



ÉTANCHÉITÉS DE TOITURES Sika SolaRoof®

PROCÉDÉ POUR L'INSTALLATION DURABLE DE MODULES
PHOTOVOLTAÏQUES EN TOITURE-TERRASSE



centroplan
roof solar engineering

BUILDING TRUST



Sarnafil®

SOMMAIRE

03	Sika SolaRoof®
04	Sika® SolarMount-1 (SSM1)
06	Essais et agréments
07	Conception du SSM1
08	Installation du SSM1
09	Modèles économiques
10	Références internationales
11	Gestion de projet & avantages



Créée en 2007, Centroplan s'est spécialisée dans la construction de moyennes et grandes centrales photovoltaïques en toiture ou au sol. Une équipe expérimentée d'ingénieurs, d'analystes et de chefs de projet, basée dans différents pays, gère toutes les phases d'un projet photovoltaïque ; partant de l'identification et du développement de projet, passant par le financement, la conception, les études, l'approvisionnement des produits et l'installation, jusqu'à l'exploitation et la maintenance.

En assurant une parfaite coordination de tous les acteurs et fournisseurs du projet, Centroplan réalise les meilleurs projets photovoltaïques d'une seule main.

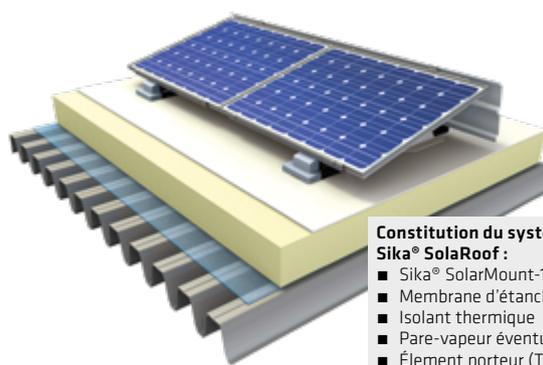
Sika SolaRoof®

SOLIDE, TOUT SIMPLEMENT

Sika SolaRoof® est un système photovoltaïque global pour les toitures avec membranes d'étanchéité synthétiques, ultra léger et mis en œuvre sans pénétration de l'étanchéité. Ses performances dépassent largement celles des systèmes de montage traditionnels car il réunit les avantages avérés des procédés d'étanchéité Sika® et ceux du Sika® SolarMount-1 (SSM1), en une solution innovante, étudiée pour l'installation durable de modules photovoltaïques en toiture.

Photovoltaïque en toiture – la valorisation d'espaces non utilisés sur les toits

Les installations photovoltaïques en toiture deviennent de plus en plus plébiscitées dans le monde. Un toit vide est un espace perdu; la plupart du temps il n'est pas ombragé. De nombreux propriétaires de bâtiments prennent conscience du potentiel que leur offrent les toitures pour améliorer leur empreinte environnementale en produisant une électricité durable. De telles installations sont des investissements sains qui génèrent des retours économiques sur le long terme. De surcroît, elles rendent les bâtiments plus autonomes de par la production électrique sur site à des fins d'autoconsommation.



Constitution du système

Sika® SolaRoof :

- Sika® SolarMount-1
- Membrane d'étanchéité Sika
- Isolant thermique
- Pare-vapeur éventuel
- Élément porteur (Tôle d'Acier Nervurée, bois)

Le complexe de toiture, avec une durée de vie de plus de 20 ans, est une composante essentielle de la centrale photovoltaïque. Le choix d'un complexe d'étanchéité adapté est un facteur clé par rapport à sa longévité. Sika bénéficie d'une expérience de plus de 50 ans dans la production de membranes synthétiques qui répondent non seulement aux exigences de performance et de longévité en tant que revêtement d'étanchéité, mais qui constituent également le support idéal pour le système Sika® SolarMount-1.

Exigences architecturales et structurelles

Climat	■ Climat de plaine (altitude < 900 m) en France européenne
Hauteur du bâtiment	■ Maximum 20 m au faîtage. Des hauteurs supérieures doivent faire l'objet d'une étude spécifique
Pente de toiture	■ Entre 3 et 8,7 %
Réserves de charge	■ Suffisantes pour le poids du système Sika® SolarMount-1, avec dimensionnement spécifique de l'élément porteur par rapport à la descente de charges spécifiques

Éléments constitutifs du complexe isolation-étanchéité

Membranes d'étanchéité synthétiques Sika	■ Membranes Sikaplan® G/VG (PVC-p) ou Sarnafil® TS 77 / TS 77 E (FPO) mises en œuvre depuis 6 mois maximum. Epaisseur minimale 1,5 mm (2,0 mm pour une longévité maximale)
Mise en œuvre de la membrane	■ Fixée mécaniquement
Isolant thermique	■ Laine minérale de roche (MRW), polyisocyanurate (PIR) ■ Classe C, contrainte de compression pour écrasement à 10 % : ≥ 70 kPa
Pare-vapeur	■ Selon dispositions spécifiques des Documents Techniques d'Application des membranes d'étanchéité Sika
Élément porteur	■ Tôle d'Acier Nervurée (DTU 43.3), bois et panneaux dérivés du bois (DTU 43.4). ■ Sika SolaRoof® ne peut pas être mis en œuvre sur les sur les panneaux sandwich et les couvertures métalliques. ■ L'espérance de vie d'une charpente existante avec un nouveau complexe de toiture Sika (rénovation) doit être au moins égale à celle du système photovoltaïque
Accessoires	■ Fixations mécaniques, colles, tôles de protection revêtues, lestage (optionnel), garde-corps, etc.

Consulter Sika ou Centropian pour déterminer si votre toiture est apte à recevoir une installation Sika SolaRoof®.

Sika® SolarMount-1 (SSM1)

SUPPORT DE MONTAGE POLYVALENT, COMPATIBLE
AVEC LES MEMBRANES D'ÉTANCHÉITÉ SIKA

Sika SolarMount-1 est un système de montage aérodynamique et léger pour l'installation de modules photovoltaïques (PV) rigides sur toitures terrasses ou toitures à faible pente. SSM1 peut être installé sur des membranes synthétiques en FPO ou PVC-p fixées mécaniquement.

Composants du système SSM1

- **Support SSM1** (PP recyclé) avec un angle d'inclinaison de 15° (angle fixe). Des rails de montage en aluminium assurent le maintien des modules PV.
- **Les éléments de fixation Sika® SolarClick** sont fabriqués par injection et compatibles avec la membrane d'étanchéité. Ils sont thermosoudés sur la membrane pour une fixation sûre et durable. Les Sika® SolarClick sont également fixés mécaniquement au support SSM1 et transmettent les charges de vent horizontales à la toiture.
- **Accessoires** : déflecteurs de vent (pour orientation sud), rails de montage pour modules, visserie et clips.



Caractéristiques principales du SSM1

Inclinaison des modules	■ 15° par rapport au plan de toiture
Orientation des modules	■ Les modules PV peuvent être installés en orientation sud ou est/ouest. Les composants sont identiques pour les deux variantes.
Types de modules PV	■ Modules PV cristallins avec cadre PV
Poids moyen	■ (hors complexe d'étanchéité) environ 10-18 kg/m ² (modules PV compris, en fonction de l'orientation sud ou est/ouest)
Transfert de charge	■ Feuilles intermédiaires, couches de séparation ou matériaux anti-glissement ne sont pas nécessaires sous les supports de montage. La fixation du SSM1 ne nécessite aucun perçage ni pénétration du complexe de toiture.

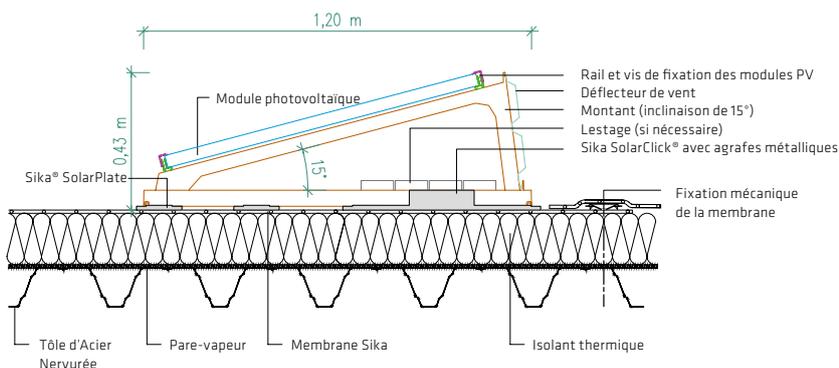


Centrale PV orientée est/ouest

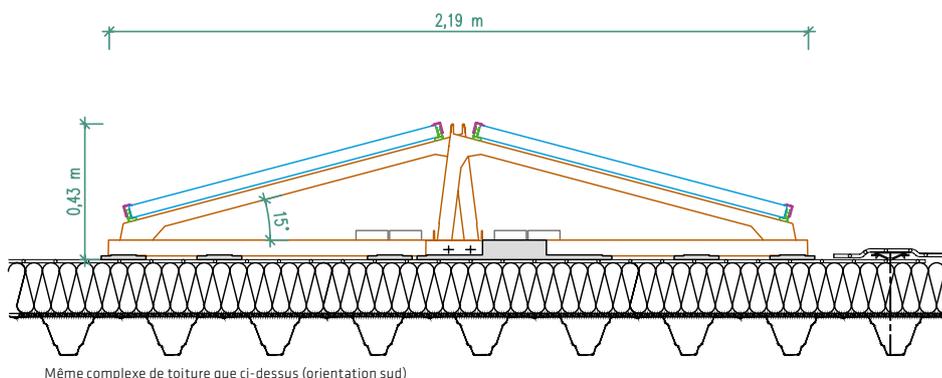
SSM1 en toitures végétalisées

Sika SolarMount-1 peut également être utilisé en combinaison avec un système de toiture végétalisée extensive. Ceci permet d'obtenir les avantages combinés d'une faible charge en toiture et d'une maintenance réduite par rapport aux toitures-jardins ou à une végétalisation intensive.

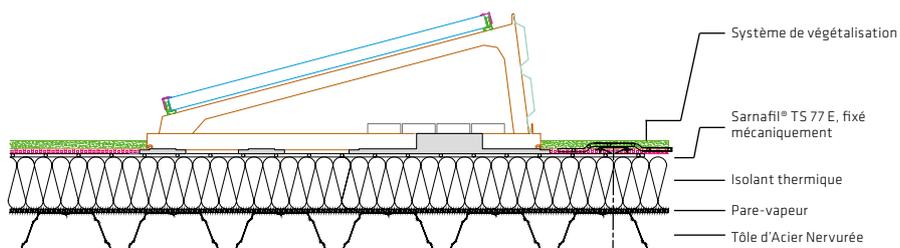
Orientation sud



Orientation est/ouest



Toiture-terrace avec végétalisation extensive



Toitures avec végétalisation extensive : la végétalisation est mise en œuvre entre les rangées de modules PV. L'étanchéité sous les module PV reste apparente afin d'éviter la prolifération incontrôlée de la végétation et les coûts de maintenance associés.

ESSAIS ET AGRÉMENTS

TESTS APPROFONDIS EN LABORATOIRE SIMULANT TOUTES LES SITUATIONS DE CHARGE

Une batterie de tests approfondis du SSM1 sur toitures avec membranes synthétiques Sika a été conduite dans plusieurs laboratoires internationaux depuis 2012. Les résultats confirment des performances élevées dans les configurations sud et est/ouest, et cela même dans des conditions extrêmes.

Des essais mécaniques de tous les composants et interfaces ont été conduits sur des complexes de toiture (élément porteur, isolation thermique, membranes Sika et fixations mécaniques), à différentes températures et en coopération étroite avec de nombreux instituts du bâtiment :

- Essais statiques
- Essais dynamiques (cycles de chargement avec charges croissantes jusqu'à la rupture)
- Températures : -20 °C, +23 °C, +80 °C

Les conditions de chargement suivantes ont été testées :

- Contraintes horizontales (parallèles à l'axe du cadre)
- Contraintes latérales (perpendiculaires à l'axe du cadre)
- Tests de répartition de charges de plusieurs supports SSM1

Les essais ci-dessous ont démontré des réserves de sécurité suffisantes pour le SSM1 comme pour la membrane et le système de fixation :

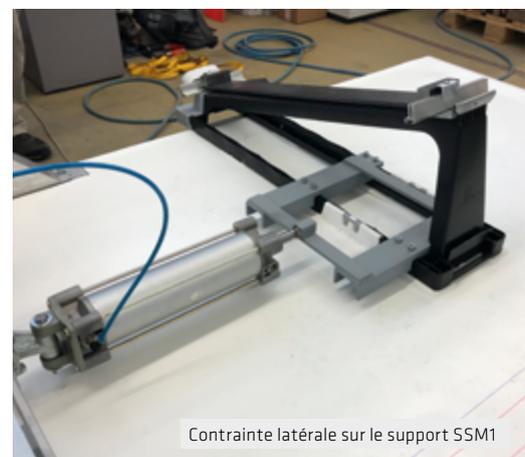
- Charges de vent
- Contraintes sismiques
- Températures basses et élevées
- Vieillesse accélérée des matériaux
- Exposition aux influences courantes de l'environnement

Le positionnement stable du SSM1 ne repose pas sur le frottement entre la membrane et le support de montage.

SSM1 ne changera pas de position en toiture à cause d'une évolution des caractéristiques des matériaux liée aux influences météorologiques ou à des cycles de dilatations et rétractions.

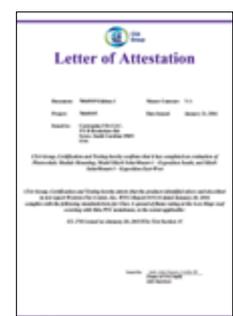
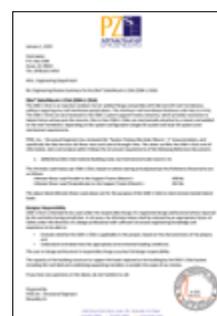


Test de contrainte horizontale du support SSM1 en chambre climatique



Contrainte latérale sur le support SSM1

Exemples de certificats et agréments



CONCEPTION DU SSM1

ÉVALUATION PRÉCISE DES SPÉCIFICITÉS DE CHAQUE SITE

La phase de conception est une des plus importantes du projet. Une attention particulière est portée sur les conditions et influences spécifiques du site d'installation telles que le vent et la neige, le complexe de toiture, l'exposition au soleil, les éléments environnants (par exemple cheminées, arbres) et le rendement énergétique. La solution étudiée doit prendre tous ces facteurs en compte et répondre aux attentes des clients en terme de budget, retour sur investissement et consommation ou stockage d'énergie prévus.

La conception et les calculs statiques pour le SSM1 sont effectués par l'entreprise Centroplan, prestataire spécialisé en PV disposant des compétences en matière de toiture, charpente et solutions solaires et avec des filiales aux États-Unis, en Europe et en Chine. Leurs ingénieurs expérimentés utilisent des logiciels spécifiques pour la conception du SSM1.



La méthode de conception du SSM1 est caractérisée par les éléments suivants :

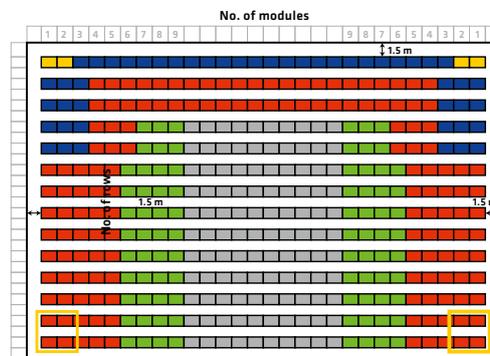
- Les charges de vent horizontales (parallèles à la toiture) sont transférées à travers les éléments de fixation Sika® SolarClick vers la membrane et la structure. L'utilisation d'écran anti-glissement ou de lestage n'est pas nécessaire.
- Les charges verticales de vent (soulèvement) sont compensées par le poids propre du SSM1 et des modules PV. Ceci fait du SSM1 le système idéal pour des constructions de toitures légères. Dans les rares cas de contraintes en dépression de vent élevées, des lests peuvent être posés au fond des supports.

Des tests en soufflerie ont été effectués pour identifier les charges auxquelles le SSM1 est exposé en rive de toiture. Le logiciel détermine le nombre de Sika® SolarClick nécessaires ainsi que l'espacement des supports dans chaque zone de la toiture. Il en résulte un plan de calepinage détaillé du champ PV, un plan de lestage et d'autres documents nécessaires à la mise en œuvre.

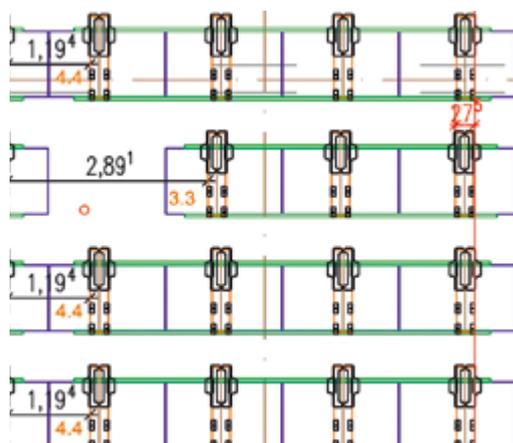
Dans le cas d'une orientation sud, les espacements typiques entre rangées sont de 1,5 à 2,5 m. En orientation est/ouest, l'espacement est d'environ 0,5 m afin de permettre un accès facile lors des opérations de maintenance. En zone de rive, une largeur de 1,0 à 1,5 m est laissée libre.

Dans toutes les circonstances, une installation SSM1 n'ajoute qu'une faible charge de 10-18 kg/m² à la toiture. La charpente doit être conçue pour accueillir ce poids complémentaire.

La densité et la répartition des fixations mécaniques de la membrane d'étanchéité sont déterminées par Sika.



Différentes zones de dépression de vent d'une installation SSM1



Plan de calepinage des modules PV réalisé par ordinateur

MISE EN ŒUVRE DU SSM1

SIMPLE ET RAPIDE, SANS PERCEMENT NI PÉNÉTRATION DE LA TOITURE,
POUR UNE INSTALLATION STABLE ET DURABLE

L'avantage incontestable du Sika® SolarMount-1 est le fait que l'installation sera maintenue en position sur la toiture durablement. Les éléments de fixation Sika® SolarClick sont solidement connectés à la membrane d'étanchéité par thermo-soudage et transmettent les contraintes au complexe de toiture. Une attention particulière est portée sur la formation des entreprises habilitées à souder des éléments de toiture Sika.

Tous les composants Sika® SolarMount-1 sont livrés exclusivement depuis le centre de distribution Centroplan et directement sur site. Ils sont conditionnés sur palettes pour une manutention simplifiée. Les palettes sont entreposées sur la toiture qui doit pouvoir supporter ces charges ponctuelles.

Le SSM1 peut être livré pour des projets qui ont été dimensionnés et étudiés par Centroplan et pour lesquels des plans de calepinage et de lestage sont disponibles.

L'installation de SSM1 ne comporte qu'un nombre réduit de composants à assembler sur site. Ceci permet un montage rapide de la centrale PV. Des notices de montage expliquent pas à pas les étapes de mise en œuvre.

La surface de toiture doit être propre avant l'installation du système SSM1.

Le design modulaire du système SSM1 facilite l'adaptation aux situations spécifiques en toiture. Des groupes de 1 à 4 modules PV, montés sur 2 à 7 supports, sont considérés comme des configurations "standard" orientées sud (par exemple Sika® SolarMount-1 3.4 : 3 modules sur 4 supports).

Afin d'assurer un maximum de souplesse lors de l'installation, l'entreprise d'étanchéité ayant mis en œuvre le complexe de toiture peut également installer le Sika® SolarMount-1 après avoir suivi le programme de formation correspondant.

Sur des chantiers plus conséquents, il est recommandé d'effectuer un pré-assemblage sur des tables de montage. Ceci fait gagner du temps et permet de travailler dans une posture plus confortable.

Souder les éléments de fixation Sika® SolarClick est l'opération la plus exigeante. Les entreprises formées par Sika et qui ont posé l'étanchéité sont également autorisées à souder les Sika® SolarClick à la membrane. Ainsi la garantie globale ne sera portée que par une seule entité.

Les éléments de fixations Sika® SolarClick sont soudés à la membrane d'étanchéité à l'aide d'un équipement standard et avec les paramètres de soudure identiques à ceux de la membrane d'étanchéité Sika. La soudure peut s'effectuer manuellement ou avec un appareil de soudure semi-automatique. L'installation de Sika® SolarMount-1 ne nécessite aucun percement ou pénétration de la toiture ni l'utilisation d'écran anti-glissement



Préparation des composants du système sur un établi



Montage en cours



Thermo-soudure des Sika® SolarClick

MODÈLES ÉCONOMIQUES

DE LARGES POSSIBILITÉS POUR RÉPONDRE À TOUTES LES ATTENTES ET EXIGENCES

Depuis les balbutiements du photovoltaïque en 2005, beaucoup de choses ont changé en termes de modèles économiques et modes d'exploitation. Les tarifs d'injection et subventions pour l'énergie vendue aux grands énergéticiens étaient au début élevés et contribuaient à la croissance rapide de ce secteur économique encore jeune. Mais aujourd'hui ils ont fortement chuté ou tout simplement disparu. Le marché est porté aujourd'hui par la rentabilité de la production d'électricité ou par l'ambition des entreprises de réduire leur empreinte carbone.

Financement privé et autoconsommation

Dans ce mode de financement, le propriétaire de la centrale PV, qui est généralement aussi le consommateur de l'électricité, investit ses propres fonds. Pendant les 10 dernières années dans le développement du PV (au moins en Europe), ceci a représenté le mode de financement le plus répandu lorsqu'il s'agissait de projets résidentiels ou de petites surfaces commerciales. Un facteur clé est la période d'amortissement relativement courte de l'investissement. Il est pourtant important de ne pas dépendre exclusivement de ce mode de financement car il limite les projets PV à des sites de propriétaires disposant de suffisamment de fonds. D'autres modèles économiques ont donc vu le jour pour étendre le potentiel au-delà du financement par fonds propres.

Parmi d'autres modèles, les deux suivants ont également été utilisés pendant des années :

Power Purchasing Agreement (PPA)

Un PPA est un contrat d'achat entre un producteur d'électricité et un utilisateur avec un tarif par kWh fixé à l'avance, et cela sur une durée de 10 à 25 ans.

L'exploitant de la centrale PV crée un Special Purpose Vehicle (SPV) ou fond commun de créances (FCC). Le ou les consommateurs signent un contrat de fourniture d'électricité avec le producteur. Le SPV souscrit des contrats avec le prestataire d'exploitation et de maintenance, l'exploitant du réseau électrique, pour revendre le surplus d'énergie, l'entreprise générale pour la construction, et les banques et organismes financiers pour le financement.

Les tarifs d'un PPA peuvent être fixés de différentes manières

- Un prix fixe pour la durée du contrat
- Un prix de départ avec une clause de révision de prix annuelle
- Une remise variable sur le prix de revente d'électricité : plus le prix augmente, plus la remise sera importante

Location

La location est un modèle de financement pour les propriétaires qui ne veulent pas voir figurer la centrale PV sur leur bilan annuel ou qui n'ont pas les fonds nécessaires disponibles mais qui veulent profiter de leur propre production d'énergie. La société de location solaire conçoit, achète et installe une centrale PV sur la toiture de son client et reçoit un loyer mensuel pendant une longue période (10 à 20 ans). La plupart des contrats intègrent une option d'achat à la fin de la période de location. Dans ce modèle, le propriétaire exploite la centrale et, soit consomme l'électricité produite sans frais additionnels, soit la revend et l'injecte au réseau.

Le consommateur est responsable du bon entretien de la centrale. En cas de problème, c'est à lui de le résoudre. Si l'installation ne produit pas pendant un mois, il est quand même redevable du loyer.

Comme pour d'autres modes de financement, la location évite l'investissement initial, qui est souvent rédhibitoire pour l'installation d'un système PV, et répartit les frais sur une longue période. A partir du moment où le loyer reste en dessous des économies ou des revenus générés, le consommateur réalisera un gain financier.

Des complications peuvent apparaître dans la relation contractuelle lorsque le propriétaire du bâtiment fait faillite ou déménage. En général le contrat de location peut être cédé ou transféré, sous réserve que a) le nouvel occupant accepte la cession, b) qu'il bénéficie de la même solvabilité que son prédécesseur et c) que l'offre de location soit suffisamment compréhensible et expliquée et qu'elle ne rebute pas de futurs acheteurs. Les coûts élevés et modalités complexes de transfert d'un contrat de location sont une des raisons pour lesquelles la location solaire n'est pas vraiment répandue.

Sources :

- Solar Power Europe, "EU-WIDE SOLAR PV BUSINESS MODELS", Novembre 2016

- Horvath D., Zsabo R.: "Evolution of PV business models: Overcoming the main barriers of distributed energy deployment", 2018

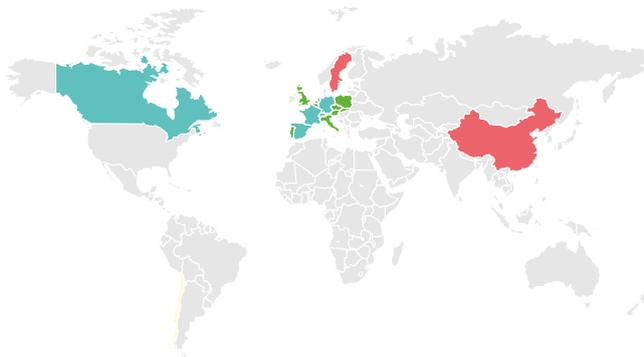
DES RÉFÉRENCES MONDIALES

PLUS DE 600 CENTRALES PHOTOVOLTAÏQUES SIKA® SOLARMOUNT-1 SONT EN SERVICE DANS LE MONDE

La liste des installations SSM1 est impressionnante : en collaboration internationale avec l'installateur photovoltaïque Centropian, plus de 600 centrales PV Sika SolarMount-1 ont été construites sur des membranes d'étanchéité Sika depuis 2013*.

* données début 2019

Centrales PV SSM1 installées sur 3 continents



Installation de démonstration Sika SSM1



Exemples de la polyvalence du SSM1 par rapport aux membranes, éléments porteurs et orientations des modules PV



GESTION DE PROJETS & AVANTAGES

CONCEPT ÉPROUVÉ – TRANQUILITÉ ASSURÉE

Sika SolaRoof® est un concept éprouvé pour la construction de toitures solaires légères, sûres et durables. Grâce à une gestion de projet efficace, une conception globale et une installation par des partenaires expérimentés, le concept apporte de nombreux avantages et valeurs ajoutées pour le propriétaire de la toiture.

Rôles et responsabilités des acteurs d'un projet Sika SolaRoof®

Grâce à la collaboration de longue date entre Sika et Centroplan et l'expérience acquise à travers un grand nombre de projets réalisés avec succès, la gestion de projets est performante et rodée. L'installation du SSM1 et des composants électriques peut être adaptée rapidement et facilement aux contraintes locales.

Prestataire PV	Centroplan	<ul style="list-style-type: none">■ Conception professionnelle de la centrale photovoltaïque (calculs de charge de vent, calepinage, etc.)■ Fourniture exclusive du SSM1, des modules PV, composants électriques, études électriques (en option)■ Gestion exclusive de la garantie du SSM1, garantie des autres services (en option)■ Mise en service de la centrale PV, connexion au réseau, supervision (en option)
Fournisseur de l'étanchéité synthétique	Sika	<ul style="list-style-type: none">■ Production et fourniture des membranes d'étanchéité, des fixations mécaniques et des accessoires, pare-vapeur et éventuellement isolants thermiques■ Densité et répartition des fixations mécaniques de la membrane d'étanchéité
Mise en œuvre du complexe isolation-étanchéité	Entreprise d'étanchéité	<ul style="list-style-type: none">■ Installation professionnelle du complexe isolation-étanchéité■ Maintenance régulière de la toiture par accord séparé■ Entreprise partenaire et formée par Sika
Livraison des composants PV	Fournisseur(s) PV	<ul style="list-style-type: none">■ Production et fourniture des composants photovoltaïques (modules, onduleurs)■ Etablissement de garanties de performance des modules PV■ Recommandé par Centroplan
Installation de la centrale PV	Installateur PV	<ul style="list-style-type: none">■ Installation professionnelle de tous les composants du système photovoltaïque, y compris SSM1■ Maintenance régulière de la centrale PV par accord séparé■ Recommandé par Centroplan

Sika SolaRoof® : la solution complète pour le photovoltaïque



Globalité. La membrane Sika et le Sika® SolarMount-1 constituent un seul système, rigoureusement évalué.



Stable. Sika® SolarMount-1 est connecté directement à la membrane d'étanchéité, évitant tout risque de dommage.



Sans percement ni pénétration. Avec les éléments de fixation Sika® SolarClick, absence de percement et pénétration (points de fuite potentiels).



Légereté. Généralement, un lestage n'est pas nécessaire, ce qui rend le système idéal pour les structures légères ou à réserves de charge limitées.



Modulable. Sika® SolarMount-1 peut être installé dans de multiples configurations, avec orientations sud ou est/ouest.



Conception. La disposition des modules PV, les calepinages ainsi que les études économiques sont étudiées par Centroplan.



Fiabilité. Combine les performances établies des procédés d'étanchéité Sika avec le système de connexion innovant Sika® SolarMount-1, pour une fixation robuste et durable.

SIKA, PARTENAIRE DE VOS AMBITIONS



QUI SOMMES-NOUS ?

Sika France SAS est une filiale de Sika AG dont le siège est situé en Suisse. Entreprise internationale, Sika développe, fabrique et commercialise des procédés techniques à destination de la construction et de l'industrie. Sika est leader dans le développement de solutions de collage, jointoiement, étanchéité, insonorisation et renforcement structurel. La gamme Sika comprend des adjuvants pour béton, des mortiers spéciaux, des colles, des mastics, du renforcement structurel ainsi que des systèmes pour revêtement de sols et toitures.

Avant toute utilisation, veuillez consulter la version la plus récente des notices produits disponibles sur www.sika.fr.
Produit dangereux, respectez les précautions d'emploi.



SIKA FRANCE S.A.S. - Toitures

■ 84, rue Édouard Vaillant - 93350 Le Bourget
Tél.: 01 43 11 11 11

■ ZI du Broteau - Rue du Broteau - 69540 Irigny
Tél.: 04 72 18 03 00 - Fax : 04 78 70 96 49

E-mail : toitures@fr.sika.com - www.sika.fr

Centroplan France Sarl

Parc Eurogal - 119 route d'Heyrieux
69800 Saint-Priest - France
Tél.: +33 04 48 48 05 30

BUILDING TRUST



Sarnafil®