



Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
International Institute for Water and Environmental Engineering

**ETUDE ET CONCEPTION D'UNE ALIMENTATION PHOTOVOLTAÏQUE
CONNECTEE AU RESEAU : CAS DU BATIMENT ADMINISTRATIF ET DE TROIS
SALLES DE CLASSE DU LYCEE PROFESSIONNEL DR BRUNO BUCHWIESER
(LPBB)**

**MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER SPECIALISE EN GENIE ELECTRIQUE, ENERGETIQUE ET ENERGIES
RENOUVELABLES**

Présenté et soutenu publiquement le 24/11/2011 par

Abu Drahamane Héma OUATTARA

Travaux dirigés par : M. Ahmed O. BAGRE

Jury d'évaluation du stage :

Président : **M. Francis SEMPORE**

Membres et correcteurs : **M. Bapio BAYALA**

M. Ahmed O. BAGRE

Promotion [2010 / 2011]

Remerciements/ DEDICACES.

Je remercie tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

RESUME

Notre thème intitulé « Etude et conception d'une alimentation photovoltaïque connectée au réseau du bâtiment administratif et de trois salles de classe du LPBB » rentre en ligne de compte dans le projet d'établissement triennal 2011 -2014 du LPBB dont une des visions est « la maîtrise de l'énergie électrique en vue d'assurer la continuité de service dans l'établissement ». Il s'est agit de concevoir une alimentation photovoltaïque qui puissent secourir un certains nombres de récepteurs dits « récepteurs secourus » en cas de coupure d'électricité fournie par le réseau national. Autrement, l'installation photovoltaïque injecte son courant dans le réseau.

Notre travail nous a donc amené à dimensionner notre installation photovoltaïque et à choisir ses différents composants.

Mots Clés :

-
- 1 – Etude et conception**
 - 2 – Alimentation photovoltaïque**
 - 3 – Connecté au réseau**
 - 4 - Récepteurs secourus**

ABSTRACT

Our topic entitled “Study and design of a Photovoltaic power supply connected to the grid of the administrative building and three classrooms of the LPBB” returns in account in the project of triennial establishment 2011 -2014 of the LPBB of which one of the visions is “the control of electrical energy in order to ensure the continuity of service in the establishment”. It east is a question of conceiving a photovoltaic power supply which can help certain numbers of receivers known as “critical loads” in the event of cut of electricity provided by the domestic network. Otherwise, the photovoltaic installation injects its current in the network. Our work thus led us to dimension our photovoltaic installation and to choose its various components.

Key words:

-
- 1 - Study and design**
 - 2 - Photovoltaic power supply**
 - 3 - Connected to the grid**
 - 4 – Critical loads**

Liste des abréviations

AC : Alternatif Courant

DC : Direct Courant

LPBB : Lycée Professionnel Dr Bruno Buchwieser

PV : Photovoltaïque

Pc : puissance-crête

SB : Sunny Boy

SOMMAIRE

LISTE DES TABLEAUX.....	2
LISTE DES FIGURES.....	3
<i>I- Introduction.....</i>	<i>4</i>
<i>II- Hypothèse de travail et/ou Objectifs du travail</i>	<i>5</i>
<i>III- Matériels et Méthodes</i>	<i>7</i>
III-1 Généralités	7
III-2 Dimensionnement de l'installation	13
III-3 Organes de sécurité et de raccordement.....	19
<i>IV- Résultats.....</i>	<i>19</i>
<i>VI- Discussion et Analyses</i>	<i>25</i>
<i>VII- Conclusion.....</i>	<i>24</i>
<i>IX- Recommandations - Perspectives.....</i>	<i>25</i>
<i>X- Annexes.....</i>	<i>27</i>

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 : Estimation des besoins journaliers en électricité des récepteurs secourus</i>	<i>13</i>
<i>Tableau 2 : estimation de E_j en kWh/m²/j</i>	<i>14</i>
<i>Tableau 3 : tableau de vérification des paramètres de l'onduleur SB 5000 TL HC</i>	<i>16</i>
<i>Tableau 4 : Bilan de puissances des récepteurs secourus</i>	<i>17</i>

LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1 : plan d'implantation des bâtiments concernés par les études</i>	<i>5</i>
<i>Figure 2 : schéma du principe général du système connecté au réseau</i>	<i>8</i>
<i>Figure 3 : schéma simplifié d'un système de connexion sécurisée</i>	<i>9</i>
<i>Figure 4 : schéma type à deux circuits indépendants</i>	<i>9</i>
<i>Figure 5: Architecture du kit SUNNY BACKUP (SUNNY BACKUP SET M+chargeur+batteries)</i>	<i>10</i>
<i>Figure 6: Photo du Sunny Backup Set M</i>	<i>10</i>
<i>Figure 7: synoptique de notre installation connectée au réseau</i>	<i>11</i>
<i>Figure 8: Agencement des modules PV.....</i>	<i>16</i>
<i>Figure 9: Agencement des Batteries.....</i>	<i>18</i>

I- INTRODUCTION

L'idée de l'étude et de la conception d'une alimentation photovoltaïque connectée au réseau du bâtiment administratif et de trois salles de classe du Lycée Professionnel Dr Bruno Buchwieser (LPBB) s'insère parfaitement dans une réalité mondiale mais aussi nationale :

- Au niveau mondial, le photovoltaïque fait désormais partie de ces technologies modernes et incontournables pour produire une électricité propre et respectueuse de l'environnement.
- Au niveau national, le pays étant sujet à des coupures intempestives du courant électrique fourni par le réseau public, cette étude, une fois réalisée, assurera une continuité de service de l'alimentation électrique d'un certains nombre de récepteurs dits « récepteurs secourus ».

En outre l'idée de cette étude fait partie intégrante du projet d'établissement du LPBB dont une des visions est « la maîtrise de l'énergie électrique en vue d'assurer la continuité de service dans l'établissement ». L'intérêt majeur de notre thème, c'est que la continuité de service électrique est assurée, même en cas de coupure d'électricité, ce qui n'est pas le cas dans la plupart des alimentations PV injectée au réseau.

Notre étude nous amènera à établir le besoin énergétique journalier de nos récepteurs secourus, à dimensionner notre installation par deux logiciel de dimensionnement (PVsyt et SDesign), à choisir les composants de l'installation, à évaluer le projet.

II- HYPOTHESE DE TRAVAIL ET/OU OBJECTIFS DU TRAVAIL

➤ Structure d'accueil

Le LPBB est un lycée d'enseignement technique qui se trouve à Ouagadougou (voir annexe I pour la présentation de la structure). Le LPBB compte plusieurs bâtiments mais ceux concernés par l'étude sont le bâtiment administratif et 3 classes des cours dont le plan d'implantation est représenté dans la figure suivante.

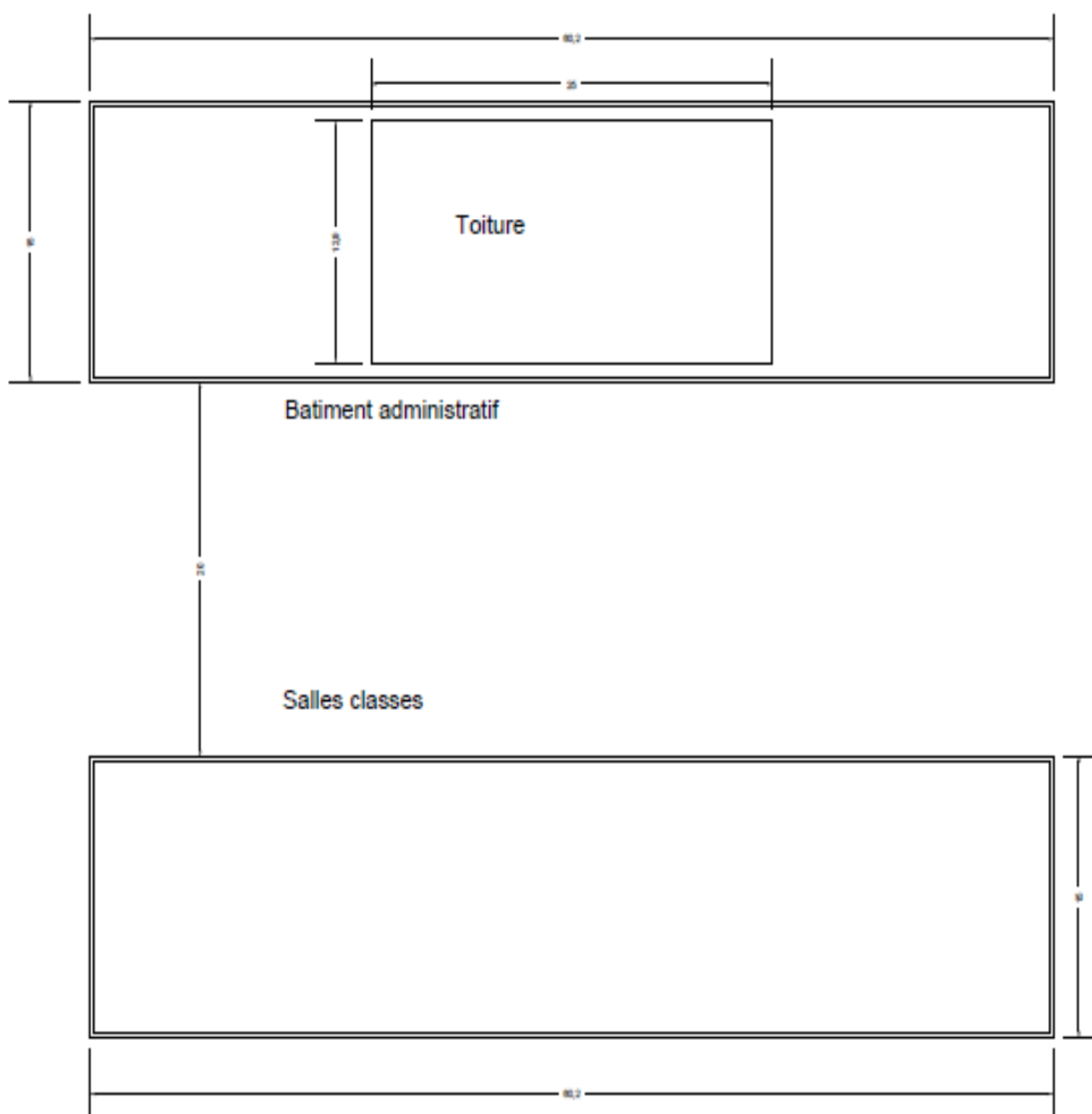


Figure 1 : plan d'implantation des bâtiments concernés par les études

➤ **Problématique**

- Pour rendre effectif le projet d'établissement triennal 2011 -2014 du LPBB
- Pour pallier aux problèmes de délestage électrique
- Contribution à la réduction du cout de la facture électrique
- Pour un besoin d'optimisation et de fiabilisation
- Pour la maîtrise de l'énergie électrique en vue d'assurer la continuité de service dans l'établissement

➤ **Objectif**

Notre étude a pour objectif de :

- Faire un état des besoins énergétiques journaliers ;
- Dimensionner le système photovoltaïque ;
- Choisir les composants du système photovoltaïque ;
- Evaluer le projet.

III-1 Généralités

➤ Architecture électrique des générateurs connectés au réseau

Un générateur photovoltaïque connecté au réseau comprend de manière très simple, les composants suivants :

- le module photovoltaïque : des cellules photovoltaïques (éléments de base réalisant la conversion proprement dite) sont mis en série pour former un « module photovoltaïque », ces modules sont alors mis en série et en parallèle selon les besoins en énergie du générateur et constituent le « champ photovoltaïque ». Le courant électrique fourni par un module est un courant continu. La puissance des modules varie en fonction de l'ensoleillement, la puissance nominale est appelée Puissance crête (P_c) et s'exprime en watts crête (W_c). Elle correspond à la puissance délivrée par le module dans des conditions spécifiques d'éclairement et de température. L'éclairement correspond approximativement à celui d'un midi solaire en été. Il existe des modules ayant une puissance crête de 10 W_c jusqu'à 300 W_c . Le champ photovoltaïque, pour des modules co-planaires, doit être exposé autant que possible de façon à recueillir le maximum d'ensoleillement sur l'année
- l'onduleur : son rôle est de transformer le courant continu fourni par le champ photovoltaïque en un courant alternatif ayant toutes les caractéristiques du courant alternatif fourni par le réseau électrique. Dans le cas d'un générateur photovoltaïque raccordé au réseau, l'onduleur se déconnecte automatiquement en cas d'absence ou de défaillance du réseau.
- la batterie d'accumulateur : pour certaines applications nécessitant un niveau de qualité plus élevé de fourniture électrique (circuits de surveillance, circuits de sécurité, réseaux informatiques) ou dans le but de proposer un service de sauvegarde de l'alimentation électrique en cas de défaillance du réseau, un parc de stockage sera utilisé. L'avantage du couplage de ce parc de stockage avec un champ photovoltaïque réside dans l'augmentation de l'autonomie de la sauvegarde, car la batterie pourra être rechargée lors de coupures longues (tempêtes) par le générateur PV
- les organes de sécurité et de raccordement qui assurent des fonctions de protection vis-à-vis de l'utilisateur et du réseau. Ces dispositifs peuvent être intégrés dans l'onduleur

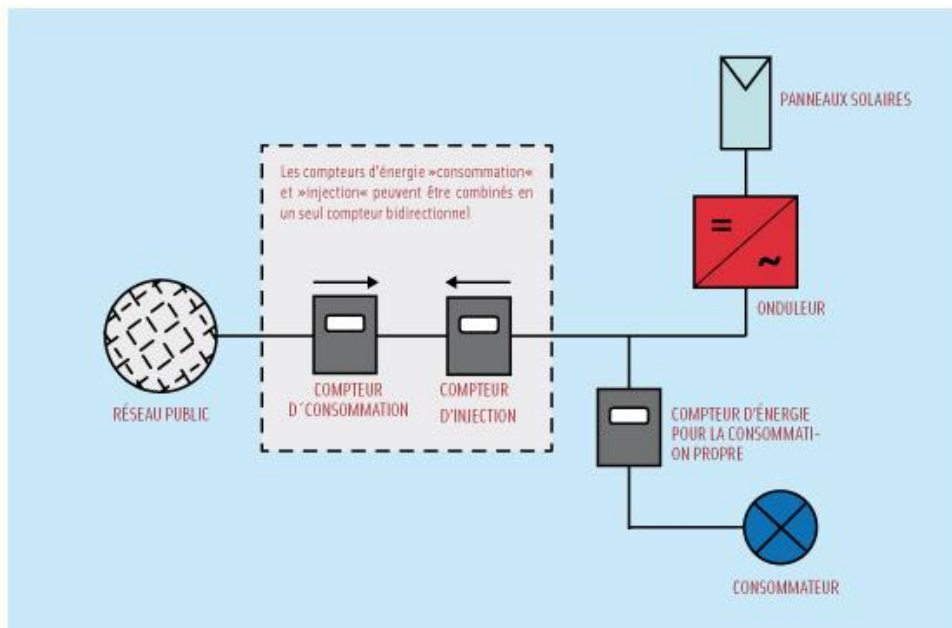


Figure 2 : schéma du principe général du système connecté au réseau

Contrairement à l'architecture des générateurs dits de connexion pure permettant la production d'électricité dans le réseau électrique « au fil du soleil », l'architecture de nos générateurs est l'architecture de générateurs dits de sécurisation, qui permettent à la fois la production directe, mais aussi une production autonome en cas de défaillance de l'alimentation par le réseau électrique. Le principe d'un tel système est de permettre la production totale ou partielle de l'électricité solaire photovoltaïque sur le réseau, tant que celui-ci présente des caractéristiques conformes, et, de basculer tout ou partie de la production sur un ensemble de charges dites « sécurisées » dans les deux configurations suivantes :

- absence totale de réseau
- qualité électrique du réseau hors normes.

Le schéma suivant en présente le principe simplifié :

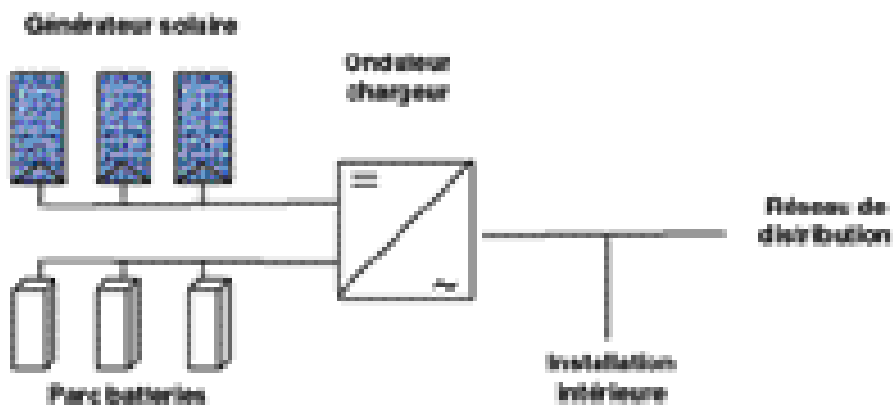


Figure 3 : schéma simplifié d'un système de connexion sécurisée

La topologie du réseau des charges intérieures se fera suivant le principe suivant :

On aura deux circuits indépendants, avec basculement automatique sur le circuit secouru en mode sécurisé. Un report d'information est recommandé.

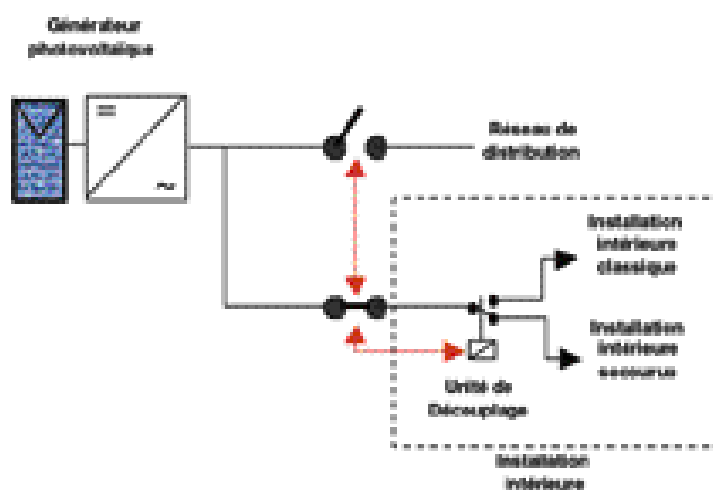


Figure 4 : schéma type à deux circuits indépendants

➤ Utilisation du SUNNY BACKUP SET M

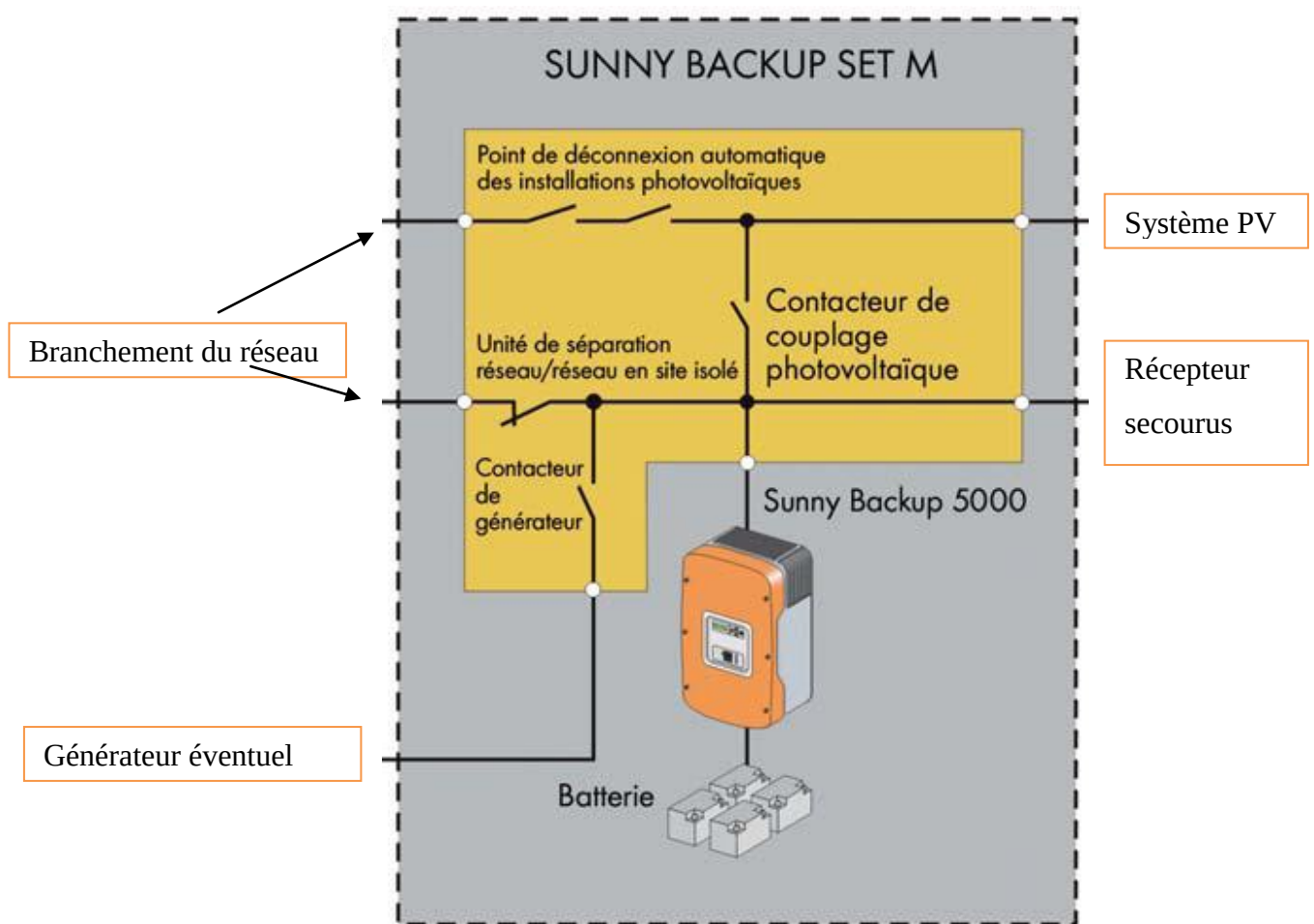


Figure 5: Architecture du kit SUNNY BACKUP (SUNNY BACKUP SET M+chargeur+batteries)



Figure 6: Photo du Sunny Backup Set M

➤ Fonctionnement du SUNNY BACKUP SET M

Le système de secours Sunny Backup permet aux installations photovoltaïques couplées au réseau de fonctionner temporairement de façon indépendante de ce dernier. En cas de coupure de courant, le système de secours peut ainsi assurer l'approvisionnement du réseau domestique.

Le système se compose notamment de l'onduleur Sunny Backup, d'une installation photovoltaïque et d'un parc de batteries. En mode de fonctionnement normal, un ou plusieurs onduleurs solaires injectent dans le réseau public le courant produit par l'installation photovoltaïque. Le système de secours Sunny Backup n'est activé qu'en cas de défaillance du réseau ou de panne secteur : le dispositif de commutation isole alors l'installation photovoltaïque et les consommateurs du réseau public, et le réseau domestique est alimenté par les batteries. En tant que gestionnaire de système, le Sunny Backup coordonne l'ensemble des opérations de commutation, offrant ainsi une réponse fiable à toutes les pannes de réseau.

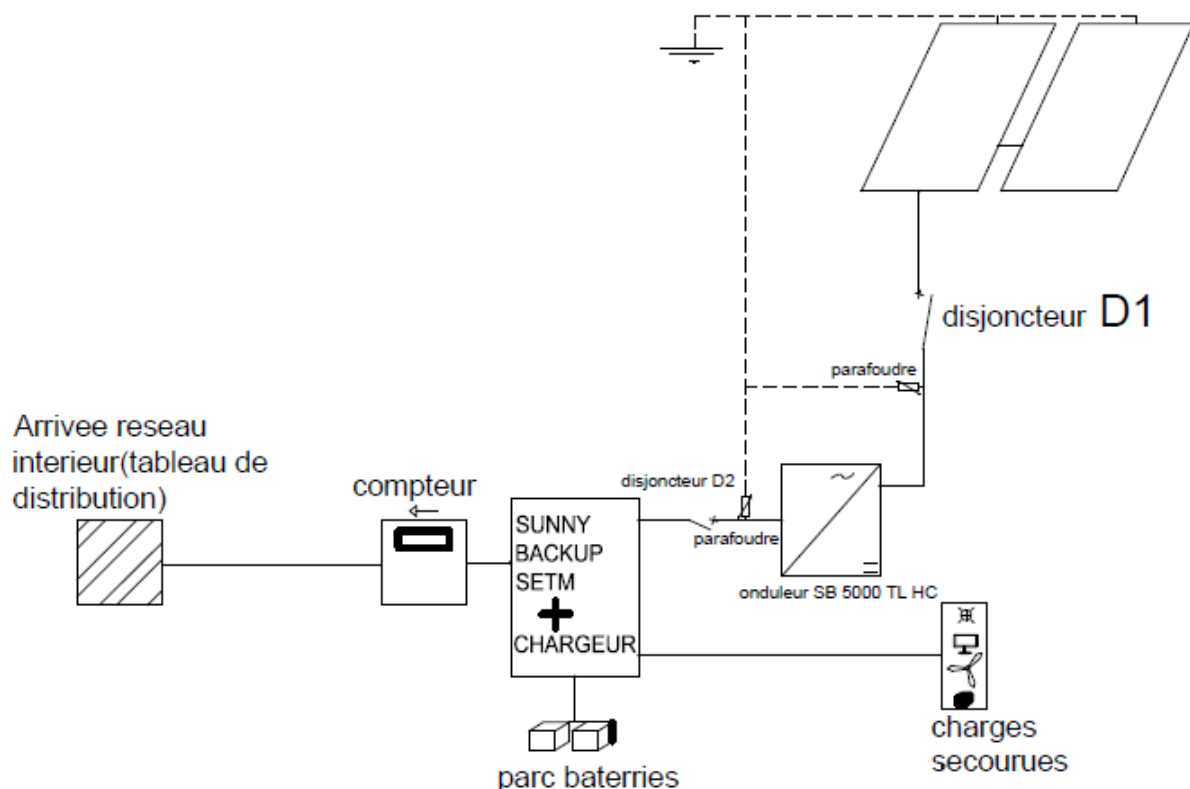


Figure 7: synoptique de notre installation connectée au réseau

Eléments de connexion :

- Champ PV
- Onduleur SB 5000 TL HC
- Kit SUNNY BACKUP (SB SET M + Chargeur SB 5000+Batteries)
- Charges secourues
- Réseau intérieur (Tableau de distribution)

III-2 Dimensionnement de l'installation

Lorsqu'il s'agit d'une installation connectée au réseau, le dimensionnement peut se faire de différentes façons. Les 3 critères les plus utilisés sont : la consommation d'électricité, la surface disponible et le budget¹

Dans le cas du photovoltaïque connecté réseau, le dimensionnement revient donc à déterminer une puissance à développer, non pas seulement selon un besoin à couvrir, mais aussi selon le productible qu'offrira une configuration « champ/onduleur » :

Mais l'objectif premier du LPBB étant d'avoir une alimentation secourue, le dimensionnement prendra en compte les besoins journaliers comme le minima à satisfaire.

➤ Importance de l'orientation/inclinaison des modules par rapport à la position du Soleil

Afin de maximiser la production d'électricité d'une installation photovoltaïque, il convient d'orienter les modules de façon optimale afin de capter un maximum du rayonnement solaire. L'énergie solaire reçue par une surface de modules photovoltaïques sera plus importante si cette surface est perpendiculaire aux rayons directs du soleil. Le rendement optimum est obtenu pour une orientation sud avec une inclinaison de 15°.

➤ Estimation des besoins journaliers en électricité des récepteurs secourus

Tableau 1 : Estimation des besoins journaliers en électricité des récepteurs secourus

Appareils électriques	Quantité	temps (h)	puissance (W)	consommation journalière (Wh/j)
Lampes 220V	24	5	40	4800
Photocopieuse 220V	1	3	726	2904
Ordinateur 220 V	4	7	280	7840
Ventilateurs 220V	7	8	50	2450
Total			3156	17618

➤ Estimation de l'ensoleillement journalier

¹ <http://www.ef4.be/fr/photovoltaique/aspects-techniques/dimensionnement-projet-photovoltaique.html>

Il est exprimé en fonction de l'inclinaison qui est voisine la latitude du lieu (15°), de l'orientation des panneaux qui est Nord-Sud.

Tableau 2 : estimation de E_j en kWh/m²/j²

Mois	Rayonnement solaire quotidien - horizontal	Rayonnement solaire quotidien - incliné
	kWh/m ² /j	kWh/m ² /j
Janvier	5,47	6,177956251
Février	6,36	6,902760702
Mars	6,45	6,613373588
Avril	6,39	6,211858844
Mai	6,2	5,794644652
Juin	6,1	5,597114899
Juillet	5,72	5,312302785
Août	5,37	5,154453894
Septembre	5,79	5,802303492
Octobre	5,93	6,285660729
Novembre	5,76	6,451055095
Décembre	5,32	6,090894315
Annuel	5,900109589	6,025904499

E_j choisi est celui du mois le plus défavorable qui est le mois d'août : $E_j = 5.32 \text{ kWh/m}^2/\text{j}$

Le facteur de correction **k** qui prend en compte les divers rendements est tel que :
 $0,55 < k < 0,65$

Calcul de la puissance crête minimale à installer

$$P_c = \frac{C_j}{k E_j}$$

- **C_j** = consommation journalière en Wh/j
- **E_j** : nombre représentant l'ensoleillement sur le plan des modules en kWh/m²/j pour le mois le plus défavorable
- **k** : facteur de correction prenant en compte les divers rendements. $0,55 < k < 0,65$ pour une installation avec stockage.

Nous choisissons $k = 0.6$

$$P_c = \frac{17618}{0.6 \times 5.32}$$

² Source : le logiciel Retscreen

$$P_c = 5519.4 \text{ Wc}$$

➤ **Choix du module PV**

Nous choisissons des modules polycristallins ND 210 E1F de 210W de SHARP.
La surface totale du champs PV doit être inférieure à la surface de toit disponible

Nombre N de modules nécessaires

$$N = \frac{5519.4}{210}$$

$$N = 26$$

On choisi **N = 26**

Calcul de la surface A de toit disponible

$$A = 25 \times 13$$

$$A = 325 \text{ m}^2$$

Surface totale S du champ PV

Dimensions d'un module³ :

Longueur: 1652 mm

Largeur: 994 mm

Surface: 1, 64 m²

$$S = 1.64 \text{ m}^2 \times 26$$

$$S = 42.6 \text{ m}^2$$

La surface totale du champ PV est inférieure à la surface de toit disponible.

Puissance crête installée

$$P_c = 210 \times 26$$

$$P_c = 5460 \text{ Wc}$$

➤ **Agencement des modules**

Nombre de modules en séries : 13

Nombre de chaines : 02

³ Données du logiciel SDesign de SMA

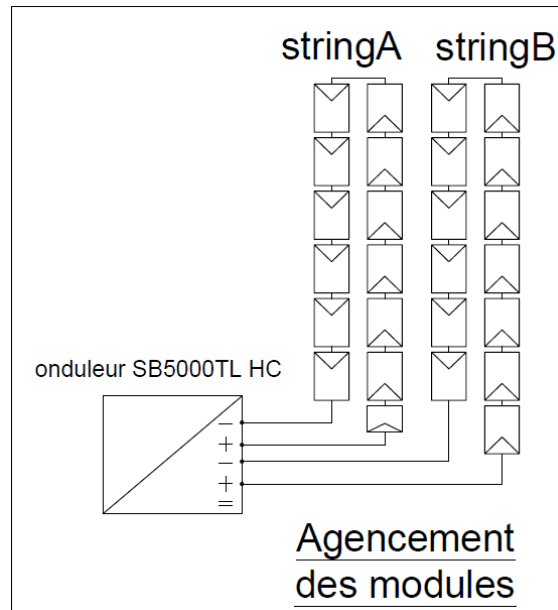


Figure 8: Agencement des modules PV

➤ Choix de l'onduleur

Nous choisissons l'onduleur **Sunny Boy SB 5000 TL HC** (voir annexe III)

Tableau 3 : tableau de vérification des paramètres de l'onduleur SB 5000 TL HC

Liste de vérification	Sunny Boy 5000 TL HC	
	Calcul	vérification
Vérification de la tension d'entrée	$13 \times V_{oc} = 13 \times 36.4 \text{ V}$ $= 473.2 \text{ V}$	$< 750 \text{ V}$ OK
Vérification de la plage MPPT de l'onduleur	$(125\text{V}-600\text{V})/13$ $= 9.63\text{V}-46.15\text{V}$	(Module $V_{MPP}=28.8\text{V}$) OK
Vérification de la fréquence	50 Hz	OK
Vérification de la tension de sortie	230V	OK
Vérification du niveau du courant d'entrée	2 chaines PV $2 \times 8.03 \text{ A} = 16.06 \text{ A}$	< 22 A OK
Vérification du rapport de puissance	$6000\text{W}/5500\text{W}=1.09$	0.80-1.20 OK

Rendement	97.1	-
technologie	Avec transformateur	-

L'onduleur choisi est donc compatible

Calcul de la capacité Cs de stockage

$$Cs \text{ (Ah)} = \frac{C_j N_j}{U_{bat} n_{bat} dM}$$

- **Nj** : nombre de jours d' autonomie (1 jour)
- **Ubat** : tension aux bornes de la batterie. On prend 48V car Pc
- **nbat** : rendement de la batterie (85%)
- **dM** : profondeur de la décharge (50 - 70%)

$$Cs \text{ (Ah)} = \frac{17618 \times 1}{48 \times 0.85 \times 0.60}$$

$$Cs = 719.6 \text{ Ah}$$

Choix des batteries

Nous choisissons des batteries de 12V-250 Ah de marque DETA SOLAR agencées comme suit :

Nombre Nbs de batterie en série :

$$Nbs = \frac{U_{utilisation}}{U_{batterie}}$$

$$Nbs = \frac{48V}{12V}$$

$$Nbs = 04$$

Nombre Nbp de branches parallèles de batteries :

$$Nbp = \frac{Cs}{C_{batterie}}$$

$$Nbp = \frac{719.6}{250}$$

$$Nbp = 03$$

Donc capacité installée : 750 Ah

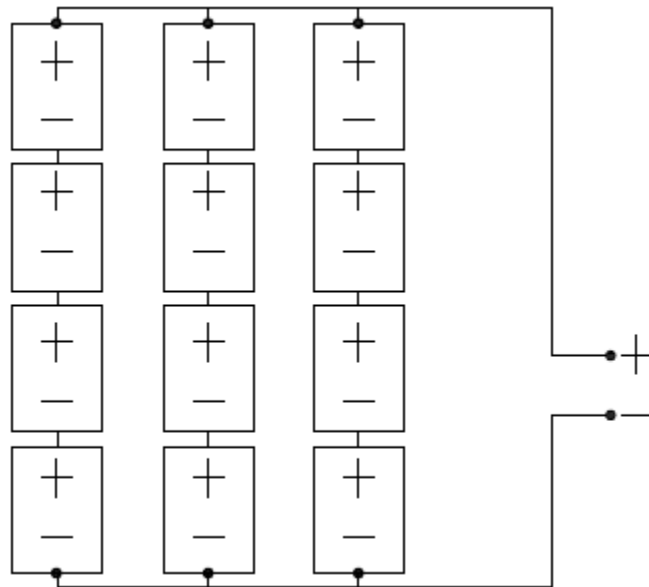


Figure 9: Agencement des Batteries

III-3 Organes de sécurité et de raccordement

Les organes de sécurité et de raccordement assurent des fonctions de protection vis-à-vis de l'utilisateur, de l'installation photovoltaïque et du réseau. Elles se déclinent sous 3 formes :

- La protection de découplage dont l'objectif est de ne pas laisser sous tension un ouvrage en défaut. Elle permet ainsi de déconnecter l'installation photovoltaïque du réseau électrique lorsqu'un problème technique survient. Nous utiliserons deux disjoncteurs : un à l'entrée DC de l'onduleur et à sa sortie AC
- La protection contre la foudre dont l'objectif est de protéger autant que possible le générateur photovoltaïque des impacts directs (impacts sur la construction) et induits (impacts au sol, surtension véhiculée par le réseau électrique) de la foudre.
- La mise à la terre dont l'objectif est de protéger les personnes et les équipements, d'accroître la fiabilité des équipements et de réduire les risques de détérioration en cas de foudre.

Choix des disjoncteurs

Déterminons le courant de service par un bilan de puissance

Tableau 4 : Bilan de puissances des récepteurs secourus

BILAN DE PUISSANCE DES RECEPTEURS SECOURUS												
N°	RECEPTEURS	Puissance Utile active (W)	Tension (V)	cosφ	η	Puissance active absorbée (W)	Puissance apparente (VA)	Facteur d'utilisation maxi	Facteur de simultanéité	Puissance apparente d'utilisation (VA)	Puissance apparente d'utilisation totale (VA)	Le courant appelé (A)
1	4 Ordinateurs	1120	230	0,8	0,8	1 400,00	1 750,00	0,8	0,80	1 120,00	3 156,00	13,72
2	1 Photocopieur	726	230	0,8	0,8	907,50	1 134,38	0,8	0,80	726,00		
3	7 Ventilateurs	350	220	0,5	0,8	437,50	546,88	0,8	0,80	350,00		
4	24 Lampes fluorescentes	960	230	0,5	1	960,00	960,00	1	1,00	960,00		

Courant de service : 13.72 A

En prenant une température ambiante de 40°, le tableau de choix des disjoncteurs de l'annexe VI, on trouve : un disjoncteur magnétothermique 230V à 2 pôles protégés, de courbe C, de calibre 16A, et de courant de réglage 15.2 A ; pouvoir de coupure 100kA

Choix du disjoncteur côté CC de l'onduleur

Le courant de court-circuit total du champ PV est : $8.03 \times 2 = 16.06 \text{ A}$

On choisit un disjoncteur magnétothermique bipolaire 400V de courbe C, de calibre 20 A, de courant de réglage 19 A, de pouvoir de coupure 20kA

Choix des parafoudres

Nous choisissons des parafoudres bipolaires à base de varistance avec déconnexion thermique intégré possédant une capacité d'écoulement répétitif supérieur à 20 kA onde 8/20 μs

(confère guide de spécification techniques relatives à la protection des personnes et biens sur les générateurs PV raccordés au réseau de l'ADEME)

IV- RESULTATS

	PVSYST V5.14		19/11/11	Page 1/4
Alimentation PV connectée au réseau du LPBB Résultats du rapport				
Système couplé au réseau: Paramètres de simulation				
Projet :	Alimentation PV connectée au reseau:cas du LPBB			
Site géographique	Ouagadougou	Pays	Burkina Faso	
Situation	Latitude 12.4°N	Longitude	1.5°W	
Temps défini comme	Temps légal	Fus. horaire TU+0	Altitude	306 m
	Albédo	0.20		
Données météo :	Ouagadougou, Données horaires synthétiques			
Variante de simulation : Nouvelle variante de simulation				
	Date de la simulation	19/11/11 à 21h57		
Paramètres de simulation				
Orientation plan capteurs	Inclinaison	15°	Azimut	0°
Horizon	Pas d'horizon			
Ombrages proches	Sans ombrages			
Caractéristiques du champ de capteurs				
Module PV	Si-poly	Modèle	ND-210 E1F	
		Fabricant	Sharp	
Nombre de modules PV		En série	13 modules	En parallèle 2 chaînes
Nombre total de modules PV		Nbre modules	26	Puissance unitaire 210 Wc
Puissance globale du champ		Nominale (STC)	5.5 kWc	Aux cond. de fonct. 4.8 kWc (50°C)
Caractéristiques de fonct. du champ (50°C)		U mpp	326 V	I mpp 15 A
Surface totale		Surface modules	42.7 m²	
Onduleur		Modèle	Sunny Boy SB 5000 TL HC	
		Fabricant	SMA	
Caractéristiques	Tension de fonctionnement	125-600 V	Puissance unitaire	4.6 kW AC
Facteurs de perte du champ PV				
Fact. de pertes thermiques	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (vent)	0.0 W/m²K / m/s
=> Tempér. de fonct. nominale (G=800 W/m², Tamb=20°C, Vit. vent = 1m/s.)			NOCT	56 °C
Perte ohmique de câblage	Rés. globale champ	368 mOhm	Frac. pertes	1.5 % aux STC
Perte de qualité module			Frac. pertes	2.5 %
Perte de "mismatch" modules			Frac. pertes	2.0 % au MPP
Effet d'incidence, paramétrisation ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Paramètre bo	0.05
Besoins de l'utilisateur :	Charge illimitée (réseau)			

Alimentation PV connectée au réseau du LPBB Résultats du rapport

Système couplé au réseau: Résultats principaux

Projet : Alimentation PV connectée au réseau:cas du LPBB

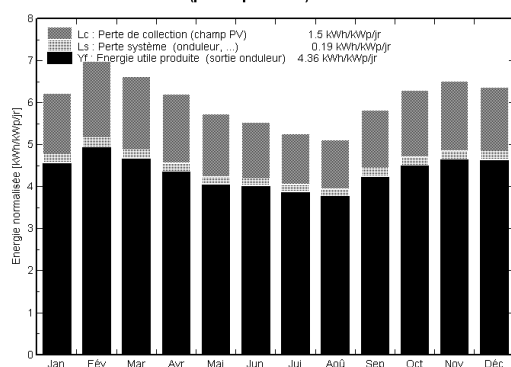
Variante de simulation : Nouvelle variante de simulation

Principaux paramètres système	Type de système	Couplé au réseau		
Orientation plan capteurs	inclinaison	15°	azimut	0°
Modules PV	Modèle	ND-210 E1F	Pnom	210 Wc
Champ PV	Nombre de modules	26	Pnom total	5.5 kWc
Onduleur	Modèle	Sunny Boy SB 5000 TL HCPnom		4.6 kW ac
Besoins de l'utilisateur	Charge illimitée (réseau)			

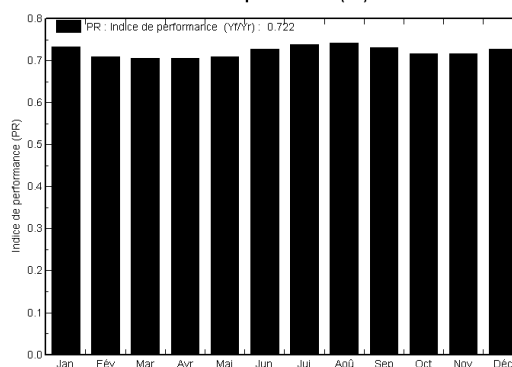
Principaux résultats de la simulation

Production du système	Energie produite	8697 kWh/an	Productible	1593 kWh/kWc/an
	Indice de performance (PR)	72.2 %		
Investissement	Global avec taxes	31708 €	Spécifique	5.81 €/Wp
Coût annuel	Annuités (Emprunt 5.0%, 20 ans)	2544 €/an	Coût d'exploitation	308 €/an
Coût de l'énergie		0.33 €/kWh		

Productions normalisées (par kWp installé): Puissance nominale 5.5 kWc



Indice de performance (PR)



Nouvelle variante de simulation

Bilans et résultats principaux

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray kWh	E_Grid kWh	EffArrR %	EffSysR %
Janvier	169.6	25.10	193.0	187.6	806.4	773.6	9.79	9.39
Février	178.1	28.00	195.6	190.4	790.1	758.1	9.46	9.08
Mars	200.0	31.40	205.3	199.6	826.1	792.1	9.43	9.04
Avril	191.7	33.21	186.0	180.4	747.3	716.5	9.41	9.02
Mai	192.2	32.40	177.9	171.9	718.4	688.5	9.46	9.06
Juin	183.0	29.70	165.8	159.6	686.3	658.1	9.70	9.30
Juillet	177.3	27.51	163.1	157.4	686.0	657.6	9.85	9.44
Août	166.5	26.51	158.4	153.1	670.6	642.7	9.92	9.50
Septembre	173.7	27.40	174.5	169.2	726.5	696.3	9.75	9.35
Octobre	183.8	29.09	195.4	189.8	798.7	765.6	9.58	9.18
Novembre	172.8	28.20	195.2	189.8	796.0	763.4	9.55	9.16
Décembre	169.9	25.39	197.4	191.6	818.3	784.5	9.71	9.31
Année	2158.5	28.65	2207.5	2140.3	9070.6	8697.0	9.62	9.23

Légendes: GlobHor Irradiation globale horizontale EArray Energie effective sortie champ
T Amb Température ambiante E_Grid Energie injectée dans le réseau
GlobInc Global incident plan capteurs EffArrR Effic. Eout champ / surf. brute
GlobEff Global "effectif", corr. pour IAM et ombrages EffSysR Effic. Eout système / surf. brute

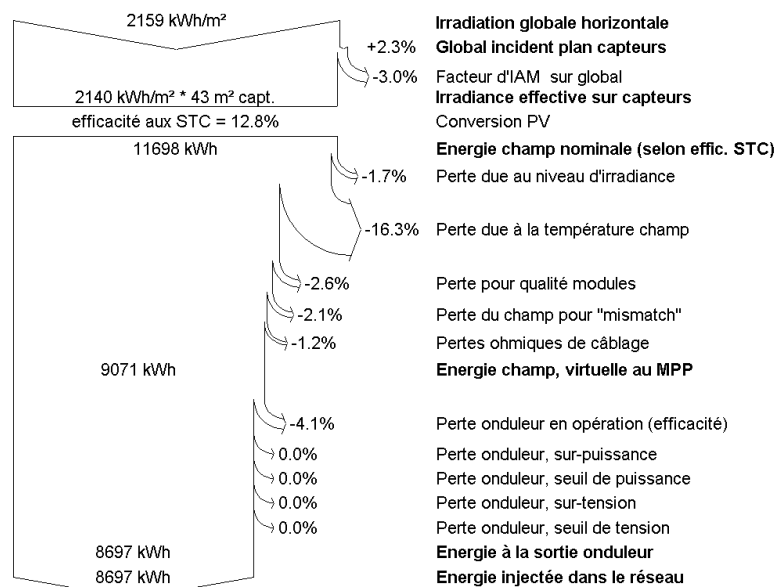
Alimentation PV connectée au réseau du LPBB Résultats du rapport

Système couplé au réseau: Diagramme des pertes

Projet : Alimentation PV connectée au reseau:cas du LPBB
Variante de simulation : Nouvelle variante de simulation

Principaux paramètres système	Type de système	Couplé au réseau		
Orientation plan capteurs	inclinaison	15°	azimut	0°
Modules PV	Modèle	ND-210 E1F	Pnom	210 Wc
Champ PV	Nombre de modules	26	Pnom total	5.5 kWc
Onduleur	Modèle	Sunny Boy SB 5000 TL HCP	Pnom	4.6 kW ac
Besoins de l'utilisateur	Charge illimitée (réseau)			

Diagramme des pertes sur l'année entière



	PVSYST V5.14		19/11/11	Page 4/4																														
Alimentation PV connectée au réseau du LPBB Résultats du rapport																																		
Système couplé au réseau: Evaluation économique																																		
Projet : Alimentation PV connectée au reseau:cas du LPBB																																		
Variante de simulation : Nouvelle variante de simulation																																		
<table> <tr> <td>Principaux paramètres système</td><td>Type de système</td><td colspan="3">Couplé au réseau</td></tr> <tr> <td>Orientation plan capteurs</td><td>inclinaison</td><td>15°</td><td>azimut</td><td>0°</td></tr> <tr> <td>Modules PV</td><td>Modèle</td><td>ND-210 E1F</td><td>Pnom</td><td>210 Wc</td></tr> <tr> <td>Champ PV</td><td>Nombre de modules</td><td>26</td><td>Pnom total</td><td>5.5 kWc</td></tr> <tr> <td>Onduleur</td><td>Modèle</td><td>Sunny Boy SB 5000 TL HCP</td><td>Pnom</td><td>4.6 kW ac</td></tr> <tr> <td>Besoins de l'utilisateur</td><td>Charge illimitée (réseau)</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>					Principaux paramètres système	Type de système	Couplé au réseau			Orientation plan capteurs	inclinaison	15°	azimut	0°	Modules PV	Modèle	ND-210 E1F	Pnom	210 Wc	Champ PV	Nombre de modules	26	Pnom total	5.5 kWc	Onduleur	Modèle	Sunny Boy SB 5000 TL HCP	Pnom	4.6 kW ac	Besoins de l'utilisateur	Charge illimitée (réseau)			
Principaux paramètres système	Type de système	Couplé au réseau																																
Orientation plan capteurs	inclinaison	15°	azimut	0°																														
Modules PV	Modèle	ND-210 E1F	Pnom	210 Wc																														
Champ PV	Nombre de modules	26	Pnom total	5.5 kWc																														
Onduleur	Modèle	Sunny Boy SB 5000 TL HCP	Pnom	4.6 kW ac																														
Besoins de l'utilisateur	Charge illimitée (réseau)																																	
Investissement																																		
Modules PV (Pnom = 210 Wc)	26 unités	344 € / unité		8944 €																														
Supports et intégration		77 € / module		2002 €																														
Onduleur (Pnom = 4.6 kW ac)	1 unités	1956 € / unité		1956 €																														
Construction, câblage, ...				308 €																														
Divers(transport;coffre-batter				1200 €																														
Protections et compteurs				1053 €																														
Sunny Backup Set M				2118 €																														
Batterie				4812 €																														
Ingénierie				4479 €																														
Moins-value substitution				-0 €																														
Investissement brut (sans taxes)				26872 €																														
Financement																																		
Investissement brut (sans taxes)				26872 €																														
Taxes sur l'investissement (TVA)	Taux 18.0 %			4837 €																														
Investissement brut (TTC)				31708 €																														
Subventions				-0 €																														
Investissement net (TTC)				31708 €																														
Annuités	(Emprunt 5.0 % sur 20 ans)			2544 €/an																														
Coût d'exploitation (maintenance, assurance, ...)				308 €/an																														
Coût annuel total				2852 €/an																														
Coût de l'énergie																																		
Energie produite				8697 kWh / an																														
Coût de l'énergie produite				0.33 € / kWh																														

Résultats du rapport de dimensionnement fourni par le logiciel SDesign de SMA

Alimentation PV connectée au réseau du

Alimentation PV connectée au réseau du LPBB

Société client ex.
Lycée Professionnel Dr Bruno Buchwieser
(LPBB)

Tél : +226 50 43 00 04
Fax : +226 50 43 00 04
E-Mail : cetfp.bb@fasonet.bf
Internet :

Aperçu du système (Alimentation PV connectée au réseau: cas du LPBB à Ouaga)



String A	String B	Onduleur
Sharp	Sharp	1 x Sunny Boy 5000TL-20
ND-210 (E1F)	ND-210 (E1F)	Taux de rendement max. : 97,1 %
Panneaux x string :		Rendement énergétique européen: 96,5 %
13 x 2	0 x 0	Puissance max. AC: 5,00 kW
Inclinaison/azimut:		Puissance DC max. : 5,30 kW
15° / 0°	15° / 0°	Câble AC (par onduleur): 4,0mm² ; 10,0m
Câble DC (ø / longueur total, par String):		
4,0mm² ; 15,0m	4,0mm² ; 15,0m	

Données techniques	
Puissance crête du générateur PV: 5,46 kW	Rapport de puissance nominale: 97 %
Surface tot. du générateur PV: 43,4 m²	Rendement énergétique annuel *: 5667,8 kWh
Nombre total de panneaux: 26	Facteur d'exploitation de l'énergie: 100,0 %
Nombre d'onduleurs: 1	Ratio de performance *: 81 %
Puissance DC max. : 5,30 kW	Rendement énergétique spécifique *: 1038 kWh/kWp
AC-Puissance effective max.: 5,00 kW	Pertes dues aux câbles (% en énergie PV): 0,5 %
Taux d'utilisation de l'onduleur: 95,9 %	

Notes: Dimensionnement par le logiciel SDesign de SMA

➤ **Liste de matériel utilisé**

- 26 panneaux SHARP de 210W/24V en polycristallins
- 01 onduleur réseau SB 5000 TL HC
- 01 Sunny Backup SET M
- 12 Batteries étanches DETA SOLAR de 250 Ah – 12V
- 02 disjoncteurs C6ON de calibre 16A
- 02 parafoudres;
- Câble souples 2x4mm² pour alimentation DC
- Câble rigide 2x4mm² pour alimentation AC
- Des supports de panneaux
- Des coffres batteries

VI- DISCUSSION ET ANALYSES

➤ Analyse des paramètres de l'onduleur

Notre puissance crête étant de 5.5 kW, l'onduleur choisi répond aux critères suivants :

- respect des paramètres réseaux (fréquence = 50Hz et tension AC = 230V sont identiques à celles du réseau)
- respect du rapport de puissance : Puissance PVmax onduleur/Puissance crête = 1,09 (compris entre 0.8 et 1.20 pour les onduleurs SMA)
- capacité à supporter la tension Voc à vide totale du champ PV = 473,2V (inférieur à 750 pour l'onduleur SB 5000 TL HC)
- capacité à supporter la tension VMPP à du champ PV = 374,4V (compris entre 125V et 600V pour l'onduleur SB 5000 TL HC)
- capacité à supporter le courant Icc de court-circuit total du champ PV = 16,06A (inférieur à 22A pour onduleur SB 5000 TL HC)
- capacité à supporter les charges AC : puissance AC max onduleur = 6 kW. Or la puissance totale apparente des charges (3.156 kVA) étant inférieure à 6 kW, leur puissance absorbée active l'est aussi.

➤ Énergie électrique consommée : 17,2 kWh/j = 6302,8 kWh/an

Coût de l'énergie consommée: 838 275 fcfa/an

Coût de l'installation PV: 31708€ = 20 610 200 fcfa

Temps de retour d'investissement : 24,5 ans

Energie produite: 8 697 kWh/an

Tonne CO2 évitée: 28.056 t/an (Selon le Service Environnement de la SONABEL, 1 kWh émet 0.88 kg de Carbone ou 3.226 kg de CO2)

➤ Economie d'énergie

On ferait de l'économie d'énergie en utilisant des lampes économiques de 13 W en lieu et place des lampes fluorescentes de 40W.

Ce qui engendre une économie d'énergie consommée de **3.24 kWh/jr**

VII- CONCLUSION

Notre étude nous a amené dans un premier temps à dresser un état des besoins énergétiques journaliers des récepteurs concernés par l'étude. Dans un second temps, il a fallu dimensionner le système PV par les deux méthodes manuelles et logicielles. Puis il s'en est suivi le choix des composants du système, pour terminer par l'évaluation de notre projet qui s'élève à trente un mille sept cent huit euros (31708 €)TTC. La puissance crête installée est de 5.4 kWc et l'énergie électrique produite par an est de 8697 kWh. Cette étude, une fois réalisée sera une solution contre les délestages et défaillance du réseau électrique au niveau des bâtiments concernés. Les systèmes photovoltaïques en général et ceux connecté au réseau en particulier, en plus d'être d'entretien facile, sont une alternative pour la réduction des gaz à effet de serre.

IX- RECOMMANDATIONS - PERSPECTIVES

- Mise en place d'une maintenance préventive : inspection, visite et contrôle réguliers des équipements
- Surveillance accrue de l'installation : prévention contre les vols de l'équipement, contre les jets de pierre sur les modules, prévention de l'ombrage sur les modules
- Mise à contribution les partenaires techniques du LPBB pour le financement du projet.
- A l'endroit du politique, exonération douanière du matériel solaire afin de réduire le coût du kWh solaire, mise en place d'une politique de rachat du kWh solaire et du CO₂ évité par l'utilisation du solaire

Bibliographie

Ouvrages et articles

Ahmed Ousmane BAGRE (June 2009) **Grid-connected solar PV system design and installation**

Zacharie Koalaga (2010-2011) **Les Systèmes PV connectés au réseau**

ADEME (01/06/2006) **Générateurs photovoltaïques raccordés au réseau**

Zacharie Koalaga (Decembre2010) **Cours d'électricité solaire photovoltaïque**

Sites internet

http://www.solarshop-europe.net/product_info.php?products_id=481&language=fr

(visité le 31/10/2011)

<http://www.sma-france.com/fr/produits/systemes-de-secours/sunny-backup-sets-m-l-xl.html>

(visité le 20/10/2011)

http://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=onduleur%20sb%205000%20tl%20hc&source=web&cd=2&ved=0CC4QFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.rs2e.fr%2Fdocumentation%2FSMA%2FSunny%2520Boy%2FSB_4200TL_HC_Multi-String_SB_5000TL_HC_Multi-String.pdf&ei=4wSuTt_WM4ezhAfb7szyDw&usg=AFQjCNEGWBQJyAlUpK18TzEFW0K06y2npQ

(visité le 31/10/2011)

<http://www.sma-france.com/fr/produits/onduleurs-solaires/sunny-boy/sunny-boy-3000tl-4000tl-5000tl.htm>

(visité le 12/11/2011)

Source : http://www.solarshop-europe.net/product_info.php?products_id=540&language=fr

(visité le 31/10/2011).

<http://www.pvsyst.com>

X- ANNEXES

Sommaire des annexes

<i>Annexe I : Présentation de la structure d'accueil : LPBB.....</i>	<i>28</i>
<i>Annexe II: caractéristique technique du module choisi.....</i>	<i>30</i>
<i>Annexe III: Présentation et description de l'onduleur SB 5000 TL HC</i>	<i>32</i>
<i>Annexe IV: Caractéristique technique de l'onduleur.....</i>	<i>34</i>
<i>Annexe V: Tableau des données Techniques de l'onduleur Sunny Backup Set M</i>	<i>35</i>
<i>Annexe VI: Données météorologiques et géographique du Burkina Faso par Retscreen.....</i>	<i>38</i>
<i>Annexe VII: Tableau de choix des disjoncteurs</i>	<i>39</i>

Annexe I : Présentation de la structure d'accueil : LPBB

HISTORIQUE



Le LPBB est un établissement public d'enseignement technique et de formation de l'ancien centre Austro burkinabé de Formation Technique et professionnelle créé en

Septembre 1970 grâce au fruit de l'amitié entre Mgr Denis TAPSOBA évêque de Ouahigouya et feu Dr Bruno BUCHWIESER, en collaboration avec les autorités nationales. Il a été ouvert en 1975 par arrêté ministériel N° 40/EN/DETFP du 1^{er} août 1975.

Transféré à l'état burkinabé le 11 Décembre 1995, le Centre a connu depuis sa création les dénominations suivantes :

De 1970 à 1974 Centre Autrichien de Formation Technique et Professionnelle (CAFTP) ;

De 1975 à 1983 Centre Austro - Voltaïque de Formation Technique et Professionnelle (CAVFTP) ;

De 1984 à 1994 Centre Austro - Burkinabé de Formation Technique et Professionnelle (CABFTP).

Le 12 Décembre 1995, par arrêté ministériel N° 95/146/MESSRS/SG/DGES/DESPI le centre a pris la dénomination de CENTRE D'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE ET DE FORMATION PROFESSIONNELLE DR BRUNO BUCHWIESER (CETFP/BB)

Le 22 Septembre 2007 l'Arrêté N°2007-184/MESSRS/SG/DGESTP érige le Centre d'Enseignement Technique et de Formation Professionnelle Dr Bruno BUCHWIESER (CETFP/BB) en Lycée Professionnel

OBJECTIF GENERAL

Former des ouvriers qualifiés et des cadres supérieurs et de conception compétents et efficaces dans le domaine de l'électronique, de l'électromécanique, de l'électrotechnique et de la mécanique générale tout en favorisant l'esprit d'auto -
entrepreneuriat.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A la fin de la formation les élèves filles et garçons admis :

- Au Certificat d'Aptitude Professionnel (CAP) ;
- Au Brevet d'Etude Professionnel (BEP) ;
- Aux Bacs Professionnels ;

Seront capables d'effectuer des travaux de dépannage, de réaliser un Câblage électrique, un Câblage électronique, une Etude de projets et des Mesures et Essai conformément aux compétences acquises.

RECRUTEMENT

Cycle court : Tout élève âgé de 14 à 15 ans, titulaire du CEP et admis à l'entrée en 6^{ème} de l'enseignement technique (ET) et ayant exprimé le désir de poursuivre une formation professionnelle.

Cycle moyen : Tout élève titulaire du CAP ou du BEPC et âgé de 19 ans au plus après une sélection sur test.

Cycle Long : Tout élève titulaire du BEP et âgé de 21 ans au plus après une sélection sur test.

FORMATIONS

● FORMATION INITIALE

♦ Cycle court : Les élèves (filles et garçons) reçoivent une formation durant quatre (4) ans qui les prépare au Certificat d'Aptitude professionnelle (CAP) en électromécanique, en électronique et en mécanique générale.

♦ Cycle Moyen : des sections BEP électrotechnique et BEP Electronique sont ouverte depuis la rentrée scolaire 2004-2005 et

LES FILIERES

● L'ELECTROMECHANIQUE

Les travaux suivants sont réalisés dans l'atelier d'électro-mécanique :
-Essai et Mesure

-installations

-Rébobinage des moteurs

-Maintenance des moteurs électriques

-Ajustage

-Tôlerie

● L'ELECTRONIQUE

Les travaux suivants Sont réalisés dans L'atelier d'électronique :

-Constructions Electroniques

-Mesures et essai

-Montages Electroniques

-Dépannage des appareils électroniques

● LA MECANIQUE GENERALE

Annexe II: caractéristique technique du module choisi

SHARP

Série ND (60 cellules)
220 W | 210 W | 200 W

Modules photovoltaïques à base de silicium polycristallin



Caractéristiques du produit

- Modules photovoltaïques haute performance composés de cellules en silicium polycristallin (156,5 mm)² et qui offrent un rendement de module pouvant atteindre 13,4 %.
- Diodes bypass afin de minimiser les chutes de puissance provoquées par l'ombre.
- Surface des cellules texturée pour obtenir des rendements électriques particulièrement élevés.
- Structure arrière BSF (Back Surface Field) pour optimiser le rendement des cellules.
- Utilisation d'un verre blanc trempé, de plastique EVA, d'un film protecteur résistant aux intempéries et d'un cadre en aluminium anodisé avec perforations de drainage afin d'assurer la durabilité des modules.
- Sortie : câble de raccordement avec connecteur résistant à l'eau.

Données sommaires pour l'installateur

- Cellules polycristallines 156,5 mm x 156,5 mm
- 60 cellules en série
- Résistance mécanique de 2 400 N/m² (245 kg/m²)
- Tension maximale du système de 1 000 V CC
- Marquage CE pour votre sécurité

- Garantie produit de 2 ans
- Garantie de performance de 10 ans pour une puissance de 90 %
- Garantie de performance de 20 ans pour une puissance de 80 %

Caractéristiques mécaniques

Cellule	Cellules solaires Sharp en silicium polycristallin (156,5 mm) ²
Nombre de cellules et type de connexion	60 montées en série
Dimensions	1 652 x 994 x 46 mm (1,64 m ²)
Poids	21 kg
Type de sortie	Câble avec connecteur (MC-3)

Valeurs limites

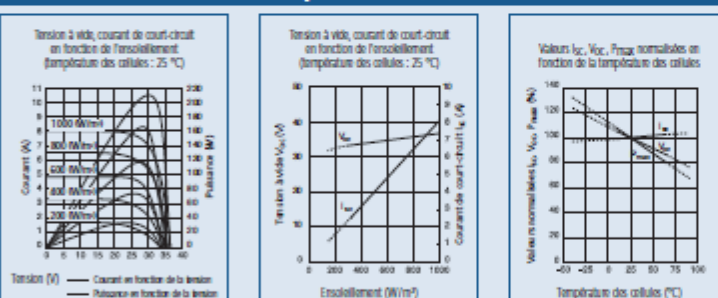
Température de fonctionnement (cellules)	- 40 à + 90	°C
Température de stockage	- 40 à + 90	°C
Tension maximale du système	1 000	V CC
Résistance mécanique maximale	2 400	N / m ²
Courant inverse	15	A

Caractéristiques électriques

Fabriqué en Europe		ND-F220 (A1)*	ND-210 (E1F)	ND-200 (E1F)	
Fabriqué en Japon					
Puissance maximale	P_{max}	220 W _C	210 W _C	200 W _C	
Tension à vide	V_{OC}	36,8	36,4	36,0	V
Courant de court-circuit	I_{SC}	7,96	8,03	7,90	A
Tension au point de puissance maximale	V_{mpp}	30,2	28,8	28,4	V
Courant au point de puissance maximale	I_{mpp}	7,29	7,3	7,05	A
Rendement du module	η_m	13,4	12,8	12,2	%
NOCT		47,5	47,5	47,5	°C
Coefficient de température – tension à vide	αV_{OC}	-130	-130	-130	mV / °C
Coefficient de température – courant de court-circuit	αI_{SC}	+0,053	+0,053	+0,053	% / °C
Coefficient de température – puissance	αP_{max}	-0,485	-0,485	-0,485	% / °C

Caractéristiques électriques mesurées selon les conditions de test standardisées (STC) : rayonnement de 1 000 W/m², masse atmosphérique de 1,5, température des cellules de 25 °C. Les caractéristiques de puissance sont données avec une tolérance de fabrication de -5 % / +10 %. Conditions NOCT : rayonnement de 800 W/m², température ambiante de 20 °C, vitesse du vent de 1 m/sec. *Ce module a des cellules équipées de 3 connecteurs ; pour le reste, sa construction est identique à celle des modules représentés ici.

Courbes de caractéristiques ND-210 (E1F)

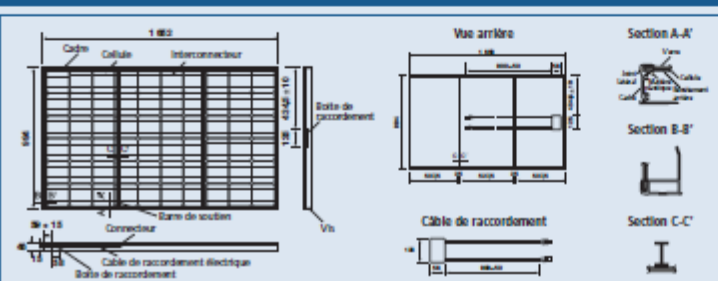


Applications

- Systèmes PV raccordés au réseau
- Systèmes PV en sites isolés
- Systèmes PV installés sur toiture
- Centrales PV au sol

Avant de procéder au montage des modules photovoltaïques, veuillez lire attentivement nos instructions de montage détaillées.

Dimensions extérieures



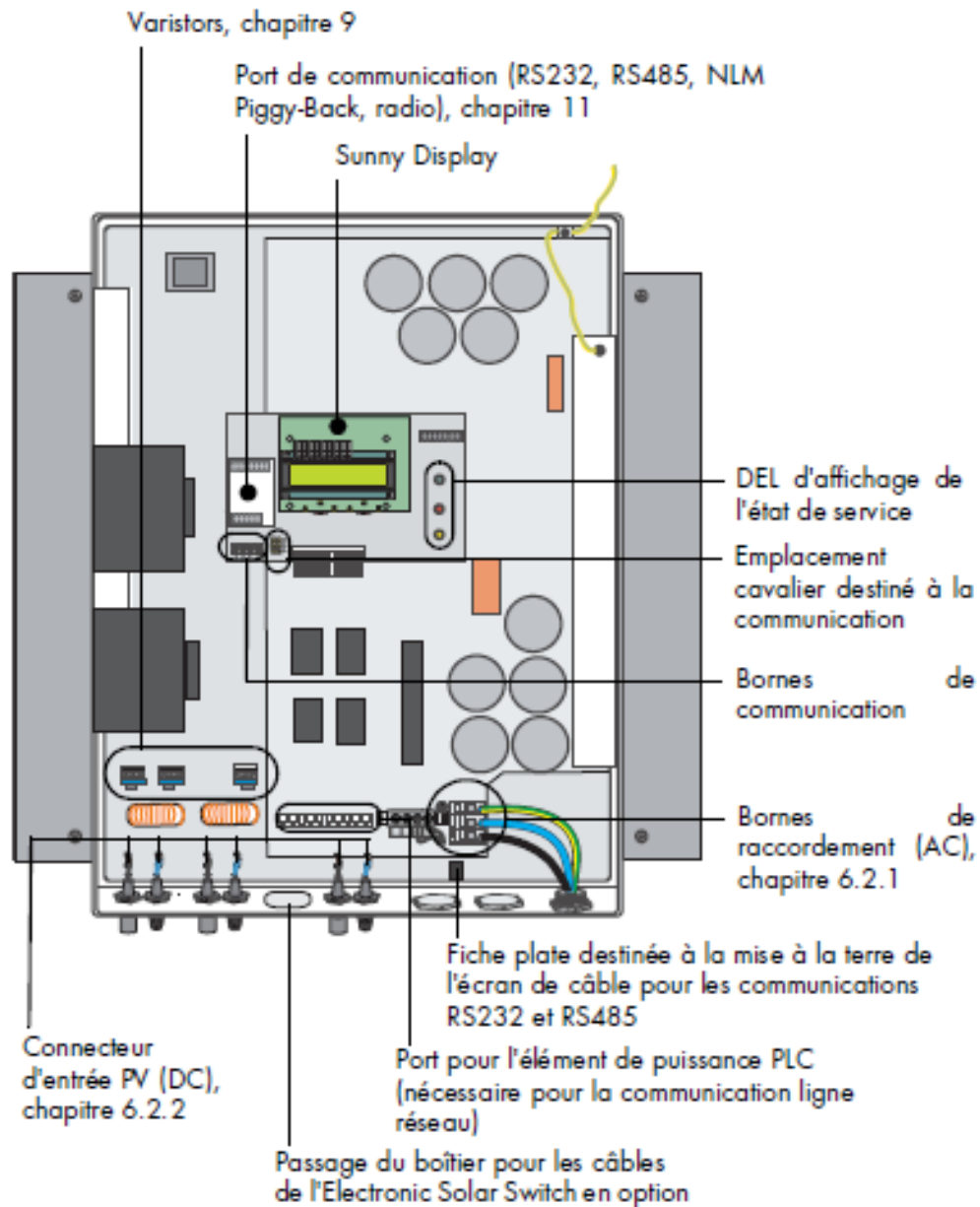
Remarques

Nous nous réservons le droit de modifier les caractéristiques techniques sans préavis. Avant d'utiliser les produits Sharp, assurez-vous d'obtenir les fiches techniques Sharp les plus récentes. La société Sharp décline toute responsabilité en cas de dommages causés à des installations équipées de modules sur la base d'informations non vérifiées au préalable. Les spécifications peuvent présenter de légères variations et ne sont pas garanties. Les instructions d'installation et de fonctionnement de nos produits figurent dans les manuels correspondants et peuvent être téléchargées sur notre site internet www.sharp.eu. Ce module photovoltaïque ne doit pas être connecté directement à une charge.

Fiche technique du type module solaire choisi

Annexe III: Présentation et description de l'onduleur SB 5000 TL HC



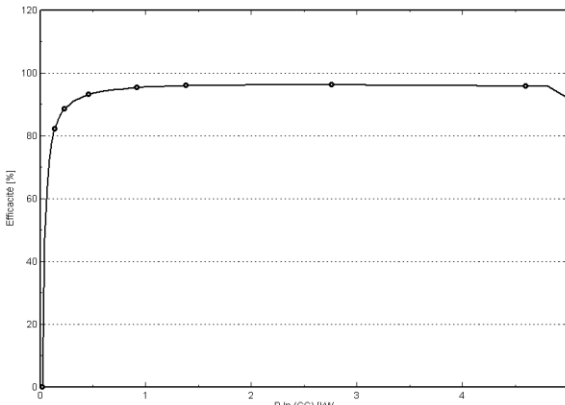


Electronic Solar Switch(ESS)

L'interrupteur sectionneur Electronic Solar Switch déconnecte l'onduleur du générateur en toute sécurité. Il fonctionne en mode d'injection sans aucune perte et évite l'intervention directe sur les connecteurs à fiche. Il garantit ainsi une sécurité maximale lors des travaux de montage ou de maintenance.

L'ESS est intégré à l'onduleur, ce qui rend superflus les travaux de câblage supplémentaires lors du montage d'une installation photovoltaïque pour relier un interrupteur sectionneur DC.

Annexe IV: Caractéristique technique de l'onduleur

PVSYST V5.14		01/11/11 14h54	
ALIMENTATION PV CONNECTEE AU RESEAU: CAS DU LPBB			
Caractéristiques techniques de l'onduleur			
Caractéristiques d'un onduleur réseau			
Fabricant, modèle :		SMA, Sunny Boy SB 5000 TL HC	
Disponibilité :		Prod. depuis 2005 à 2009	
Source des données :		Manufacturer 2010	
Fichier :		SMA_SunnyBoy5000TL_Str.OND du 01/11/11 à 11h09	
Caractéristiques d'entrée (côté champ PV)			
Mode d'opération		MPPT	
Tension MPP minimale	Vmin	125 V	Puissance PV nominale Pnom DC 4.8 kW
Tension MPP maximale	Vmax	600 V	Puissance PV maximale Pmax DC 6.0 kW
Tension PV max. absolue	Vmax array	750 V	Courant PV maximum Imax DC N/A A
Tension min. pour PNom	Vmin PNom	240 V	Puissance seuil Pthresh. 23 W
Comportement à Vmin/Vmax		Limitation	Comportement à Pnom Limitation
Caractéristiques de sortie (côté réseau AC)			
Tension du réseau	Unom	230 V	Puissance AC nominale Pnom AC 4.6 kWac
Fréquence du réseau	Freq	50 Hz	Puissance AC maximale Pmax AC 5.0 kWac
	Monophasé		Courant AC nominal Inom AC 20.0 A
Efficacité maximale	Max Eff.	96.2 %	Courant AC maximum Imax AC 22.0 A
Efficacité moyenne européenne	Euro Eff.	95.6 %	
Remarques et Caractéristiques techniques		Dimensions: Largeur 470 mm	
Interr. CC interne, Déconnexion selon tension de sortie ajustable :		Hauteur 490 mm	
Technologie: "TL transformerless, 16 kHz, IGBT		Profondeur 225 mm	
Protection: "Multi String"		Poids 31.00 kg	
Contrôles: -25 - +60°C, IP 65: outdoor installation			
www.sma.de			
String inverter: diode and overvoltage protection included			
Profil d'efficacité vs Puissance d'entrée			
			

Annexe V: Tableau des données Techniques de l'onduleur Sunny Backup Set M⁴

Désignation	SBU-Set-M
Sortie (consommateurs)	
Puissance nominale / Courant réseau	8 kW / 35 A
Puissance max. en mode secours (en continu / 30 min / 1 min)	5 kW / 6,5 kW / 8,4 kW
Nombre de phases (sur réseau / en mode secours)	3/1
Tension (plage)	230 V (187 – 253 V)
Fréquence (plage)	50 Hz (45 Hz – 55 Hz)
Configurations de réseau admissibles	TN / TT
Durée d'interruption typique en cas de coupure	20 ms
Entrée installation photovoltaïque	
Puissance nominale PV AC / Courant AC	5,7 kW / 25 A
Onduleurs photovoltaïques compatibles	Tous les SB et le SMC 4600A
Entrée batterie	
Tension nominale / Nombre de blocs	48 V / 4 x 12 V
Type / Énergie / Capacité par bloc	AGM / 6,8 kWh / 142 Ah
Longévité (selon Eurobat)	> 12 ans

Source : http://www.solarshop-europe.net/product_info.php?products_id=1526&language=fr
(visité le 31/10/2011)

Rendement / Autoconsommation	
Rendement max. en mode secours	95%
Autoconsommation jour / nuit (veille)	48 W / 32 W
Dispositifs de protection	
Protection inversion de polarité DC / Décharge excessive de la batterie	Oui / Oui
Court-circuit AC / Surcharge AC	Oui / Oui
Surveillance du réseau (SMA Grid Guard) / Séparation galvanique	Oui / Oui
Caractéristiques générales	
Dimensions du SBU (L / H / P) en mm	467 / 612 / 235
Dimensions de l'AS-Box (L / H / P) en mm	600 / 600 / 210
Dimensions d'un bloc batterie (L / H / P) en mm	498 / 230 / 177
Poids (SBU / AS-Box / bloc batterie)	63 kg / 29 kg / 54,5 kg
Plage de température de fonctionnement	-25 °C ... +50 °C
Indice de protection (SBU / AS-Box)	IP30 / IP65
Équipements / Fonctions	
Bypass intégré en cas de défaillance / Mode test	Oui / Oui
Calcul de l'état de charge / Entrée générateur	Oui / En option

Garantie du SBU 5000 (5 ans / 10 ans)	Oui / En option
Garantie de la batterie (2 ans), garantie de l'AS-Box (5 ans)	Oui
Certificats et homologations	www.SMA-Solar.com
Accessoires	
Câbles de batterie / Boîtier de distribution DC / Câbles de communication	3 m / En option / 5 m
Fusibles de batterie « BATFUSE »	En option
Interfaces (RS485 PB / Blocs multiples PB)	En option / En option
Batterie supplémentaire en parallèle / Autre batterie	En option / En option
Version : mars 2009	

OUATTARA Abu D. H.	Promotion 2010-2011	24/11/2011	Page 38
--------------------	---------------------	------------	---------

OUATTARA Abu D. H.	Promotion 2010-2011	24/11/2011	Page 38
--------------------	---------------------	------------	---------

Annexe VII: Tableaux de choix des disjoncteurs

C60a, C60H : courbe C C60N : courbes B et C										
cal. (A)	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C	60 °C	
1	1,05	1,02	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88	0,85	
2	2,08	2,04	2,00	1,96	1,92	1,88	1,84	1,80	1,74	
3	3,18	3,09	3,00	2,91	2,82	2,70	2,61	2,49	2,37	
4	4,24	4,12	4,00	3,88	3,76	3,64	3,52	3,36	3,24	
6	6,24	6,12	6,00	5,88	5,76	5,64	5,52	5,40	5,30	
10	10,6	10,3	10,0	9,70	9,30	9,00	8,60	8,20	7,80	
16	16,8	16,5	16,0	15,5	15,2	14,7	14,2	13,8	13,3	
20	21,0	20,6	20,0	19,4	19,0	18,4	17,8	17,4	16,8	
25	26,2	25,7	25,0	24,2	23,7	23,0	22,2	21,5	20,7	
32	33,5	32,9	32,0	31,4	30,4	29,8	28,4	28,2	27,5	
40	42,0	41,2	40,0	38,8	38,0	36,8	35,6	34,4	33,2	
50	52,5	51,5	50,0	48,5	47,4	45,5	44,0	42,5	40,5	
63	66,2	64,9	63,0	61,1	58,0	56,7	54,2	51,7	49,2	



type	largeur en pas de 9 mm	calibres (A)	réf. courbe C
uni	3	10	27509
		16	27510
		20	27511
		25	27512
		32	27513
		40	27514
		50	27515
		63	27516

Fonction et utilisation

Commande et protection des circuits à courant de court-circuit très élevé.

Caractéristiques :

■ calibres : 10 à 63 A réglés à 40 °C

■ tension d'emploi : 440 V CA

■ pouvoir de coupure :

□ selon CEI 947-2 (cycle O-FO) :

calibre (A)	type	tension (V)	P. de C. Icu (kA)
10 à 63	uni	230	50
		400	12,5
		415	10 (1)
	bi-tri-tétra	230	100
		400	50
		415	40
		440	30

(1) pouvoir de coupure sous 1 pôle en régime de neutre isolé IT (cas du défaut double).

■ fermeture brusque : permet de mieux tenir les courants d'appel élevés de certains récepteurs

■ sectionnement à coupure pleinement apparente : l'ouverture est signalée par



type	largeur en pas de 9 mm	calibres (A)	réf. courbe C
bi	6	10	27520
		16	27521
		20	27522
		25	27523
		32	27524
		40	27525
		50	27526
		63	27527

Caractéristiques des disjoncteurs (extraits de la NF EN 60947-2)

