

Avis Technique 21/08-01

Edition corrigée du 16 juillet 2008

Module photovoltaïque verre/polymère incorporé en toiture

Panneau photovoltaïque

Photovoltaic panel

Photovoltaikpanel

PREMIUM

Modèles S3xx-PM2 et S3xx-PM4

Titulaire : Schüco International KG
Karolinenstrasse 1-15
DE-33609 Bielefeld
Tél. : 0049 521 783 0
Fax : 0049 521 783 64 51
Internet : <http://www.schueco.com>

Distributeur : Schüco SCS
4-6 route de Saint Hubert
BP3
FR-78610 Le Perray-en-Yvelines
Tél. : 01 34 84 22 00
Fax : 01 34 84 87 12
Internet : <http://www.schuco.fr>

Commission chargée de formuler des Avis Techniques
(arrêté du 2 décembre 1969)

Groupe Spécialisé n° 21
Procédés photovoltaïques

Vu pour enregistrement le 20 mai 2008



Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs-sur-Marne, FR-77447 Marne-la-Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Fax : 01 60 05 70 37 - Internet : www.cstb.fr

Le Groupe Spécialisé n° 21 "Procédés photovoltaïques" de la Commission chargée de formuler des Avis Techniques a examiné, le 13 mars 2008, le panneau photovoltaïque PREMIUM, modèles S3xx-PM2 et S3xx-PM4 présenté par la société SCHÜCO. Il a formulé sur ce procédé l'Avis Technique ci-après. Cet Avis est formulé pour les utilisations en France européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Panneau photovoltaïque, de puissance comprise entre 300 Wc et 350 Wc, incorporé en toiture et destiné à la réalisation d'installations productrices d'électricité solaire.

Il intègre :

- un module photovoltaïque, muni d'un cadre en profils d'aluminium extrudés doté d'une rainure cannelée pour la fixation au système de montage,
- un système de montage permettant une mise en œuvre en incorporation toiture.

Sa dénomination commerciale "PREMIUM S3xx PMy" se décline en fonction de la puissance crête "3xx" (allant de 300 Wc à 350 Wc) et du fabricant "y" des cellules photovoltaïques : PM2 pour les cellules du fabricant MOTECH et PM4 pour les cellules du fabricant HITACHI.

Sa mise en œuvre est associée à un écran de sous toiture.

1.2 Identification des produits

Les marques commerciales et les références des panneaux sont inscrites sur le cadre du module assemblé reprenant les informations suivantes : le nom du module, son numéro de série, ses principales caractéristiques électriques ainsi que le nom et l'adresse du fabricant. Cet étiquetage fait également mention du risque inhérent à la production d'électricité du module dès son exposition à un rayonnement lumineux.

2. AVIS

Le présent Avis ne vise pas la partie courant alternatif de l'installation électrique, ni l'onduleur permettant la transformation du courant continu en courant alternatif.

2.1 Domaine d'emploi accepté

Identique au domaine d'emploi proposé au §1.2 du Dossier Technique, limité aux charges climatiques normales de 1 500 Pa (selon les règles NV65 modifiées 1999).

2.2 Appréciation sur le produit

2.21 Conformité normative des modules

La conformité des modules cadrés des panneaux photovoltaïques à la norme NF EN 61215 permet de déterminer leurs caractéristiques électriques et thermiques et de s'assurer de leur aptitude à supporter une exposition prolongée aux climats généraux d'air libre, définis dans la CEI 60721-2-1.

2.22 Aptitude à l'emploi

2.221 Fonction Génie Électrique

2.2211 Sécurité électrique du champ photovoltaïque

- Conducteurs électriques

Le respect des prescriptions définies dans la norme NF C15-100, pour le dimensionnement et la pose, permet de s'assurer de la sécurité et du bon fonctionnement des conducteurs électriques.

Les câbles électriques utilisés ont une tenue en température de - 40 °C à 120 °C et peuvent être mis en œuvre jusqu'à une tension de 1 000 V en courant continu, ce qui permet d'assurer une bonne résistance des câbles électriques de l'installation.

- Protection des personnes contre les chocs électriques

Les modules photovoltaïques sont certifiés d'une classe II de sécurité électrique, définie par la norme NF EN 61140, jusqu'à une tension maximum de 1 000 V DC.

Les connecteurs utilisés entre modules sont des connecteurs débrochables, ayant un indice de protection IP67, permettant un bon contact électrique entre chacune des polarités et assurant également une protection de l'installateur contre les risques de chocs électriques.

2.2212 Échauffement thermique du module

Le phénomène de "point chaud" pouvant conduire à une détérioration du module est évité grâce à l'implantation de huit diodes bypass (1 diode pour 18 cellules) sur les modules des panneaux.

2.2213 Autres informations techniques

PUISSANCE CRÊTE DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES	
"PREMIUM S3xx-PM2"	
Dénomination commerciale	Puissance crête
PREMIUM S310-PM2	310 Wc
PREMIUM S320-PM2	320 Wc
PREMIUM S330-PM2	330 Wc
PREMIUM S340-PM2	340 Wc
PREMIUM S350-PM2	350 Wc
"PREMIUM S3xx-PM4"	
Dénomination commerciale	Puissance crête
PREMIUM S300-PM4	300 Wc
PREMIUM S310-PM4	310 Wc
PREMIUM S320-PM4	320 Wc

2.222 Fonction Couverture

Stabilité

La stabilité du système est convenablement assurée sous réserve :

- d'un calcul au cas par cas des charges climatiques appliquées sur la toiture, en tenant compte le cas échéant des actions locales, pour vérifier que celles-ci n'excèdent pas :
 - 2 050 Pa sous charge de neige normale (selon les règles NV65 modifiées 2000)
 - 1 500 Pa sous vent normal (selon les règles NV65 modifiées 1999).
- d'une reconnaissance préalable de la charpente support vis-à-vis de la tenue des fixations,
- et d'un espacement maximum des chevrons de 0,85 m.

Étanchéité à l'eau

L'étanchéité des modules est normalement assurée par l'application en usine de joints EPDM entre les modules et leurs cadres.

La conception du système de montage et sa mise en œuvre telles que décrites au Dossier Technique du demandeur permettent d'assurer à la couverture une étanchéité à l'eau satisfaisante.

Sécurité au feu

La réaction et la résistance au feu sont à examiner en fonction des règlements concernant le bâtiment concerné (*habitation, établissements recevant du public, immeubles de grande hauteur, locaux recevant des travailleurs...*).

Les panneaux photovoltaïques ne sont pas destinés à constituer la face plafond de locaux occupés.

Classements au feu non connus.

Sécurité des usagers

La sécurité des usagers au bris de glace est assurée grâce à l'utilisation d'un verre trempé de sécurité et à un domaine d'emploi limité à l'incorporation en couvertures tuiles ou ardoises sur liteaux en bois.

Sécurité des intervenants

La sécurité des intervenants est normalement assurée grâce à la mise en place :

- de dispositifs permettant la circulation des personnes sans appui direct sur les panneaux,
- de dispositifs anti-chute selon la réglementation en vigueur : d'une part pour éviter les chutes sur les panneaux et d'autre part, pour éviter les chutes depuis la toiture.

Lors de l'entretien et de la maintenance, la sécurité des intervenants est convenablement assurée par la mise en place de protections contre les chutes grâce à des dispositifs de garde-corps ou équivalents.

Ventilation de la toiture

La mise en œuvre des panneaux photovoltaïques telle que décrite dans le Dossier Technique et dans la notice de montage ne vient pas perturber la ventilation naturelle de la toiture.

2.23 Durabilité - Entretien

2.231 Fonction Génie Énergétique

La durabilité propre des composants, leur compatibilité, la nature des contrôles effectués tout au long de leur fabrication ainsi que le retour d'expérience permettent de préjuger favorablement de la durabilité des panneaux photovoltaïques dans le domaine d'emploi prévu.

2.232 Fonction Couverture

Moyennant une mise en œuvre et un entretien conformes aux indications portées dans la notice de montage et dans le Dossier Technique, la durabilité du procédé est comparable à celle des supports traditionnels de couverture et de surfaces vitrées habituellement mises en œuvre dans le bâtiment.

2.24 Fabrication et contrôle

Les sites de production de SCHÜCO en Allemagne, à Aachen pour la fabrication des modules et à Bielefeld pour la fabrication des cadres avec assemblage aux modules et la fabrication des systèmes de montage sont certifiés selon l'ISO 9001.

Les contrôles systématiques effectués dans ces deux usines permettent de préjuger favorablement de la constance de qualité de la fabrication des panneaux photovoltaïques.

2.25 Mise en œuvre

La mise en œuvre des panneaux, effectuée par des entreprises formées aux spécificités du procédé et ayant les compétences requises en génie électrique et en couverture conformément au Dossier Technique, permet d'assurer une bonne réalisation des installations.

Le système de montage et les dispositions de mise en œuvre relèvent de techniques classiques d'incorporation en couverture, hormis la mise en œuvre sur toitures existantes de l'écran de sous toiture uniquement "au droit" des modules.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.31 Prescriptions communes

Les panneaux photovoltaïques doivent être installés de façon à ne pas subir d'ombrages portés afin de limiter les risques d'échauffement pouvant entraîner des pertes de puissance et une détérioration prématurée des panneaux.

En présence d'un rayonnement lumineux, les panneaux photovoltaïques produisent du courant continu et ceci sans possibilité d'arrêt. La tension en sortie d'une chaîne de panneaux reliés en série peut rapidement devenir dangereuse, il est donc important de prendre en compte cette spécificité et de porter une attention particulière à la mise en sécurité électrique de toute intervention menée sur de tels procédés.

2.32 Prescriptions techniques particulières

2.321 Livraison

La notice de montage doit être fournie avec le procédé.

2.322 Installation électrique

Les spécifications relatives à l'installation électrique décrites au Dossier Technique doivent être respectées.

Afin de protéger les biens et les personnes, l'installation photovoltaïque doit être réalisée conformément à la norme électrique NF C 15-100.

La réalisation de l'installation devra être effectuée conformément au guide UTE C15-712 et au "Guide pratique à l'usage des bureaux d'étude et installateurs pour l'installation de générateurs photovoltaïques raccordés au réseau" édité par l'ADEME et le SER en juin 2006.

2.323 Mise en œuvre

Chaque mise en œuvre requiert une vérification des charges climatiques appliquées sur la toiture considérée, en tenant compte le cas échéant des actions locales, au regard des contraintes maxima admissibles du procédé et une reconnaissance préalable de la charpente support vis-à-vis de la tenue des fixations.

Les règles de mise en œuvre décrites au Dossier Technique doivent être respectées.

Une pose sur contre-lattes de 20 mm d'épaisseur minimum est nécessaire.

Le montage doit impérativement être réalisé au dessus d'un écran de sous toiture classé W1 selon la norme EN 13859-1, bénéficiant d'un Avis Technique, afin d'évacuer la condensation pouvant se créer sous les modules. La mise en œuvre de cet écran sera conforme aux prescriptions définies dans l'Avis Technique le concernant.

Pour un meilleur comportement en œuvre, la pose des panneaux devra se faire au plus près possible du faîtage.

La mise en œuvre sur des couvertures en ardoises devra être effectuée à l'aide de noquets (*non fournis par SCHÜCO*), conformément au DTU 40.11, pour les jonctions latérales du champ photovoltaïque avec les ardoises.

La mise en œuvre des panneaux sur une couverture en tuiles canal pour un montage dit "Sud" introduit des dispositions complémentaires décrites dans le § 8.32 du Dossier Technique et en référence au DTU 40.22. Elle nécessite de plus une augmentation de la hauteur de 10 mm du retour sous tuiles des tôles d'étanchéité latérales (*voir la figure 20 du Dossier Technique*).

La mise en œuvre des panneaux doit être assurée par des installateurs, formés aux particularités du procédé et aux techniques de pose.

En cas de bris de glace ou d'endommagement d'un panneau photovoltaïque, un bâchage efficace doit être assuré et un remplacement de ce panneau défectueux réalisé dans les plus brefs délais.

2.324 Assistance technique

La société SCHÜCO est tenue d'apporter son assistance technique à toute entreprise installant le procédé qui en fera la demande.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté est appréciée favorablement.

Validité

Jusqu'au 31 mars 2011

Pour le Groupe Spécialisé n°21
Le Président
A. DUIGOU

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Les applications de ce procédé, en climat de montagne (altitude > 900 m), ne sont pas concernées par le domaine d'emploi accepté par l'Avis.

Comme pour l'ensemble des procédés de ce domaine :

- il est recommandé d'installer ces panneaux photovoltaïques en partie supérieure de la couverture, en complément des dispositions constructives déjà prises pour assurer l'étanchéité à l'eau entre les éléments de couverture et les panneaux photovoltaïques;
- chaque mise en oeuvre requiert :
 - une vérification des charges climatiques appliquées sur la toiture considérée, en tenant compte le cas échéant des actions locales, au regard des contraintes maximales admissibles du procédé;
 - une reconnaissance préalable de la charpente support vis-à-vis de la tenue des fixations,
- une attention particulière doit être apportée à la mise en oeuvre afin de ne pas perturber la ventilation naturelle de la toiture;
- la mise en oeuvre des panneaux photovoltaïques influe directement sur la performance électrique des modules.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n°21
N. BLANCHARD

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Description générale

1.1 Présentation

Panneau photovoltaïque, de puissance comprise entre 300 Wc et 350 Wc, incorporé en toiture et destiné à la réalisation d'installations productrices d'électricité solaire.

Il intègre :

- un module photovoltaïque, muni d'un cadre en profils d'aluminium extrudés doté d'une rainure cannelée pour la fixation au système de montage,
- un système de montage permettant une mise en œuvre en incorporation de toiture.

Sa dénomination commerciale "PREMIUM S3xx PMy" se décline en fonction de la puissance crête "3xx" (*allant de 300 Wc à 350 Wc*) et du fabricant "y" des cellules photovoltaïques : PM2 pour les cellules du fabricant MOTECH et PM4 pour les cellules du fabricant HITACHI.

Sa mise en œuvre est associée à un écran de sous toiture.

1.2 Domaine d'emploi

- Utilisation en France européenne :
 - sauf en climat de montagne caractérisé par une altitude supérieure à 900 m,
 - uniquement au-dessus de locaux à faible ou moyenne hygrométrie.
- Mise en œuvre en incorporation de toiture exclusivement sur liteaux en bois, uniquement en remplacement de tuiles ou d'ardoises (*cf. NF DTU de la série 40*) et ce, sans jamais aller jusqu'aux rives latérales de la toiture considérée.
- Implantation sur des versants de pente, imposée par la toiture, comprise entre 40 % et 215 % (22° et 65°). La pente minimale peut être ramenée à 27 % (15°) pour un montage sur tuiles canal dit "Sud".

2. Éléments constitutifs

Le panneau photovoltaïque "PREMIUM S3xx-PMY" est l'association d'un module photovoltaïque cadré (*voir Figure 1 et Figure 2*) et d'un système de montage spécifique lui permettant une mise en œuvre en incorporation de toiture.

Tous les éléments décrits dans ce paragraphe font partie de la livraison du procédé assurée par la société SCHÜCO.

2.1 Module photovoltaïque

2.11 Film polymère

- Composition : à base de PET (Polyéthylène téréphtalate) entre deux couches de PVF (Polyfluorure de vinyle ou Tedlar) avec un traitement spécifique de la surface intérieure pour permettre une meilleure adhérence de la résine encapsulante.
- Épaisseur : 0,35 mm.
- Tension diélectrique maximum admissible : 1145 V.

2.12 Cellules photovoltaïques

Cellules de silicium monocristallin, fabriquées par MOTECH ou HITACHI, au nombre de 144, connectées en série selon la configuration suivante (*voir Figure 3*) :

- distance minimale entre cellules horizontalement : 3 mm
- distance minimale entre cellules verticalement : 2 mm
- distance minimale au bord horizontalement : 37 mm
- distance minimale au bord verticalement : 33 mm

Panneaux photovoltaïques "PREMIUM S3xx PM2"

- Fournisseur : MOTECH.
- Dénomination commerciale : IS 125-S1, IS 125-S2, IS 125-S3 ou IS 125-S4.
- Dimensions : (125 ± 0,5) mm x (125 ± 0,5) mm.
- Épaisseur : 180 à 220 µm.

Panneaux photovoltaïques "PREMIUM S3xx PM4"

- Fournisseur : HITACHI Ltc. Power systems.
- Dénomination commerciale : HB3-B.
- Dimensions : (125,5 ± 0,5) mm x (125,5 ± 0,5) mm.
- Épaisseur : 205 µm.

2.13 Collecteurs entre cellules

Les collecteurs permettant de connecter en série les cellules et de récupérer le courant photovoltaïque sont en cuivre étamé et sont disposés dans le sens parallèle au plus petit côté du module.

Les collecteurs permettant de câbler en parallèle les 8 chaînes de 18 cellules sont également en cuivre étamé et sont disposés dans le sens parallèle au plus grand côté du module.

2.14 Intercalaire encapsulant

Résine à base d'EVA (*Ethyl Vinyl Acétate*) de 0,5 mm d'épaisseur permettant d'encapsuler les cellules entre le film polymère et le vitrage.

2.15 Vitrage

- Nature : verre trempé extra clair selon la norme EN 12150.
- Dimensions : (2120 ± 1) mm x (1220 ± 1) mm.
- Épaisseur : (4 ± 0,2) mm.
- Facteur solaire : 0,90.
- Coefficient Ug : 5,8 W/(m².K).

2.16 Constituants électriques

2.161 Diodes bypass

Huit diodes bypass sont implantées sur les modules photovoltaïques (*voir figure 3*), permettant de basculer le courant sur la série des 18 cellules suivantes en cas d'ombrage d'une ou de plusieurs séries de 18 cellules et donc d'échauffement des cellules concernées : ceci permet d'éviter le phénomène de "point chaud".

Ces diodes, en surépaisseur à l'arrière du module, sont reliées aux séries de cellules. Des petites boîtes de connexion en matériau plastique PA6 permettent de cacher ces liaisons électriques et sont comblées ensuite par du polyuréthane.

2.162 Câbles électriques

Les modules des panneaux sont équipés de deux câbles solaires électriques de 1,6 m chacun dont la section est de 4 mm². La longueur de ces câbles permet de réaliser le raccordement en série des panneaux, qu'ils soient positionnés en position verticale ou horizontale.

Ces câbles se trouvent à l'arrière du module et sont équipés de connecteurs adaptés (*voir § 2.163*). Chaque polarité (*positive et négative*) sort d'une boîte de connexion, chacune de part et d'autre de la plus grande dimension du module.

Ces câbles sont certifiés par le laboratoire TÜV et ont notamment les spécifications suivantes :

- Plage de température ambiante maximum : - 40 °C à 120 °C
- Courant maximum admissible de 55 A.
- Classe II de sécurité électrique.
- Tension assignée : 1 000 V.

Tous les câbles électriques de l'installation (en sortie des modules et pour les connexions entre séries de panneaux et vers l'onduleur) doivent être en accord avec la norme NFC 15-100, le guide UTE C15-712, et les spécifications des onduleurs (*longueur et section de câble adaptées au projet*).

2.163 Connecteurs électriques

Les connecteurs électriques utilisés sont des connecteurs débroschables de marque MULTICONACT.

Des deux câbles sortant du module, celui dont la polarité est positive est muni d'un connecteur femelle tandis que celui dont la polarité est négative est muni d'un connecteur mâle.

Les panneaux "PREMIUM S3xx PM2" sont équipés de connecteurs MULTICONACT de type 4, tandis que les panneaux "PREMIUM S3xx PM4" sont équipés de connecteurs MULTICONACT de type 3. Ces deux types de connecteurs possèdent des systèmes de contact à lamelles. Les connecteurs de type 4 possèdent en plus un système de verrouillage.

Ces connecteurs ont :

- un indice de protection électrique IP 67,
- une classe II de sécurité électrique,
- une tension assignée de 1 000 V,
- un courant maximum admissible de 30 A,
- une plage de température de - 40 °C à + 90 °C,
- et une résistance de contact de 0,5 mΩ.

2.17 Cadre du module photovoltaïque

Le cadre des modules est composé d'un châssis en profils d'aluminium EN AW 6060 T5 extrudés doté d'une rainure cannelée pour la fixation au système de montage. Ce cadre est renforcé en son centre par une barre en aluminium EN AW 6060 F22 de diamètre 8 mm (voir Figure 2).

Ce cadre présente les modules d'inertie suivants :

- I/v horizontal = 10,71 cm³
- I/v vertical = 1,45 cm³

Trois couleurs sont disponibles à la vente (associées au système de montage) : argent, bronze ou RAL 7035.

Pour permettre l'étanchéité périphérique entre le module et son cadre, un joint EPDM à angles soudés est appliqué sur le pourtour du module lors de la fabrication des modules photovoltaïques. Un deuxième joint EPDM à angles soudés est également appliqué autour du cadre afin de réaliser, lors de la mise en œuvre, l'étanchéité périphérique entre le cadre du module et les tôles d'étanchéité du système de montage.

Des orifices aux quatre coins de chaque cadre permettent leur drainage.

2.2 Système de montage

Le système de montage des panneaux photovoltaïques permettant une mise en œuvre en incorporation de toiture (voir Figure 4) se compose :

- de lattes de montage en bois résineux (classe d'emploi 2 suivant la norme NF EN 335 partie 2 et classement visuel ST II suivant norme NF B 52-001), avec humidité inférieure à 20 %, présence réduite de nœuds et absence de poches de résine ;
- de rails de fixation de base en aluminium EN AW 6060 F22 ;
- de pattes de fixation en aluminium EN AW 6060 F22 ;
- d'entretoises en aluminium EN AW 6060 F22 ;
- d'une visserie inox A2/70 ISO 4762 M8 x 14 à six pans creux ;
- de tôles d'étanchéité laquées : inférieure (avec bavette en plomb), supérieure, latérale et de tôles d'étanchéité verticale ou horizontale inter capteurs en aluminium EN AW 3105 H44 0,77 ;
- et de clips de serrage en tôle d'aluminium.

Les éléments de ce système de montage sont commercialisés en kits standard ou au détail permettant une modularité du procédé. Les kits standard permettent de fournir le matériel nécessaire pour les assemblages ci-dessous :

- 1 module vertical (portrait) ou 1 module horizontal (paysage)
- 2 modules verticaux côte à côte ou 2 modules horizontaux côte à côte
- 2 modules verticaux superposés ou 2 modules horizontaux superposés
- 3 modules verticaux côte à côte ou 4 modules verticaux côte à côte
- 2 rangées superposées de 2 modules verticaux côte à côte
- 2 rangées superposées de 2 modules horizontaux côte à côte

Pour des associations plus grandes formant une toiture dite "synergique", la tôle d'étanchéité supérieure est modifiée par rapport au kit standard (*pente et longueur différente*): voir la figure 5.

En fonction d'une installation donnée (*et donc en fonction du nombre de panneaux pouvant être installés*), un logiciel proposé à la vente et développé par SCHÜCO permet de déterminer les besoins matière.

3. Autres éléments

La fourniture peut également comprendre des éléments permettant de constituer un système photovoltaïque : onduleurs, câbles électriques reliant le champ photovoltaïque au réseau électrique en aval de l'onduleur... Ces éléments ne sont pas examinés dans le cadre de l'Avis Technique qui se limite à la partie électrique en courant continu.

Les éléments suivants, non fournis, sont toutefois indispensables au bon fonctionnement du procédé utilisé :

- Ecran de sous toiture sous Avis Technique, classé W1 selon la norme EN 13859-1 ;
- Visserie à bois (voir Figure 6).

Compte tenu de la limitation du procédé à des expositions sous vent normal égales à 1500 Pa et d'une fixation des modules par quatre points, les spécifications techniques de la visserie utilisée doivent être au minimum les suivantes :

- Pour la fixation des lattes de montage

Visserie à bois en acier inoxydable austénitique A2 Aisi 304 de diamètre 6 mm et longueur 60 mm (*type ETANCO VBU TF - Diamètre tête 11,5 mm*) ayant une résistance admissible à l'arrachement Pk de 110 daN dans les chevrons de la toiture. L'axe des vis de fixation sera positionné au centre des intersections chevrons-lattes de toit.

- Pour la fixation des rails de fixation

Visserie à bois en acier inoxydable austénitique A2 Aisi 304 de diamètre 4,8 mm et longueur 38 mm (*type ETANCO TORX PANEL BOIS TB12 - Diamètre tête 12 mm*) ayant une résistance admissible à l'arrachement Pk dans les lattes de montage en bois de 160 daN. L'axe des vis de fixation sera positionné selon les perçages prévus à cet effet sur le rail de fixation.

- Pour la fixation des pattes de fixation

Visserie à bois en acier inoxydable austénitique A2 Aisi 304 de diamètre 4,8 mm et longueur 38 mm (*type ETANCO TORX PANEL BOIS TB12 - Diamètre tête 12 mm*) ayant une résistance admissible à l'arrachement Pk dans les lattes de montage en bois de 160 daN. L'axe des vis de fixation sera positionné selon les perçages prévus à cet effet sur les pattes de fixation.

- Clous en acier galvanisé de longueur 25 mm et de diamètre de tête de 8 mm pour la fixation des clips de serrage à la charpente en bois.
- Noquets, conformément au DTU 40.11, pour la mise en œuvre sur des couvertures en ardoises.
- Câbles de mise à la terre des structures métalliques du panneau : réalisation du câblage conformément aux normes en vigueur (*notamment le guide UTE C15-712*).

4. Conditionnement, étiquetage, stockage

Chaque panneau photovoltaïque est protégé à chaque coin par des cornières en carton et est ensuite cerclé individuellement. Le conditionnement s'effectue par lot de 6 panneaux dans des caisses en bois.

Deux étiquetages sont présents sur chaque panneau photovoltaïque :

- Un étiquetage sous forme de code barre, renvoyant au numéro de série et aux principales caractéristiques électriques du module ainsi qu'au nom et à l'adresse du fabricant, est visible sur le film polymère du module photovoltaïque, près des cellules. Cet étiquetage se fait sur le site de Aachen pour garantir une traçabilité du module lors de son assemblage sur le site de Bielefeld.
- Un autre étiquetage, effectué sur le site de Bielefeld, est présent sur le cadre du module assemblé. Il permet d'afficher, entre autres, le nom du module, son numéro de série, ses principales caractéristiques électriques ainsi que le nom et l'adresse du fabricant. Cet étiquetage fait également mention du risque inhérent à la production d'électricité du module dès son exposition à un rayonnement lumineux.

5. Caractéristiques dimensionnelles

Les panneaux peuvent être commercialisés en kits standard (en fonction du nombre de modules en lignes et en colonnes) ou au détail.

Panneau photovoltaïque "PREMIUM S3xx-PMY"	
Dimensions hors tout	2 152 mm x 1 252 mm x 93 mm
Dimensions du laminé photovoltaïque	2 120 mm x 1 220 mm x 5.35 mm
Surface hors tout (m ²)	2,69
Surface d'entrée (m ²)	2,51
Masse (kg)	49
Masse spécifique/m ² (kg)	18

Le système de montage des panneaux photovoltaïques est modulaire. De ce fait, il permet d'obtenir une infinité de champs photovoltaïques. Leurs caractéristiques dimensionnelles sont les suivantes :

Caractéristiques dimensionnelles des champs photovoltaïques à base de panneaux "PREMIUM S3xx-PMY"		
Largeur du champ	NbX * Kx + [(NbX-1) * 50 mm] + 380 mm	
Hauteur de champ	Cas général	Montage dit "Sud"
	NbY * Ky + [(NbY-1) * 50 mm] + 440 mm	NbY * Ky + [(NbY-1) * 50 mm] + 550 mm

Avec NbX : le nombre de panneaux dans le sens horizontal du champ photovoltaïque, Kx : la dimension du panneau dans le sens horizontal du champ photovoltaïque, NbY : le nombre de panneaux dans le sens vertical du champ photovoltaïque et Ky : la dimension du panneau dans le sens vertical du champ photovoltaïque.

6. Caractéristiques électriques

6.1 Conformité à la norme NF EN 61215

Les modules cadrés des panneaux "PREMIUM S3xx-PM2" et "PREMIUM S3xx-PM4" ont été certifiés conformes à la norme NF EN 61215, respectivement pour des puissances allant de 310 Wc à 340 Wc et de 300 Wc à 360 Wc.

6.2 Sécurité électrique

Les modules des panneaux "PREMIUM S3xx-PMY" sont certifiés d'une classe II de sécurité électrique, définie par la norme NF EN 61140, jusqu'à une tension maximum de 1 000 V DC.

6.3 Performances électriques

Les performances électriques suivantes des modules des panneaux ont été déterminées par flash test et ramenées ensuite aux conditions STC (Standard Test Conditions : éclairage de 1 000 W/m² et répartition spectrale solaire de référence selon la CEI 60904-3 avec une température de cellule de 25 °C).

Tableau 1 - Propriétés électriques des modules photovoltaïques des panneaux "PREMIUM S3xx-PMY"

PREMIUM PM2	S310	S320	S330	S340	S350
P _{mpp} (W)	310	320	330	340	350
U _{co} (V)	88,1	88,1	88,6	89,0	89,1
U _{mpp} (V)	72,3	72,3	73,4	74,0	74,6
I _{cc} (A)	4,65	4,75	4,8	4,87	4,97
I _{mpp} (A)	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7
αT (P _{mpp}) [%/K]	-0,37	-0,37	-0,37	-0,37	-0,37
αT (U _{co}) [%/K]	-0,34	-0,34	-0,34	-0,34	-0,34
αT (I _{cc}) [%/K]	+0,09	+0,09	+0,09	+0,09	+0,09

PREMIUM PM4	S300	S310	S320
P _{mpp} [W]	300	310	320
U _{co} [V]	85,2	85,3	85,3
U _{mpp} [V]	66,2	67,5	68,8
I _{cc} [A]	5,18	5,21	5,25
I _{mpp} [A]	4,59	4,65	4,7
αT (P _{mpp}) [%/K]	-0,37	-0,37	-0,37
αT (U _{co}) [%/K]	-0,34	-0,34	-0,34
αT (I _{cc}) [%/K]	+0,09	+0,09	+0,09

Avec :

P_{mpp} : Puissance au point de Puissance Maximum

U_{co} : Tension en circuit ouvert

U_{mpp} : Tension nominale au point de Puissance Maximum

I_{cc} : Courant de court circuit

I_{mpp} : Courant nominal au point de Puissance Maximum

αT (P_{mpp}) : Coefficient de température pour la Puissance Maximum

αT (U_{co}) : Coefficient de température pour la tension en circuit ouvert

αT (I_{cc}) : Coefficient de température pour l'intensité de court circuit

7. Fabrication et contrôles

Les deux sites de production concernés, à Aachen et Bielefeld, sont certifiés selon l'ISO 9001:2000.

7.1 Fabrication des modules photovoltaïques

La fabrication des modules photovoltaïques s'effectue sur le site de SCHÜCO à Aachen en Allemagne.

Les contrôles effectués au cours de la fabrication du module photovoltaïque portent sur les points suivants :

- Inspection visuelle de chaque vitrage fourni.
- Flash test du produit pour détermination de sa puissance crête ramenée sous conditions STC pour chaque module : les résultats étant enregistrés. La tolérance sur la puissance maximum de sortie lors de la production des modules est de - 0 à + 5 %.
- Inspection visuelle de chaque module fini : degré d'encrassement, aucun endommagement sur le cadre ou la face arrière, absence de rayure, salissure ou strie dans le verre.

7.2 Fabrication des ossatures de modules

La fabrication des cadres des modules, leur assemblage avec les modules photovoltaïques et la fabrication des systèmes de montage sont réalisés sur le site de fabrication de SCHÜCO à Bielefeld en Allemagne.

8. Mise en œuvre

8.1 Généralités

Le système est livré avec sa notice de montage.

La mise en œuvre des panneaux doit être assurée par des installateurs ayant suivi la formation SCHÜCO. Les compétences requises sont de deux types :

- compétences en couverture : pose et mise en œuvre,
- compétences électriques : raccordement des modules, branchement aux onduleurs...

L'emploi de dispositifs de sécurité (harnais, ceintures, équipements, dispositifs d'arrêt...) est obligatoire afin de répondre aux exigences en matière de prévention des accidents. Lors de la pose, de l'entretien ou de la maintenance, il est notamment nécessaire de mettre en place des dispositifs permettant la circulation des personnes sans appui direct sur les panneaux ainsi que des dispositifs pour empêcher d'une part les chutes sur les panneaux mais également les chutes depuis la toiture.

Ces dispositifs de sécurité ne sont pas inclus dans la livraison. Ils peuvent être identifiés au § 3.2.3 du "Guide pratique à l'usage des bureaux d'étude et installateurs pour l'installations de générateurs photovoltaïques raccordés au réseau" édité par l'ADEME et le SER en juin 2006.

Les panneaux photovoltaïques "PREMIUM S3xx-PMY" peuvent être connectés en série, parallèle ou série/parallèle. Ils peuvent être incorporés en toiture dans le sens de la longueur ou de la largeur.

Le montage a été conçu pour des toits ayant une pente comprise entre :

- 40 % et 21 % (22° et 65°) dans le cas général,
- 27 % et 215 % (15° et 65°) dans le cas d'une couverture en tuiles canal pour un montage dit "Sud".

Le montage doit impérativement être réalisé au dessus d'un écran de sous toiture sous Avis Technique, classé W1 selon la norme EN 13859-1, afin d'évacuer la condensation pouvant se créer sous les modules. Cet écran de sous toiture doit être mis en œuvre conformément aux dispositions définies dans l'Avis Technique le concernant et aux indications suivantes :

- Dans le cas d'une toiture neuve : l'écran doit être posé perpendiculairement aux chevrons sur toute la surface de la toiture. Il doit être fixé provisoirement par des agrafes disposées dans les zones destinées à être recouvertes par les contre-lattes. Cet écran doit être posé en lés successifs, de l'égout vers le faîtage en assurant un recouvrement entre les lés de 20 cm minimum. Un contre lattage vient ensuite se fixer perpendiculairement sur les chevrons, emprisonnant l'écran de sous toiture. Le lattage (*qui supporte les éléments de couverture*) est ensuite positionné perpendiculairement au contre lattage.
- Dans le cas d'une toiture existante : si aucun écran de sous toiture n'est présent, il est obligatoire d'en installer un avant le montage, au moins "au droit" des panneaux, et ce, jusqu'en pied de toiture afin de déboucher à l'égout. Le lattage existant doit ainsi être retiré à l'emplacement des panneaux et jusqu'à la gouttière. L'écran doit dépasser de chaque côté des panneaux périphériques d'au moins la largeur des tôles de rive. La technique de pose de l'écran est identique à celle des toitures neuves. La hauteur totale du contre lattage et du lattage doit être identique à la hauteur du lattage en périphérie de manière à éviter un décalage au niveau du raccordement avec la couverture existante.

8.2 Spécifications électriques

8.2.1 Généralités

Afin de protéger les biens et les personnes, l'installation photovoltaïque doit répondre à la norme électrique NF C 15-100. La réalisation de l'installation devra, de plus, être effectuée conformément au guide UTE C15-712 et au "Guide pratique à l'usage des bureaux d'étude et installateurs pour l'installations de générateurs photovoltaïques raccordés au réseau" édité par l'ADEME et le SER en juin 2006.

Il est rappelé notamment que :

- les intervenants amenés à réaliser les connexions entre modules doivent impérativement disposer d'une habilitation électrique B0V au sens de la publication UTE C18-510 ou équivalente, et d'une expérience minimum de la mise en œuvre de modules PV,
- l'installateur ne doit jamais travailler dans une situation où les parties positives et négatives d'un champ PV de tension supérieure à 120 V DC sont accessibles simultanément,
- pour toute série ayant une tension de circuit ouvert de plus de 120 V DC, il faut toujours tester la tension sur les composants avant de toucher quelque composant du système que ce soit. Si un risque de choc électrique résiduel est identifié, des pratiques de travail sous tension doivent alors être adoptées.

Le nombre maximum de modules pouvant être raccordés en série est limité par la tension DC maximum d'entrée de l'onduleur tandis que le nombre maximum de modules ou de séries de modules pouvant être raccordés en parallèle est limité par le courant DC maxi d'entrée de l'onduleur. Il est également nécessaire de prendre en compte le courant maximum admissible dans les câbles et les connecteurs des modules, ce qui limite à 6 le nombre maximal de chaînes pouvant être connectées en parallèle. La tension maximum du champ photovoltaïque est aussi limitée par une tension de sécurité de 1 000 V (*liée à la classe II de sécurité électrique*).

Il convient de ne raccorder en série que des panneaux photovoltaïques de même type et de même puissance : dans le cas contraire, la puissance de la série sera ramenée à la puissance la plus faible trouvée en sortie d'un panneau présent dans cette série.

8.2.2 Connexion des câbles électriques

La connexion et le passage des câbles électriques s'effectuent sous le système de montage des panneaux : ils ne sont donc jamais exposés au rayonnement solaire. Les câbles doivent ensuite être acheminés dans des gaines techniques repérées et prévues à cet effet ou au travers des comble.

Le passage des câbles sous l'écran de sous toiture doit être réalisé dans la mesure du possible entre deux lés de manière à ne pas les percer. Dans le cas où le passage entre deux lés est impossible, un trou sera réalisé dans l'écran de sous toiture puis une pièce sera rajoutée en respectant une distance de recouvrement de 2 cm minimum entre le trou et la partie basse du rajout.

L'installation photovoltaïque, une fois terminée, doit être vérifiée avant son raccordement à l'onduleur grâce à un multimètre permettant de contrôler sa tension de circuit ouvert.

8.3 Mise en œuvre en incorporation de toiture

8.3.1 Cas général des couvertures en tuiles ou en ardoises

Ce type de montage est réalisable sur des toitures ventilées avec charpente en bois uniquement recouverts de tuiles ou d'ardoises, exclusivement sur liteaux (*voir Figure 7 et Figure 8*). Les panneaux remplacent alors en partie les éléments de couverture mais ce, sans jamais aller jusqu'aux rives latérales de la toiture considérée.

Une pose sur contre-lattes de 20 mm d'épaisseur minimum est nécessaire.

Les panneaux photovoltaïques s'insèrent dans la couverture du bâtiment au moyen de rails et de pattes de fixation vissés sur des lattes en bois fournies, elles-mêmes vissées à la charpente parallèlement au lattage. Des cotes d'espacement entre ces lattes sont à respecter afin de positionner correctement les panneaux (*voir Figure 9*).

Le montage s'effectue du bas vers le haut.

Les modules photovoltaïques de la première rangée sont vissés d'une part directement sur le rail de fixation de base (*support inférieur du système de montage*) et d'autre part sur la latte de montage supérieure à l'aide de deux pattes de fixation (*voir Figure 10 et Figure 11*). Les modules qui sont ensuite superposés à cette première ligne sont vissés sur les lattes de montage à l'aide de quatre pattes de fixation.

Ces pattes de fixation (*verticalement*) et des entretoises (*horizontalement*) permettent de conserver un écartement constant de 50 mm entre chaque module (*voir Figure 12*).

En partie basse de l'installation, la tôle d'étanchéité inférieure doit être positionnée dans la rainure des modules et maintenue avec le joint cadre (*voir Figure 13*). De la même façon, des tôles d'étanchéité latérale, supérieure et inter capteurs doivent être mises en œuvre respectivement sur les parties latérales et supérieures de l'installation et entre les modules (*voir Figure 14*).

Lors de la pose des tôles d'étanchéité latérales, il est indispensable de replier, de part et d'autre de l'installation, la tôle d'étanchéité inférieure à deux endroits vers celles-ci pour éviter que l'eau ne puisse remonter dans le sens inverse de la pente (*voir Figure 15*). De plus, les tôles d'étanchéité latérales et supérieures doivent être fixées sur la charpente à l'aide de clips de serrage et de clous (*voir Figure 16 et Figure 17*).

Il est à noter que les tôles d'étanchéité supérieures doivent toujours venir par-dessus les tôles d'étanchéité latérales et celles-ci venir elles-mêmes par-dessus les tôles d'étanchéité inférieures.

Lorsque plusieurs lignes de panneaux sont installées, les tôles d'étanchéité latérales doivent toujours venir par-dessus les tôles d'étanchéité latérales des panneaux qui se trouvent directement en dessous.

Lorsque l'installation est constituée de plusieurs colonnes de panneaux et que l'ensemble nécessite l'association de différents kits standard de montage, les tôles d'étanchéité inférieures et supérieures doivent venir recouvrir les tôles d'étanchéité inférieure et supérieure déjà installées et préalablement recouvertes de bandes d'étanchéité Butyles (*voir Figure 18*).

De la même façon, pour une installation avec plusieurs panneaux en lignes ou en colonnes, des bandes d'étanchéité Butyle doivent être utilisés afin d'étancher les raccords en T et en croix entre les tôles inter capteurs. Ces tôles d'étanchéité inter capteurs doivent dépasser de 15 mm de chaque côté de l'installation (*voir Figure 19*).

Les tuiles ou les ardoises peuvent ensuite être posées autour de l'installation, conformément aux prescriptions relatives aux pénétrations discontinues ou continues figurant dans les différents DTU de couverture concernés, moyennant une éventuelle découpe de ces éléments.

En dernier lieu, la bavette inférieure de la tôle d'étanchéité inférieure doit être marouflée sur les éléments de couverture.

Spécificités de la mise en œuvre sur une couverture en ardoises :

Compte tenu du mode de fixation des ardoises, de leurs faibles épaisseurs et du respect nécessaire de la pente de la toiture, cette mise en œuvre nécessite l'ajout de noquets, conformément au DTU 40.11 (*non fournis par SCHÜCO*) pour les jonctions latérales du champ photovoltaïque avec les ardoises (*voir le détail de la Figure 8*).

8.32 Dispositions relatives aux couvertures en tuiles canal pour montage dit "Sud"

Le système de montage est légèrement modifié pour les couvertures en tuiles canal pour montage dit "Sud" avec :

- une tôle d'étanchéité supérieure allongée (*voir Figure 5*),
- une bavette d'étanchéité (*sur la tôle d'étanchéité inférieure*) allongée (220 mm) et comprimée afin de permettre un meilleur recouvrement des tuiles en accord avec le DTU 40.22.

En complément des dispositions citées dans les § 8.1, 8.2 et 8.31, la mise en œuvre des panneaux photovoltaïques sur une couverture en tuiles canal doit être conforme aux exigences et aux dispositions de traitement des points singuliers du DTU 40.22.

Les détails de la mise en œuvre des panneaux sur une couverture en tuiles canal pour montage dit "Sud" sont représentés, à titre d'exemple, sur la Figure 20.

9. Formation

La société SCHÜCO est référencée comme "Organisme de formation".

Elle propose à ses clients une formation photovoltaïque leur permettant d'appréhender les systèmes photovoltaïques en général et peut délivrer une attestation permettant d'obtenir l'appellation "QUALIPV module Electricité". De plus, la société SCHÜCO forme également aux spécificités des panneaux photovoltaïques SCHÜCO et de leur mise en œuvre.

Des bancs d'essais permettent ainsi de présenter les différents composants d'une installation et de traiter des aspects liés à la sécurité électrique. Un show room est réservé aux formations afin de monter/démonter les différents systèmes solaires SCHÜCO.

Ces travaux pratiques permettent de travailler sous conditions réelles et selon les règles techniques en vigueur. Cela permet également de sensibiliser sur les risques professionnels et sur le respect des règles de sécurité.

10. Assistance technique

Chaque client reçoit systématiquement une assistance technique de la part de SCHÜCO pour sa première installation photovoltaïque avec l'aide sur place d'un technicien pendant une journée.

Une assistance téléphonique du département solaire technique de SCHÜCO est disponible.

Lorsque des cas particuliers d'installations se présentent, tant au niveau de la mise en œuvre des panneaux que des conditions d'implantation (*ombrages éventuels*), SCHÜCO peut apporter son assistance technique pour la validation de la solution retenue.

Nota : l'assistance technique ne peut être assimilée ni à la conception de l'ouvrage, ni à la réception de la charpente, ni à un contrôle des règles de mise en œuvre.

11. Utilisation, entretien et réparation

Dans le cadre de l'entretien de la toiture, si un nettoyage des modules doit être envisagé, il devra être réalisé au jet d'eau (*haute pression interdite*).

En cas de bris de glace de la vitre ou d'endommagement d'un panneau photovoltaïque, il convient de le faire remplacer par une entreprise formée par SCHÜCO en respectant la procédure suivante :

- Procéder à la déconnexion de l'onduleur du réseau en ouvrant le disjoncteur AC placé entre l'onduleur et le compteur de production.
- En second lieu, il est impératif de procéder à la déconnexion du champ photovoltaïque en ouvrant l'interrupteur/sectionneur DC placé entre le champ photovoltaïque et l'onduleur.
- Si l'installation présente un risque de défaut d'isolement, les panneaux photovoltaïques concernés devront être couverts d'une surface opaque (*bâche, tapis...*).
- Le démontage doit être réalisé en retirant les éléments du système de montage dans l'ordre inverse à leur mise en œuvre afin de pouvoir accéder aux câbles de connexion à débroucher et aux pièces de fixation du module.
- Lors de ces interventions, une attention particulière doit être portée à la qualité d'isolement des connecteurs débrouchés afin d'éviter tout contact entre ceux-ci et les pièces métalliques de l'installation (*cadre module, rail de fixation...*).
- Le montage du nouveau module sera réalisé conformément à la mise en œuvre décrite dans le présent Dossier Technique. Concernant la remise en place des tôles d'étanchéité, il convient d'utiliser de la bande butyle neuve pour refaire les intersections lignes colonnes entre modules.
- Après vérification du bon fonctionnement de la série de modules concernés avec mesure de sa plage de tension en circuit ouvert et vérification de l'adéquation de cette tension avec la plage d'entrée de l'onduleur, reconnecter le champ photovoltaïque en enclenchant de nouveau l'interrupteur/sectionneur DC.
- Pour terminer, il est nécessaire de reconnecter l'onduleur au réseau en fermant le disjoncteur AC.

B. Résultats expérimentaux

Les modules cadrés des panneaux photovoltaïques ont été testés selon la norme NF EN 61215 : Qualification de la conception et homologation des modules photovoltaïques, par le VDE Testing and Certification Institute.

Les modules cadrés des panneaux photovoltaïques ont été testés selon la norme NF EN 61140 et certifiés comme appartenant à la classe II de sécurité électrique jusqu'à une tension maximum de 1 000 V DC.

Les panneaux photovoltaïques ont été testés selon la norme NF EN 12179 pour un essai de résistance à la pression du vent.

Les connecteurs électriques des panneaux photovoltaïques ont été testés par le TÜV Rheinland en tant que connecteurs de systèmes photovoltaïques selon la DIN VDE 0126-3/12.06.

C. Références

Les panneaux photovoltaïques sont fabriqués depuis 1998.

Environ 15 000 m², soit 1,7 MWc ont été commercialisés en France dont 50 % ont été mis en œuvre en incorporation de toiture sur des couvertures en tuiles canal, 30 % sur des tuiles plates (*mécaniques et autres*) et 15 % sur des ardoises.

Figures du Dossier Technique

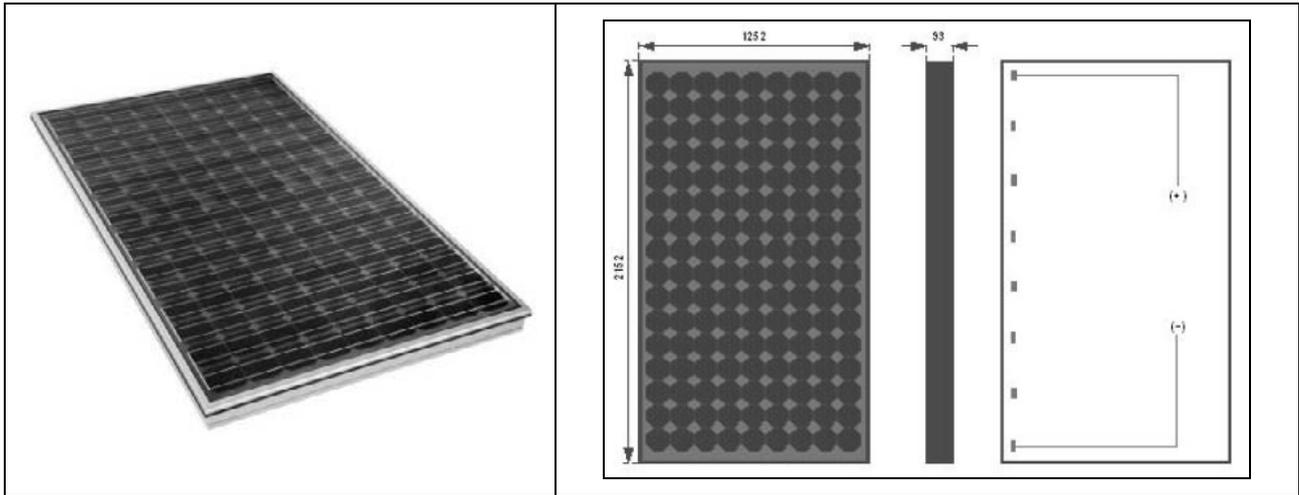


Figure 1 - Photo et schéma général des modules photovoltaïques PV PREMIUM avec sortie des câbles électriques

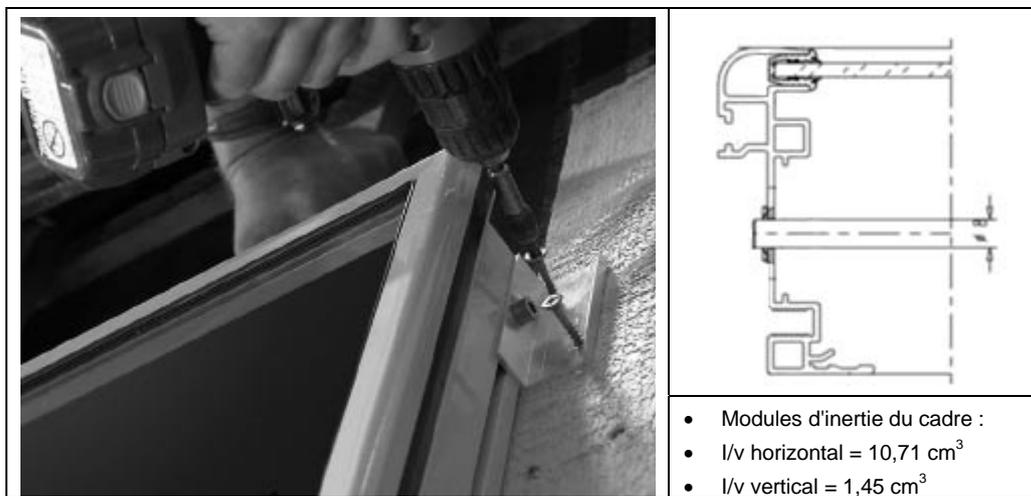


Figure 2 - Photo et coupe du cadre des modules photovoltaïques PV PREMIUM

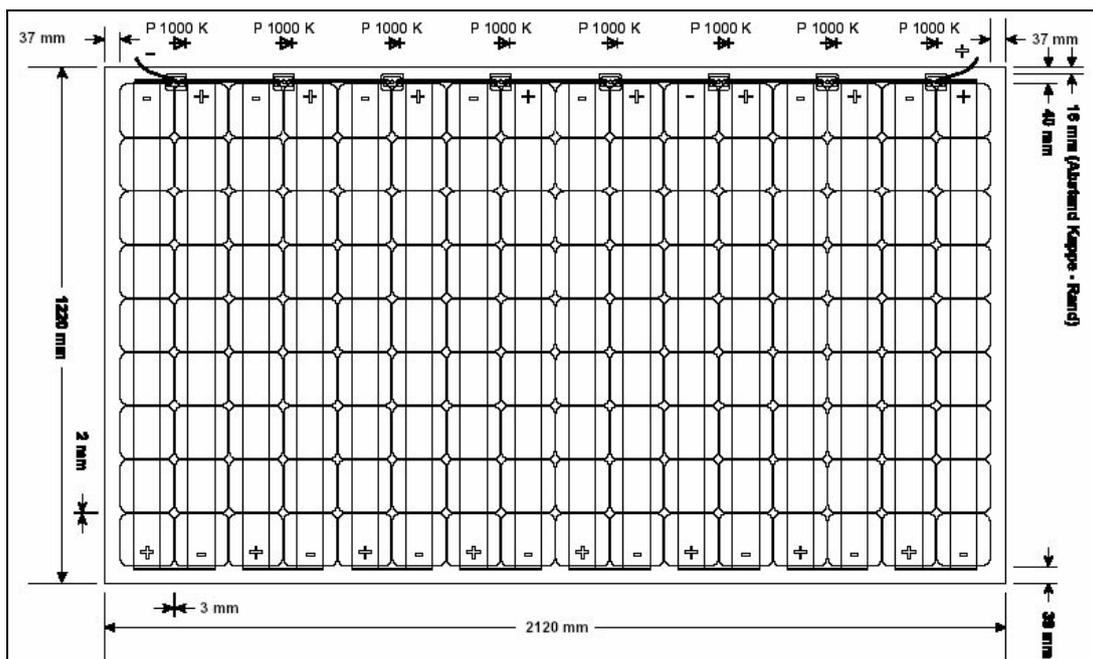


Figure 3 - Schéma électrique des modules photovoltaïques PV PREMIUM

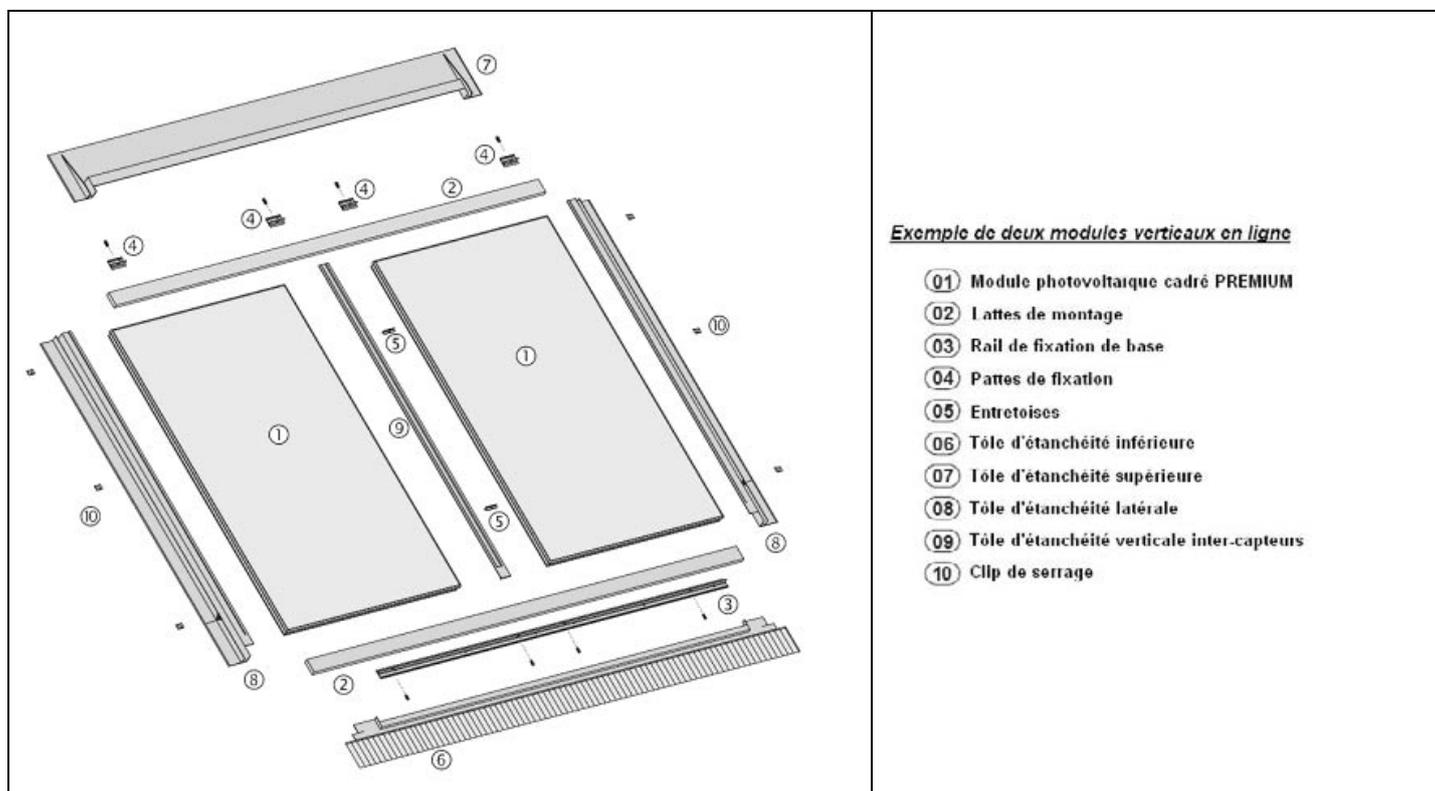


Figure 4 - Vue d'ensemble éclatée et nomenclature du panneau photovoltaïque "PREMIUM S3xx-PMY" en incorporation toiture

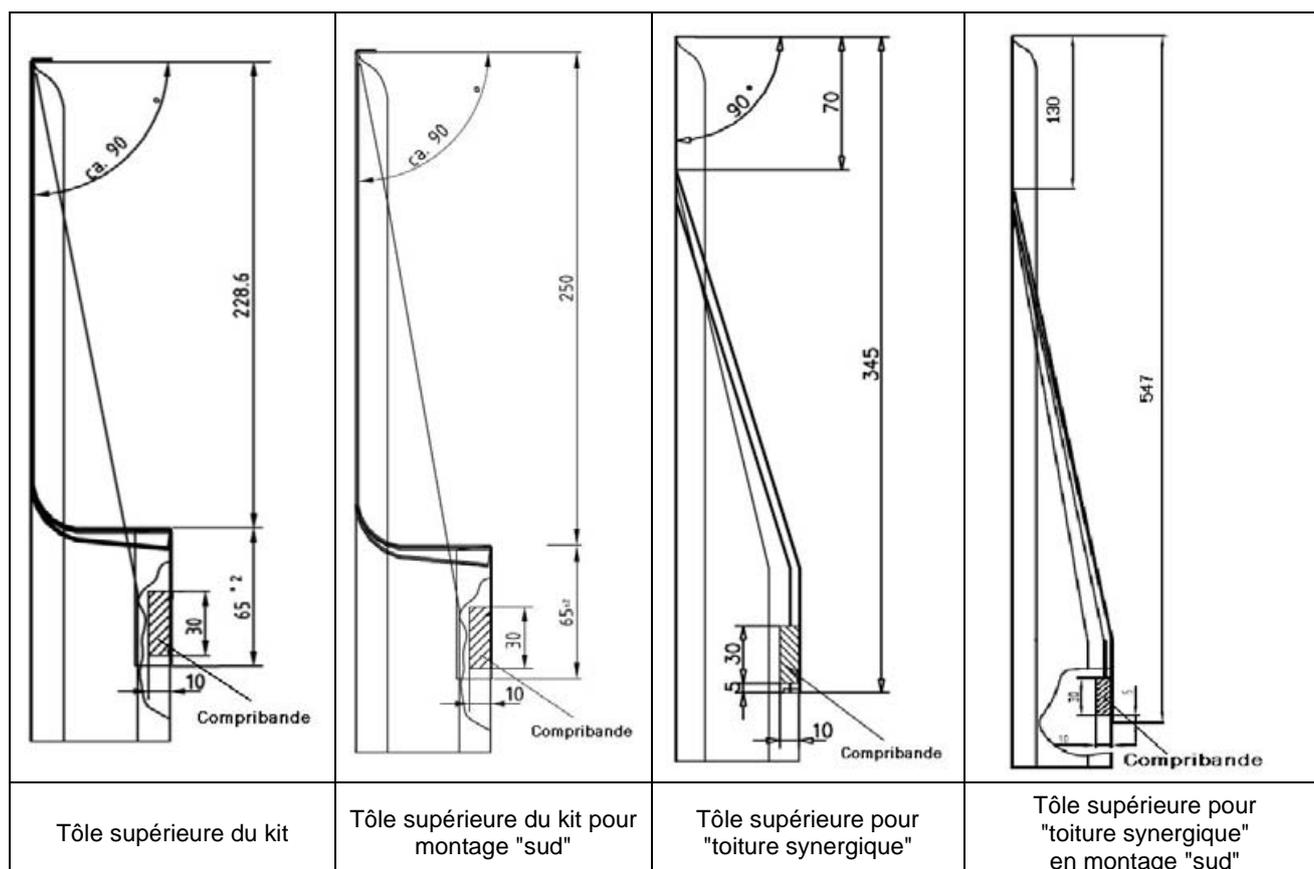


Figure 5 - Schémas des tôles d'étanchéité supérieures

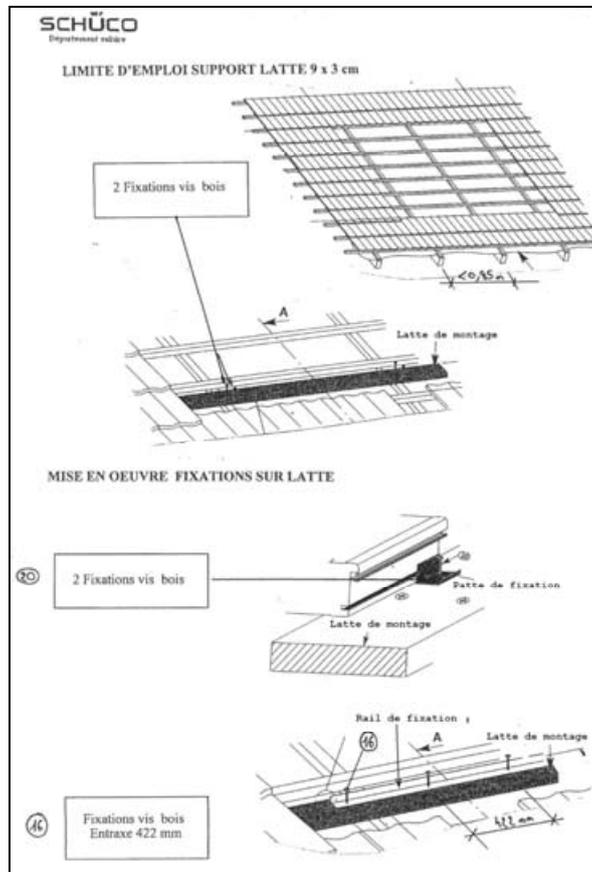


Figure 6 - Identification de la visserie bois non fournie

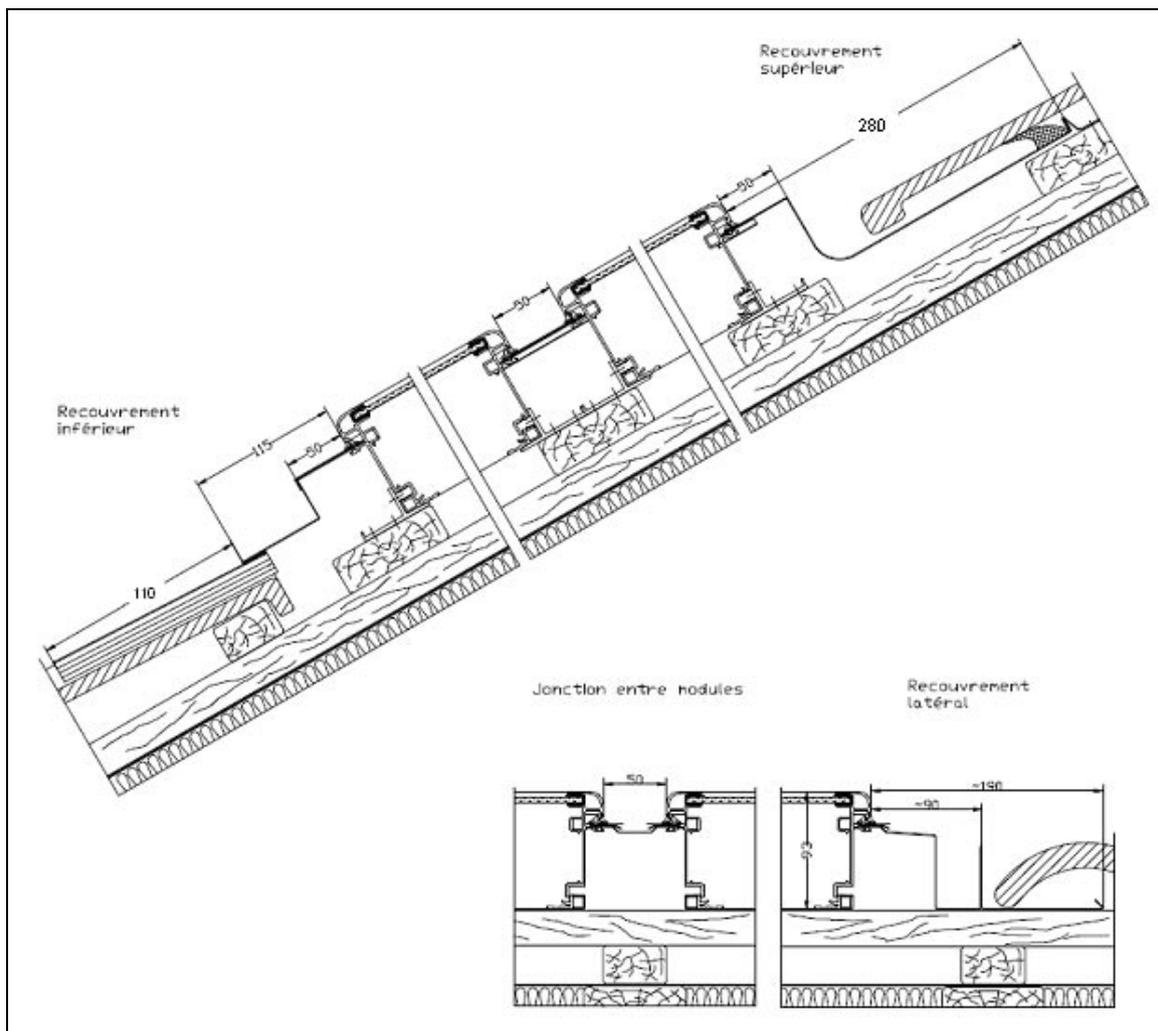


Figure 7 - Vues d'ensemble en coupe du panneau photovoltaïque "PREMIUM S3xx-PMY" pour couvertures en tuiles

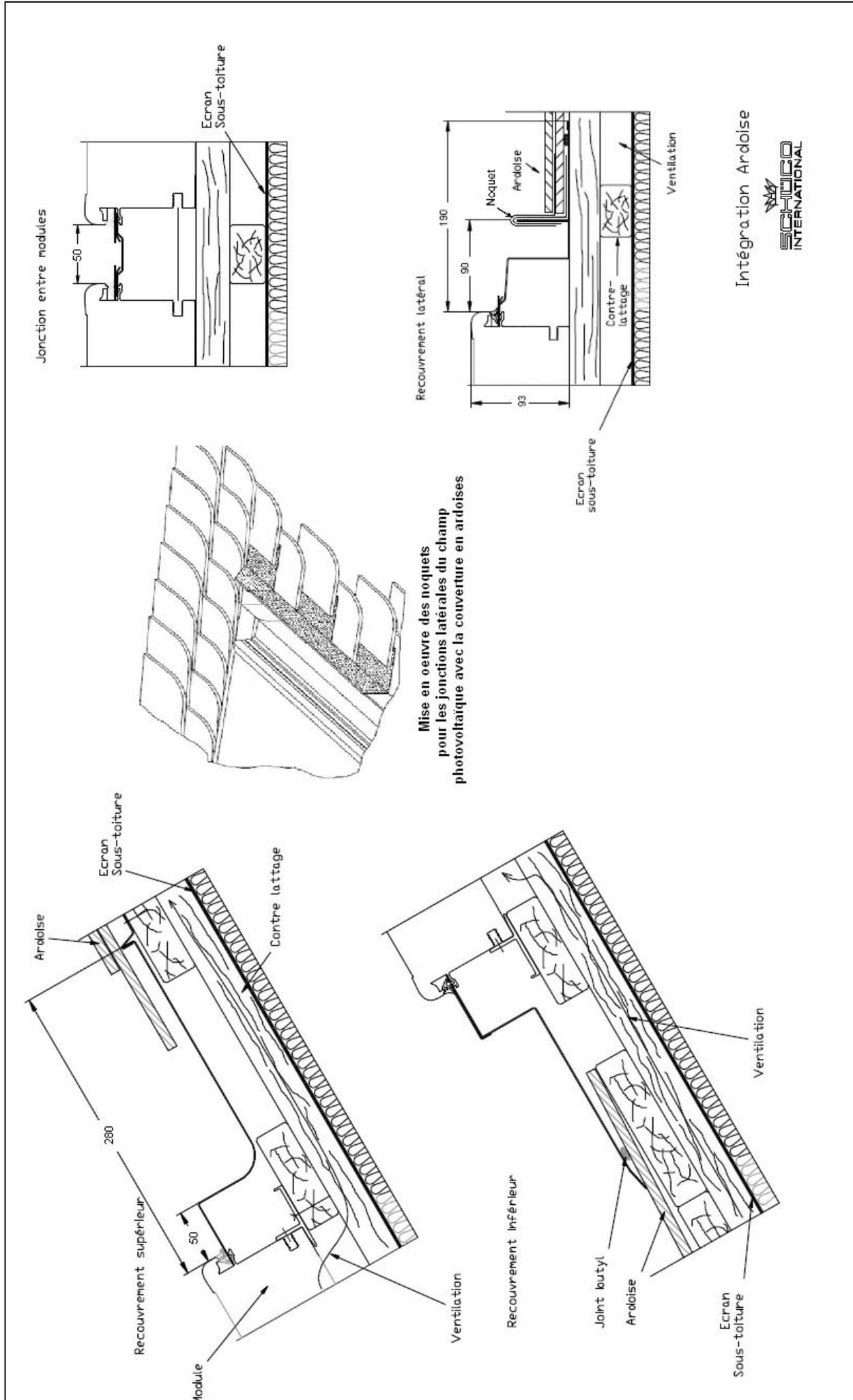


Figure 8 - Vues d'ensemble en coupe du panneau photovoltaïque "PREMIUM S3xx-PMY" pour couverture en ardoises avec noquets

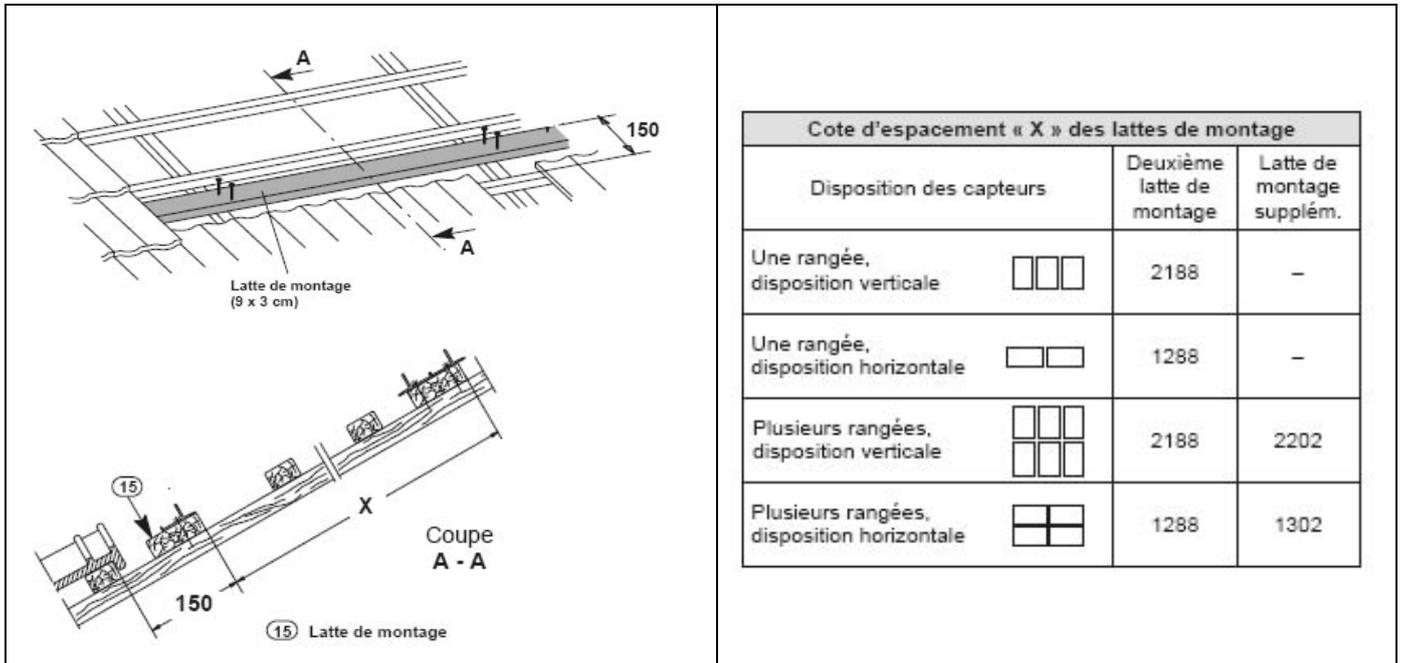


Figure 9 - Cotes d'espacement à respecter entre chaque latte de montage

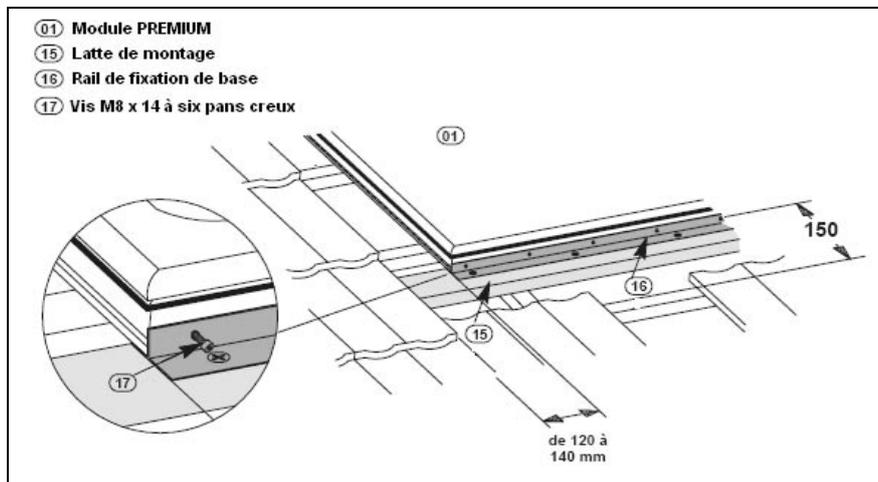


Figure 10 - Fixation inférieure de la première rangée de modules cadrés sur le rail de fixation de base

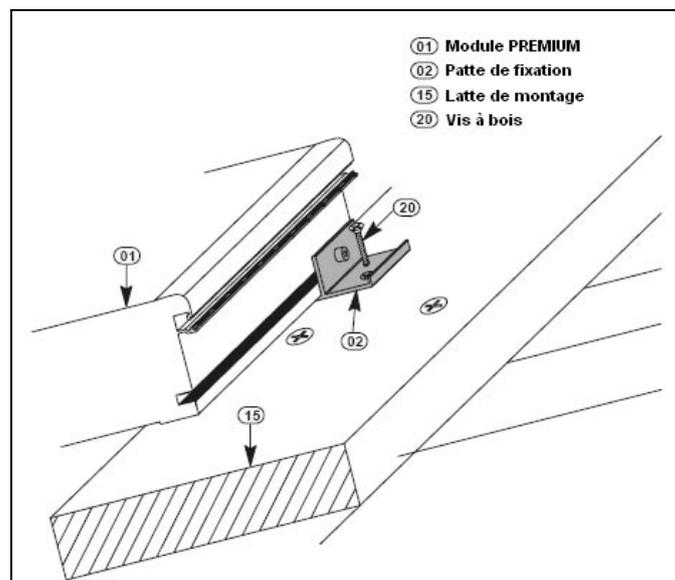


Figure 11 - Fixation supérieure des modules cadrés sur la latte de montage à l'aide des pattes de fixation

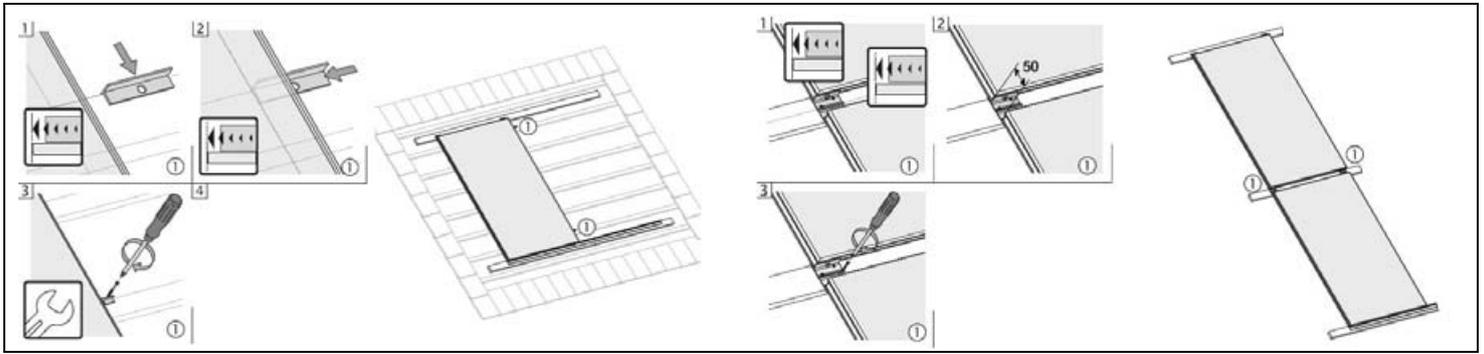


Figure 12 - Maintien, entre chaque module, d'espaces constants horizontalement (à gauche, avec les entretoises) et verticalement (à droite, avec les pattes de fixation)

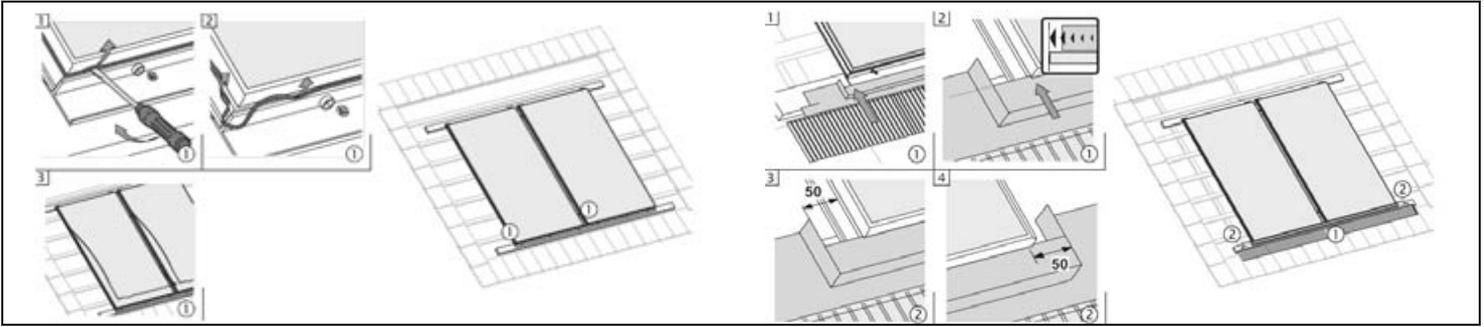


Figure 13 - Mise en place de la tôle d'étanchéité inférieure en partie basse de l'installation

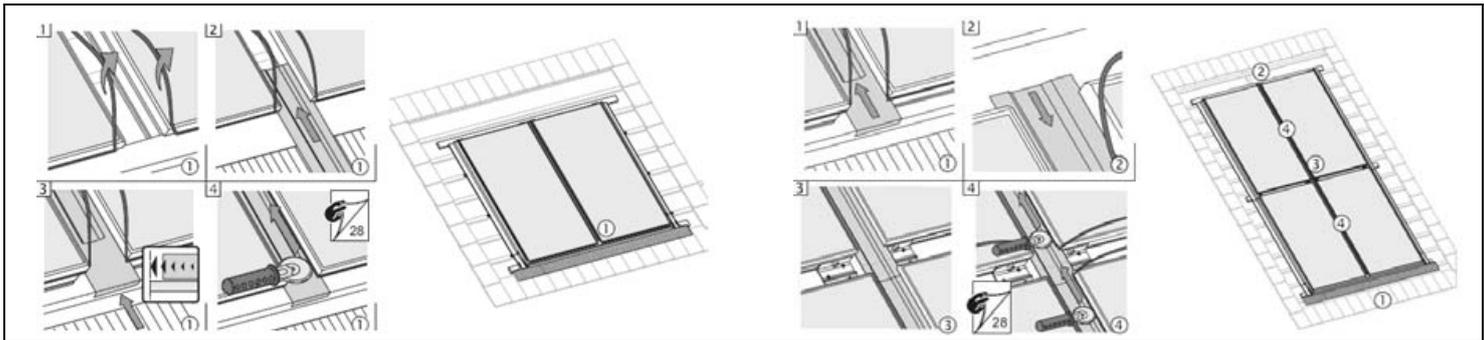
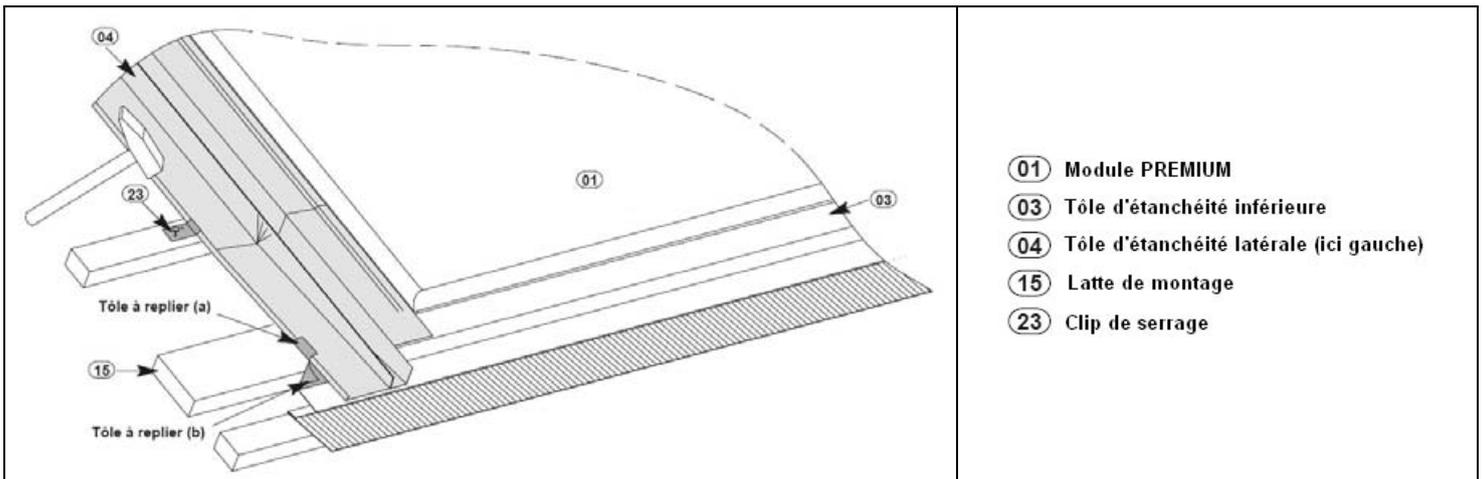


Figure 14 - Mise en place des tôles d'étanchéité inter capteurs (ici exemple sur une tôle verticale entre 2 ou 4 modules)



- ① Module PREMIUM
- ③ Tôle d'étanchéité inférieure
- ④ Tôle d'étanchéité latérale (ici gauche)
- ⑮ Latte de montage
- ⑲ Clip de serrage

Figure 15 - Retours de la tôle d'étanchéité inférieure sur la tôle d'étanchéité latérale

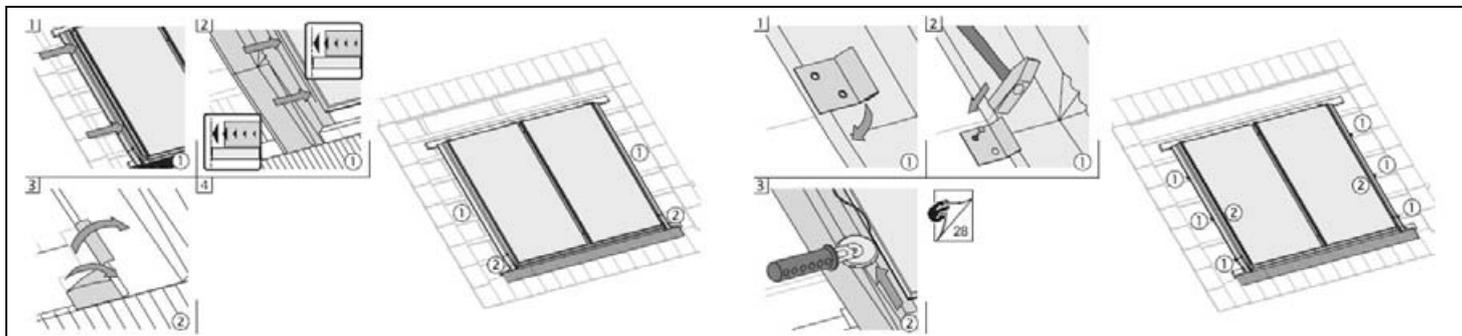


Figure 16 - Mise en place des tôles d'étanchéité latérale de part et d'autre de l'installation avec fixation de celles-ci à la charpente

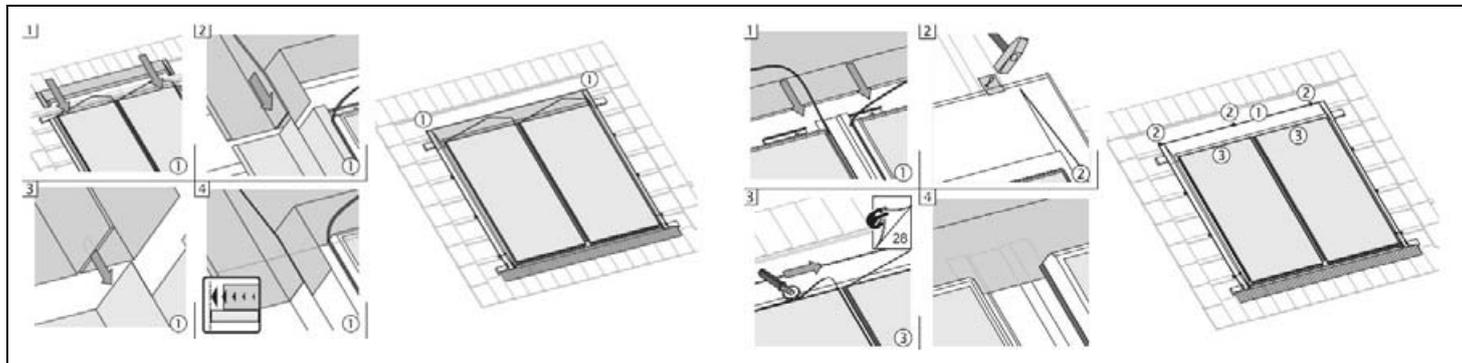


Figure 17 - Mise en place de la tôle d'étanchéité supérieure avec fixation de celles-ci à la charpente

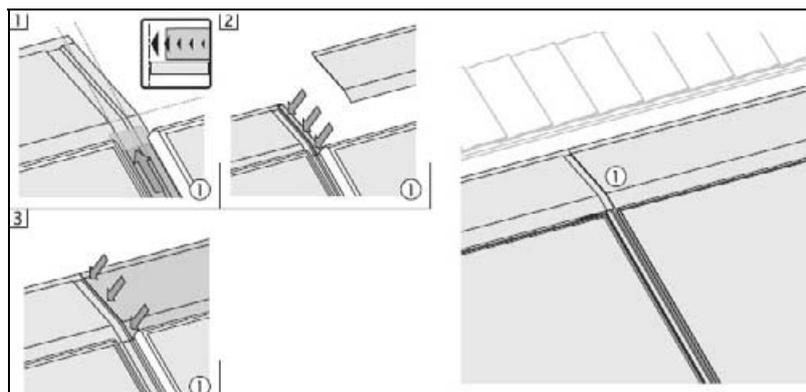


Figure 18 - Principe de raccords des tôles d'étanchéité avec bandes butyles lorsque l'installation nécessite plusieurs kits standard de montage

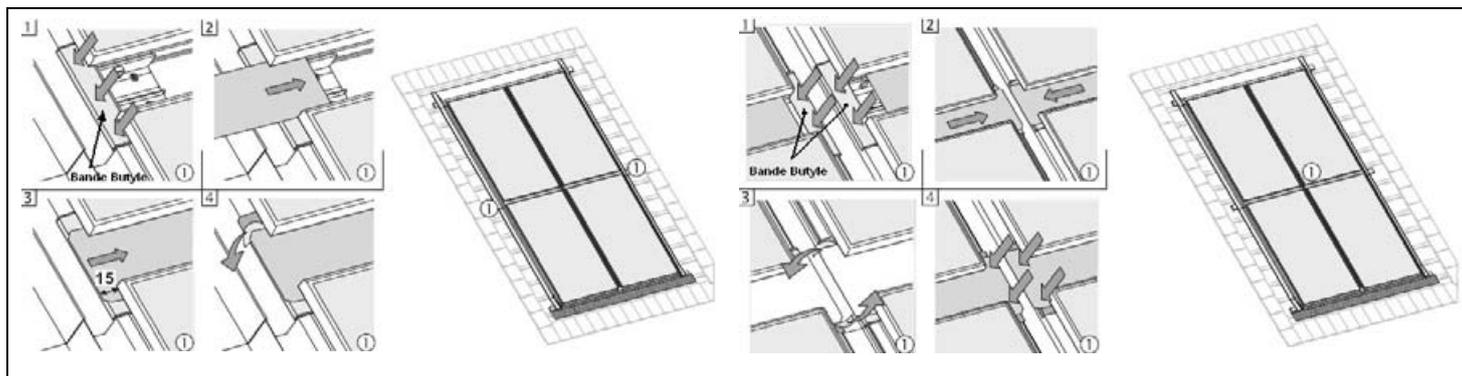


Figure 19 - Mise en place des tôles d'étanchéité inter capteurs avec raccord en T (à gauche) et raccord en croix (à droite)

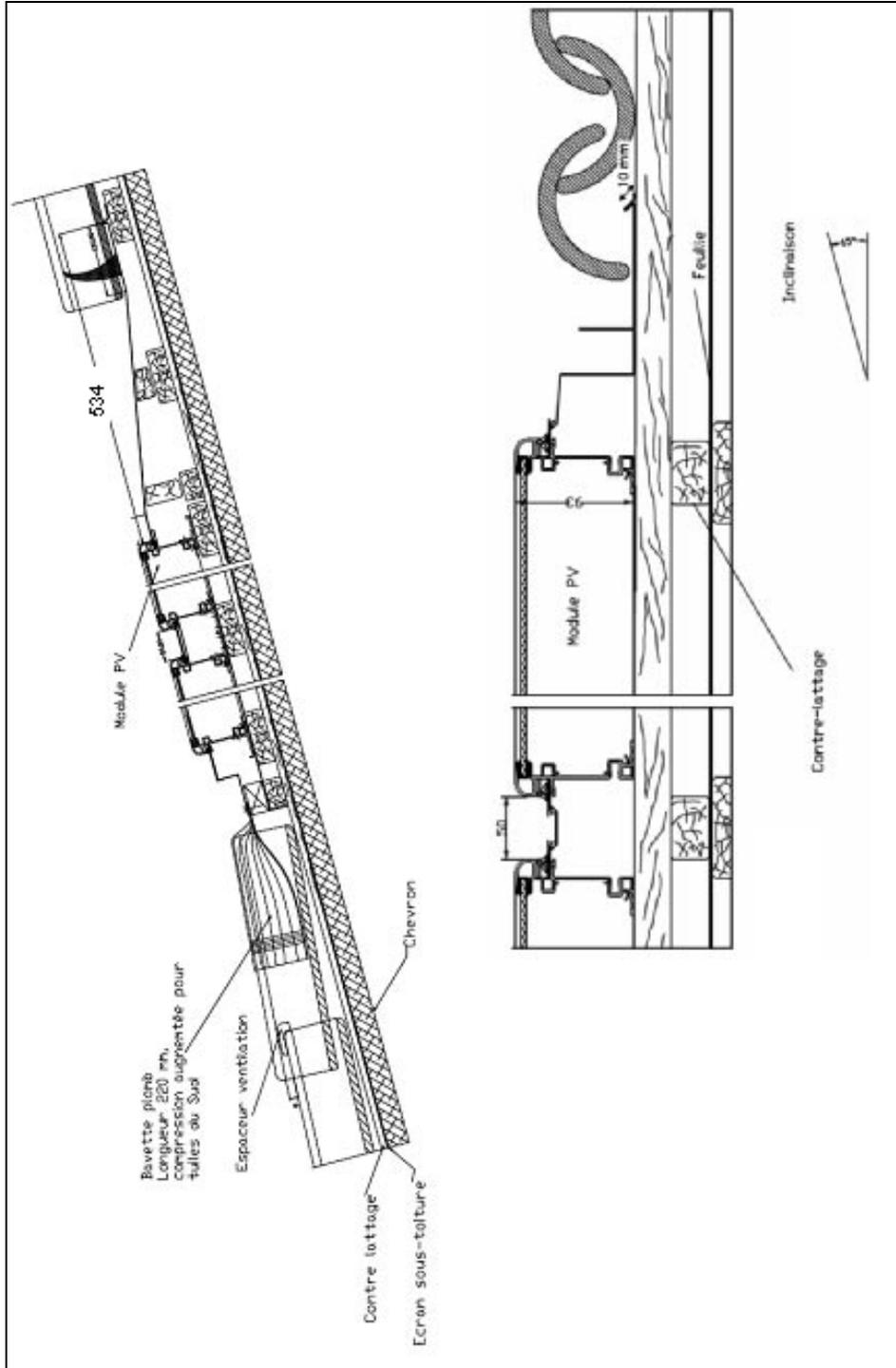


Figure 20 - Adaptation du système de montage aux couvertures en tuiles canal pour montage dit "Sud" (ici "toiture synergique")