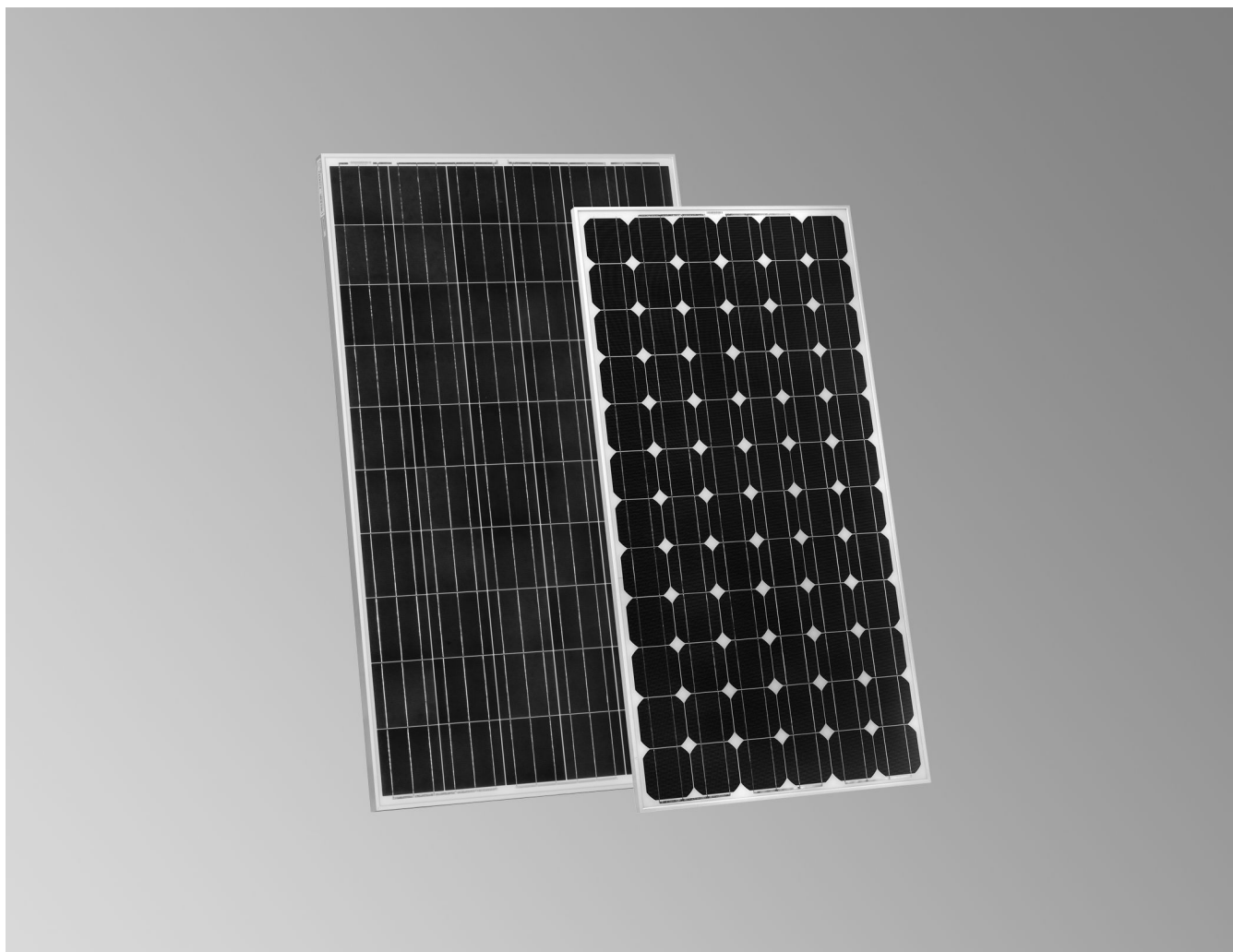


Notice pour l'étude



VITOVOLT 200

Panneaux photovoltaïques

pour la production de courant électrique à partir du soleil
Vitovolt 200 en version monovitre avec cellules en silicium
monocristallin ou polycristallin

Conçus pour un montage **à l'horizontale** et **à la verticale** sur
les toits à versants

Sommaire

Sommaire

1. Notions de base de photovoltaïque	1.1 Possibilités de financement	3
	1.2 Autorisation, assurances, maintenance et contrôle	3
	■ Autorisation de construction	3
	■ Assurances	3
	■ Entretien et contrôle	4
	1.3 Installation photovoltaïque	4
	■ Cellule solaire – Panneau solaire – Générateur solaire	4
	■ Rayonnement solaire	5
	■ Influence de l'orientation, de l'inclinaison et de l'ombrage	6
	■ Utilisation du courant produit	7
	■ Injection du courant solaire photovoltaïque produit dans le réseau public	8
	■ Protection contre la foudre	8
2. Caractéristiques techniques	2.1 Caractéristiques techniques du panneau photovoltaïque	9
	2.2 Caractéristiques techniques de l'onduleur	10
	■ Rendement	10
	■ Régulation de puissance	10
	■ Raccordement électrique	10
	■ Remarque sur la protection par fusibles	11
	■ Utilisation d'onduleurs	11
	2.3 Sélection de l'onduleur	11
3. Conseils pour l'étude	3.1 Zones de charge due à la neige et au vent	11
	3.2 Conditions de montage	11
	3.3 Emplacements possibles	12
	3.4 Détermination de la surface requise	12
	■ Montage vertical	12
	■ Montage à l'horizontale	12
	3.5 Remarques générales relatives au montage	13
4. Système de montage	4.1 Système de montage toits à versants – montage sur toiture	13
	■ Crochet de fixation	13
	■ Bornes intermédiaires	15
	■ Bornes terminales	16
	■ Autres accessoires	16
	4.2 Système de montage pour toitures-terrasses	18
	■ Poids des supports selon DIN 1055 avec un angle d'inclinaison de 35°	19
	■ Détermination de l'écart entre les panneaux photovoltaïques d'une rangée	19
5. Exemples de raccordements et accessoires	5.1 Exemples de raccordement	20
	5.2 Accessoires	21
6. Annexe	6.1 Etude et réalisation	21
	■ Etapes de mise en place d'une installation photovoltaïque	21
	■ Check list d'étude	22
	■ Exemple d'étude	22
	6.2 Glossaire	23

1.1 Possibilités de financement

L'importance de la valorisation de la production dépend de l'année de mise en service de l'installation. Cette rémunération est versée à l'exploitant par la société d'électricité, sur une durée de fonctionnement de 20 ans plus la durée de fonctionnement au cours de l'année de mise en service par l'exploitant.

Vous trouverez de plus amples informations sur

www.viessmann.de (Ein-/Zweifamilienhaus > Förderung > Fördermitteldatenbank).

Des crédits à un taux intéressant pour des mesures permettant d'utiliser les énergies renouvelables y compris les mesures prises en relation directe avec l'utilisation de l'installation sur des immeubles existants ou de nouveaux immeubles d'habitation peuvent être demandés auprès de l'institut de crédit Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) dans le cadre du programme de réduction du CO₂.

Ce programme finance les installations de cogénération (centrales thermiques), les pompes à chaleur, les installations solaires thermiques, les installations à la biomasse et au biogaz, les installations photovoltaïques, les installations géothermiques, l'installation d'échangeurs de chaleur et les installations de récupération de la chaleur.

Adresses

■ **Informations à l'adresse suivante**

Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)

iz@kfw.de

<http://www.kfw.de>

■ **Informations à l'adresse suivante**

Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)

Postfach 04 03 45

D-10062 Berlin

Téléphone : +49 30 202 64-50 50

Fax : +49 30 202 64-54 45

Toutefois, les demandes de financement ne peuvent pas être directement remises à l'institut KfW, et sont réalisées par le biais de votre banque habituelle ou d'une banque mandatée.

Viessmann propose, dans le cadre d'un contrat de coopération avec la Deutsche Umweltbank, un déroulement simple et sans encombre du financement d'une installation photovoltaïque. Des informations sont disponibles à l'adresse www.viessmann.com

Certaines communes et certaines sociétés d'électricité accordent en complément des aides à l'implantation d'installations photovoltaïques.

1

1.2 Autorisation, assurances, maintenance et contrôle

Autorisation de construction

L'autorisation d'installations photovoltaïques est axée sur les réglementations en matière de construction des différents lands allemands. Les prescriptions communales doivent également être respectées. Les installations photovoltaïques montées sur toits à versants n'ont pour la plupart pas besoin d'autorisation. Les réglementations locales, telles que les plans d'occupation des sols et les prescriptions en matière de monuments classés, peuvent toutefois l'exiger.

Pour des renseignements à ce sujet, contacter le service de la construction compétent.

Assurances

Comme une installation photovoltaïque oblige à investir des sommes assez importantes, il est recommandé de souscrire l'assurance correspondante.

Notamment pour les installations qui ne sont d'abord pas financées avec des capitaux propres, l'assurance permet de se protéger contre un préjudice financier.

Responsabilité civile

Le maître de l'ouvrage et l'exploitant sont responsables des dommages causés à des tiers par la construction et l'exploitation de l'installation. Ce risque peut être couvert par une assurance responsabilité civile.

L'avantage est l'intégration possible dans la responsabilité civile privée. Vous produisez de l'électricité officiellement en tant que commerçant et donc pas en tant que particulier. Les dommages causés par l'injection, à savoir les dommages causés au niveau du producteur d'électricité ne sont en général pas couverts. A cet effet une assurance R.C. Exploitant peut être souscrite en complément. Si l'installation doit être implantée sur le toit d'un tiers, il convient de veiller à ce que les préjudices causés sur le matériel loué et les dommages progressifs soient inclus.

Remarque

Nous vous recommandons de vous faire confirmer la couverture de l'assurance par votre assureur.

Assurance tous risques montage

Pendant la phase de construction, le matériel couvert par l'assurance est assuré contre les cas de force majeure, les erreurs de montage et le vol. Dans ce cadre, l'assurance rembourse les frais de réparation et de remplacement avec une franchise relativement élevée la plupart du temps. Cette assurance est en premier lieu destinée aux bricoleurs, car l'installateur a déjà souscrit une assurance contre la responsabilité de l'entreprise à cet effet.

Assurance contre l'interruption d'exploitation des installations et la perte de rendement

Les dommages subis par l'installation, par exemple à cause des conditions ambiantes, de vol, de vandalisme ou d'un maniement incorrect, peuvent être couverts par une assurance tous risques électroniques. Le montant de l'indemnisation dépend la plupart du temps de l'époque de l'année et est valable à l'issue d'une certaine durée de franchise pour env. 3 mois.

Notions de base de photovoltaïque (suite)

1

Si l'installation photovoltaïque est intégrée à l'assurance Incendie habitation, la couverture d'assurance peut être nettement moins chère, lorsque l'exploitant de l'installation est également le propriétaire de l'immeuble.

Dans ce cas, l'exploitant doit toujours se faire confirmer par écrit les risques assurés et l'étendue de la couverture d'assurance. De plus, les contenus des documents de l'assurance doivent être clairement définis, car à ce niveau souvent seuls les risques de sinistres causés par un incendie, un coup de foudre direct, une tempête avec vent de force 8 ou plus, la grêle et l'eau de conduite sont assurés.

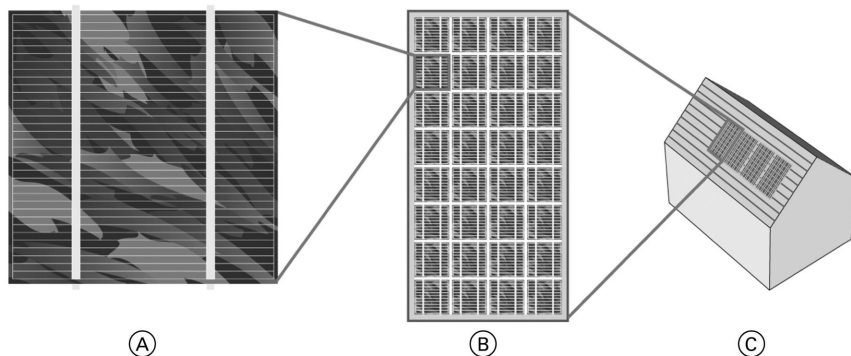
Entretien et contrôle

En raison de leur principe de fonctionnement simple et de leurs composants longue durée, les installations photovoltaïques ne nécessitent quasiment pas d'entretien.

Afin de détecter les défauts le plus tôt possible et de pouvoir en avoir un suivi, nous recommandons de surveiller le bon fonctionnement de l'installation et de noter le rendement mensuel. Des comparaisons aux années passées ou aux installations du voisinage permettent de constater le bon fonctionnement de l'installation. Les appareils disponibles en tant qu'accessoires pour la communication des données peuvent être utilisés à cet effet.

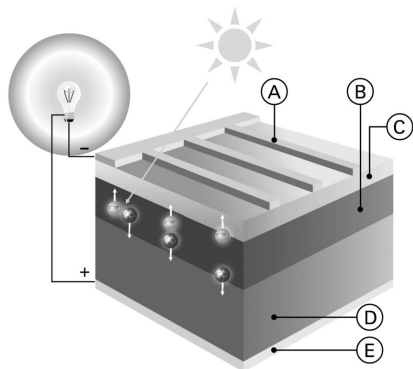
1.3 Installation photovoltaïque

Cellule solaire – Panneau solaire – Générateur solaire



- (A) Cellule solaire
- (B) Panneau solaire (panneau photovoltaïque)
- (C) Générateur solaire (générateur PV)

Cellule solaire



Coupe transversale d'une cellule solaire

- (A) Electrode négative
- (B) Jonction
- (C) Silicium dopé n
- (D) Silicium dopé p
- (E) Electrode positive

La cellule solaire est le composant le plus petit de l'installation photovoltaïque. Une multitude de cellules solaires sont raccordées en un panneau. Une installation photovoltaïque normale se compose de plusieurs panneaux solaires (panneaux photovoltaïques), à savoir le générateur solaire (générateur PV).

Le silicium de haute pureté est délibérément contaminé par du bore lors de la fabrication de la cellule solaire (doté p $\hat{=}$ manque d'électrons). Des atomes de phosphore sont introduits côté exposé au soleil (doté n $\hat{=}$ excès d'électrons). Un champ électrique dont le pôle négatif est dans la zone dopée p et le pôle positif dans la zone dopée n se forme au niveau de la jonction (transition pn). A l'issue de leur détachement des atomes de silicium, les électrons sont retirés en direction du dopage p. Le manque (trou) ainsi obtenu se déplace dans le sens opposé. La transition pn fournit ainsi une tension électrique par excès d'électrons sur le côté exposé au soleil et manque d'électrons sur la partie arrière.

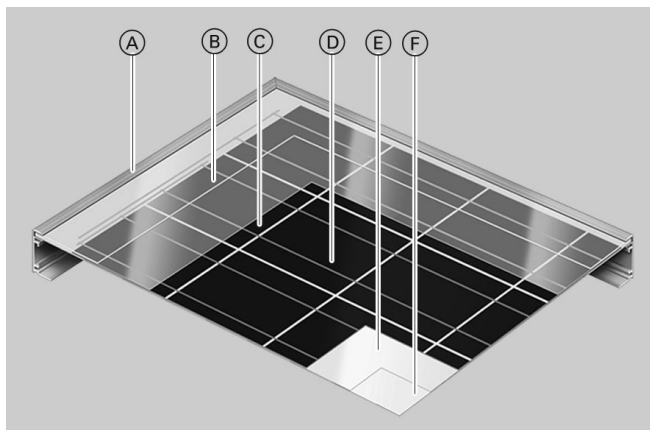
Si un consommateur est branché aux pôles, le courant passe. Les électrons libérés par les photons se déplacent du pôle négatif vers le pôle positif, on parle d'un passage de courant du pôle positif vers le pôle négatif.

A l'inverse de la production mécanique de courant, par ex. grâce à une dynamo de bicyclette, la cellule solaire n'intègre aucune pièce se déplaçant mécaniquement, ce qui fait que la durée de vie de la cellule est théoriquement illimitée.

5418 437 B/f

Notions de base de photovoltaïque (suite)

Panneau solaire



- (A) Cadre en aluminium anodisé
- (B) Verre de recouvrement à faible teneur en fer
- (C) Encapsulation dans un film en EVA
EVA : **E**thyl-**V**inyl-**A**cetat (éthylène-acétate de vinyle)
- (D) Cellule en silicium cristalline
- (E) Film inférieur en EVA
- (F) Film sur la partie arrière

Un panneau cristallin photovoltaïque standard est composé de plusieurs cellules solaires raccordées entre elles en plusieurs rangées. Lors d'un branchement en série, le contact frontal d'une cellule (pôle négatif) est soudé au contact arrière de la cellule suivante (pôle positif). Ceci fait augmenter la tension dans le panneau. Lors d'un branchement en parallèle, l'intensité du courant augmente. Plusieurs rangées sont encapsulées sous dépression dans un film en EVA avec un verre de recouvrement sur la face avant et un film Tedlar® sur la face arrière. De cette manière, le panneau est protégé contre les contraintes mécaniques pendant plus de 20 ans.

Dans le boîtier de raccordement monté à l'arrière, les connexions transversales des diverses rangées de cellules sont regroupées et raccordées aux diodes de bipasse. Chaque rangée est protégée par une diode de bipasse, afin d'éviter un endommagement par surchauffe (hot spot) de la cellule concernée en cas d'ombre. Ceci permet également de limiter le rendement inférieur du panneau concerné. Le raccordement des panneaux est réalisé par le biais de connecteurs protégés contre les contacts accidentels et contre une polarité incorrecte permettant de concevoir l'installation sûrement et aisément. Afin de faciliter l'installation et en fonction des exigences en matière de stabilité, la plupart des panneaux sont munis de cadres en aluminium, en quoi des contraintes en compression et en aspiration de 5 400 Pa maxi. sont possibles pour les panneaux. Les multiples possibilités d'introduction de la force permettent, lors du montage, une plus grande marge de manœuvre et les casses spontanées du verre sont quasiment exclues.

Dégradation

La modification des paramètres électriques liée au vieillissement d'un semi-conducteur, dans ce cadre le rendement, porte le nom de dégradation.

En photovoltaïque, la période d'observation est de 25 années au cours desquelles la perte de puissance d'un panneau photovoltaïque standard est d'environ 10 à 15 % ($\leq 0,5\%/an$).

Les effets de recombinaison liés à la photoréaction, au cours de laquelle le bore perd son trou chargé positivement et se transforme en un ion chargé négativement, sont pour l'essentiel responsables de cette diminution. De ce fait, l'oxygène est attiré et s'assemble avec le bore et le silicium.

Toutefois, la dégradation n'est pas d'une manière générale synonyme de perte de puissance. La perte de puissance a la plupart du temps des origines simples : des verres de recouvrement encrassés, des cellules ombragées par des dépôts et la formation de mousse notamment au niveau du cadre, des ombrages partiels liés aux plantations qui grandissent ou au jaunissement du matériau polymère d'encapsulation (browning).

Rayonnement solaire

Du courant à partir du soleil

Environ un tiers de l'énergie primaire utilisée sert en Allemagne à l'alimentation électrique. Les deux tiers restants sont perdus lors de la production du courant dans les plus grandes centrales et lors de la distribution du courant sur le réseau.

En général, la mise à disposition d'énergie électrique a un impact important sur l'environnement. Cela vaut donc particulièrement la peine de produire du courant par le biais d'énergies renouvelables, telles que le soleil, le vent, la force hydraulique et la biomasse et de produire l'énergie électrique à proximité des consommateurs et de manière décentralisée.

La production de courant électrique directement à partir de l'énergie solaire représente une solution élégante et fiable.

Les installations photovoltaïques produisent de l'énergie pendant la journée, et donc exactement au moment où le besoin est grand.

Pour produire à peu près une quantité de courant égale à la consommation annuelle moyenne d'un citoyen allemand, il faut environ une surface en cellules solaires de 10 m².

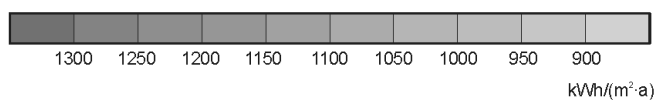
Données-cadres solaires

La superficie de la République fédérale d'Allemagne est atteinte chaque année par une quantité d'énergie environ 80 fois plus importante que la consommation d'énergie totale. Environ la moitié de cette énergie atteint le sol sous forme de rayonnement solaire, l'autre moitié sous forme de lumière diffuse.

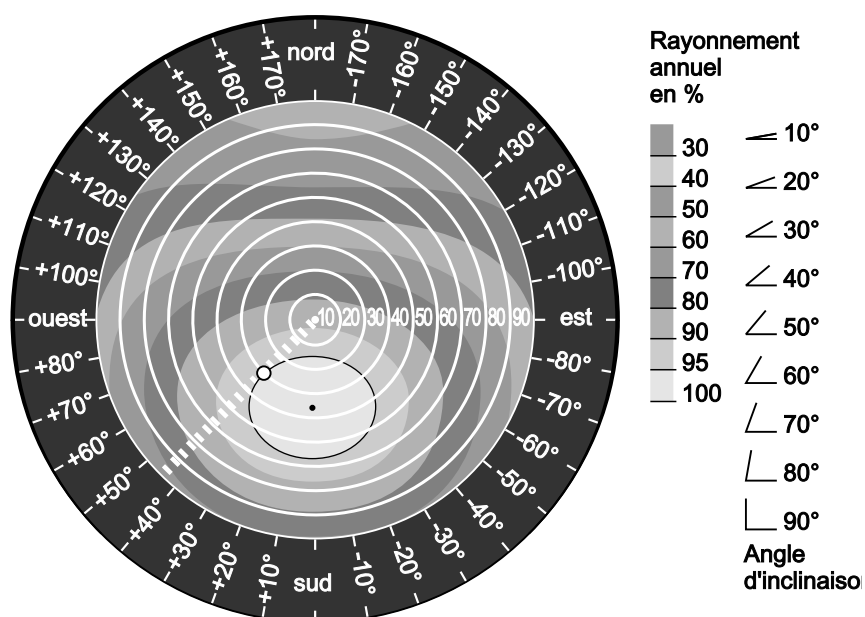
De cette manière, environ 950 à 1 200 kWh/m² au total atteignent par an une surface horizontale. Les installations photovoltaïques en transforment plus de 10 % en énergie électrique, en quoi environ deux tiers de l'énergie est "recueillie" en été et un tiers en hiver. Notre soleil est donc toute l'année non seulement une source d'énergie inépuisable, mais en complément aussi une source d'énergie écologique.

Notions de base de photovoltaïque (suite)

1



Influence de l'orientation, de l'inclinaison et de l'ombrage



O : Exemple : 30°; 45° sud-ouest ; ≈ 95%

5418 437 B/f

Notions de base de photovoltaïque (suite)

Orientation et inclinaison optimales

Orienté Sud et avec une inclinaison d'environ 30 à 35° par rapport à l'horizontale, le rendement annuel moyen en courant du générateur PV est le meilleur en Allemagne. Mais même avec de nets écarts (orientation Sud-Ouest à Sud-Est, une inclinaison de 25 à 55°), une installation photovoltaïque vaut la peine.

Le graphique illustre les pertes de rendement lorsque le générateur PV ne peut pas être monté de manière optimale. Une inclinaison plus faible est plus favorable lorsque le générateur PV ne peut pas être orienté vers le Sud. Ainsi, une installation photovoltaïque inclinée à 30° permet encore d'obtenir 95 % du rendement optimal avec une orientation de 45° Sud-Ouest. Et même lors d'une orientation Est ou Ouest, on peut encore s'attendre à 80 %, lorsque l'inclinaison du toit est de 25 à 40°.

En hiver, un angle plus important serait plus favorable, mais l'installation produit deux tiers de son rendement pendant le semestre d'été. Avec des toits inclinés d'entre 25 à 40° et des écarts allant jusqu'à 45° de l'orientation Sud, la perte de rendement est négligeable. En revanche, un angle d'incidence inférieur à 20° devrait être évité en raison de l'encrassement accru du générateur PV.

Comme les installations photovoltaïques nécessitent des surfaces de toit relativement importantes, la surface du générateur peut être répartie sur plusieurs surfaces de toit. Lorsque l'orientation et l'inclinaison de ces surfaces sont différentes, chaque générateur PV doit être utilisé avec un onduleur séparé ou un "multistring", afin d'obtenir une adaptation optimale et donc un rendement optimal.

L'ombre réduit le rendement énergétique

Placer et dimensionner le générateur PV de sorte que l'influence des bâtiments, arbres et câbles électriques avoisinants et faisant de l'ombre reste faible. Dans ce cadre, tenir compte du fait que les terrains voisins peuvent être bâtis ou comporter des plantations à l'avenir. Des écarts suffisamment importants doivent être respectés entre la surface du générateur et les cheminées ou autres éléments faisant de l'ombre sur le toit pour éviter toute projection d'ombre sur les panneaux photovoltaïques. Les antennes et autres obstacles amovibles doivent autant que possible être montés sur l'autre moitié du toit.

Effets hot spot

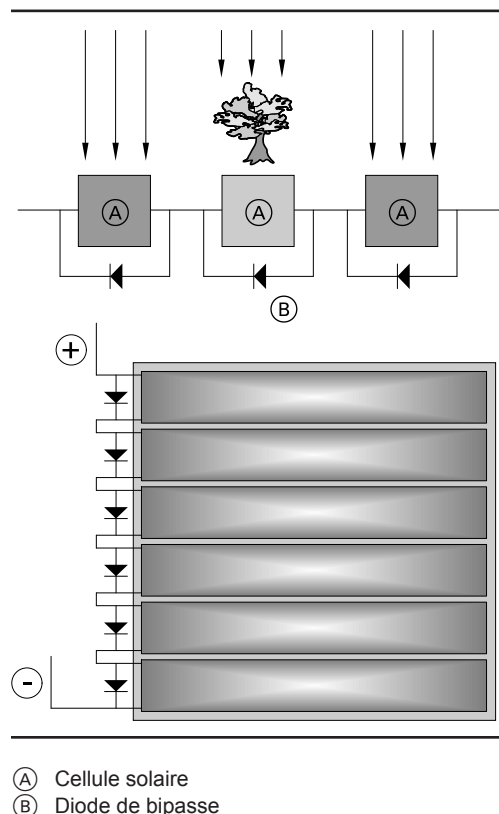
Lorsque toutes les cellules du panneau photovoltaïque sont branchées en série et qu'un ombrage de l'une des cellules se produit, la cellule concernée se comporte comme une résistance idéale, c'est-à-dire comme un consommateur. Un "effet hot spot" se produit. La cellule peut s'échauffer au point d'endommager non seulement le matériau d'encapsulation (EVA) mais aussi le film sur la partie arrière (TPT). La batterie dans son ensemble ne peut pas fournir plus que le courant traversant la cellule ombragée.

Chaque panneau solaire est équipé de diodes de bipasse pour le protéger de l'"effet hot spot".

Les "effets hot spot" doivent être à tout prix évités.

- Ils réduisent la puissance de l'installation photovoltaïque.
- Ils endommagent les cellules ombragées par surchauffe.

Les panneaux photovoltaïques Viessmann sont équipés de diodes de bipasse. Si une rangée de cellules est ombragée, la diode de bipasse devient conductrice et le courant contourne la rangée de cellules.



Utilisation du courant produit

Fonction de l'onduleur

Les panneaux photovoltaïques fournissent du courant continu. Toutefois, une alimentation réseau nécessite du courant alternatif. L'une des principales fonctions de l'onduleur est la transformation du courant continu en courant alternatif compatible avec le réseau, et cela avec un rendement le plus élevé possible.

En règle générale, l'onduleur est équipé d'un suiveur MPP. La puissance d'une installation photovoltaïque varie au cours de la journée en fonction du rayonnement solaire, de la température et de l'ombrage du panneau photovoltaïque. Le suiveur MPP permet d'adapter automatiquement la tension pour garantir un rendement en courant maximal.

Une autre fonction de l'onduleur est la fonction ENS.

L'ENS est un circuit débranchant l'installation photovoltaïque du réseau électrique en cas de panne secteur ou de travaux sur le réseau électrique (ENS = *Einrichtung zur Netzüberwachung mit jeweils zugeordnetem Schaltorgan in Reihe* ou dispositif de contrôle secteur avec organe de couplage affecté correspondant en série).

En cas de coupure du réseau électrique public, par exemple pour des travaux de maintenance, l'onduleur de l'installation photovoltaïque doit débrancher l'installation du réseau. Sinon, l'installation photovoltaïque injecte du courant dans le réseau, risquant donc éventuellement de mettre le personnel de maintenance en danger. Le respect des critères d'arrêt de l'onduleur est contrôlé par les directives VDEW et la réglementation ENS.

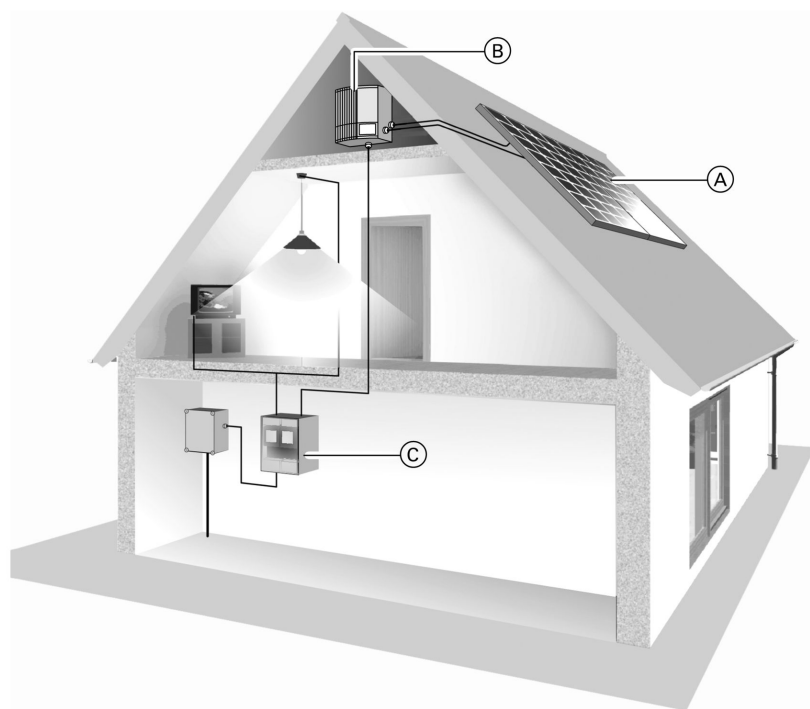
De plus, le courant injecté par l'onduleur ne doit pas dépasser les taux d'harmoniques définis dans la norme EN-60555.

Un ENS monophasé est autorisé jusqu'à une puissance de 4,6 kVA (déséquilibre de phase maxi.). Pour les installations photovoltaïques plus importantes, la puissance du générateur doit être répartie sur les phases avec un ENS triphasé.

L'onduleur doit être conforme à la loi en matière de CEM d'appareils.

Injection du courant solaire photovoltaïque produit dans le réseau public

1



- (A) Panneaux photovoltaïques
- (B) Onduleur
- (C) Compteur d'injection

De nos jours, pratiquement toutes les installations photovoltaïques installées en Allemagne sont couplées au réseau pour satisfaire aux exigences de valorisation de la production de courant photovoltaïque prescrites par la nouvelle loi sur les énergies renouvelables en Allemagne (EEG), voir page 3. Le courant photovoltaïque produit peut être utilisé pour couvrir les besoins personnels ou injecté dans le réseau électrique public. Outre les besoins personnels, le courant nécessaire à l'alimentation électrique domestique est fourni entièrement par le réseau public par le biais d'un boîtier de raccordement scellé doté de fusibles généraux.

L'armoire à compteurs se trouve en aval du boîtier de raccordement. Elle héberge le compteur de consommation. L'injection du courant photovoltaïque a lieu directement avant le compteur de consommation. Le décompte du courant injecté nécessite un compteur d'injection pour lequel un emplacement de compteur libre doit être disponible. Si le courant photovoltaïque produit doit être utilisé pour couvrir les besoins personnels, un compteur de rendement solaire est également requis.

Les compteurs sont, en général, propriété de la société de distribution d'électricité qui facture normalement un loyer pour ce compteur.

Le raccordement de l'installation photovoltaïque au réseau électrique est réservé à un électricien **concessionnaire** qualifié. En général, celui-ci clarifie également les conditions de raccordement avec la société d'électricité locale.

Au lieu de l'indemnisation en cas d'injection du courant photovoltaïque dans le réseau de distribution, en vertu du § 33, alinéa 2 de la loi sur les énergies renouvelables ratifiée en 2012, le courant provenant d'installations photovoltaïques peut également être valorisé lorsque l'exploitant ou un tiers à proximité de l'installation le consomme lui-même et le prouve. Cette disposition légale permet à la consommation par l'exploitant ou par un tiers à proximité de l'installation d'être nettement plus séduisante. Le courant consommé par l'exploitant qui le produit lui-même sur son propre toit remplace la consommation de courant provenant de la société de distribution d'électricité.

Le propriétaire de l'installation demeure également, d'après la toute dernière décision du ministère fédéral des finances, entrepreneur au sens de la loi relative à l'impôt sur le chiffre d'affaires. Les modalités de facturation diffèrent toutefois nettement d'une société de distribution d'électricité à l'autre.

Protection contre la foudre

Au niveau des parafoudres, il faut faire la différence entre la protection contre les coups de foudre directs et les coups indirects.

Parafoudre extérieur pour les coups de foudre directs

Un parafoudre ne doit être monté que dans très peu de cas, à l'issue de la construction de l'installation photovoltaïque, par exemple aux endroits particulièrement exposés.

Si un parafoudre est disponible pour le bâtiment, les écarts de séparation requis du paratonnerre selon la norme DIN EN 62305-3 doivent être respectés. Dans le cas contraire, la construction de fixation doit être raccordée par des câbles de mise à la terre courts à des pièces conductrices appropriées qui doivent à leur tour être raccordées à la terre par un câble.

Dans le cadre de constructions de fixation séparées, la liaison équipotentielle doit être assurée et il faut veiller à ce que la distance par rapport aux montants de toit destinés à la production d'électricité soit suffisante. Comme il ne faut pas que les montants de toit soient intégrés à la mise à la terre, un contact des deux pièces doit être empêché.

Notions de base de photovoltaïque (suite)

Pour les bâtiments sans protection contre la foudre, nous recommandons également pour l'installation photovoltaïque de ne pas construire d'installation de protection contre la foudre, car des installations photovoltaïques protégées contre la foudre et mises à la terre risquent d'induire des surtensions risquant d'entraîner des endommagements. Si l'installation photovoltaïque dépasse nettement de la surface du toit vers le haut, par exemple avec des toitures-terrasses, la construction de parafoudre doit être vérifiée par un spécialiste.

Protection contre la foudre interne contre les surtensions

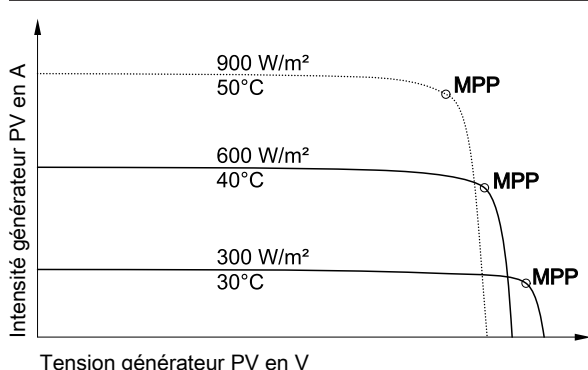
Les parafoudres dans l'onduleur protègent les panneaux photovoltaïques et l'électronique contre les surtensions risquant d'entraîner des dommages. L'efficacité des parafoudres augmente lorsque l'onduleur est installé très près de l'installation photovoltaïque, entre autres au détriment de l'accessibilité.

Lors du montage, les ouvertures d'aspiration et de rejet d'air doivent être disposées de sorte qu'elles n'altèrent pas le refroidissement des panneaux photovoltaïques.

Caractéristiques techniques

2

2.1 Caractéristiques techniques du panneau photovoltaïque



- (C) Puissance
- (D) MPP
- (E) Tension de marche à vide (U_{OC})

Aux deux points de fonctionnement "Tension de marche à vide" et "Intensité de court-circuit", aucune puissance n'est disponible. Comme la puissance électrique dépend directement de l'intensité du rayonnement, tel que cela a été décrit auparavant, la puissance crête en kW_p (kilowatt peak) est déterminée en laboratoire pour chaque panneau dans des conditions d'essai normalisées (STC = Standard Test Conditions), sous un "flasher".

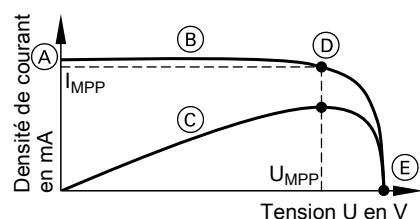
Conditions d'essai normalisées (STC) :

Rayonnement	= 1 000 Wh/m^2
Température de cellule	= 25 °C
Nombre de masse atmosphérique AM	= 1,5
	Masse d'air qui décrit l'angle d'incidence et la trajectoire du rayonnement solaire

L'illustration présente à titre d'exemple trois courbes d'un panneau photovoltaïque dans des conditions de fonctionnement différentes. A l'endroit où les courbes traversent l'axe y (intensité du générateur PV), l'intensité est la plus élevée et la tension est nulle. Cette intensité maxi. du courant porte le nom d'**intensité de court-circuit**. Elle dépend fortement du rayonnement.

A l'endroit où la courbe traverse l'axe x (tension du générateur PV), la tension est la plus élevée et l'intensité est nulle. Ce point porte le nom de **tension de marche à vide**.

La puissance de sortie du panneau photovoltaïque est le produit arithmétique du courant et de la tension momentanés. Ces paramètres électriques ne sont pas fixes pendant le fonctionnement, mais changent suivant l'intensité de rayonnement et la température de la cellule solaire, comme l'indique la courbe changeante. La commande du MPP dans l'onduleur recherche en continu le point de travail sur la courbe, auquel la tension et l'intensité atteignent leur valeur optimale, valeur à laquelle la puissance est donc la plus élevée (MPP = Maximum Power Point).



- (A) Intensité de court-circuit (I_{sc})
- (B) Courbe I-U

Afin d'obtenir un courant plus élevé d'un générateur PV, les panneaux/rangées PV sont souvent raccordés en parallèle. Lors d'un rayonnement identique sur les deux rangées, les courants s'additionnent. Si une rangée est ombragée, les tensions produites sur les deux rangées sont différentes et entraînent un reflux dans la rangée ombragée. La charge de reflux maxi. d'un panneau photovoltaïque indique la quantité de courant pouvant passer dans le panneau photovoltaïque de cette manière sans l'endommager. De nombreux onduleurs prévoient la possibilité de montage de fusibles, afin d'éviter un endommagement lié à des reflux.

La montée en température d'une cellule solaire ou d'un panneau photovoltaïque entraîne une variation directe des caractéristiques électriques et la puissance diminue. Dans le cadre de panneaux photovoltaïques cristallins, la puissance diminue d'environ 0,5 % par Kelvin de montée en température (pour les panneaux à couche fine d'env. 0,2 %). Cela signifie que le panneau photovoltaïque, à une température de cellule de 45 °C, a une puissance nominale de 10 % inférieure à celle observée dans les conditions d'essai normalisées (STC). Ces températures sont atteintes régulièrement en été et peuvent, même en partie aller jusqu'à 70 °C. Dans le cadre de panneaux photovoltaïques à ventilation arrière insuffisante, les pertes de rendement sont même supérieures d'env. 5 %.

Pour des caractéristiques techniques supplémentaires des panneaux photovoltaïques, voir la feuille technique concernée.

2.2 Caractéristiques techniques de l'onduleur

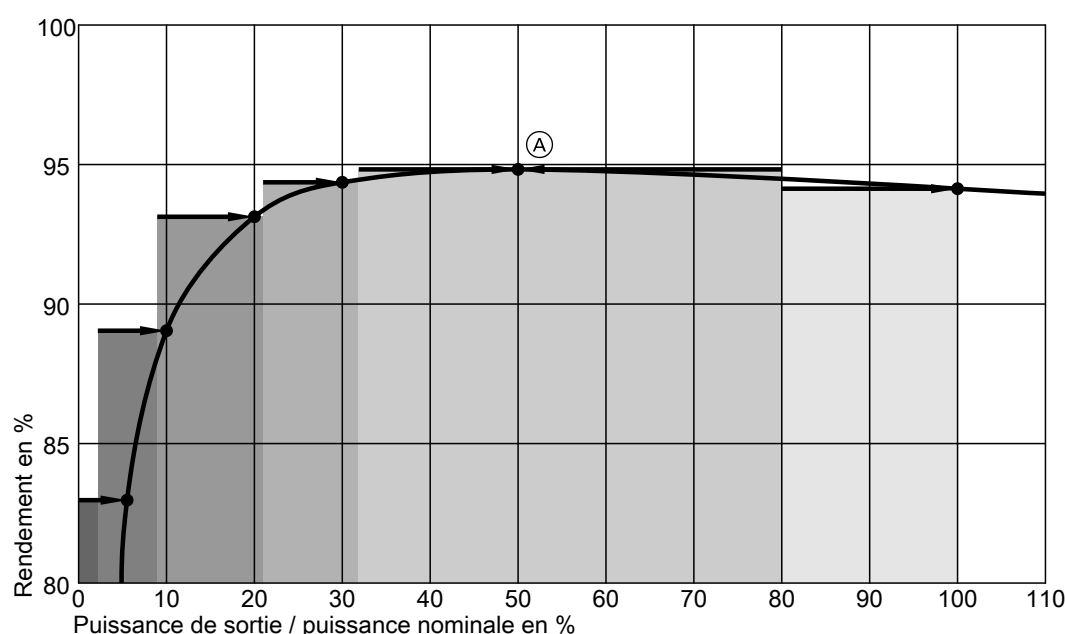
Rendement

Les onduleurs fonctionnent sur des plages de puissance différentes suivant l'intensité du rayonnement solaire. C'est la raison pour laquelle le rendement maxi. indiqué ne suffit pas à apprécier la puissance. Le "rendement européen" a donc été défini. Il est axé sur la répartition pondérée du rayonnement solaire en Europe et constitue ainsi la base de comparaison de divers onduleurs.

Les plages de fonctionnement normales se situent entre -20 et $+80$ °C. En règle générale, l'onduleur devrait être monté de manière à être protégé contre un réchauffement trop important. Les appareils à refroidissement par convection montent plus rapidement en température que les appareils refroidis par ventilation (souvent déjà commandés par la température).

Lors du montage, les ouvertures d'aspiration et de rejet d'air doivent être disposées de sorte qu'elles n'altèrent pas le refroidissement. Les onduleurs sans transformateur sont nettement plus légers et aussi moins chers que les onduleurs à transformateur. En raison de l'absence d'une séparation galvanique du côté courant alternatif, un "disjoncteur différentiel tous-courants" doit toutefois être monté pour la protection personnelle (DIN VDE 0126). L'utilisation de panneaux à couche fine est limitée, la plupart du temps, aux appareils à transformateur par le fabricant.

Rendement en tant que fonction de la puissance de sortie



(A) Rendement maxi. (env. 95 %) à 50 % de la puissance nominale

Le rendement pondéré européen est de 93,6 %.

Régulation de puissance

Le point de fonctionnement de la puissance maxi. MPP diffère en fonction des conditions météorologiques.

Par un ajustage continu, l'onduleur recherche sans cesse le MPP, afin d'obtenir un rendement le plus élevé possible.

Raccordement électrique

Jusqu'à une puissance de générateur PV de 4,6 kVA, le raccordement de l'onduleur peut être monophasé. À partir de 4,6 kVA, le raccordement doit être réparti sur plusieurs phases, afin d'éviter un déséquilibre des phases.

Afin de respecter les conditions de raccordement requises pour la fonction ENS, nous recommandons une valeur d'impédance inférieure à 1Ω au niveau de l'onduleur.

La valeur de l'impédance est la somme de l'impédance du réseau électrique au niveau du branchement de la maison et de toutes les valeurs de résistance des autres câbles et connecteurs jusqu'à l'onduleur.

Caractéristiques techniques (suite)

Remarque sur la protection par fusibles

En tant que protection de circuit électrique (élément de protection des câbles), nous recommandons un coupe-circuit à fusible de 16 A NEO-KIT de la société Lindner ou un coupe-circuit automatique à caractéristique D ou K. Le raccordement de consommateurs à ce circuit électrique n'est pas autorisé.

La réglementation correspondante, entre autres en matière de sélectivité, doit être respectée en fonction des conditions locales. Un disjoncteur différentiel supplémentaire peut être monté sur le câble d'alimentation électrique.

Utilisation d'onduleurs

Les diverses classes de protection des onduleurs sont axées sur le site d'installation.

L'indication de l'indice de protection IP permet de trouver l'onduleur qui convient à chaque site d'implantation. Le premier chiffre indique la protection contre les contacts et les corps étrangers (de 0 = "aucune protection" à 6 = "étanche à la poussière") et le second chiffre la protection contre l'eau (de 0 = "aucune protection" à 8 = "protection en cas d'immersion permanente").

- Dans les bâtiments qui, conformément à la définition, ne font pas partie des locaux à risques d'incendie ou des locaux humides, les onduleurs ayant un indice de protection **IP 21** sont suffisants.
- Pour les bâtiments tels que les appartements ou les pièces annexes, un onduleur ayant un indice de protection moins élevé, tel qu'**IP 44**, peut être prévu.
- Le matériel électrique servant dans le cadre d'une utilisation normale (par ex. montage dans des exploitations agricoles) doit au moins avoir un indice de protection **IP 44**.

L'utilisation d'onduleurs n'est **pas** autorisée aux endroits suivants :

- les zones à forte émission de poussières, telles que les granges à foin
- les zones où se trouvent des matières facilement inflammables
- les zones dans lesquelles de l'ammoniac est dans l'air ambiant, telles que les étables

2.3 Sélection de l'onduleur

Les onduleurs requis et le nombre de sectionneurs de courant continu (s'ils ne sont pas intégrés) peuvent être sélectionnés en fonction du nombre de panneaux photovoltaïques sélectionnés.

Lors du dimensionnement des onduleurs, tenir compte également de la tension système maxi. autorisée des panneaux photovoltaïques. Celle-ci indique le nombre de panneaux photovoltaïques pouvant être branchés en série sans entraîner un endommagement du système. Dans le cadre d'installations à plusieurs rangées, veiller à ce que celles-ci comportent toujours le même nombre de panneaux photovoltaïques. Les onduleurs "multistring" font exception à cette règle.

Remarque

Une importante mesure de protection contre les surtensions induites consiste en la pose correcte des câbles. Les câbles positifs et négatifs doivent être tirés le plus près possible les uns des autres pour que la surface que constitue ce circuit électrique et la surtension qui en résulte demeurent faibles.

Cet aspect est souvent oublié ou négligé lors de la pose des câbles, car une telle pose entraîne la plupart du temps des câbles plus longs et un montage plus complexe. Ceci doit toutefois être réalisé en faveur d'une protection efficace contre les surtensions.

Conseils pour l'étude

3.1 Zones de charge due à la neige et au vent

Les panneaux photovoltaïques et le système de montage doivent être conçus de sorte qu'ils puissent résister à d'éventuelles charges dues à la neige et au vent. La norme EN 1991, 3/2003 et 4/2005 distingue, pour chaque pays dans toute l'Europe, différentes zones de charge due à la neige et au vent.

3.2 Conditions de montage

Lors du montage des panneaux photovoltaïques sur des toits à versants, la liaison avec le chevron ou la panne est réalisée avec des crochets de fixation. La plaque de montage des crochets est fixée avec au moins deux vis à bois (d'un diamètre d'au moins 8 mm) (la profondeur de pénétration dans le bois recommandée est de 70 mm). L'étrier des crochets transmet la force de maintien vers l'extérieur. Les profilés support sont fixés sur les crochets de fixation. Les panneaux photovoltaïques sont ensuite bloqués sur les profilés par des bornes. Selon la couverture du toit, il peut être nécessaire de modifier les tuiles. Il faut veiller à ne pas affaiblir la couverture au-delà des limites autorisées.

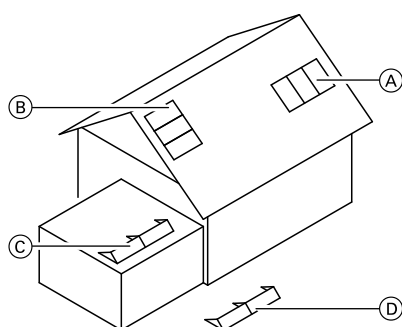
Un montage incorrect peut entraîner des bris de tuiles, des défauts d'étanchéité au niveau du toit ou d'autres dommages matériels.

L'étude et le dimensionnement de l'installation photovoltaïque doivent tenir compte des conditions locales.

Les incidences sur le système de montage doivent être déterminées en tenant compte des réglementations techniques en vigueur. Il est impératif de planifier les charges selon DIN 1055 1-5 en association avec le concept de sécurité selon DIN 1055-100.

Lors de l'implantation d'une installation photovoltaïque, les lois et décrets en vigueur dans le pays concerné doivent être respectés.

3.3 Emplacements possibles



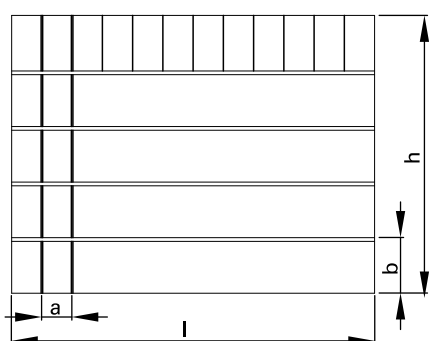
- (C) Toiture-terrasse, sur montants, installation horizontale
- (D) Montage sur support indépendant, sur montants, installation horizontale

- (A) Toit à versants, installation verticale
- (B) Toit à versants, installation horizontale

3

3.4 Détermination de la surface requise

Montage vertical



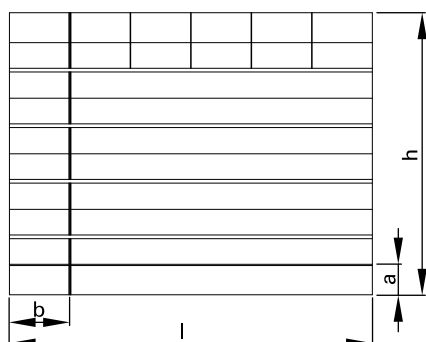
$$l = n \cdot a + (n - 1) \cdot 25 \text{ mm}^{*1}$$

$$h = n \cdot b + (n - 1) \cdot 25 \text{ mm}^{*2}$$

n = nombre de panneaux photovoltaïques

- a Largeur
- b Longueur

Montage à l'horizontale



$$l = n \cdot b + (n - 1) \cdot 25 \text{ mm}^{*2}$$

$$h = n \cdot a + (n - 1) \cdot 25 \text{ mm}^{*1}$$

n = nombre de panneaux photovoltaïques

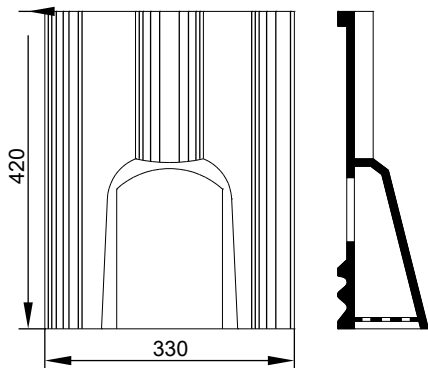
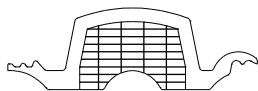
- a Largeur
- b Longueur

*1 Ecartement entre les panneaux photovoltaïques.

*2 Ecartement mini. entre des panneaux photovoltaïques montés l'un à côté de l'autre ou l'un en dessous de l'autre (en fonction de la tuile mécanique).

3.5 Remarques générales relatives au montage

- Observer la charge occurrente maxi. et la distance à prévoir par rapport au bord de la toiture pour la structure porteuse à fournir par l'installateur selon DIN 1055.
- Respecter les exigences relatives à la protection contre les incendies sur les installations photovoltaïques.
- Dans le cadre de toitures-terrasses à glissières de toit en matériau synthétique, ne mettre les supports en place qu'avec une couche intermédiaire (matelas de protection pour bâtiments).
- Protéger les câbles de raccordement contre l'attaque des becs d'oiseaux et les petits rongeurs.
- Prévoir une lucarne à proximité des panneaux photovoltaïques pour les travaux d'entretien et de contrôle.
- Les câbles de raccordement doivent être amenés à travers une traversée de toit adaptée (tuile de ventilation).



Type de tuile	Section de ventilation	cm ²
Tuile gothique		32
Double S		30
Tuile Taunus		27
Tuile en béton		27

Pour la fixation, Viessmann propose des systèmes universels, dimensionnés pour une composition individuelle en fonction de la puissance d'installation souhaitée.
Les systèmes de montage conviennent à quasiment tous les types de toits et de toitures.

Des ensembles de montage sont également proposés pour le montage sur les toitures-terrasses.

Système de montage

4.1 Système de montage toits à versants – montage sur toiture

Crochet de fixation

Crochet de fixation Rapid2 +45
Réf. 7457 972
Prémonté avec pièce KlickTop



Système de montage (suite)

Crochet de fixation Rapid2 +Max

Réf. 7457 973

Prémonté avec pièce KlickTop, pour charges importantes dues à la neige



Crochet de fixation Rapid2 +45V

Réf. 7497 889

Prémonté avec pièce KlickTop, pour montage sur rails à la verticale



Crochet de fixation Rapid2 +55

Réf. 7146 390

Prémonté avec pièce KlickTop



4

Crochet de fixation tuiles en ardoise Prefa (sans plaque)

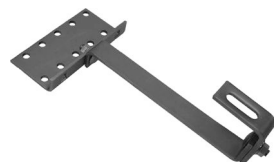
Réf. 7457 974



Crochet de fixation tuiles écaille, universel

Réf. 7457 975

Réglable



Ensemble de fixation tuiles en écaille, universel

Réf. 7497 890

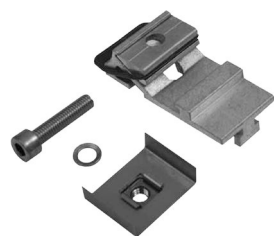
Ensemble comprenant crochets de toit et plaque de remplacement galvanisée en écaille



Pièce KlickTop

Réf. 7164 821

Pour crochets de toit tuiles en ardoise et en écaille



Ensemble de fixation toit ondulé 10 x 200

Réf. 7457 976

Vis d'ancrage avec joint EPDM

Ecrous à bride et pièce KlickTop



5418 437 B/f



Système de montage (suite)

Ensemble de fixation toit ondulé 10 x 300

Réf. 7457 977

Vis d'ancrage avec joint EPDM
Ecrous à bride et pièce KlickTop



Vis à bois 87° (50 unités)

Réf. 7457 992

A tête plate large
VA8 x 120 mm



Paire de fixation unique Single Fix-V Solo

Réf. 7457 980

Acier 0,5 mm mini.
Aluminium 0,8 mm mini.



Plan fixe

Réf. 7146 388

Modèle KlickTop
Système de fixation pour toitures en tôle avec joints

Composants :

- Vis d'ancrage 12 x 200 mm
- Joint d'étanchéité EPDM



Plan Bitu

Réf. 7146 389

Joint supplémentaire pour plan Fixe pour toitures en bitume

Bornes intermédiaires

Borne intermédiaire Rapid2 +30-39 mm

Prémonté avec vis Torx M8

Réf. 7510 841

Argent

Réf. 7202 420

Noir anodisé



Borne intermédiaire Rapid2 +40-50 mm

Prémonté avec vis Torx M8

Réf. 7510 842

Argent

Réf. 7512 783

Noir anodisé



Borne intermédiaire de mise à la terre Rapid2 +30-39 mm

Réf. 7510 845

Prémonté avec vis Torx M8



Système de montage (suite)

Borne intermédiaire de mise à la terre Rapid2 +40-50 mm

Prémonté avec vis Torx M8

Réf. 7510 846

Argent

Réf. 7512 784

Noir anodisé



Bornes terminales

Borne terminale Rapid2 +35 mm

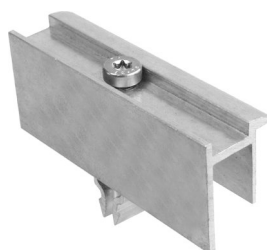
Prémonté avec vis Torx M8

Réf. 7510 843

Argent

Réf. 7202 422

Noir anodisé



Borne terminale Rapid2 +40 mm

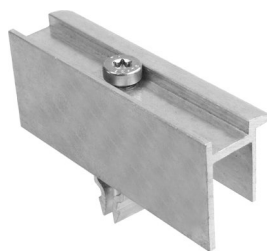
Prémonté avec vis Torx M8

Réf. 7510 839

Argent

Réf. 7512 785

Noir anodisé

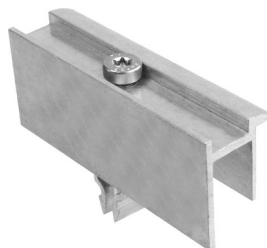


Borne terminale Rapid2 +45 mm

Prémonté avec vis Torx M8.

Réf. 7538 368

Argent



Borne terminale Rapid2 +50 mm

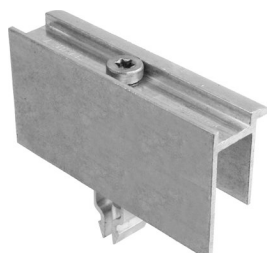
Prémonté avec vis Torx M8

Réf. 7510 844

Argent

Réf. 7512 786

Noir anodisé



Autres accessoires

Profilé support de panneau

40 x 40 x 4000 mm

Réf. Z011 245

Argent

Réf. Z011 844

Noir anodisé

Profilé support de panneau

40 x 40 x 6 000 mm

Réf. Z012 130

Argent.



Système de montage (suite)

Raccord Solo05

Prémonté pour profilé support de panneau Solo05

Réf. 7457 986

Argent

Réf. 7512 788

Noir anodisé



Capuchons en matériaux synthétiques

Pour profilé support de panneau Solo05

Réf. 7497 891

Gris (20 unités)

Réf. 7537 373

Noir (10 unités)



Borne de protection contre la foudre (20 unités)

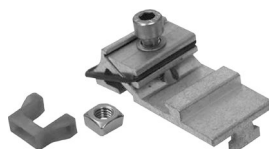
Réf. 7457 988

Prémonté, pour diamètre 8 et 10 mm



Ensemble d'entretoises en croix KlickTop M8

Réf. 7457 987



Attache-câbles Proclip-C (25 unités)

Réf. 7457 989

Pour profilé support de panneau Solo05

Cale de borne intermédiaire pour Rapid (Eco Quad)

Réf. 7410 840

Pour rehausser la surface d'appui

Insert caoutchouc EPDM 3 mm

Réf. 7410 838

Auto-adhésif

Rouleau de 10 m, 48 mm de large, par ex. pour colliers de serrage trapézoïdaux



Cale d'épaisseur 2 mm EcoS Rapid standard (25 unités)

Réf. 7457 990



Cale d'épaisseur 2 mm VAMax Rapid Max (25 unités)

Réf. 7457 991



Boulon à tête carrée (100 unités)

Réf. 7457 993



Système de montage (suite)

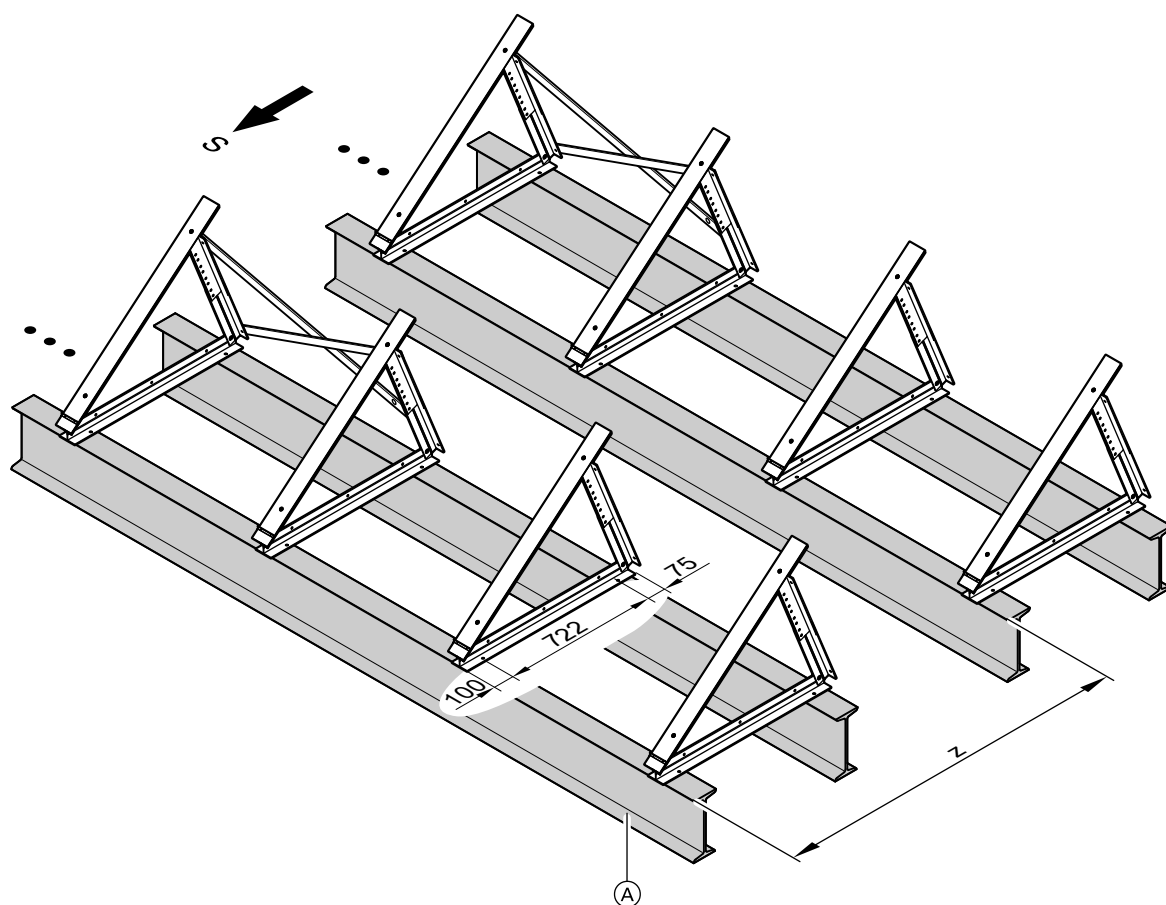
Ecrous à bride avec engrenage de verrouillage (100 unités)
Réf. 7457 994



4.2 Système de montage pour toitures-terrasses

Lors d'un montage sur des toitures-terrasses, les panneaux photovoltaïques sont montés **à l'horizontale**. Des entretoises de liaison sont nécessaires pour toute rangée de 1 à 6 panneaux photovoltaïques.

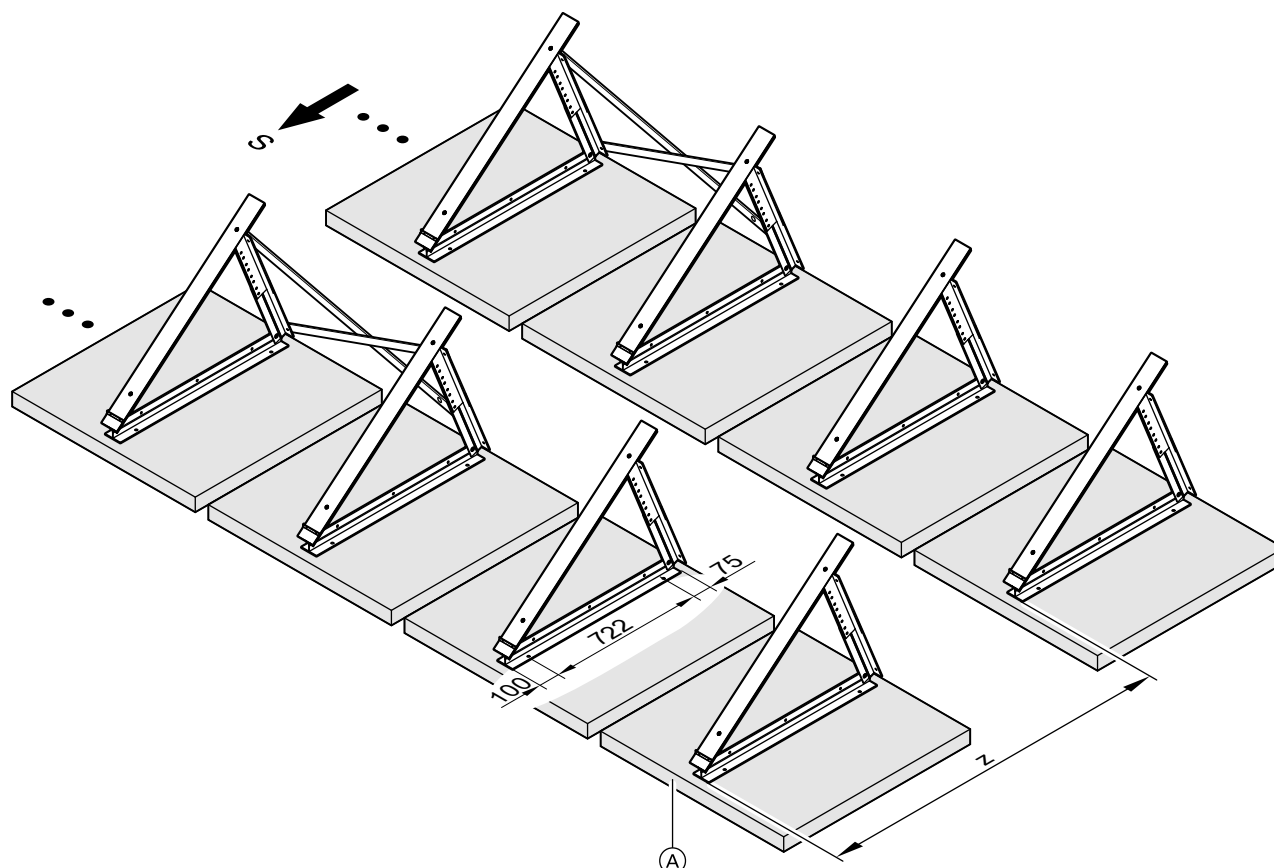
En complément des angles d'installation fixes, on distingue également des angles réglables d'une inclinaison allant de 20 à 40°.



Montage sur structure porteuse

Ⓐ Structure porteuse
z: calcul voir page 19

5418 437 B/f



Montage avec supports

(A) Supports
z: calcul voir page 19

Poids des supports selon DIN 1055 avec un angle d'inclinaison de 35°

Si les panneaux photovoltaïques sont protégés contre le glissement, ne tenir compte que des poids des supports statiques contre le soulèvement.

Remarque

Les calculs statiques, par ex. pour les structures porteuses à fournir par l'installateur, sont réalisés sur demande par :
Ingenieurbüro für Baustatik
Dipl.-Ing. Gerhard Nolte
Auf der Heide 1
35066 Frankenberg

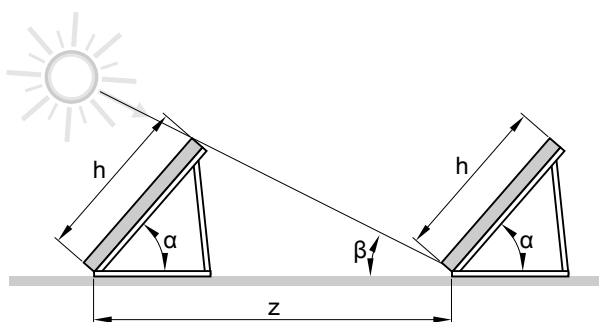
Hauteur de montage par rapport au sol	m	Protection contre le glissement			Protection contre le soulèvement		
		jusqu'à 8	8 à 20	20 à 100	jusqu'à 8	8 à 20	20 à 100
Poids des supports par support	kg	267	439	613	108	183	261

Détermination de l'écart entre les panneaux photovoltaïques d'une rangée

Au lever et au coucher du soleil (soleil très bas), une projection d'ombre sur les panneaux photovoltaïques installés les uns derrière les autres est inévitable. Afin de maintenir la baisse du rendement à un niveau acceptable, il faut respecter certaines distances entre les rangées (dimension z) conformément à la Directive VDI 6002-1. Au moment où le soleil est à son zénith, le jour le plus court de l'année (le 21 décembre), les rangées arrière ne doivent pas être ombragées.

Pour calculer la distance entre les rangées, il faut prendre en considération la hauteur du soleil sur l'horizon β (à midi) le 21 décembre. En Allemagne, selon la latitude, cet angle se situe entre 11,5° (Flensburg) et 19,5° (Constance).

Système de montage (suite)



$$\frac{z}{h} = \frac{\sin(180^\circ - (\alpha + \beta))}{\sin \beta}$$

Exemple :

Würzburg se situe à une latitude Nord d'environ 50°. Il faut déduire de cette valeur un angle fixe de 66,5° dans l'hémisphère nord :

$$\beta = 66,5^\circ - 50^\circ = 16,5^\circ$$

h = 992 mm (selon le type)

$$\alpha = 35^\circ$$

$$\beta = 16,5^\circ$$

$$z = \frac{h \cdot \sin(180^\circ - (\alpha + \beta))}{\sin \beta}$$

$$z = \frac{992 \text{ mm} \cdot \sin(180^\circ - 51,5^\circ)}{\sin 16,5^\circ}$$

$$z = 2733 \text{ mm}$$

z Distance entre les rangées

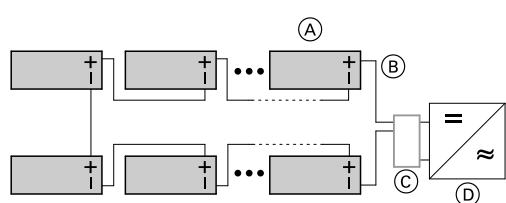
h Hauteur

α Angle d'inclinaison

β Angle de hauteur du soleil

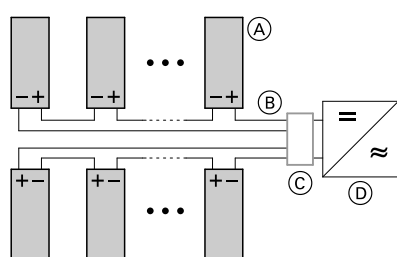
Exemples de raccordements et accessoires

5.1 Exemples de raccordement



- (A) Panneaux photovoltaïques
- (B) Câbles de raccordement
- (C) Sectionneur de courant continu (si nécessaire)
- (D) Onduleur

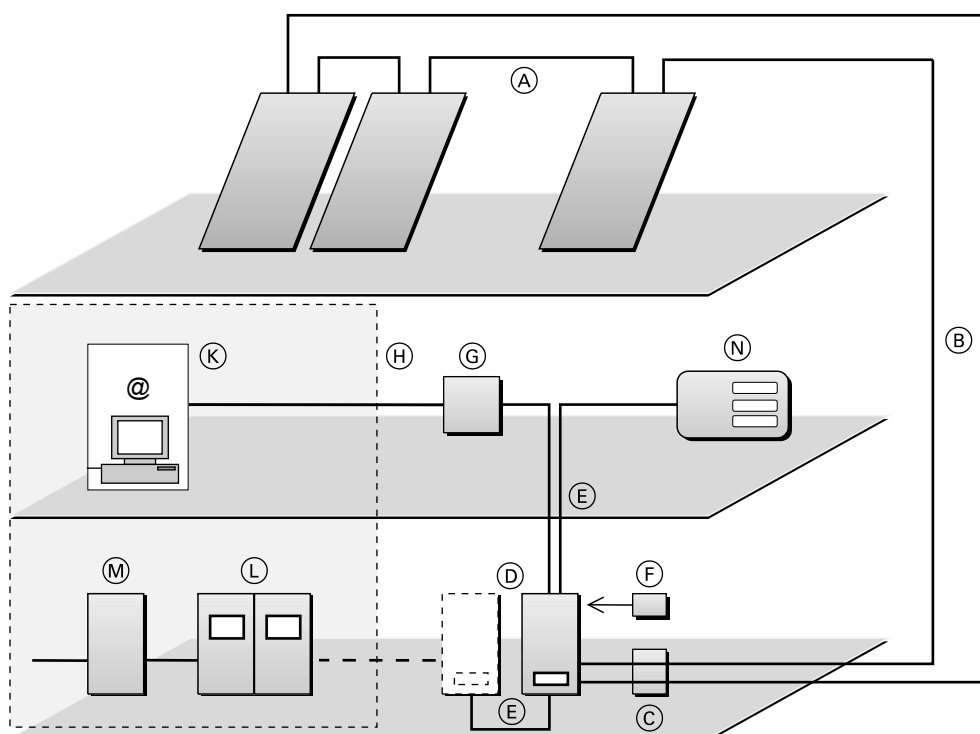
Exemple de système à 1 rangée (panneaux photovoltaïques branchés en série)



- (A) Panneau photovoltaïque
- (B) Câbles de raccordement
- (C) Sectionneur de courant continu (si nécessaire)
- (D) Onduleur

Exemple de système à 2 rangées (panneaux photovoltaïques branchés en série)

5.2 Accessoires



- (A) Câble reliant les panneaux photovoltaïques les uns aux autres (en cas d'écarts importants entre les panneaux photovoltaïques, il peut être rallongé à l'aide de la rallonge de 3 m de long, 4 mm²)
- (B) Câble de raccordement/rallonge reliant les panneaux photovoltaïques et l'onduleur, 15 m de long, 4 mm²
- (C) Sectionneur de courant continu (lorsque celui-ci n'est pas intégré à l'onduleur)
- (D) Onduleur
- (E) Câble de données (autre solution : liaison radio)
- (F) Interface de communication pour raccordement au système de communication de données
- (G) Enregistreur de données (avec logiciel)
Centrale de communication pour gestion et enregistrement des données, éventuellement intégrée dans l'onduleur
- (H) Câble de données pour raccordement au PC
- (K) PC (non fourni)
- (L) Compteur (non fourni)
- (M) Coffret de raccordement domestique
- (N) Ecran permettant l'affichage des données d'installation disponibles dans des tailles et versions différentes avec des possibilités de personnalisation (accessoire)

Annexe

6.1 Etude et réalisation

Lors de la construction d'une installation photovoltaïque couplée au réseau, le fait de procéder de manière systématique simplifie l'étude. Une préparation soignée fait gagner du temps lors du montage et de l'installation.

Etapes de mise en place d'une installation photovoltaïque

1. Informations et conseils
2. Etude et dimensionnement de l'installation
3. Vérifier si une autorisation de construction est requise.
La plupart du temps, les installations photovoltaïques n'ont pas besoin d'être autorisées si elles sont montées sur des toits à versants ou intégrées à la surface de toit. Les réglementations locales (les plans d'occupation des sols) et les prescriptions en matière de monuments classés peuvent toutefois l'exiger. Une demande auprès du service de la construction compétent permet d'en savoir plus.
4. Soumettre une offre et clarifier le financement ainsi que les aides possibles.
5. Montage et alimentation électrique de l'installation photovoltaïque.
6. Mise en service et explications à l'exploitant.
7. Exploitation et contrôle du rendement, régime fiscal.
8. Inscription auprès de l'Agence fédérale des réseaux d'Allemagne (Bundesnetzagentur).

Check list d'étude

Préalablement à l'étude et à la construction d'une installation photovoltaïque couplée au réseau, clarifier les questions suivantes :

- Où les panneaux photovoltaïques vont-ils être montés (toit à versants, toiture-terrasse, façade, surface indépendante) ?
- A quel support les panneaux photovoltaïques vont-ils être fixés (matériau de la couverture de toit) ?
- Détermination de l'inclinaison et de l'orientation de la surface (inclinaison en °, écart par rapport au Sud)
- Quelle taille l'installation photovoltaïque va-t-elle avoir (surface disponible, budget d'investissement) ?
- Y a-t-il un risque d'ombrage des panneaux photovoltaïques (antenne, tour, cheminée, arbres, bâtiment voisin) ?
- Comment les câbles peuvent-ils être posés dans le bâtiment (cheminée non utilisée, conduit d'alimentation, conduites électriques vides disponibles, chemin de câbles sur le mur extérieur du bâtiment, par ex. le long d'une gouttière) ?
- Où l'onduleur va-t-il être installé (à l'air libre, dans les combles, au sous-sol) ?
- Y a-t-il un tableau pour compteurs ?
- Quelle est la société productrice d'électricité compétente (emplacement réservé) ?

Exemple d'étude

Les étapes d'étude illustrées ci-après ne sont pas obligatoirement toutes à effectuer manuellement. De nombreux logiciels de dimensionnement sont déjà disponibles. De plus, notre conseiller commercial est à votre entière disposition.

1. Déterminer le nombre de panneaux photovoltaïques pouvant être posés sur la surface disponible (tenir compte des distances par rapport aux bords) :

Longueur l	= 8 m
Hauteur h	= 5 m
Largeur a	= 0,81 m
Hauteur b	= 1,62 m
Largeur de la borne de fixation	= 0,025 m

Nombre de panneaux photovoltaïques dans une rangée l : $(a + 0,025 \text{ m}) = 8 \text{ m} : (0,81 \text{ m} + 0,025 \text{ m}) = 9$

Nombre de rangées l'une au-dessus de l'autre = h : $(b + 0,025 \text{ m}) = 5 \text{ m} : (1,62 \text{ m} + 0,025 \text{ m}) = 3$

2. Déterminer le nombre de panneaux photovoltaïques et la puissance :

3 rangées de 9 panneaux photovoltaïques chacune, résultat **27 panneaux photovoltaïques**.

Il en résulte pour une puissance nominale des panneaux photovoltaïques de 165 W_p une puissance du générateur de **P = 4,45 kW_p**.

3. Déterminer la tension des panneaux photovoltaïques :

Conditions d'essai normalisées (STC) voir page 9.

Données (à 25 °C) :

U_{MPP} = 33,80 V

I_{MPP} = 4,88 A

U_{OC} = 43,10 V

I_{SC} = 5,32 A

Coefficients de température des cellules :

T_k (P_{nom}) = -0,47 %/K

T_k (U_{OC}) = -163 mV/K

T_k (I_{SC}) = 5,3 mA/K

Calcul de la tension à -15 °C (STC - 40 K) et +70 °C (STC + 45 K). Les valeurs dépendent des données de l'installation.

U_{OC} (à -15 °C) = 43,10 V + (-40 K × -0,163 V/K) = 48,81 V

U_{MPP} (à -15 °C) = 33,80 V + (-40 K × -0,163 V/K) = 40,32 V

U_{MPP} (à 70 °C) = 33,80 V + (45 K × -0,163 V/K) = 26,47 V

4. Sélection de l'onduleur :

Les données de puissance des panneaux photovoltaïques concernent des conditions d'essai normalisées (STC) survenant rarement dans la pratique. C'est la raison pour laquelle le dimensionnement de l'onduleur peut, la plupart du temps, être de 5 à 10 % inférieur (même encore inférieur en cas d'orientations défavorables). Respecter, dans tous les cas, les valeurs caractéristiques maxi. de tension et d'intensité de l'onduleur.

P_{nom} (onduleur) = 0,90 × P_{nom} (générateur photovoltaïque) = 0,90 × 4,45 kW_p = 4,0 kW_p

P_{nom} (onduleur) = 0,95 × P_{nom} (générateur photovoltaïque) = 0,95 × 4,45 kW_p = 4,2 kW_p

La puissance nominale de l'onduleur est de 4 à 4,2 kW_p.

Annexe (suite)

5. Branchement des panneaux photovoltaïques et contrôle des limites de tension :

Données d'onduleur :

$P_{DCnom} = 4,0 \text{ kW}_p$

$P_{PVmax} = 4,2 \text{ kW}_p$

$U_{MPP PVinf} = 230 \text{ V}$

$U_{MPP PVsup} = 500 \text{ V}$

$U_{DCmax} = 600 \text{ V}$

$I_{DCmax} = 18,3 \text{ A}$

Calcul du nombre de panneaux photovoltaïques en série :

$n (\text{panneaux photovoltaïques}_{max}) = U_{MPP PVsup} / U_{MPP} (\text{à } -15^\circ \text{C}) = 500/40,32 = 12,4 \pm 12$

$n (\text{panneaux photovoltaïques}_{min}) = U_{MPP PVinf} / U_{MPP} (\text{à } 70^\circ \text{C}) = 230/26,47 = 8,6 \pm 9$

$n (\text{panneaux photovoltaïques}_{max}) = U_{DCmax} / U_{OC} (\text{à } -15^\circ \text{C}) = 600/48,81 = 12,3 \pm 12$

Pour que la fourchette de tension MPP de l'onduleur soit respectée, 9 panneaux photovoltaïques au moins et 12 maxi. doivent être raccordés en série. La tension d'entrée maxi. permet également 12 panneaux photovoltaïques.

6. Contrôle et adaptation du nombre de rangées et de panneaux photovoltaïques à l'onduleur :

Nombre de rangées = nombre prévu de panneaux photovoltaïques / nombre de panneaux photovoltaïques en série = $27 / 12 = 2$

$U_{MPP} (\text{à } 70^\circ \text{C}) = 26,47 \text{ V} \times 12 \text{ panneaux photovoltaïques} = 318 \text{ V} > U_{MPP PVinf} = 230 \text{ V}$

$U_{MPP} (\text{à } -10^\circ \text{C}) = 40,32 \text{ V} \times 12 \text{ panneaux photovoltaïques} = 484 \text{ V} > U_{MPP PVsup} = 500 \text{ V}$

$U_{OC} (\text{à } -10^\circ \text{C}) = 48,81 \text{ V} \times 12 \text{ panneaux photovoltaïques} = 586 \text{ V} > U_{DCmax} = 600 \text{ V}$

$I_{MPP} (\text{à } 25^\circ \text{C}) = 4,88 \text{ A} \times 2 \text{ rangées} = 9,76 \text{ A} < I_{DCmax} = 18,3 \text{ A}$

Les 27 panneaux photovoltaïques prévus ne sont pas réalisables sur 2 rangées avec l'onduleur sélectionné. Il incombe donc au bureau d'études de trouver la solution idéale pour le client. En vue d'une meilleure utilisation de la surface de toit, la modification du type de montage, de panneaux photovoltaïques ou d'onduleur est possible, par exemple.

6.2 Glossaire

Cellule solaire amorphe

Panneaux photovoltaïques à couche mince en matériau non cristallin (amorphe), tel que le silicium, économiques en matériau et métallisés sous vide sur du verre ou une feuille en acier spécial.

Rayonnement diffus

Lumière non dirigée du soleil, dispersée par les nuages, les particules, etc.

Rayonnement direct

Lumière dirigée atteignant directement la surface du sol sans dispersion.

Loi sur les énergies renouvelables

"Loi pour la priorité des énergies renouvelables" (loi fédérale) prescrivant des rémunérations minimales, des conditions de raccordement et des conditions contractuelles supplémentaires pour l'injection du courant produit à partir d'énergies renouvelables dans le réseau d'interconnexion public et entrée en vigueur le 1er avril 2000. Dernier amendement CEE 2012.

Valorisation de la production

La société productrice d'électricité locale doit acheter du courant produit à partir d'énergies renouvelables et verser un prix minimum (rémunération) conformément à la loi sur les énergies renouvelables.

Electron

En physique, le passage de courant électrique s'explique par le déplacement de l'électron. L'électron est une particule atomique chargée d'électricité (modèle imaginaire).

Energie

L'énergie électrique est mesurée en watts par heure (Wh) (1 000 Wh = 1 kWh), à ne pas confondre avec la puissance instantanée Watt (W) ou la puissance crête Watt Peak (W_p) ou kW_p .

Temps de retour énergétique

"Temps de retour" énergétique pendant lequel l'installation photovoltaïque produit l'énergie ayant été nécessaire à sa fabrication.

ENS

Circuit de sécurité destiné à la surveillance réseau de l'onduleur. L'abréviation "ENS" signifie : deux dispositifs indépendants l'un de l'autre destinés à la surveillance réseau avec un organe de commutation correspondant affecté en série.

Facteur de foisonnement

Indique de combien de fois l'énergie produite par l'installation photovoltaïque pendant sa durée de vie est supérieure à l'énergie requise par sa fabrication.

Energies renouvelables

On appelle "renouvelables" les sources d'énergie (le soleil, le vent, la force hydraulique, la bioénergie) ne consommant pas de matières premières disponibles en quantité limitée, mais faisant appel à des circuits naturels. Les marées, les courants marins et la géothermie en font partie.

Disjoncteur différentiel

Protection différentielle au sein de l'installation électrique servant à la protection personnelle contre les "chocs" électriques lors d'une entrée en contact avec la tension d'alimentation secteur.

Photovoltaïque (PV)

Terme spécialisé pour la production d'énergie électrique à partir de la lumière du soleil.

Effet "tuyau d'arrosage"

Dans une installation photovoltaïque, les cellules solaires sont branchées en série. Si l'on recouvre une cellule solaire ou une partie d'un panneau photovoltaïque (par ex. par ombrage), le passage du courant à l'endroit concerné est ralenti, ce qui a le même effet qu'un pli sur un tuyau d'arrosage. Le fait d'utiliser des panneaux photovoltaïques de caractéristiques différentes entraîne le même effet : la puissance maximale correspond à celle du panneau photovoltaïque le plus faible.

Boîtier de raccordement du générateur

Boîtier de raccordement dans lequel les câbles du générateur photovoltaïque sont regroupés. Des fusibles destinés aux rangées afin de les protéger contre les surtensions sont montés en complément et un interrupteur l'est également souvent.

Rayonnement global

La quantité d'énergie correspond à la somme du rayonnement direct et du rayonnement diffus – se réfère généralement à une surface horizontale de 1 m².

Semi-conducteur

Matériau qui, à l'état physique pur, est non conducteur et peut être rendu conducteur par impuretés ciblées.

Effet hot spot

Destruction d'une cellule solaire due au dégagement de chaleur engendré par un ombrage partiel d'un panneau photovoltaïque – évité par l'utilisation de diodes de bypass.

Résistance d'isolement

Dans les installations électriques, des défauts d'isolement peuvent survenir entre un composant sous tension et la terre (par ex. à cause de l'humidité ou de courts-circuits). Dans le cas des installations électriques mises à la terre, un tel défaut produit un passage de courant dans le raccordement de mise à la terre. L'isolement dans ce raccordement peut donc être surveillé et le défaut immédiatement éliminé (par ex. par une mesure du courant).

La surveillance des appareils ou installations non mis à la terre est plus difficile. La mise à la terre n'est alors réalisée que par le biais d'un raccordement à une installation mise à la terre (par ex. mise en circuit avec le réseau public) ou d'un contact avec un composant d'installation. Les défauts d'isolement ne produisent dans un premier temps pas de passage de courant ici. Toutefois, si l'installation présente un contact en un autre point, cette double liaison à la terre crée un circuit électrique. Ce dernier est susceptible d'engendrer des chocs électriques. Un problème similaire survient quand l'installation est raccordée à un dispositif mis à la terre : dans ce cas, du courant passe par les deux dispositifs et peut les endommager. Pour éviter ce type de défaut, il est judicieux de mesurer régulièrement la résistance d'isolement de l'installation afin de pouvoir prendre les mesures appropriées en cas de non-respect d'une valeur limite.

Sources d'énergie conventionnelles

Sources d'énergie fossiles, telles que le charbon, l'huile minérale, le gaz naturel, l'uranium.

Rémunération couvrant les frais

Frais de production de courant photovoltaïque déterminés d'après un calcul d'économie d'énergie chaque année pour l'année de fabrication actuelle par le service de contrôle du prix du courant de Rhénanie-du-Nord-Westphalie. Le concept de promotion de l'association de promotion de l'énergie solaire d'Aix-la-Chapelle (Aachener Solarenergie-Förderverein) est à l'origine de ce terme.

Intensité de court-circuit

Importance de l'intensité, lorsque le pôle positif et le pôle négatif d'un générateur photovoltaïque sont raccordés (court-circuités).

Tension de marche à vide

Importance de la tension entre le pôle positif et le pôle négatif d'une source de courant (par ex. un panneau photovoltaïque) en l'absence de tout consommateur raccordé.

Puissance

Puissance instantanée d'un consommateur électrique ou d'un générateur de courant (centrale, installation photovoltaïque), mesurée en watts (W), à ne pas confondre avec l'énergie électrique (Wh). L'indication Watt Peak (W_p) fournit la puissance crête d'un générateur photovoltaïque (cellule, panneau photovoltaïque) dans les conditions d'essai normalisées (STC).

Cellules solaires monocristallines

Dans le cadre des cellules solaires monocristallines, le matériau (silicium) est agencé au niveau des atomes en un cristal absolument régulier.

MPP – Maximum Power-Point (point de puissance maximale)

Point de la courbe de chauffe dépendant du rayonnement et de la température auquel le générateur photovoltaïque produit la puissance maxi.

Réseau

("réseau électrique public", réseau d'interconnexion)

Dans le réseau électrique, toutes les centrales et tous les consommateurs sont raccordés (reliés) les uns aux autres.

Point de raccordement au réseau

Point de raccordement de l'onduleur à l'installation électrique domestique ou à l'installation électrique du réseau public.

Installation raccordée au réseau

A l'inverse des installations en îlot, ce système est raccordé au réseau et n'a pas besoin de batteries de préparateurs d'eau chaude.

Onduleur

Onduleur avec synchronisation réseau et surveillance réseau transformant le courant continu produit par une installation photovoltaïque couplée au réseau en courant alternatif et l'injecte dans le réseau.

Couplage au réseau

Le raccordement de générateurs de courant distants, tels que les installations photovoltaïques au réseau électrique public.

Panneau photovoltaïque

Composant d'un générateur photovoltaïque. Un panneau photovoltaïque intègre de nombreuses cellules solaires raccordées électriquement et encapsulées à l'épreuve des intempéries.

Transition pn

Si l'on ajoute des atomes d'impureté à un semi-conducteur, le matériau non conducteur à l'origine devient conducteur positif (manque d'électrons) ou négatif (excès d'électrons). En présence de deux de ces couches directement l'une à côté de l'autre, la jonction est appelée transition pn. Au niveau de cette jonction, un champ électrique se forme au sein du matériau.

Cellules solaires polycristallines

Lors de la fabrication, le matériau produit de nombreux cristaux différents reconnaissables à la structure en fleurs de givre en surface.

Reflux

Afin d'obtenir un courant plus élevé d'un générateur PV, les panneaux/rangées PV sont souvent raccordés en parallèle. En cas de rayonnement identique sur les deux rangées, les courants s'additionnent. Si une rangée est ombragée, les tensions produites sur les deux rangées sont différentes et entraînent un reflux dans la rangée ombragée. La charge de reflux maxi. d'un panneau photovoltaïque indique la quantité de courant pouvant passer dans le panneau photovoltaïque de cette manière sans l'endommager. De nombreux onduleurs prévoient la possibilité de montage de fusibles, afin d'éviter un endommagement lié à des reflux.

Générateur solaire (générateur PV)

Tous les panneaux photovoltaïques d'une installation photovoltaïque.

Cellule solaire

Élément servant à la production de courant photovoltaïque et transformant directement la lumière du soleil en courant électrique par le biais d'un processus purement physique, sans opération mécanique ni chimique et sans consommation de matière, ayant une durée de vie théoriquement illimitée (taille de 10 x 10 à 15 x 15 cm env.).

Annexe (suite)

Capteur solaire

Composant servant à la production de chaleur à partir de la lumière du soleil (énergie solaire thermique)

Heures d'ensoleillement

Des appareils d'enregistrement météorologique spéciaux enregistrent les heures d'ensoleillement – le nombre d'heures d'ensoleillement ne permet pas de déduire directement l'énergie produite – la valeur exacte correspondante est désignée par le terme de rayonnement global.

STC (Standard Test Conditions)

Conditions d'essai normalisées dans lesquelles les données caractéristiques électriques d'un panneau photovoltaïque sont mesurées, afin de rendre les produits de divers fabricants comparables.

Plage de charge partielle

Une installation photovoltaïque ne produit que rarement à la puissance crête (kW_p) et généralement moins, suivant la luminosité actuelle. L'installation photovoltaïque et ses composants (onduleur) fonctionnent dans ce cadre en charge partielle car ils ne produisent qu'une partie de la puissance maxi.

Onduleur

Il transforme le courant continu (par ex. le courant photovoltaïque) en courant alternatif à usage domestique (voir Onduleur).

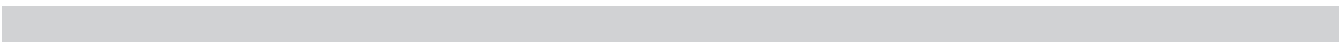
Courant alternatif

Courant changeant sans cesse de sens, le courant normal à usage domestique change de sens 100 fois par seconde (50 Hz) et a une tension nominale de 230 V.

W_p (watt peak) et kW_p (kilowatt peak)

Voir puissance et énergie.





5418 437 B/f

VITOVOLT

VIESMANN 27

Sous réserves de modifications techniques !

Viessmann-Belgium bvba-sprl
Hermesstraat 14
B-1930 ZAVENTEM
Tél. : 02 712 06 66
Fax : 02 725 12 39
e-mail : info@viessmann.be
www.viessmann.com

5418 437 B/f