra Leone :

Si 162 Ah correspondent aux 60% utiles de la batterie :

On prendra $162 / 0.6 = 270$ Ah de capacité totale

C'est-à-dire 3 batteries de 105 Ah en parallèle (somme des courants)

La durée de vie est également liée à la température ambiante : optimale à 20°C, **elle est réduite de moitié lorsqu'elle passe à 30°C**. Il est donc important de réduire au mieux leur exposition aux sources de chaleur.

6.4. Choix du régulateur

Exemple en Sierra Leone :

Plaque signalétique : 50 Wc $I_{mp} = 2.94$ A $V_{mp} = 17.4$ V

Avec 3 modules solaires en parallèle, on aura $3 \times 2.93 = 8,79$ A

On choisira donc un régulateur de 12 Ampères en l'occurrence.



7. L'installation et la protection

7.1. L'installation et le choix du site

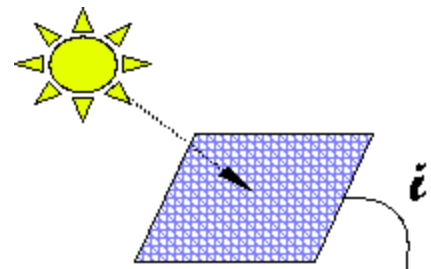
Les panneaux doivent être placés de telle manière qu'aucune ombre (arbre, bâtiments) ne puisse les recouvrir au cours de la journée, quelque soit l'inclinaison du soleil au cours des saisons.

Les modules seront espacés par rapport à la surface qui les soutient afin de favoriser la convection naturelle et limiter leur échauffement. Les panneaux sont fragiles. Fixez les sur une armature, ou directement sur le toit afin qu'ils ne soient pas emportés par le vent. Fixez également les câbles le long de leur parcours.

7.2. Inclinaison

On inclinera le module sur la base de la valeur de la latitude, ce qui constitue un bon compromis été/hiver pour une production annuelle.

i = angle correspondant à la latitude du site d'implantation.



Il est nécessaire de conserver une inclinaison minimale de 5° pour assurer l'écoulement des eaux pluviales et l'auto nettoyage des modules en particulier pour les sites a moins de 10° de latitude nord ou sud, c'est-a-dire proche de l'équateur.

Exemple en Sierra Leone :

Makeni : latitude 8.5° Nord donc une inclinaison de 8.5°

7.3. Orientation

Les modules seront orientés: - Plein sud dans l'hémisphère nord - Plein nord dans l'hémisphère sud. On peut toutefois se permettre une tolérance de 45° est/ouest.



7.4. Branchement au régulateur

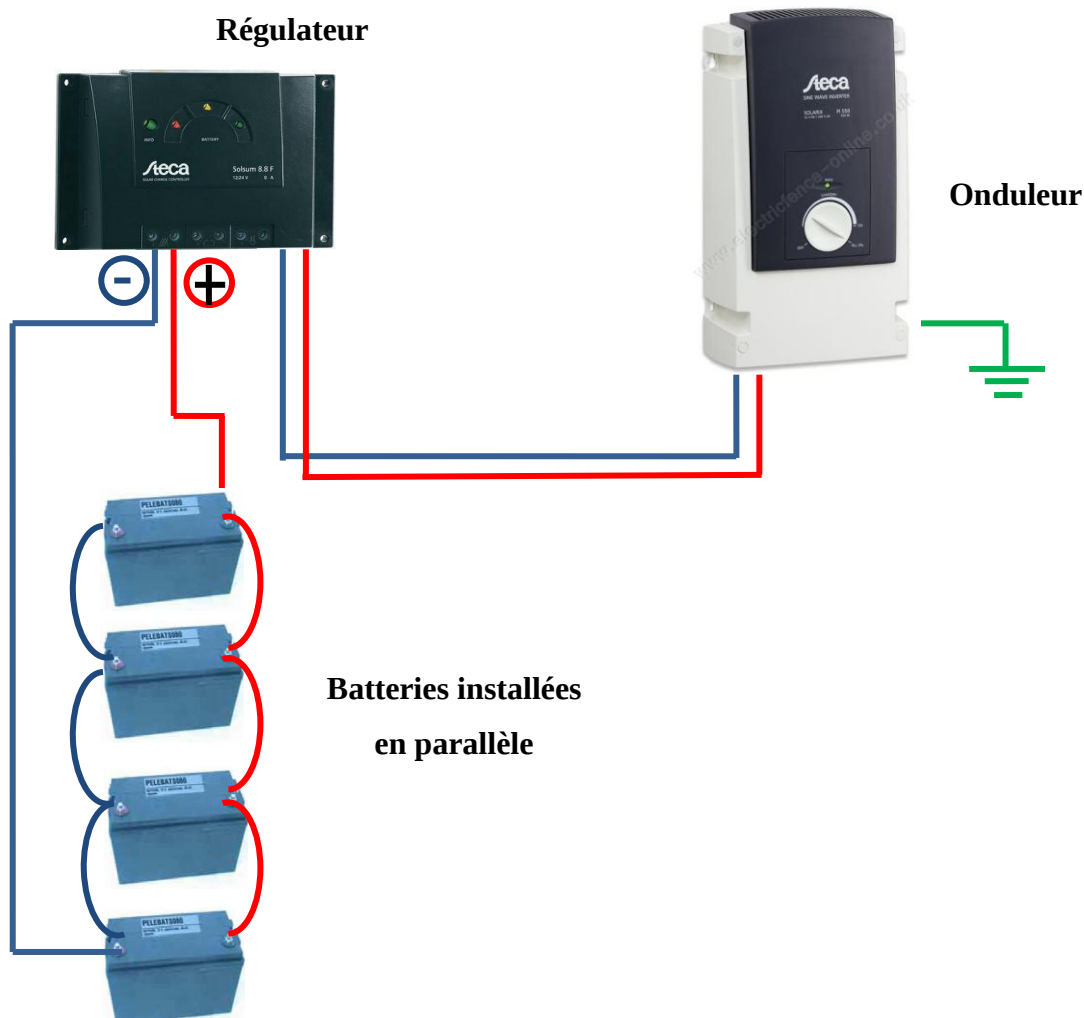
Après avoir repéré les lieux d'emplacement de la batterie, du régulateur et du panneau en fonction des longueurs de câble et des conseils ci dessus, les composants du système doivent être branchés au régulateur dans l'ordre suivant **APRES MISE A LA TERRE**:

1/ Batterie :

Enlever d'abord le fusible sur le câble +

Connecter les câbles au régulateur : le rouge sur la borne +, le noir sur le -.

Connecter l'autre extrémité du câble rouge à la borne +, noir à la borne - de la batterie **en respectant le schéma ci-dessous (câble rouge et câble noir à chaque extrémité du système en parallèle)**





2/ Panneau:

Couvrir d'une protection le panneau pour empêcher toute production d'électricité.

Connecter les câbles arrière du panneau. Rouge sur rouge et noir sur...bleu.

Connecter l'autre extrémité de ces câbles au régulateur : bornes + et -.

3/ Consommateurs:

Mettez tous les consommateurs en position off.

Connecter les câbles du boîtier de distribution au régulateur.

Vérifiez ensuite l'ensemble des polarités, la qualité des connexions.

Maintenant, installez le fusible sur le câblé de la batterie et sur le régulateur.

Enlevez le cache de protection sur le panneau solaire.

Allumez les consommateurs.

7.5. Protection contre la foudre et mise à la terre

➤ Protection contre la foudre

Un parasurtenseur est nécessaire pour protéger les installations des tensions transitoires élevées. Placé entre le fusible des panneaux et le régulateur, il sera relié à la terre afin d'évacuer la foudre potentiellement attirée par la structure métallique des modules (elle-même reliée à la terre). Lors de l'utilisation d'un réseau local ondulé, on utilisera également un parasurtenseur en tête de l'installation en alternatif.

➤ Mise à la terre

La mise à la terre assurera la protection des personnes et du matériel : la structure des modules, les parafoudres, l'onduleur sera raccordé à la terre.



Creusez un trou dans lequel vous déposerez du charbon. Plantez une tige en métal (type fer à béton) et refermez.





8. Entretien de l'installation photovoltaïque

L'avantage des installations photovoltaïques – outre l'aspect écologique – réside dans le peu de maintenance que nécessite cette technologie. Maintenant, il y a quelques points sur lesquels il faut rester vigilant :

- Les panneaux solaires doivent être maintenus propres sinon le rendement diminue. Pensez à un dépoussiérage régulier, **laver à l'eau sans produits abrasifs** qui peuvent rayer la vitre. Une fois par mois veillez à nettoyer les panneaux afin de ne pas réduire leur rendement (surtout en saison sèche).
- Vérifier les connexions de l'ensemble du système (conformément aux dispositions nécessaires à la sécurité). Vérifier qu'aucun fil ne soit dénudé afin d'éviter les pertes d'énergie.
- Dépoussiérer régulièrement l'onduleur ainsi que le régulateur afin d'éviter d'éventuelle surchauffe.
- Vérifier également les batteries selon la technologie employée (batterie de voiture, batterie à décharge profonde...).



10 POINTS IMPORTANTS

Panneaux Solaires

- Les panneaux solaires doivent être maintenus propres sinon le rendement diminue. Pensez à un dépoussiérage régulier, laver à l'eau sans produit abrasif ;
- Relier le cadre des panneaux à la Terre et placer un fusible entre les panneaux et le régulateur (Ampérage Fusible > Ampérage Régulateur) ;
- Vos panneaux solaires doivent avoir impérativement les mêmes caractéristiques (même ampérage et même voltage)

Régulateur

- Attention aux polarités ! relier le câble + de la batterie sur le pôle – du régulateur (ou inversement) peut endommager le régulateur de manière irréversible ;

Onduleur

- Attention aux polarités ! relier le câble + de la batterie sur le pôle – de l'onduleur (ou inversement) peut endommager l'onduleur de manière irréversible ;
- Toujours couper l'onduleur lorsqu'on travaille sur le système. Un onduleur délivre du courant de 220 Volts ! Relier celui-ci à la Terre.

Batteries

- Toujours surélever la batterie (en la posant sur des morceaux de bois par exemple).
- Il est indispensable de charger les batteries avant la première utilisation (avec un chargeur ou durant 2/3 jours de chargement avec des panneaux aux heures les plus optimums en termes d'ensoleillement).
- Suivre la notice de votre batterie si vous avez besoin de rajouter de l'électrolyte (chaque batterie a besoin d'une densité d'électrolyte différente).
- Si vous connectez des batteries en série ou en parallèle, assurez toujours d'avoir des batteries identiques (même âge, même capacité). Dans le cas contraire, le système ne sera pas équilibré et il y aura un vieillissement prématuré des batteries à cause d'un courant interne qui circulera entre elles.