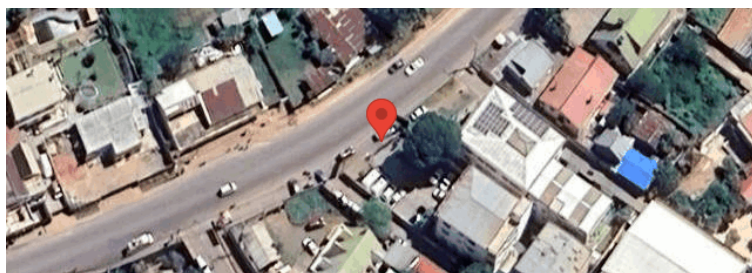


PVGIS.COM fournit des informations sur le rayonnement solaire et les performances des systèmes photovoltaïques pour n'importe quel droit dans le monde, à l'exception des pôles Nord et Sud.

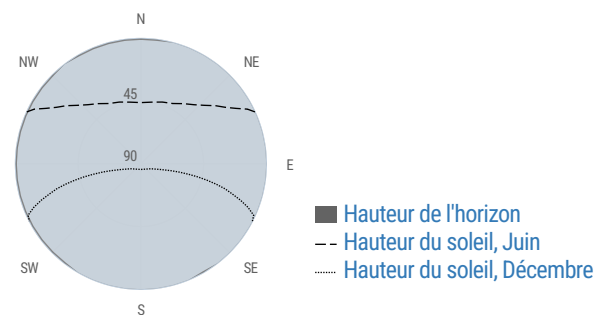
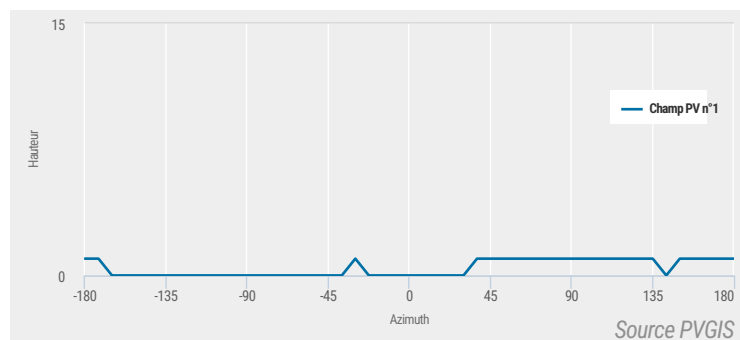
Estimations PVGIS de la production d'électricité solaire : Informations fournies

Géolocalisation du photovoltaïque connecté au réseau



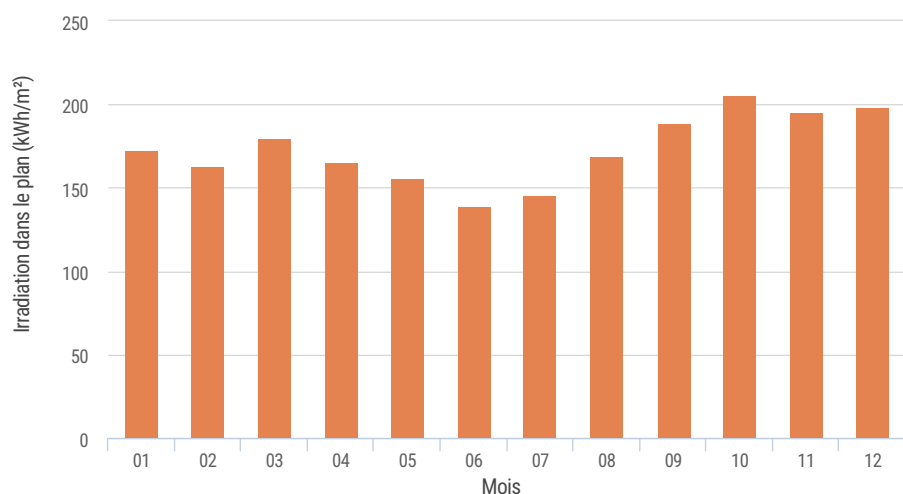
PV installé : **1.0 KWp**
Pays : **Madagascar**
Ville : **Antananarivo**
Adresse : -
Latitude : **-18.816**
Longitude : **47.470**
Horizon : Calculé PVGIS24

Ligne d'horizon à l'emplacement choisi



Irradiation mensuelle sur plan fixe

Irradiation annuelle : **2079.74 kWh**



Mois	kWh	%
01 - Janvier	172.76	8.31%
02 - Février	163.58	7.87%
03 - Mars	179.70	8.64%
04 - Avril	165.71	7.97%
05 - Mai	156.11	7.51%
06 - Juin	138.97	6.68%
07 - Juillet	145.46	6.99%
08 - Août	168.90	8.12%
09 - Septembre	188.84	9.08%
10 - Octobre	205.71	9.89%
11 - Novembre	195.55	9.40%
12 - Décembre	198.44	9.54%

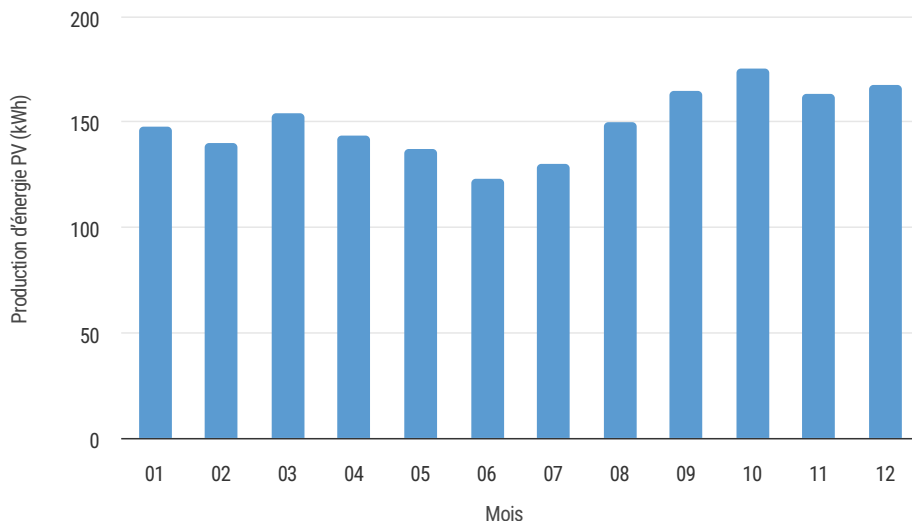
Montant total mensuel moyen de l'irradiation globale reçue par mètre carré sur les panneaux du système défini [kWh/m²]

L'irradiation solaire mensuelle est déterminée pour chaque heure de la journée pour un mois choisi, la moyenne étant prise en charge tous les jours de ce mois au cours de la période pluriannuelle pour laquelle PVGIS a des données. En plus de calculer la moyenne du rayonnement solaire, l'application quotidienne du rayonnement calcule également la variation quotidienne du rayonnement du ciel clair.



Production d'énergie mensuelle du système photovoltaïque fixe

Production annuelle d'énergie photovoltaïque : 1 796.22 kWh



Mois	kWh	%
01 - Janvier	147.44	8.21%
02 - Février	139.99	7.79%
03 - Mars	154.25	8.59%
04 - Avril	143.75	8.00%
05 - Mai	137.15	7.64%
06 - Juin	123.27	6.86%
07 - Juillet	129.90	7.23%
08 - Août	149.74	8.34%
09 - Septembre	164.44	9.15%
10 - Octobre	175.57	9.77%
11 - Novembre	162.98	9.07%
12 - Décembre	167.73	9.34%

Production électrique moyenne mensuelle du système défini [kWh]

Le résultat du calcul de l'énergie photovoltaïque est la production énergétique mensuelle moyenne et la production annuelle moyenne de l'installation photovoltaïque avec les propriétés choisies. La variabilité inter-annuelle est l'écart type des valeurs annuelles calculées sur la période couverte par la base de données de rayonnement solaire sélectionnée.



ENTRÉE FOURNIES

- Latitude : **-18.816**
- Longitude : **47.470**
- Horizon : **Calculated PVGIS24**
- Base de données utilisée : **PVGIS-SARAH3**
- Technologie photovoltaïque: **SILICIUM CRISTALLIN**
- Système de montage: **Imposition 1 Section**
- PV installé: **1.0KWp**



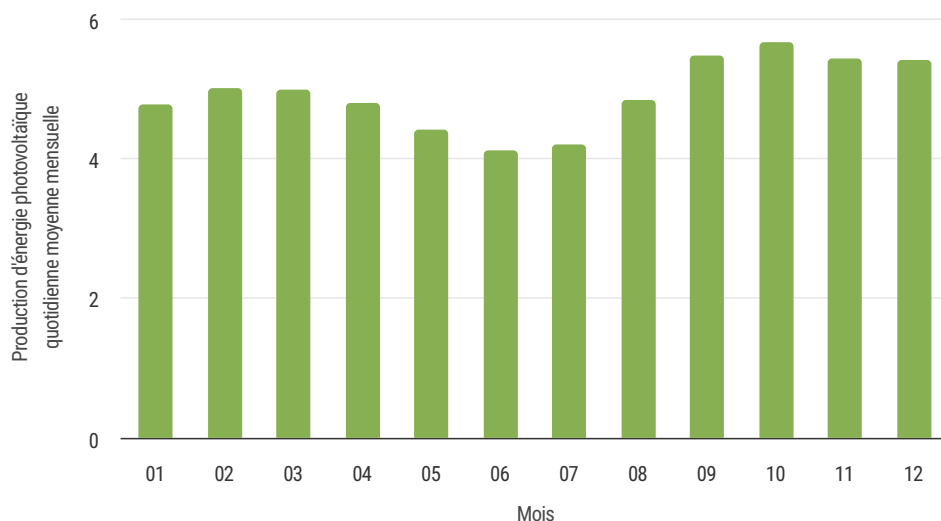
RÉSULTATS DE LA SIMULATION

	Angle d'inclinaison (°) :	21° (opt)
	Angle d'Azimuth (°):	-125° (opt)
	Production annuelle PV (KWh):	1 796.22
	Irradiation annuelle (KWh/m²):	2 079.74
	Variabilité interannuelle (KWh):	46.67
	Changement de la production à cause de:	
	• Angle d'incidence :	-2.63
	• Effets spectraux:	0.02
	• Température et irradiance faible (%) :	-8.57
	Pertes totales (%) :	-13.63



Production mensuelle moyenne de kWh par jour

Production journalière moyenne mensuelle d'énergie photovoltaïque : 4.92 kWh



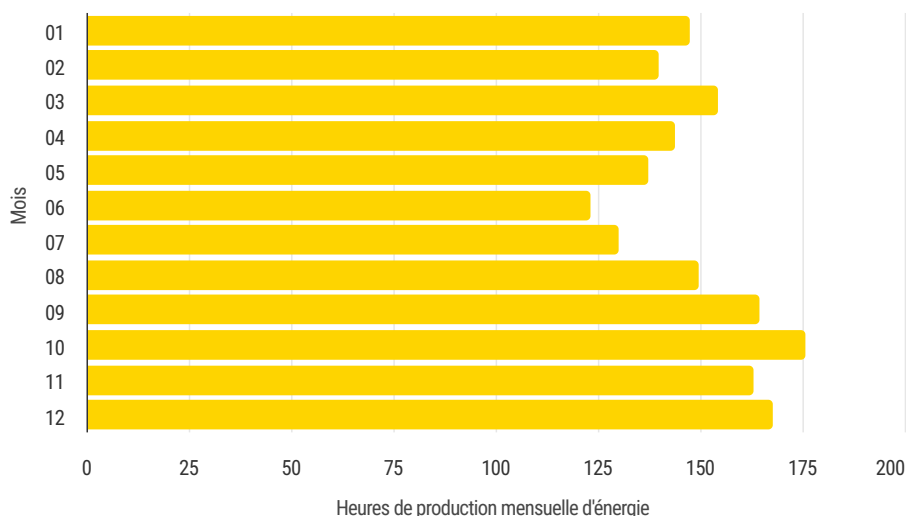
Mois	Heures/Mois	Heures/Jour
01 - Janvier	4.8	4.76
02 - Février	5.0	5.00
03 - Mars	5.0	4.98
04 - Avril	4.8	4.79
05 - Mai	4.5	4.42
06 - Juin	4.2	4.11
07 - Juillet	4.2	4.19
08 - Août	4.9	4.83
09 - Septembre	5.5	5.48
10 - Octobre	5.7	5.66
11 - Novembre	5.5	5.43
12 - Décembre	5.5	5.41

Chaque barre verte représente production moyenne d'électricité (kWh) générée chaque mois par le système photovoltaïque fixe. La somme de ces valeurs correspond à la production annuelle totale indiquée en haut du graphique. Ce graphique permet d'évaluer la répartition saisonnière de la production solaire, un élément essentiel pour estimer l'autoconsommation et la rentabilité du projet.



Heures de production mensuelle d'énergie photovoltaïque

Heures de production annuelle d'énergie photovoltaïque : 1796.22 heures / moyenne 4.9 heures par jour



Mois	Heures/Mois	Heures/Jour
01 - Janvier	147.5	4.8
02 - Février	140.0	5.0
03 - Mars	154.3	5.0
04 - Avril	143.8	4.8
05 - Mai	137.2	4.5
06 - Juin	123.3	4.2
07 - Juillet	129.9	4.2
08 - Août	149.8	4.9
09 - Septembre	164.5	5.5
10 - Octobre	175.6	5.7
11 - Novembre	163.0	5.5
12 - Décembre	167.8	5.5

Les heures de production mensuelle d'énergie photovoltaïque représentent le temps total sur un mois où une installation solaire produit de l'électricité, influencé par l'ensoleillement, l'efficacité du système et les conditions d'exploitation. C'est un indicateur clé pour évaluer la performance et l'autosuffisance énergétique.



Explication détaillée du calcul de la production en kWh

Le graphique ci-dessus illustre la **production d'énergie mensuelle moyenne** d'un système photovoltaïque fixe, calculée selon les données climatiques et solaires issues de la base officielle **PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System)** de la Commission européenne.

Le **résultat annuel** correspond à la somme des productions mensuelles moyennes simulées sur une période d'au moins vingt ans de mesures solaires, corrigées des pertes électriques et des caractéristiques techniques du système (orientation, inclinaison, puissance installée, rendement, etc.).

Pour chaque mois :

- La **production moyenne (kWh)** est calculée en fonction de l'irradiation solaire globale reçue sur le plan des modules.
- Cette irradiation est convertie en énergie électrique à l'aide du rendement effectif des modules photovoltaïques et du système global (onduleur, câbles, température).
- Les **pertes saisonnières** (température, encrassement, conversion, ombrage éventuel) sont intégrées dans le calcul.
- Le **pourcentage (%)** représente la part de production de chaque mois dans la production annuelle totale.

La **variabilité interannuelle** indique la stabilité du gisement solaire local : elle exprime l'écart-type statistique des productions d'une année sur l'autre.

Un faible pourcentage signifie que la production solaire est prévisible et fiable – un paramètre essentiel pour les analyses de rentabilité et les modèles financiers.

PVGIS : une référence mondiale et neutre pour l'analyse solaire

Développé par le **Centre Commun de Recherche (JRC)** de la Commission européenne, PVGIS est reconnu comme la **référence mondiale indépendante** pour l'estimation du potentiel photovoltaïque et de la production d'énergie solaire.

Ses données sont issues de **satellites géostationnaires** et de **stations météorologiques validées** couvrant toutes les régions du monde, offrant une précision d'environ **± 3 % sur les moyennes annuelles**.

PVGIS est aujourd'hui :

- Utilisé par les **instituts de recherche, banques et fonds d'investissement** pour les études de faisabilité énergétique.
- Recommandé dans les **standards européens** pour la certification des rendements solaires.
- Adopté par **PVGIS.COM** pour fournir une **analyse neutre et non commerciale** à tous les acteurs du solaire – particuliers, installateurs, bureaux d'études et investisseurs.

Cette neutralité garantit la fiabilité des données et permet de bâtir une **analyse financière rigoureuse** des projets solaires :

- Calcul du **retour sur investissement (ROI)**.
- Évaluation du **taux de rentabilité interne (TRI)**.
- Projection des **revenus énergétiques réels** selon la production estimée.

Commentaire d'interprétation et de valorisation du graphe

Le profil de production présenté illustre une **courbe solaire typique**. Cette distribution met en évidence :

- La **corrélation directe** entre durée d'ensoleillement, angle solaire et rendement énergétique.
- La **stabilité du gisement solaire** tout au long de l'année, signe d'un climat propice à la production photovoltaïque.
- Une **production équilibrée**, idéale pour les modèles d'autoconsommation et les investissements locatifs solaires.

Ainsi, le graphique PVGIS n'est pas seulement un indicateur technique : il constitue une **base scientifique pour la décision économique**, permettant de :

- Fiabiliser les projections de rentabilité d'un projet solaire,
- Comparer objectivement différentes zones géographiques,
- Justifier les prévisions de production dans un **dossier bancaire, d'audit ou d'investissement**.

PVGIS24, en s'appuyant sur les données officielles PVGIS, transforme une donnée scientifique complexe en **outil décisionnel simple, précis et universel**.

Chaque kWh affiché résulte d'un calcul objectif, certifié et comparable dans le monde entier, offrant ainsi aux utilisateurs la **transparence et la confiance nécessaires** pour investir durablement dans l'énergie solaire.

Lexique PVGIS du simulateur de productibilité d'un système photovoltaïque

Les ombres du terrain

Le rayonnement solaire et la production photovoltaïque changeront s'il existe des collines ou des montagnes locales qui bloquent la lumière du soleil à certaines périodes de la journée. PVGIS peut en calculer l'effet en utilisant des données sur l'élévation du sol avec une résolution de 3 secondes d'arc (environ 90 mètres).

Ce calcul ne prend pas en compte les ombres des objets très proches comme les maisons ou les arbres.

Base de données sur rayonnement solaire

PVGIS propose quatre bases de données différentes sur le rayonnement solaire avec une résolution horaire. Il existe actuellement trois bases de données satellitaires :

PVGIS-SARAH3 (0,05° x 0,05°): Produit par CM SAF pour remplacer SARAH-2 (PVGISSARAH2). Il couvre l'Europe, l'Afrique, l'Amérique, l'Asie et la majeure partie du monde. Période : 2005-2023.

PVGIS-NSRDB (0,04° x 0,04°): Résultat de la collaboration avec NREL (USA), fournissant la base de données sur le rayonnement solaire NSRDB pour PVGIS. Période : 2005-2015.

Technologie PV

Les performances des modules photovoltaïques dépendent de la température, de l'irradiation solaire et du spectre de la lumière solaire. Cependant, la dépendance exacte varie selon les différents types de modules photovoltaïques.

Actuellement, nous pouvons estimer les pertes dues aux effets de température et d'irradiance pour les types de modules suivants :

- . Cellules en silicium cristallin
- . Modules à couches minces fabriqués à partir de CIS ou CIGS
- . Amorphes
- . Modules à couches minces en tellurure de cadmium (CdTe)

Pour les autres technologies, notamment diverses technologies amorphes, cette correction ne peut pas être calculée ici.

Si vous choisissez ici l'une des trois premières options, le calcul des performances prendra en compte la dépendance à la température de la technologie choisie. Si vous choisissez l'autre option (autre/inconnu), le calcul supposera une perte de puissance de 8 % due aux effets de la température (une valeur générique qui a été jugée raisonnable pour les climats tempérés).

A noter que le calcul de l'effet des variations spectrales n'est actuellement disponible que pour le silicium cristallin et le CdTe. L'effet spectral ne peut pas encore être pris en compte pour les zones couvertes uniquement par le PVGIS-Base de données NSRDB.

Monocristallin ou Polycristallin

Le silicium monocristallin est composé d'un seul cristal de silicium, car il est fabriqué à partir d'un lingot étiré. Le silicium polycristallin est composé d'une mosaïque de cristaux de silicium (en fait, le silicium monocristallin résiduel est utilisé pour fabriquer du silicium polycristallins).

Les panneaux solaires monocristallins ont actuellement un meilleur rendement, supérieur à celui des panneaux polycristallins, d'environ 1 à 3 %

Les panneaux solaires monocristallins peuvent produire plus d'électricité que les panneaux polycristallins car ils captent mieux la lumière du soleil, même en cas de rayonnement diffus. Ils conviennent donc aux régions où le soleil est moins intense, comme les zones tempérées.

Les panneaux solaires polycristallins sont particulièrement efficaces dans les régions très ensoleillées et chaudes.

Pic de Puissance Crête PV installé

Il s'agit de la puissance que le fabricant déclare que le système photovoltaïque peut produire dans des conditions de test standard, qui incluent un rayonnement solaire constant de 1 000 W par mètre carré dans le plan du système, à une température du système de 25 °C. La puissance de crête doit être saisie en kilowatt-crête (kWc).

Estimation des pertes du système

Les pertes estimées du système englobent toutes les pertes au sein du système, ce qui fait que l'énergie réelle fournie au réseau électrique est inférieure à l'énergie produite par les modules photovoltaïques.

Plusieurs facteurs contribuent à ces pertes, notamment les pertes de câbles, les onduleurs, la saleté (parfois la neige) sur les modules, etc.

Au fil des années, les modules ont également tendance à perdre un peu de leur puissance, de sorte que la production annuelle moyenne pendant la durée de vie du système sera inférieure de quelques points de pourcentage à la production des premières années.

Position de Montage

Pour les systèmes fixes (sans suivi), la façon dont les modules sont montés influencera la température du module, ce qui, à son tour, affecte l'efficacité. Des expériences ont montré que si le mouvement de l'air derrière les modules est limité, les modules peuvent être considérablement plus chauds (jusqu'à 15°C pour 1 000 W/m2 de soleil).

Certains types de montage se situent entre ces deux extrêmes. Par exemple, si les modules sont montés sur un toit avec des tuiles courbes, permettant à l'air de circuler derrière les modules. Dans de tels cas, les performances se situeront quelque part entre les résultats des deux calculs possibles ici. Pour être prudent dans de tels cas, l'option de construction ajoutée/intégrée au toit peut être utilisée.

Pente ou angle d'inclinaison

Il s'agit de l'angle des modules photovoltaïques par rapport au plan horizontal, pour une installation fixe (sans tracking).

Si vous avez la possibilité de choisir l'angle d'inclinaison de votre système de montage pour votre installation solaire, que ce soit sur toiture plate ou au sol (dalle béton), vous vérifierez l'optimisation de l'angle.

Azimut ou horizon

L'azimut, ou orientation, est l'angle des modules photovoltaïques par rapport à la direction :

- . SUD 0
- . NORD 180
- . EST -{(value)}
- . OUEST 90
- . SUD-OUEST 45
- . SUD-EST -45
- . NORD-OUEST 135
- . NORD-EST -135

Si vous avez la possibilité de choisir l'azimut ou l'orientation de votre système de montage pour votre installation solaire, que ce soit sur toiture plate ou au sol (dalle béton), vous vérifierez l'optimisation à la fois de l'angle et de l'azimut.