

# ETUDE AVANT PROJET SOMMAIRE CENTRALE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE



Maitre d'ouvrage :  
CENTRE HOSPITALIER COMMINGES PYRÉNÉES  
351 Avenue de Saint Plancard  
31800 Saint Gaudens

Site d'exploitation :  
351 Avenue de Saint Plancard  
31800 Saint Gaudens


Le 15 Juin 2023

BET RAMAT  
146, Avenue Marceau Hamecher 82000  
MONTAUBAN

# SOMMAIRE

<b>I. SYNTHÈSE DU PROJET</b>	2
<b>II. INTRODUCTION - PRÉSENTATION DES ACTEURS</b>	3
2.1 PRÉSENTATION DU PROJET	3
2.2 OBJECTIF ET CONTENU DU RAPPORT	3
2.3 LES ACTEURS DU PROJET	3
<b>III. CARACTÉRISTIQUES DU SITE</b>	4
3.1 PRÉSENTATION DU SITE	4
Figure 1 : Photographie aérienne du site	4
3.2 IDENTIFICATION DES ZONES POUVANTS ACCUEILLIR LES PANNEAUX SOLAIRES	4
3.3 RESSOURCE SOLAIRE	5
<b>IV. NATURE DU PROCÉDE D'INTÉGRATION PROPOSÉ</b>	6
<b>V. CARACTÉRISTIQUES DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES PROPOSÉS</b>	7
<b>VI. CARACTÉRISTIQUES DE L'ONDULEUR PROPOSÉ</b>	7
<b>VII. POSTE DE TRANSFORMATION</b>	8
<b>VIII. RACCORDEMENT DES CENTRALES SOLAIRES AU RÉSEAU</b>	8
<b>IX. CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU GÉNÉRATEUR PHOTOVOLTAÏQUE</b>	8
9.1 ZONES D'IMPLANTATIONS RETENUES	8
9.2 EMPLACEMENT DES ONDULEURS	9
9.3 EMPLACEMENT DES COFFRETS DE PROTECTION COURANT CONTINU	9
9.4 EMPLACEMENT DES COFFRETS DE PROTECTION COURANT ALTERNATIF	9
9.5 MISE À LA TERRE DE L'INSTALLATION	9
9.6 CHEMINEMENT DES CÂBLES ÉLECTRIQUE	9
9.7 RACCORDEMENT DE LA CENTRALE SOLAIRE AU RÉSEAU DE DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE	10
9.8 COFFRET DE COMPTAGE ET ACQUISITION DES DONNÉES	10
<b>X. BILAN ÉNERGETIQUE</b>	10
10.1 DÉTERMINATION DE L'ENSOLEILLEMENT REÇU DANS LE PLAN DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES	10
10.2 ESTIMATION DE LA PRODUCTION DU GÉNÉRATEUR PHOTOVOLTAÏQUE	11
<b>XI. ANALYSE ÉCONOMIQUE</b>	12
<b>XII. ANALYSE ENVIRONNEMENTALE</b>	15
<b>XIII. DEMARCHES ADMINISTRATIVES</b>	15
<b>XIV. CONCLUSION</b>	15

**I. SYNTHESE DU PROJET**

CARACTERISTIQUES DU SITE				
	Propriétaire		CHCP	
	Adresse		351 Av Simone Veil 31800 SAINT GAUDENS	
	Altitude		407 mètres	
	Latitude		43,11°	
	Longitude		0,71°	
	Base météorologique		Meteonorm 8.0	
CARACTERISTIQUES DE LA SURFACE D'ACCUEIL				Unités
Implantation	Ombrière			
Surface exploitable	6 700 m²			
	Parking			
GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE : CARACTERISTIQUES TECHNIQUE				Unités
Type de modules	Modules cadrés 440 Wc			
Technologie	Mono-crystalline Dopage type P			
Scénario	Omb.V.T	Omb.A.C	Omb.CRE	
Orientation	-45°/45°		/SUD	
Inclinaison	20°		7°	
Puissance installée	~492	~872	~706	kWc
Surface de module	~2 415	~4 277	~3 465	m²
Production électrique estimée¹	652	1 168	936	MWh/an
Productivité : (Ratio productible/puissance)	1 324	1 312	1 326	kWh/kWc
ANALYSES ECONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTALE ¹				Unités
Investissement estimé	812 394	1431 724	1095 292	€ HT
Maîtrise d'œuvre	36 558	64 428	49 288	€ HT
Coût de raccordement estimé	50 000	0	10 000	€ HT
Contribution S3REN	13 255	0	18 074	€ HT
Ratio Inv/Wc	1,65	1,64	1,55	€/Wc
Coût électricité du site + taxes	110			€ HT/MWh
Tarif vente électricité	128		104	€ HT/MWh
Recette annuelle (année 1)	74 115	111 820	96 420	€ HT
Charges d'exploitation (année 1)²	7 496	10 937	12 401	€ HT
Temps de retour brut TRB	14	14	15	ans
Résultat net cumulé sur 30 ans	443 995	1 383215	302 664	€ HT
TRI à 30 ans	5,38	6,85	4,74	%
Quantité de CO2 évitée	75	126,4	105	T CO2.an

<sup>1</sup> Intégrant une perte de productible de 0,4 % par an sur 30 ans. Taux d'emprunt à 3,5% sur 15 ans.<sup>2</sup> Les charges d'exploitation comprennent : l'accès au réseau de distribution, la maintenance préventive les assurances du générateur photovoltaïque et taxe IFER.

## **II. INTRODUCTION - PRESENTATION DES ACTEURS**

### 2.1 PRÉSENTATION DU PROJET

Le centre hospitalier Comminges Pyrénées ( CHCP) à Saint Gaudens, souhaite étudier la faisabilité de valoriser son site par de l'énergie solaire photovoltaïque dans le cadre d'une démarche globale d'économie d'énergie.

Il dispose de plusieurs parkings et des toitures à l'intérieur de l'enceinte du site.

### 2.2 OBJECTIF ET CONTENU DU RAPPORT

L'objectif de l'étude de faisabilité est de fournir au Maître d'Ouvrage une aide à la décision, permettant de juger de l'opportunité et de la pertinence (technique, économique et environnementale) de la mise en œuvre d'un générateur photovoltaïque raccordé au réseau de distribution électrique public.

L'étude précise :

- Les hypothèses de dimensionnement des équipements constituant la centrale photovoltaïque ;
- Le dimensionnement de l'installation et la productivité escomptée ;
- La description et l'implantation des matériels solaires ;
- L'analyse économique et environnementale simplifiée du projet.

L'étude d'Avant-Projet Sommaire a été confiée à la société BET RAMAT.

Limites de l'étude de faisabilité :

L'étude APS se situe en amont d'une mission d'ingénierie de type Avant-Projet Détaillé.

Après analyse des résultats de l'étude, si le souhait du Maître d'ouvrage est de s'engager vers la réalisation du générateur photovoltaïque, une mission d'ingénierie de type Projet sera engagée, pour la solution retenue.

### 2.3 LES ACTEURS DU PROJET

Maître d'ouvrage :

Nom : CENTRE HOSPITALIER COMMINGES PYRÉNÉES

Interlocuteur : Mme Audrey BAGUES CASTRO

Adresse : 351, Avenue de Saint Plancard

31800 SAINT GAUDENS

Téléphone : 06 76 98 86 12

Courriel : [audrey.bagues-castro@ch-saintgaudens.fr](mailto:audrey.bagues-castro@ch-saintgaudens.fr)

Bureau d'études :

Nom : BET RAMAT

Interlocuteur : M Gabriel RAMAT

Adresse : 146, Avenue Marceau Hamecher

82000 MONTAUBAN Téléphone : 06 25 75 14 64

Courriel : [contact@bet-ramat.fr](mailto:contact@bet-ramat.fr)

### III. CARACTERISTIQUES DU SITE

#### 3.1 PRÉSENTATION DU SITE

Le site objet de l'étude est l'ensemble du centre hospitalier de Saint Gaudens composé d'un groupe de plusieurs bâtiments, de parkings associés et d'un terrain nu à l'ouest. L'ensemble développe une surface d'environ 17 000 m<sup>2</sup>.



Figure 1 : Photographie aérienne du site

#### 3.2 IDENTIFICATION DES ZONES POUVANTS ACCEUILLIR LES PANNEAUX SOLAIRES

Il a été décidé d'étudier l'implantation de centrales solaires sur deux parkings : le grand parking juste à l'entrée du site et l'autre à l'ouest. Ces zones retenues développent une surface totale d'environ 7 000 m<sup>2</sup>.

Les toitures sont exclues de l'étude aux vues des difficulté de mise en œuvre qu'elles représentent (faibles surfaces disponibles, faible adaptabilité des couvertures à recevoir des systèmes en maintenant une bonne garantie assurantielle).

La figure ci-dessous présente une photographie des zones proposées à l'étude.





Figure 2 : Zones d'étude proposée

3.3 RESSOURCE SOLAIRE

Données météorologiques :

Les données météorologiques utilisées dans la présente étude sont celles de la base de données Meteonorm 8.1 pour la situation géographique du projet.  
L'irradiation solaire sur le plan horizontal, notée  $I_{GH}$ , atteint 3,95 kWh/m<sup>2</sup> en moyenne quotidienne sur l'année, et un global de 1 444 kWh/m<sup>2</sup>.an.

Les données météorologiques mensuelles sont proposées dans le tableau suivant :

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Igh	49,7	71,1	120,3	146	170,8	187,6	193,9	175,6	135,2	92,8	55,3	46
Idiff	19,39	30,08	45,77	67,59	83,71	72,68	82,41	64,79	55,41	37,71	25,12	22,21
Tamb	4,65	5,24	8,58	10,85	14,28	18,33	20,41	20,31	16,75	13,43	7,78	5,24

I<sub>DIFF</sub> : Irradiation diffuse sur un plan horizontal

T<sub>AMB</sub> : Température ambiante moyenne

Tableau 1 : Données météorologiques du site

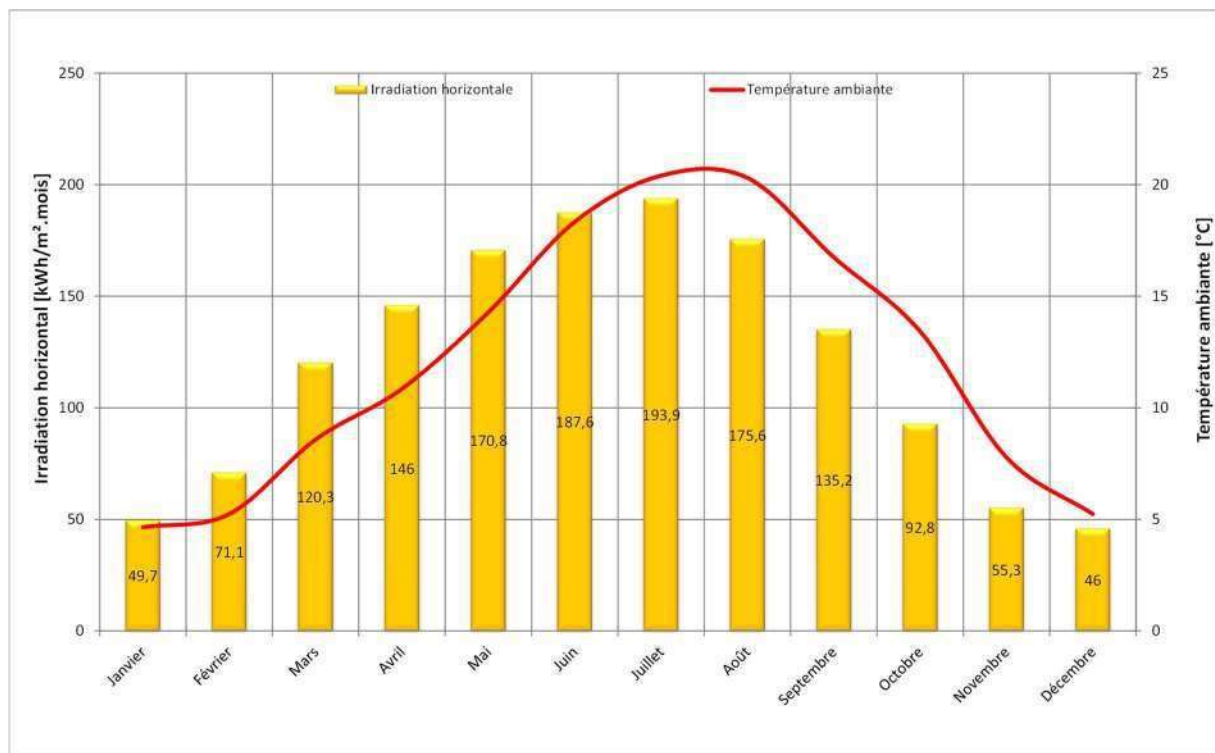


Figure 3 : Irradiation solaire incidente sur l'horizontale et température extérieure moyenne

#### IV. NATURE DU PROCEDE D'INTEGRATION PROPOSE

##### Installation sur ombrière

Les ombrières seront composées de structures métalliques en acier galvanisé dimensionnées pour résister aux conditions du site (neige et vent). Ces structures seront ancrées à des fondations dimensionnées par rapport aux descentes de charges et nature du sol.

La structure constituée de poteaux, arbalétriers et pannes accueillera les panneaux solaires par le biais d'un système de rails drainant et bride de serrage. Les panneaux sont inclinés de 7° et leurs emprises respectera la configuration des parkings existants.





Figure 4 : Exemple de mise en œuvre d'une installation solaire suivant le système d'intégration proposé

V. **CARACTERISTIQUES DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES PROPOSES**

Les modules photovoltaïques proposés auront pour principales caractéristiques techniques :


Module photovoltaïque verre trempé équipé d'un cadre aluminium	
Technologie	Mono-cristalline jonction P Monofacial
Puissance crête nominale	440 Wc 0/+3%
Dimensions unitaires de module photovoltaïque	Longueur : 1 903 mm Largeur : 1 134 mm Epaisseur : 30 mm
Poids	24 kg
	

Tableau 2 : Caractéristiques techniques des modules photovoltaïques

VI. **CARACTERISTIQUES DE L'ONDULEUR PROPOSE**

L'onduleur solaire proposé aura pour principales caractéristiques techniques :

Onduleur solaire	
Technologie	Modulaire
Installations	Ombrière
Puissance nominale (VA)	100 000
Tension	400 V




Dimensions	Longueur : 1035mm Largeur : 700mm Epaisseur : 365 mm
Poids	93 kg
	

Tableau 3 : Caractéristiques techniques des onduleurs

## VII. POSTE DE TRANSFORMATION

L'ensemble du câblage des onduleurs sera raccordé à un unique poste de transformation qui sera situé judicieusement dans la zone d'implantation des panneaux solaires afin de réduire les distances de câblage courant alternatif.



Tableau 4 : Exemple de mise en œuvre d'un shelter poste de transformation

## VIII. RACCORDEMENT DES CENTRALES SOLAIRES AU RESEAU

Installation sur ombrière en vente totale

L'ensemble du câblage des onduleurs du grand parking sera raccordé à deux points de livraison qui seront créés pour la circonstance à la limite de propriété.

Le lecteur pourra se référer au plan d'implantation des matériels.

## IX. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU GENERATEUR PHOTOVOLTAÏQUE

### 9.1 ZONES D'IMPLANTATIONS RETENUES

Les panneaux photovoltaïques sur ombrières seront déployés sur les deux parkings précédemment mentionnés.

Si injection en haute tension, un seul poste de transformation y sera alloué.

Le dimensionnement arrêté est le suivant :

Scénario	Omb.V.T
----------	---------

Orientation des panneaux (SUD étant à 0°)	-45°/+45°
Inclinaison des panneaux (par rapport à l'horizontale)	7°
Nombre d'onduleurs	4
Nombres de modules	1 119
Nombre de transformateurs	0

Tableau 5 : Caractéristiques techniques de la centrale

Lors de l'implantation nous avons pris en compte les éléments suivants :  
Les ombrières respecteront l'architecture des parkings existants.

## 9.2 EMBLACEMENT DES ONDULEURS

Il est proposé de fixer les onduleurs directement sur les structures porteuses des zones de modules considérés.



Figure 6 : Exemple de mise en œuvre des onduleurs

## 9.3 EMBLACEMENT DES COFFRETS DE PROTECTION COURANT CONTINU

Dans le cas présent, chaque onduleur intègre un inter-sectionneur qui permet d'isoler l'onduleur des modules. Cet inter-sectionneur permet une intervention en toute sécurité sur l'onduleur (consignation). Il n'est donc nécessaire de mettre en œuvre des coffrets de protection courant continu en amont des onduleurs. A noter que les onduleurs intègrent des protections parafoudre.

## 9.4 EMBLACEMENT DES COFFRETS DE PROTECTION COURANT ALTERNATIF

Au niveau du poste de transformation/livraison, chaque départ onduleur sera protégée par un disjoncteur ou un fusible dans le TGBT solaire. Un coffret de sectionnement consignation sera implanté à proximité de chaque onduleur.

## 9.5 MISE À LA TERRE DE L'INSTALLATION

Les cadres des modules photovoltaïques, la structure porteuse, les cheminements (s'ils sont métalliques), les masses métalliques de l'onduleur, la connectique du parafoudre, les matériels alimentés par le réseau électrique doivent être reliés à la prise de terre générale située dans le poste de transformation/livraison.

## 9.6 CHEMINEMENT DES CÂBLES ÉLECTRIQUE

Cheminements courant continu :

La mise en série des modules photovoltaïques se fera en face arrière des modules photovoltaïques. Chaque table/ombrière concernée rejoindra l'onduleur par le biais de fourreaux ou par chemin de câble en face arrière des panneaux solaires.

Cheminements courant alternatif :

Le cheminement des câbles en courant alternatif entre les onduleurs et le poste de transformation/livraison se fera sous fourreau.

## 9.7 RACCORDEMENT DE LA CENTRALE SOLAIRE AU RÉSEAU DE DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE

Les centrales en ombrière seront raccordées en deux point de livraisons PDL qui seront créés en limite de propriétés.

## 9.8 COFFRET DE COMPTAGE ET ACQUISITION DES DONNÉES

L'acquisition de donnée est composée de l'organe suivant :

- Enregistreur de données dit « data logger »), intégré dans le poste de livraison ;

Le « data logger » recueillera les données provenant :

- De chaque onduleur ;
- Sonde de température et d'ensoleillement ;
- Diverses prises de mesures et alarmes des postes de transformation.

La transmission des données sera effectuée par un data logger en connexion Ethernet.

## **X. BILAN ENERGETIQUE**

### 10.1 DÉTERMINATION DE L'ENSOLEILLEMENT REÇU DANS LE PLAN DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES

L'irradiation solaire incidente dans le plan des modules correspond à l'intrant solaire brut, c'est-à-dire l'énergie solaire que reçoit une surface d'1 m<sup>2</sup> selon son orientation et son inclinaison.

Compte tenu de la ressource solaire du site, et de la disposition des modules photovoltaïques, l'irradiation solaire incidente dans le plan horizontal est de :1 444 kWh/m<sup>2</sup>.an.

Installations	Ombrière
Orientation (SUD à 0°)	-45°/+45°
Inclinaison	7°
Irradiation solaire sur l'horizontal (kWh/m <sup>2</sup> .an)	1 444
Irradiation solaire dans le plan des modules(kWh/m <sup>2</sup> .an)	1 516

Tableau 6 : Ensoleillement reçu dans le plan des modules photovoltaïques

Cette énergie captée est ensuite convertie en énergie électrique par les modules photovoltaïques. La prise en compte des rendements des différents composants du système permet d'estimer un productible net annuel présenté au paragraphe suivant.

## 10.2 ESTIMATION DE LA PRODUCTION DU GÉNÉRATEUR PHOTOVOLTAÏQUE

Etant donné l'ensoleillement reçu dans le plan des modules, la production annuelle d'électricité solaire du générateur photovoltaïque au sol et en ombrière a été évaluée à :

Scénario	Omb.V.T
Puissance crête(kWc)	~492
Production la première année de mise en service (MWh/an)	~652
Productivité annuelle la première année de mise en service(kWh/kWc)	~1 325
Taux d'autoconsommation (%)	NC
Taux d'autoproduction (%)	NC

Tableau 7 : Détermination de la production d'électricité

Le lecteur trouvera en annexe les simulations de productibles.

### Profil saison hivernale :

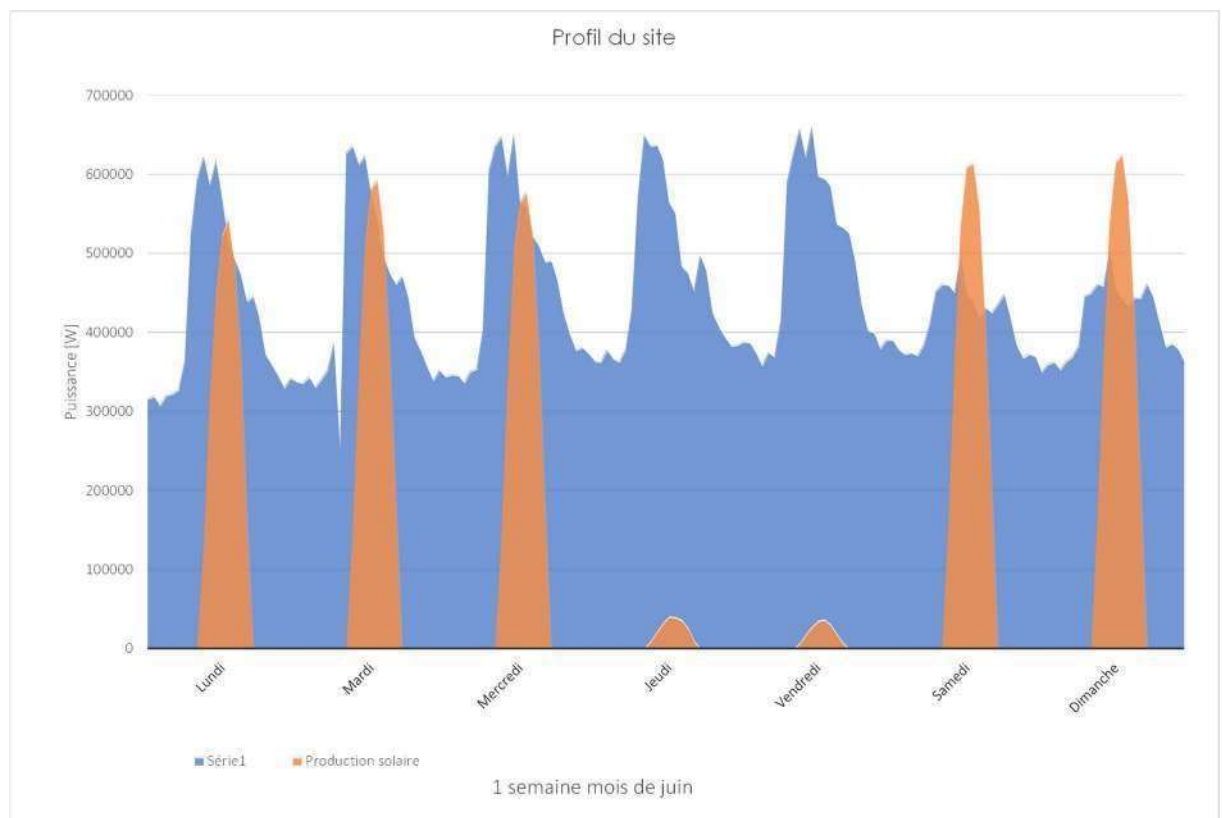


Figure 7 : Flux d'énergie hebdomadaire du site pour une semaine en décembre pour le scénario au sol

Profil de soutirage et d'injection pour une semaine en décembre qui est le mois où le site reçoit un faible ensoleillement.

### Profil estival :



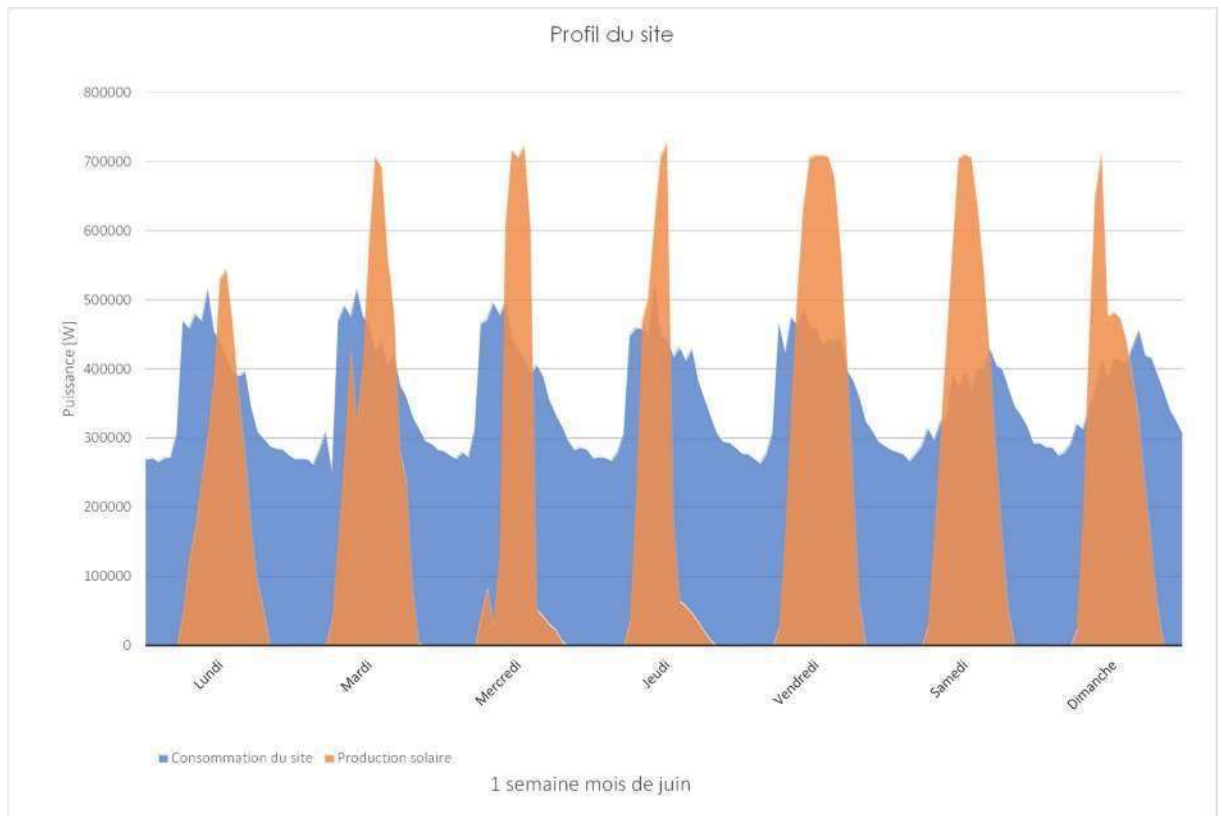


Figure 8: Flux d'énergie hebdomadaire du site pour une semaine en juillet pour le scénario au sol

Profil de soutirage et d'injection pour une semaine en juin qui est le mois où la centrale solaire produit le plus d'énergie.

## XI. ANALYSE ECONOMIQUE

### 11.1 LES DIFFÉRENTS POSTES D'INVESTISSEMENTS

Les coûts d'installation du générateur photovoltaïque raccordé au réseau comportent les postes suivants :

Générateur photovoltaïque :

Ce poste de dépense correspond à la fourniture du générateur photovoltaïque, comprenant les éléments suivants :

- Les supports d'intégrations (Structures Ombrières) ;
- Les modules photovoltaïques ;
- Les onduleurs adaptés au couplage réseau ;
- Les postes de transformation ;
- Les tableaux de protections électriques et coffrets de raccordement ;
- Les câblages entre les différents équipements « modules / onduleur(s) » ;
- Le poste de livraison associé au second poste de transformation ;
- Centrale de monitoring ;
- Main d'œuvre et pose du générateur photovoltaïque.

Raccordement au réseau du générateur photovoltaïque :

Ce poste d'investissement correspond aux travaux pour le raccordement des installations photovoltaïques sur le réseau HTA. Ces travaux de raccordement sont réalisés par ENEDIS avec prise en charge du coût à la charge du producteur d'électricité solaire (maître d'ouvrage).

## 11.2 EVALUATION DES COÛTS DE LE CENTRALE SOLAIRE

Poste d'investissement	Désignation	Omb. VT
Générateur photovoltaïque en (€ HT)	Système d'Ombrière	812 394
	Modules de 440 Wc	
	Câblage pour les liaisons modules / coffret de raccordement / onduleur	
	Câblage pour les liaisons onduleurs / Coffret de raccordement / postes de transformation	
	Onduleurs synchrones 250 kVA et 100 kVA avec accessoires de fixation et raccordement	
	Poste de transformation (transformateur électrique / cellule de protection / interrupteur sectionneur)	
	Poste de livraison (cellule de protection / interrupteur sectionneur / cellule de comptage /	
	Main d'œuvre pose et mise en œuvre générateur	
Raccordement au réseau électrique de distribution en (€ HT)	Contribution S3REN	13 255
	Travaux ENEDIS et mise en service (estimation)	50 000
	Maîtrise d'œuvre	36 558
Total fourniture et pose générateur photovoltaïque (€ HT)		912206

Tableau 8 : Frais de fonctionnement

## 11.3 FRAIS DE FONCTIONNEMENT

Dans le cas de la vente totale, la création par ENEDIS de branchements photovoltaïques entraînera des frais de location de compteurs (outre les frais relatifs aux travaux présentés en section précédente).

La location du compteur ainsi que les frais de gestion restent à la charge du producteur d'électricité solaire. A la date du 1<sup>er</sup> Août 2022 la composante de comptage s'élève à 319 € HT/an et la composante de gestion 433 € HT/an pour un total de 752 €. HT/an pour une installation de puissance supérieure à 250 kWc et une composante de comptage de 240 € HT/an et une composante de gestion de 216 € HT/an pour un total de 446 €. HT/an pour une installation de puissance inférieure à 250 kWc.

Les charges d'exploitation, sur 30 ans, liées au fonctionnement d'une installation photovoltaïque sont limitées aux coûts, d'accès au réseau de distribution, d'entretien, de maintenance préventive (renouvellement des onduleurs durée de vie estimée à 15 ans), assurance des ouvrages (bris de matériel et perte de recette), du monitoring de la centrale.

	Omb V.T
Puissance du générateur (kWc)	492
Puissance de raccordement (kVA)	400
Remplacement des onduleurs la 15ème année (k€)	22
Frais de location compteur /gestion / profilage (€/an)	914
Maintenance / entretien (€/an)	2 200
Assurance installation (€/an)	2 843
Monitoring GSM (€/an)	150
IFER (€/an)	1 388
Charges d'exploitation (€/an)	7 496

Tableau 9 : Frais de fonctionnement

#### 11.4 ANALYSE ECONOMIQUE

Définition des paramètres économiques :

Taux de Rentabilité Interne : Taux d'actualisation pour lequel le résultat net cumulé est nul. Si le TRI est inférieur au taux d'actualisation, le projet n'est pas viable ; s'ils sont égaux, le projet ne rapporte rien, mais ne fait pas perdre d'argent ; si le TRI est supérieur au taux d'actualisation, le projet rapporte de l'argent.

Hypothèses :

- Inflation : 1,5 %
- Taux d'intérêt d'emprunt : 3,5 %
- Part de fonds propres : 0 %
- Part d'emprunt : 100 %
- Durée de l'emprunt bancaire : 15 ans

Analyse économique :

La centrale photovoltaïque en ombrière en vente totale sur deux points de livraison, l'électricité produite bénéficiera du tarif en obligation d'achat (S21) qui est de 128,7 €/MWh (2<sup>nd</sup> trimestre 2023).

	Omb V.T
Puissance du générateur PV(kWc)	492,36
Tarif d'achat de la production solaire sur 20 ans(€/MWh)	104
Tarif d'achat de la production solaire sur 10 ans en suite(€/MWh)	104
Invest global estimé + ENEDIS + Maitrise d'œuvre+S3REN (€ HT)	912 206

Baisse de productible sur 30 ans (%)	
Productible annuel moyen sur 30 ans	1 247
Revenu brut la première année(€ HT)	74 115
Charges d'exploitation la première année (€ HT/an)	7 496
Excédent brut d'exploitation la première année (€ HT )	66 619
Résultat net cumulé sur 30 ans (€ HT/an)	443 995
Coût du MWh solaire sur 30 ans(€)	66
Temps de Retour Brut (TRB) en années	14
Taux de Rentabilité Interne (TRI) sur 30 ans(%)	5,38

Tableau 10 : Analyse économique « Générateur photovoltaïque »

## XII. ANALYSE ENVIRONNEMENTALE

Les gaz responsables de l'effet de serre (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, etc.) sont naturellement présents dans l'atmosphère. Cependant, du fait de l'activité humaine, la concentration de ces gaz s'est sensiblement modifiée : ainsi la concentration de CO<sub>2</sub>, principal gaz à effet de serre, a augmenté de 30 % depuis l'ère préindustrielle. L'utilisation de l'énergie solaire à la place des installations classiques à sources fossiles permet de diminuer les rejets de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère.

Si l'on considère que la production photovoltaïque équivaut à la production d'électricité évitée, en prenant en considération un ratio de 120 g de CO<sub>2</sub> évité par kWh électrique (correspondant à un usage intermittent), une consommation de 2 000 kWh / an par foyer hors chauffage, le bilan environnemental est le suivant :

Scénario	Omb V.T
Puissance du générateur (kWc)	492,36
Baisse de productible sur 30 ans	16%
Productible annuel moyen escompté sur 30 ans (kWh/kWc.an)	~1 247
Quantité de CO <sub>2</sub> non rejetée dans l'atmosphère (T/an)	~75
Nombre de foyers moyens français pouvant être alimentés (foyers)	~313

Tableau 11 : Bilan environnemental

## XIII. DEMARCHES ADMINISTRATIVES

Les ombrières de parking elles seront soumises à un permis de construire.

## XIV. CONCLUSION



La centrale solaire en ombrière de 492 kWc en vente totale générera un revenu brut d'environ 67 000 € HT/an. Elle développera une rentabilité de 5,38 % sur les trente années de service, l'investissement sera amorti en 14 ans.

La centrale solaire en ombrière de 706 kWc en vente totale générera un revenu brut d'environ 85 000 € HT/an. Elle développera une rentabilité de 4,74 % sur les trente années de service, l'investissement sera amorti en 15 ans.

## ANNEXE





## BET RAMAT

146, av Marceau Hamecher  
82000 MONTAUBAN

## PLAN D'IMPLANTATION DES MATERIELS

Maître d'Ouvrage: CENTRE HOSPITALIER SAINT GAUDENS

Phase:

APS APD PRO ACT EXE AOR

Echelle: Sans

Contact: Gabriel RAMAT

Email: [contact@bet-ramat.fr](mailto:contact@bet-ramat.fr)

Folio:

1/1

## REVISIONS

[illegible]





## REVISIONS

PLAN D'IMPLANTATION DES MODULES EN OMBRIERE  
Puissance 492,36 kWp (1119 modules de 440 Wp)

Maitre d'Ouvrage:HOPITAL SAINT GAUDENS

Phase:

APS	APD	PRO	ACT	EXE	AOR
-----	-----	-----	-----	-----	-----

Echelle: SANS

Contact: Gabriel RAMAT

Email: [contact@bet-ramat.fr](mailto:contact@bet-ramat.fr)

Folio:

1/1

# BET RAMAT

146, av Marceau Hamecher  
82000 MONTAUBAN



# PVsyst - Simulation report

## Grid-Connected System

---

Project: HOPITAL SAINT GAUDENS OMBRIERE

Variant: 1119 modules de 440Wc 4 onduleur de 100 kVA

No 3D scene defined, no shadings

System power: 492 kWp

Saint-Gaudens - France





# Project: HOPITAL SAINT GAUDENS OMBRIERE

Variant: 1119 modules de 440Wc 4 onduleur de 100 kVA

Bet Ramat (France)

13/06/23 11:55 with v7.3.4

**Auteur**

Bet Ramat (France)

## Project summary

	<b>Situation</b>	43.11 °N	<b>Project settings</b>	0.20
	Latitude	0.71 °E	Albedo	
	Longitude	408 m		
	Altitude	UTC+1		
	Time zone			
6-2015), Sat=100 % - Synthétique				

## System summary

<b>System</b>	<b>No 3D scene defined, no shadings</b>			
<b>on</b>	<b>Near Shadings</b>	<b>User's needs</b>		
2 orientations	No Shadings	Ext. defined as file		
7 / -45 °		MODELE PV SYST.csv		
/ 45 °				
<b>n</b>				
		<b>Inverters</b>		
		Nb. of units	4 units	
	1119 units	Pnom total	400 kWac	
	492 kWp	Pnom ratio	1.231	

## Results summary

651980 kWh/year	Specific production	1324 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	88.23 %
3416094 kWh/year			Solar Fraction SF	19.01 %

## Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Main results	9
Loss diagram	10
Predef. graphs	11
Single-line diagram	12



# Project: HOPITAL SAINT GAUDENS OMBRIERE

Variant: 1119 modules de 440Wc 4 onduleur de 100 kVA

Bet Ramat (France)

13/06/23 11:55 with v7.3.4

## Grid-Connected System

No 3D scene defined, no shadings

## PV Field Orientation

### Orientation

Fixed planes 2 orientations

Tilts/azimuths

### Sheds configuration

No 3D scene defined

7 / -45 ° Diffuse Perez, Meteonorm 7 / 45 ° Circumsolar

### Models used

Transposition

Perez

separate

## Horizon

Free Horizon

MODELE PV SYST.csv

## Near Shadings

No Shadings

## User's needs

Ext. defined as file

Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year	
343197	292778	311310	287452	267957	259714	283687	285600	250256	251787	277535	304822	3416094	kWh

## General parameters PV Array Characteristics

s definition)	Jinkosolar	<b>Inverter</b>	
	JKM-440N-60HC	Manufacturer	Huawei Technologies
	440 Wp	Model	SUN2000-100KTL-M2-400Vac
	1119 units	(Custom parameters definition)	
les	492 kWp	Unit Nom. Power	100 kWac
h1	#1	Number of inverters	4 units
	7/-45 °	Total power	400 kWac
	96 units	Operating voltage	200-1000 V
	42.2 kWp	Max. power (=>33°C)	110 kWac
les	4 Strings x 24 In series	Pnom ratio (DC:AC)	1.23
l. (50°C)	39.1 kWp 749 V		
	52 A		
	#1		
	7/-45 °		
h2	69 units	Number of inverters	0.2 unit 24.7 kWac
	30.4 kWp	Total power	
	3 Strings x 23 In series	Operating voltage	200-1000 V
	28.09 kWp	Max. power (=>33°C)	110 kWac
les	718 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.23
l. (50°C)	39 A		
	#1		
	7/-45 °		
h3			



## Project: HOPITAL SAINT GAUDENS OMBRIERE

Variant: 1119 modules de 440Wc 4 onduleur de 100 kVA

### Bet Ramat (France)

13/06/23 11:55 with v7.3.4

les	92 units	Number of inverters	0.3 unit 33.0 kWac
	40.5 kWp	Total power	
	4 Strings x 23 In series		

#### Operating cond. (50°C)

mp	37.5 kWp	Operating voltage	200-1000 V
mp	718 V	Max. power (=>33°C)	110 kWac
mp	52 A	Pnom ratio (DC:AC)	1.23

#### Array #4 - Ond1 Ch4

orientation	#1
t/Azimuth	7/-45 °

Number of PV modules	22 units
nominal (STC)	9.68 kWp
modules	1 String x 22 In series

#### Operating cond. (50°C)

mp	8.96 kWp	Operating voltage	200-1000 V
mp	687 V	Max. power (=>33°C)	110 kWac
mp	13 A	Pnom ratio (DC:AC)	1.23

#### Array #5 - Ond2 Ch1

orientation	#1
t/Azimuth	7/-45 °

Number of PV modules	96 units
nominal (STC)	42.2 kWp
modules	4 Strings x 24 In series

#### Operating cond. (50°C)

mp	39.1 kWp	Operating voltage	200-1000 V
mp	749 V	Max. power (=>33°C)	110 kWac
mp	52 A	Pnom ratio (DC:AC)	1.23

#### Array #6 - Ond2 Ch2

orientation	#1
t/Azimuth	7/-45 °

Number of PV modules	69 units
nominal (STC)	30.4 kWp
modules	3 Strings x 23 In series

#### Operating cond. (50°C)

mp	28.09 kWp	Operating voltage	200-1000 V
mp	718 V	Max. power (=>33°C)	110 kWac
mp	39 A	Pnom ratio (DC:AC)	1.23

#### Array #7 - Ond2 Ch3

orientation	#1
t/Azimuth	7/-45 °

Number of PV modules	92 units	Number of inverters	0.3 unit 33.0 kWac
nominal (STC)	40.5 kWp	Total power	
modules	4 Strings x 23 In series		



**PV Array Characteristics**

<b>At operating cond. (50°C)</b>		Operating voltage	200-1000 V
Pmpp	37.5 kWp	Max. power (=>33°C)	110 kWac
Vmpp	718 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.23
Impp	52 A		
<b>Array #8 - Ond2 Ch4</b>			
Orientation	#1		
Tilt/Azimuth	7/-45 °		
Number of PV modules	22 units	Number of inverters	0.1 unit 7.9 kWac
Nominal (STC)	9.68 kWp	Total power	
Modules	1 String x 22 In series		
<b>At operating cond. (50°C)</b>		Operating voltage	200-1000 V
Pmpp	8.96 kWp	Max. power (=>33°C)	110 kWac
Vmpp	687 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.23
Impp	13 A		
<b>Array #9 - Ond3 Ch1</b>			
Orientation	#1		
Tilt/Azimuth	7/-45 °		
Number of PV modules	22 units	Number of inverters	0.1 unit 14.5 kWac
Nominal (STC)	9.68 kWp	Total power	
Modules	1 String x 22 In series		
<b>At operating cond. (50°C)</b>		Operating voltage	200-1000 V
Pmpp	8.96 kWp	Max. power (=>33°C)	110 kWac
Vmpp	687 V	Pnom ratio (DC:AC)	0.67
Impp	13 A		
<b>Array #10 - Ond3 Ch2</b>			
Orientation	#1		
Tilt/Azimuth	7/-45 °		
Number of PV modules	22 units	Number of inverters	0.1 unit 7.3 kWac
Nominal (STC)	9.68 kWp	Total power	
Modules	1 String x 22 In series		
<b>At operating cond. (50°C)</b>		Operating voltage	200-1000 V
Pmpp	8.96 kWp	Max. power (=>33°C)	110 kWac
Vmpp	687 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.33
Impp	13 A		
<b>Array #11 - Ond3 Ch3</b>			
Orientation	#2		
Tilt/Azimuth	7/45 °		
Number of PV modules	22 units	Number of inverters	0.1 unit 7.3 kWac
Nominal (STC)	9.68 kWp	Total power	
Modules	1 String x 22 In series		



# Project: HOPITAL SAINT GAUDENS OMBRIERE

Variant: 1119 modules de 440Wc 4 onduleur de 100 kVA

PVsyst V7.3.4

Bet Ramat (France)

C3, Simulation date: 13/06/23 11:55 with  
V7.3.4

## PV Array Characteristics

<b>Array #12 - Ond3 Ch4</b>		Operating voltage	200-1000 V
Operating cond. (50°C)	8.96 kWp	Max. power (=>33°C)	110 kWac
Pmpp	687 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.33
Pmpp	13 A		

### Array #12 - Ond3 Ch4

Orientation	#2
Tilt/Azimuth	7/45 °

Number of PV modules	96 units	Number of inverters	0.3 unit 31.7 kWac
Nominal (STC)	42.2 kWp	Total power	
Modules	4 Strings x 24 In series		

<b>Array #13 - Ond3 Ch5</b>		Operating voltage	200-1000 V
Operating cond. (50°C)	39.1 kWp	Max. power (=>33°C)	110 kWac
Pmpp	749 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.33
Pmpp	52 A		

### Array #13 - Ond3 Ch5

Orientation	#2
Tilt/Azimuth	7/45 °

Number of PV modules	96 units	Number of inverters	0.3 unit 31.7 kWac
Nominal (STC)	42.2 kWp	Total power	
Modules	4 Strings x 24 In series		

<b>Array #14 - Ond3 Ch6</b>		Operating voltage	200-1000 V
Operating cond. (50°C)	39.1 kWp	Max. power (=>33°C)	110 kWac
Pmpp	749 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.33
Pmpp	52 A		

### Array #14 - Ond3 Ch6

Orientation	#2
Tilt/Azimuth	7/45 °

Number of PV modules	23 units	Number of inverters	0.1 unit 7.6 kWac
Nominal (STC)	10.12 kWp	Total power	
Modules	1 String x 23 In series		

<b>Array #15 - Ond4 Ch1</b>		Operating voltage	200-1000 V
Operating cond. (50°C)	9.36 kWp	Max. power (=>33°C)	110 kWac
Pmpp	718 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.33
Pmpp	13 A		

### Array #15 - Ond4 Ch1

Orientation	#2
Tilt/Azimuth	7/45 °

Number of PV modules	184 units	Number of inverters	0.7 unit 65.7 kWac
Nominal (STC)	81.0 kWp	Total power	
Modules	8 Strings x 23 In series		



# Project: HOPITAL SAINT GAUDENS OMBRIERE

Variant: 1119 modules de 440Wc 4 onduleur de 100 kVA

PVsyst V7.3.4

Bet Ramat (France)

C3, Simulation date: 13/06/23 11:55 with  
V7.3.4

## PV Array Characteristics

<b>Operating cond. (50°C)</b>		Operating voltage	200-1000 V
Imp	74.9 kWp	Max. power (=>33°C)	110 kWac
Vmp	718 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.23
Isc	104 A		
<b>Array #16 - Ond4 Ch2</b>			
Orientation	#2		
Tilt/Azimuth	7/45 °		
Number of PV modules	96 units	Number of inverters	0.3 unit 34.3 kWac
Nominal (STC)	42.2 kWp	Total power	
Modules	4 Strings x 24 In series		
<b>Operating cond. (50°C)</b>		Operating voltage	200-1000 V
Imp	39.1 kWp	Max. power (=>33°C)	110 kWac
Vmp	749 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.23
Isc	52 A		
<b>Total PV power</b>		<b>Total inverter power</b>	
Nominal (STC)	492 kWp	Total power	400 kWac
Total	1119 modules	Nb. of inverters	4 units
Module area	2415 m²	Pnom ratio	0.0 unused
		Power sharing defined	1.23

## Array losses

<b>Array Soiling Losses</b>		2.0 %	<b>Module Quality Loss</b>		-0.8 %
Loss Fraction			<b>Thermal Loss factor</b>		Loss Fraction
			Module temperature according to irradiance		
			Uc (const)	29.0 W/m²K	
			Uv (wind)	0.0 W/m²K/m/s	





## PVsyst V7.3.4

Bet Ramat (France)

VC3, Simulation date: 13/06/23 11:55 with v7.3.4

## Module mismatch losses

## Array #1 - Ond1 Ch1

Loss Fraction 2.0 % at MPP

## Array #2 - Ond1 Ch2

Loss Fraction 2.0 % at MPP

## Array #3 - Ond1 Ch3

Loss Fraction 2.0 % at MPP

## Array #4 - Ond1 Ch4

Loss Fraction 2.0 % at MPP

## Array #5 - Ond2 Ch1

Loss Fraction 2.0 % at MPP

## Array #6 - Ond2 Ch2

Loss Fraction 2.0 % at MPP

## Array #7 - Ond2 Ch3

Loss Fraction 2.0 % at MPP

## Array #8 - Ond2 Ch4

Loss Fraction 2.0 % at MPP

## Array #9 - Ond3 Ch1

Loss Fraction 2.0 % at MPP

## Array #10 - Ond3 Ch2

Loss Fraction 2.0 % at MPP

## Array #11 - Ond3 Ch3

Loss Fraction 2.0 % at MPP

## Array #12 - Ond3 Ch4

Loss Fraction 2.0 % at MPP

## Array #13 - Ond3 Ch5

Loss Fraction 2.0 % at MPP

## Array #14 - Ond3 Ch6

Loss Fraction 2.0 % at MPP

## Array #15 - Ond4 Ch1

Loss Fraction 2.0 % at MPP

Array #16 - Ond4 Ch2 Loss Fraction 2.0 % at MPP

## IAM loss factor

Incidence effect (IAM): Fresnel, AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

## Array losses DC wiring losses

Global wiring resistance 10 mΩ

Loss Fraction 1.5 % at STC

## Array #1 - Ond1 Ch1

Global array res. 234 mΩ

Loss Fraction 1.5 % at STC

## Array #3 - Ond1 Ch3

Global array res. 224 mΩ

Loss Fraction 1.5 % at STC

## Array #5 - Ond2 Ch1

Global array res. 234 mΩ

Loss Fraction 1.5 % at STC

## Array #2 - Ond1 Ch2

Global array res. 299 mΩ

Loss Fraction 1.5 % at STC

## Array #4 - Ond1 Ch4

Global array res. 859 mΩ

Loss Fraction 1.5 % at STC

## Array #6 - Ond2 Ch2

Global array res. 299 mΩ

Loss Fraction 1.5 % at STC



## DC wiring losses

<b>Array #7 - Ond2 Ch3</b>		<b>Array #8 - Ond2 Ch4</b>	
Global array res.	224 mΩ	Global array res.	859 mΩ
Loss Fraction	1.5 % at STC	Loss Fraction	1.5 % at STC
<b>Array #9 - Ond3 Ch1</b>		<b>Array #10 - Ond3 Ch2</b>	
Global array res.	859 mΩ	Global array res.	859 mΩ
Loss Fraction	1.5 % at STC	Loss Fraction	1.5 % at STC
<b>Array #11 - Ond3 Ch3</b>		<b>Array #12 - Ond3 Ch4</b>	
Global array res.	859 mΩ	Global array res.	234 mΩ
Loss Fraction	1.5 % at STC	Loss Fraction	1.5 % at STC
<b>Array #13 - Ond3 Ch5</b>		<b>Array #14 - Ond3 Ch6</b>	
Global array res.	234 mΩ	Global array res.	898 mΩ
Loss Fraction	1.5 % at STC	Loss Fraction	1.5 % at STC
<b>Array #15 - Ond4 Ch1</b>		<b>Array #16 - Ond4 Ch2</b>	
Global array res.	112 mΩ	Global array res.	234 mΩ
Loss Fraction	1.5 % at STC	Loss Fraction	1.5 % at STC

## AC wiring losses

## Inv. output line up to injection point

Inverter voltage	400 Vac tri
Loss Fraction	0.13 % at STC

## Inverter: SUN2000-100KTL-M2-400Vac

Wire section (4 Inv.)	Copper 4 x 3 x 70 mm <sup>2</sup>
Average wires length	6 m



## PVsyst V7.3.4

Bet Ramat (France)

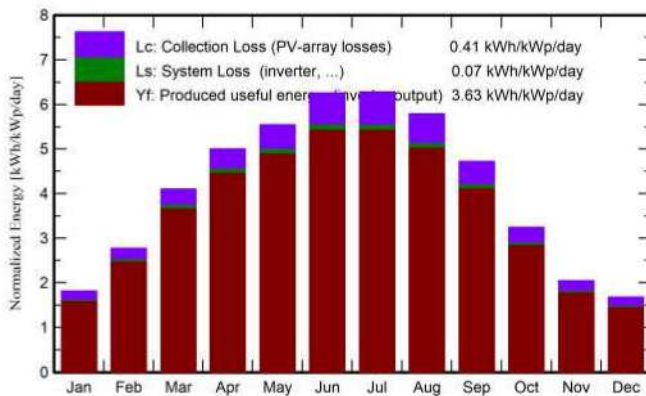
VC3, Simulation date: 13/06/23 11:55 with v7.3.4

## System Production

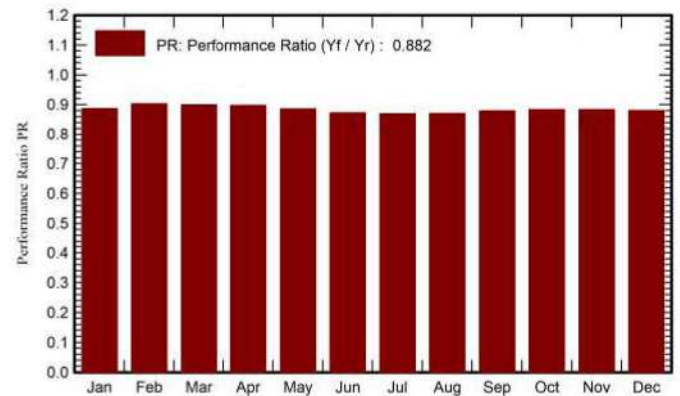
Produced Energy 651980 kWh/year  
Used Energy 3416094 kWh/year

Specific production 1324 kWh/kWp/year  
Perf. Ratio PR 88.23 %  
Solar Fraction SF 19.01 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_User	E_Solar	E_Grid	EFrGrid
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
January	49.4	19.83	4.67	56.3	51.5	25044	343197	24561	-7	318637
February	70.6	29.68	5.26	77.5	72.4	35114	292778	34430	-6	258348
March	119.8	46.66	8.59	127.2	120.3	57521	311310	56354	-5	254956
April	145.6	69.02	10.86	150.0	142.5	67656	287452	66210	68	221242
May	170.5	82.51	14.29	172.1	163.7	76612	267957	74478	562	193479
June	187.1	73.17	18.31	187.8	179.1	82386	259714	79519	1174	180195
July	193.2	85.24	20.37	194.8	185.8	85087	283687	83097	276	200589
August	175.5	69.92	20.27	179.8	171.4	78642	285600	76831	220	208768
September	134.8	54.26	16.73	141.5	134.1	62502	250256	61063	201	189193
October	92.6	34.68	13.43	100.7	94.5	44669	251787	43800	-6	207987
November	55.0	25.06	7.80	61.3	56.6	27204	277535	26683	-6	250851
December	45.6	23.19	5.26	51.9	47.2	22914	304822	22490	-7	282332
Year	1439.8	613.21	12.20	1500.8	1419.0	665350	3416094	649517	2463	2766578

## Legends

GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_User	Energy supplied to the user
T_Amb	Ambient Temperature	E_Solar	Energy from the sun
GlobInc	Global incident in coll. plane	E_Grid	Energy injected into grid
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings	EFrGrid	Energy from the grid

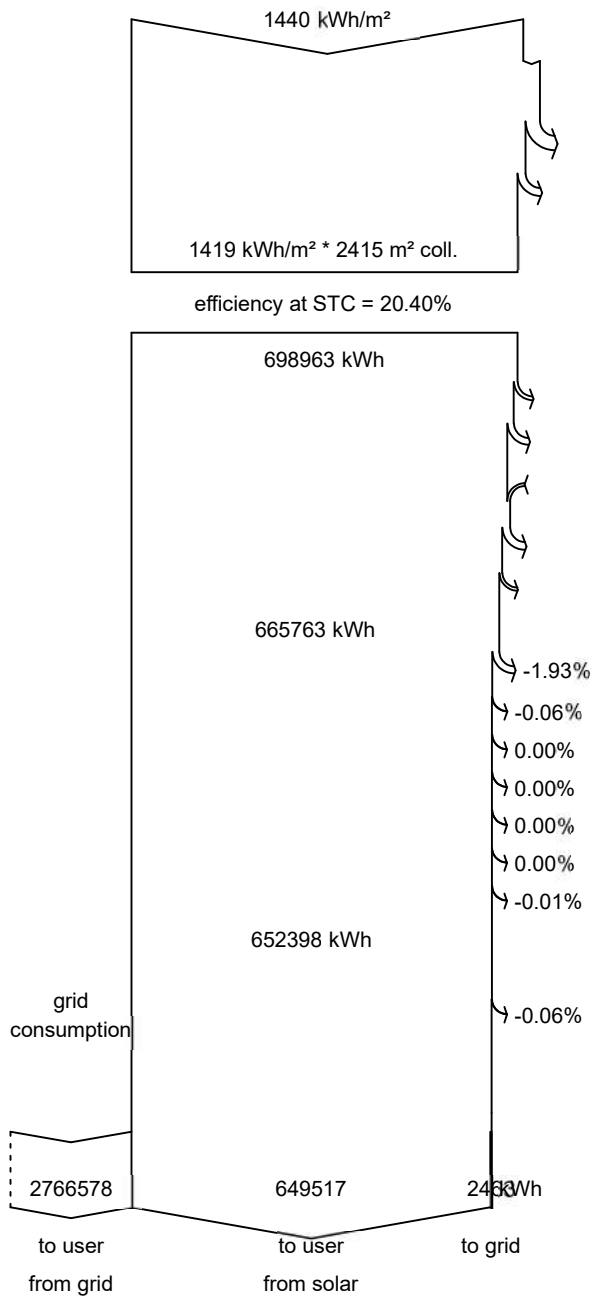
## Main results



## Project: HOPITAL SAINT GAUDENS OMBRIERE

Variant: 1119 modules de 440Wc 4 onduleur de 100 kVA

Bet Ramat (France)



### Loss diagram

#### Global horizontal irradiation

+4.2%

#### Global incident in coll. plane

-3.52%

IAM factor on global

-2.00%

Soiling loss factor

#### Effective irradiation on collectors



PV conversion

Array nominal energy (at STC effic.)

-0.99%	PV loss due to irradiance level
-1.71%	PV loss due to temperature
+0.75%	Module quality loss
-2.05%	Module array mismatch loss
-0.81%	Ohmic wiring loss

Array virtual energy at MPP

Inverter Loss during operation (efficiency)	
Inverter Loss over nominal inv. power	
	Inverter Loss due to max. input current Inverter Loss over nominal inv. voltage
Inverter Loss due to power threshold	
Inverter Loss due to voltage threshold	Night consumption

Available Energy at Inverter Output

AC ohmic loss

Dispatch: user and grid reinjection

Predef. graphs

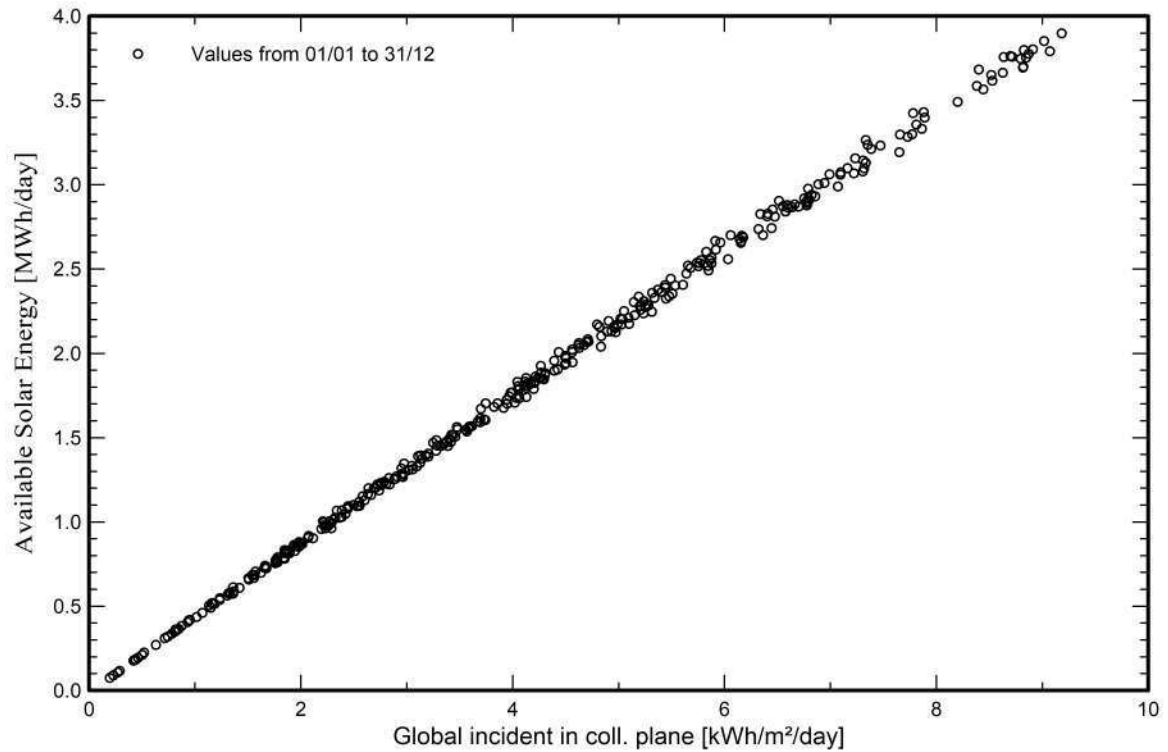


## Project: HOPITAL SAINT GAUDENS OMBRIERE

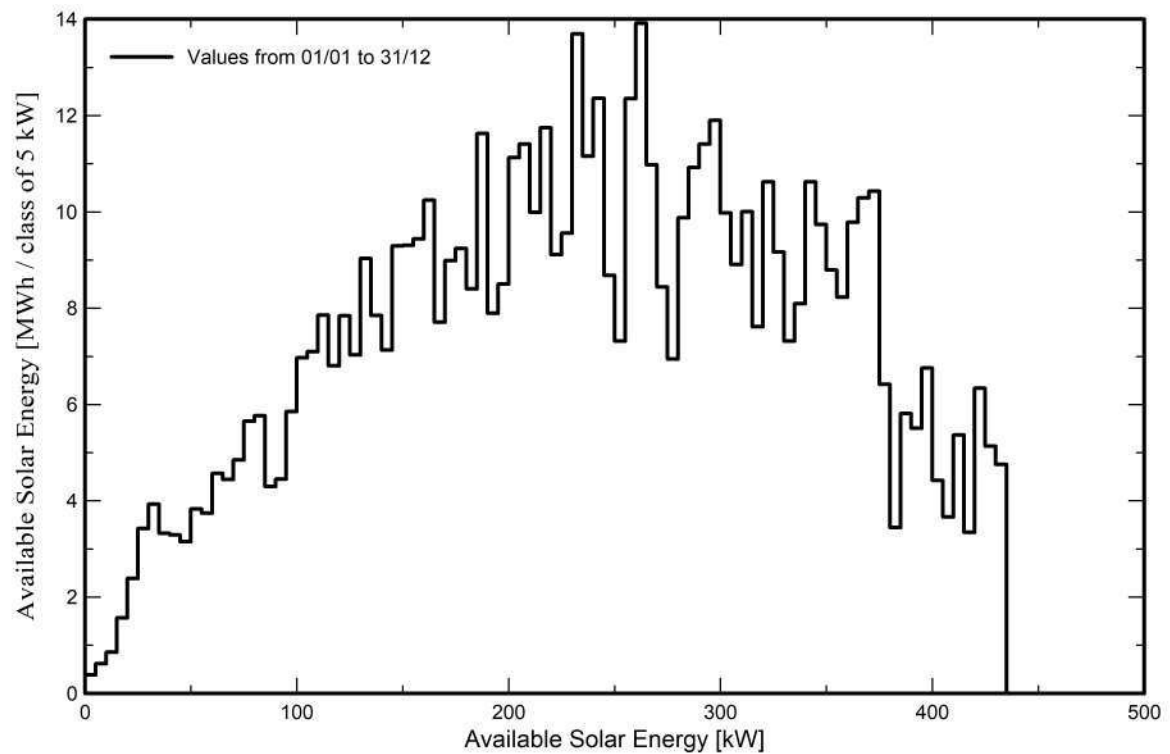
Variant: 1119 modules de 440Wc 4 onduleur de 100 kVA

Bet Ramat (France)

Diagramme d'entrée/sortie journalier



Distribution de la puissance de sortie système





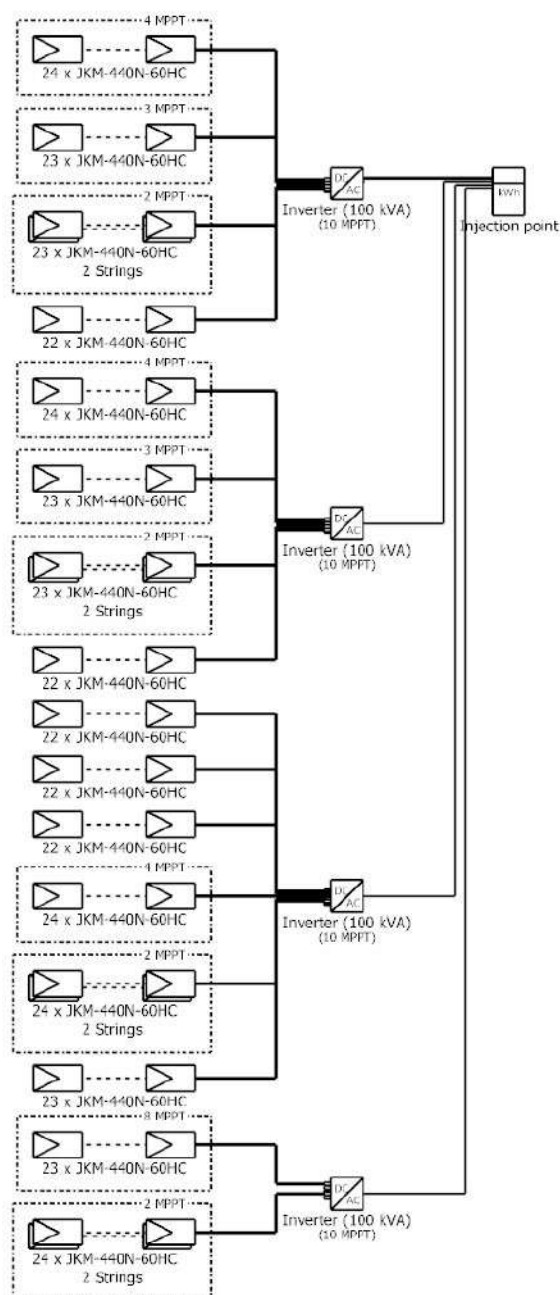
**PVsyst V7.3.4**

VC3, Simulation date:

13/06/23 11:55

with v7.3.4

# Single-line diagram



PV module	JKM-440N-60HC
Inverter	SUN2000-100KTL-M2-400Vac
String 1	24 x JKM-440N-60HC
String 2	23 x JKM-440N-60HC
String 3	22 x JKM-440N-60HC

**HOPITAL SAINT GAUDENS OMB  
RIERE**

**Bet Ramat (France)**

**VC3 : 1119 modules de 440Wc 4 ondul  
eur de 100 kVA**

**13/06/23**







BET RAMAT  
146, av Marceau Hamecher  
82000 MONTAUBAN

PLAN D'IMPLANTATION DES MODULES EN OMBRIERE				REVISIONS			
Puissance 872,08 kWp (1982 modules de 440 Wp)				NO.	PAR	DATE	DESCRIPTION
Maître d'Ouvrage:HOPITAL SAINT GAUDENS				1	B.M.	24-05-2023	Création
				2			
Phase: <input checked="" type="checkbox"/> APS <input type="checkbox"/> APD <input type="checkbox"/> PRO <input type="checkbox"/> ACT <input type="checkbox"/> EXE <input type="checkbox"/> AOR							
Contact: Gabriel RAMAT				Echelle: SANS			
Téléphone: 05 81 04 10 54				Folio: 1/1			
Email: contact@bet-ramat.fr							



# PVsyst - Simulation report

## Grid-Connected System

---

Project: HOPITAL SAINT GAUDENS OMBRIERE

Variant: 1982 Modules de 440Wc 600kVA

No 3D scene defined, no shadings

System power: 872 kWp

Saint-Gaudens - France



# Project: HOPITAL SAINT GAUDENS OMBRIERE

Variant: 1982 Modules de 440Wc 600kVA

Bet Ramat (France)

13/06/23 10:42 with v7.3.4

**Auteur**

Bet Ramat (France)

## Project summary

	<b>Situation</b>	43.11 °N	<b>Project settings</b>	0.20
	Latitude	0.71 °E	Albedo	
	Longitude	408 m		
	Altitude	UTC+1		
	Time zone			
6-2015), Sat=100 % - Synthétique				

## System summary

<b>System</b>	<b>No 3D scene defined, no shadings</b>			
on 3 orientations 7 / 90 ° / -45 ° / 45 °	<b>Near Shadings</b>	<b>User's needs</b>		
	No Shadings	Ext. defined as file MODELE PV SYST.csv		
n		<b>Inverters</b>		
		Nb. of units	7 units	
	1982 units	Pnom total	715 kWac	
	872 kWp	Pnom ratio	1.220	

## Results summary

1144591 kWh/year	Specific production	1312 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	88.18 %
3416094 kWh/year			Solar Fraction SF	29.90 %

## Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Main results	10
Loss diagram	11
Predef. graphs	12
Single-line diagram	13



# Project: HOPITAL SAINT GAUDENS OMBRIERE

Variant: 1982 Modules de 440Wc 600kVA

Bet Ramat (France)

13/06/23 10:42 with v7.3.4

## Grid-Connected System

No 3D scene defined, no shadings

## PV Field Orientation

### Orientation

Fixed planes 3 orientations  
Tilts/azimuths 7 / 90 °  
7 / -45 °  
7 / 45 °

### Sheds configuration

No 3D scene defined

### Models used

Transposition Perez  
Diffuse Perez, Meteonorm  
Circumsolar separate

## Horizon

Free Horizon

MODELE PV SYST.csv

## Near Shadings

No Shadings

## User's needs

Ext. defined as file

Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year	
343197	292778	311310	287452	267957	259714	283687	285600	250256	251787	277535	304822	3416094	kWh

## General parameters PV Array Characteristics

s definition)	Jinkosolar	<b>Inverter</b>	
	JKM-440N-60HC	Manufacturer	Huawei Technologies
	440 Wp	Model	SUN2000-115KTL-M2-400V
	376 units	(Custom parameters definition)	
les	165 kWp	Unit Nom. Power	115 kWac
h1	#1	Number of inverters	1 unit
	7/90 °	Total power	115 kWac
	184 units		
	81.0 kWp		
les	8 Strings x 23 In series	Number of inverters	0.5 unit 56.3 kWac
l. (50°C)	74.9 kWp	Total power	
	718 V	Operating voltage	200-1000 V
	104 A	Max. power (=>30°C)	125 kWac
		Pnom ratio (DC:AC)	1.44
h2	#1		
	7/90 °		
	96 units	Number of inverters	0.3 unit 29.4 kWac
	42.2 kWp	Total power	
les	4 Strings x 24 In series	Operating voltage	200-1000 V
l. (50°C)	39.1 kWp	Max. power (=>30°C)	125 kWac
	749 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.44
	52 A		
h3	#1		
	7/90 °		





# Project: HOPITAL SAINT GAUDENS OMBRIERE

Variant: 1982 Modules de 440Wc 600kVA

Bet Ramat (France)

13/06/23 10:42 with v7.3.4

les	96 units	Number of inverters	0.3 unit 29.4 kWac
	42.2 kWp	Total power	
	4 Strings x 24 In series		

## Operating cond. (50°C)

mpp	39.1 kWp
mpp	749 V
mpp	52 A

## V module

Manufacturer	Jinkosolar
Model	JKM-440N-60HC
Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	440 Wp
Number of PV modules	1606 units
Nominal (STC)	707 kWp

## Array #4 - Ond2 Ch1

Orientation	#2
t/Azimuth	7/-45 °

Number of PV modules	184 units
Nominal (STC)	81.0 kWp
Modules	8 Strings x 23 In series

## Operating cond. (50°C)

mpp	74.9 kWp
mpp	718 V
mpp	104 A

## Array #5 - Ond2 Ch2

Orientation	#2
t/Azimuth	7/-45 °

Number of PV modules	46 units
Nominal (STC)	20.24 kWp
Modules	2 Strings x 23 In series

## Operating cond. (50°C)

mpp	18.73 kWp
mpp	718 V
mpp	26 A

## Array #6 - Ond2 Ch3

Orientation	#2
t/Azimuth	7/-45 °

Number of PV modules	20 units
Nominal (STC)	8.80 kWp
Modules	1 String x 20 In series

## Operating cond. (50°C)

mpp	8.14 kWp
mpp	624 V
mpp	13 A

Operating voltage	200-1000 V
Max. power (=>30°C)	125 kWac
Pnom ratio (DC:AC)	1.44

## Inverter

Manufacturer	Huawei Technologies
Model	SUN2000-100KTL-M2-400Vac
(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	100 kWac
Number of inverters	6 units
Total power	600 kWac

Number of inverters	0.7 unit 73.6 kWac
Total power	

Operating voltage	200-1000 V
Max. power (=>33°C)	110 kWac
Pnom ratio (DC:AC)	1.10

Number of inverters	0.2 unit 18.4 kWac
Total power	

Operating voltage	200-1000 V
Max. power (=>33°C)	110 kWac
Pnom ratio (DC:AC)	1.10

Number of inverters	0.1 unit 8.0 kWac
Total power	

Operating voltage	200-1000 V
Max. power (=>33°C)	110 kWac
Pnom ratio (DC:AC)	1.10



# Project: HOPITAL SAINT GAUDENS OMBRIERE

Variant: 1982 Modules de 440Wc 600kVA

PVsyst V7.3.4

Bet Ramat (France)

Simulation date: 13/06/23 10:42 with  
V7.3.4

## PV Array Characteristics

### Array #7 - Ond3 Ch1

Orientation	#2		
Tilt/Azimuth	7/-45 °		
Number of PV modules	184 units	Number of inverters	0.7 unit 73.6 kWac
Nominal (STC)	81.0 kWp	Total power	
Modules	8 Strings x 23 In series		
at operating cond. (50°C)		Operating voltage	200-1000 V
Imp	74.9 kWp	Max. power (=>33°C)	110 kWac
Vmp	718 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.10
Imp	104 A		

### Array #8 - Ond3 Ch2

Orientation	#2		
Tilt/Azimuth	7/-45 °		
Number of PV modules	46 units	Number of inverters	0.2 unit 18.4 kWac
Nominal (STC)	20.24 kWp	Total power	
Modules	2 Strings x 23 In series		
at operating cond. (50°C)		Operating voltage	200-1000 V
Imp	18.73 kWp	Max. power (=>33°C)	110 kWac
Vmp	718 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.10
Imp	26 A		

### Array #9 - Ond3 Ch3

Orientation	#2		
Tilt/Azimuth	7/-45 °		
Number of PV modules	20 units	Number of inverters	0.1 unit 8.0 kWac
Nominal (STC)	8.80 kWp	Total power	
Modules	1 String x 20 In series		
at operating cond. (50°C)		Operating voltage	200-1000 V
Imp		Max. power (=>33°C)	110 kWac
Vmp	3.14 kWp 624 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.10
Imp	13 A		

### Array #10 - Ond4 Ch1

Orientation	#2		
Tilt/Azimuth	7/-45 °		
Number of PV modules	184 units	Number of inverters	0.7 unit 73.6 kWac
Nominal (STC)	81.0 kWp	Total power	
Modules	8 Strings x 23 In series		
at operating cond. (50°C)		Operating voltage	200-1000 V
Imp	74.9 kWp	Max. power (=>33°C)	110 kWac
Vmp	718 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.10
Imp	104 A		

### Array #11 - Ond4 Ch2

Orientation	#2
-------------	----



# Project: HOPITAL SAINT GAUDENS OMBRIERE

Variant: 1982 Modules de 440Wc 600kVA

PVsyst V7.3.4

Bet Ramat (France)

C2, Simulation date: 13/06/23 10:42 with  
V7.3.4

## PV Array Characteristics

tilt/Azimuth	7/-45 °		
Number of PV modules	46 units	Number of inverters	0.2 unit 18.4 kWac
Nominal (STC)	20.24 kWp	Total power	
Modules	2 Strings x 23 In series		
at operating cond. (50°C)		Operating voltage	200-1000 V
mp	18.73 kWp	Max. power (=>33°C)	110 kWac
mp	718 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.10
mp	26 A		
Array #12 - Ond4 Ch3			
Orientation	#2		
tilt/Azimuth	7/-45 °		
Number of PV modules	20 units	Number of inverters	0.1 unit 8.0 kWac
Nominal (STC)	8.80 kWp	Total power	
Modules	1 String x 20 In series		
at operating cond. (50°C)		Operating voltage	200-1000 V
mp	8.14 kWp	Max. power (=>33°C)	110 kWac
mp	624 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.10
mp	13 A		
Array #13 - Ond5 Ch1			
Orientation	#2		
tilt/Azimuth	7/-45 °		
Number of PV modules	184 units	Number of inverters	0.7 unit 73.6 kWac
Nominal (STC)	81.0 kWp	Total power	
Modules	8 Strings x 23 In series		
at operating cond. (50°C)		Operating voltage	200-1000 V
mp	74.9 kWp	Max. power (=>33°C)	110 kWac
mp	718 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.10
mp	104 A		
Array #14 - Ond5 Ch2			
Orientation	#2		
tilt/Azimuth	7/-45 °		
Number of PV modules	46 units	Number of inverters	0.2 unit 18.4 kWac
Nominal (STC)	20.24 kWp	Total power	
Modules	2 Strings x 23 In series		
at operating cond. (50°C)		Operating voltage	200-1000 V
mp		Max. power (=>33°C)	110 kWac
mp	3.73 kWp 718 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.10
mp	26 A		
Array #15 - Ond5 Ch3			
Orientation	#2		
tilt/Azimuth	7/-45 °		



# Project: HOPITAL SAINT GAUDENS OMBRIERE

Variant: 1982 Modules de 440Wc 600kVA

PVsyst V7.3.4

Bet Ramat (France)

Simulation date: 13/06/23 10:42 with  
V7.3.4

## PV Array Characteristics

Number of PV modules	20 units	Number of inverters	0.1 unit 8.0 kWac
Nominal (STC)	8.80 kWp	Total power	
Modules	1 String x 20 In series		
at operating cond. (50°C)		Operating voltage	200-1000 V
Pmpp	8.14 kWp	Max. power (=>33°C)	110 kWac
Vmpp	624 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.10
Impp	13 A		
<b>Array #16 - Ond6 Ch1</b>			
Orientation	#3		
Tilt/Azimuth	7/45 °		
Number of PV modules	96 units	Number of inverters	0.3 unit 31.7 kWac
Nominal (STC)	42.2 kWp	Total power	
Modules	4 Strings x 24 In series		
at operating cond. (50°C)		Operating voltage	200-1000 V
Pmpp	39.1 kWp	Max. power (=>33°C)	110 kWac
Vmpp	749 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.33
Impp	52 A		
<b>Array #17 - Ond6 Ch2</b>			
Orientation	#3		
Tilt/Azimuth	7/45 °		
Number of PV modules	138 units	Number of inverters	0.5 unit 45.5 kWac
Nominal (STC)	60.7 kWp	Total power	
Modules	6 Strings x 23 In series		
at operating cond. (50°C)		Operating voltage	200-1000 V
Pmpp	56.2 kWp	Max. power (=>33°C)	110 kWac
Vmpp	718 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.33
Impp	78 A		
<b>Array #18 - Ond6 Ch3</b>			
Orientation	#3		
Tilt/Azimuth	7/45 °		
Number of PV modules	69 units	Number of inverters	0.2 unit 22.8 kWac
Nominal (STC)	30.4 kWp	Total power	
Modules	3 Strings x 23 In series		
at operating cond. (50°C)		Operating voltage	200-1000 V
Pmpp	28.09 kWp	Max. power (=>33°C)	110 kWac
Vmpp	718 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.33
Impp	39 A		
<b>Array #19 - Ond7 Ch1</b>			
Orientation	#3		
Tilt/Azimuth	7/45 °		
Number of PV modules	96 units	Number of inverters	0.3 unit 31.7 kWac
Nominal (STC)	42.2 kWp	Total power	
Modules	4 Strings x 24 In series		





# Project: HOPITAL SAINT GAUDENS OMBRIERE

Variant: 1982 Modules de 440Wc 600kVA

PVsyst V7.3.4

Bet Ramat (France)

Simulation date: 13/06/23 10:42 with  
V7.3.4

## PV Array Characteristics

<b>Array #19 - Ond7 Ch2</b>		Operating voltage	200-1000 V
Operating cond. (50°C)		Max. power (=>33°C)	110 kWac
Pmpp	39.1 kWp 749 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.33
Pmpp	52 A		
<b>Array #20 - Ond7 Ch2</b>			
Orientation	#3		
Tilt/Azimuth	7/45 °		
Number of PV modules	138 units	Number of inverters	0.5 unit 45.5 kWac
Nominal (STC)	60.7 kWp	Total power	
Modules	6 Strings x 23 In series		
<b>Array #21 - Ond7 Ch3</b>		Operating voltage	200-1000 V
Operating cond. (50°C)		Max. power (=>33°C)	110 kWac
Pmpp	56.2 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.33
Pmpp	718 V		
Pmpp	78 A		
<b>Array #22 - Ond7 Ch3</b>			
Orientation	#3		
Tilt/Azimuth	7/45 °		
Number of PV modules	69 units	Number of inverters	0.2 unit 22.8 kWac
Nominal (STC)	30.4 kWp	Total power	
Modules	3 Strings x 23 In series		
<b>Array #23 - Ond7 Ch3</b>		Operating voltage	200-1000 V
Operating cond. (50°C)		Max. power (=>33°C)	110 kWac
Pmpp	28.09 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.33
Pmpp	718 V		
Pmpp	39 A		
<b>Total PV power</b>		<b>Total inverter power</b>	
Nominal (STC)	872 kWp	Total power	715 kWac
Total	1982 modules	Number of inverters	7 units
Module area	4277 m²	Pnom ratio	1.22
		Power sharing defined	

## Array losses



# Project: HOPITAL SAINT GAUDENS OMBRIERE

Variant: 1982 Modules de 440Wc 600kVA

Vsyst V7.3.4

Bet Ramat (France)

C2, Simulation date: 13/06/23 10:42 with  
V7.3.4

## Thermal Loss factor

Module temperature according to irradiance

Uc (const) 20.0 W/m²K

Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

## Module Quality Loss

Loss Fraction -0.8 %

## Module mismatch losses

### Array #1 - Ond1 Ch1

Loss Fraction 2.0 % at MPP

### Array #2 - Ond1 Ch2

Loss Fraction 2.0 % at MPP

### Array #3 - Ond1 Ch3

Loss Fraction 2.0 % at MPP

### Array #4 - Ond2 Ch1

Loss Fraction 2.0 % at MPP

### Array #5 - Ond2 Ch2

Loss Fraction 2.0 % at MPP

### Array #6 - Ond2 Ch3

Loss Fraction 2.0 % at MPP

### Array #7 - Ond3 Ch1

Loss Fraction 2.0 % at MPP

### Array #8 - Ond3 Ch2

Loss Fraction 2.0 % at MPP

### Array #9 - Ond3 Ch3

Loss Fraction 2.0 % at MPP

### Array #10 - Ond4 Ch1

Loss Fraction 2.0 % at MPP

### Array #11 - Ond4 Ch2

Loss Fraction 2.0 % at MPP

### Array #12 - Ond4 Ch3

Loss Fraction 2.0 % at MPP

### Array #13 - Ond5 Ch1

Loss Fraction 2.0 % at MPP

### Array #14 - Ond5 Ch2

Loss Fraction 2.0 % at MPP

### Array #15 - Ond5 Ch3

Loss Fraction 2.0 % at MPP

### Array #16 - Ond6 Ch1

Loss Fraction 2.0 % at MPP

### Array #17 - Ond6 Ch2

Loss Fraction 2.0 % at MPP

### Array #18 - Ond6 Ch3

Loss Fraction 2.0 % at MPP

### Array #19 - Ond7 Ch1

Loss Fraction 2.0 % at MPP

### Array #20 - Ond7 Ch2

Loss Fraction 2.0 % at MPP

Array #21 - Ond7 Ch3 Loss Fraction 2.0 % at MPP

## IAM loss factor

Incidence effect (IAM): Fresnel, AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

## DC wiring losses



# Project: HOPITAL SAINT GAUDENS OMBRIERE

Variant: 1982 Modules de 440Wc 600kVA

PVsyst V7.3.4

Bet Ramat (France)

C2, Simulation date: 13/06/23 10:42 with  
V7.3.4

Global wiring resistance 10 mΩ  
Loss Fraction 1.5 % at STC

## Array #1 - Ond1 Ch1

Global array res. 112 mΩ  
Loss Fraction 1.5 % at STC

## Array #3 - Ond1 Ch3

Global array res. 234 mΩ  
Loss Fraction 1.5 % at STC

## Array #5 - Ond2 Ch2

Global array res. 449 mΩ  
Loss Fraction 1.5 % at STC

## Array #7 - Ond3 Ch1

Global array res. 112 mΩ  
Loss Fraction 1.5 % at STC

## Array #9 - Ond3 Ch3

Global array res. 781 mΩ  
Loss Fraction 1.5 % at STC

## Array #11 - Ond4 Ch2

Global array res. 449 mΩ  
Loss Fraction 1.5 % at STC

## Array #13 - Ond5 Ch1

Global array res. 112 mΩ  
Loss Fraction 1.5 % at STC

## Array #15 - Ond5 Ch3

Global array res. 781 mΩ  
Loss Fraction 1.5 % at STC

## Array #17 - Ond6 Ch2

Global array res. 150 mΩ  
Loss Fraction 1.5 % at STC

## Array #19 - Ond7 Ch1

Global array res. 234 mΩ  
Loss Fraction 1.5 % at STC

## Array #21 - Ond7 Ch3

Global array res. 299 mΩ  
Loss Fraction 1.5 % at STC

## Array #2 - Ond1 Ch2

Global array res. 234 mΩ  
Loss Fraction 1.5 % at STC

## Array #4 - Ond2 Ch1

Global array res. 112 mΩ  
Loss Fraction 1.5 % at STC

## Array #6 - Ond2 Ch3

Global array res. 781 mΩ  
Loss Fraction 1.5 % at STC

## Array #8 - Ond3 Ch2

Global array res. 449 mΩ  
Loss Fraction 1.5 % at STC

## Array #10 - Ond4 Ch1

Global array res. 112 mΩ  
Loss Fraction 1.5 % at STC

## Array #12 - Ond4 Ch3

Global array res. 781 mΩ  
Loss Fraction 1.5 % at STC

## Array #14 - Ond5 Ch2

Global array res. 449 mΩ  
Loss Fraction 1.5 % at STC

## Array #16 - Ond6 Ch1

Global array res. 234 mΩ  
Loss Fraction 1.5 % at STC

## Array #18 - Ond6 Ch3

Global array res. 299 mΩ  
Loss Fraction 1.5 % at STC

## Array #20 - Ond7 Ch2

Global array res. 150 mΩ  
Loss Fraction 1.5 % at STC



# Project: HOPITAL SAINT GAUDENS OMBRIERE

Variant: 1982 Modules de 440Wc 600kVA

PVsyst V7.3.4

Bet Ramat (France)

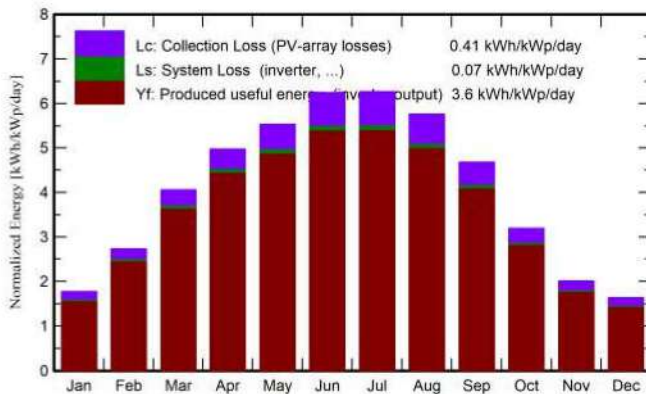
Simulation date: 13/06/23 10:42 with  
V7.3.4

## System Production

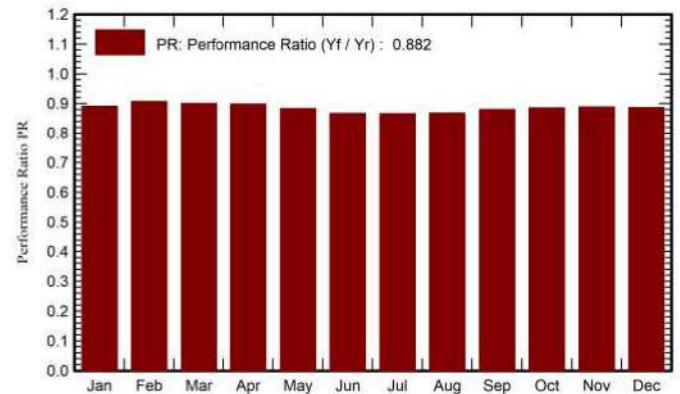
Produced Energy 1144591 kWh/year  
Used Energy 3416094 kWh/year

Specific production 1312 kWh/kWp/year  
Perf. Ratio PR 88.18 %  
Solar Fraction SF 29.90 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



## Balances and main results

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray kWh	E_User kWh	E_Solar kWh	E_Grid kWh	EFrGrid kWh
January	49.4	19.83	4.67	54.9	51.1	43494	343197	42640	17	300558
February	70.6	29.68	5.26	76.2	72.5	61429	292778	59347	904	233431
March	119.8	46.66	8.59	125.8	121.3	100805	311310	91762	7065	219549
April	145.6	69.02	10.86	149.0	144.4	119031	287452	103105	13600	184347
May	170.5	82.51	14.29	171.6	166.5	134879	267957	110460	21772	157497
June	187.1	73.17	18.31	187.4	182.3	144614	259714	118615	23173	141099
July	193.2	85.24	20.37	194.3	189.1	149624	283687	126893	19863	156794
August	175.5	69.92	20.27	178.9	174.0	138087	285600	119517	15913	166083
September	134.8	54.26	16.73	140.2	135.5	109613	250256	93940	13594	156316
October	92.6	34.68	13.43	99.2	94.8	78103	251787	71247	5376	180540
November	55.0	25.06	7.80	60.1	56.5	47511	277535	44833	1776	232702
December	45.6	23.19	5.26	50.7	46.8	39925	304822	39191	-12	265631
Year	1439.8	613.21	12.20	1488.3	1434.8	1167115	3416094	1021549	123041	2394545

## Legends

GlobHor Global horizontal irradiation  
DiffHor Horizontal diffuse irradiation  
T\_Amb Ambient Temperature  
GlobInc Global incident in coll. plane  
GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings

EArray Effective energy at the output of the array  
E\_User Energy supplied to the user  
E\_Solar Energy from the sun  
E\_Grid Energy injected into grid  
EFrGrid Energy from the grid

## Main results

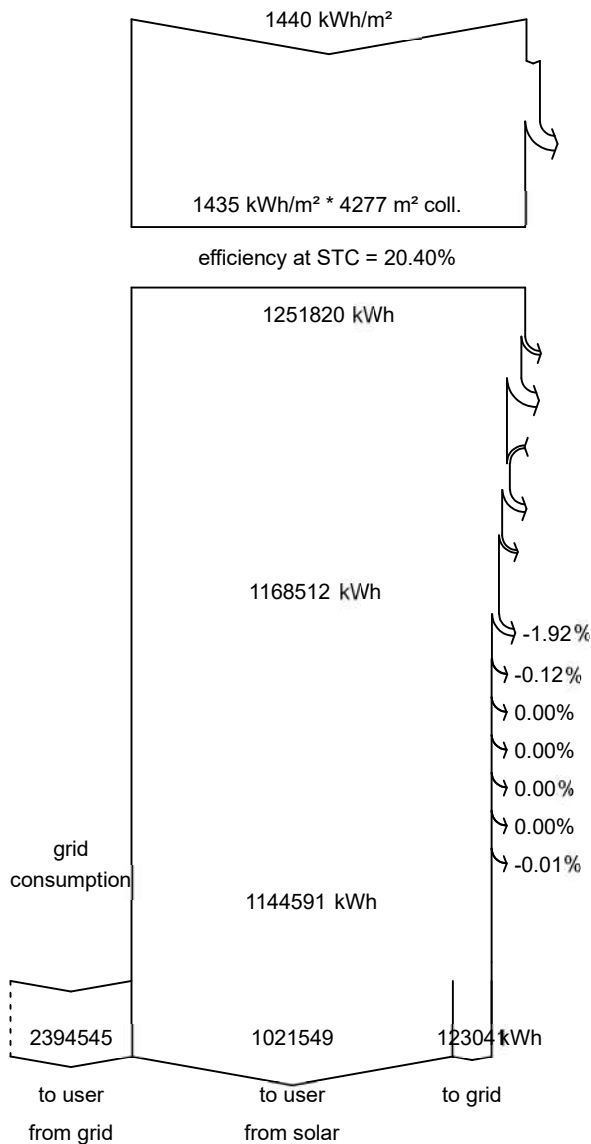




# Project: HOPITAL SAINT GAUDENS OMBRIERE

Variant: 1982 Modules de 440Wc 600kVA

Bet Ramat (France)



## Loss diagram

### Global horizontal irradiation

+3.4%

Global incident in coll. plane

-3.60%

IAM factor on global

### Effective irradiation on collectors

PV conversion

### Array nominal energy (at STC effic.)

-0.98%

PV loss due to irradiance level

-3.66%

PV loss due to temperature

+0.75%	Module quality loss
-2.06%	Mismatch loss, modules and strings
-0.84%	Ohmic wiring loss

### Array virtual energy at MPP

Inverter Loss during operation (efficiency)

Inverter Loss over nominal inv. power

Inverter Loss due to max. input current Inverter Loss over nominal inv. voltage

Inverter Loss due to power threshold

Inverter Loss due to voltage threshold Night consumption

### Available Energy at Inverter Output

Dispatch: user and grid reinjection

### Predef. graphs

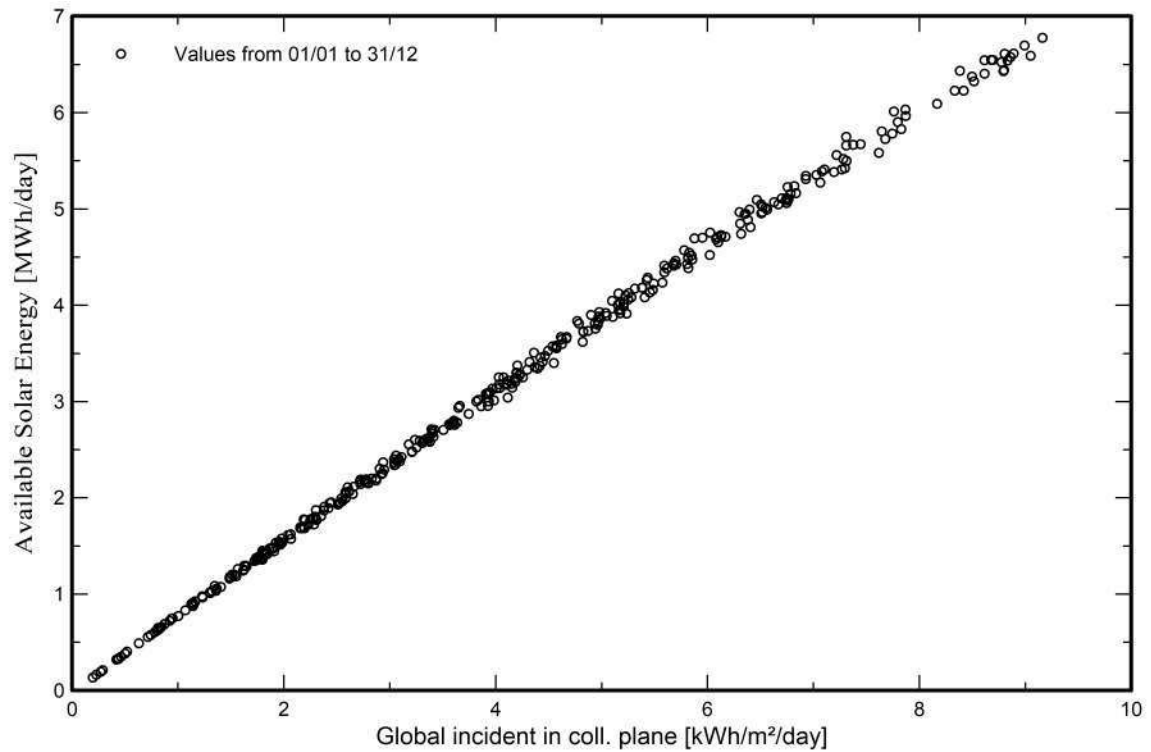


## Project: HOPITAL SAINT GAUDENS OMBRIERE

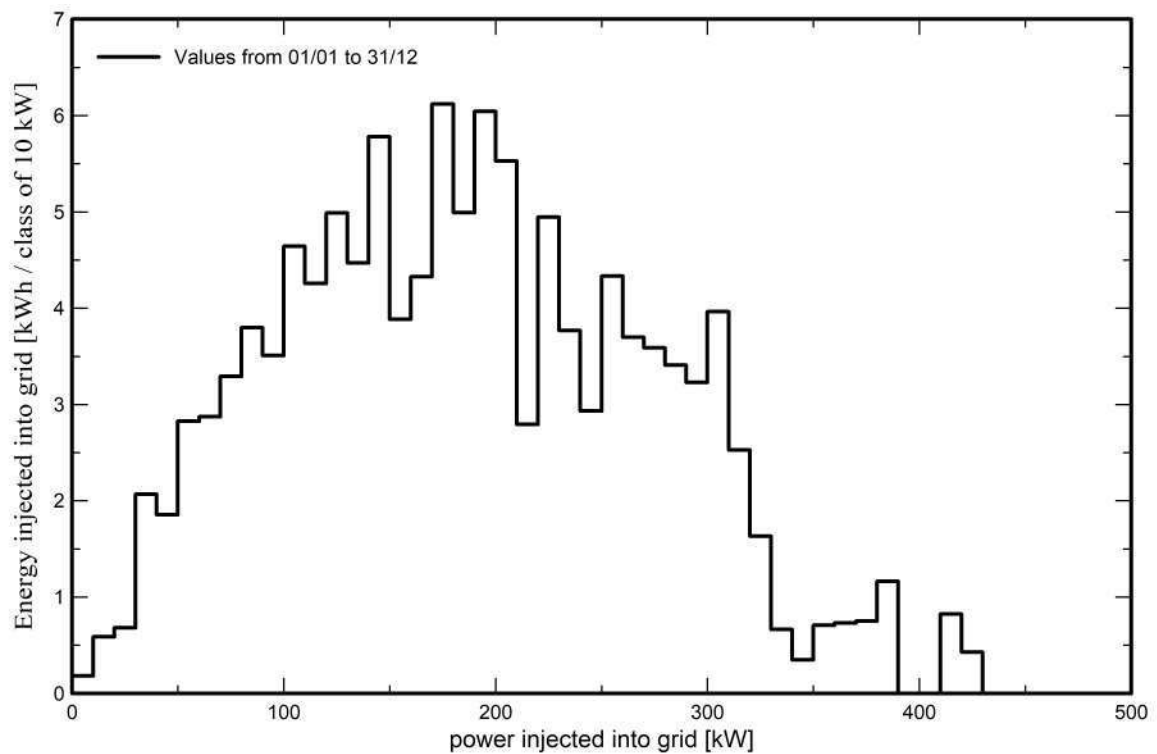
Variant: 1982 Modules de 440Wc 600kVA

Bet Ramat (France)

Diagramme d'entrée/sortie journalier



Distribution de la puissance de sortie système





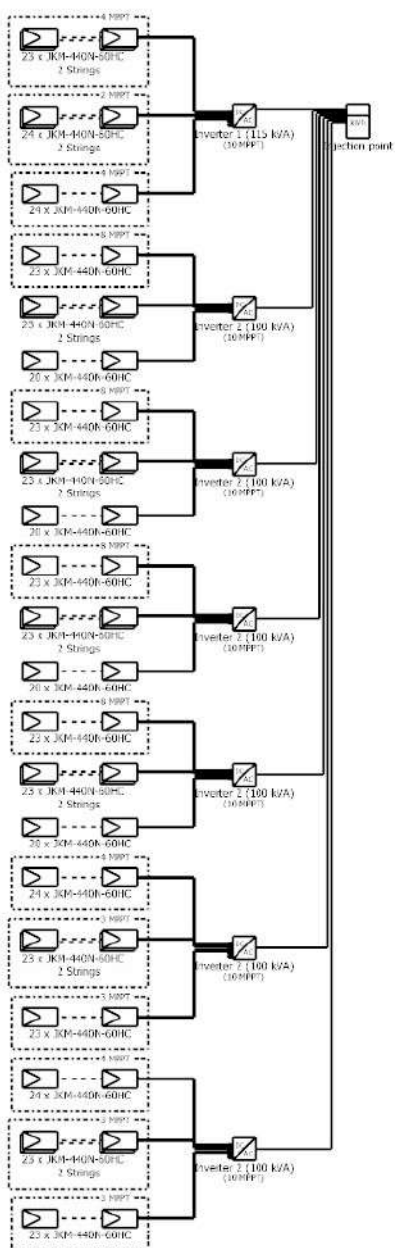
**PVsyst V7.3.4**

VC2, Simulation date:

13/06/23 10:42

with v7.3.4

# Single-line diagram



PV module	JKM-440N-60HC
Inverter 1	SUN2000-115KTL-M2-400V
Inverter 2	SUN2000-100KTL-M2-400Vac
String 1	23 x JKM-440N-60HC
String 2	24 x JKM-440N-60HC
String 3	20 x JKM-440N-60HC

HOPITAL SAINT GAUDENS OMB  
RIERE

Bet Ramat (France  
)

VC2 : 1982 Modules de 440Wc 600kVA

13/06/23





# Tiger Pro 60HC 440-460 Watt

## MONO-FACIAL MODULE

### P-Type

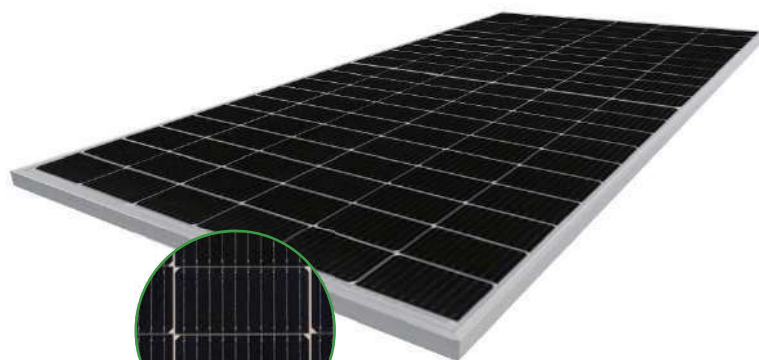
Positive power tolerance of 0~+3%

IEC61215(2016), IEC61730(2016)

ISO9001:2015: Quality Management System

ISO14001:2015: Environment Management System

ISO45001:2018 Occupational health and safety management systems



MBB HC Technology

## Key Features



### Multi Busbar Technology

Better light trapping and current collection to improve module power output and reliability.



### Reduced Hot Spot Loss

Optimized electrical design and lower operating current for reduced hot spot loss and better temperature coefficient.



### PID Resistance

Excellent Anti-PID performance guarantee via optimized mass-production process and materials control.



### Durability Against Extreme Environmental Conditions

High salt mist and ammonia resistance.



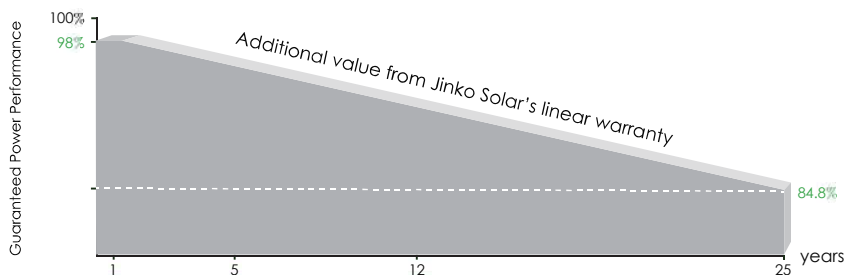
### Enhanced Mechanical Load

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).



Continuous Quality Assurance

## LINEAR PERFORMANCE WARRANTY



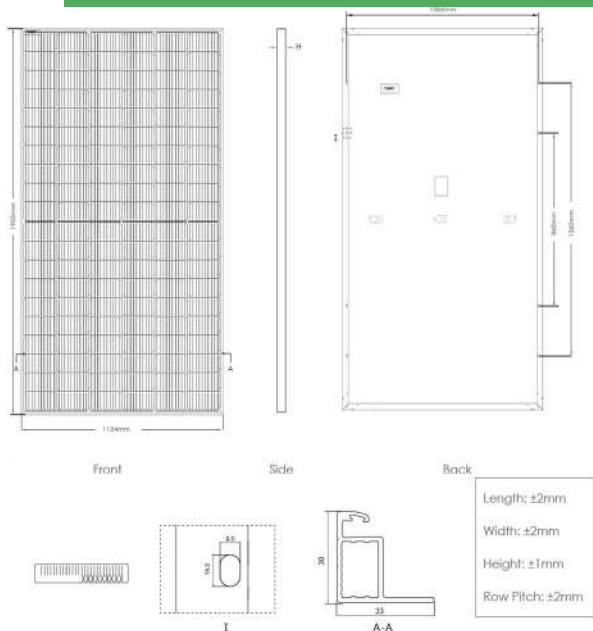
**12** Year Product Warranty

**25** Year Linear Power Warranty

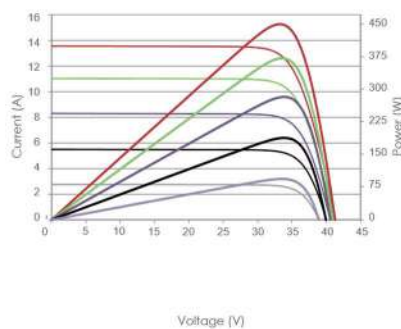
**0.55%** Annual Degradation Over 25 years

**Electrical Performance & Temperature Dependence**

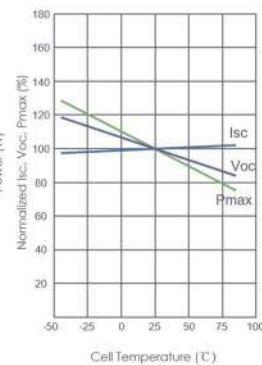
## Engineering Drawings



Current-Voltage & Power-Voltage Curves (450W)



Temperature Dependence of Isc, Voc, Pmax



## Mechanical Characteristics

Cell Type	P type Mono-crystalline
No. of cells	120 (6×20)
Dimensions	1903×1134×30mm (74.92×44.65×1.18 inch)
Weight	24.2 kg (53.35 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm <sup>2</sup> (+): 400mm, (-): 200mm or Customized Length

## Packaging Configuration

( Two pallets = One stack )

35pcs/pallets, 70pcs/stack, 840pcs/ 40'HQ Container

## SPECIFICATIONS

Module Type	JKM440M-60HL4		JKM445M-60HL4		JKM450M-60HL4		JKM455M-60HL4		JKM460M-60HL4	
	JKM440M-60HL4-V		JKM445M-60HL4-V		JKM450M-60HL4-V		JKM455M-60HL4-V		JKM460M-60HL4-V	
	STC	NOCT	NOCTSTC		NOCTSTC		STC	NOCT	NOCTSTC	
Maximum Power (Pmax)	440Wp	327Wp	445Wp	331Wp	450Wp	335Wp	455Wp	339Wp	460Wp	342Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	33.72V	31.39V	33.82V	31.56V	33.91V	31.73V	34.06V	31.91V	34.20V	32.07V
Maximum Power Current (Imp)	13.05A	10.43A	13.16A	10.49A	13.27A	10.55A	13.36A	10.61A	13.45A	10.67A
Open-circuit Voltage (Voc)	41.02V	38.72V	41.10V	38.79V	41.18V	38.87V	41.33V	39.01V	41.48V	39.15V
Short-circuit Current (Isc)	13.73A	11.09A	13.79A	11.14A	13.85A	11.19A	13.93A	11.25A	14.01A	11.32A
Module Efficiency STC (%)	20.39%		20.62%		20.85%		21.08%		21.32%	
Operating Temperature(°C)					-40°C~+85°C					
Maximum system voltage					1000/1500VDC (IEC)					
Maximum series fuse rating					25A					
Power tolerance					0~+3%					
Temperature coefficients of Pmax					-0.35%/°C					
Temperature coefficients of Voc					-0.28%/°C					

Temperature coefficients of Isc

0.048%/°C

Nominal operating cell temperature (NOCT)

45±2°C

\*STC:  Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>

 Cell Temperature 25°C

 AM=1.5

NOCT:  Irradiance 800W/m<sup>2</sup>

 Ambient Temperature 20°C

 AM=1.5

 Wind Speed 1m/s

©2020 Jinko Solar Co., Ltd. All rights reserved.

Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

JKM440-460M-60HL4-(V)-F1-EN

# SG250HX

## SUNGROW

Clean power for all

### Multi-MPPT String Inverter for 1500 Vdc System



#### HIGH YIELD

- 12 • MPPTs with max. efficiency 99%
- 30A • MPPT compatible with 500Wp+ module
- Built-in • Anti-PID and PID recovery function

#### SMART O&M

- Touch free commissioning and remote firmware upgrade
- Smart IV Curve diagnosis\*
- Fuse free design with smart string current monitoring

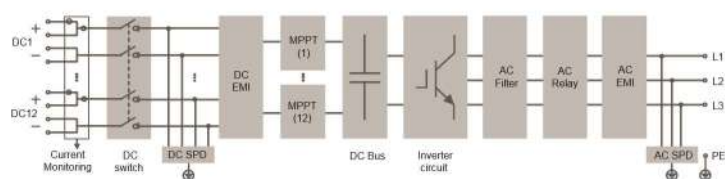
#### LOW COST

- Compatible with Al and Cu AC cables
- DC 2 • in 1 connection enabled
- Power • line communication (PLC)
- Q at • night function

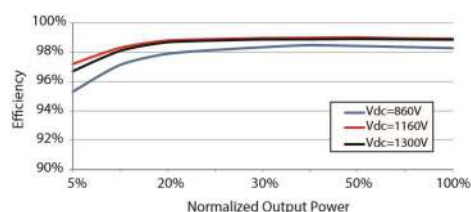
#### PROVEN SAFETY

- IP66 and C5 anti-corrosion
- Type II SPD for both DC and AC
- Compliant with global safety and grid code

#### CIRCUIT DIAGRAM



#### EFFICIENCY CURVE







Type designation	SG250HX
<b>Input (DC)</b>	
Max. PV input voltage	1500 V
Min. PV input voltage / Startup input voltage	500 V / 500 V
Nominal PV input voltage	1160 V
MPP voltage range	500 V – 1500 V
MPP voltage range for nominal power	860 V – 1300 V
No. of independent MPP inputs	12
Max. number of input connector per MPPT	2
Max. PV input current	30 A * 12
Max. DC short-circuit current	50 A * 12
<b>Output (AC)</b>	
AC output power	250 kVA @ 30 °C / 225 kVA @40 °C / 200 KVA @ 50 °C
Max. AC output current	180.5 A
Nominal AC voltage	3 / PE, 800 V
AC voltage range	680 – 880V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
THD	< 3 % (at nominal power)
DC current injection	< 0.5 % I <sub>n</sub>
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging
Feed-in phases / connection phases	3 / 3
<b>Efficiency</b>	
Max. efficiency	99.0 %
European efficiency	98.8 %
<b>Protection</b>	
DC reverse connection protection	Yes
AC short circuit protection	Yes
Leakage current protection	Yes
Grid monitoring	Yes
Ground fault monitoring	Yes
DC switch	Yes
AC switch	No
PV String current monitoring	Yes
Q at night function	Yes
Anti-PID and PID recovery function	Yes
Overvoltage protection	DC Type II / AC Type II
<b>General Data</b>	
Dimensions (W*H*D)	1051 * 660 * 363 mm
Weight	99kg
Isolation method	Transformerless
Ingress protection rating	IP66
Night power consumption	< 2 W
Operating ambient temperature range	-30 to 60 °C
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 – 100 %
Cooling method	Smart forced air cooling
Max. operating altitude	5000 m (> 4000 m derating)

Display	LED, Bluetooth+App
Communication	RS485 / PLC
DC connection type	MC4-Evo2 (Max. 6 mm <sup>2</sup> , optional 10mm <sup>2</sup> )
AC connection type	OT/DT terminal (Max. 300 mm <sup>2</sup> )
Compliance	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, EN 50549-1/2, UNE 206007-1:2013, P.O.12.3, UTE C15-712-1:2013
Grid Support	LVRT, HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control

\*: Only compatible with Sungrow logger and iSolarCloud



© 2020 Sungrow Power Supply Co., Ltd. All rights reserved. Subject to change without notice. Version 1.5.4



# SUN2000-100KTL-M2

## Smart PV Controller



10  
MPP Trackers



String-level  
Management



Smart I-V Curve Diagnosis  
Supported



98.8% (@480V)  
Max.  
Efficiency

MBUS  
Supported



Support AFCI &  
Smart String Level  
Disconnect

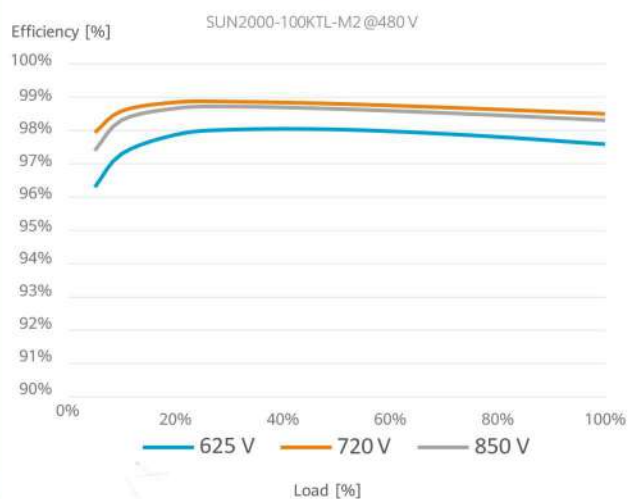


Surge Arresters for  
DC & AC

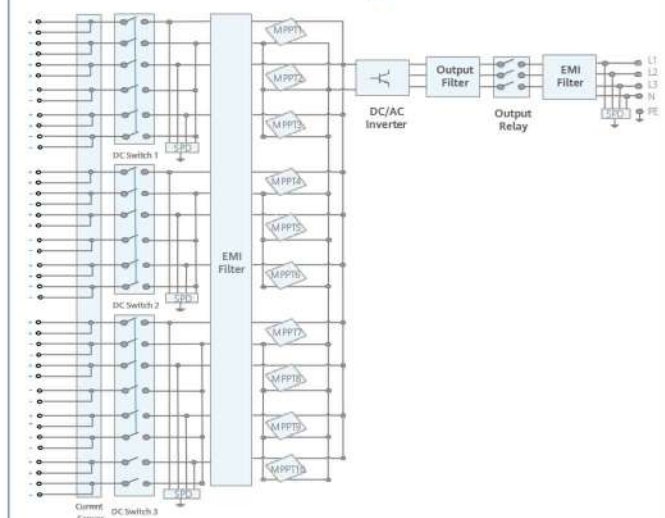


IP66  
Protection

### Efficiency Curve



### Circuit Diagram



# SUN2000-100KTL-M2 Technical Specification

## SUN2000-100KTL-M2

### Efficiency

98.6% @ 400 V, 98.8% @ 480 V  
98.4% @ 400 V, 98.6% @ 480 V

### Input

1,100 V  
30 A  
20 A  
40 A  
200V  
200 V ~ 1,000 V  
600 V @ 400 Vac, 720 V @ 480 Vac  
10  
2

### Output

100,000W  
110,000VA  
110,000W  
400 V/ 480 V, 3W+(N)+PE  
50 Hz / 60 Hz  
144.4 A @ 400 V, 120.3 A @ 480 V  
160.4 A @ 400 V, 133.7 A @ 480 V  
0.8 leading... 0.8 lagging  
<3%

### Protection

Yes  
Yes  
Yes  
Yes  
Yes  
Type II  
Type II  
Yes  
Yes  
Yes

## Communication

Display	LED indicators; WLAN adaptor+ FusionSolar APP
RS485	Yes
USB	Yes
Smart Dongle-4G	4G / 3G / 2G via Smart Dongle – 4G (Optional)
MonitoringBUS (MBUS)	Yes (isolationtransformer required)

## General Data

Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm
Weight (with mounting plate)	93 kg
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Amphenol HH4
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless
Nighttime Power Consumption	< 3.5 W

## Standard Compliance (more available upon request)

Certificate	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683
Grid Connection Standards	VDE-AR-N4105, EN 50549-1, EN 50549-2, RD 661, RD 1699, C10/11

\*1 The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.  
\*2 Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.



	Yes
--	-----