ETUDE AVANT PROJET SOMMAIRE
CENTRALE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE
MAIRIE DE LABRUYERE DORSA

Maitre d'ouvrage :
RAYONS VERTS
Mairie de Venerque
12, Place Saint-Pierre
31810 Venerque

Site d'exploitation :
MAIRIE de Labruyère Dorsa
Route du Lauragais
31 190 Labruyère Dorsa

Le 05 mai 2021

BET RAMAT
146, Avenue Marceau Hamecher
82000 Montauban

SOMMAIRE

1 SYNTHESE DU PROJET 3

2 INTRODUCTION - PRESENTATION DES ACTEURS 4

2.1 Présentation du projet 4
2.2 Objectif et contenu du rapport 4
2.3 Les acteurs du projet 4

3 CARACTERISTIQUES DU SITE 5

3.1 Présentation du site 5
3.2 Ressource solaire 6

4 RAPPEL DES DISPOSITIONS REGLEMENTAIRES ASSOCIES A LA MISE EN OEUVRE DE CENTRALES PHOTOVOLTAÏQUES 7

5 NATURE DU PROCEDE D'INTEGRATION PROPOSE 8

6 CARACTERISTIQUES DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES PROPOSES 9

7 CARACTERISTIQUES DE L'ONDULEUR PROPOSE 10

8 CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU GENERATEUR PHOTOVOLTAÏQUE 10

8.1 Zones d'implantation retenue 10
8.2 Emplacement des onduleurs 11
8.3 Emplacement des coffrets de protection courant continu 11
8.4 Tableau Général Basse Tension Photovoltaïque (TGBT PV) 11
8.5 Mise à la terre de l'installation 11
8.6 Cheminement des câbles électrique 11
8.7 Raccordement de la centrale solaire au réseau de distribution électrique 12
8.8 Coffret de comptage et acquisition des données 12
8.9 Coupure d'urgence 12

9 BILAN ENERGETIQUE 12

9.1 Détermination de l'ensoleillement reçu dans le plan des modules photovoltaïques 12
9.2 Estimation de la production du générateur photovoltaïque 13

10 ANALYSE ECONOMIQUE 14

10.1 Les différents postes d'investissements 14
10.2 Evaluation des coûts de la centrale solaire 15
10.3 Frais de fonctionnement 16
10.4 Analyse economique 16

11 ANALYSE ENVIRONNEMENTALE 17

12 CONCLUSION 18

13 ANNEXE.....19

1 SYNTHESE DU PROJET

CARACTERISTIQUES DU SITE	
Propriétaire	Commune de Labruyère Dorsa
Adresse	Route du Lauragais 31 190 Labruyère Dorsa
Altitude	225 mètres
Latitude	43,41°
Longitude	1,47°
Base météorologique	Meteonorm 7.3

CARACTERISTIQUES DE LA SURFACE D'ACCUEIL			Unités
Bâtiments	Mairie		
Type de toiture	Charpente tuiles		
Surface de toiture totale	~62		m²
Orientation	113°	293°	180 °SUD
Inclinaison	18°		/HOR

GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE : CARACTERISTIQUES TECHNIQUES[1]		Unités
Type de modules	Modules cadrés 375 Wc	
Technologie	Hétérojonction	
Puissance installée	9 000	Wc
Surface valorisée	~42	m²
Production électrique estimée[1]	~10	MWh/an
Productivité : (Ratio productible/puissance)	~1 130	kWh/kWc

ANALYSES ECONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTALE [2]		Unités
Investissement total estimé (avec MOE)	17 788	€/HT
Ratio Inv/Wc	1,98	€/Wc
Coût d'achat de l'électricité	0,1512	€/kWh
Recette annuelle (année 1)	~1 538	€
Charges d'exploitation[3]	~297	€ HT
Temps de retour brut TRB	~15	ans
Résultat net cumulé sur 30 ans	~1 067	€
Quantité de CO_2 évitée	~1,2	T CO_2.an

[1] Pour la première année de mise en service du générateur photovoltaïque.
[2] Intégrant une perte de productible de 0,54 % par an sur 20 ans.
[3] Les charges d'exploitation comprennent : l'accès au réseau de distribution, la maintenance préventive et les assurances du générateur photovoltaïque.

2 INTRODUCTION - PRESENTATION DES ACTEURS

2.1 PRÉSENTATION DU PROJET

Le groupement de citoyens Rayons Verts, dans le but de participer aux développements des énergies vertes, propose de faire analyser la faisabilité d'intégrer une installation de production d'énergie photovoltaïque en couverture au niveau de la mairie de Labruyère Dorsa

Cette démarche permettra de sensibiliser et communiquer le plus largement en direction des citoyens, personnels de la collectivité, sur les atouts pour l'environnement de produire de l'électricité « verte » d'origine photovoltaïque (réduction des gaz à effet de serre, valorisation d'une ressource locale, etc.), tout en proposant une centrale de production d'énergie économiquement performante.

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 constituants 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 : RAYONS VERTS
Adresse : Mairie de Venerque
12, Place Saint Pierre
31810 VENERQUE

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

3 CARACTERISTIQUES DU SITE

3.1 PRÉSENTATION DU SITE

Le site objet de l'étude est composé du bâtiment de la mairie de Labruyère Dorsa.

Figure 1 : Photographie aérienne du site

Le tableau ci-dessous propose une synthèse des caractéristiques des toitures objets de la présente étude.

Longueur	~ 11,22 m
Largeur	~ 6,60 m
Surface	~62 m²
Orientation bâtiment (en ° par rapport au Sud)	-67° 113°
Inclinaison de la toiture (en ° par rapport à l'horizontale)	18°
Type de couverture	Tuiles
Type de charpente	Bois
Présence d'un isolant	Oui
Présence d'équipement en toiture	Points d'ancrages

Tableau 1 : Caractéristiques de la toiture

3.2 RESSOURCE SOLAIRE

Données météorologiques :

Les données météorologiques utilisées dans la présente étude sont celles de la base de données Meteonorm 7.3 pour la situation géographique du projet.

L'irradiation solaire sur le plan horizontal, notée I_{GH}, atteint 3,85 kWh/m² en moyenne quotidienne sur l'année, et un global de 1 404 kWh/m².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	46,5	64,7	114,5	144,6	169,6	183,3	195,6	168,6	134,0	89,3	52,2	40,9
Idiff	26,4	33,2	50,2	63,2	78,6	81,3	78,2	69,0	50,8	40,1	27,9	22,9
Tamb	7,5	8,3	11,8	13,6	17,7	21,6	23,4	23,5	20,3	17,1	10,6	7,5

I_{DIFF} : Irradiation diffuse sur un plan horizontal
T_{AMB} : Température ambiante moyenne
Tableau 2 : Données météorologiques du site

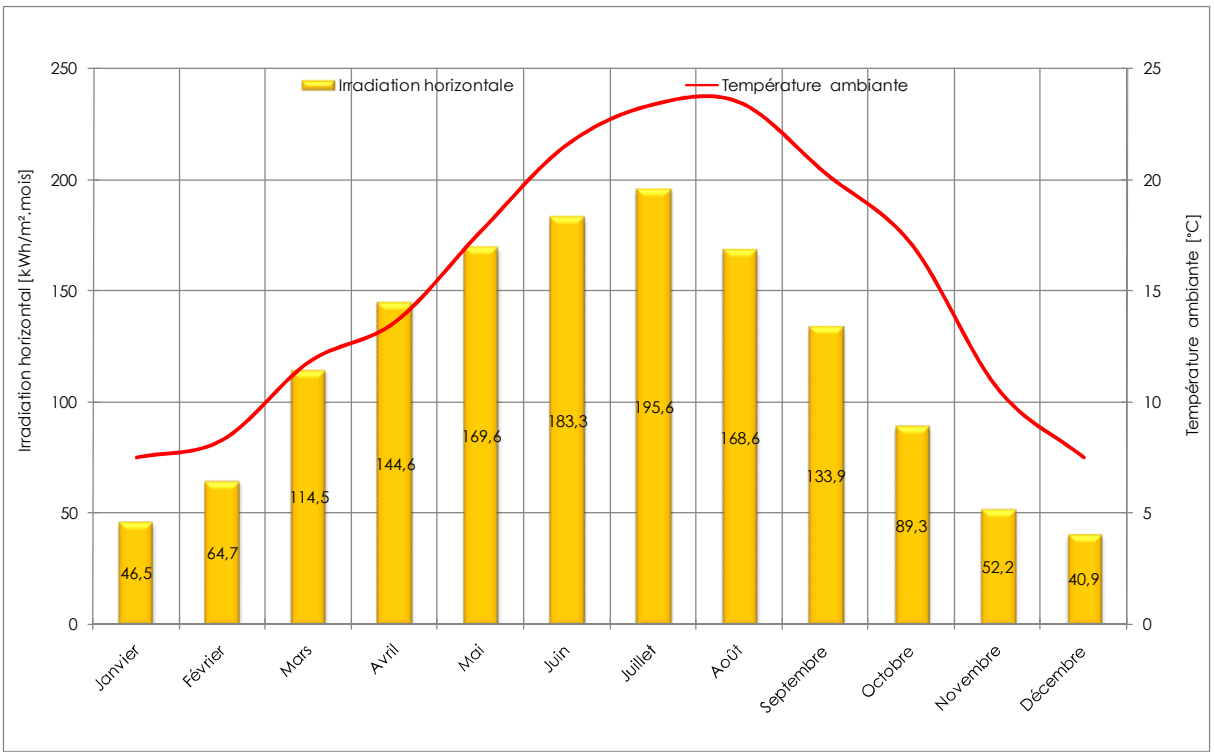


Figure 2 : Irradiation solaire incidente sur l'horizontale et température extérieure moyenne

Préambule sur l'influence de l'orientation et de l'inclinaison sur la performance des capteurs photovoltaïques :

Ci-dessous les facteurs de correction du gisement solaire (par rapport à une inclinaison de 30° et une orientation SUD correspondant à la disposition optimale du capteur) selon une inclinaison et une orientation donnée, pour une installation située dans le sud de la France.

Ecart d'orientation	+90°/sud **ouest**	+45°/sud **sud-ouest**	**plein sud**	-45°/sud **sud-est**	-90°/ **est**
Montage horizontal	89%	89%	89%	89%	89%
Inclinaison de 30°	83%	95%	**100%**	95%	83%
Inclinaison de 60°	70%	86%	91%	86%	70%
Montage vertical	53%	64%	66%	64%	53%

Tableau 3 : Facteur de correction du gisement solaire en fonction de l'orientation par rapport au sud et de l'inclinaison par rapport à l'horizontale

4 RAPPEL DES DISPOSITIONS REGLEMENTAIRES ASSOCIES A LA MISE EN OEUVRE DE CENTRALES PHOTOVOLTAÏQUES

Installations inférieures à 9 kWc :

Depuis le décret du 9 mai 2017, les tarifs d'achat dépendent du type d'installation solaire : dite intégré au bâti ou sur bâtiment respectant les critères généraux d'implantation.
Les systèmes intégrés au bâti restent essentiellement constitués de capteurs en intégration toiture (le capteur réalise l'étanchéité) ou des systèmes réalisant certaines fonctions : allège, bardage, brise soleil et mur rideau.
Ces systèmes sur la base d'une puissance maximale de 9 kWc faisaient l'objet d'une prime à l'intégration, dégressive, qui a été supprimée.
Nous allons donc assister progressivement à la suppression les modules en élément d'étanchéité.

A titre d'information, le tableau ci-dessous présente les tarifs d'achats du 2ème trimestre de l'année 2021.

Type et puissance de l'installation photovoltaïque			01/04/2021 au 30/06/2021
Tarif dit Ta	Installation respectant les critères généraux d'implantation	<= 3 kWc	17,79
		<= 9 kWc	15,12
Tarif dit Tb	Installation respectant les critères généraux d'implantation	<= 36 kWc	10,95
		<= 100 kWc	9,52

Tableau 4 : Tableau spécifiant les différents tarifs d'achat applicable en c€/kWh en France pour le 3ème trimestre 2021

5 NATURE DU PROCEDE D'INTEGRATION PROPOSE

Le système d'intégration proposé sera dit "non intégré au bâti", il sera posé sur la couverture actuelle.

Figure 3 : Exemple de mise en œuvre d'une installation solaire suivant le système d'intégration proposé

6 CARACTERISTIQUES DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES PROPOSES

Les modules photovoltaïques proposés auront pour principales caractéristiques techniques :

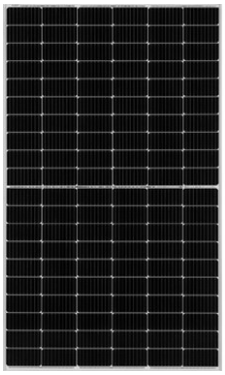
Module photovoltaïque verre trempé équipé d'un cadre aluminium	
Technologie	Hétérojonction
Puissance crête nominale	375 Wc -0/+5
Dimensions unitaires de module photovoltaïque	Longueur : 1 769 mm Largeur : 1 052 mm Epaisseur : 35 mm
Poids	20,5 kg
	

Tableau 5 : Caractéristiques techniques des modules photovoltaïques

7 CARACTERISTIQUES DE L'ONDULEUR PROPOSE

Le micro-onduleur solaire proposé aura pour principales caractéristiques techniques :

Micro-onduleur solaire	
Technologie	Un micro-onduleur par module
Puissance nominale	366 VA
Tension	230 V
Dimensions	Longueur : 212 mm Largeur : 175 mm Epaisseur : 30,2 mm
Poids	1,08 kg

Tableau 6 : Caractéristiques techniques des onduleurs

8 CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU GENERATEUR PHOTOVOLTAÏQUE

8.1 ZONES D'IMPLANTATION RETENUE

Les panneaux photovoltaïques seront déployés sur la toiture.

Il est proposé d'étudier le projet suivant la variante suivante : centrale photovoltaïque inférieure ou égale à 9 kWc permettant de bénéficier du tarif Tb « installation respectant les critères généraux d'implantation ».

Lors du calepinage nous avons pris en compte la présence de points d'ancrages. pour les opérations de maintenance.

Orientation (SUD étant à 180)	113°	293°
Inclinaison (par rapport à l'horizontale)	18°	
Nombre de modules photovoltaïques	24	
Puissance	9 000 Wc	
Surface de toiture	~62 m²	
Surface de modules photovoltaïques	~42 m²	

Tableau 7 : Caractéristiques techniques de la toiture

Un exemple de calepinage des modules photovoltaïques est annexé à la présente étude de faisabilité.

8.2 EMPLACEMENT DES ONDULEURS

Les micro-onduleurs se positionnent sous le module et sont fixés au niveau des rails. Il est donc proposé de mettre en œuvre cette technique et de positionner le coffret électrique à l'intérieur d'une niche photovoltaïque. Cette armoire permettra de protéger les matériels des intempéries, elle sera aussi fermée à clé afin de n'autoriser l'accès qu'aux personnes habilitées.

L'armoire sera positionnée sur la façade extérieure Nord-Ouest du bâtiment.

Le lecteur pourra se référer au plan de masse en annexe de la présente pour localiser l'emplacement du local technique.

8.3 EMPLACEMENT DES COFFRETS DE PROTECTION COURANT CONTINU

Sans objet on rentre directement dans les micro onduleurs.

8.4 TABLEAU GÉNÉRAL BASSE TENSION PHOTOVOLTAÏQUE (TGBT PV)

La sortie des micro-onduleurs sera protégée par un disjoncteur différentiel, pour la protection des personnes. Cette sortie rejoindra l'interrupteur/sectionneur général à coupure extérieure avec dispositif de consignation. Un parafoudre ainsi que sa protection associée seront implantés en tête du TGBT PV.
Le TGBT PV sera situé à proximité des onduleurs dans la niche photovoltaïque.

8.5 MISE À LA TERRE DE L'INSTALLATION

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

8.6 CHEMINEMENT DES CÂBLES ÉLECTRIQUE

Cheminements courant continu :

Les modules photovoltaïques sont connectés directement à leur micro-onduleur. Ainsi il n'y a pas de câbles de cheminement pour le courant continu sur la toiture.

Cheminements courant alternatif :

Les modules photovoltaïques ainsi que leur micro-onduleur sont connectés en parallèle. Ainsi, pour permettre l'acheminement du courant alternatif jusqu'au TGBT, 3 câbles monophasé sont positionnés sur la toiture. Les onduleurs viennent se connecter sur ces câbles. Par la suite en aplomb de la toiture, un boitier de jonction permet de connecter ces 3 câbles pour obtenir un courant triphasé. La jonction de ce boitier jusqu'à la niche solaire se fera en descente du mur. Pour finir le cheminement du câble connectera la niche solaire au point d'injection.

8.7 RACCORDEMENT DE LA CENTRALE SOLAIRE AU RÉSEAU DE DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE

Le type de raccordement au réseau électrique dépend de la puissance d'injection des micro-onduleurs. Pour une puissance d'injection <= 9 kVA, le raccordement se fera sur le réseau BT (anciennement tarif Jaune).

Le lecteur pourra se référer au plan de masse en annexe de la présente pour localiser l'emplacement du point de livraison.

Le synoptique électrique de la centrale est annexé à la présente étude de faisabilité.

8.8 COFFRET DE COMPTAGE ET ACQUISITION DES DONNÉES

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

- Enregistreur de données dit « data logger »), intégré à l'onduleur ;

Le « data logger » recueillera les données provenant :

- De chaque panneau (courant, tension, puissance) ;

La transmission des données sera effectuée via un modem GSM.

8.9 COUPURE D'URGENCE

Une coupure d'urgence sur le circuit AC (disjoncteur général) sera implantée à proximité immédiate du TGBT du site. Elle sera de type à émission de courant et actionnera le disjoncteur général.

9 BILAN ENERGETIQUE

9.1 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 m² 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 : 1 404 kWh/m².an.**

Orientation (SUD / 180°)	113°	293°
Inclinaison	18°	
Irradiation solaire sur l'horizontal	1 404 kWh/m².an	
Irradiation solaire dans le plan des modules	1 558 kWh/m².an	
Irradiation solaire sur inclinaison optimale (~30°)	1 170 kWh/m².an	1 436 kWh/m².an
Pertes par rapport à l'optimum (30°)	22,9%	12,4%

Tableau 8 : 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.

9.2 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 en toiture a été évaluée à :

Puissance crête	9 kWc
Production la première année de mise en service	~10 MWh/an
Productivité annuelle la première année de mise en service	1 130 kWh/kWc/an

Tableau 9 : Détermination de la production d'électricité

La production du générateur photovoltaïque est évaluée pour la première année à : ~10 MWh/an.

10 ANALYSE ECONOMIQUE

10.1 LES DIFFÉRENTS POSTES D'INVESTISSEMENTS

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

La mise en sécurité / levage :

Ce poste de dépense correspond à la mise en œuvre des éléments suivants :

- Mise en œuvre de sécurité collective ;
- Utilisation d'un manitou pour levage des matériels ;

Générateur photovoltaïque :

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

- Les supports d'intégrations ;
- Les modules photovoltaïques ;
- L'onduleur adapté au couplage réseau ;
- Les tableaux de protections électriques et coffrets de raccordement ;
- Les câblages entre les différents équipements « modules / onduleur(s) / TGBT PV » ;
- Liaison vers le point d'injection ;
- Main d'œuvre et pose du générateur photovoltaïque.

Raccordement au réseau du générateur photovoltaïque :

Ce poste d'investissement correspond aux travaux pour le raccordement de l'installation photovoltaïque sur le branchement réseau BT. Ces travaux de raccordement sont généralement réalisés par ENEDIS avec prise en charge du coût à la charge du producteur d'électricité solaire (maître d'ouvrage).
Ces travaux consistent à créer un coffret de branchement (puissance à souscrire selon la taille du générateur) pour l'injection de l'électricité photovoltaïque.

Acquisition de données :

Afin de disposer d'un retour d'expérience vis-à-vis des performances du système, le générateur photovoltaïque sera équipé d'un système de supervision des données de production.

10.2 EVALUATION DES COÛTS DE LA CENTRALE SOLAIRE

Poste d'investissement	*Désignation*	*Coûts (€ HT)*
Mise en sécurité *Levage*	Pose échafaudage, gardes corps Manitou	2 820
Générateur photovoltaïque	Système d'intégration	12 268
	Modules de 380 Wc	
	Câblage pour les liaisons modules / coffret de raccordement / onduleur	
	Câblage pour les liaisons onduleurs / Coffret de raccordement / TGBT PV	
	Micro onduleurs avec accessoires de fixation et raccordement	
	1 Tableau TGBT PV, protections / sectionnements, etc.	
	Main d'œuvre pose et mise en œuvre générateur	
Raccordement au réseau électrique de distribution	Liaison générateur solaire / point de livraison	50
	Travaux ENEDIS et mise en service	1 200
Acquisition de mesure	Acquisition de données / data logger	450
	Total fourniture et pose générateur photovoltaïque	***16 788 € HT*** ***Soit 1,87 €/Wc***

10.3 FRAIS DE FONCTIONNEMENT

La création par ENEDIS d'un branchement / coffret comptage spécifique pour le générateur photovoltaïque entraînera des frais de location de compteurs et de disjoncteurs (outre les frais relatifs aux travaux de pose du coffret de comptage par EDF).

- La location du compteur ainsi que les frais de gestion restent à la charge du producteur d'électricité solaire. A la date du 1 er Aout 2018 la composante de comptage s'élève à 21 € HT/an et la composante de gestion 15 € HT/an pour un total de 36 € HT/an

Les charges d'exploitation, sur 20 ans, liées au fonctionnement d'une installation photovoltaïque sont limitées aux coûts, d'accès au réseau, d'entretien, de maintenance préventive, d'assurance, ainsi qu'au renouvellement des micro-onduleurs (durée de vie estimée à 20 ans).
Ces tâches préventives consistent en une inspection visuelle du champ photovoltaïque et au contrôle des autres composants.

Puissance du générateur	9 000 Wc
Puissance de raccordement	8 784 VA
Remplacement de l'onduleur la 20ème année	800 €
Frais de location compteur /gestion / profilage	36 €/an
Maintenance / entretien (une visite annuelle)	100 €/an
Assurance installation (responsabilité civile)	101 €/an
Monitoring (abonnement GSM)	60 €/an
Charges d'exploitation	**297 €/an**

Tableau 10 : Frais de fonctionnement

10.4 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 : 1,5 %
- Part de fonds propres : 0 %
- Part d'emprunt : 100 %
- Durée de l'emprunt bancaire : 15 ans

Analyse économique :

En considérant une injection totale de la production d'électricité, on peut déterminer la rentabilité de l'investissement du générateur photovoltaïque en prenant en compte le tarif d'achat du 2eme trimestre 2021. Dans le cas d'un générateur photovoltaïque en intégration au bâti au sens de l'arrêté du 1 Octobre 2020, le tarif est de **151,2 € HT/MWh** pour une centrale dont la puissance est <= 9 kWc.

Puissance du générateur PV	9 000 Wc
Investissement global estimé (avec MOE)	17 788 €
Tarif d'achat de la production solaire	151,2 €/MWh
Baisse de productible sur 20 ans	~10%
Productible annuel moyen sur 20 ans	1 072 kWh/kWc.an
Revenu brut moyen sur 20 ans	~1 529 €
Charges d'exploitation moyenne sur 20 ans	~511 €/an
Excèdent brut d'exploitation moyen sur 20 ans	~1 018 €
Résultat net cumulé sur 20 ans	~-165 €
Coût du MWh solaire sur 20 ans	~ 149 €/MWh
Temps de Retour Brut (TRB)	**~15 ans**
Taux de Rentabilité Interne (TRI)sur 20 ans	**1,59 %**

Tableau 11 : Analyse économique « Générateur photovoltaïque »

11 ANALYSE ENVIRONNEMENTALE

Les gaz responsables de l'effet de serre (CO_2, CH_4, 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_2, 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_2 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 CO2 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 :

Puissance du générateur	9 000 Wc
Baisse de productible sur 20 ans	-10 %
Productible annuel moyen escompté	~1 130 kWh/kWc/an
Quantité de CO2 non rejetée dans l'atmosphère	~1,2 T/an
Nombre de foyers moyens français pouvant être alimentés	~5 foyers

Tableau 12 : Bilan environnemental

12 CONCLUSION

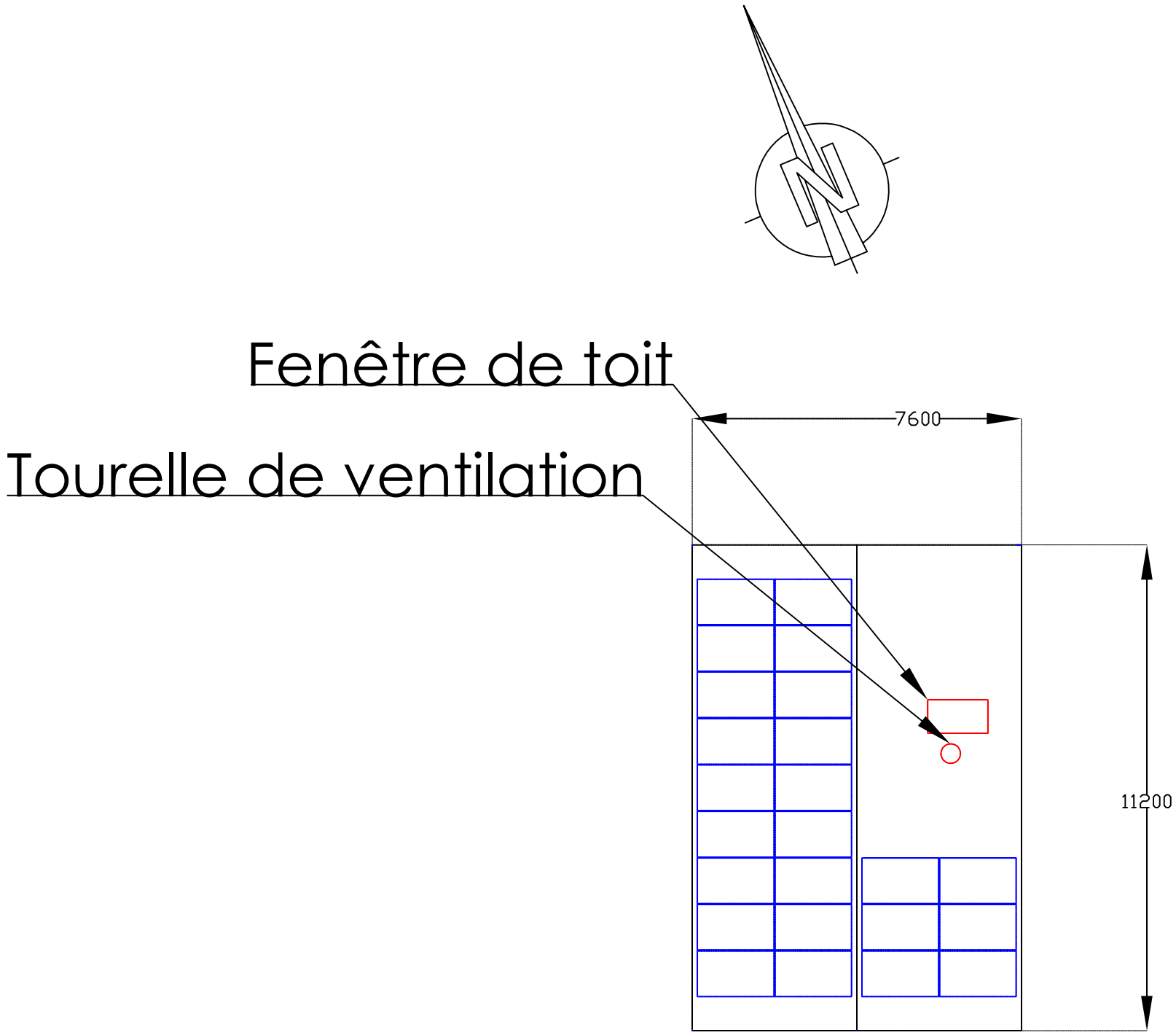
La centrale solaire générera un revenu brut moyen d'environ 1 529 € par an, elle sera remboursée en environ 15 ans pour un contrat d'achat d'énergie de 20 ans.

A la fin du contrat d'achat d'énergie la centrale sera en capacité de produire de l'énergie durant 10 années supplémentaires, il y aura donc surement des possibilités pour vendre de l'énergie au prix du marché pendant 10 années (dans le BP l'hypothèse est proposée à 70 €/MWh).

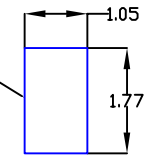
Avant de lancer un appel d'offres travaux le maitre d'ouvrage devra :

- Effectuer la déclaration d'autorisation de travaux auprès des services instructeurs ;
- Obtenir le devis de raccordement au réseau ENEDIS.

13 ANNEXE



Module de référence
JA SOLAR S20 375Wc



Pente toiture	~18°
Azimut (sud 180°)	297°
Surface valorisée	~45 m²

BET RAMAT
146, av Marceau Hamecher
82000 MONTAUBAN

PLAN D'IMPLANTATION DES MODULES EN TOITURE
Puissance installée 9 kWc (24 modules de 375 Wc)

Maître d'Ouvrage: RAYONS VERTS - MAIRIE DE LABRUYERE DORSA

Phase: APS | APD | PRO | ACT | EXE | AOR

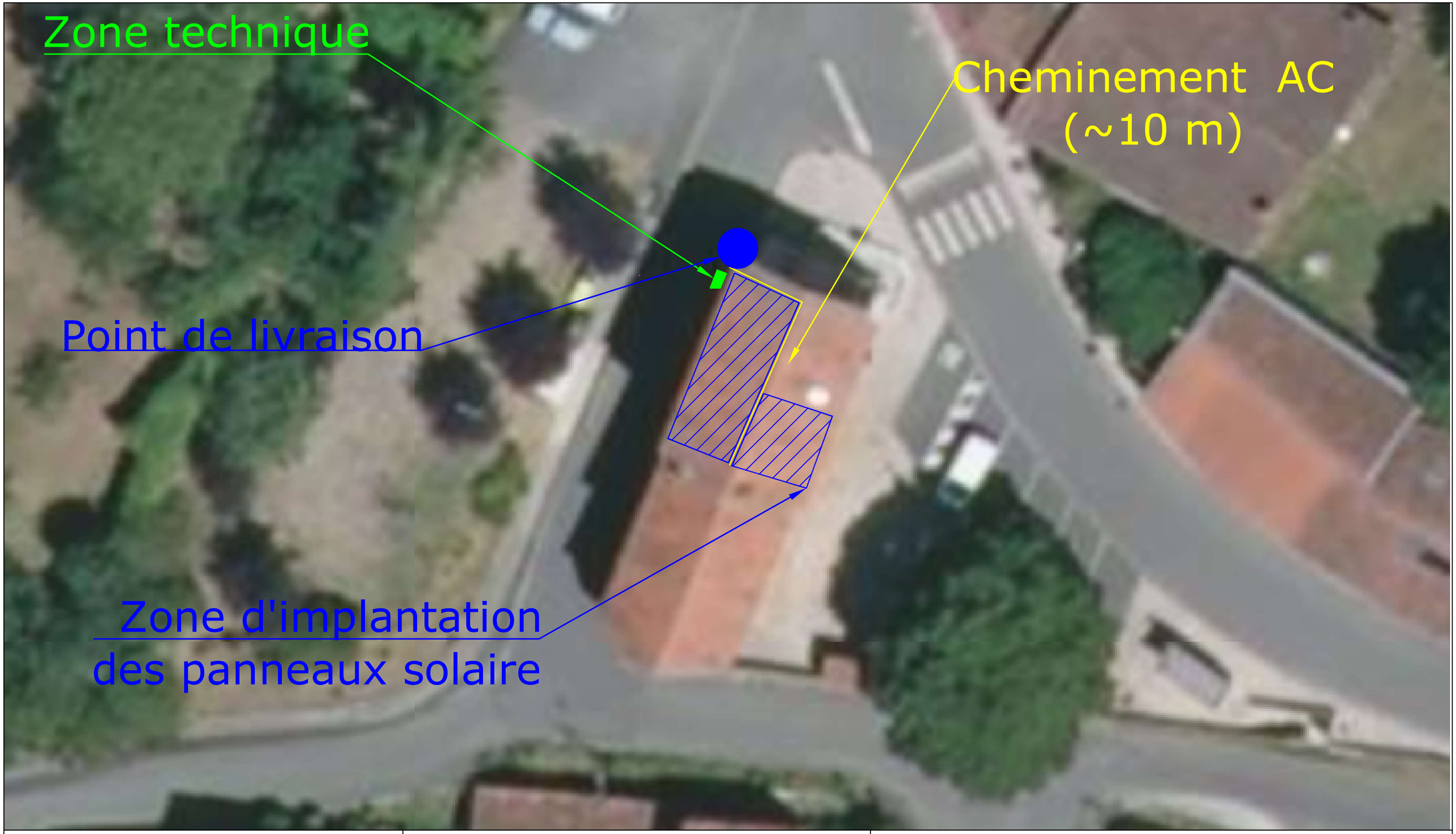
Echelle: Sans

Folio: 1/1

Contact: Gabriel RAMAT
Téléphone: 05 81 04 10 54
Email: contact@bet-ramat.fr

REVISIONS

NO.	PAR	DATE	DESCRIPTION
1	J.M.	04-05-2021	Création



BET RAMAT
146, av Marceau Hamecher
82000 MONTAUBAN

PLAN DE MASSE

Maître d'Ouvrage: RAYONS VERTS - MAIRIE DE LABRUYERE DORSA

Phase: APS | APD | PRO | ACT | EXE | AOR

Echelle: SANS

Folio: 1/1

Contact: Gabriel RAMAT
Téléphone: 05 81 04 10 54
Email: contact@bet-ramat.fr

REVISIONS

NO.	PAR	DATE	DESCRIPTION
1	J.M.	04-05-2021	Création

Version 7.1.8

PVsyst - Rapport de simulation

Système couplé au réseau

Projet: Mairie de Labruyère Dorsa

Variante: 24 modules de 375W micro-onduleur IQ7A

Pas de scène 3D, pas d'ombrages

Puissance système : 9.00 kWc

Labruyère-Dorsa - France

Auteur

Bet Ramat (France)

Projet: Mairie de Labruyère Dorsa

Variante: 24 modules de 375W micro-onduleur IQ7A

Bet Ramat (France)

Résumé du projet

Site géographique
Labruyère-Dorsa
France

Situation

Latitude	43.41 °N
Longitude	1.47 °E
Altitude	225 m
Fus. horaire	UTC+1

Paramètres du projet

Albédo	0.20

Données météo
Labruyère-Dorsa
Meteonorm 7.3 (1991-2010), Sat=100 % - Synthétique

Résumé du système

Système couplé au réseau

Pas de scène 3D, pas d'ombrages

Orientation plan capteurs

Plans fixes	2 orientations
Inclin./azimuts	18 / 113 °
	18 / -67 °

Ombrages proches
Sans ombrages

Besoins de l'utilisateur
Charge illimitée (réseau)

Information système

Champ PV

Nombre de modules	24 unités
Pnom total	9.00 kWc

Onduleurs

Nombre d'unités	24 unités
Pnom total	8.38 kWac
Rapport Pnom	1.074

Résumé des résultats

Energie produite	10.17 MWh/an	Productible	1130 kWh/kWc/an	Indice perf. PR	87.40 %

Table des matières

Résumé du projet et des résultats 2
Paramètres généraux, Caractéristiques du champ de capteurs, Pertes système 3
Résultats principaux 5
Diagramme des pertes 6
Graphiques spéciaux 7

Projet: Mairie de Labruyère Dorsa

Variante: 24 modules de 375W micro-onduleur IQ7A

Bet Ramat (France)

Paramètres généraux

Système couplé au réseau

Pas de scène 3D, pas d'ombrages

Orientation plan capteurs

Orientation		**Configuration des sheds**	**Modèles utilisés**	
Plans fixes	2 orientations	No 3D scene defined	Transposition	Perez
Inclin./azimuts	18 / 113 °		Diffus	Perez, Meteonorm
	18 / -67 °		Circumsolaire	séparément

Horizon	**Ombrages proches**	**Besoins de l'utilisateur**
Pas d'horizon	Sans ombrages	Charge illimitée (réseau)

Caractéristiques du champ de capteurs

Champ #1 - Champ PV

Orientation	#1
Inclinaison/Azimut	18/113 °

Module PV		**Onduleur**	
Fabricant	JA Solar	Fabricant	Enphase
Modèle	JAM60D20-375/MB	Modèle	IQ7A-72-x-INT
(Paramètres définis par l'utilisateur)		(Base de données PVsyst originale)	
Puissance unitaire	375 Wc	Puissance unitaire	0.349 kWac
Nombre de modules PV	18 unités	Nombre d'onduleurs	18 unités
Nominale (STC)	6.75 kWc	Puissance totale	6.3 kWac
Modules	18 Chaînes x 1 En série	Tension de fonctionnement	18-48 V
Aux cond. de fonct. (50°C)		Puissance max. (=>60°C)	0.366 kWac
Pmpp	6.16 kWc	Rapport Pnom (DC:AC)	1.07
U mpp	32 V		
I mpp	195 A		

Champ #2 - Sous-champ #2

Orientation	#2
Inclinaison/Azimut	18/-67 °

Module PV		**Onduleur**	
Fabricant	JA Solar	Fabricant	Enphase
Modèle	JAM60D20-375/MB	Modèle	IQ7A-72-x-INT
(Paramètres définis par l'utilisateur)		(Base de données PVsyst originale)	
Puissance unitaire	375 Wc	Puissance unitaire	0.349 kWac
Nombre de modules PV	6 unités	Nombre d'onduleurs	6 unités
Nominale (STC)	2250 Wc	Puissance totale	2.1 kWac
Modules	6 Chaînes x 1 En série	Tension de fonctionnement	18-48 V
Aux cond. de fonct. (50°C)		Puissance max. (=>60°C)	0.366 kWac
Pmpp	2052 Wc	Rapport Pnom (DC:AC)	1.07
U mpp	32 V		
I mpp	65 A		

Puissance PV totale		**Puissance totale onduleur**	
Nominale (STC)	9 kWc	Puissance totale	8.4 kWac
Total	24 modules	Nbre d'onduleurs	24 unités
Surface modules	44.9 m²	Rapport Pnom	1.07
Surface cellule	39.5 m²		

Pertes champ

Fact. de pertes thermiques
Température modules selon l'irradiance
Uc (const) 20.0 W/m²K
Uv (vent) 0.0 W/m²K/m/s

Perte de qualité module
Frac. pertes -0.3 %

Pertes de mismatch modules
Frac. pertes 2.0 % au MPP

Perte de "mismatch" strings
Frac. pertes 0.1 %

Facteur de perte IAM
Effet d'incidence (IAM): Profil personnalisé

0°	30°	50°	60°	70°	80°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	0.950	0.760	0.000

Pertes câblage DC

Rés. de câblage globale 0.81 mΩ
Frac. pertes 0.6 % aux STC

Champ #1 - Champ PV
Rés. globale champ 0.90 mΩ
Frac. pertes 0.5 % aux STC

Champ #2 - Sous-champ #2
Rés. globale champ 8.1 mΩ
Frac. pertes 1.5 % aux STC

Pertes câblage AC

Sortie ond. jusqu'au point d'injection
Tension onduleur 230 Vac mono
Frac. pertes 0.6 % aux STC

Système global
Section câbles Cuivre 2 x 10 mm²
Longueur câbles 10 m

Projet: Mairie de Labruyère Dorsa

Variante: 24 modules de 375W micro-onduleur IQ7A

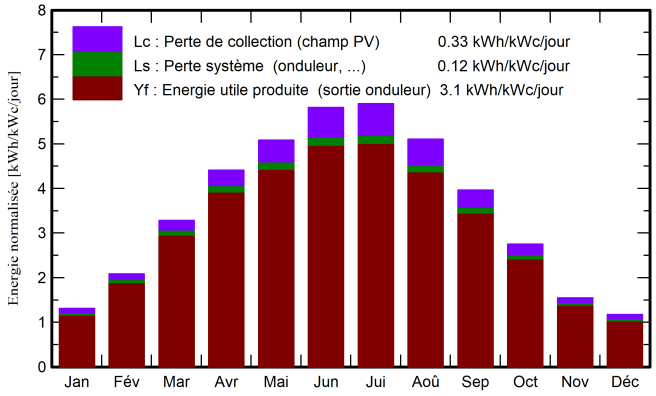
Bet Ramat (France)

Résultats principaux

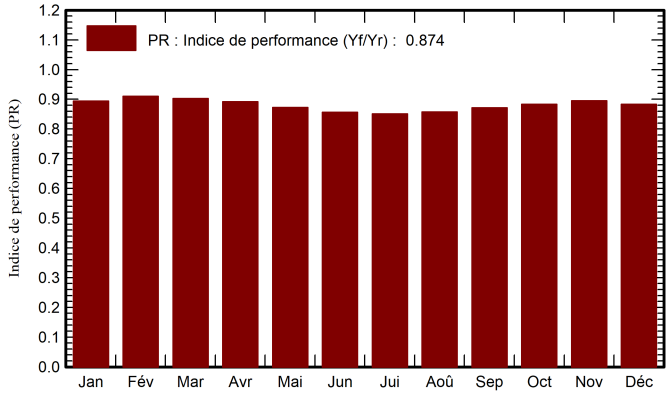
Production du système

Energie produite	10.17 MWh/an	Productible	1130 kWh/kWc/an
		Indice de performance (PR)	87.40 %

Productions normalisées (par kWp installé)



Indice de performance (PR)



Bilans et résultats principaux

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
Janvier	45.4	20.96	5.86	40.5	38.7	0.341	0.326	0.894
Février	63.2	32.33	6.92	58.3	56.9	0.498	0.478	0.911
Mars	106.9	48.23	9.88	101.7	100.2	0.858	0.826	0.903
Avril	138.8	64.13	12.14	132.2	130.4	1.100	1.061	0.892
Mai	164.5	78.31	16.28	157.6	155.7	1.285	1.238	0.873
Juin	182.6	79.45	20.51	174.5	172.4	1.394	1.344	0.856
Juillet	189.7	81.15	22.38	182.9	180.7	1.453	1.402	0.851
Août	165.8	76.34	22.21	158.4	156.5	1.267	1.223	0.858
Septembre	125.6	55.78	18.57	118.9	117.2	0.968	0.933	0.872
Octobre	91.6	37.77	15.16	85.3	83.6	0.704	0.678	0.883
Novembre	49.7	29.69	9.22	46.4	44.9	0.391	0.374	0.895
Décembre	40.4	20.06	6.20	36.4	34.5	0.303	0.289	0.883
Année	1364.3	624.20	13.82	1293.3	1271.5	10.561	10.173	0.874

Légendes

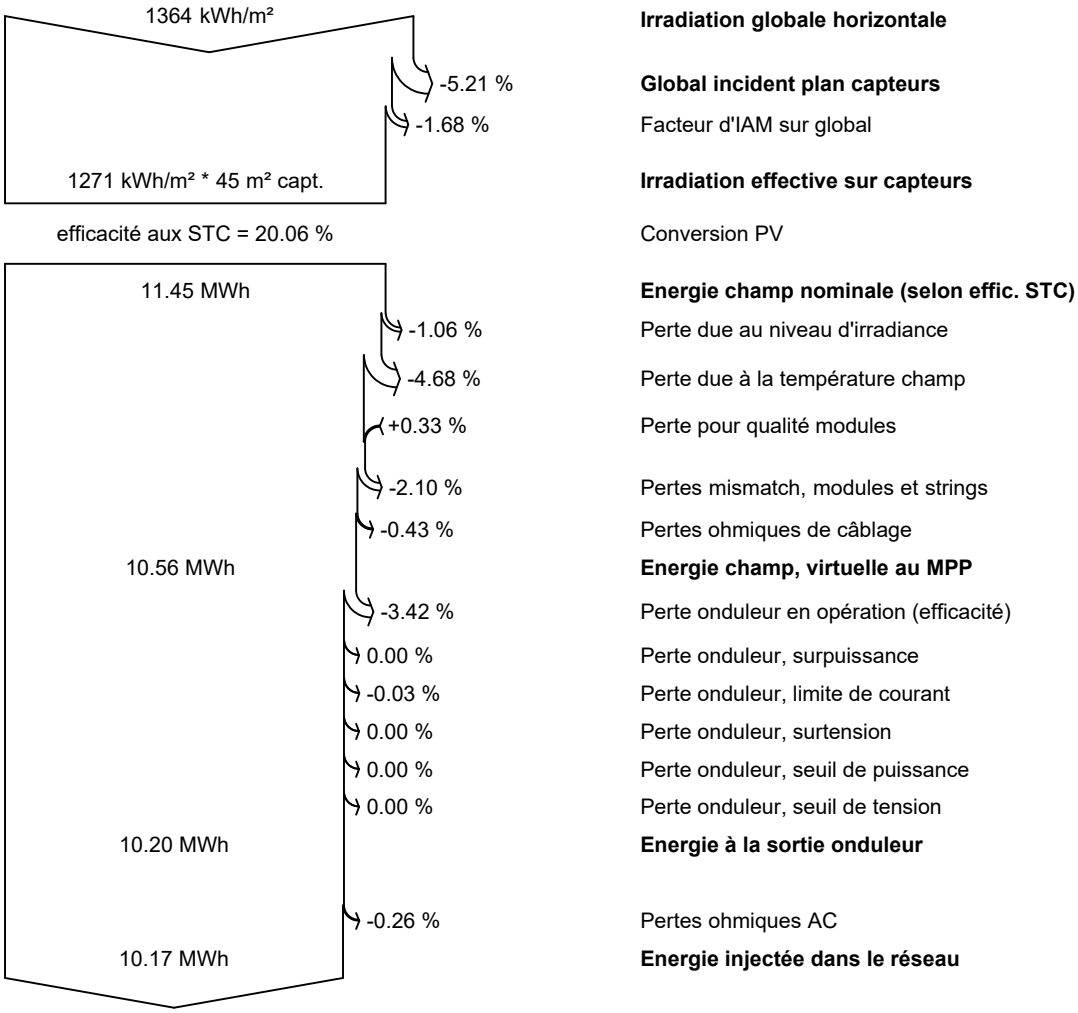
GlobHor	Irradiation globale horizontale	EArray	Energie effective sortie champ
DiffHor	Irradiation diffuse horizontale	E_Grid	Energie injectée dans le réseau
T_Amb	Température ambiante	PR	Indice de performance
GlobInc	Global incident plan capteurs		
GlobEff	Global "effectif", corr. pour IAM et ombrages		

Projet: Mairie de Labruyère Dorsa

Variante: 24 modules de 375W micro-onduleur IQ7A

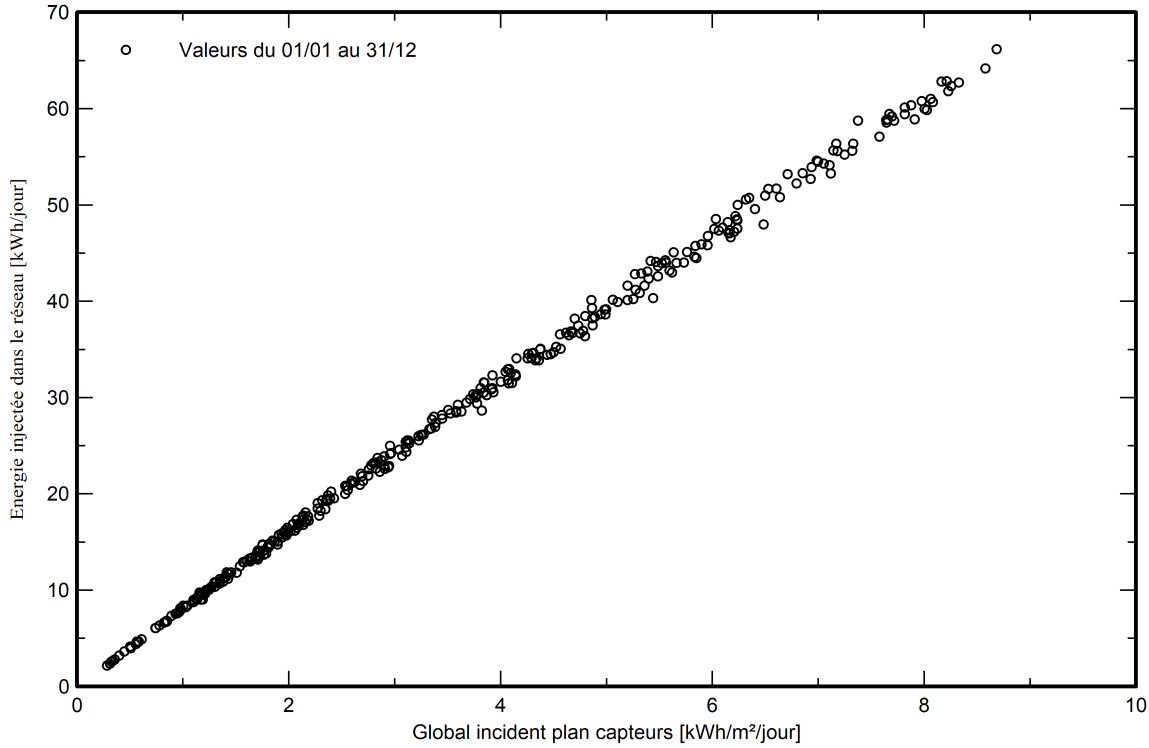
Bet Ramat (France)

Diagramme des pertes

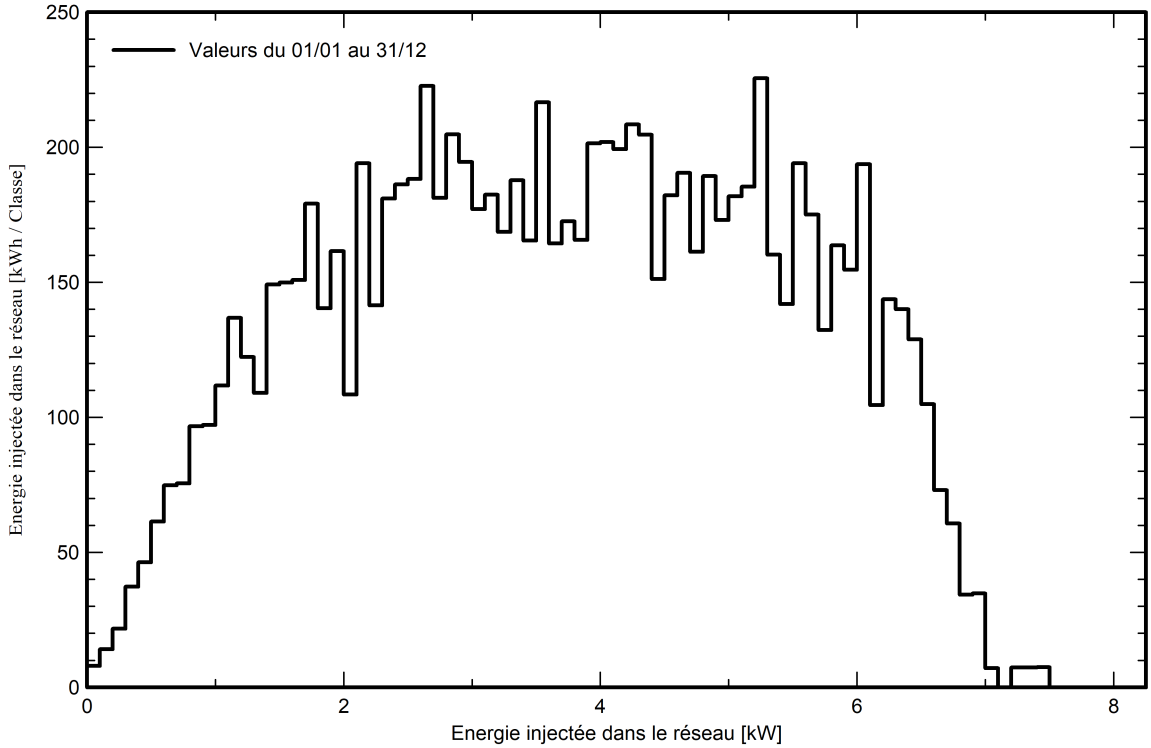


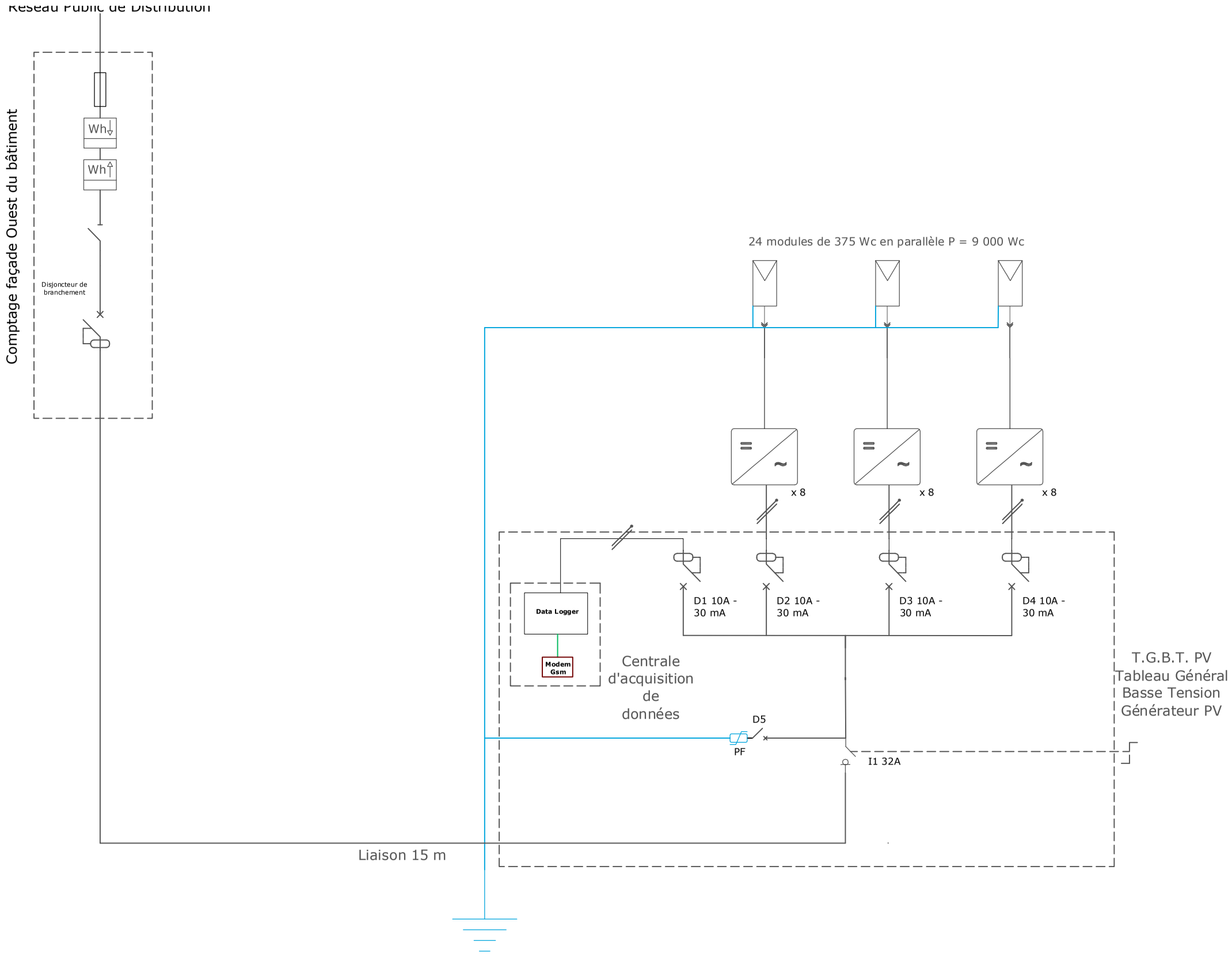
Graphiques spéciaux

Diagramme d'entrée/sortie journalier



Distribution de la puissance de sortie système





BET RAMAT
146, av Marceau Hamecher
82000 MONTAUBAN

SYNOPTIQUE ELECTRIQUE

Puissance installée 9 kWc (24 modules de 375 Wc)

Maître d'Ouvrage: RAYONS VERTS - MAIRIE DE LABRUYERE DORSA

Phase: APS | APD | PRO | ACT | EXE | AOR

Echelle: Sans

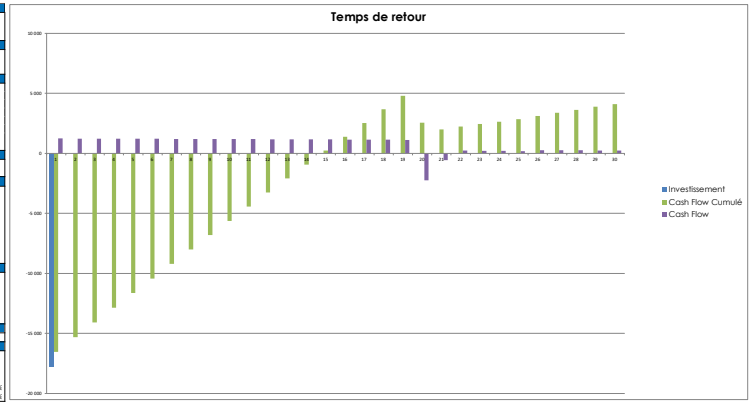
Folio: 1/1

Contact: Gabriel RAMAT
Téléphone: 05 81 04 10 54
Email: contact@bet-ramat.fr

REVISIONS

NO.	PAR	DATE	DESCRIPTION
1	G.R.	04-05-2021	Création

Coordonnées du projet		
Route du Lauragais		
Mairie		
31190 Labruyère Dorsa		
Hypthèse du projet		
Puissance installée (kWc)	9,00	kWc
Année de dépôt de demande de contrat d'achat	2021	
Tarif d'achat au 2eme trimestre 2021 €/kWh	**0,15120**	€
Investissement		
Mise en sécurité couverture	0	€
Coût raccordement (estimation)	1 200	€
Installation Photovoltaïque (estimation)	15 588	€
Raccordement au compteur	0	€
Subvention	0	€
Maîtrise d'oeuvre et bureau de contrôle	1 000	€
Renforcement de charpente	0	€
TOTAL investissement	**17 788**	**€**
Contexte		
Facteur de dégradation annuelle modules	0,54%	/an
Productible	1 130	kWh/kWc
Charges d'exploitation		
Maintenance	100	€/an
Nettoyage champs (base cristallin)	0,00	€/m²
Monitoring	60	€/an
Coût remplacement Onduleur	800	€
Durée de vie des Onduleurs installés	20	ans
Assurance (RC+Multirisque+Pertes Exploitation)	0,60%	/an
Loyer (%/rev ernus)	0,00%	/an
Location du compteur	36,00	€
Frais juridiques et financiers (gestion de société)	0	€/an
Financement		
% de l'investissement financé par dette	100%	
Taux annuel	1,50%	
Durée Emprunt	15	ans
Remboursement différé 1 an	NON	
Frais financiers divers	0	
Amortissement accéléré	NON	
Hypothèses économiques		
Taux d'inflation	1,50%	
Impôts - Taxes		
IFER < 100kWc	0,000 €	/kWc
IFER > 100kWc	7,210 €	/kWc
Taxe foncière	0	€ / an
TGAP	0	€ / an
Taux d'IS	15,00%	38 120 €
Taux d'IS	33,33%	> 38 120 €

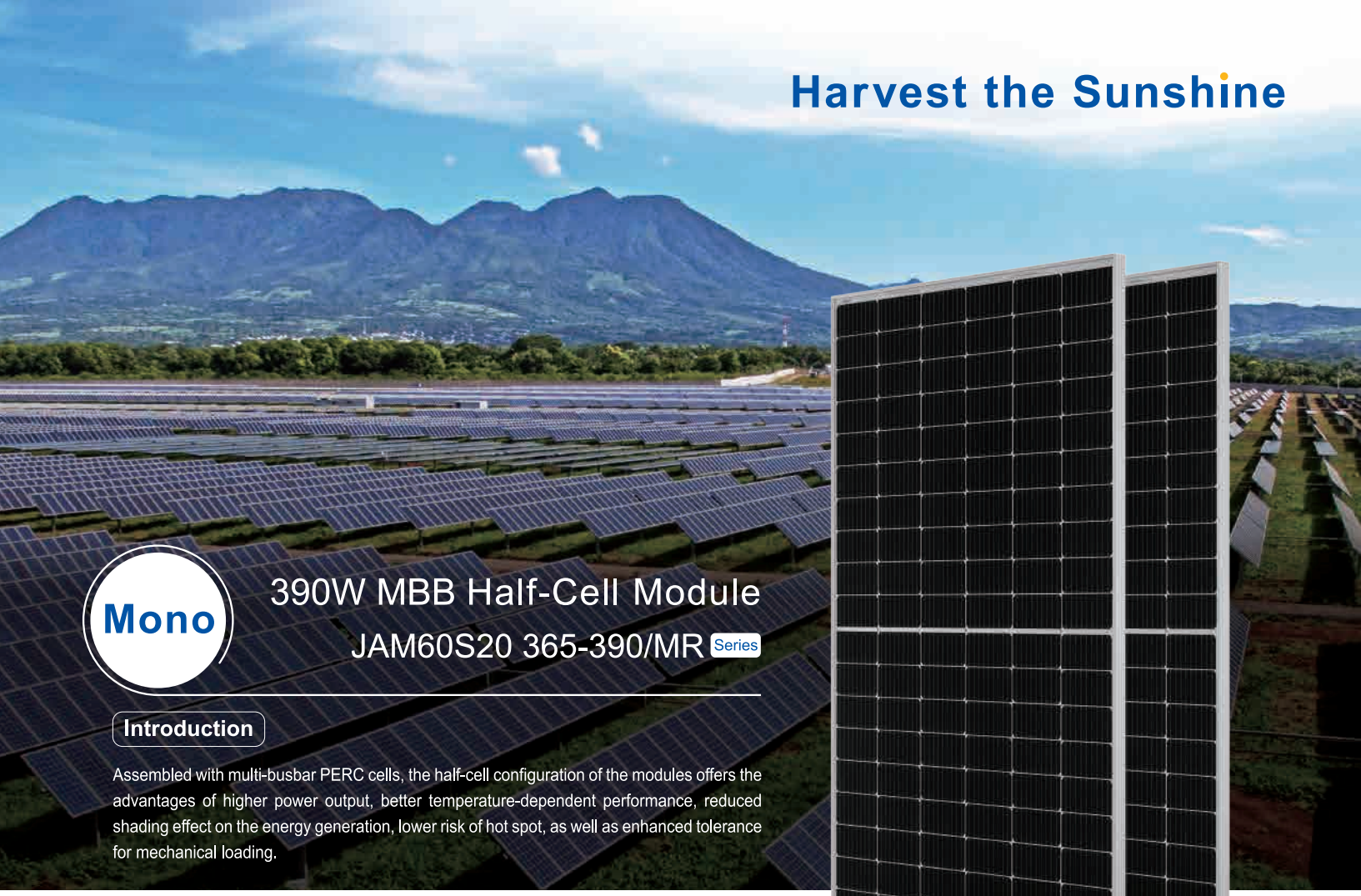


COMPTE DE RESULTAT **Emprunt sur :** **15 ans**

HORS OBLIGATION D'ACHAT

Puissance installée kWc 9		A	A+1	A+2	A+3	A+4	A+5	A+6	A+7	A+8	A+9	A+10	A+11	A+12	A+13	A+14	A+15	A+16	A+17	A+18	A+19	A+20	A+21	A+22	A+23	A+24	A+25	A+26	A+27	A+28	A+29
Année		**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**	**2039**	**2040**	**2041**	**2042**	**2043**	**2044**	**2045**	**2046**	**2047**	**2048**	**2049**	**2050**
PRODUCTION																															
Puissance installée initiale	KWc	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
Facteur de dégradation	%/year	0,00%	0,54%	0,54%	0,54%	0,54%	0,54%	0,54%	0,54%	0,54%	0,54%	0,54%	0,54%	0,54%	0,54%	0,54%	0,54%	0,54%	0,54%	0,54%	0,54%	0,54%	0,54%	0,54%	0,54%	0,54%	0,54%	0,54%	0,54%	0,54%	0,54%
Puissance après prise en compte du facteur de dégradation	KWc	9,00	8,95	8,90	8,85	8,81	8,76	8,71	8,66	8,61	8,56	8,51	8,47	8,42	8,37	8,32	8,27	8,22	8,17	8,13	8,08	8,03	7,98	7,93	7,88	7,83	7,78	7,74	7,69	7,64	7,59
Pourcentage de puissance	%	100,0%	99,5%	98,9%	98,4%	97,8%	97,3%	96,8%	96,2%	95,7%	95,1%	94,6%	94,1%	93,5%	93,0%	92,4%	91,9%	91,4%	90,8%	90,3%	89,7%	89,2%	88,7%	88,1%	87,6%	87,0%	86,5%	86,0%	85,4%	84,9%	84,3%
Production	kWh/an	10 170	10 115	10 060	10 005	9 950	9 895	9 840	9 786	9 731	9 676	9 621	9 566	9 511	9 456	9 401	9 346	9 291	9 236	9 181	9 127	9 072	9 017	8 962	8 907	8 852	8 797	8 742	8 687	8 632	8 577
Tarif d'achat	€/kWh	0,15120	0,15196	0,15272	0,15348	0,15425	0,15502	0,15579	0,15657	0,15735	0,15814	0,15893	0,15973	0,16053	0,16133	0,16213	0,16295	0,16376	0,16458	0,16540	0,16623	0,07000	0,07000	0,07000	0,07000	0,07000	0,07000	0,07000	0,07000	0,07000	0,07000
Recettes vente électricité	€	1 538	1 537	1 536	1 536	1 535	1 534	1 533	1 532	1 531	1 530	1 529	1 528	1 527	1 526	1 524	1 523	1 522	1 520	1 519	1 517	635	631	627	623	620	616	612	608	604	600
Total produits	**€**	**1 538**	**1 537**	**1 536**	**1 536**	**1 535**	**1 534**	**1 533**	**1 532**	**1 531**	**1 530**	**1 529**	**1 528**	**1 527**	**1 526**	**1 524**	**1 523**	**1 522**	**1 520**	**1 519**	**1 517**	**635**	**631**	**627**	**623**	**620**	**616**	**612**	**608**	**604**	**600**
CHARGES D'EXPLOITATION																															
Contrat de maintenance	€	100	102	103	105	106	108	109	111	113	114	116	118	120	121	123	125	127	129	131	133	135	137	139	141	143	145	147	149	152	154
Intervention	€	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nettoyage champs	€	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Monitoring	€	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	80	81	82	83	85	86	0	0	0	0	0
Remplacement Onduleur	€	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3 360	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Location Compteur	€	36	37	37	38	38	39	39	40	41	41	42	42	43	44	44	45	46	46	47	48	48	49	50	51	51	52	53	54	55	55
Frais juridiques	€	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Assurance	€	101	102	104	105	107	109	110	112	113	115	117	119	120	122	124	126	128	130	132	134	136	138	140	142	144	146	148	151	153	155
Loyer	€	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IFER	€	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Taxe foncière	€	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total charges	**€**	**297**	**301**	**306**	**310**	**315**	**320**	**324**	**329**	**334**	**339**	**344**	**350**	**355**	**360**	**365**	**371**	**377**	**382**	**388**	**3 754**	**1 200**	**406**	**412**	**418**	**424**	**343**	**349**	**504**	**359**	**365**
Valeur Ajoutée (Recettes-Charges hors taxes)		1 241	1 236	1 231	1 225	1 220	1 214	1 209	1 203	1 197	1 191	1 185	1 178	1 172	1 165	1 159	1 152	1 145	1 138	1 131	-2 237	-565	226	216	206	195	272	263	254	245	236
Charges Exploitation % / recettes		19%	20%	20%	20%	21%	21%	21%	21%	22%	22%	23%	23%	23%	24%	24%	24%	25%	25%	26%	247%	189%	64%	66%	67%	68%	56%	57%	58%	59%	61%
Excédent brut d'exploitation	**€**	**1 241**	**1 236**	**1 231**	**1 225**	**1 220**	**1 214**	**1 209**	**1 203**	**1 197**	**1 191**	**1 185**	**1 178**	**1 172**	**1 165**	**1 159**	**1 152**	**1 145**	**1 138**	**1 131**	**-2 237**	**-565**	**226**	**216**	**206**	**195**	**272**	**263**	**254**	**245**	**236**
Part fonds propres	€	0																													
Remboursement dette	€	1 333	1 333	1 333	1 333	1 333	1 333	1 333	1 333	1 333	1 333	1 333	1 333	1 333	1 333	1 333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Capital	€	17 788	16 722	15 639	14 541	13 426	12 294	11 145	9 980	8 796	7 595	6 376	5 138	3 882	2 607	1 313	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Capitalresteant dû	€	17 788	16 722	15 639	14 541	13 426	12 294	11 145	9 980	8 796	7 595	6 376	5 138	3 882	2 607	1 313	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Part Principal	€	1 066	1 082	1 099	1 115	1 132	1 149	1 166	1 183	1 201	1 219	1 237	1 256	1 275	1 294	1 313	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Part Intérêts	€	267	251	235	218	201	184	167	150	132	114	96	77	58	39	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frais d'hypothèque	€	0																													
Trésorerie disponible	**€**	**-92**	**-97**	**-102**	**-108**	**-113**	**-119**	**-124**	**-130**	**-136**	**-142**	**-148**	**-155**	**-161**	**-168**	**-174**	**1 152**	**1 145**	**1 138**	**1 131**	**-2 237**	**-565**	**226**	**216**	**206**	**195**	**272**	**263**	**254**	**245**	**236**
Trésorerie disponible cumulée	€	-92	-189	-292	-400	-513	-632	-756	-886	-1 023	-1 165	-1 313	-1 468	-1 629	-1 797	-1 971	-819	326	1 464	2 594	358	-207	19	234	440	635	908	1 171	1 425	1 670	1 906
Excédent brut-Charges d'emprunt	€	-92	-97	-102	-108	-113	-119	-124	-130	-136	-142	-148	-155	-161	-168	-174	1 152	1 145	1 138	1 131	-2 237	-565	226	216	206	195	272	263	254	245	236
Gains nets - Excédent brut d'exploitation (EBITDA) - Frais financiers	**€**	**974**	**985**	**996**	**1 007**	**1 018**	**1 030**	**1 041**	**1 053**	**1 065**	**1 077**	**1 089**	**1 101**	**1 114**	**1 126**	**1 139**	**1 152**	**1 145**	**1 138**	**1 131**	**-2 237**	**-565**	**226**	**216**	**206**	**195**	**272**	**263**	**254**	**245**	**236**
Inv ertissement	€	17 788																													
Amortissement comptable	%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Amortissement fiscal	%	0%																													
Dotation aux amortissements	€	889	889	889	889	889	889	889	889	889	889	889	889	889	889	889	889	889	889	889	889	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amortissement accéléré	€	0																													
Résultat d'exploitation	**€**	**352**	**366**	**341**	**336**	**330**	**325**	**319**	**313**	**308**	**301**	**295**	**289**	**283**	**276**	**269**	**263**	**256**	**249**	**241**	**-3 126**	**-565**	**226**	**216**	**206**	**195**	**272**	**263**	**254**	**245**	**236**
Résultat d'exploitation cumulé	€	352	698	1 039	1 375	1 706	2 031	2 350	2 663	2 971	3 272	3 567	3 857	4 139	4 415	4 684	4 947	5 203	5 451	5 692	2 566	2 002	2 227	2 443	2 648	2 844	3 116	3 380	3 634	3 879	4 115
Frais financiers	€	267	251	235	218	201	184	167	150	132	114	96	77	58	39	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Résultat courant avant impôt	€	85	96	107	118	129	140	152	164	176	188	200	212	224	237	250	263	256	249	241	-3 126	-565	226	216	206	195	272	263	254	245	236
IS	€	13	14	16	18	19	21	23	25	26	28	30	32	34	36	37	39	38	37	36	0	0	34	32	31	29	41	39	38	37	35
Résultat net	**€**	**72**	**81**	**91**	**100**	**110**	**119**	**129**	**139**	**149**	**159**	**170**	**180**	**191**	**201**	**212**	**223**	**217**	**211**	**205**	**-3 126**	**-565**	**192**	**183**	**175**	**166**	**231**	**224**	**216**	**208**	**200**
Résultat net cumulé	**€**	**72**	**153**	**244**	**344**	**454**	**573**	**703**	**842**	**991**	**1 150**	**1 320**	**1 500**	**1 691**	**1 892**	**2 104**	**2 328**	**2 545**	**2 756**	**2 961**	**-165**	**-729**	**-538**	**-354**	**-180**	**-14**	**218**	**442**	**658**	**866**	**1 067**
TRI Projet	**%**	**1,59%**																													
Coût global actualisé	**€/kWh**	**149**																													

Harvest the Sunshine



Mono

390W MBB Half-Cell Module

JAM60S20 365-390/MR Series

Introduction

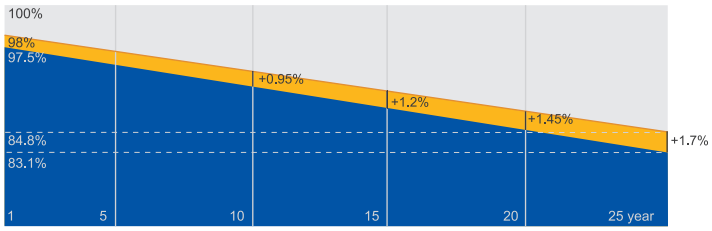
Assembled with multi-busbar PERC cells, the half-cell configuration of the modules offers the advantages of higher power output, better temperature-dependent performance, reduced shading effect on the energy generation, lower risk of hot spot, as well as enhanced tolerance for mechanical loading.

- Higher output power
- Lower LCOE
- Less shading and lower resistive loss
- Better mechanical loading tolerance

Superior Warranty

- 12-year product warranty
- 25-year linear power output warranty

0.55% Annual Degradation Over 25 years



New linear power warranty Standard module linear power warranty

Comprehensive Certificates

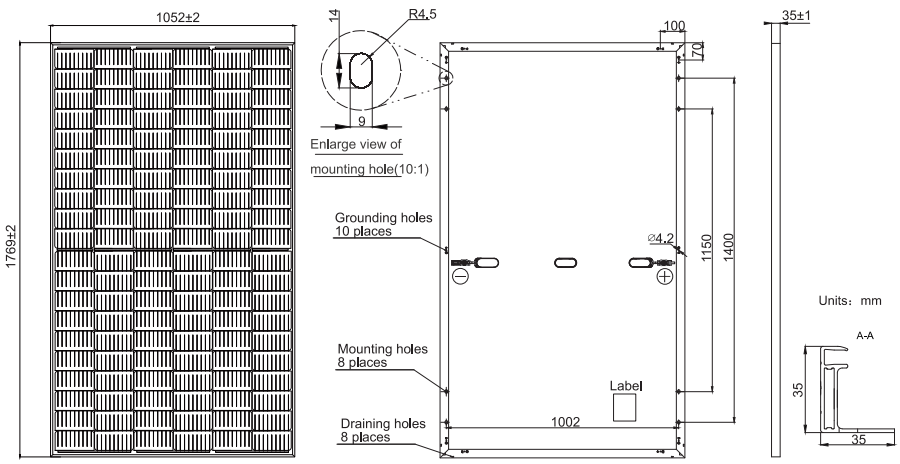
- IEC 61215, IEC 61730,UL 61215, UL 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- ISO 45001: 2018 Occupational health and safety management systems
- IEC TS 62941: 2016 Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Guidelines for increased confidence in PV module design qualification and type approval

JA SOLAR

www.jasolar.com

Specifications subject to technical changes and tests.
JA Solar reserves the right of final interpretation.

MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	20.5kg±3%
Dimensions	1769±2mm×1052±2mm×35±1mm
Cable Cross Section Size	4mm²（IEC）,12 AWG(UL)
No. of cells	120(6×20)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10(1000V) QC 4.10-35(1500V)
Cable Length (Including Connector)	Portrait:300mm(+)/400mm(-); Landscape:1000mm(+)/1000mm(-)
Packaging Configuration	31pcs/Pallet 806pcs/40ft Container

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM60S20 -365/MR	JAM60S20 -370/MR	JAM60S20 -375/MR	JAM60S20 -380/MR	JAM60S20 -385/MR	JAM60S20 -390/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	365	370	375	380	385	390
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	41.13	41.30	41.45	41.62	41.78	41.94
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	33.96	34.23	34.50	34.77	35.04	35.33
Short Circuit Current(Isc) [A]	11.30	11.35	11.41	11.47	11.53	11.58
Maximum Power Current(Imp) [A]	10.75	10.81	10.87	10.93	10.99	11.04
Module Efficiency [%]	19.6	19.9	20.2	20.4	20.7	21.0
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α_Isc)	+0.044%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β_Voc)	-0.272%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ_Pmp)	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m², cell temperature 25°C, AM1.5G					

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer.They only serve for comparison among different module types.

ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

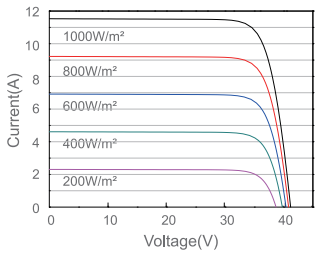
TYPE	JAM60S20 -365/MR	JAM60S20 -370/MR	JAM60S20 -375/MR	JAM60S20 -380/MR	JAM60S20 -385/MR	JAM60S20 -390/MR
Rated Max Power(Pmax) [W]	276	280	284	287	291	295
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	38.41	38.65	38.89	39.14	39.38	39.63
Max Power Voltage(Vmp) [V]	32.05	32.30	32.55	32.72	32.96	33.20
Short Circuit Current(Isc) [A]	9.15	9.20	9.25	9.30	9.35	9.40
Max Power Current(Imp) [A]	8.61	8.66	8.71	8.78	8.83	8.88
NOCT	Irradiance 800W/m², ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G					

OPERATING CONDITIONS

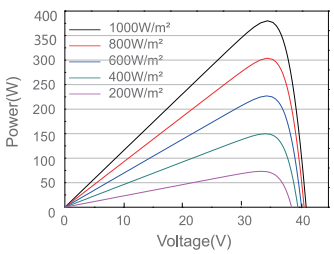
Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Operating Temperature	-40°C~+85°C
Maximum Series Fuse Rating	20A
Maximum Static Load,Front	5400Pa（112 lb/ft²）
Maximum Static Load,Back	2400Pa（50 lb/ft²）
NOCT	45±2°C
Safety Class	Class Ⅱ
Fire Performance	UL Type 1

CHARACTERISTICS

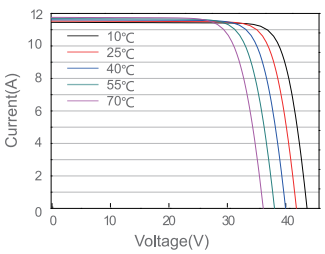
Current-Voltage Curve JAM60S20-380/MR



Power-Voltage Curve JAM60S20-380/MR



Current-Voltage Curve JAM60S20-380/MR



Micro-onduleurs Enphase

Enphase Micro-onduleurs IQ 7, IQ 7+ et IQ 7X

Les micro-onduleurs à haut rendement Enphase IQ 7™, Enphase IQ 7+™ et **Enphase IQ 7X™** sont parés pour les Smarts Grids.

Partie intégrante du système Enphase IQ, les IQ 7, IQ 7+ et IQ7X s'intègrent parfaitement avec l'Envoy-S™ et le logiciel de surveillance et d'analyse Enphase Enlighten™.

Les micro-onduleurs IQ 7, IQ 7+ et IQ7X dépassent les standards de fiabilité et de robustesse établis par les générations précédentes de micro-onduleurs et subissent plus d'un million d'heures de tests en charge, permettant à Enphase d'offrir une garantie hors pair.

Facile à installer

- Léger et simple
- Installation plus rapide avec un câblage à deux conducteurs, amélioré et léger

Productif et fiable

- Optimisé pour tout des modules de grande puissance
- Plus d'un million d'heures de tests cumulées
- Enveloppe à double isolation classe II

Paré pour les Smart Grids

- Conforme aux exigences réseau complexes, en termes de gestion de tension et de fréquence de découplage
- Mises à jour à distance pour répondre aux évolutions des contraintes réseau
- Configurable pour différents profils réseau

25 ANS GARANTIE

ENPHASE.

Enphase Micro-onduleurs IQ 7, IQ 7+, et IQ 7X

DONNÉES D'ENTRÉE (DC)	IQ7-60-2-INT	IQ7PLUS-72-2-INT	IQ7X-96-2-INT
Puissance de module recommandée (STC)[1]	235 W - 350 W + [1]	235 W - 440 W + [1]	320 W - 460 W + [1]
Compatibilité module voir outil en ligne [2]	60 cellules uniquement	60 & 72 cellules	96 cellules
Tension d'entrée DC max	48 V	60 V	79.5 V
Plage de tension MPP	27 V - 37 V	27 V - 45 V	53 V - 64 V
Plage de tension de fonctionnement	16 V - 48 V	16 V - 60 V	25 V - 79.5 V
Tension de départ min/max.	22 V / 48 V	22 V / 60 V	33 V / 79.5 V
Courant de court-circuit DC max	15 A	15 A	10 A
Port DC de classe de surtension	II	II	II
Réalimentation port DC avec une seule défaillance	0 A	0 A	0 A
Configuration en réseau PV	Protection latérale AC nécessitant max 20A par circuit de dérivation.		
DONNÉES DE SORTIE (AC)	**IQ 7**	**IQ 7+**	**IQ 7X**
Puissance de sortie max.	250 VA	295 VA	320 VA
Puissance de sortie nominale max.	240 VA	290 VA	315 VA
Tension/Plage de tension nominale (L-N)[2]	230 V / 184-276 V	230 V / 184-276 V	230 V / 184-276 V
Courant de sortie maximum	1.04 A	1.26 A	1.37 A
Fréquence nominale	50 Hz	50 Hz	50 Hz
Plage de fréquence	45 - 55 Hz	45 - 55 Hz	45 - 55 Hz
Nombre maximum d'unités par branche de 20 A [3]	15 (Ph + N) 45 (3Ph + N)	12 (Ph + N) 36 (3Ph+N)	11 (Ph + N) 33 (3Ph + N)
Nombre maximum d'unités par câble	15 (Ph+N), 24 (3Ph+N)	12 (Ph+N), 21 (3Ph+N)	11 (Ph + N), 21 (3Ph + N)
Classe de protection contre les surtensions	III	III	III
Courant de réalimentation port AC	0 A	0 A	0 A
Factuer de puissance fixe	1.0	1.0	1.0
Facteur de puissance (réglable)	0.7 inductif à 0.7 capacitif	0.7 inductif à 0.7 capacitif	0.7 inductif à 0.7 capacitif
RENDEMENT	**@230 V**	**@230 V**	**@230 V**
Rendement EN 50530 (UE)	96.5 %	96.5 %	96.5 %
DONNÉES MÉCANIQUES			
Plage de témpérature ambiante de fonctionnement	-40°C à +65°C	-40°C à +65°C	-40°C à +60°C
Plage admissible d'humidité rélative de l'air	4% à 100% (condensation)		
Type de connecteur DC	MC4 ou Amphenol H4 UTX (nécessite un adaptateur Q-DCC-5)		
Dimensions (Lxlxp)	212 mm x 175 mm x 30.2 mm (sans support)		
Poids	1.08 kg		
Refroidissement	Convection naturelle - aucun ventilateur		
Utilisation en milieu humide	Oui		
Degré de pollution	3		
Enveloppe	Classe II double isolation, boîtier polymère résistant à la corrosion.		
Indice de protection IP	Extérieur - IP67		
FONCTIONNALITÉS			
Communication avec l'Envoy-S	CPL (courant porteur en ligne)		
Monitoring	Options de surveillance Enlighten Manager et MyEnlighten Compatible avec Enphase Envoy-S		
Conformité	AS 4777.2, RCM, IEC/EN 61000-6-3, IEC/EN 62109-1, IEC/EN 62109-2		
Garantie	25 ans		

1. Pas de limitation du ratio DC/AC. Voir le calculateur de compatibilité en ligne: enphase.com/fr-fr/support-client/modules-compatibles.
2. La plage de tension nominale peut-être étendue au-dela de ces valeurs nominales pour répondre aux contraintes de gestionnaire de réseau.
3. En fonction du pays d'installation vérifier avec la legislation locale le courant maximum admissible par disjoncteur 20 A.

ENPHASE.

Enphase IQ 7A Microinverter

The high-powered smart grid-ready **Enphase IQ 7A Micro**™ dramatically simplifies the installation process while achieving the highest system efficiency for systems with 60-cell and 72-cell modules.

Part of the Enphase IQ System, the IQ 7A Micro integrates with the Enphase IQ Envoy™, Enphase IQ Battery™, and the Enphase Enlighten™ monitoring and analysis software.

The IQ Series Microinverters extend the reliability standards set forth by previous generations and undergo over a million hours of power-on testing, enabling Enphase to provide an industry-leading warranty of up to 25 years.

High Power

- Peak output power 366 VA @ 240 VAC and 295 VA @ 208 VAC

Easy to Install

- Lightweight and simple
- Faster installation with improved, lighter two-wire cabling
- Built-in rapid shutdown compliant (NEC 2014 & 2017)

Efficient and Reliable

- Optimized for high powered 60-cell and 72-cell modules
- Highest CEC efficiency of 97%
- More than a million hours of testing
- Class II double-insulated enclosure
- UL listed

Smart Grid Ready

- Complies with advanced grid support, voltage and frequency ride-through requirements
- Envoy and Internet connection required
- Configurable for varying grid profiles
- Meets CA Rule 21 (UL 1741-SA)

UL CERTIFIED SAFETY

To learn more about Enphase offerings, visit **enphase.com**

ENPHASE

Enphase IQ 7A Microinverter

INPUT (DC)	IQ7A-72-2-US	
Commonly used module pairings[1]	295 W–460 W +	
Module compatibility	60-cell, 66-cell, and 72-cell PV modules	
Maximum input DC voltage	58 V	
Power point tracking voltage range[2]	18 V–58 V	
Min/Max start voltage	33 V / 58 V	
Max DC short circuit current (module Isc)[3]	15 A	
Overvoltage class DC port	II	
DC port backfeed current	0 A	
PV array configuration	1 x 1 ungrounded array; No additional DC side protection required; AC side protection requires max 20A per branch circuit	
OUTPUT (AC)	**@ 240 VAC**	**@ 208 VAC**
Peak output power	366 VA	295 VA
Maximum continuous output power	349 VA	290 VA
Nominal (L-L) voltage/range[4]	240 V / 211–264 V	208 V / 183–229 V
Maximum continuous output current	1.45 A (240 VAC)	1.39 A (208 VAC)
Nominal frequency	60 Hz	
Extended frequency range	47–68 Hz	
AC short circuit fault current over 3 cycles	5.8 Arms	
Maximum units per 20 A (L-L) branch circuit[5]	11 (240 VAC)	11 (208 VAC)
Overvoltage class AC port	III	
AC port backfeed current	18 mA	
Power factor setting	1.0	
Power factor (adjustable)	0.85 leading ... 0.85 lagging	
EFFICIENCY	**@240 VAC**	**@208 VAC**
CEC weighted efficiency	97.0 %	96.5%
MECHANICAL		
Ambient temperature range	-40°C to +60°C	
Relative humidity range	4% to 100% (condensing)	
Connector type: DC (IQ7A-72-2-US)	MC4	
Dimensions (HxWxD)	212 mm x 175 mm x 30.2 mm (without bracket)	
Weight	1.08 kg (2.38 lbs)	
Cooling	Natural convection — No fans	
Approved for wet locations	Yes	
Pollution degree	PD3	
Enclosure	Class II double-insulated, corrosion resistant polymeric enclosure	
Environmental category / UV exposure rating	NEMA Type 6 / outdoor	
FEATURES		
Communication	Power Line Communication (PLC)	
Monitoring	Enlighten Manager and MyEnlighten monitoring options Compatible with Enphase IQ Envoy	
Disconnecting means	The AC and DC connectors have been evaluated and approved by UL for use as the load-break disconnect required by NEC 690.	
Compliance	CA Rule 21 (UL 1741-SA) UL 62109-1, UL1741/IEEE1547, FCC Part 15 Class B, ICES-0003 Class B, CAN/CSA-C22.2 NO. 107.1-01 This product is UL Listed as PV Rapid Shut Down Equipment and conforms with NEC-2014 and NEC-2017 section 690.12 and C22.1-2015 Rule 64-218 Rapid Shutdown of PV Systems, for AC and DC conductors, when installed according manufacturer's instructions.	

1. No enforced DC/AC ratio. See the compatibility calculator at https://enphase.com/en-us/support/module-compatibility.
2. CEC peak power tracking voltage range is 38 V to 43 V.
3. Maximum continuous input DC current is 10.2A.
4. Voltage range can be extended beyond nominal if required by the utility.
5. Limits may vary. Refer to local requirements to define the number of microinverters per branch in your area.

To learn more about Enphase offerings, visit **enphase.com**

© 2020 Enphase Energy. All rights reserved. Enphase, the Enphase logo, Enphase IQ 7A, Enphase IQ Battery, Enphase Enlighten, Enphase IQ Envoy, and other trademarks or service names are the trademarks of Enphase Energy, Inc. Data subject to change.
2020-06-16

ENPHASE.

Couverture en tuiles alsaciennes | Système de serrage

novotegra top-fix

novotegra top-fix – Système de serrage monocouche pour couverture en tuiles alsaciennes et panneaux solaires pose portrait

La solution idéale pour chaque couverture en tuiles alsaciennes

Pour un montage sur une couverture en tuiles alsaciennes, utilisez le kit de crochets à tuiles alsaciennes pour le montage des panneaux ou, en cas de charges plus faibles, le kit de crochets flex. Les différents kits se composent d'un profilé et d'un étrier qui est vissé dans le profilé de base. De par leur forme spéciale, le crochet pour tuiles alsaciennes comme le crochet flex s'adaptent de manière optimale au faible écartement des lattes typique des couvertures en tuiles alsaciennes. De plus, l'étrier passe entre deux tuiles et non pas sous une tuile.

Les kits de crochets disposent d'un triple réglage. Vous pouvez ainsi compenser les irrégularités de la toiture et créer un champ de panneaux à l'aspect uniforme. Comme l'étrier ne repose pas sur la tuile, vous pouvez vous passer de tôles d'appui coûteuses. Ceci permet de réduire le coût global du système.

Le rail en C est fixé au crochet de couvreur au moyen d'un raccord vissé classique avec écrou à embase crantée qui assure une fixation rapide, ferme et durable – il sert aussi de chemin de câbles.

Toutes les attaches d'extrémité et centrales sont pré-équipées et peuvent être fournies anodisées en noir. Qu'il s'agisse d'une pose portrait ou paysage, à une ou deux couches, les panneaux solaires se montent rapidement et solidement sur les rails en C grâce à la fiabilité de la technique de serrage. Les attaches d'extrémités réalisent l'affleurement entre les rails en C et le champ de modules, ce qui rend la structure de support presque invisible, pour des installations au rendu visuel parfait.

Vos avantages

- Sécurité, stabilité et longévité
- Crochets de couvreur à triple réglage
- Le rail en C sert aussi de chemin de câbles
- Doubles crochets de couvreur pour les lourdes charges de neige
- Montage rapide et aisé
- Très bonne ventilation arrière des panneaux solaires
- Attaches faciles à installer avec mécanisme d'arrêt pour toutes les hauteurs de cadres
- Dimensionnement facile, en conformité avec l'Eurocode grâce au logiciel en ligne Solar-Planit
- Aucune tuile alsacienne en tôle requise
- Système de montage certifié ETN

Position de l'étrier pour couverture en tuiles alsaciennes

Connecteurs de rail C47 S pour chambres de profilés

Cache en bordure de l'installation