



AIDE À LA PLANIFICATION

Énergie solaire et végétalisation de toiture

Life on Roofs



Toit vert et énergie solaire – exploiter les effets de synergie

Les toits végétalisés remplissent toutes sortes de fonctions. Entre autres, ils renforcent l'isolation thermique, protègent le revêtement d'étanchéité de la toiture, offrent un habitat pour la flore et la faune, retiennent les eaux pluviales, améliorent le microclimat et constituent de nouveaux espaces de détente.

Les installations solaires sont elles aussi de plus en plus souvent combinées à la végétalisation en toiture car les effets de synergie sont puissants : la végétalisation du toit sert en même temps de lest pour sécuriser l'installation solaire contre l'arrachement au vent, ce qui rend superflus les perçages de la toiture et évite par ailleurs les charges ponctuelles.

En retour, les modules photovoltaïques affichent un meilleur rendement du fait de la surface plus fraîche qu'offrent les végétaux sur le toit par rapport aux toits en gravier.

Avec sa structure du système « Solar-Vert® », ZinCo offre la plus haute flexibilité et une solution appropriée à chaque projet solaire.

La ZinCo Base solaire® intégrée à la structure du système SolarVert® préserve pleinement la performance écologique apportée par la végétalisation en toiture. Ce système, approprié aux toits plats jusqu'à 0° d'inclinaison, peut également être combiné avec la protection contre les chutes Fallnet® SB 200-Rail, ce qui permet un accès sécurisé au toit pour les opérations d'entretien et de maintenance.

Les résultats le prouvent, mesures à l'appui :

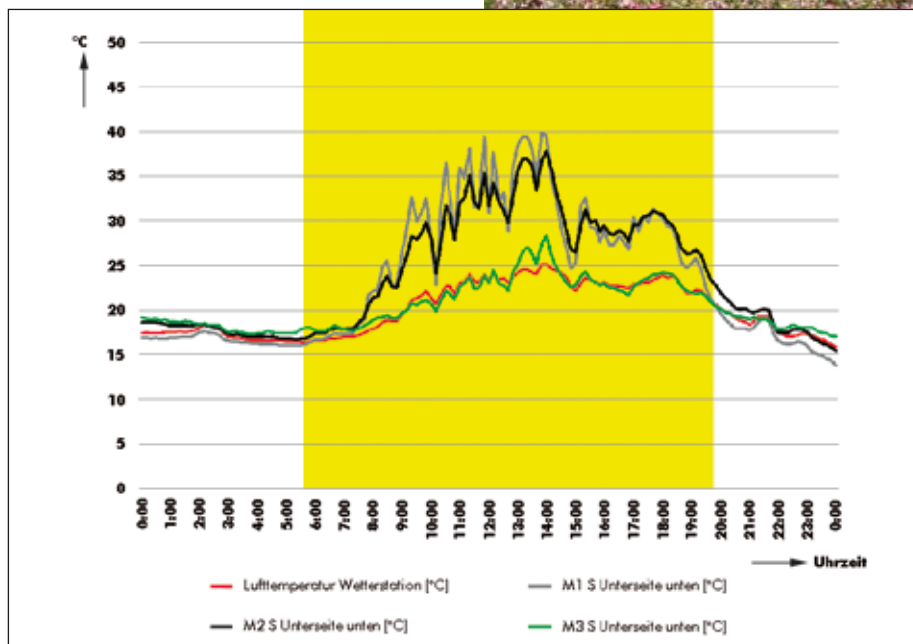
la végétalisation du toit améliore durablement le rendement

Le rendement des modules photovoltaïques est fonction de leur température. Donc, « plus le module est chaud, moins son rendement est bon ».

La température des conditions de test standard à laquelle les modules sont contrôlés est de 25 °C. Dans la pratique, les modules se réchauffent très fortement au soleil, un effet par ailleurs amplifié par la chaleur dégagée en surface par le toit, par ex. s'il est couvert de lés d'étanchéité sombres ou de gravier. On y mesure aisément des températures allant jusqu'à 90 °C.

Par contre, un toit vert reste modérément tempéré, même les jours de chaleur extrême et la température à sa surface dépasse rarement les 30 à 35 °C.

La modification de la performance des modules en fonction de la température varie d'un produit à l'autre. Sur les modules solaires courants, la baisse de rendement va jusqu'à 0,5 % par Kelvin (K).



Courbe typique des températures d'une journée de juillet. La température des modules au-dessus des lés de bitume (courbes noire et grise) augmente jusqu'à presque 40 °C tandis que le module au-dessus de la végétation en toiture (courbe verte) reste aux alentours de max. 27 °C, soit très proche de la température ambiante (courbe rouge).



Plus de possibilités avec ZinCo



Structure du système « SolarVert® »

4



« SolarVert® » avec implantation en « papillon »

6



« SolarVert® » avec implantation en « selle »

7



« SolarVert® » avec implantation verticale des modules

8



La thermie solaire sur les toitures végétalisées

9



Protection contre les chutes avec Fallnet® SB 200-Rail, parce que la sécurité prime avant toute chose !

10



Le solaire avec Fallnet® ASG – le garde-corps filigrane de maintenance, à pose sans perçage de l'étanchéité

11

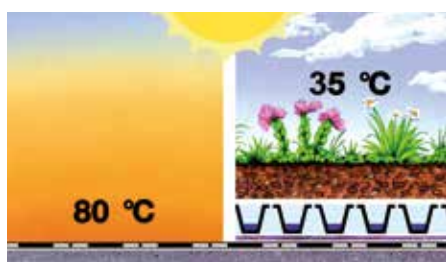
Structure du système « SolarVert® »

Avec sa structure du système « SolarVert® », ZinCo offre la plus haute flexibilité et une solution appropriée à chaque projet solaire.

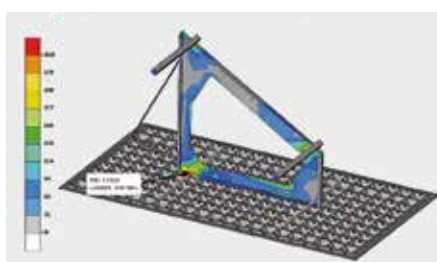
La ZinCo Base solaire® intégrée à la structure du système SolarVert® préserve pleinement la performance écologique apportée par la végétalisation en toiture. Ce système, approprié aux toits plats jusqu'à 0° d'inclinaison, peut également être combiné avec la protection contre les chutes Fallnet® SB 200-Rail, ce qui permet un accès sécurisé au toit pour les opérations d'entretien et de maintenance.



Aperçu des avantages de SolarVert® :



Meilleure performance sous l'effet rafraîchissant apporté par la végétation
Les toits verts assurent une température ambiante inférieure à celle des toits nus ou recouverts de gravier. Ainsi, les avantages qu'apporte SolarVert® sont mesurables (voir page 7).



L'évaluation statique est un gage de sécurité en matière de conception
Une évaluation statique a été réalisée conformément à DIN EN 1993-1 et DIN EN 1999-1 (Eurocodes 3 et 9) pour la base solaire et le cadre de base pour installation solaire, voir l'illustration ci-dessus à titre d'exemple.

Il est possible d'effectuer en cas de besoin un calcul statique spécifique à l'objet.

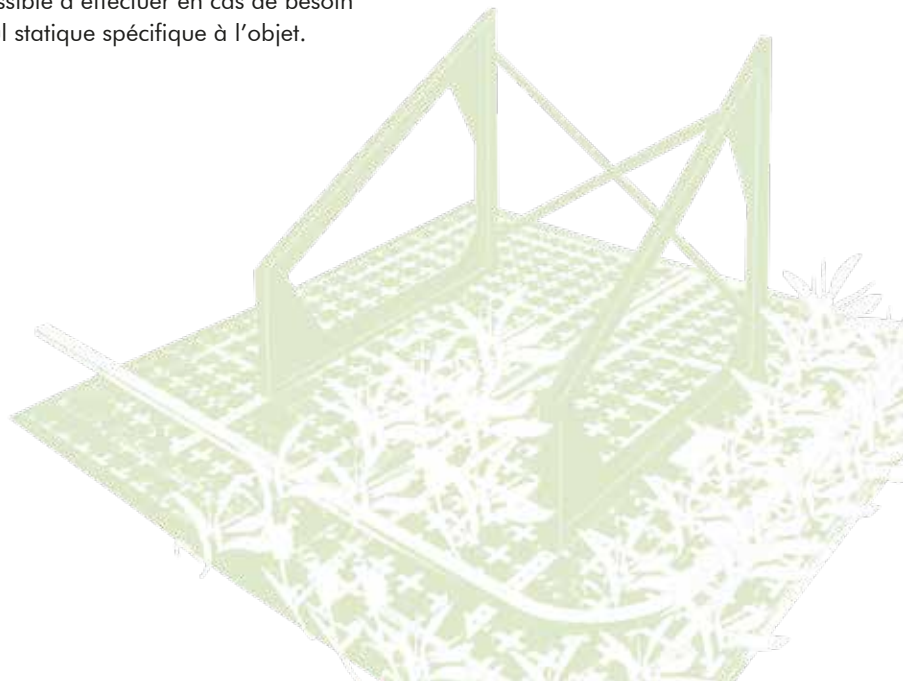


Utilisation également pour les installations thermiques solaires
Contrairement aux installations photovoltaïques, les capteurs solaires thermiques sont généralement positionnés à un état plus pentu sur le toit. La solution standard appropriée réside dans la pose de cadres de base par paliers de 5° jusqu'à 45°.



Montage sans perçage du toit

Le système de végétalisation sert en même temps de lest, celui-ci étant nécessaire pour sécuriser l'installation solaire contre l'arrachement au vent, ce qui rend superflus les perçages risqués de la toiture et évite par ailleurs les charges ponctuelles.



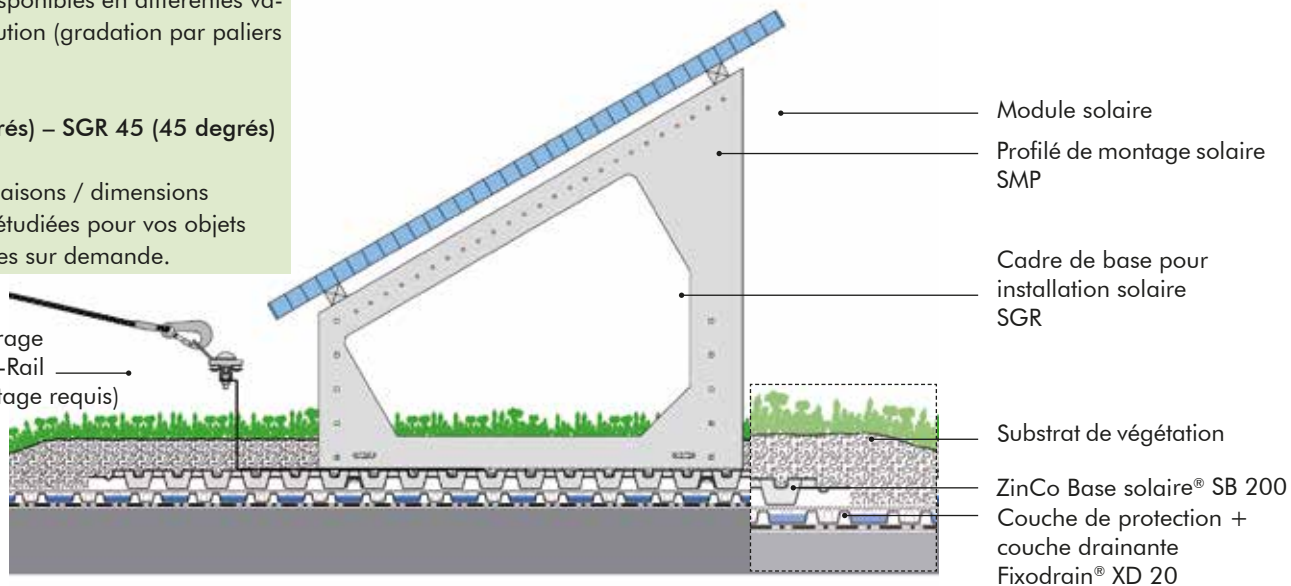


Les cadres de base pour installation solaire sont disponibles en différentes variantes d'exécution (gradation par paliers de 5 degrés) :

SGR 5 (5 degrés) – SGR 45 (45 degrés)

D'autres inclinaisons / dimensions spécialement étudiées pour vos objets sont disponibles sur demande.

Dispositif d'ancrage
Fallnet® SB 200-Rail
(respecter le lestage requis)



Hauteur du système:	à partir de 12 cm
Poids, à sec/à saturation d'eau:	à partir de 90/120 kg/m ² *
Capacité de rétention d'eau:	à partir de 26 l/m ²

* le lest nécessaire et le poids de la structure qui en résulte doivent être déterminés en fonction du site et de la géométrie du bâtiment à l'appui de calculs statiques.

À noter :

pour jauger du lest nécessaire, il faut tenir compte du poids à sec tandis que pour les calculs liés à la charpente, c'est le poids à saturation en eau qui est déterminant.

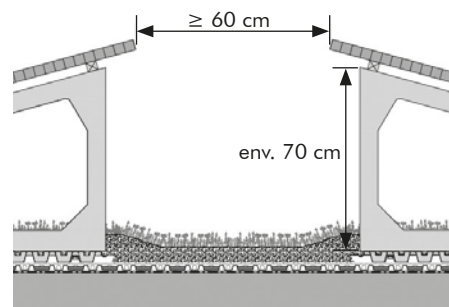
Pour le système de retenue Fallnet SB 200-Rail tenant par lestage, au moins 110 kg/m² (à sec) sont nécessaires. Autre effet de synergie de ce système puisqu'un lestage supplémentaire est nécessaire dans les zones de bords et de coins pour sécuriser l'installation solaire contre l'arrachement au vent.

« SolarVert® » avec implantation en « papillon »



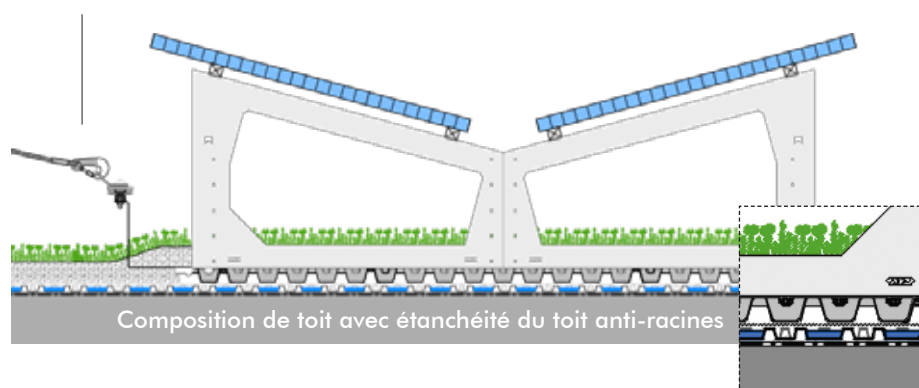
Les modules à orientation Est-Ouest peuvent être implantés en forme de « papillon » ou de « toit en bâtière ». Pour la variante en « papillon », les cadres de base sont adossés l'un à l'autre par leur petit côté, ce qui dirige les eaux de pluie au centre sur la plaque ZinCo Base solaire® SB 200 pour ensuite les répartir

de chaque côté. La surface végétalisée sous les modules est aisément accessible depuis le couloir de maintenance puisque les modules y sont implantés à env. 70 cm de la surface du substrat.



Structure du système avec l'exemple de l'implantation en « papillon »

Si nécessaire, protection contre les chutes Fallnet® SB 200-Rail



Module solaire

Cadre de base pour installation solaire

Pousses de sédums ou végétaux en micro-mottes conformément à la liste de plantes « Tapis de sédum »

Substrat de système « Tapis de sédum »
ZinCo Base solaire® SB 200, remplie
Couche de protection + couche drainante
Fixodrain® XD 20

Hauteur du système:	à partir d'env. 12 cm
Poids, à sec/à saturation d'eau:	à partir d'env. 90/120 kg/m ² *
Capacité de rétention d'eau:	à partir de 26 l/m ²

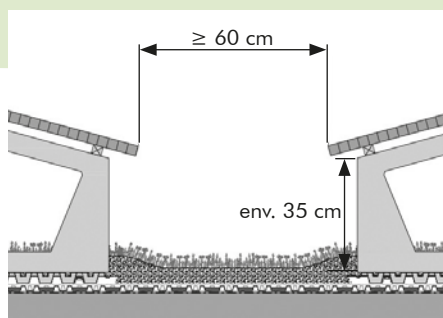
* Le lest nécessaire et le poids de la structure qui en résulte doivent être déterminés en fonction du site et de la géométrie du bâtiment à l'appui de calculs statiques.

À noter : pour jauger du lest nécessaire, il faut tenir compte du poids à sec tandis que pour les calculs liés à la charpente, c'est le poids à saturation en eau qui est déterminant.

« SolarVert® » avec implantation en « selle »

Pour le système de portant de type « Selle », deux cadres de base sont vissés sur une plaque ZinCo Base solaire® SB 200 de telle sorte que les deux cadres de base soient adossés l'un à l'autre par leur côté le plus haut.

Le bord avant des panneaux est de la sorte suffisamment éloigné de la surface du substrat pour permettre aux plantes de se développer également sous les panneaux. La neige, par ex., peut ainsi s'évacuer à travers le point haut entre les panneaux solaires.

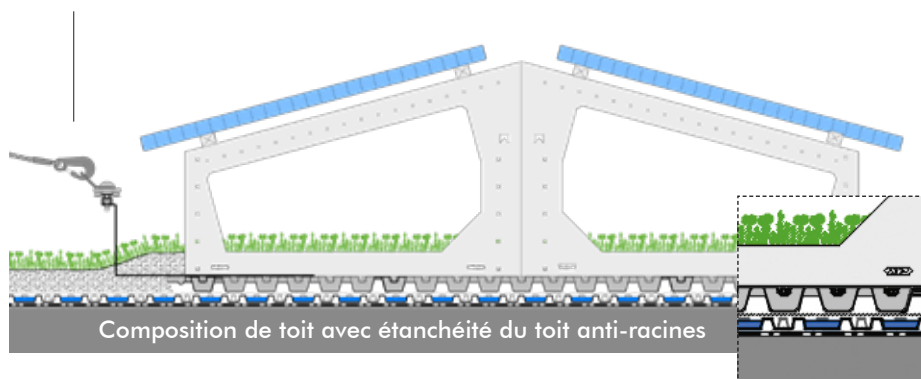


L'idéal est un portant sur lequel le bord inférieur du module se situe à env. 35 cm au-dessus de la couche végétale, évitant ainsi un ombrage par les végétaux.

Pour assurer un entretien efficace, l'espacement entre les rangées doit être d'au moins 75 cm.

Structure du système avec l'exemple de l'implantation en « selle »

Si nécessaire, protection contre les chutes Fallnet® SB 200-Rail



Composition de toit avec étanchéité du toit anti-racines

Hauteur du système:	à partir d'env. 12 cm
Poids, à sec/à saturation d'eau:	à partir d'env. 90/120 kg/m ² *
Capacité de rétention d'eau:	à partir de 26 l/m ²

* La charge nécessaire apportée par les matières de remplissage (poids à sec) pour sécuriser le positionnement de la superstructure solaire est à déterminer, à l'appui d'un justificatif statique, en fonction de l'emplacement et de la géométrie du bâtiment et doit être adaptée en conséquence. Pour les calculs liés à la charpente, c'est le poids à saturation en eau qui est déterminant.

Module solaire

ZinCo Profilé de montage solaire SMP 38/33

ZinCo Cadre de base SGR pour installation solaire (SGR 5 à SGR 45)

Pousses de sédums ou végétaux en micro-mottes conformément à la liste de plantes « Tapis de sédum »

Substrat de système « Tapis de sédum » à partir de 60 mm *

ZinCo Base solaire® SB 200, remplie Fixodrain® XD 20

« SolarVert® » avec implantation verticale des modules



« SolarVert® » avec l'implantation verticale des modules allie les avantages de l'exposition Est-Ouest et de l'exposition Sud. Un choix de plantes approprié ou des fonds clairs permettent même d'optimiser encore plus le rendement.

Les modules PV bifaces captent les rayons lumineux sur les deux faces. S'ils sont orientés au Sud avec l'axe du module,

ils atteignent leur pic de performance le matin et l'après-midi et injectent ainsi du courant tandis que la performance des installations photovoltaïques conventionnelles orientées au Sud n'est que faible.

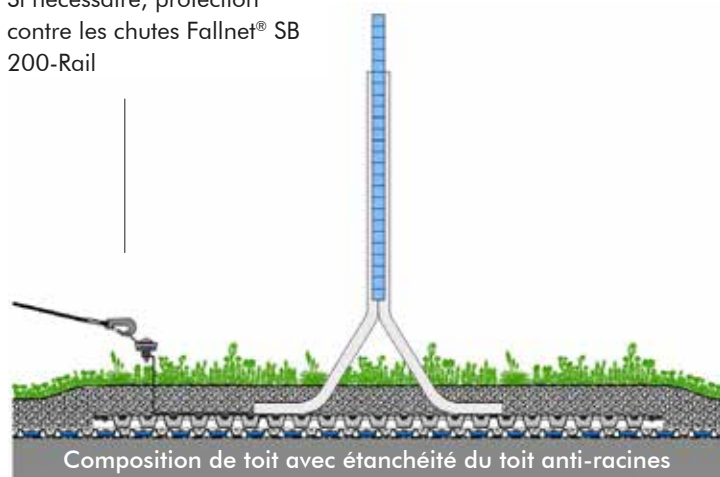
Le portant étant à la verticale, la végétation est mieux alimentée en eau et baignée de lumière. Ce portant est particulièrement adapté

aux régions où il faut s'attendre à de fortes précipitations neigeuses.

Le cadre de base SGR 90/48 pour installation solaire et SGR 90/72 en aluminium a été spécifiquement conçu pour le montage de modules bifaces et il est compatible avec la ZinCo Base solaire® SB 200.

Structure du système avec l'exemple de l'implantation à la « verticale »

Si nécessaire, protection contre les chutes Fallnet® SB 200-Rail



Hauteur du système :	à partir d'env. 12 cm
Poids, à sec/à saturation d'eau :	à partir d'env. 90/120 kg/m²*
Capacité de rétention d'eau :	à partir d'env. 26 l/m²

* Le lest nécessaire et le poids de la structure qui en résulte doivent être déterminés en fonction du site et de la géométrie du bâtiment à l'appui de calculs statiques. À noter : pour jauger du lest nécessaire, il faut tenir compte du poids à sec tandis que pour les calculs liés à la charpente, c'est le poids à saturation en eau qui est déterminant.



Panneau solaire biface

Cadre de base SGR 90 pour installation solaire

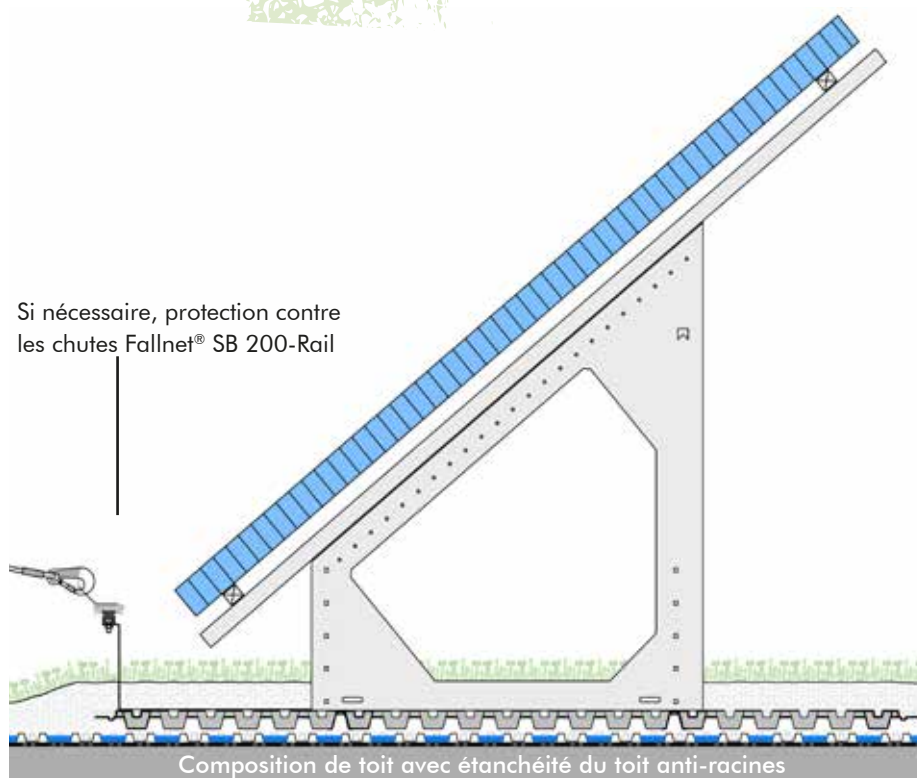
Pousses de sédums ou végétaux en micromottes conformément à la liste « Tapis de sédum »
Substrat de système « Tapis de sédum » *
ZinCo Base solaire® SB 200, remplie Fixodrain® XD 20

La thermie solaire sur les toitures végétalisées

La plupart des installations thermiques solaires peuvent fonctionner sur un toit végétalisé. Contrairement aux installations photovoltaïques, les capteurs solaires thermiques (collecteurs plats ou collecteurs à tubes sous vide) se positionnent à un état plus pentu sur le toit, en règle générale à 40°–45°. Les cadres de base requis à cet effet sont fabriqués pour s'ajuster à la configuration de l'objet.



Structure du système avec l'exemple de la « thermie solaire »



Capteurs solaires thermiques **

ZinCo Profilé de montage solaire
SMP 38/33

ZinCo Cadre de base SGR pour
installation solaire (SGR 30 à SGR 45)

Pousses de sédums ou végétaux en
micromottes conformément à la liste de
plantes « Tapis de sédum »
Substrat de système « Tapis de sédum », à
partir de 60 mm*
ZinCo Base solaire® SB 200, remplie
Fixodrain® XD 20

Hauteur du système :	à partir d'env. 12 cm
Poids, à sec/à saturation d'eau :	à partir d'env. 90/120 kg/m ² *
Capacité de rétention d'eau :	à partir d'env. 26 l/m ²

* La charge nécessaire apportée par les matières de remplissage (poids à sec) pour sécuriser le positionnement de la superstructure solaire est à déterminer, à l'appui d'un justificatif statique, en fonction de l'emplacement et de la géométrie du bâtiment et doit être adaptée en conséquence. Pour les calculs liés à la charpente, c'est le poids à saturation en eau qui est déterminant.

** Veuillez respecter la notice de montage
du fabricant.

Protection contre les chutes avec Fallnet® SB 200-Rail, parce que la sécurité prime avant toute chose !

Pour les travaux sur les toits plats, parmi lesquels il faut compter les opérations de maintenance des installations solaires, il est nécessaire de prévoir des dispositifs permettant d'éviter les chutes des personnes, généralement à partir d'une hauteur de chute de 2,00 m. À cet effet, les points d'ancrage individuels ne constituent en règle générale pas une solution appropriée car les installations solaires occupent pour la plupart l'espace proche de la rive de toit.

Dans de telles configurations, le dispositif d'ancrage Fallnet® SB 200-Rail offre une solution. Il a été spécialement conçu pour être utilisé en association avec la ZinCo Base solaire® SB 200.

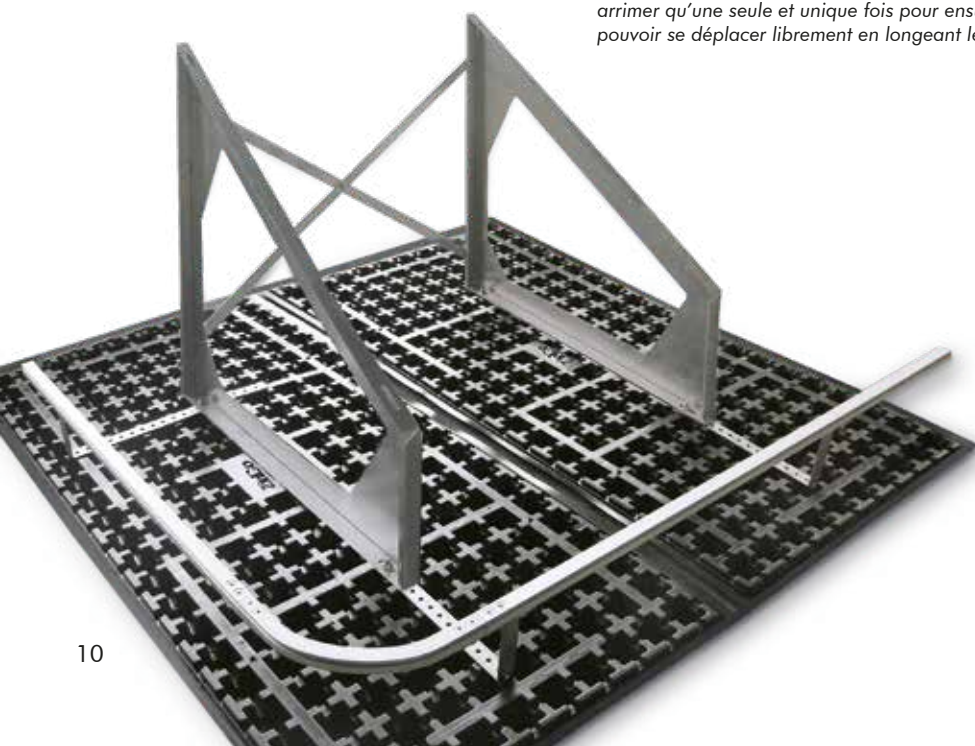
La périphérie déjà en place appartenant à l'installation photovoltaïque est alors mise à contribution pour le dispositif d'ancrage. Il suffit de compléter l'ensemble par un rail, un support de rail et, si nécessaire, d'autres accessoires à choisir en fonction de l'objet. C'est un moyen rapide et économique de réaliser une protection contre les chutes à la fois efficace et simple à utiliser, qui plus est qui s'intègre de façon optimale au paysage de la toiture.



Le suiveur horizontal mobile pour l'équipement de protection individuelle est un gage d'ergonomie maximal puisque l'utilisateur n'a besoin de s'y arrimer qu'une seule et unique fois pour ensuite pouvoir se déplacer librement en longeant le rail.



Montage sans perçage du toit puisque le lest requis peut être réalisé avec du Zincolit®, du substrat de système ou une autre matière en vrac appropriée.



Afin d'exploiter du mieux possible la surface en toiture, les installations solaires sont en règle générale implantées jusqu'à très près du bord du toit. Avec Fallnet® SB 200-Rail, les travaux peuvent être réalisés en toute sécurité dans la zone de rive.

Le solaire avec Fallnet® ASG – le garde-corps filigrane de maintenance, à pose sans perçage de l'étanchéité

Le choix d'une solution collective de protection contre les chutes comme Fallnet ASG présente l'avantage de sécuriser de façon égale toutes les personnes intervenant sur le toit.

Ce garde-corps s'installe soit à la verticale, soit incliné et s'associe bien avec la Base solaire® SB 200. Fallnet ASG est un dispositif convainquant parce qu'il

est d'une manipulation aisée, d'un faible poids et d'une très haute stabilité et qu'il s'installe, ce va de soi, sans perçage, c'est-à-dire qu'il est maintenu par le seul poids de la végétalisation.

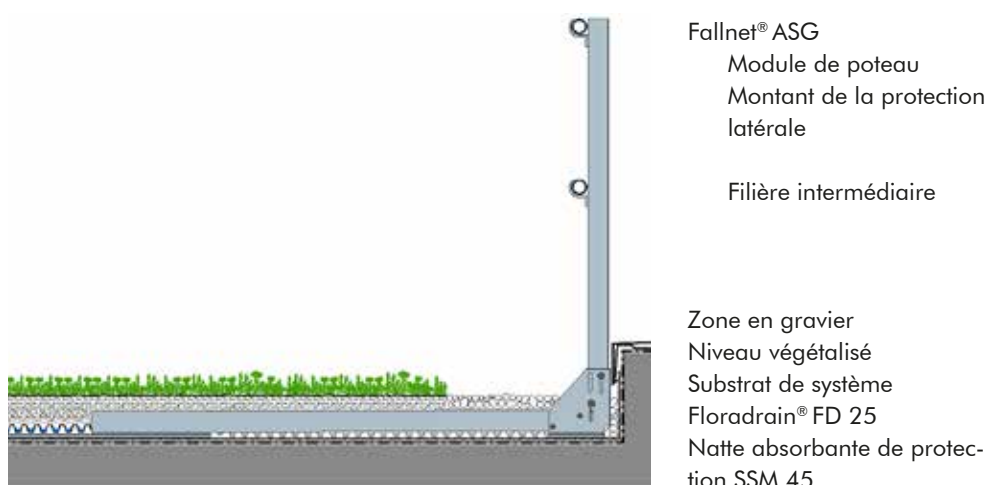
Il présente un faible nombre de composants, d'où son montage rapide selon un écartement librement réglable entre les poteaux pouvant aller jusqu'à 2,6 m, ce

qui en fait un système particulièrement approprié pour les parcours longs et les gros projets. Le système complet peut s'installer à l'aide d'un seul et même outil : une visseuse sans fil.

Les petites irrégularités de niveau peuvent être compensées par un réglage en hauteur. **Le garde-corps Fallnet® ASG est certifié par l'organisme Dekra.**

Aperçu des avantages :

- Répond aux exigences de l'ARGEBAU et de la DGUV (assurance sociale allemande des accidents du travail et maladies professionnelles).
- Montage rapide
- Pas de fortes charges ponctuelles
- Aucun perçage du toit
- Conforme à EN 13374 classe A
- Utilisable sur toits plats avec une pente jusqu'à 5°
- Le système de végétalisation du toit sert de lestage
- S'intègre rapidement et aisément quel que soit le support



Des solutions durables et techniquement parfaites !

Le présent guide de planification vous fournit un aperçu général de la technique permettant l'utilisation de l'énergie solaire sur les toits végétalisés.

Nos conseillers techniques spécialisés se tiennent bien évidemment à vos côtés pour l'élaboration spécifique et la concrétisation de vos projets de construction : depuis la phase de planification jusqu'à la rédaction des textes de soumission correspondants qui listent les prestations.



Vous pouvez télécharger des guides d'aide à la conception correspondants directement sur www.zinco.fr/download

Assistance ZinCo

Tél : +33 4 27 44 51 50

Mail : bureau@zinco.fr



Bild: Stadtwerte Weilheim i.OB



ZinCo SAS • 9-13 Rue des Cuirassiers • 69003 Lyon
Téléphone 04 27 44 51 50 • bureau@zinco.fr • www.zinco.fr • www.zinco.fr