

VMZ Photovoltaïque souple

Systemes de couverture en zinc avec panneaux photovoltaïques à silicium cristallin ou amorphe intégrés.

Guide de prescription et de pose



Présentation et domaine d'emploi

Systèmes de couverture en VMZ Joint debout ou VMZ Tasseaux dont les bacs sont pré façonnés et équipés de panneaux solaires photovoltaïques :

- soit à silicium mono cristallin
- soit à silicium amorphe triple jonction.

Description Les panneaux photovoltaïques souples sont assemblés industriellement avec les bacs en zinc par collage. Le collage est réalisé sur toute la surface de l'interface entre le panneau solaire et le zinc.

Les bacs sont pré-cablés en sous face et prêts à l'emploi.

Le système est utilisable pour le raccordement au réseau électrique ou pour une application autonome.

Domaine d'emploi Couvertures ventilées VMZ Joint debout ou VMZ Tasseaux conformes aux prescriptions du DTU 40.41 ou à l'Avis Technique n° 05/08-1997 VMZ Patte monovis (et ses mises à jour).
Altitude < 900 m (climat de plaine)
Bord de mer : au cas par cas.

Pentes Pente minimum 5 %
Pente maximum 173 %.

Il est nécessaire de vérifier et de nettoyer au moins une fois par an les panneaux à l'eau claire, sans haute pression.

Cintrage des panneaux En respectant les pentes minimales citées ci-dessus, le rayon de cintrage naturel convexe minimum est de 10 m. Le cintrage concave et le pré-cintrage ne sont pas autorisés.
En cintrage, la densité des pattes de fixation est augmentée (détails page 14).

Description des composants

Zinc utilisé pour la couverture à joint debout ou à tasseaux

	Panneaux souples à silicium cristallin	Panneaux souples à silicium amorphe
Aspects	QUARTZ-ZINC®, ANTHRA-ZINC®	QUARTZ-ZINC®, ANTHRA-ZINC®, PIGMENTO®
Épaisseurs	0,65 mm - 0,7 mm (PIGMENTO® 0,7 mm uniquement)	
Largeur développée	500 mm	

Les bacs à joint debout sont disponibles pour une pose de gauche à droite ou de droite à gauche, ainsi qu'en bacs symétriques mâle/mâle ou femelle/femelle selon les besoins.

Panneaux photovoltaïques

- Les spécifications électriques des panneaux photovoltaïques sont basées sur des mesures faites selon des procédures d'essais normalisées, **STC** (Standard Test Conditions), correspondant à un ensoleillement de 1000 W/m², un coefficient air/masse AM de 1,5, et une température stabilisée de cellule à 25°C.
- Les caractéristiques des panneaux photovoltaïques sont parfois mesurées selon des conditions **SOC** (Standard Operating Conditions) correspondant à un ensoleillement de 800 W/m², un coefficient air/masse AM de 1,5, une température ambiante de 20°C, une température **NOCT** (Normal Operating Cell Temperature) de cellule et enfin un vitesse de vent de 1 m/s. Les conditions STC étant différentes des conditions réelles de fonctionnement des panneaux, les performances obtenues diffèrent également.

Les grandeurs électriques sont définies comme suit :

Isc = Intensité (courant) de court-circuit en ampères (A)

Voc = Tension en circuit ouvert en volts (V)

Im = Intensité (courant) à puissance maximale en ampères (A)

Vm = Tension à puissance maximale en volts (V)

Pm = Puissance maximale sous STC en Watt crêtes (Wc)

Panneaux photovoltaïques à silicium monocristallin

Les panneaux photovoltaïques à silicium monocristallin présentent un haut rendement garanti (conditions STC) :

- minimum de 90 % jusqu'à 10 ans*
- minimum de 80 % de 11 ans jusqu'à 25 ans*.

* Suivant la date d'achat du bac.

La tension d'un champ de bacs VMZ Photovoltaïque souple cristallin connectés en série ne doit pas excéder 1000 V (courant continu, tension à vide ou en fonctionnement).

■ **Panneau photovoltaïque à silicium monocristallin 93 Wc et de tolérance + 3 % / - 0 % (*)**

Les caractéristiques électriques selon tests normalisées (STC) sont données dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 1 : Caractéristiques électriques STC - 1000 W/m²

Isc (A)	Voc (V)	Im (A)	Vm (V)	Pm (Wc)	Rendement
8,21	15,28	7,8	11,93	93	13,7 % (**)

(*) Mesure indicative

(**) Rendement du module. Il correspond à un rendement de 17,2 % de la cellule photovoltaïque.

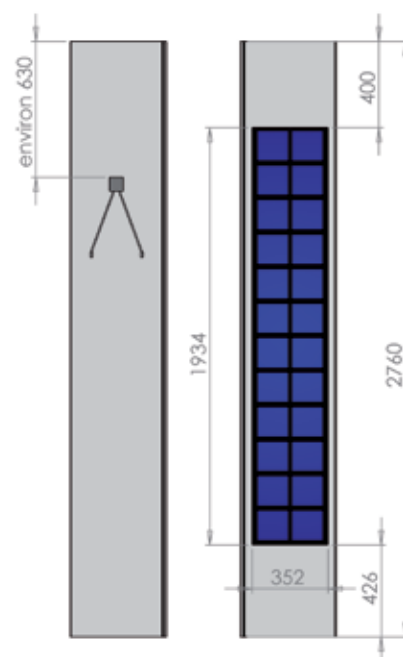


Fig.1 : Bac en zinc standard joint debout équipé d'un panneau photovoltaïque 93 Wc (cotes en mm, développé largeur 500 mm)

Description des composants

La puissance peut atteindre jusqu'à 112 Wc/m² de couverture (conditions STC) (hors surfaces accidents de toiture et jonctions transversales).

Le panneau photovoltaïque est équipé de 24 cellules à silicium mono-cristallin de 6 pouces.

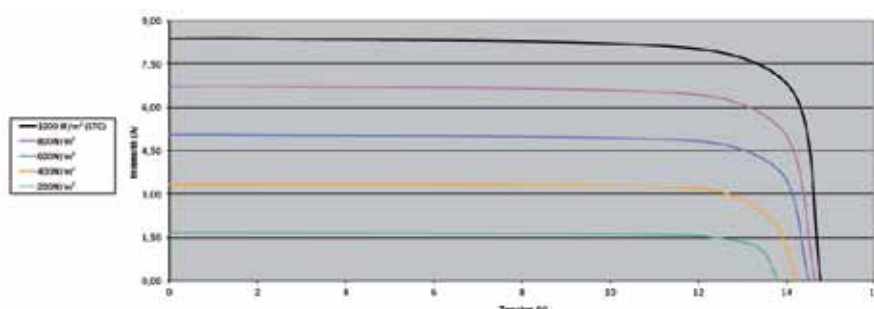
Le boîtier de jonction électrique situé en arrière du bac de couverture est équipé de deux diodes by-pass, permettant de protéger de la surchauffe les cellules d'une rangée ne fonctionnant pas (ombre, feuille...) tout en permettant à l'autre rangée de cellules de fonctionner, ainsi que les autres panneaux photovoltaïques connectés en série au sein d'un même champ de capteurs.

L'élévation de la température du panneau photovoltaïque à un effet sur ses performances électriques (STC) selon le tableau ci-dessous :

Tableau 2 : Coefficients de perte en température par °C (appliqués aux caractéristiques STC)

Isc	Voc	Im	Vm	Pm
-4,225 mA/°C	-52,5 mV/°C	+4,842 mA/°C	-36,89 mV/°C	-0,432 mWc/°C

Fig. 2 : Courbes courant-tension du panneau photovoltaïque 93 Wc à silicium monocristallin



Le graphique ci-contre représente le comportement électrique du panneau lorsque la valeur de l'ensoleillement diminue par tranche de 200 W/m² (informations utiles pour le concepteur du circuit électrique).

Tableau 3 : Poids des bacs équipés d'un panneau en silicium monocristallin 93 Wc (calculés avec double agrafures de 180 mm)

Epaisseur du zinc (mm)	0,65	0,7
Poids bac zinc équipé d'1 panneau 93 Wc (Kg)	13,5	14,0
Poids indicatif au m ² de couverture joint debout (Kg)	12,8	13,2
Poids indicatif au m ² de couverture tasseaux relevé 35 mm (Kg)	11,4	11,7
Poids indicatif au m ² de couverture tasseaux relevé 45 mm (Kg)	11,9	12,1

Il convient au maître d'ouvrage de s'assurer que la structure porteuse est dimensionnée en conséquence.

Description des composants

Panneaux photovoltaïques à silicium monocristallin (suite)

■ Double panneau photovoltaïque à silicium monocristallin 2 x 93 Wc

Le bac est composé de deux panneaux photovoltaïques indépendants de 93 Wc chacun. Les caractéristiques électriques selon tests normalisées (STC) de chaque panneau photovoltaïque sont celles mentionnées dans le tableau 1. Les coefficients de perte en température pour chaque panneau 93 Wc sont ceux du tableau 2.

Tableau 4 : Poids des bacs équipés de deux panneaux silicium monocristallin 93 Wc (calculés avec des doubles agrafures de 180 mm)

Epaisseur du zinc (mm)	0,65	0,7
Poids bac zinc équipé de 2 panneaux 93 Wc (Kg)	25,2	26,0
Poids indicatif au m ² de couverture joint debout (Kg)	13,3	13,7
Poids indicatif au m ² de couverture Tasseaux relevé 35 mm (Kg)	11,9	12,3
Poids indicatif au m ² de couverture Tasseaux relevé 45 mm (Kg)	12,1	12,6

Il convient au maître d'ouvrage de s'assurer que la structure porteuse est dimensionnée en conséquence.

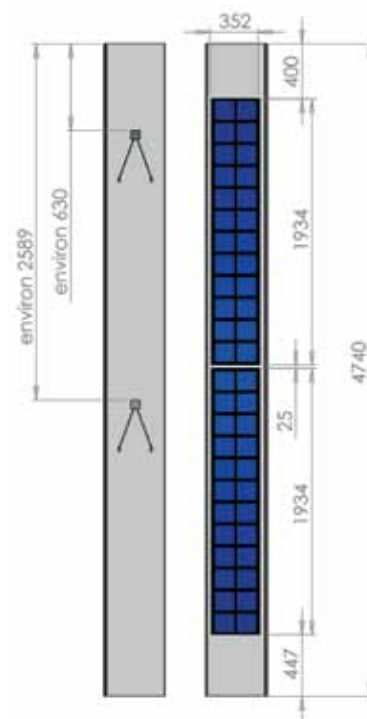


Fig. 3 : Bac en zinc standard joint debout équipé de 2 panneaux photovoltaïques 93 Wc (cotes en mm, développé largeur 500 mm)

Panneaux photovoltaïques à silicium amorphe

Les panneaux photovoltaïques à silicium amorphe triple jonction présentent un rendement garanti (conditions STC) :

- minimum 90 % jusqu'à 10 ans*
- minimum 80 % de 11 ans jusqu'à 25 ans*.

* Suivant la date d'achat du bac.

La tension d'un champ de bacs VMZ Photovoltaïque souple amorphe connectés en série ne doit pas excéder 1000 V (courant continu, tension à vide ou en fonctionnement).

■ Panneau photovoltaïque à silicium amorphe 68 Wc

Les caractéristiques électriques selon tests normalisées (STC et SOC) sont données dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 5 : Caractéristiques électriques STC - 1000 W/m²

Isc (A)	Voc (V)	Im (A)	Vm (V)	Pm (Wc)	Rendement
5,1	23,1	4,13	16,5	68	6,1 %

La puissance peut atteindre jusqu'à 56 Wc/m² de couverture (sans prendre en compte les accidents de toiture et les jonctions transversales).

Tableau 6 : Caractéristiques électriques SOC - NOCT de 46°C - 800 W/m²

Isc (A)	Voc (V)	Im (A)	Vm (V)	Pm (W)	Rendement
4,1	21,1	3,42	15,4	53	5,9 %

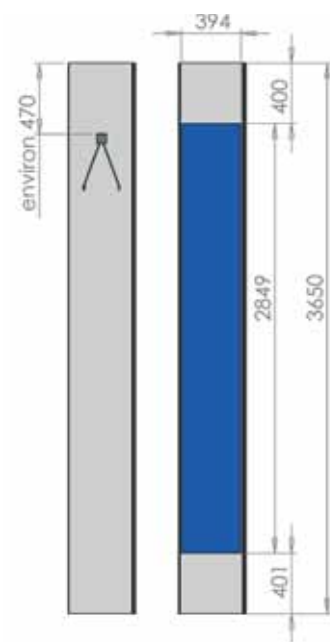


Fig. 4 : Bac en zinc standard joint debout équipé d'un panneau photovoltaïque 68 Wc (cotes en mm, développé largeur 500 mm)

Description des composants

Le panneau photovoltaïque est équipé de 11 cellules à silicium amorphe. Chaque cellule est équipée d'une diode by-pass, permettant de la protéger de la surchauffe si cette dernière ne fonctionne pas (ombre, feuille...) tout en permettant aux autres cellules de continuer à fonctionner.

Le boîtier de jonction électrique est situé en sous-face du bac de couverture.

L'élévation de la température du panneau photovoltaïque a un effet sur ses performances électriques (STC) selon le tableau ci-dessous :

Tableau 7 : Coefficient de perte en température par °C (écarts par rapport aux conditions STC)

Isc	Voc	Im	Vm	Pm
-5,1 mA/°C	-88 mV/°C	+4,1 mA/°C	-51 mV/°C	-143 mWc/°C

Pendant les 8 à 10 premières semaines de fonctionnement, la production électrique dépasse les valeurs spécifiées. Le rendement effectif peut donc être supérieur de 15 % à la valeur annoncée, le voltage supérieur de 11 %, et l'intensité du courant supérieure de 4 %. L'onduleur doit être dimensionné en conséquence.

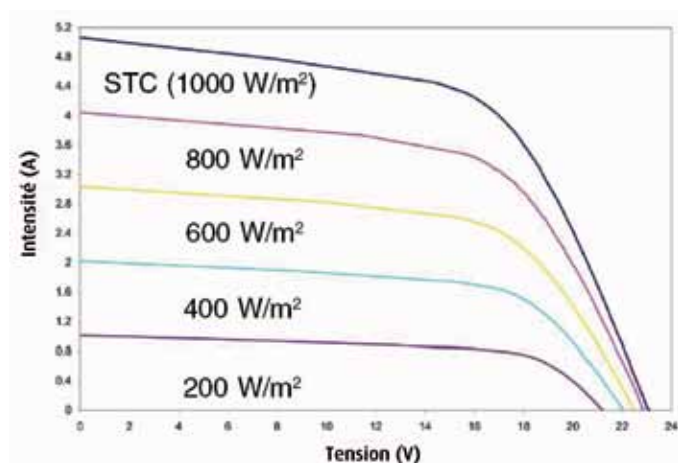


Fig. 5 : Courbes courant-tension du panneau photovoltaïque 68 Wc à silicium amorphe

Le graphique ci-contre (Fig. 5) représente le comportement électrique du panneau lorsque la valeur de l'ensoleillement diminue par pas de 200 W/m² (informations utiles pour le concepteur du circuit électrique).

Tableau 8 : Poids des bacs d'un panneau en silicium amorphe 68 Wc (calculés avec des doubles agrafures de 180 mm)

Épaisseur du zinc (mm)	0,65	0,7
Poids bac zinc équipé d'un panneau 68 Wc (Kg)	12,5	13,1
Poids indicatif au m ² de couverture joint debout (Kg)	8,6	9,0
Poids indicatif au m ² de couverture Tasseaux relevé 35 mm (Kg)	7,7	8,1
Poids indicatif au m ² de couverture Tasseaux relevé 45 mm (Kg)	7,9	8,3

Il convient au maître d'ouvrage de s'assurer que la structure porteuse est dimensionnée en conséquence.

Description des composants

Bacs en zinc équipés de panneaux photovoltaïques

Le choix des bacs zinc photovoltaïques est déterminé lors de l'étude de calepinage de la couverture, en fonction des contraintes de conception (objectifs de performance), des singularités du projet (surfaces disponibles), et des exigences esthétiques d'intégration. Le(s) boîtier(s) de jonction électrique se trouve(nt) en sous face des bacs de manière à assurer une intégration complète invisible dans l'épaisseur du support de couverture. Chaque boîtier de jonction est équipé de deux câbles spéciaux, chacun de longueur 30 cm avec connectiques mâle ou femelle de type MC3 (réf. YUKITA YS-236 et YS-237). Les parties non recouvertes en pied et en tête du bac en zinc permettent la réalisation des jonctions ou finitions de couverture.

Plusieurs configurations de bacs sont disponibles.

Tableau 13 : Configurations des bacs zinc photovoltaïques

		Souple cristallin		Souple amorphe
Longueurs (mm)		2760	4740	3650
Entraxes utiles (mm)	Joint debout profil 1	430		
	Tasseaux hauteur 35	480		
	Tasseaux hauteur 45	470		
Puissance crête (Wc)		93	186	68
Nombre de panneaux photovoltaïques		1 x 93 Wc	2 x 93 Wc	1 x 68 Wc
Longueur zinc en tête du panneau (mm)		400		
Longueur zinc en pied du panneau (mm)		426	447	401

Boîtiers de jonction électriques et câbles

Les boîtiers ont pour dimensions 68 x 77,5 x 20 mm et sont certifiés TÜV. Chaque boîtier est fixé par collage sous le bac en zinc. Les connexions électriques situées à l'intérieur du boîtier reliant le panneau solaire photovoltaïque à ces câbles de sortie sont protégées par un isolant électrique spécifique injecté dans le boîtier. Ainsi le boîtier est étanche selon le protocole IP 67.

L'ensemble est équipé de 2 x 30 cm de câble spécial solaire de section 4 mm² (câble cuivre étamé mono conducteur certifié TÜV) dont les connectiques sont prêtes à clipser (type MC3).

Accessoires

Gamme complète d'accessoires de VMZINC® pour tous types de finition propres aux systèmes VMZ Joint debout et VMZ Tasseaux.

Nota

Les systèmes photovoltaïques souples comprennent :

- 1 boîtier de jonction
- 2 câbles de 30 cm avec connectiques.

Ne sont pas fournis : Onduleurs, rallonges, sectionneurs, accessoires, etc. que l'on peut s'approvisionner par ailleurs chez les distributeurs spécialisés.

Etude de dimensionnement

Le choix du type de panneaux photovoltaïques à utiliser dépend avant tout de la puissance à mettre en œuvre et de la surface de couverture disponible. Il dépend également du type de climat, de la position géographique du site, du budget et de considérations esthétiques.

En ensoleillement direct (proche des conditions STC - voir caractéristiques des panneaux), les rendements du silicium monocristallin et silicium amorphe se rapprochent de leur maximum :

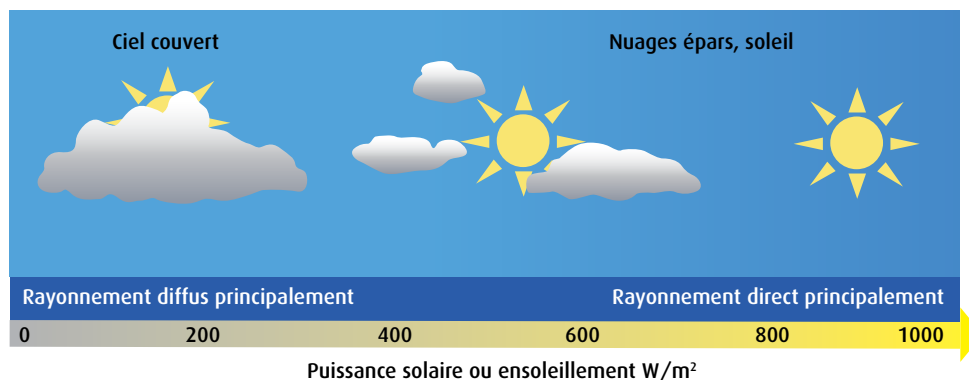
Nota

Le rendement correspond au pourcentage de conversion du rayonnement en énergie électrique.

Souple cristallin	Souple amorphe
13,80 %	6,1 %

En lumière diffuse et faible, le rendement est réduit d'environ 60 % pour le monocristallin et de 55 % pour l'amorphe.

Fig. 8 : Nature du rayonnement selon la puissance solaire



Certifications

Les panneaux photovoltaïques souples cristallins font l'objet d'une certification électrique NF EN 61215 et NF EN 61730-2, ainsi qu'une procédure pass'innovation du CSTB.

L'inclinaison et l'orientation des panneaux photovoltaïques ont une influence sur leur production électrique car l'énergie du soleil reçue dans le plan des panneaux est alors différente.

Ces données ainsi que les effets de masques (ombres) doivent être prises en compte pour le calcul de la production électrique annuelle que les panneaux photovoltaïques pourront fournir. On considère que d'une année sur l'autre, l'énergie solaire totale reçue est constante.

A titre d'exemple, le disque solaire (Fig. 9) représente les rendements d'ensoleillement sur un site géographique donné (Lyon) en fonction de l'orientation et de l'inclinaison des panneaux.

Ce type de données aide à la conception d'un champ de capteurs. Les algorithmes de calculs utilisés pour réaliser un tel disque solaire se retrouvent dans les logiciels de calcul (tels que PVGIS, PVSOL, PVSYST) communément utilisés par la profession.

VMZ Photovoltaïque souple

L'estimation du nombre de bacs zinc photovoltaïques nécessaires en fonction de la puissance crête recherchée ainsi que le calcul de l'estimation de la production annuelle peuvent être réalisés par Umicore.

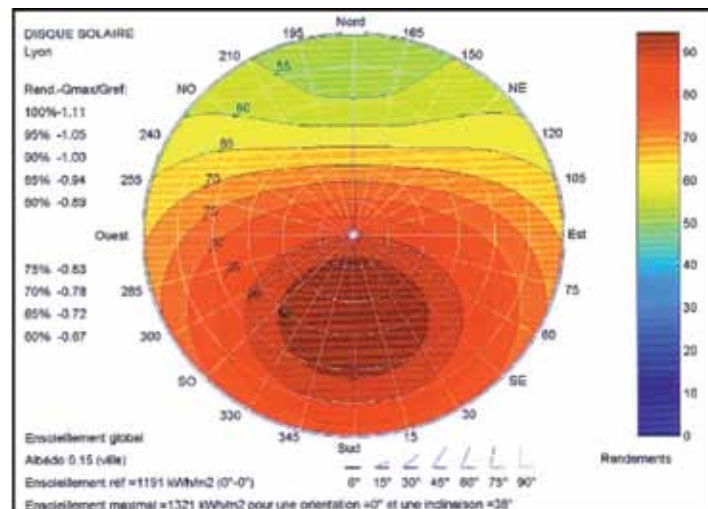
A titre d'information, l'estimation de production d'électricité annuelle peut être rapidement déterminée par la formule suivante :

$$E_{pv} = H_i \times P_o \times C$$

- E_{pv} (kWh/an) = Energie totale annuelle délivrée par les panneaux photovoltaïques
- H_i ((kWh/kWc)/an) = Energie solaire incidente annuelle reçue dans le plan des panneaux solaires (orientés plein Sud et inclinés à 30°). Valeurs données en tableau 14.
- C = Coefficient de correction à appliquer selon l'orientation et l'inclinaison. Les coefficients sont données au tableau 15.
- P_o = Puissance crête totale exprimée en kWc.
- Tension = La tension d'un champs de bacs VMZ Photovoltaïques souples (cristallin ou amorphe) connecté en série ne doit pas excéder 1000 volts (courant continu).

Le nombre de panneaux VMZ Photovoltaïques maximal en série doit être vérifié à partir des données du projet (météo, exposition, inclinaison...) et à partir des tensions (STC) des panneaux en circuit ouvert (V_{co}) qui en résultent.

Fig. 9 : Exemple de disque solaire (Lyon) permettant de sélectionner les meilleures orientations et inclinaisons afin de produire un maximum d'électricité



On se positionnera dans les meilleures dispositions possibles pour limiter les pertes d'ensoleillement et les effets de masques :

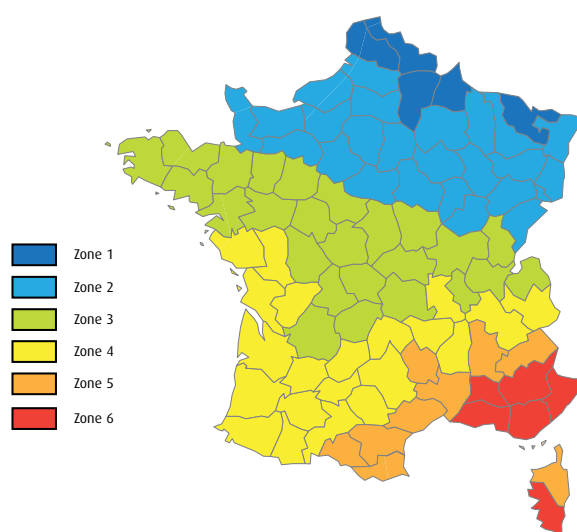
- privilégier les orientations comprises entre sud est et sud ouest
- disposer les panneaux sur des pentes comprises entre 5 et 60°
- éviter les surfaces ombragées aux heures de plus fort ensoleillement.

Etude de dimensionnement

Tableau 14 : Valeurs d'ensoleillement en France par département. Source Joint Research Centre (JRC), ISPRA (IT)

Zone	Départements	Kwh/kwc
1	02-08-57-59-62-80	900
2	10-14-21-25-27-28-45-50-51-52-54-55-60-61-67-68-70-75-76-77-78-88-89-90-91-92-93-94-95	1000
3	01-03-18-19-22-23-24-29-35-36-37-39-41-44-49-53-56-58-63-69-71-72-74-86-87	1100
4	07-12-15-16-17-31-32-33-38-40-42-43-46-47-64-65-73-79-81-82-85	1200
5	05-06-09-11-2B-26-30-34-48-66	1300
6	04-13-2A-83-84	1400

Fig. 10 : Zones d'ensoleillement en France des panneaux photovoltaïques sous orientation plein sud et inclinaison 30° - Source Joint Research Centre (JRC), ISPRA (IT)



Les valeurs indiquées dans le tableau tiennent compte de la typologie de l'installation (perte au niveau des onduleurs, câbles...communément admises par un coefficient réducteur de 0,75 pour les installations intégrées ventilées)

Tableau 15 : Coefficients de correction (C) selon orientation et inclinaison

	0°	30°	45°	60°
Est	0,93	0,90	0,84	0,78
Sud Est	0,93	0,96	0,92	0,88
Sud	0,93	1,00	0,96	0,91
Sud Ouest	0,93	0,96	0,92	0,88
Ouest	0,93	0,90	0,84	0,78

Une fois l'orientation et l'inclinaison choisies, le nombre de bacs définis et l'estimation de production électrique annuelle donnée, une étude de conception de l'installation électrique complète est nécessaire. Elle doit être faite par l'intermédiaire d'un bureau d'études spécialisé à la charge du maître d'ouvrage (disposition des champs de capteurs, effets de masques et d'albédo*, type et nombre d'onduleurs, plan de cheminement des câbles...).

* albédo : apport de lumière par réflexion

Etude de dimensionnement

La conception du champs de panneaux photovoltaïques et les dispositions de câblage relèvent de la responsabilité de l'équipe de conception qui doit comprendre un bureau d'études spécialisé dans le domaine électrique.

Pour réduire les pertes de performance énergétique du champ photovoltaïque, et pour avoir une installation correctement dimensionnée en vue de l'injection dans le réseau EDF, il convient de respecter les principes suivants, à titre non exhaustif :

- Les champs de panneaux photovoltaïques sont généralement équilibrés en puissance pour que l'installation soit compatible avec une injection dans le réseau EDF
- Des champs de panneaux photovoltaïques connectés au même onduleur sont constitués généralement de modules photovoltaïques de voltage et technologie identique, exposés aux mêmes conditions d'ensoleillement (orientation, inclinaison).

Déclaration de l'exploitation

Le système de couverture utilisant les panneaux VMZ Photovoltaïques fait l'objet d'une procédure ADEME/CEIAB en vue de l'obtention de l'avis favorable d'«intégré bâti» (IAB) (voir www.ceiab-pv.fr).

Pour consulter les conditions et tarifs de rachats en vigueur, se rapprocher des organismes compétents.
Ex : www.developpement-durable.gouv.fr

Aide aux particuliers

Les particuliers peuvent bénéficier de nombreuses aides favorisant l'investissement dans le photovoltaïque. Pour les conditions d'obtention d'aide, se rapprocher des régions et organismes compétents.

Mise en œuvre

Informations disponibles sur le site de Quali'ENR : www.qualit-enr.org/qualipv

Au préalable de la mise en œuvre, il est nécessaire de prévoir des dispositifs de déplacement et de circulation pour les poseurs, ainsi que des dispositifs de protection des panneaux solaires. Nous conseillons aux professionnels de la couverture de se former aux métiers du photovoltaïque et d'obtenir la qualification QUALI PV BAT puis de travailler en collaboration avec une entreprise d'électricité ayant obtenue la qualification QUALI PV ELEC. Ces qualifications sont nécessaires afin de pouvoir justifier de ses compétences de poseurs de panneaux solaires auprès des organismes de contrôle, des assurances et du gouvernement (en particulier pour bénéficier du crédit d'impôts pour les clients particuliers).

Préparation du support

Un contrôle électrique avant la pose des panneaux VMZ Photovoltaïques peut être réalisé par le poseur, pour vérifier le bon fonctionnement, à l'aide d'un voltmètre par mesure du voltage en court-circuit de l'ordre de 15 v.

Le support de couverture est conforme aux prescriptions du DTU 40.41 avec une épaisseur minimale de 15 mm.

Le support doit être ajouré au droit des boîtiers de jonction électriques : découpe d'une réservation ou retrait de voliges* (Fig. 11).

*** Dans le cas du système à silicium amorphe, le retrait d'une seule volige est autorisé (afin d'éviter toute déformation du panneau solaire).**

Dans le cas de découpe d'une réservation sur les voliges, ces dernières doivent rester fixées sur au moins deux appuis. Dans le cas contraire, il convient de réaliser un chevêtre.

Il est donc préférable de s'assurer que les voliges soient toujours sur 2 appuis au moment de la conception de la charpente.

Afin de compenser la surépaisseur des boîtiers de jonction en sous face des bacs,

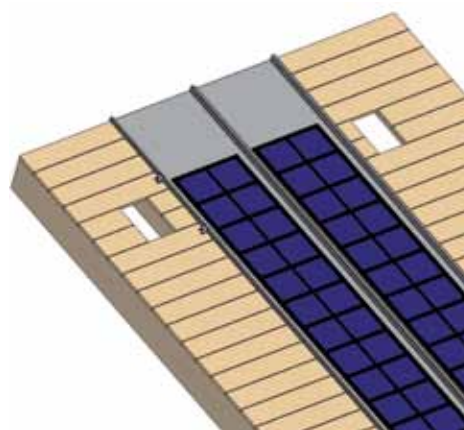


Fig. 11 : Principe de découpe de réservations

il convient :

- Soit de faire un calepinage des chevrons de manière à éviter de faire coïncider un chevron avec un boîtier de jonction
- Soit de décaler un chevron
- Soit d'utiliser une épaisseur de support minimale de 22 mm de manière à ce que le boîtier de jonction se trouve dans l'épaisseur du support.

Les distances maximales entre appuis seront déterminées en prenant en compte le tableau 2 du chapitre 5.1.3.1 du DTU 40.41 et le poids des bacs équipés de panneaux solaires photovoltaïques souples cristallin ou amorphe (cf. tableaux 3, 4, 8 et 12).

Mise en œuvre

L'adoption d'un entraxe entre supports égal à un multiple de l'entraxe entre joint debout ou tasseaux permet d'éviter de faire coïncider les chevrons et les boîtiers de jonction.

Les dimensions des réservations réalisées dans le support doivent permettre :

- la sortie des câbles électriques
- d'assurer la libre dilatation des bacs zinc
- d'absorber les tolérances de positionnement des bacs lors de la pose.

Les réservations doivent permettre le positionnement du boîtier en leur centre avec un jeu minimum de 4 cm tout autour du boîtier et un jeu 6 cm au droit de la sortie des câbles électriques, ce qui correspond à une réservation de dimensions 15 cm de large pour 18 cm dans le sens du rampant (Fig. 12).

Le boîtier peut se situer en partie fixe de la couverture ou en partie coulissante.

Ventilation La ventilation en sous-face de la couverture zinc assure, en plus de sa fonction traditionnelle d'évacuation de l'humidité et de séchage de la condensation au sein du complexe de couverture, une fonction de limitation de l'échauffement des bacs zinc photovoltaïques.

L'échauffement des panneaux photovoltaïques doit être, autant que possible, limité en raison de la baisse qu'il provoque dans la production d'électricité (voir caractéristiques des panneaux).

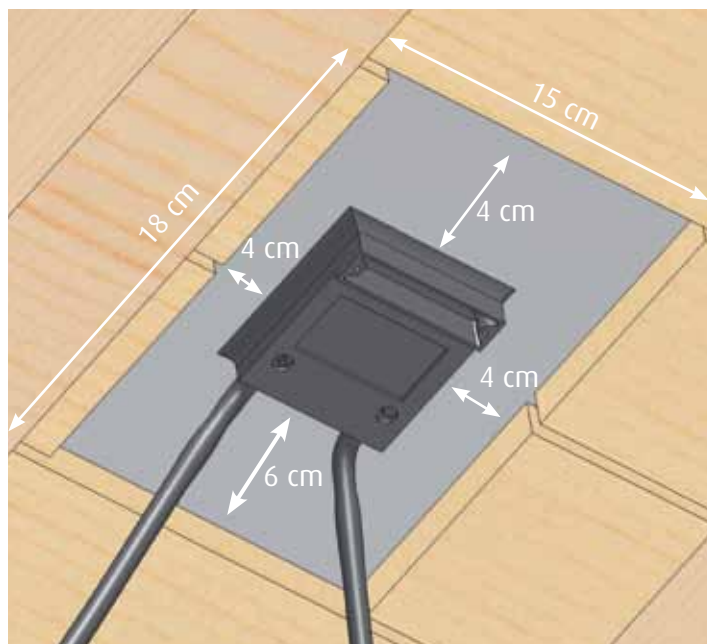


Fig. 12 : Dimensions à respecter pour la découpe d'une réservation

Dans le but de réduire l'échauffement des panneaux photovoltaïques, la hauteur de la lame d'air conseillée est de :

- 4 cm minimum pour les bacs VMZ Photovoltaïque souple amorphe. Les sections d'entrée et de sortie d'air sont celles préconisées dans le DTU 40.41.
- 8 cm minimum pour les bacs VMZ Photovoltaïque souple cristallin. Les sections d'entrée et de sortie d'air sont doublées par rapport aux préconisations du DTU 40.41.

Ces dispositions de ventilations peuvent être réalisées à l'aide des accessoires de ventilation VMZ 941 et VMZ 942 ou à l'aide de solutions traditionnelles telles que décrites dans le DTU 40-41.

Mise en œuvre

Recommandations générales

Il est important de ne pas venir exercer une pression sur les panneaux solaires supérieure à 100 Kg sur une surface de 100 cm² notamment à l'emplacement des diodes by-pass sur les bords longitudinaux des panneaux à silicium amorphe. Dans tous les cas, la surface du panneau photovoltaïque ne doit pas être endommagée, rayée ou salie. Dans ce but, on évitera de circuler sur les bacs sans dispositif de protection et de circulation. De même, tout stockage de matériel sur les bacs est interdit. Les bacs zinc photovoltaïques doivent être stockés dans leur caisse, à la verticale.

Pose de la couverture en zinc

La pose de la couverture en zinc est identique à celle d'une toiture traditionnelle ventilée conformément au DTU 40.41. On limitera autant que possible les déplacements de personnes sur les bacs zinc photovoltaïques afin de les préserver des endommagements et pour des questions de sécurité (notamment risque de glissement). Veiller à la propreté des semelles de chaussures.

En joint debout ■ Répartition des pattes de fixation fixes et coulissantes

La fixation des bacs en zinc à joint debout équipés de capteurs solaires photovoltaïques se fait par l'intermédiaire de pattes de fixation en inox de VMZINC® joint debout profil 1 conformément au DTU 40.41 ou par l'intermédiaire de pattes de fixations du système VMZ Pattes monovis selon les prescriptions de l'Avis Technique du CSTB n°05/08-1997 et ses mises à jour. L'espacement entre les pattes est déterminé en fonction de la zone de vent considérée du site, de la hauteur du faîtage et de la forme du toit conformément aux tableaux 12 et 13 et figures 69 à 71 du DTU 40.41, pour les pattes joint debout traditionnelles, ou conformément aux tableaux 2 à 5 de l'Avis Technique n° 05/08-1997 et ses mises à jour, pour le système VMZ Patte monovis.

Les pattes de fixations fixes et coulissantes ne doivent pas être fixées sur les voliges qui présentent une réservation. On fixera les pattes sur les voliges voisines qui n'ont pas été modifiées (Fig. 14).

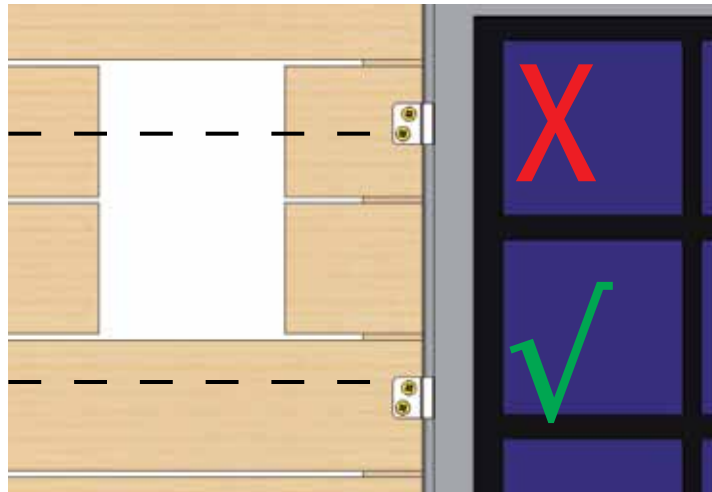


Fig. 13 : Principe de positionnement des pattes fixes autour de la réservation.

Mise en œuvre

Le positionnement des pattes de fixation fixes et coulissantes le long des bacs zinc photovoltaïques doit permettre une dilatation compatible avec celle des bacs zinc du reste de la couverture. On s'assurera pour ce faire du même positionnement de la zone fixe sur toute la largeur du rampant. On privilégiera pour ce faire un calepinage identique des pattes de fixation sur toute la largeur de la couverture.

Le nombre de pattes fixes utilisées pour la réalisation de la zone fixe est déterminé conformément aux figures 69 et 70 du DTU 40.41, pour les pattes joint debout traditionnelles, ou conformément aux tableaux 2 à 5 de l'Avis Technique n° 05/08-1997 et ses mises à jour, pour le système VMZ Patte monovis.

Les pattes de fixation sont fixées avec vis uniquement. La fixation par pointe n'est pas autorisée.

■ Sertissage des bacs zinc photovoltaïques

Les joints peuvent être sertis à la pince manuelle prévue à cet effet ou par l'intermédiaire de la sertisseuse spéciale de DIMOS pour bacs à joint debout équipés de panneaux solaires. Cette dernière permet de sertir en continu les bacs à joint debout équipés de panneaux photovoltaïques et les bacs joint debout standard (fig.14).

L'utilisation d'une sertisseuse standard dont les roues prennent appui en fond de bac sur les panneaux solaires est interdite.



Fig. 14 : Sertisseuse spéciale solaire DIMOS ref. DIPRO SRTS

En tasseaux La pose des bacs en zinc à tasseaux équipés de capteurs solaires photovoltaïques est conforme à celle d'une toiture traditionnelle zinc à tasseaux conformément au DTU 40.41. Les points fixes sont réalisés par clouage des reliefs latéraux au travers des deux pattes à tasseaux en tête de bac. La réalisation des points fixes par encoche sur les relevés est interdite.

En toitures cintrées (convexes) Les toitures cintrées seront réalisées uniquement par cintrage naturel sur chantier avec un rayon supérieur ou égal à 10 m autant en joint debout qu'en tasseaux. Le pré cintrage et le cintrage concave ne sont pas autorisés. En cintrage, l'écartement entre les pattes de fixation est réduit de 16 % de la valeur spécifiée dans le DTU 40.41 ou celle spécifiée dans l'Avis Technique du système VMZ Patte monovis n° 05/08-

1997 (et mises à jour), afin de compenser le surcroît d'effort lié au cintrage. Dans ce cas particulier, on autorise que l'entraxe entre deux pattes de part et d'autre d'une découpe de réservation dans le support soit supérieure à la valeur normalement établie de la partie courante.

VMZ Photovoltaïque souple

Raccordement des champs de bacs zinc photovoltaïques

Afin d'avoir des embouts de marque identique entre la boucle de capteurs et l'onduleur, ou pour réaliser des rallonges, il est nécessaire de remplacer les deux derniers embouts des modules par des embouts de la marque choisie par l'installateur.



Préparation de la mise en place du nouvel embout choisi



Découpe de l'embout Yukita sur le module



Exemple d'un embout MC4 (Multi Contact)

Mise en œuvre

Mise à la terre Umicore ne fournit pas de dispositif de terre pré-installé sur ses panneaux photovoltaïques. Le choix final des éléments utilisés, du positionnement de la connexion sur les modules ainsi que le plan de câblage reste de la responsabilité du détenteur du lot électricité du projet.

Chaque panneau photovoltaïque doit être relié à la terre du bâtiment. Il convient d'utiliser un câble de terre standard isolé (vert/jaune) de 6 mm². Une étude d'optimisation est en cours en vue d'alléger les contraintes de connexion individuelle.

Plusieurs méthodes de raccordement sont possibles :

■ **Relevé en faitage (ressaut) :**

Fixer une cosse en cuivre étamé sur le relevé au faitage/ressaut des modules, y souder l'embout du câble de terre qui passera par le faitage.

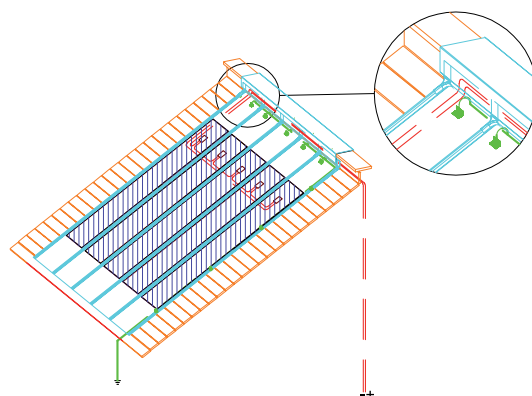
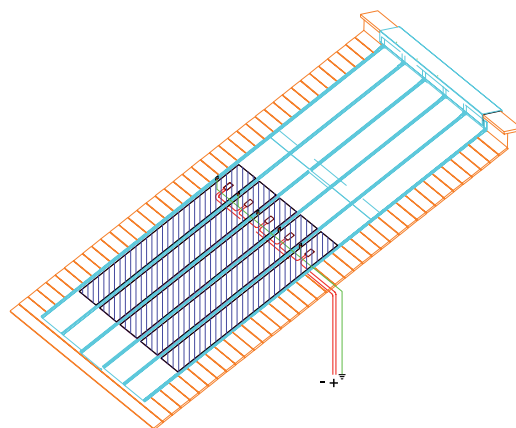
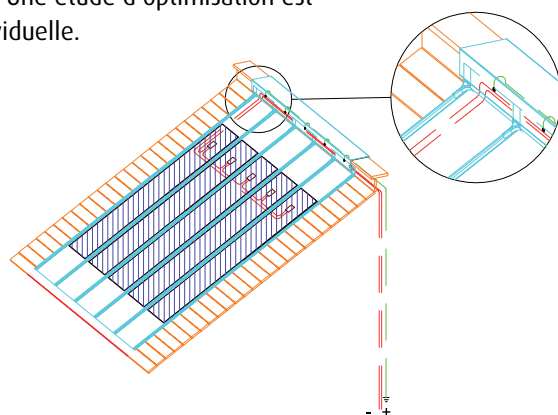
■ **Le long du relevé du joint debout/tasseaux :**

Lorsque des bacs zinc sans photovoltaïque sont interposés entre les bacs zinc photovoltaïque et le faitage, il convient de relier à la terre les bacs zinc photovoltaïque de la façon suivante : Souder une patte en zinc sur le relevé latéral de chaque module pendant la pose sur laquelle sera fixée une cosse en cuivre étamé, y souder l'embout du câble de terre qui passe sous le support de couverture. Il faut alors ménager une réservation dans le support pour y faire passer le câble de terre.

■ **A l'extérieur après la pose des modules :**

Lorsque la mise à la terre des bacs zinc photovoltaïque n'a pas été réalisée pendant la pose, il convient de relier à la terre les bacs zinc photovoltaïque de la façon suivante : Façonner des pattes zinc soudées en fond de bac juste avant le relevé de faitage/ressaut, y fixer une cosse en cuivre étamé et y souder le câble de terre qui passera le long de la finition de faitage/ressaut à l'extérieur. La ligne de terre doit rejoindre la terre du bâtiment et doit être maintenue le long du joint debout (ou tasseau) par d'autres pattes en zinc soudées pour rester immobile. Les soudures de terre faites à l'extérieur doivent être étanches.

La ligne des câbles de courant continu des modules peut se situer à un emplacement différent de la ligne des câbles de terre, la couverture zinc jouant un rôle de cage de Faraday.



Jonctions transversales & finitions

Les bacs zinc photovoltaïques sont disponibles en différentes longueurs (cf tableau 13). Les types de jonction entre les bacs de couverture seront déterminés en fonction du type de couverture (joint debout ou tasseaux), de la pente et de l'exposition de l'ouvrage. Elles pourront être du type ressaut, ou double agrafure (180 ou 250 mm) et conformes au DTU 40.41 comme un système joint debout (ou tasseaux) traditionnel.

Jonctions transversales

■ Joint debout

Dans le cas de la double agrafure (Fig. 15) :

180 mm de recouvrement :

On laisse sur le bac zinc photovoltaïque, avant mise en œuvre, au minimum :

- 245 mm de zinc en dessous du panneau photovoltaïque
- 275 mm de zinc au dessus.

250 mm de recouvrement :

On laisse sur le bac zinc photovoltaïque, avant mise en œuvre, au minimum :

- 310 mm de zinc au dessous du panneau photovoltaïque
- 345 mm de zinc au dessus.

■ Tasseaux

Dans le cas de la simple agrafure (Fig. 16), on laisse sur le bac zinc photovoltaïque, avant mise en œuvre, au minimum :

- 160 mm de zinc au-dessous du panneau photovoltaïque
- 240 mm au dessus

de manière à ne pas créer de contraintes mécaniques sur le plan de collage.

■ Finitions

■ Relevé de faîtage (Fig. 17a)

Une distance minimale doit être respectée pour éviter les effets d'ombrage.

■ Egout (Fig. 17b)

Dans le cas de l'égout ou du ressaut, le panneau photovoltaïque doit être positionné en amont de la bande d'égout mais pas au-dessus pour éviter les surépaisseurs.

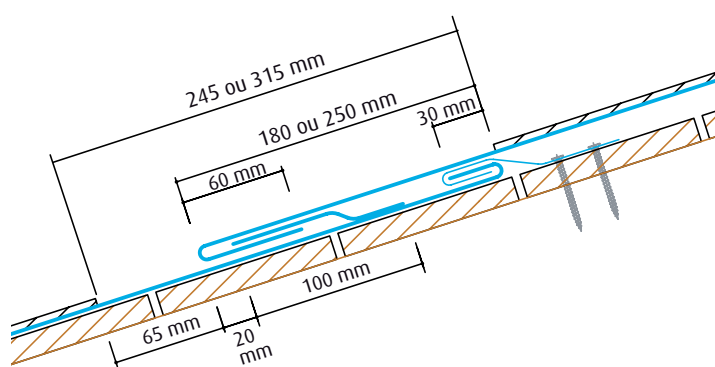


Fig. 15 : Distances minimales de zinc à respecter de part et d'autre du panneau photovoltaïque pour les doubles agrafures

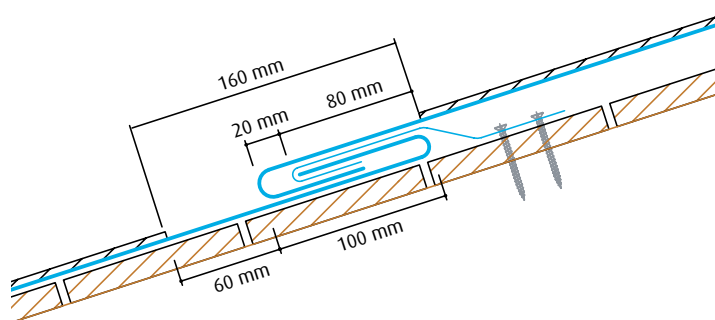


Fig. 16 : Distances minimales de zinc à respecter de part et d'autre du panneau photovoltaïque pour les simples agrafures (non autorisé en joint debout)

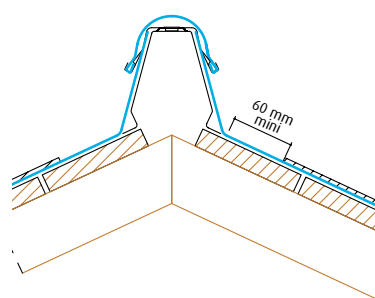


Fig. 17a : Cas du relevé de faîtage (avec VMZ 941)

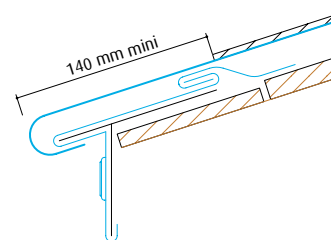


Fig. 17b : Egout

Démontabilité / maintenance

Les bacs photovoltaïques sont des équipements techniques qui nécessitent une maintenance minimale. Une vérification régulière est nécessaire pour s'assurer que la surface des panneaux reste propre afin que ces derniers fournissent la puissance électrique attendue. En cas de nécessité, procéder à un nettoyage à l'eau (hors jet haute pression).



Fig. 18 : Tenaille pour ouverture des joints debout sans coupure

Au cours de la vie de l'ouvrage, il peut être nécessaire de procéder à un démontage de bacs zinc photovoltaïques, par exemple à des fins d'inspection ou de remplacement*.

■ Pour les couvertures à joint debout

Il convient :

1. D'ouvrir les joints debout de chaque côté du panneau défaillant, sans les couper ni les endommager, à l'aide d'une tenaille pour joint debout (Fig. 18). Un pré-chauffage modéré du zinc facilitera le travail (ne pas dépasser une température de chauffe de 80° C).
2. De façonner des relevés mâles joint debout de hauteur 25 mm et de largeur 9 mm sur bacs restant en place en découpant le surplus côté relevé femelle (Fig. 19).
3. D'installer un bac zinc de remplacement spécifique avec deux relevés femelles de 45 mm de chaque côté (Fig. 20). Les bacs à joint debout de toute la lignée du bac défaillant doivent être retirés également et remplacés selon la même procédure de manière à pouvoir refaçonner correctement toute la ligne de joint debout concernée, afin d'assurer une parfaite étanchéité.

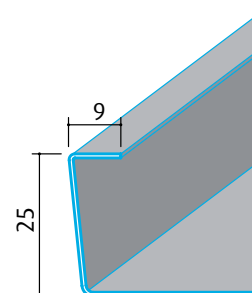


Fig. 19 : Relevé mâle d'un joint debout

* Toute transformation ou modification du champ de capteur photovoltaïque doit être prévue en respectant les règles de conception évoquées dans la partie «Etude de projet».

■ Pour les couvertures à tasseaux

Il convient :

1. De retirer les couvre-joints de tasseaux et le module défectueux
2. De désinstaller un module de remplacement identique
3. De remettre les couvre-joints de tasseaux.

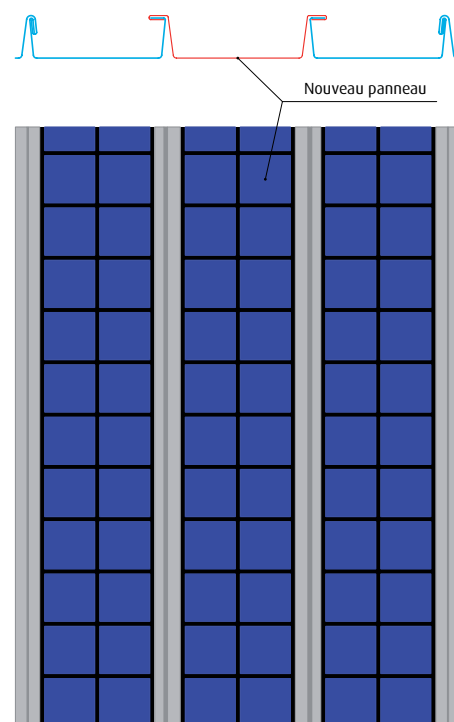


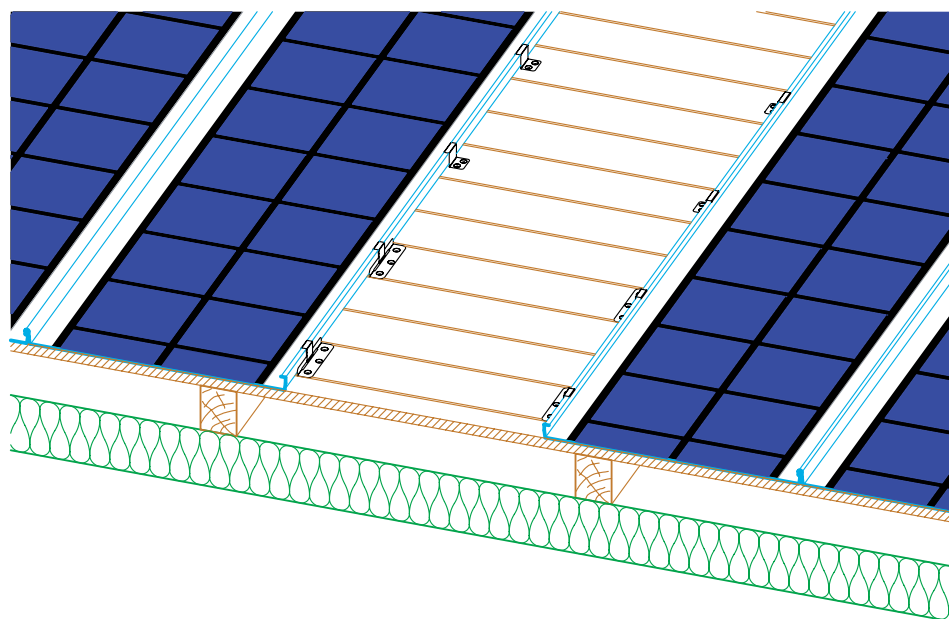
Fig. 20 : Bac de remplacement joint debout femelle/femelle

Démontabilité / maintenance

Ces opérations sont délicates et exigent un soin particulier. Notamment, pour le sertissage des joints debout refaçonnés. Les pattes de fixation en place doivent être retirées et de nouvelles pattes doivent être installées sur les relevés mâles recréés des bacs adjacents.

Pour les couvertures à tasseaux, la démontabilité des bacs est aisée. Il convient de retirer les couvre-joints de tasseaux, d'ouvrir les pattes de fixation en zinc et de retirer le bac en zinc ainsi que les jonctions éventuelles haute et basse, par agrafure, ceci pour le remplacer par un bac identique.

Fig. 21 : Installation des pattes de fixation pour les bacs joint debout de remplacement (vue en coupe)



Sécurité

Stockage

Les bacs doivent être systématiquement stockés sur la tranche et rester dans leur conditionnement d'origine jusqu'à la pose. Les caisses de conditionnement doivent rester abritées des intempéries.

Les modules photovoltaïques de VMZINC, de par leur conception et leur conformité aux certifications électriques, ne remettent pas en cause le fait que l'installation électrique répond aux exigences de la norme NF C 15-100 et du guide NF C 15-712-1 de juillet 2010.

Tous les composants DC (câbles, interrupteurs, connecteurs, etc...) du système, doivent être choisis en fonction de la valeur de courant et tension maximum des modules connectés en série et des champs de capteurs connectés en parallèle.

Seuls les électriciens formés et habilités (Quali PV ELEC) peuvent intervenir sur la mise en œuvre et/ou la maintenance d'installations photovoltaïques.

Les polarités des boîtiers de branchement des panneaux sont repérées sur les boîtiers de jonction sur la face arrière des panneaux (Fig. 22).

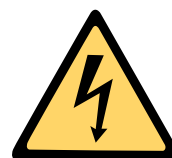
La tension électrique à la sortie d'un champ de capteur peut être importante (plusieurs centaines de volts). En cas de court circuit, un arc électrique important peut se former. Les conditions nécessaires de sécurité d'une installation photovoltaïque doivent être respectées pour éviter les risques d'électrocution et de brûlures.

Des protections contre les effets de la foudre dans les installations faisant appel aux énergies renouvelables doivent être mises en place, si nécessaire.

Pour la préservation des bacs et pour la sécurité des poseurs, les bacs zinc photovoltaïques doivent être manipulés par deux personnes minimum. Par ailleurs, on évite de circuler sur les bacs sans dispositif de protection et de circulation.

Important

Lorsque le panneau est découvert et donc exposé au soleil, une tension en circuit ouvert est toujours présente. Il est conseillé de couvrir les panneaux pendant l'installation et les branchements.



Danger
Installation électrique
sous tension
durant la journée

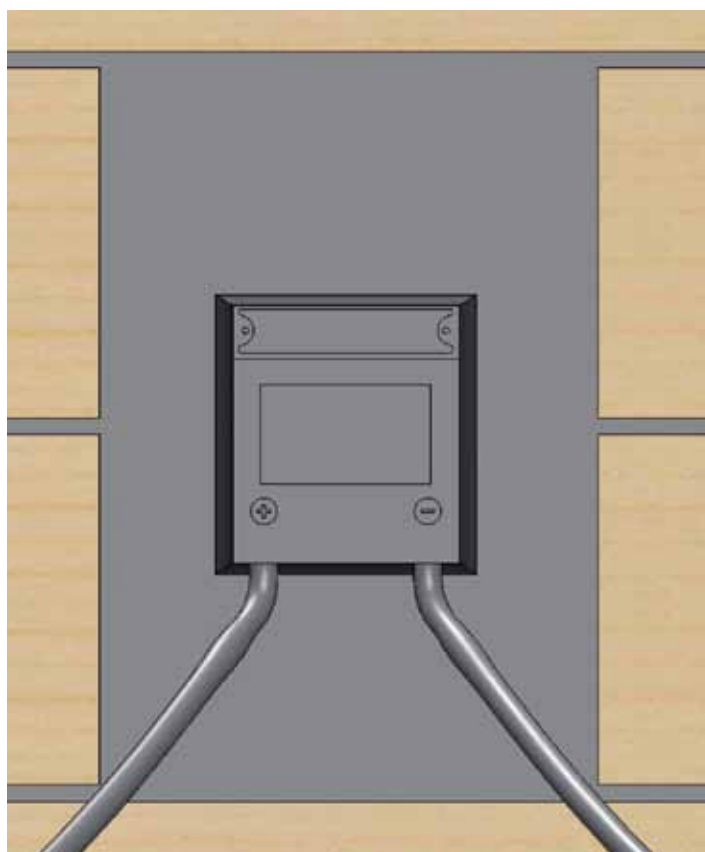


Fig. 22 : Vue du boîtier de jonction en sous face

Sécurité

Consignes générales de sécurité

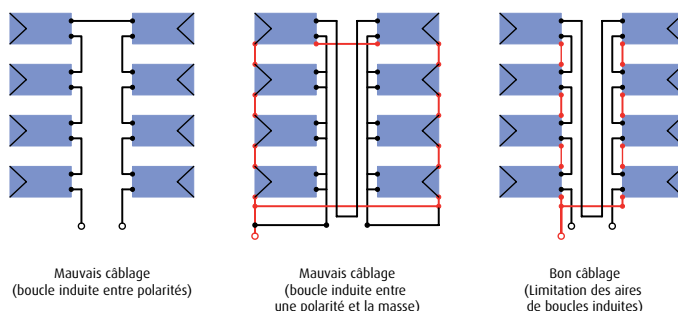
Les règles de conception de base du champ de capteurs doivent être respectées, notamment :

- L'équipotentialité des éléments est indispensable. Un conducteur d'équipotentialité doit relier tous les éléments conducteurs et masses métalliques de l'installation photovoltaïque. Il est conseillé de faire intervenir un bureau d'étude spécialisé pour concevoir la mise à la terre des bacs zinc photovoltaïques selon les dispositions du bâtiment et son environnement immédiat.
- Pour minimiser les effets dus à la foudre, la surface de l'ensemble des boucles (masses et liaisons entre panneaux photovoltaïques, Fig. 23) doit être aussi faible que possible, en particulier pour l'interconnexion des chaînes photovoltaïques.

- Réaliser autant que possible un cheminement unique pour les câbles DC vers l'onduleur (Fig. 23).
- Ne jamais intervenir sur le circuit courant continu sans avoir au préalable coupé l'onduleur, en ouvrant et consignat le disjoncteur ou l'interrupteur sectionneur en sortie AC (courant alternatif).
- Ne jamais couper les câbles DC sous tension : toujours assurer la déconnexion préalable au niveau des panneaux solaires.
- Ne jamais créer un court-circuit sur le circuit DC.

Il convient de signaler sur le chantier la présence de générateurs d'électricité par des banderoles adaptées.

Fig. 23 : Bonnes pratiques pour câblage



Équipement individuel de protection (EPI)

Des gants isolants électriques sont recommandés ainsi qu'un écran facial.

Rappel : des EPI (gants, casque, harnais...) ainsi qu'un système de travail en grande hauteur (échafaudage, lignes de vie, crochets...) sont nécessaires pour tout chantier de couverture.

Il est conseillé de couvrir la branche de bac zinc photovoltaïque pendant son raccordement en série pour éviter tout risque d'électrisation.

Références utiles

- Norme CEI 61215 : Modules photovoltaïques au silicium cristallin pour application terrestre. Qualification de la conception et homologation.
- Norme CEI 61646 : Modules photovoltaïques en couche mince pour application terrestre. Qualification de la conception et homologation.
- Norme CEI 61730 : Qualification pour la sécurité de fonctionnement des modules photovoltaïques.
- Guide UTE C15-712, UTE C15-712-1 de juillet 2010 (www.ute-fr.com)
- Arrêtés tarifaires en vigueur (www.developpement-durable.gouv.fr)
- Guides Ademe (www.ademe.fr) :
 - Spécifications techniques relatives à la protection des personnes et des biens dans les installations photovoltaïques raccordées au réseau.
 - «Protection contre les effets de la foudre dans les installations faisant appel aux énergies renouvelables».
- Site photovoltaïque info (www.photovoltaïque.info)



Objet

Ce document est destiné aux utilisateurs (entreprises chargées de la mise en œuvre sur les chantiers) du produit ou système désigné. Il a pour objet de donner les principaux éléments d'information, textes et schémas, spécifiques à la prescription et mise en œuvre dudit produit ou système: présentation, domaine d'emploi, description des composants, mise en œuvre (y compris supports de pose), traitement des finitions.

Toute utilisation ou prescription en dehors du domaine d'emploi indiqué et/ou des prescriptions du présent guide suppose une consultation spécifique des services techniques d'Umicore et ce, sans que la responsabilité de cette dernière ne puisse être engagée quant à la faisabilité de conception ou de mise en œuvre de ces projets.

Territoire d'application

Ce document n'est applicable à la pose du produit ou système désigné que pour des chantiers localisés en France.

Qualifications et documents de référence

Nous rappelons que la prescription de dispositifs constructifs complets pour un ouvrage donné demeure de la compétence exclusive des maîtres d'œuvre du bâtiment, qui doivent notamment veiller à ce que l'usage des produits prescrits soit adapté à la finalité constructive de l'ouvrage et compatible avec les autres produits et techniques employés.

Il est précisé que la bonne utilisation de ce guide présuppose la connaissance du matériau zinc ainsi que celle du métier de couvreur zingueur, lesquelles sont notamment reprises:

- dans les documents normatifs en vigueur, notamment D.T.U. 40.41 s'appliquant aux couvertures par éléments métalliques en feuilles et longues feuilles de zinc
- dans les règles, avis techniques et standards applicables
- dans le Mémento du Couvreur et le fascicule "VMZINC®: Principes de base" (édités sous la marque VMZINC®)
- ou lors des stages VMZ Pro-zinc® dispensés par Umicore
- ou correspondant aux qualifications QUALIBAT 3152/3153 (couverture).

Responsabilité

Sauf accord écrit d'Umicore, cette dernière ne pourra être tenue responsable pour aucun dommage résultant d'une prescription ou d'une mise en œuvre qui ne respecterait pas l'ensemble des prescriptions d'Umicore, ainsi que les normes et pratiques susmentionnées.

Umicore Building Products France s.a.s.

Les Mercuriales
40 rue Jean Jaurès
93176 Bagnolet Cedex
www.vnzinc.fr
vmzinc.france@umicore.com

Service Documentation

Tél. : 01 49 72 41 50 - Fax : 01 49 72 41 82

Service Etudes et Conseils techniques

Tél. : 01 49 72 42 28 - Fax : 01 49 72 41 84

