

# CHARGEUR SOLAIRE

## TP N°1

### Approche et découverte



ERM automatismes industriels

### Identification et caractérisation des composants

Chargeur solaire

- Principe de fonctionnement
- Le phénomène photovoltaïque
- Les différentes technologies
- Applications industrielles
- Les panneaux photo-voltaïques
- Régulateur de charge
- Batterie
- Onduleur
- Chargeur
- Lampes
- Cellule d'ensoleillement
- Disjoncteurs

ERM automatismes industriels 84973 Carpentras

## **Fiche activité à destination du professeur**

On propose à l'élève, lors de cette activité, de se familiariser avec le système étudié par une approche fonctionnelle de chacun des composants d'une part et avec la transformation de l'énergie solaire en énergie électrique d'autre part.

### **Déroulement de l'activité :**

- ◆ A l'aide du diaporama fourni, repérer et identifier les différents composants du chargeur solaire.
- ◆ Compléter un document de synthèse rappelant les grands principes de l'utilisation de l'énergie solaire et sa transformation ainsi que les caractéristiques techniques principales de chacun des composants.

### **Thèmes abordés :**

- ◆ Les différents types d'installations solaires autonomes ;
- ◆ Les différentes technologies de modules solaires ;
- ◆ Le stockage de l'énergie électrique ;
- ◆ L'utilisation de l'énergie électrique stockée.

**Durée de l'activité :**            2 heures

### **Matériel nécessaire :**

- ◆ Le système chargeur solaire en état de fonctionnement normal : en charge avec une ampoule allumée.
- ◆ Un ordinateur équipé :
  - Du fichier de présentation ;
  - Du dossier technique ;
  - Power point.

**1. Présentation de l'activité.**

On se propose, au cours de cette activité, de comprendre ce qu'est l'énergie solaire et quels moyens techniques on met en œuvre pour la transformer en énergie électrique utilisable par tous.

Pour cela vous mènerez en parallèle deux activités :

- la visualisation d'un diaporama expliquant les différentes technologies utiles et nécessaires à la transformation solaire.
- le repérage des différents éléments présents sur le chargeur solaire ainsi que leurs caractéristiques.



**2. Les panneaux solaires.**

**2.1. Le phénomène photo-voltaïque.**

Le phénomène photo-voltaïque ne peut être mis en œuvre que par l'intermédiaire de technologie complexe telle que les matériaux semi-cristallins. Résumer en quelques mots l'effet photo-voltaïque et quels sont les trois phénomènes physiques importants pour la bonne transformation de l'énergie solaire en énergie électrique.

Phénomène photo-voltaïque	
Phénomènes physiques associés	

## 2.2. Les panneaux solaires.

Trois grandes familles de panneaux solaires existent actuellement sur le marché. Chacune d'entre elles possède des caractéristiques différentes avec ses avantages et ses inconvénients. Afin de résumer les écarts et les différences de chacune des technologies présentes, compléter le tableau ci-dessous. Toutes les valeurs et tous les renseignements sont disponibles dans le diaporama fourni.

Type de technologie	Rendement type	Rendement laboratoire	Avantages	Inconvénients

## 3. Les applications industrielles.

Même si les applications solaires industrielles sont encore rares, elles ont néanmoins tendance à se développer. Il existe donc trois types d'applications avec des fonctions à remplir différentes et par conséquent des technologies et du matériel différent que vous découvrirez à travers le diaporama.

Compléter le tableau suivant en faisant apparaître pour chaque cas :

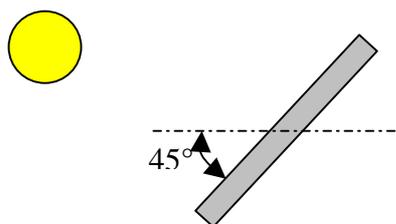
- la fonction remplie.
- un exemple de d'application.
- l'intérêt d'employer de l'énergie solaire et pas une autre énergie.

Type d'applications industrielles	Exemple	Intérêts

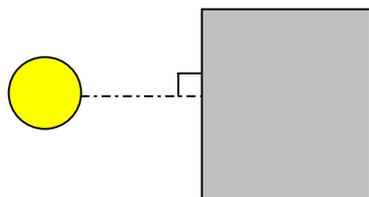
**4. Mise en œuvre.**

**4.1. Choix d'un module solaire.**

Pour cette mise en œuvre, on vous demande d'installer le module solaire poly-cristallin. Pour cela vous prendrez garde de respecter un angle d'environ 45° par rapport à l'horizontale et la perpendicularité par rapport au soleil.



Vue de côté



Vue de dessus

Pour les réglages de position, vous utiliserez la potence réglable en prenant soin au préalable de soutenir le module par la poignée haute. Dans le cas contraire les modules risquent de tomber sous leur propre poids.



**4.2. Mise en service électrique.**

En vous aidant des instructions d'utilisation disponibles dans le dossier machine :

- Fermer les différents disjoncteurs suivant l'ordre indiqué.



- Sélectionner le module solaire étudié.



- Fermer le disjoncteur permettant d'alimenter l'ampoule 230Vca.

Le chargeur solaire est maintenant en phase de charge par l'intermédiaire du module sélectionné et en phase de décharge par l'intermédiaire de l'ampoule.

**4.3. Relevés électriques.**

Le régulateur ici présent fournit une quantité importante de données telle que la capacité en charge ou en décharge, l'autonomie... En vous aidant des instructions d'utilisation disponibles dans le dossier machine, relever et compléter le tableau :

- L'état de charge de la batterie ;
- La tension de la batterie ;
- Le courant de sortie du panneau solaire ;
- Le courant de charge de la batterie ;
- Le courant prélevé par l'ampoule.

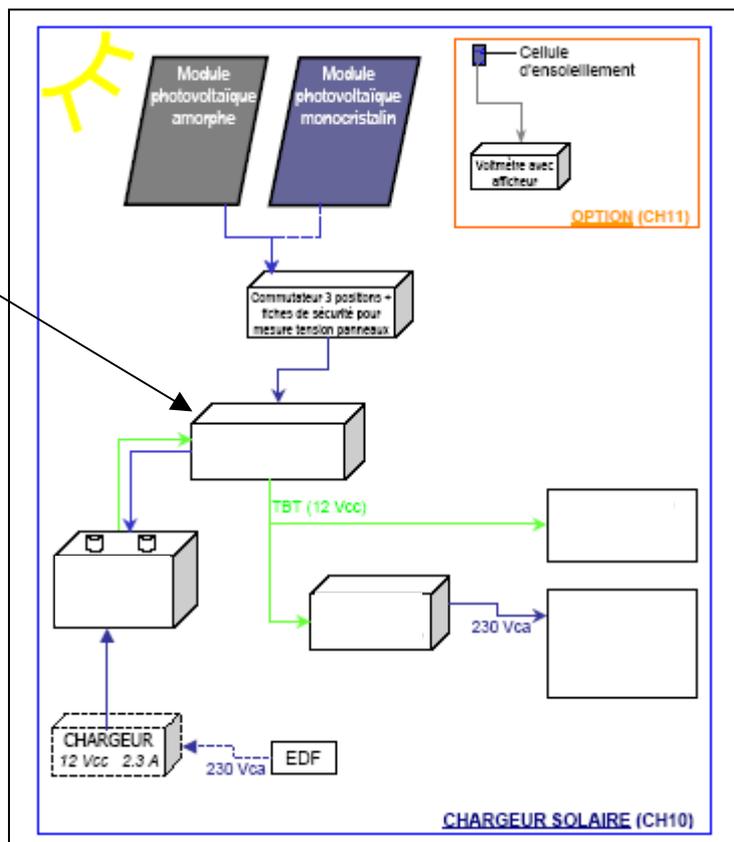
Charge batterie	Tension	Courant de sortie

**5. Description des constituants.**

Sur le schéma de principe suivant et en vous aidant du dossier machine :

- Repérer et nommer chacun des éléments présents ;
- Donner la fonction de chacun d'entre-eux ;
- Donner les caractéristiques techniques de tension, d'intensité ou de charge disponibles

Fonction	Caractéristiques techniques



**DOCUMENT REPONSE**

2. Les panneaux solaires.  
 2.1 Le phénomène photo-voltaïque.

<p>Phénomène photo-voltaïque</p>	
<p>Phénomènes physiques associés</p>	<p> </p>

2.2 Les panneaux solaires.

Type de technologie	Rendement type	Rendement laboratoire	Avantages	Inconvénients

3. Les applications industrielles.

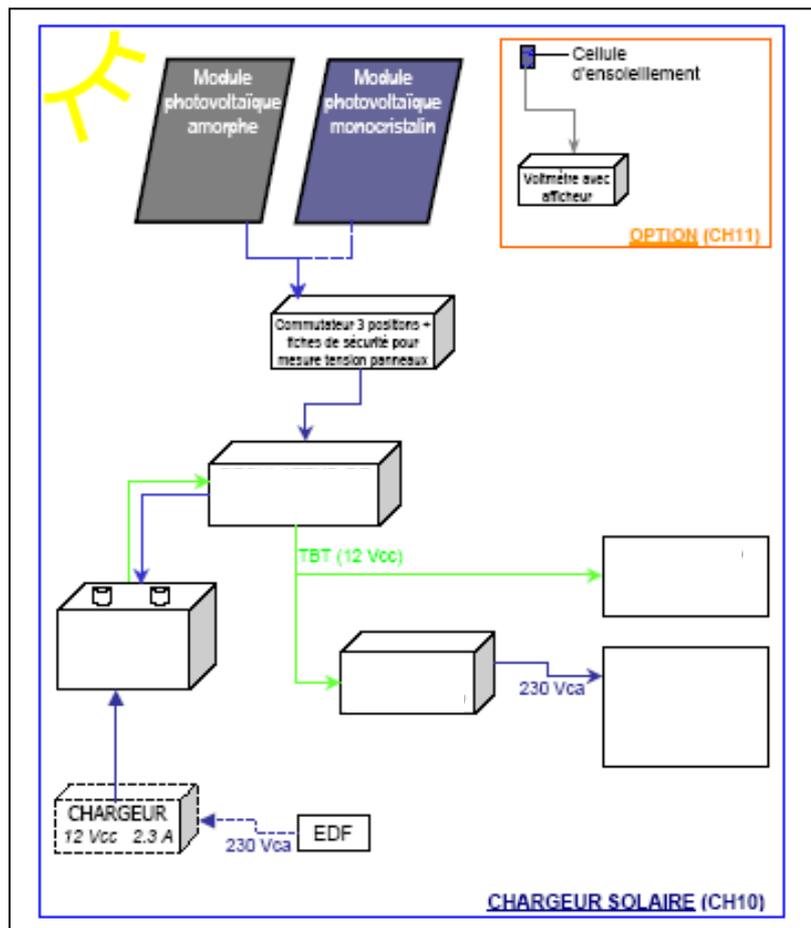
Type d'applications industrielles	Exemple	Intérêts

4. Mise en œuvre.

4.3 Relevés électriques.

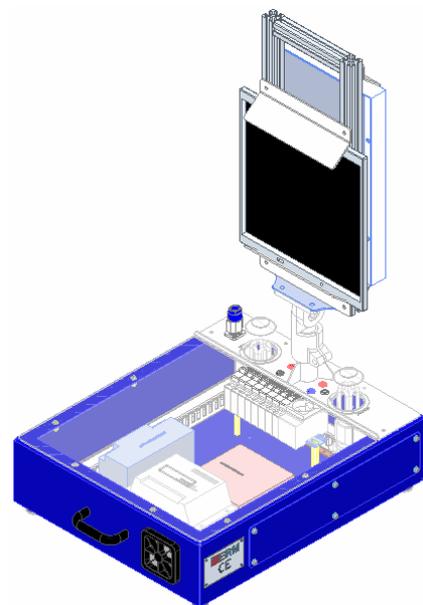
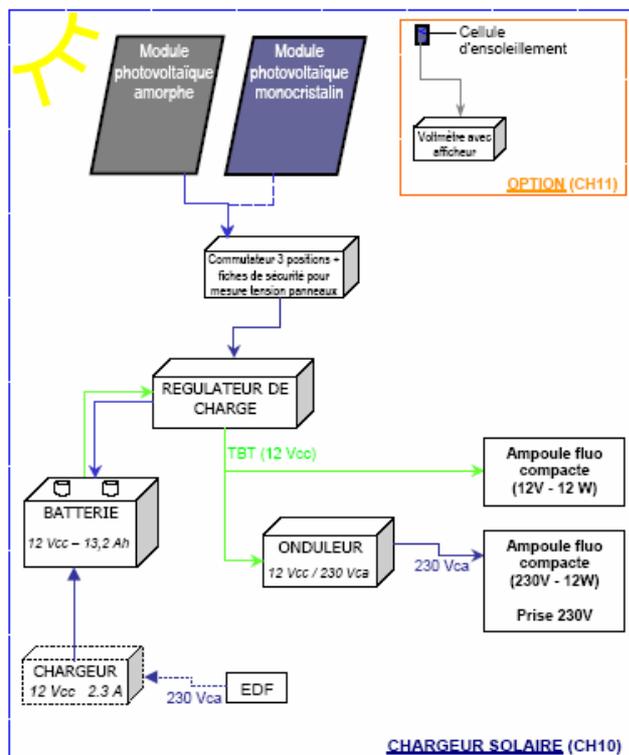
Charge batterie	Tension batterie	Courant de sortie panneau	Courant de charge batterie	Courant prélevé

5. Description des constituants.



# CHARGEUR SOLAIRE TP N°2

## Analyse de performances



## **Fiche activité à destination du professeur**

Cette activité permet à l'élève de mettre en œuvre le chargeur solaire et surtout de réaliser plusieurs tests de performance. La manipulation proposée permet de compléter et d'approfondir les connaissances relatives à cette technologie, acquises lors du premier TP.

### **Déroulement de l'activité :**

- ◆ Mettre en fonctionnement le chargeur solaire.
- ◆ Mesurer les tensions de sortie de module solaire en fonction de divers paramètres technologiques ou d'orientation.
- ◆ Quantifier la puissance de charge en fonction de ces paramètres.
- ◆ Classer par ordre d'influence ces paramètres.

### **Thèmes abordés :**

- ◆ Les différentes technologies de module solaire ;
- ◆ L'efficacité d'un module en fonction de son orientation (horizontale et verticale) ;
- ◆ Mesure électrique aux bornes des modules ;
- ◆ Détermination de la puissance de charge ;
- ◆ Calcul des rendements et vérification avec les chiffres avancés dans le dossier technique.
- ◆ Paramètres influant sur le rendement.

**Durée de l'activité :**            2 à 3 heures

### **Matériel nécessaire :**

- ◆ Le système chargeur solaire en état de fonctionnement normal ;
- ◆ Un ordinateur équipé :
  - Du fichier de présentation ;
  - Du dossier technique ;
  - Power point.

## 1. Présentation de l'activité.

On se propose, au cours de cette activité, de faire le bilan énergétique d'un module solaire en fonctionnement.

En effet, plusieurs paramètres peuvent avoir une influence sur la charge de la batterie et donc sur son autonomie. Il vous sera donc demandé de quantifier la capacité de charge pour chaque configuration, de lister les paramètres importants puis de les classer par ordre d'importance.

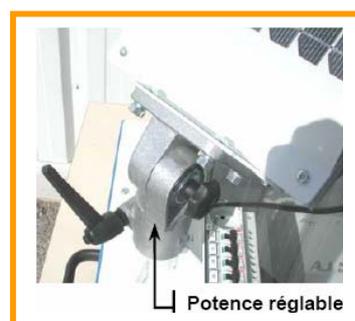
Pour cela vous devrez vous aider en permanence du dossier technique et du diaporama dans lequel vous trouverez des éléments clés du bilan énergétique.

## 2. Mise en œuvre du chargeur solaire.

Pour la configuration étudiée, on demande d'installer le module solaire poly-cristallin.



Pour les réglages de position, vous utiliserez la potence réglable en prenant soin au préalable de soutenir le module par la poignée haute. Dans le cas contraire les modules risquent de tomber sous leur propre poids.



En vous aidant des instructions d'utilisation disponibles dans le dossier machine :

- Fermer les différents disjoncteurs en fonction du besoin et en suivant l'ordre indiqué.



- Sélectionner le module solaire étudié.

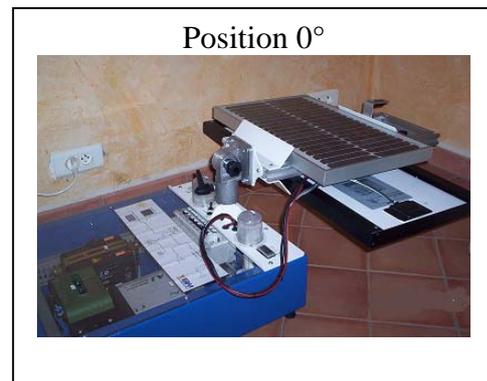
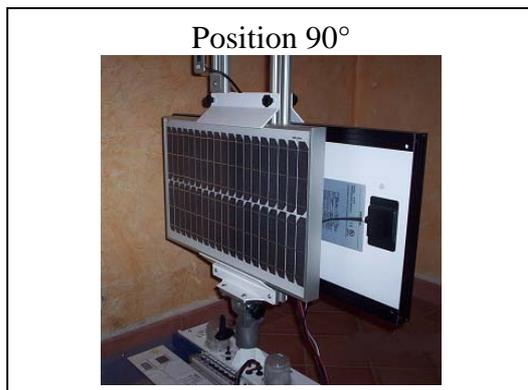
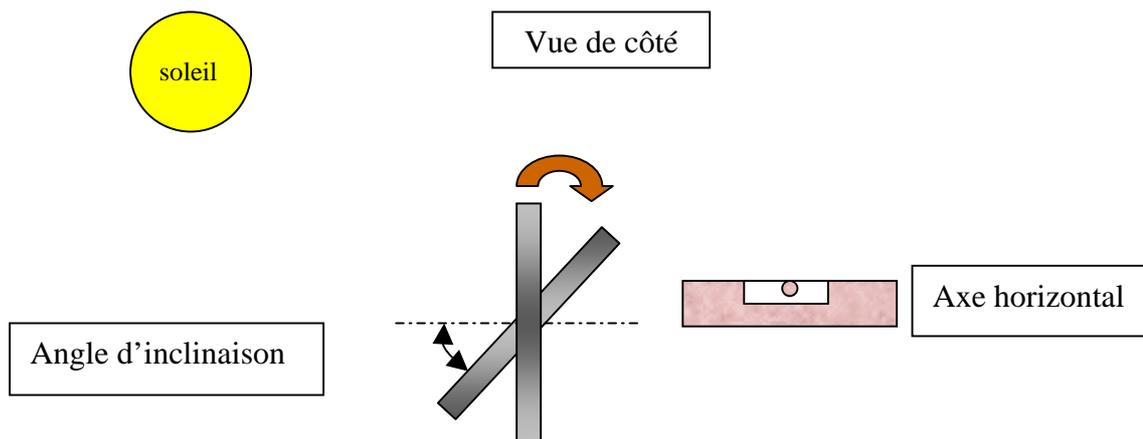


Le chargeur solaire est maintenant en phase de charge par l'intermédiaire du module sélectionné.

### 3. Paramètres d'orientation.

#### 3.1. Inclinaison horizontale.

Pour cette opération, vous devez placer le module solaire face au soleil mais avec un angle d'inclinaison par rapport à l'horizontale différent à chaque mesure. Pour cela, vous utiliserez un rapporteur pour le réglage de l'inclinaison et un niveau à bulle pour trouver l'horizontale.



La position « panneau vertical » correspond à un angle de 90°. A partir de cette position, faites décroître la valeur de cet angle de 15° en 15°.

Pour chacune des positions, relever :

- La tension de sortie du module solaire ;
- L'intensité de charge ;
- La capacité de charge de la batterie ;
- La tension donnée par la cellule d'ensoleillement.

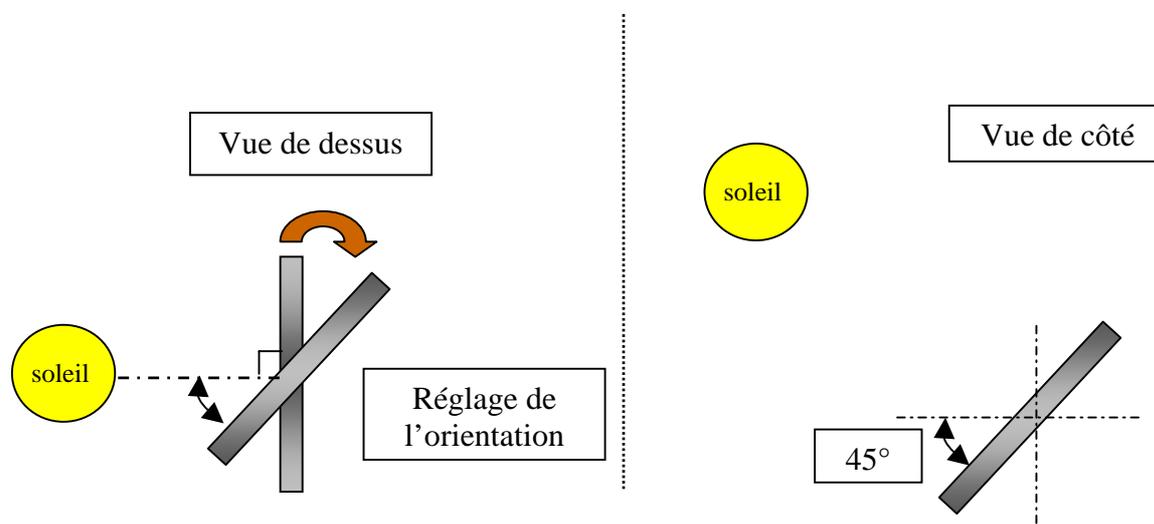
Compléter le tableau suivant :

Inclinaison/horizontale (°)	Tension (V)	Intensité (A)	Charge batterie (Ah)	Tension cellule (V)
90				
75				
60				
45				
30				
15				
0				

Repérer, en entourant la ligne correspondante, la configuration permettant la charge maximum de la batterie.

### 3.2. Perpendicularité au soleil.

Pour cette opération, vous devez placer le module solaire face au soleil (vue de dessus) mais avec un angle d'inclinaison fixe de 45° par rapport à l'horizontale (vue de côté). Pour cela, vous utiliserez un rapporteur pour le réglage de l'inclinaison et un niveau à bulle pour trouver l'horizontale.



La position « panneau face au soleil » correspond à un panneau installé perpendiculairement au soleil et incliné horizontalement de 45°. A partir de cette position, faites décroître la valeur de cet angle de 20° en 20° d'un côté puis de l'autre.

Pour chacune des positions, relever :

- La tension de sortie du module solaire ;
- L'intensité de charge ;
- La capacité de charge de la batterie ;
- La tension donnée par la cellule d'ensoleillement.

Compléter le tableau suivant :

Orientation/perpendiculaire (°)	Tension (V)	Intensité (A)	Charge batterie (Ah)	Tension cellule (V)
-60				
-40				
-20				
0				
20				
40				
60				

Repérer, en entourant la ligne correspondante, la configuration permettant la charge maximale de la batterie.

### 3.3. Bilan.

A l'aide des deux tableaux remplis précédemment, déterminer la valeur des deux paramètres d'inclinaison permettant une réception optimale des rayons du soleil.

Classer par ordre d'influence les deux paramètres d'inclinaison précédents.

Inclinaison optimale	
Orientation optimale	
Paramètre influant n°1	
Paramètre influant n°2	

## 4. Energétique.

On se propose maintenant de déterminer le rendement réel d'un module solaire et de le comparer au rendement fourni par le constructeur. Pour cela on déterminera, à l'aide de la

valeur donnée par la cellule d'ensoleillement, l'énergie solaire reçue par le panneau puis l'énergie de charge donnée par le régulateur.

#### 4.1. Energie solaire.

La sonde d'ensoleillement permet d'avoir une image en temps réel de la puissance du rayonnement solaire. Pour exemple la sonde installée fournit une tension de 70 mV lorsque le panneau reçoit une puissance de 1000Wc/m<sup>2</sup>. La valeur de la puissance solaire reçue est donnée pour 1m<sup>2</sup> de panneau. Le rapport de surface est à prendre en compte pour connaître la puissance réelle reçue par un panneau d'une dimension quelconque.

Configurez votre chargeur solaire de façon à recevoir le maximum d'énergie solaire (indication de la sonde d'ensoleillement maximum).

Relever la valeur de la sonde en mV et déduisez-en, en expliquant votre démarche, la valeur de la puissance en Wc/m<sup>2</sup> reçu par le module solaire.



Tension cellule maxi	70 mV
Puissance solaire maxi/m <sup>2</sup>	1000 Wc/m <sup>2</sup>
Tension cellule relevée	.....
Puissance solaire reçue/m <sup>2</sup>	.....
Surface du panneau	.....
Puissance solaire reçue par le panneau	.....

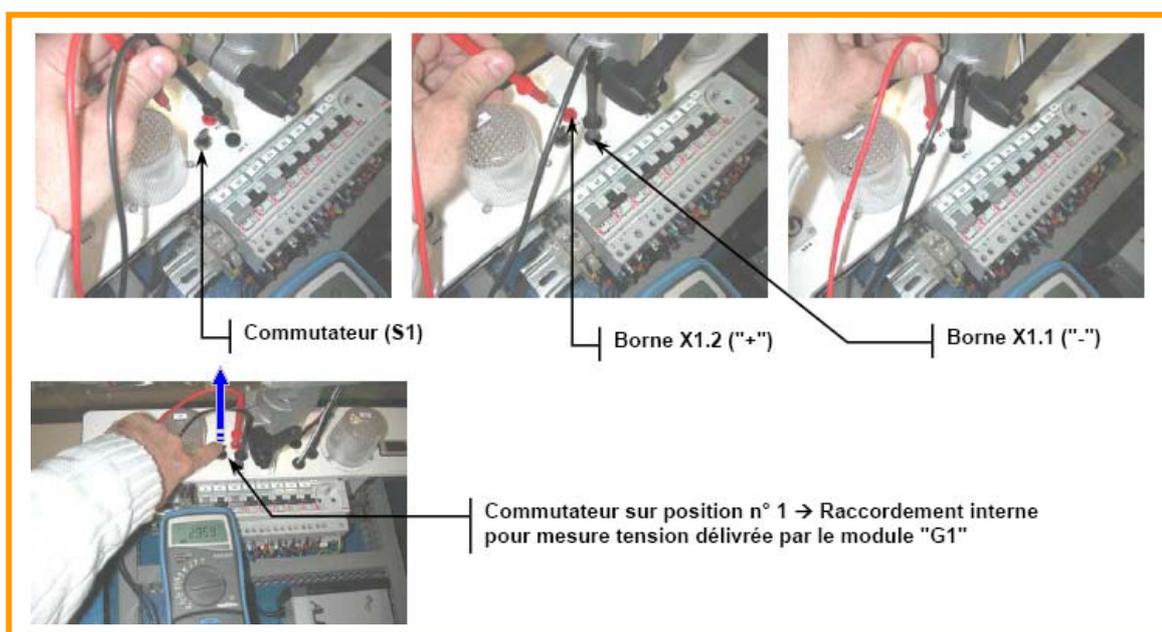
#### 4.2. Energie transformée.

L'énergie solaire reçue est transformée par les panneaux solaires et le régulateur de charge en énergie électrique emmagasinée dans la batterie. Pour connaître l'énergie électrique dégagée par un module solaire, il suffit de mesurer la tension aux bornes de ce module et l'intensité du courant qui en sort.

A l'aide des instructions d'utilisation disponibles dans le dossier machine, relever les valeurs suivantes :

- la tension disponible aux bornes du panneau ;
- le courant de sortie du panneau.

Déterminer la puissance électrique dégagée par le panneau solaire en question.



Tension	
Courant	
Puissance électrique	

### 4.3. Rendement.

Le rendement énergétique d'un système est le rapport entre l'énergie produite et l'énergie reçue.

$$\text{Rendement} = \text{énergie produite} / \text{énergie reçue}$$

Déterminer le rendement du panneau solaire poly-cristallin et comparer le au rendement annoncé par le constructeur disponible dans le diaporama.

Puissance produite	
Puissance reçue	
Rendement calculé	
Rendement constructeur	

## DOCUMENT REPONSE

### 3- Paramètres d'orientation.

#### 3.2 Inclinaison horizontale.

Inclinaison/horizontale (°)	Tension (V)	Intensité (A)	Charge batterie (Ah)	Tension cellule (V)
90				
75				
60				
45				
30				
15				
0				

#### 3.3 Perpendicularité au soleil.

Orientation/perpendiculaire (°)	Tension (V)	Intensité (A)	Charge batterie (Ah)	Tension cellule (V)
-60				
-40				
-20				
0				
20				
40				
60				

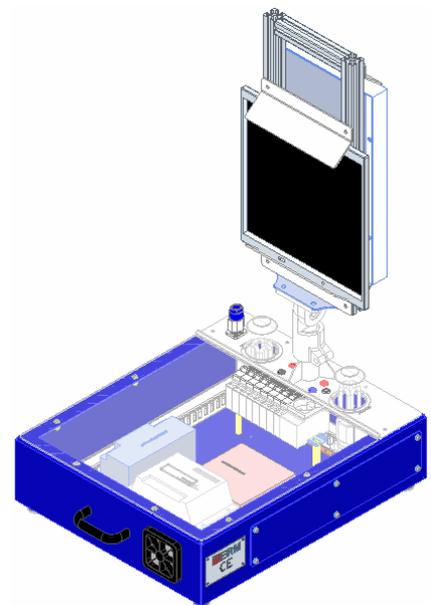
#### 3.4 Bilan.

Inclinaison optimale	
Orientation optimale	
Paramètre influant n°1	
Paramètre influant n°2	



# CHARGEUR SOLAIRE TP N°3

## Gestion de l'énergie



## **Fiche activité à destination du professeur**

Cette activité permet à l'élève de quantifier et d'identifier les flux d'énergie électrique au travers de la charge ou la décharge de l'accumulateur. Un accent plus particulier est mis sur le régulateur avec toutes les fonctions de gestion et de protection qu'il propose.

### **Déroulement de l'activité :**

- ◆ Mettre en fonctionnement le chargeur solaire en choisissant l'un des deux modules ;
- ◆ Mettre en place une perte électrique en utilisant les lampes présentes sur la machine ;
- ◆ Relever les puissances de charge et de décharge ;
- ◆ Estimer le temps d'autonomie sans soleil.

### **Thèmes abordés :**

- ◆ Capacité d'un accumulateur ;
- ◆ Consommation d'un effecteur électrique ;
- ◆ Flux d'énergie pendant une période de charge puis de décharge ;
- ◆ Utilisation d'énergie de substitution en cas d'insuffisance de l'accumulateur ;
- ◆ Bilan énergétique ;
- ◆ Seuil critique d'alimentation.
- ◆ Transformation de courant continu en alternatif par le biais d'un onduleur.

**Durée de l'activité :**            2 à 3 heures

### **Matériel nécessaire :**

- ◆ Le système chargeur solaire en état de fonctionnement normal ;
- ◆ Un ordinateur équipé :
  - Du fichier de présentation ;
  - Du dossier technique ;
  - Power point.

## 1. Mise en œuvre.

### 1.1. Choix du module.

Pour cette activité, on vous demande de mettre en service le module solaire amorphe.

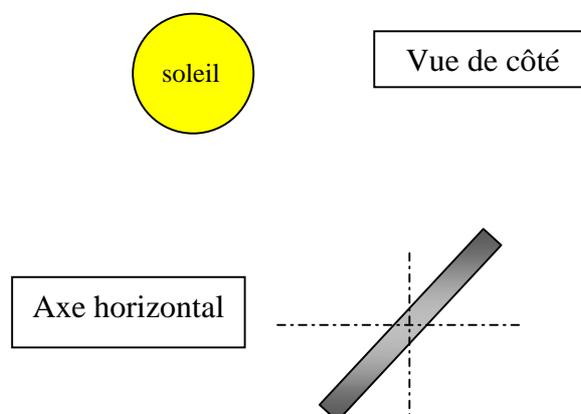


Quels sont les éléments qui vous permettent de faire la différence entre les deux modules solaires proposés ? Compléter le tableau suivant en indiquant pour chacun d'eux ses caractéristiques techniques (couleur, rendement, structure ...).

Caractéristiques	Module amorphe	Module poly-cristallin

### 1.2. Position.

Afin d'obtenir une réception optimale du rayonnement solaire, placer le panneau face au soleil puis incliner le de  $45^\circ$ .



### 1.3. Configuration électrique.

En vous aidant des instructions d'utilisation disponibles dans le dossier machine :

- Fermer les différents disjoncteurs en fonction du besoin et en suivant l'ordre indiqué.

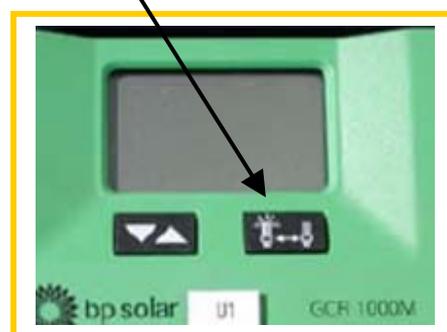


- Sélectionner le module solaire étudié.



Vérifier le bon fonctionnement du système par l'intermédiaire du régulateur de charge.

On souhaite créer une perte électrique par l'utilisation d'une lampe 230Vca disponible directement sur le chargeur solaire. Repérer à l'aide du dossier machine le disjoncteur nécessaire à l'alimentation de cette ampoule. Enclencher le disjoncteur en question et vérifier le bon fonctionnement de l'ampoule. Attention le régulateur de charge a la fonction de couper ou d'autoriser l'alimentation électrique d'actionneurs par le bouton de droite.



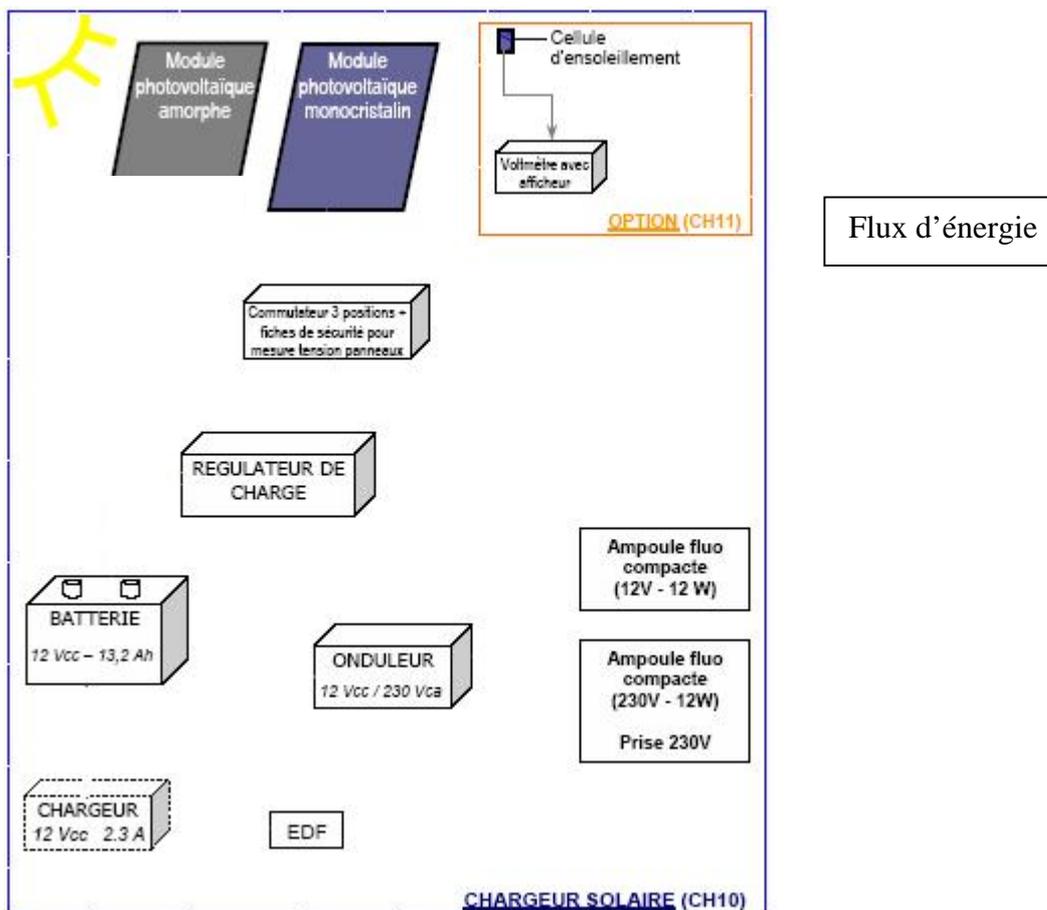
**2. Flux d'énergie.**

On se propose dans ce chapitre, de suivre le trajet de l'énergie depuis l'entrée dans le système (énergie solaire) jusqu'à sa sortie ( énergie consommée par l'ampoule).

**2.1. Cycle de charge.**

En vous aidant du diaporama fourni et du synoptique présent sur la machine, indiquer par des flèches bleues sur le document réponse le flux d'énergie lors de la charge de la batterie par le biais du module solaire amorphe.

Indiquer pour chaque élément technologique la valeur de la tension d'entrée et de la tension de sortie.



**2.2. Cycle de décharge.**

Selon le même principe, indiquer par des flèches jaunes sur le même document réponse le flux d'énergie consommée par l'ampoule précédemment mise en route.

Indiquer également sur le schéma les valeurs des tensions d'entrée et de sortie de chaque élément technologique traversé par cette énergie consommée.

**2.3. Transformation d'énergie.**

La lampe mise en œuvre utilise du 230Vca alors que la batterie fournit du 12Vcc. Repérer le composant permettant de transformer le courant continu en courant alternatif.

A partir de la documentation technique fournie, relever les caractéristiques principales du composant étudié.

caractéristiques	valeur
Tension d'entrée	
Tension de sortie	
Puissance continue	
Rendement maximum	
Fréquence	



**Onduleurs sinusoïdaux**  
(avec régulateur intégré en option)

**AJ 275-12**  
**AJ 350-24**  
**AJ 400-48**



**Données techniques**

Modèle: AJ	275-12	350-24	400-48
Tension nominale d'entrée	12V	24V	48V
Plage de tension d'entrée	10.5 – 16V (24V max.)	21 – 32V (44V max.)	42 – 64V (64V max.)
Puissance continue à 25°C	200VA	300VA	300VA
Puissance 30 min. à 25°C	275VA	350VA	400VA
Puissance 5 min. à 25°C	350VA	500VA	600VA
Puissance 5 sec. à 25°C	450VA	650VA	1000VA
Charge asymétrique max.	150VA	150VA	200VA
Courant de court circuit 2s (sortie)	2.3A (4.6A*)	3.2A (6.4A*)	4.6A (9.2A*)
Tension de sortie	Pur sinus 230Vac (120Vac*) 0 / - 10%		
Fréquence	50Hz (60Hz*) ± 0.05% (Crystal control)		
Distorsion THD (charge résistive)	< 5% (à Pnom.)		
Consommation Stand-by **	0.3W	0.3W	0.4W
Consommation « ON » à vide	1.9W	3.3W	5W
Rendement maximum	93%	94%	94%
Cos φ continu max.	0.1 – 1 jusqu'à 200 VA	0.1 – 1 jusqu'à 300 VA	0.1 – 1 jusqu'à 300 VA
Détection de la charge (Stand-by)	2W (seulement avec l'option solaire -S)		
Protection surchauffe (+/-5°C)	Coupure à 75 °C – Redémarrage automatique à 70°C		
Protection surcharge	Déconnection automatique puis 2 essais de redémarrage		
Protection court-circuit	Déconnection automatique puis 2 essais de redémarrage		
Protection inversion de la polarité	Protégé par fusible interne		
Protection décharge profonde batterie	Coupure à 0.87 x Unom – Redémarrage automatique à Unom		
Coupure surtension	Coupure à > 1.33 x Unom – Redémarrage automatique à < Umax		
Alarme acoustique	Avant batterie basse ou déconnection pour surchauffe		

Représenter de façon qualitative la courbe de tension d'entrée puis de sortie de l'onduleur présent.

Tension d'entrée



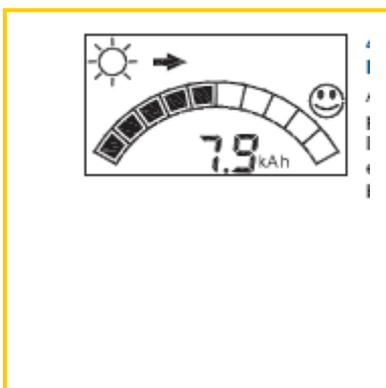
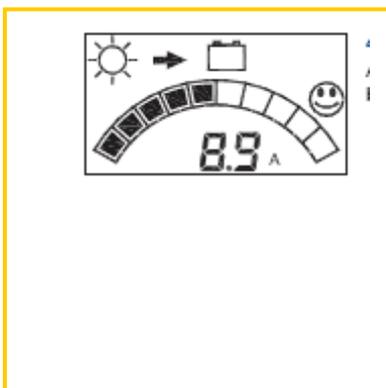
Tension de sortie



### 3. Bilan énergétique.

#### 3.1. Courant de charge.

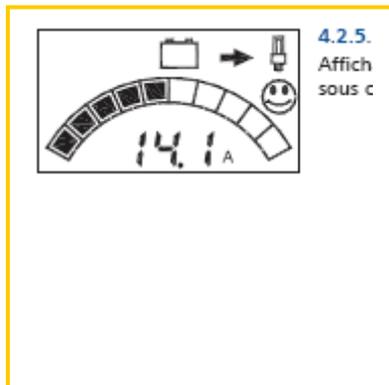
A l'aide des fiches d'utilisation disponibles dans le dossier machine et en utilisant les fonctions du régulateur de charge, relever le courant de charge de la batterie et venant du module solaire.



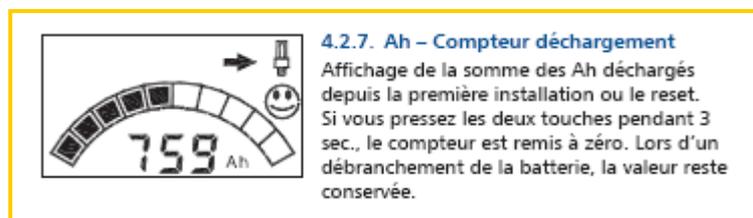
caractéristiques	valeur
Courant de charge	
Compteur chargement	

**3.2. Courant de décharge.**

De la même façon, relever le courant de décharge de la batterie due à l'alimentation de l'ampoule mise en oeuvre.



caractéristiques	valeur
Courant sous charge	
Compteur déchargement	



**3.3. Différence.**

L'objectif du chargeur solaire est de pouvoir alimenter des actionneurs électriques de façon autonome et à moindre coût, autrement dit à l'aide de l'énergie solaire totalement gratuite, non polluante et renouvelable.

De façon à valider la capacité du chargeur solaire à alimenter l'ampoule mise en oeuvre, comparer les deux courants de charge et de décharge.

Trois cas se présentent :

- le courant de charge est inférieur au courant de décharge ;
- équilibre entre les courants de charge et de décharge ;
- le courant de décharge est inférieur au courant de charge.

Indiquer dans quel cas se trouve votre installation et concluez sur la suite à donner quant à l'alimentation de l'ampoule électrique.

caractéristiques	valeur	Conclusion
Différence		
Cas 1 : charge < décharge		
Cas 2 : charge = décharge		
Cas 3 : charge > décharge		

**DOCUMENT REPONSE**

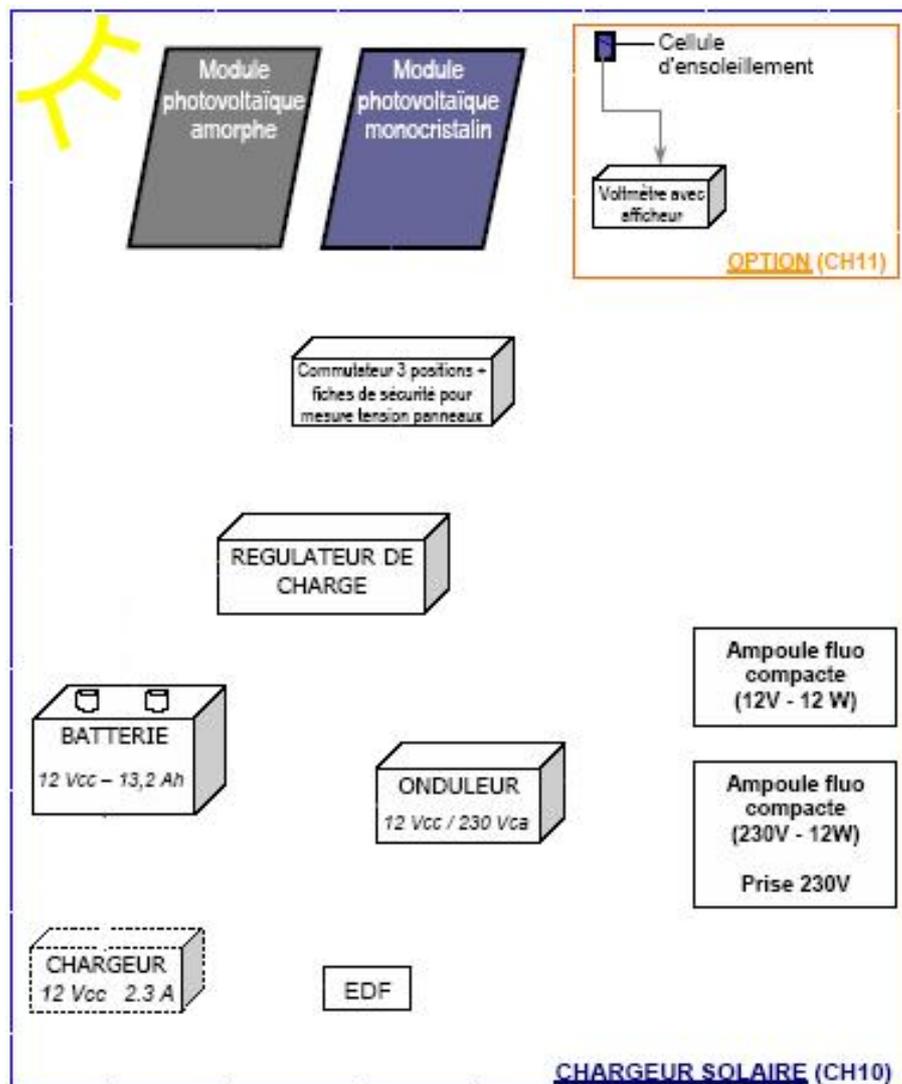
1. Mise en œuvre.

1.1 Choix du module.

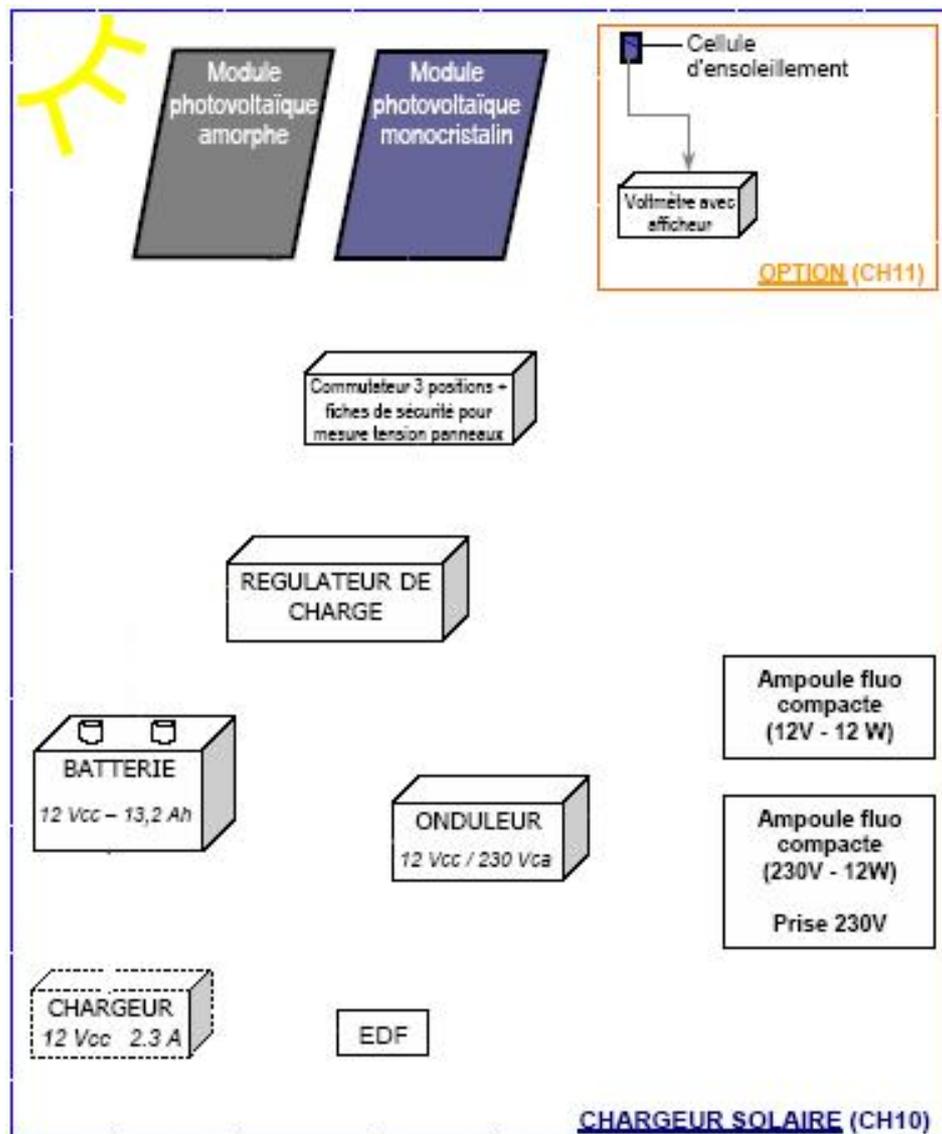
Caractéristiques	Module amorphe	Module poly-cristallin

2. Flux d'énergie.

2.1 Cycle de charge.



2.2 Cycle de décharge.



2.3 Transformation d'énergie.

caractéristiques	valeur
Tension d'entrée	
Tension de sortie	
Puissance continue	
Rendement maximum	
Fréquence	

Tension d'entrée



Tension de sortie



3. Bilan énergétique.

3.1 Courant de charge.

3.2 Courant de décharge.

caractéristiques	valeur
Courant de charge	
Compteur chargement	

3.3 Différence.

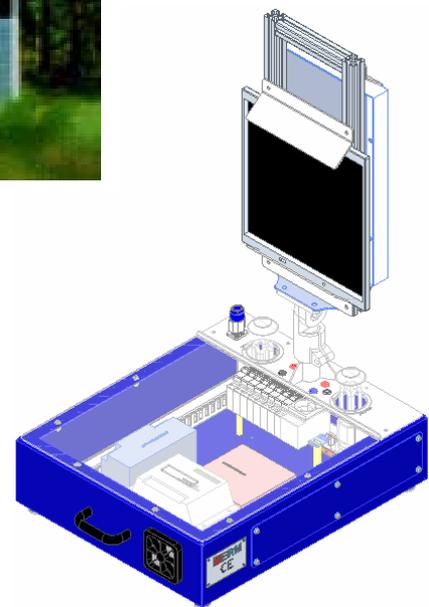
caractéristiques	valeur
Courant sous charge	
Compteur déchargement	

caractéristiques	valeur	Conclusion
Différence		
Cas 1 : charge < décharge		
Cas 2 : charge = décharge		
Cas 3 : charge > décharge		

# CHARGEUR SOLAIRE

## TP N°4

### Etude de faisabilité



## **Fiche activité à destination du professeur**

Durant cette activité, on propose à l'élève d'étudier la faisabilité et la pertinence d'une installation solaire autonome. L'étude expérimentale est réalisée sur le chargeur solaire en appliquant un facteur d'échelle.

### **Déroulement de l'activité :**

- ◆ Prendre connaissance du cahier des charges de l'installation autonome à réaliser.
- ◆ Réaliser les tests nécessaires sur le chargeur solaire.
- ◆ Appliquer le facteur d'échelle de façon à dimensionner les composants nécessaires à l'installation réelle.
- ◆ Comparer les résultats avec ceux figurant sur une cartographie pré-établie.

### **Thèmes abordés :**

- ◆ Lecture d'un cahier des charges et identification des données importantes ;
- ◆ Repérage et identification des caractéristiques techniques des composants du chargeur solaire.
- ◆ Production d'énergie électrique à partir du chargeur solaire.
- ◆ Dimensionnement d'une installation.
- ◆ Validation des résultats à l'aide d'une cartographie.

**Durée de l'activité :**            2 à 3 heures

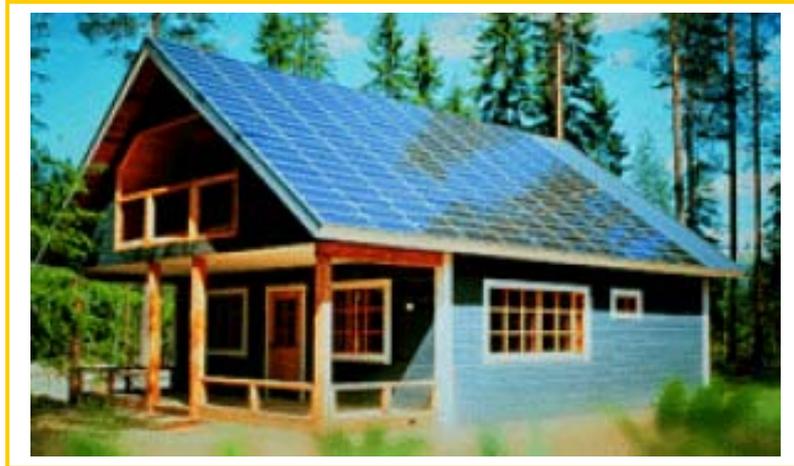
### **Matériel nécessaire :**

- ◆ Le système chargeur solaire en état de fonctionnement normal ;
- ◆ Un ordinateur équipé :
  - Du fichier de présentation ;
  - Du dossier technique ;
  - Power point.

## 1. Cahier des charges.

### 1.1. Exposé.

Pour cette activité, on souhaite réaliser une étude de faisabilité pour alimenter un refuge en haute montagne pour lequel l'alimentation électrique classique s'avère impossible.



Le responsable de ce refuge situé dans les Alpes de Hautes Provence, souhaiterait alimenter un réfrigérateur ainsi que trois luminaires basse consommation.

Puissance électrique nécessaire :

- le réfrigérateur consomme environ 200 W sous 230V alternatif.
- les éclairages consomment chacun 10W sous 12V continu.

### 1.2. Bilan énergétique.

Après avoir pris connaissance du cahier des charges, faites le bilan des caractéristiques techniques de l'installation à prévoir.

Eléments	Tension	Puissance
		Total :

## 1.3. Règles de fonctionnement.

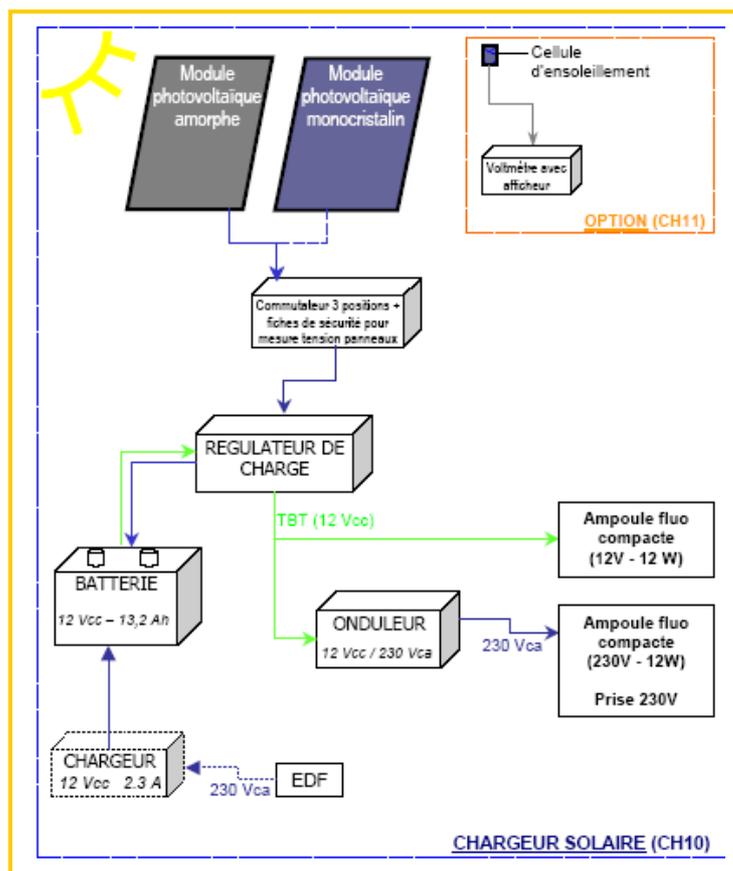
On ne peut pas imaginer une installation autonome en altitude sans mettre des limites à la consommation électrique. Avant de concevoir quoique ce soit, il est nécessaire de poser des règles de fonctionnement au refuge.

- ◆ La lumière ne peut être utilisée que de 19h à 23h ;
- ◆ Pendant le temps de fonctionnement de l'éclairage, le réfrigérateur n'est plus alimenté. Le maintien au frais des aliments n'est pas remis en cause grâce à une excellente isolation de celui-ci.
- ◆ La porte du réfrigérateur doit être maintenue fermée le plus possible et donc on demande d'en limiter l'accès au gestionnaire du refuge ;
- ◆ Après des tests réels, on constate que le réfrigérateur fonctionne environ 6h sur une journée de 24h.

## 2. Matériels.

### 2.1. Chargeur solaire.

Le chargeur solaire étant un exemple d'installation autonome et complète, on vous propose de faire le bilan du matériel nécessaire afin de répondre au cahier des charges précédemment cité. Sur le schéma de principe proposé, supprimer les éléments non nécessaires à la réalisation du projet.



## 2.2. Fonction.

Suite à la question 2.1, compléter le tableau suivant de façon à faire l'inventaire du matériel électrique nécessaire et indiquer la fonction de chacun d'entre-eux.

Eléments	Fonction

## 3. Capacité accumulateur.

Dans une installation autonome comme celle-ci, l'énergie est précieusement emmagasinée puis restituée aux éléments de façon contrôlée et sans gaspillage. Ainsi il faut évaluer exactement la consommation quotidienne d'électricité pour pouvoir envisager un stockage.

Dans cette partie du TP, on vous demandera de chiffrer exactement les besoins quotidiens en énergie électrique.

### 3.1. Eclairage.

Connaissant la puissance consommée par l'éclairage, déterminer la capacité de l'accumulateur nécessaire.

On rappelle que la capacité (en Ampèreheure Ah) est le produit de l'intensité consommée par le temps de fonctionnement

$$\text{Cap} = I.t \text{ où}$$

I : est l'intensité fournie par l'accu.

t : est le temps pendant lequel l'accu peut alimenter le système.

Eclairage	Puissance	Tension de fonctionnement	Intensité de fonctionnement	Temps de fonctionnement	Capacité accumulateur

### 3.2. Réfrigérateur.

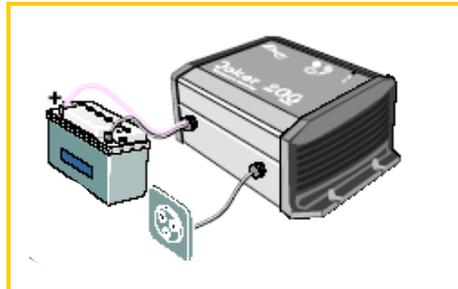
Considérant que le rendement de l'onduleur est parfait et que le réfrigérateur consomme 200W (ou 200 VA), sélectionner dans la documentation technique du fabricant l'onduleur adéquat et compléter le tableau de ces caractéristiques techniques.

Données techniques			
Modèle: <b>AJ</b>	<b>275-12</b>	<b>350-24</b>	<b>400-48</b>
Tension nominale d'entrée	12V	24V	48V
Plage de tension d'entrée	10.5 – 18V (24V max.)	21 – 32V (44V max.)	42 – 64V (64V max.)
Puissance continue à 25°C	200VA	300VA	300VA
Puissance 30 min. à 25°C	275VA	350VA	400VA
Puissance 5 min. à 25°C	350VA	500VA	600VA
Puissance 5 sec. à 25°C	450VA	650VA	1000VA
Charge asymétrique max.	150VA	150VA	200VA
Courant de court circuit 2s (sortie)	2.3A (4.6A*)	3.2A (6.4A*)	4.6A (9.2A*)
Tension de sortie	Pur sinus 230Vac (120Vac*) 0 / - 10%		
Fréquence	50Hz (60Hz*) ± 0.05% (Crystal control)		
Distorsion THD (charge résistive)	< 5% (à Pnom.)		
Consommation Stand-by **	0.3W	0.3W	0.4W
Consommation « ON » à vide	1.9W	3.3W	5W
Rendement maximum	93%	94%	94%
Cos φ continu max.	0.1 – 1 jusqu'à 200 VA	0.1 – 1 jusqu'à 300 VA	0.1 – 1 jusqu'à 300 VA
Détection de la charge (Stand-by)	2W (seulement avec l'option solaire –S)		
Protection surchauffe (+/-5°C)	Coupure à 75 °C – Redémarrage automatique à 70°C		
Protection surcharge	Déconnection automatique puis 2 essais de redémarrage		
Protection court-circuit	Déconnection automatique puis 2 essais de redémarrage		
Protection inversion de la polarité	Protégé par fusible interne		
Protection décharge profonde batterie	Coupure à 0.87 x Unom – Redémarrage automatique à Unom		
Coupure surtension	Coupure à >1.33 x Unom – Redémarrage automatique à < Umax		
Alarme acoustique	Avant batterie basse ou déconnection pour surchauffe		
Longueur câble (Batterie / sortie AC)	1.2m / 1m		
Bruit	< 45 dB (ventilateurs)		
Température de travail	-20°C jusqu'à +50°C		
Correction approx. de Pnom	- 1.5%/°C au-delà de +25°C		
Indice de protection IP	IP 30 selon la norme DIN 40050		
Ventilation forcée	Dès 45°C ± 5°C		
Capacité batterie requise	> 5 x Pnom/Unom (valeur recommandée en Ah)		
Poids	2.4 kg	2.6 kg	2.6 kg
Dimensions	142mm x 163mm x 84mm		
Garantie	2 ans		
Conformité CE	EN 50081 I/II, EN 50082 I/II, EN 550014 B - 50022, EN 50091-2, EN 60950 IEC 801 II/III/IV, CEI 555, LVD 73/23 EEC, EMC Dir.89/336/EEC, Dir. 95/54/EC		

Onduleur	Puissance continue	Tension d'entrée (accu)	Tension de sortie (frigo)	Référence

Connaissant la puissance consommée par cet élément, déterminer la capacité de l'accumulateur nécessaire.

Onduleur	Puissance consommée	Tension de fonctionnement	Intensité de fonctionnement	Temps de fonctionnement	Capacité accumulateur



### 3.3. Accumulateur.

Après avoir déterminé séparément la capacité accumulateur nécessaire pour alimenter l'éclairage puis l'onduleur, déterminer la capacité totale nécessaire et l'accumulateur adéquat au bon fonctionnement du système.

CARACTERISTIQUES MECANIKES PHYSICAL SPECIFICATIONS		
TENSION NOMINALE / NOMINAL VOLTAGE		12 V
CAPACITE / NOMINAL CAPACITY (20HR)		13.2 Ah
DIMENSIONS	Longueur / Length	151 mm
	Largeur / Width	98 mm
	Hauteur / Total Height (with terminal)	95 mm
MASSE / WEIGHT		4.2 Kg
TYPE DE BORNE / STANDARD TERMINAL		FASTON 6,35 mn - Type 250
CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES ELECTRICAL SPECIFICATIONS		
CAPACITE / RATED CAPACITY 1,8 V/élément - 1,8 V/cell	20 hour rate (28,4 A)	13.2 AH
	10 hour rate (54,7 A)	12.6 AH
	5 hour rate (98,5 A)	11.05 AH
	3 hour rate (140A)	9.96 AH
	1 hour rate (338 A)	7.09 AH

Batterie	Tension de fonctionnement	Capacité sur 10h	Capacité nécessaire	Nb de batteries	Capacité totale	Connexion entre batteries

Schématiser le branchement entre la ou les batteries et l'onduleur.

### 3.4. Marge de fonctionnement.

Le choix du nombre de batterie donne obligatoirement une capacité supérieure à elle souhaitée. Ce surplus d'énergie permettra de pallier un manque de soleil une journée.

Déterminer combien d'heures supplémentaires l'éclairage pourra être utilisé grâce à ce surplus de capacité.

## 4. Modules photovoltaïques.

### 4.1. Besoin électrique.

Connaissant la capacité totale des batteries à charger, déterminer le besoin en énergie électrique nécessaire quotidiennement afin de charger la (ou les) batterie(s) par les modules photovoltaïques.

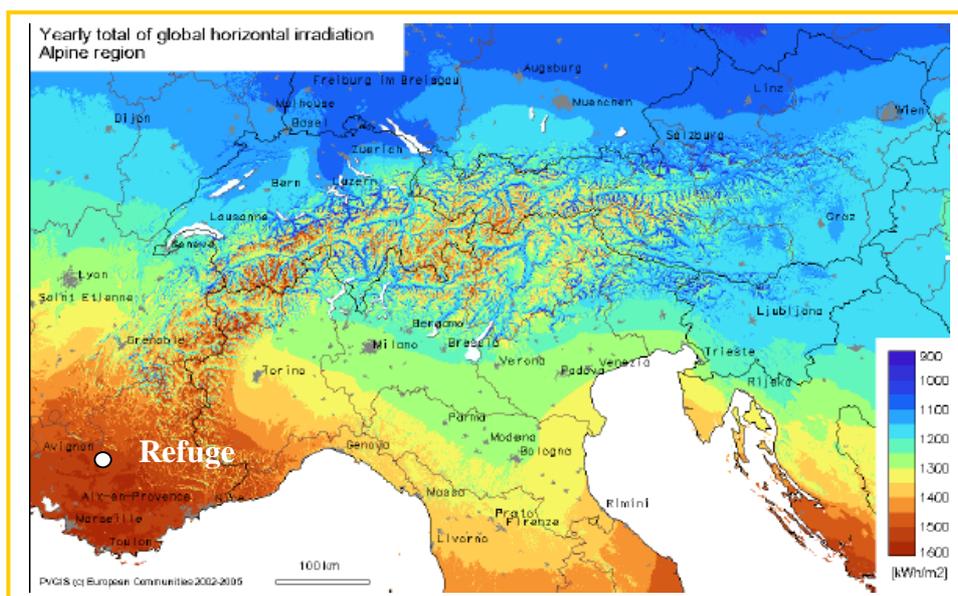
Rappel : la consommation en kWh est le produit de la puissance électrique en kW de l'appareil par le temps de fonctionnement en heures : **Consommation = U.I.t**

### 4.2. Rayonnement solaire.

Chaque jour la terre reçoit en énergie solaire l'équivalent de la consommation électrique de 5,9 milliards de personnes pendant 27 ans. Cette énergie solaire peut être transformés en énergie électrique par des panneaux photovoltaïques. Pour l'instant le rendement d'un panneau est proche de 15% (faible) mais des études en laboratoire montrent des rendements de l'ordre de 40%. L'augmentation de ces rendements rendrait l'utilisation de l'énergie solaire encore plus rentable.

Le rayonnement solaire est différent pour chaque région. Des cartographies ont été élaborées afin de connaître ce rayonnement.

Déterminer sur la carte ci-dessous la valeur annuelle du rayonnement solaire en kWh/m<sup>2</sup> disponible pour notre étude.



Rayonnement solaire annuel kWh	Rayonnement solaire quotidien kWh
.....	.....

### 4.3. Production électrique.

Les essais effectués par un fabricant de modules photovoltaïques donnent la puissance fournie par le module H245 en fonction du rayonnement solaire reçu.

Connaissant le rayonnement solaire annuel reçu par le refuge :

- ◆ Transformer le rayonnement de référence constructeur 100mW/cm<sup>2</sup> en kW/m<sup>2</sup> ;
- ◆ Considérant 6h d'exposition solaire, déterminer la production en kWh/m<sup>2</sup> d'un panneau ;
- ◆ En faisant le rapport entre le rayonnement reçu et le rayonnement de référence, déterminer la puissance de crête effective du panneau.
- ◆ Connaissant le besoin de charge de la (ou les) batterie(s) (question 4-1), déterminer le nombre de modules nécessaires à la charge.

**DONNEES TECHNIQUES (POUR 100MW/CM<sup>2</sup>, 25°C, AM1.5) MODULES H245, H272, H372**

	Watts 20		Watts 30		Watts 40	
Puissance crête						
Intensité de Court Circuit (Icc)	A	1,36	A	2,04	A	2,6
Tension à vide (Voc)	Volts 20,5		Volts 20,5		Volts 20,5	
Tension à la puissance maximale	Volts 16,5		Volts 16,5		Volts 16,5	
Intensité à la puissance maximale	A	1,21	A	1,82	A	2,43
Courant délivré à la batterie (12-13.8V)	A	1,27	A	1,88	A	2,50
Température nominale de fonctionnement des cellules	°C 43±2		°C 43±2		°C 43±2	
Variation tension / température	mV/°C -90		mV/°C -90		mV/°C -90	
Résistance au vent et à la pression	N/m <sup>2</sup> (200 km/h equiv.) 2400		N/m <sup>2</sup> (200 km/h equiv.) 2400		N/m <sup>2</sup> (200 km/h equiv.) 2400	
Température de stockage et de fonctionnement	°C de -40 à +95		°C de -40 à +95		°C de -40 à +95	
Tension maximale du système	Volts 600		Volts 600		Volts 600	
Dimensions	mm 524*325*34±1		mm 690*430*34±1		mm 800*430*34±1	
Poids	Kg 2,35		Kg 4,2		Kg 4,8	

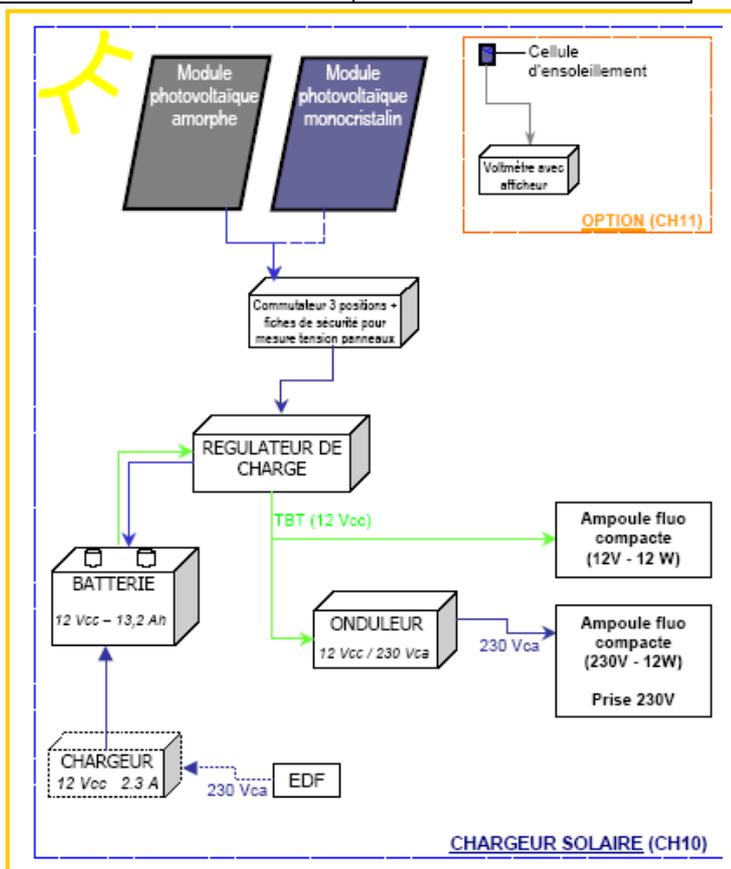
Rayonnement de référence mW/cm <sup>2</sup>	Rayonnement de référence kW/m <sup>2</sup>	Rayonnement de référence 6h (kWh/m <sup>2</sup> )	Rayonnement reçu (kWh/m <sup>2</sup> )	Puissance de crête W	Production sur 6h (kWh)	Nb de modules
100 mW/cm <sup>2</sup>						

**DOCUMENT REPONSE**

1.2 Bilan énergétique.

Eléments	Tension	Puissance
		Total :

2.1 Chargeur solaire.



2.2 Fonction.

Eléments	Fonction

3.1 Eclairage.

Eclairage	Puissance	Tension de fonctionnement	Intensité de fonctionnement	Temps de fonctionnement	Capacité accumulateur

### 3.2 Réfrigérateur.

Onduleur	Puissance continue	Tension d'entrée (accu)	Tension de sortie (frigo)	Référence

Onduleur	Puissance consommée	Tension de fonctionnement	Intensité de fonctionnement	Temps de fonctionnement	Capacité accumulateur

### 3.3 Accumulateur.

Batterie	Tension de fonctionnement	Capacité sur 10h	Capacité nécessaire	Nb de batteries	Capacité totale	Connexion entre batteries

Schéma de câblage :

### 3.4 Marge de fonctionnement.

.....  
.....  
.....

### 4.1 Besoin électrique.

.....  
.....  
.....

#### 4.2 Rayonnement solaire.

Rayonnement solaire annuel kWh	Rayonnement solaire quotidien kWh
.....	.....

#### 4.3 Production électrique.

Rayonnement de référence mW/cm <sup>2</sup>	Rayonnement de référence kW/m <sup>2</sup>	Rayonnement de référence 6h (kWh/m <sup>2</sup> )	Rayonnement reçu (kWh/m <sup>2</sup> )	Puissance de crête W	Production sur 6h (kWh)	Nb de modules
100 mW/cm <sup>2</sup>						