

BAC PRO ELEEC

Nom :

Date :

Classe :

SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE



État de la ressource de charge PV		Statut		Bilan PV	
Rendement moyen annuel (en kWh/m²/an)		Rendement moyen annuel (en kWh/m²/an)		Rendement moyen annuel (en kWh/m²/an)	
Calcul de base de projet	16	200	100	183,3	183,3
Facteur de déclinement du charge PV	-	0	0	0,0	0,0
Indice de charge PV	-	0	0	0,0	0,0
Indice de charge PV (à 15°)	-	0	0	0,0	0,0

Facteur d'inclinaison		Moyenne mensuelle de l'irradiation globale sur l'écran		Température moyenne mensuelle		Moyenne de l'irradiation globale sur l'écran PV		Facteur de correction	
Moyenne mensuelle de l'irradiation globale sur l'écran		Moyenne mensuelle de l'irradiation globale sur l'écran		Moyenne mensuelle de l'irradiation globale sur l'écran		Moyenne mensuelle de l'irradiation globale sur l'écran PV		Facteur de correction	
Mois	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Janv	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Fév	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Mars	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Avr	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Mai	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Juin	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Juil	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Août	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Sept	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Octob	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Novemb	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Décemb	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Rendement global sur l'écran : 183,3 kWh/m²/an
Rendement global sur l'écran incliné : 183,3 kWh/m²/an
Rendement global : 183,3 kWh/m²/an

Capacité de la charge : 183,3 kWh/m²/an

État de la ressource de charge PV : 183,3 kWh/m²/an

Note et observations :

.....

.....

.....

.....

Fonctions et tâches principales :

F0 ETUDE

T 01 RENSEIGNER LE DOSSIER DE REALISATION (INSTALLATION, EQUIPEMENTS...)

Capacités et compétences développées :

C1 S'INFORMER

C1 3 DECODER LES DOCUMENTS RELATIFS A TOUT OU PARTIE D'UN OUVRAGE

C2 EXECUTER

C2 2 COMPLETER LES PLANS, SCHEMAS, PLANNING ET DEVIS

C3 JUSTIFIER

C3 1 ARGUMENTER LES SOLUTIONS RETENUES

Domaines abordés:

S0 Electrotechnique – Expériment.

S01 Circuits parcourus par un courant continu

S05 Conversion de signaux et modulation de l'énergie

Objectif	<i>On vous demande de choisir les composants d'une installation photovoltaïque, vous vous baserez sur le cahier des charges fourni par le client.</i>
-----------------	---

Pré requis	Présentation de la structure et des particularités techniques d'une installation photovoltaïque Lois d'électrotechnique sur le courant continu (loi d'ohm, chute de tension, capacité Q...)
-------------------	--

On donne	<ul style="list-style-type: none"> Le cahier des charge de l'installation, les manuels de conception... Les schémas de l'installation et les documents constructeur Un ordinateur équipé du logiciel de conception RETSCREEN.
-----------------	--

On demande de	<ol style="list-style-type: none"> Compléter le bilan des puissances et estimer la demande énergétique du site Calculer à partir du cahier des charges le nombre de panneaux, le nombre de batteries nécessaires. Choisir la section des câbles reliant les panneaux à l'onduleur et ceux reliant l'onduleur à la batterie. Compléter le schéma de l'installation. Estimer le coût matériel de l'installation. Valider votre conception avec le logiciel RETSCREEN.
----------------------	---

Critères de réussite	Le bilan des puissances est correct et argumenté	/ 2
	Les calculs de conceptions sont corrects et argumentés	/ 6
	Choix des câbles, schéma de l'installation.	/ 3
	Estimation du coût des composants photovoltaïques	/ 3
	Validation des choix par logiciel	/ 3
	Autonomie / Implication	/ 3
		/ 20

Temps prévu	4 + 3 heures	Temps passé	
--------------------	--------------	--------------------	--

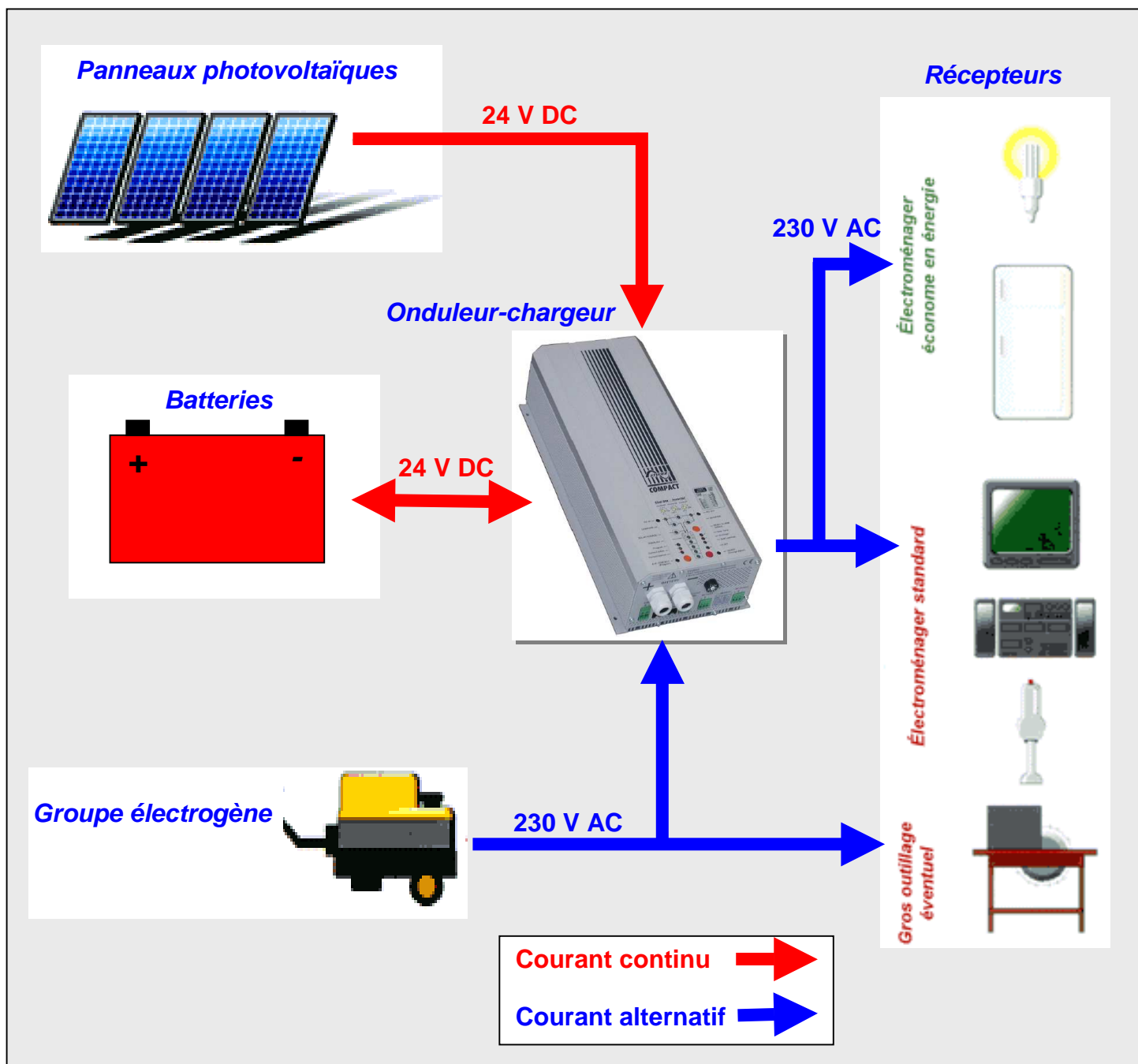
Nom :	Sous système photovoltaïque	Page 2 / 16
-------	------------------------------------	-------------

Structure d'un système d'électrification hybride:

Vous devez participer à la conception d'un système de génération électrique hybride destiné à une auberge d'altitude. Dans cette installation les récepteurs de faibles puissances sont alimentés par le système photovoltaïque, l'autre partie comprenant les éléments de fortes puissances est alimentée directement par groupe électrogène (G.E.).

L'élément central de l'installation est un onduleur-chargeur qui gère pratiquement tout le transfert de l'énergie électrique :

- La charge des batteries à partir des panneaux ou du 230 V généré par le groupe électrogène.
- La conversion de la tension continue de la batterie en 230 V AC destiné aux récepteurs.
- La surveillance de l'état de charge des batteries et éventuellement le démarrage du groupe électrogène.



1. Présentation du site – Cahier des charges :

Bilan des puissances Auberge du Charmant Som (Isère)

Récepteurs alimentés par onduleur					
Appareils	Nombre	Puissance unitaire	Fréquence ou durée d'utilisation quotidienne	Puissance	Energie
Tubes fluos	2	18 W	Fonctionnement permanent 12h	36 W	432 Wh
Lampes fluo compactes - Extérieur	2	20 W	En soirée 2 h	40 W	80 Wh
Lampes fluo compactes – Salle resto.	2	20 W	Fonctionnement 4h	40 W	160 Wh
2 Lampes fluo compactes - Etage	3	20 W	En soirée 2 h	40 W	80 Wh
1 Lampes fluo compacte - Annexe	1	20 W	Occasionnel 1h/jour	20 W	20 Wh
1 lampes fluo compacte - WC	1	20 W	Occasionnel 2h/jour	20 W	40 Wh
1 lampes fluo compacte - Douche	1	20 W	Occasionnel 1h/jour	20 W	20 Wh
1 lampe fluo compacte – Hall douche	1	20 W	Occasionnel 2h/jour	20 W	20 Wh
Congélateur 1	1	0.75 A / 110 W	Permanent 12h	110 W	1320 W
Congélateur 2	1	110 W	Permanent 12 h	110 W	1320 W
Congélateur 3	1	90 W	Permanent 12 h	90 W	1080 W
Spot fluo resto	1	30 W	Occasionnel 1 h	30 W	30 Wh
TOTAL				P_{TOT} =	Ec =

Récepteurs alimentés par groupe électrogène 6,5 kVA				
Appareils	Nombre	Puissance unitaire	Fréquence ou durée d'utilisation quotidienne	Puissance totale
Surpresseur	1	800 W	Fonctionnement occasionnel 1 h / j	800 W
Pompe auxiliaire	1	750 W	Fonctionnement occasionnel 1h / j	750 W
Malaxeur	1	2500 W	Fonctionnement occasionnel 1h / j	2500 W
Total				4050 W

Cahier des charges et données complémentaires :

- Site : proche de Grenoble 45° de latitude Nord / Altitude de l'auberge ≈ 1700 m
- Pente de toit : 33° par rapport à l'horizontale / l'orientation des panneaux est plein sud (180°)
- L'utilisateur prévoit d'utiliser le groupe électrogène 1 heure par jour
- Le site est prévu pour fonctionner de début mai à fin septembre.
- L'autonomie doit être de 5 jours en cas de mauvais temps.
- Les batteries seront du type accumulateurs au plomb, stationnaire. (chaque accumulateur génère une tension de 2V)
- L'onduleur sera de type onduleur-chargeur (type Studer Inno Compact); compte tenu de la puissance mise en jeu l'ensemble batteries, panneaux et onduleur fonctionnera en 24 V CC.
- Les panneaux seront du type BP Solar 3125.

Pour plus d'informations sur les composants reportez vous au dossier technique

2. Bilan des puissances :

Calculez la puissance totale et l'énergie totale quotidienne nécessaire à l'installation (donnez votre réponse sur le tableau de la page précédente)

3. Calculs et choix des éléments du système :

Pour vous aider à répondre aux questions suivantes vous vous servirez des fiches de calculs données en annexe

a) Calculez l'énergie à produire **E_p** :

.....

E_p =

b) Calculez la puissance crête **P_c** du générateur photovoltaïque nécessaire :

(On prendra une irradiation moyenne de 5 kWh/m² /jour pour la période estivale de fonctionnement)

.....

P_c =

A partir de la puissance crête des panneaux BP Solar 3125U déterminer le nombre de panneaux solaire nécessaires à l'installation.

Puissance crête d'un panneau BP 3125U (cf p 14)

.....

Nbre =

c) Calculer la capacité des accumulateurs nécessaires à ce système ainsi que leur nombre :

$$C = \frac{E_c \cdot N}{D \cdot U}$$

- C : capacité de la batterie en ampère.heure (Ah)
- EC : énergie consommée par jour (Wh/j)
- N : nombre de jour d'autonomie
- D : décharge maximale admissible (0,8 pour les batteries au plomb)
- U : tension de la batterie (V)

.....

C ≈

.....

.....

.....

Nbre =

4. Choix des câbles :

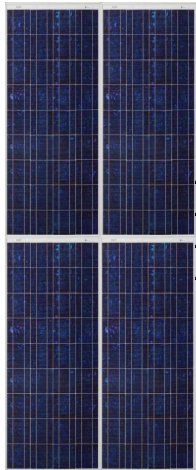
C'est sur la partie courant continu de l'installation que les intensités sont les plus importantes, c'est donc dans cette partie que se pose le problème des pertes joules et des chutes de tensions dans les câbles.

On vous demande donc de déterminer les sections des câbles entraînant le moins de chute de tension possible entre les panneaux et l'onduleur-chargeur, mais aussi entre les batteries et l'onduleur-chargeur.

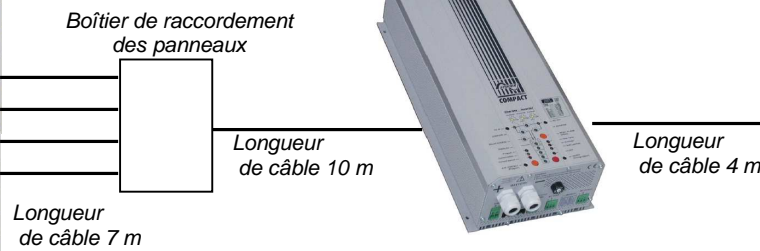
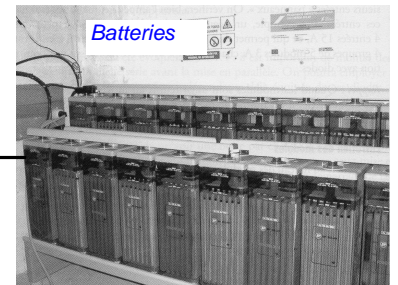
Données complémentaires :

- Chute de tension maximale entre panneaux → boîte de raccordement ; boîte de raccordement → onduleur et batterie → onduleur = $\Delta U = 2\%$
- Puissance nominale de l'onduleur $P_{NOM} = 2300\text{ W}$
- Conducteurs en cuivre ($\rho = 1,6 \cdot 10^{-8} \Omega.m$).

Panneaux photovoltaïques



Onduleur-chargeur



a) Calculez le courant de sortie d'un panneau à sa puissance nominale :

.....

b) Déterminez la section des conducteurs entre les panneaux et le boîtier de raccordement :

.....

c) Calculez le courant circulant entre le boîtier de raccordement et l'onduleur :

.....

d) Déterminez la section des conducteurs entre le boîtier de raccordement et l'onduleur :

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

e) Calculez le courant circulant entre les batteries et l'onduleur lorsque celui-ci débite sa puissance nominale :

.....
.....

f) Déterminez la section des conducteurs entre le parc batterie et l'onduleur :

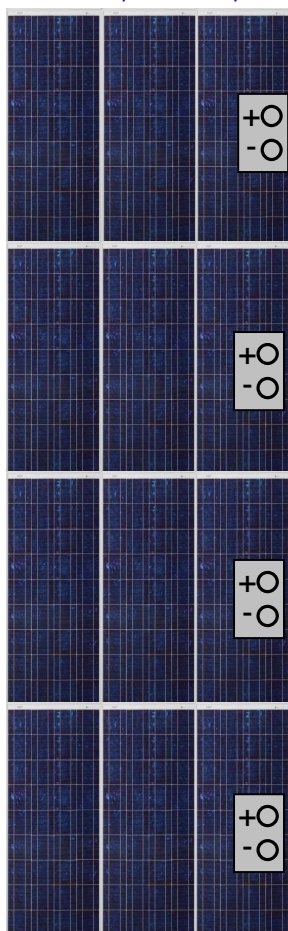
.....
.....
.....
.....

5. Schéma électrique :

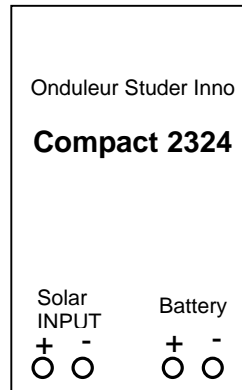
Complétez le schéma électrique de l'installation :

- Branchements des panneaux
- Couplage des batteries et raccordement à l'onduleur

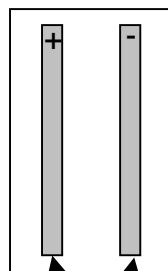
Panneaux photovoltaïques



Bornes de sortie

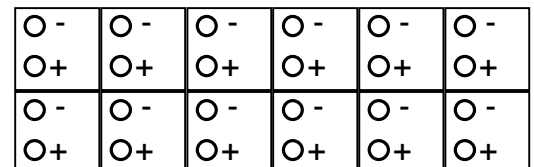


Boîtier de
raccordement



Barres de
raccordement

Parc batteries



6. Validation des choix grâce au logiciel RETScreen :

On vous demande de valider votre conception par l'utilisation du logiciel RETScreen.

- Lancer le logiciel en cliquant sur l'icône RETScreen International



Ressources naturelles Canada / Natural Resources Canada



RETScreen® International

Logiciel d'analyse de projets sur les énergies propres

Modèle pour projets d'installation photovoltaïque

Cliquez ici pour démarrer

- Description et organigramme
- Code de couleur
- Manuel en ligne

Feuilles de calcul

- Modèle énergétique
- Ressource solaire et charge
- Analyse des coûts
- Analyse des gaz à effet de serre
- Sommaire financier

Options

- Données de produits
- Données météorologiques
- Données de coûts
- Options monétaires
- Analyse de sensibilité



Centre d'aide à la décision sur les énergies propres
www.retscreen.net

- Formation et aide
- Forums Internet
- Place d'affaires
- Études de cas
- e-Manuel

Partenaires



Complétez la page « ressources solaire »

Complétez les données concernant le site

Évaluation de la ressource solaire et calcul de la charge RETScreen® - Projet d'installation photovoltaïque

Latitude du site et position du champ PV		Données	Notes/Plage
Station météorologique la plus proche du projet		Grenoble	voir la base de données météorologiques
Latitude du lieu du projet	*N	45,0	-90,0 à 90,0
Système de positionnement du champ PV	-	Fixe	
Inclinaison du champ PV	-	33,0	0,0 à 90,0
Orientation du champ PV p.r. à l'azimut	*	180	0,0 à 180,0

Données mensuelles

Mois	Portion d'utilisation du système dans le mois (0 - 1)	Moyenne mensuelle du rayonnement quotidien sur l'horizontale (kWh/m².j)	Température moyenne mensuelle (°C)	Moyenne du rayonnement quotidien sur le champ PV (kWh/m².j)	Fraction solaire mensuelle (%)
janvier	1,00	1,29	0,0	2,09	
février	1,00	2,09	1,1	2,96	
mars	1,00	3,15	5,0	3,82	
avril	1,00	4,12	7,8	4,40	
mai	1,00	4,86	12,8	4,76	
juin	1,00	5,29	15,6	5,00	
juillet	1,00	6,01	17,8	5,78	
août	1,00	5,12	17,8	6,31	
septembre	1,00	3,93	14,4	4,60	
octobre	1,00	2,31	9,4	3,08	
novembre	1,00	1,44	3,9	2,23	
décembre	1,00	1,12	1,7	1,86	

	Annuel	Période d'utilisation
Rayonnement solaire sur l'horizontale	MWh/m²	1,24
Rayonnement solaire sur la surface inclinée	MWh/m²	1,40
Température moyenne	°C	8,9

Caractéristiques de la charge

Données

Intro / Modèle énergétique / **Ressource solaire et charge** / Analyse des coûts / Analyse des GES / Sommaire financier

Complétez les données concernant la ressource solaire du site

ANNEXES

Prix HT des composants pour installations photovoltaïques

Panneaux photovoltaïques	
Désignation / caractéristiques	Prix unitaire HT
Module monocristallin 12 V/ 24 100 watts	546,9 €
Module polycristallin BP 3125U 24 V / 120 watts	656,3 €

Accumulateurs au plomb 2V	
Désignation / caractéristiques	Prix unitaire HT
Batterie 2V / 735 Ah	268,39 €
Batterie 2V / 900 Ah	264,18 €
Batterie 2V / 1000 Ah	264,18 €

Onduleur chargeur	
Désignation / caractéristiques	Prix unitaire HT
Studer Inno Compact C 2324S Régulé	1596,80 €

Câbles / Matériel de raccordement	
Désignation / caractéristiques	Prix unitaire HT
Câble 2G 2,5 mm ²	0,74 € / m
Câble unipolaire 25 mm ²	3 € / m
Câble unipolaire 50 mm ²	4 € / m
Articles de connexions et de pontage des batteries	150 €
Boite de raccordement des panneaux et cosses	75 €
Presses étoupes panneaux	3 € pièce

Méthode de calcul d'une installation photovoltaïque :

(source « L'électricité Photovoltaïque »)

A / Dimensionnement des panneaux photovoltaïques

Pour dimensionner la surface de panneaux nécessaires on procède en trois étapes :

Etape 1 : Calcul de l'énergie qui sera consommée par jour (voir bilan des puissances et énergies)

Etape 2 : Calcul de l'énergie à produire

Pour que les besoins du client soit assurés il faut que l'énergie consommée (E_c) égales l'énergie produite (E_p) à un coefficient près

$$E_p = \frac{E_c}{k}$$

Le coefficient k tient compte des facteurs suivant :

- l'incertitude météorologique ;
- l'inclinaison non corrigé des modules suivant la saison ;
- le point de fonctionnement des modules qui est rarement optimal et qui peut être aggravé par : la baisse des caractéristiques des modules, la perte de rendement des module dans le temps (vieillessement et poussières) ;
- le rendement des cycles de charge et de décharge de la batterie (90%) ;
- le rendement du chargeur et de l'onduleur (de 90 à 95%) ;
- les pertes dans les câbles et connexions

Pour les systèmes avec parc batterie, le coefficient k est en général compris entre 0,55 et 0,75. La valeur approchée que l'on utilise pour les système avec batterie sera souvent de 0,65.

Etape 3 : Calcul de la taille du générateur photovoltaïque (ensemble des panneaux) à installer.

La puissance crête des panneaux à installer dépend de l'irradiation du lieu d'installation. On la calcule en appliquant la formule suivante :

$$P_c = \frac{E_p}{k \cdot I_r}$$

P_c : puissance crête en Watt crête (Wc)

E_p : énergie produite par jour (Wh/j)

I_r : irradiation quotidienne moyenne annuelle (kWh/m².jour)

Ce qui revient à écrire

$$P_c = \frac{E_c}{k \cdot I_r}$$

P_c : puissance crête en Watt crête (Wc)

E_c : énergie consommée par jour (Wh/j)

I_r : irradiation quotidienne moyenne annuelle (kWh/m².jour)

Concernant l'irradiation moyenne en France et pour la période estivale (ce qui correspond à l'utilisation de cette installation) $I_r = 5$ kWh/m².jour

B / Dimensionnement du parc batteries :

Pour réaliser le dimensionnement de la batterie, on procède de la façon suivante :

Etape 1 : On calcule l'énergie consommée (E_c) par les différents récepteurs

Etape 2 : On détermine le nombre de jour d'autonomie nécessaire

Etape 3 : On détermine la profondeur de décharge acceptable pour le type de batterie utilisée

Etape 4 : On calcule la capacité (C) de la batterie en appliquant la formule ci-dessous

$$C = \frac{E_c \cdot N}{D \cdot U}$$

C : capacité de la batterie en ampère.heure (Ah)

E_c : énergie consommée par jour (Wh/j)

N : nombre de jour d'autonomie

D : décharge maximale admissible (0,8 pour les batteries au plomb)

U : tension de la batterie (V)

Caractéristiques des panneaux photovoltaïques choisis pour cette installation



BP 3125

125 Watt Photovoltaic Module

High-efficiency photovoltaic module using silicon nitride coated multicrystalline silicon cells.

Performance

Rated power (P_{max})	125W
Power tolerance	$\pm 5\%$
Nominal voltage	12V
Limited Warranty ¹	25 years

Configuration

S BP 3125S	Clear universal frame with LoPro J-Box and polarized Multicontact (MC) connectors
U BP 3125U	Clear universal frame and standard J-Box

Electrical Characteristics²

	BP 3125
Maximum power (P_{max}) ³	125W
Voltage at Pmax (V_{mp})	17.6V
Current at Pmax (I_{mp})	7.1A
Warranted minimum P_{max}	118.75W
Short-circuit current (I_{sc})	7.54A
Open-circuit voltage (V_{oc})	22.1V
Temperature coefficient of I_{sc}	$(0.065 \pm 0.015)\% / ^\circ C$
Temperature coefficient of V_{oc}	$-(80 \pm 10)mV / ^\circ C$
Temperature coefficient of power	$-(0.5 \pm 0.05)\% / ^\circ C$
NOCT (Air 20°C; Sun 0.8kW/m ² ; wind 1m/s)	47 \pm 2°C
Maximum series fuse rating	15A (S); 20A (U)
Maximum system voltage	600 V (US NEC rating) 1000V (IEC rating)



Mechanical Characteristics

Dimensions	S,U	Length: 1510mm (59.4") Width: 674mm (26.5") Depth: 50mm (1.97")
Weight	S,U	12.0 kg (26.5 pounds)
Solar Cells	S,U	36 cells (157mm x 157mm) in a 4x9 matrix connected in series
Output Cables	S	RHW AWG# 12 (4mm ²) cable with polarized weatherproof DC rated Multicontact connectors; asymmetrical lengths - 900mm (-) and 800mm (+)
Junction Box	U	U-Version junction box with 6-terminal connection block; IP 54, accepts PG 13.5, M20, ½ inch conduit, or cable fittings accepting 6-12mm diameter cable. Terminals accept 2.5 to 10mm ² (8 to 14 AWG) wire.
Diodes	S,U	IntegraBus™ technology includes for every 18 cells, a Schottky by-pass diode integrated into the printed circuit board bus
Construction	S,U	Front: High-transmission 3mm (1/8 th inch) tempered glass; Back: Tedlar; Encapsulant: EVA
Frame	S,U	Clear anodized aluminum alloy type 6063T6 Universal frame; Color: silver

1. Module Warranty: 25-year limited warranty of 80% power output; 12-year limited warranty of 90% power output; 5-year limited warranty of materials and workmanship. See your local representative for full terms of these warranties.
2. These data represent the performance of typical BP 3125 products, and are based on measurements made in accordance with ASTM E1036 corrected to SRC (STC.)
3. During the stabilization process that occurs during the first few months of deployment, module power may decrease by up to 3% from typical P_{max} .