Annulé le : 06/07/2016

Avis Technique 21/13-36

Module photovoltaïque verre/polymère mis en œuvre en toiture

Procédé photovoltaïque
Photovoltaic panel
Photovoltaikpanel

MegaSlate SNA Solar

Titulaire : SNA Solar
Parc d'activités de Sainte-Anne
FR – 61190 Tourouvre

Tél. : +33 (0)2 33 85 15 15
Fax : +33 (0)2 33 85 15 00
E-mail : info@snasolar.com
Internet : www.snasolar.com

Avis Technique non valide

Commission chargée de formuler des Avis Techniques et Documents Techniques d'Application
(arrêté du 21 mars 2012)

Groupe Spécialisé n° 21
Procédés photovoltaïques
Vu pour enregistrement le 25 avril 2013

Secrétariat de la commission des Avis Techniques et Documents Techniques d'Application
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

Les Avis Techniques sont publiés par le Secrétariat des Avis Techniques, assuré par le CSTB. Les versions authentifiées sont disponibles gratuitement sur le site internet du CSTB (http://www.cstb.fr)
© CSTB 2013

Le Groupe Spécialisé n° 21 "Procédés photovoltaïques" de la Commission chargée de formuler des Avis Techniques et Documents Techniques d'Application a examiné, le 5 avril 2013, le procédé photovoltaïque "MEGASLATE SNA SOLAR", présenté par la société SNA Solar. 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

Procédé photovoltaïque, mis en œuvre en toiture partielle ou complète, sur charpentes bois, en remplacement de petits éléments de couverture (*ardoises ou tuiles, à l'exception des tuiles à pureau plat et des tuiles planes en béton à glissement et à emboîtement longitudinal*).

Il est destiné à la réalisation d'installations productrices d'électricité solaire.

Il intègre :

- un (des) module(s) photovoltaïque(s), de puissance comprise entre 140 et 160 Wc non cadré(s),
- un système de montage permettant une mise en œuvre en toiture des modules en mode "paysage".

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

1.2 Identification

Les marques commerciales et les références des modules sont inscrites à l'arrière du module reprenant les informations conformément à la norme NF EN 50380 : 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.

Les autres constituants sont identifiables par leur géométrie particulière et sont référencés, lors de leur livraison, par une liste présente sur les colis les contenant.

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

Domaine d'emploi proposé au § 1.2 du Dossier Technique.

2.2 Appréciation sur le produit

2.21 Conformité normative des modules

La conformité des modules photovoltaïques non cadrés 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 norme CEI 60721-2-1.

2.22 Données environnementales et sanitaires

Il n'existe pas de FDES pour ce procédé.

Il est rappelé que les FDES n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

2.23 Aptitude à l'emploi

2.231 Fonction génie électrique

Sécurité électrique du champ photovoltaïque

- Conducteurs électriques

  Le respect des prescriptions définies dans la norme NF C 15-100 en vigueur, 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 ambiante de - 40 °C à 85 °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 aptitude à l'emploi des câbles électriques de l'installation.

- Protection des personnes contre les chocs électriques

  Les modules photovoltaïques non cadrés sont certifiés d'une classe d'Application A selon la norme NF EN 61730, jusqu'à une tension maximum de 1 000 V DC et sont ainsi considérés comme répondant aux prescriptions de la classe de sécurité électrique II jusqu'à 1 000 V DC.

  Les connecteurs utilisés (*Solarlok de la société Tyco ou MC4 de la société Multi-Contact*), ayant un indice de protection IP 67, sont des connecteurs débrochables au moyen d'un outil permettant un bon contact électrique entre chacune des polarités et assurant également une protection de l'installateur contre les risques de chocs électriques.

  L'utilisation de rallonges électriques (*pour les connexions éventuelles entre modules, entre séries de modules et vers l'onduleur, ...*) équipées de connecteurs de même fabricant, même type et même marque, permet d'assurer la fiabilité du contact électrique entre les connecteurs.

  La réalisation de l'installation photovoltaïque conformément au guide UTE C 15-712-1 en vigueur permet d'assurer la protection des biens et des personnes.

Sécurité par rapport aux ombrages partiels

Le phénomène de "point chaud" pouvant conduire à une détérioration du module est évité grâce à l'implantation de deux ou trois diodes bypass sur chacun des modules photovoltaïques.

Puissance crête des modules utilisés

Les modules des versions "MegaSlate SNA Solar I ou II Mono ou Poly" sont de puissance crête comprise entre 140 Wc et 160 Wc par pas de 5 Wc.

2.232 Fonction Couverture

Stabilité

La stabilité du procédé est convenablement assurée sous réserve :

- d'un calcul au cas par cas des charges climatiques appliquées sur la toiture, en tenant compte lorsque nécessaire des actions locales, pour vérifier que celles-ci n'excèdent pas :
  - 1 800 Pa sous charge de neige normale (*selon les règles NV65 modifiées*),
  - sous charge de vent normale (*selon les règles NV65 modifiées*) :
    - □ 1 100 Pa pour les modules MegaSlate SNA Solar I,
    - □ 1 600 Pa pour les modules MegaSlate SNA Solar II,
- d'une reconnaissance préalable de la charpente support vis-à-vis de sa capacité à accueillir le procédé photovoltaïque,
- que la toiture d'implantation présente un entraxe maximum entre chevrons de 700 mm,
- de la fixation de l'installation photovoltaïque uniquement sur des liteaux neufs répondant aux préconisations du Dossier Technique (cf. § *8.512*).

Sécurité en cas de séisme

Au regard de l'arrêté du 22 octobre 2010, modifié par les arrêtés du 19 juillet 2011 et du 25 octobre 2012, relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal », les applications du procédé ne sont pas limitées compte tenu de l'utilisation du procédé en France Européenne.

Étanchéité à l'eau

La conception globale du procédé, ses conditions de pose prévues par le Dossier Technique et les retours d'expérience sur ce procédé permettent de considérer une étanchéité à l'eau satisfaisante.

Risques de condensation

Les mises en œuvre, telles que décrites dans le Dossier Technique au *§ 8.1*, permettent de gérer les risques de condensation de façon satisfaisante grâce à l'utilisation d'un écran de sous-toiture sous le procédé.

Ventilation de la toiture

La mise en œuvre du procédé photovoltaïque telle que décrite dans le Dossier Technique et dans la notice de pose ne vient pas perturber la ventilation naturelle de la toiture qui doit être conforme au(x) DTU concerné(s).

Annulé le : 06/07/2016

Sécurité au feu

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

Les critères de réaction et de résistance au feu, ainsi que le comportement au feu extérieur de toiture, prescrits par la réglementation doivent être appliqués en fonction du bâtiment concerné.

Un classement au feu extérieur $B_{ROOF}(t1)$ a été déterminé sur le procédé équipé des modules photovoltaïques MegaSlate SNA Solar, pour les pentes considérées dans le domaine d'emploi et dans les conditions du procès-verbal n°P-BWU03-I-16.3.123 en date du 19 janvier 2009. La performance de comportement au feu $B_{ROOF}(t3)$ n'a pas été déterminée sur ce procédé.

Dans le cas des Établissements Recevant du Public (*ERP*), la Commission Centrale de Sécurité (*CCS*) préconise par ailleurs la réalisation de mesures visant à assurer la sécurité des intervenants et des usagers (*voir "Avis de la CCS sur les mesures de sécurité à prendre en cas d'installation de panneaux photovoltaïques dans un ERP" – Relevé des Avis de la réunion du 5 novembre 2009 de la sous-commission permanente de la CSS*).

Sécurité des usagers

La sécurité des usagers au bris de glace des modules est assurée grâce à un domaine d'emploi limité à la mise en œuvre du procédé sur toiture isolée ou au-dessus de combles perdus.

Sécurité des intervenants

La sécurité des intervenants lors de la pose, de l'entretien et de la maintenance est normalement assurée grâce à la mise en place :

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

2.24 Durabilité - Entretien

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 du procédé photovoltaïque dans le domaine d'emploi prévu.

Dans les conditions de pose prévues par le domaine d'emploi accepté par l'Avis, en respectant le guide de choix des matériaux *(*voir le *Tableau 1)* et moyennant un entretien conforme aux indications portées dans la notice de montage et dans le Dossier Technique, la durabilité de cette couverture peut être estimée comme satisfaisante.

2.25 Fabrication et contrôle

Les contrôles internes de fabrication systématiquement effectués dans les usines de fabrication permettent de préjuger favorablement de la constance de qualité de la fabrication du procédé photovoltaïque.

2.26 Mise en œuvre

La mise en œuvre du procédé photovoltaïque effectuée par des installateurs agréés (*avertis des particularités de pose de ce procédé grâce à une formation obligatoire, disposant de compétences en couverture pour la pose du procédé en toiture et de compétences électriques pour la connexion électrique de l'installation photovoltaïque, complétées par une qualification et/ou certification pour la pose de procédés photovoltaïques*) permet d'assurer une bonne réalisation des installations.

Le mode constructif et les dispositions de mise en œuvre relèvent de techniques classiques de mise en œuvre en couverture.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.31 Prescriptions communes

Ce procédé ne peut être utilisé que pour le traitement des couvertures, de formes simples, ne présentant aucune pénétration sur la surface d'implantation du procédé photovoltaïque.

Une reconnaissance préalable de la charpente support vis-à-vis de sa capacité à accueillir le procédé photovoltaïque et de la présence ou non d'un écran de sous-toiture est à faire à l'instigation du maître d'ouvrage.

Les modules 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 modules.

La réalisation de l'installation doit être effectuée conformément aux documents suivants en vigueur : norme électrique NF C 15-100, guide UTE C 15-712-1, guide « Installations solaires photovoltaïques raccordées au réseau public de distribution et inférieures ou égales à 250kVA » édité dans les cahiers pratiques de l'association Promotelec et « 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 présence d'un rayonnement lumineux, les modules photovoltaïques produisent du courant continu et ceci sans possibilité d'arrêt. La tension en sortie d'une chaîne de modules 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, un plan de câblage et un plan de calepinage doivent être fournies avec le procédé.

2.322 Installation électrique

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

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 maximales admissibles du procédé.

La mise en œuvre est prévue pour être exécutée sur des structures porteuses en bois, conformément à la norme NF EN 1995-1-1/NA. Dans ce cas, les valeurs limites à prendre en compte pour les flèches sont celles figurant à l'intersection de la colonne "Bâtiments courants" et de la ligne "Éléments structuraux" du *Tableau 7.2* de la clause 7.2(2) de la NF EN 1995-1-1/NA. De plus, la planéité de la charpente doit être conforme aux préconisations données au *§ 8.1* du Dossier Technique.

Les règles de mise en œuvre décrites au Dossier Technique et les dispositions mentionnées au *§ 2.232* "Stabilité" doivent être respectées.

Le montage doit impérativement être réalisé au-dessus d'un écran de sous-toiture : si cet écran n'est pas présent sur la toiture, il est obligatoire d'en ajouter un. Dans ce cas, cet écran de sous-toiture doit être sous "Homologation Couverture" du CSTB avec un classement E1 ou sous Avis Technique avec un classement W1 selon la norme EN 13859-1. Il doit être mis en œuvre conformément aux dispositions définies soit, dans le Cahier du CSTB n° 3651, soit, dans l'Avis Technique le concernant, et complété par les indications du Dossier Technique.

Il est également nécessaire de noter que la mise en œuvre requiert une attention particulière concernant la pose du joint butyle sous les crochets en bas de champ photovoltaïque, qui est essentielle à l'étanchéité du bas de champ du procédé.

La mise en œuvre, ainsi que les opérations d'entretien, de maintenance et de réparation du procédé photovoltaïque doivent être assurées par des installateurs formés aux particularités du procédé et aux techniques de pose par la société SNA Solar.

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

2.324 Assistance technique

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

Annulé le : 06/07/2016

Conclusions

Appréciation globale

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

Validité

Jusqu'au 30 avril 2016.

Pour le Groupe Spécialisé n° 21
Le Président
Georges CHAMBE

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 :

- 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 maximales admissibles du procédé,
  - une reconnaissance préalable de la charpente support vis-à-vis de sa capacité à accueillir le procédé photovoltaïque et de la présence ou non d'un écran de sous-toiture,
- une attention particulière doit être apportée à la mise en œuvre afin de ne pas perturber la ventilation naturelle de la toiture.

Le Groupe Spécialisé souhaite également préciser que les préconisations relatives à l'installation électrique, conformes aux prescriptions actuelles du guide UTE C 15-712-1 en vigueur, nécessitent d'évoluer parallèlement aux éventuelles mises à jour de ce guide.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 21
Coralie NGUYEN

Annulé le : 06/07/2016

Dossier Technique
établi par le demandeur

A. Description

1. Description générale

1.1 Présentation

Procédé photovoltaïque, mis en œuvre en toiture partielle ou complète, sur charpentes bois, en remplacement de petits éléments de couverture (*ardoises ou tuiles, à l'exception des tuiles à pureau plat et des tuiles planes en béton à glissement et à emboîtement longitudinal*).

Il est destiné à la réalisation d'installations productrices d'électricité solaire.

Il intègre :

- un (des) module(s) photovoltaïque(s), de puissance comprise entre 140 et 160 Wc non cadré(s),
- un système de montage permettant une mise en œuvre en toiture des modules en mode "paysage".

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

Sa dénomination commerciale est "MegaSlate SNA Solar". Elle se décline en 4 versions en fonction de la technologie des cellules (mono ou polycristalline) et du format de module :

- MegaSlate SNA Solar I Mono,
- MegaSlate SNA Solar I Poly,
- MegaSlate SNA Solar II Mono,
- MegaSlate SNA Solar II Poly.

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 :
  - sur toitures inclinées de bâtiment neuf ou existant, ne présentant aucune pénétration (cheminées, sorties de toiture, fenêtres de toit…) sur la surface d'implantation des modules photovoltaïques,
  - sur toitures isolées ou au-dessus de combles perdus,
  - exclusivement sur charpente bois (chevrons bois et liteaux) en remplacement de petits éléments de couverture (couvertures ardoises, tuiles mécaniques à relief, tuiles canal ou tuiles plates conformes aux DTU 40.11, 40.13, 40.21, 40.22, 40.23, 40.24 et 40.25),

    Les couvertures doivent être conformes aux prescriptions des DTU de la série 40.1 et 40.2 concerné(s) (notamment pour la pente, la longueur de rampant et la présence ou non d'un écran de sous toiture),
  - au-dessus d'un écran de sous-toiture.
- La toiture d'implantation doit présenter les caractéristiques suivantes :
  - un entraxe entre chevrons maximum de 700 mm,
  - des versants de pente, imposée par la toiture, compris entre 27 % et 143 % (15 ° et 55 °),
  - la *Figure 1* définit, en fonction des latitudes, la pente maximum à respecter afin d'éviter l'auto-ombrage.
- Les modules photovoltaïques doivent obligatoirement être installés :
  - en mode "paysage",
  - uniquement dans des configurations d'installation photovoltaïque de forme rectangulaire (*sans angle rentrant*),
  - en partie partielle de toiture ou en toiture complète,
  - sur des longueurs de rampants de toiture conformes aux DTU de la série 40.1 et 40.2 concerné(s) et dans la limite de 2 profilés de jonction raccordés,
  - sur des toitures soumises à des charges climatiques sous vent normal *(selon les règles NV 65 modifiées*) n'excédant pas :
    - □ 1 100 Pa pour les versions MegaSlate SNA Solar I,
    - □ 1 600 Pa pour les versions MegaSlate SNA Solar II.
  - sur des toitures soumises à des charges climatiques sous neige normale (*selon les règles NV 65 modifiées*) n'excédant pas 1 800 Pa.
- En fonction des matériaux constitutifs du procédé, le *Tableau 1* précise les atmosphères extérieures permises.

2. Éléments constitutifs

Le procédé photovoltaïque "MegaSlate SNA Solar" (*voir Figure 4 et Figure 5*) est l'association d'un module photovoltaïque non cadré et d'un système de montage spécifique lui permettant une mise en œuvre en toiture.

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

2.1 Module photovoltaïque

Le module photovoltaïque *(Figure 2* et *Figure 3)* est fabriqué par la société SNA Solar. La dénomination commerciale des modules est, respectivement aux 4 versions du § *1.1,* SNA-PVMS1MONO xxx, SNA-PVMS1POLY xxx, SNA-PVMS2MONO xxx et SNA-PVMS2POLY xxx, xxx désignant la puissance crête pouvant aller de 140 à 160 Wc par pas de 5 Wc.

Les modules des versions MegaSlate SNA Solar I ne diffèrent des modules des versions MegaSlate SNA Solar II que par les dimensions du verre et la disposition des cellules. Les modules des versions Mono ne diffèrent des modules des versions Poly que par la puissance et la technologie des cellules.

2.11 Film polymère

- Plusieurs compositions sont possibles :
  - 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,
  - à base de PET entre une couche de PVF et une couche de PA *(Polyamide*) avec un traitement spécifique de la surface intérieure pour permettre une meilleure adhérence de la résine encapsulante,
  - à base de PET entre deux couches de PVDF (*Polyfluorure de vinylidène*) avec un traitement spécifique de la surface intérieure pour permettre une meilleure adhérence de la résine encapsulante,
  - à base de deux films de PET avec un traitement spécifique de la surface intérieure pour permettre une meilleure adhérence de la résine encapsulante.
- Épaisseur selon les compositions précédentes respectivement : (0,35 ± 0,03) mm ou (0,32 ± 0,04) mm ou (0,33 ± 0,04) mm ou (0,295 ± 0,15) mm,
- Tension diélectrique maximum admissible : ≥ 1 000 V.

2.12 Cellules photovoltaïques

Les cellules de silicium utilisées proviennent de 4 fournisseurs différents :

	Bosch Solar		Q-Cells	
Dénomination commerciale	Bosch Solar Cell M 2BB ou 3BB	Bosch Solar Cell P	Q6LMX3	Q6LTT ou Q6LTT3
Technologie des cellules	mono-cristallin	poly-cristallin	mono-cristallin	poly-cristallin
Épaisseur (µm)	180 ± 30	200 ± 40	200 ± 40	160 ± 30 à 220 ± 40
Dimensions (mm)	(156 ± 0,5) x (156 ± 0,5)			

	Indosolar	Sunways AG
Dénomination commerciale	I6MU	Sunways Solar Cells Mono 156
Technologie des cellules	polycristallin	monocristallin
Épaisseur (µm)	200 ± 40	200 ± 40
Dimensions (mm)	(156 ± 0,5) x (156 ± 0,5)	

Au nombre de 40, ces cellules sont connectées en série et réparties en 8 colonnes de 5 cellules selon la configuration suivante :

Annulé le : 06/07/2016

- Modules MegaSlate SNA Solar I :
  - distance minimale entre cellules horizontalement : (2 ± 0,5) mm,
  - distance minimale entre cellules verticalement : (2 ± 0,5) mm,
  - distance minimale au bord horizontalement : (27 ± 1) mm,
  - distance minimale au bord verticalement côté bas : (20 ± 1) mm,
  - distance minimale au bord verticalement côté haut : (167 ± 1) mm.
- Modules MegaSlate SNA Solar II :
  - distance minimale entre cellules horizontalement : (2 ± 1) mm,
  - distance minimale entre cellules verticalement : (2 ± 1) mm,
  - distance minimale au bord horizontalement : (19 ± 1) mm,
  - distance minimale au bord verticalement côté bas : (25 ± 1) mm,
  - distance minimale au bord verticalement côté haut : (62 ± 1) mm.

2.13 Collecteurs entre cellules

Les collecteurs entre cellules photovoltaïques sont en cuivre étamé.

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 float ou imprimé extra clair trempé conforme à la norme EN 12150,
- Facteur de transmission directe de l'énergie solaire : > 89 % pour 5 mm d'épaisseur,
- Épaisseur : (6,0 ± 0,3) mm pour les modules MegaSlate SNA Solar I et (5,0 ± 0,3) mm pour les modules MegaSlate SNA Solar II,
- Dimensions : (975 ± 1 x 1 316 ± 1) mm pour les modules MegaSlate SNA Solar I et (875 ± 1 x 1 300 ± 1) mm pour les modules MegaSlate SNA Solar II.

2.16 Constituants électriques

2.161 Boîte de connexion

Une boîte de connexion est collée avec du silicone ou avec un ruban adhésif double-face en sous face du module. Cette boîte de connexion est fournie avec 2 ou 3 diodes bypass (*voir § 2.162*) et permet le raccordement aux câbles qui permettront la connexion des modules. Elle peut provenir de 2 fabricants différents :

- Tyco Electronics :

  De dénomination commerciale SOLARLOK medium JB 4 Rail ou SOLARLOK small JB 3 Rail, elle présente les dimensions hors tout suivantes : (133 x 115 x 22,5) mm ou (138 x 90 x 22) mm.

  Elle possède les caractéristiques suivantes :
  - Classe II de sécurité électrique,
  - Indice de protection : IP65,
  - Tension de système maximum : 1 000 V DC entre polarités,
  - Intensité assignée : 8,5 ou 10,5 A,
  - Plage de température : - 40 °C à + 90°C.
- Spelsberg :

  De dénomination commerciale PV 1410-2, elle présente les dimensions hors tout suivantes : (141 x 101 x 28) mm.

  Elle possède les caractéristiques suivantes :
  - Classe II de sécurité électrique,
  - Indice de protection : IP65,
  - Tension de système maximum : 1 000 V DC entre polarités,
  - Intensité assignée : 9,5 A,
  - Plage de température : - 40 °C à + 85 °C.

2.162 Diodes bypass

Deux ou trois diodes bypass sont implantées dans chaque boîte de connexion des modules.

Chacune de ces diodes protègent une série de 20 cellules maximum pour des cellules avec 2 busbars, et 24 cellules pour des cellules avec 3 busbars.

Elles permettent de limiter les échauffements dus aux ombrages sur le module en basculant le courant sur la série de cellules suivante et évitent ainsi le phénomène de "point chaud".

2.163 Câbles électriques

Les modules sont équipés de deux câbles électriques chacun, de 1,1 m pour les modules MegaSlate SNA Solar I et de 1,0 m pour les modules MegaSlate SNA Solar II, dont la section est de 4 mm^2. Ces câbles se trouvent à l'arrière du module, en sortie de la boîte de connexion, et sont équipés de connecteurs adaptés (*voir § 2.164*).

Ces câbles ont notamment les spécifications suivantes :

- Classe II de sécurité électrique.
- Plage de température ambiante maximum : - 40 °C à 85 °C.
- Courant maximum admissible (intensité assignée) de 25 A ou 55 A.
- Tension assignée : 1 000 V.
- Double isolation.
- Certificats TÜV n° R60024459 et R60021060 selon les spécifications 2PfG 1169/08.2007.

Tous les câbles électriques de l'installation *(en sortie des modules et pour les connexions entre séries de modules et vers l'onduleur)* sont en accord avec la norme NF C 15-100 en vigueur, le guide UTE C 15-712-1 en vigueur, et les spécifications des onduleurs *(longueur et section de câble adaptées au projet)*.

2.164 Connecteurs électriques

Les connecteurs électriques utilisés sont des connecteurs débrochables au moyen d'un outil, préassemblés en usine aux câbles des modules. Ils peuvent provenir de 2 fabricants différents :

- Tyco Electronics :

  De marque Tyco Electronics et de type Solarlok 6-1394461-2 et 0-1394462-4, ces connecteurs sont certifiés par le TÜV et ont les caractéristiques suivantes :
  - Indice de protection électrique IP 67.
  - Classe d'application A et classe II de sécurité électrique.
  - Tension assignée de 1 000 V.
  - Intensité assignée de 12 A.
  - Plage de température de- 40 °C à + 85 °C.
  - Résistance de contact : 1 mΩ.
  - Certificat TÜV n° R60039568 selon la norme EN 50521:2008.
- Multi-Contact :

  De marque Multi-Contact et de type PV-KST4/6I-UR et PV-KBT4/6I-UR, ces connecteurs sont certifiés par le TÜV et ont les caractéristiques suivantes :
  - Indice de protection électrique IP 67.
  - Classe II de sécurité électrique.
  - Tension assignée de 1 000 V.
  - Intensité assignée de 30 A.
  - Plage de température de - 40 °C à + 90 °C.
  - Résistance de contact : 0,5 mΩ.
  - Certificat TÜV n° R60028286 selon la norme EN 50521:2008.

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

Les connecteurs des câbles supplémentaires *(pour les connexions entre séries de modules et vers l'onduleur)* doivent être identiques *(même fabricant, même marque et même type)* aux connecteurs auxquels ils sont destinés à être reliés : pour ce faire, des rallonges peuvent être fabriquées grâce à des sertisseuses spécifiques.

2.17 Autres

- Cale d'appui (*polycarbonate*)

  Dans le cas des versions MegaSlate SNA Solar II, une cale d'appui (*Figure 6*) de 15,5 mm d'épaisseur est disposée en sous-face des modules en haut au centre. Ces cales sont fixées par un adhésif double-face.
- Joint de module (EPDM de dureté 30 à 50 Shore 00)

  De largeur 12 mm et d'épaisseur 3 mm, ces joints sont collés en usine sur le verre en haut de module à l'aide d'un gabarit selon la *Figure 7*. Ils sont collés à l'aide d'un adhésif double face à base de colle acrylate. Ils ne sont disposés que pour les versions MegaSlate SNA Solar II. Ils sont destinés à assurer un complément d'étanchéité au niveau du recouvrement transversal entre modules.

Annulé le : 06/07/2016

2.2 Système de montage

Les éléments de ce système de montage sont commercialisés par projet ou par kit suite au dimensionnement par la société SNA Solar du procédé.

2.21 Ensemble "support"

La structure support qui permet le soutien de l'ensemble de l'installation est constituée des éléments suivants :

- Profilés de jonction (Polyester isophtalique renforcé 50 % à 65 % en fibres de verre)

  Ces profilés sont destinés à supporter les modules et à permettre l'écoulement de l'eau entre les modules de deux colonnes adjacente du champ photovoltaïque (*Figure 8a*). Ils sont de 150 mm de large, de 3 mm d'épaisseur et de 8,5 m de longueur maximum (*découpe en usine et livraison à la bonne dimension*). Ils comportent deux couloirs de drainage de part et d'autre d'une paroi centrale.

- Profilés de jonction latéraux

  Ces profilés (*Figure 8b*) sont de géométrie et de matériau identiques aux profilés de jonction sauf qu'ils ne comportent qu'un seul support de module et un seul couloir de drainage. Ils sont destinés à supporter les modules en bordures latérales de champ photovoltaïque.

- Supports de module (*EPDM de dureté 60 ShA*)

  Ces supports (*Figure 9*) sont collés par une colle cyanoacrylate fournie de marque Loctite 480, dans les profilés de jonction afin que les modules photovoltaïques prennent appui dessus. Ils sont de longueur 825 mm sauf pour les supports de module de bas de champ des versions MegaSlate SNA Solar I où leur longueur est de 955 mm. Ils disposent d'entailles (*obtenues au moulage*) de 15 mm à l'extrémité basse afin de :

  - faciliter le montage du module,
  - permettre un joint de dilatation entre les modules et les profilés de jonction,
  - permettre le chevauchement du support de module au niveau des raccords de profilés, l'entaille basse étant alors prolongée jusqu'à 30 mm et la partie inférieure du support sous l'entaille étant coupée (*découpes en usine*).

  De 4,9 mm de largeur, ils ont une forme trapézoïdale afin de supporter les modules à clin sur toute leur hauteur. Ils sont insérés et collés en usine ou sur chantier dans les profilés de jonction.

- Crochets de fixation *(Inox 1.4162 revêtu d'un polymère thermoplastique de marque EpoPlast 146/2458 de la société Eposint ou PPA571 de la société Liosaplast)*

  Ces crochets (*Figure 10* et *Figure 11*) sont destinés à maintenir les modules photovoltaïques aux liteaux sur les bords haut et bas des modules. Ils sont revêtus d'une couche polymère de 0,4 mm d'épaisseur et de dureté 60 ShD sur toute la partie en contact avec les modules.

  - Pour les versions MegaSlate SNA Solar I : les crochets ont des dimensions hors tout de (261,5 x 30 x 41) mm. La partie en inox est de 4 mm d'épaisseur. Ils comportent 3 trous de fixation aux liteaux.
  - Pour les versions MegaSlate SNA Solar II : les crochets ont des dimensions hors tout de (127,5 x 30 x 37) mm. La partie en inox est de 2,5 mm d'épaisseur. Ils comportent 2 trous de fixation aux liteaux.

- Raccords de profilés, central, gauche et droit *(Inox 1.4301 recouvert d'une peinture à base de résines de polyester saturées)*

  Ces éléments (*Figure 12*) sont destinés à raccorder deux profilés de jonction dans le cas où la hauteur de champ photovoltaïque est supérieure à 8,5 m. Ils sont de dimensions hors tout (200 x 153 x 34) mm. La tôle constitutive est d'épaisseur 1 mm. Il existe des raccords pour les profilés de jonction latéraux dont la géométrie correspond à un demi-raccord de profilé gauche ou droit dans le sens de l'écoulement d'eau.

2.22 Abergements

Les éléments d'abergement sont fournis par la société SNA Solar. Chaque projet est traité au cas par cas avec des cotes à adapter selon les installations. A la demande de l'installateur, celui-ci peut réaliser lui-même les abergements selon les règles de l'art et en respectant la base de conception et les cotes présentées dans le présent Avis Technique.

- Tôles d'abergement (elles peuvent être en cuivre, zinc, acier inox ou aluminium EN AW 3003 H43 revêtu sur 2 faces d'une couche polyester de 20 µm d'épaisseur de teinte RAL 7016, d'épaisseur 1 mm) :

  - Tôle de raccordement latérale (*Figure 13*)

    Ces abergements sont destinés à réaliser les jonctions latérales avec les éléments de couverture environnants.

    Ils sont fixés à l'aide d'agrafes.

  - Noquets (*Figure 14*)

    Ces abergements sont destinés à réaliser les jonctions latérales avec les ardoises et les tuiles plates. La largeur du noquet est égale à celle d'une demi-ardoise ou demi-tuile plate. La hauteur est celle d'une ardoise ou d'une tuile plate. Les dimensions sont à adapter conformément aux DTU. Un couvre-joint de longueur 2 m maximum est destiné à faire la liaison avec les profilés de jonction.

  - Tôle de raccordement supérieure (*Figure 15*)

    Ces abergements sont destinés à réaliser les jonctions avec les éléments de couverture supérieurs. Ils disposent de pinces et contre-pinces de 8 mm aux extrémités afin d'éviter les fuites par capillarité.

    Ils sont fixés à l'aide d'agrafes.

  - Tôle d'angle supérieure (*Figure 16 et Figure 17*)

    Ces abergements sont destinés à réaliser les jonctions aux angles supérieurs du champ photovoltaïque. Ils sont constitués de 2 pièces assemblées par rivetage et brasage.

2.23 Autres

- Joint butyle

  Il est destiné à être mis en œuvre entre les crochets de bas de champ et la bande d'étanchéité basse. Il est d'épaisseur 1,2 mm et de largeur 50 mm.

- Gabarit de montage des crochets

  Ce gabarit permet de positionner les crochets de fixation sur les liteaux pendant la pose.

3. Autres éléments

La fourniture peut également comprendre des éléments permettant de constituer un procédé 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 à la mise en œuvre et au bon fonctionnement du procédé utilisé :

3.1 Accessoires d'abergement

- Bande d'étanchéité basse *(plomb plissé ou tout autre accessoire de couverture bénéficiant d'un Avis Technique pour cet usage)*

  Elles sont de largeur choisie afin de respecter le recouvrement nécessaire sur les éléments de couverture (voir § *8.53*). Elles sont destinées à réaliser les jonctions avec les éléments de couverture inférieurs.

- Mousse *(polyuréthane imprégné acrylate)*

  Elle est destinée à assurer un complément d'étanchéité entre les abergements haut et latéraux et les tuiles à relief. Elle est de forme rectangulaire (60 x 30) mm. Cette mousse est également utilisée en haut de champ, de section (30 x 20) mm pour la mousse en haut des profilés de jonction, et de section (20 x 20) mm pour la mousse insérée sous l'abergement haut.

3.2 Visserie

Les spécifications techniques de la visserie utilisée doivent être au minimum les suivantes :

- Pour la fixation des liteaux sous le champ photovoltaïque : vis à bois de diamètre 6 mm (*2 par intersection*) et de longueur minimale de 70 mm et telle que l'ancrage de la vis dans le chevron (*sous la contre-latte*) soit de 50 mm minimum, en acier inox A2.
- Pour la fixation des profilés de jonction et raccords de profilés : vis à bois 5 x 35 (uniquement pour MegaSlate SNA Solar I), 5 x 40 ou 6 x 40 à tête ronde en acier inox A2.
- Pour la fixation des crochets de fixation : vis à bois 5 x 35 (uniquement pour MegaSlate SNA Solar I), 5 x 40 ou 6 x 40 à tête ronde en acier inox A2 de résistance à l'arrachement minimum 192 daN (*en tenant compte de la densité de bois et de la profondeur d'ancrage dans le liteau pour chaque installation*).

3.3 Écran de sous-toiture

Dans le cas où l'écran de sous-toiture doit être rajouté, il doit être sous "Homologation Couverture" du CSTB avec un classement E1 ou sous Avis Technique avec un classement W1 selon la norme EN 13859-1.

3.4 Liteaux / lattes de bois supplémentaires

Les lattes de bois supplémentaires doivent être en bois résineux de classe d'emploi 2 suivant le fascicule de documentation FD P20-651 et classement visuel ST II suivant NF B 52-001, et présenter une humidité < 20 %. Les liteaux sous le champ photovoltaïque doivent avoir une section minimale (h x l) de (30 x 120) mm pour les versions MegaSlate SNA Solar I et de (40 x 100) mm pour les versions MegaSlate SNA Solar II. L'épaisseur des contre-lattes doit être la plus grande possible et supérieure ou égale à 20 mm.

4. Conditionnement, étiquetage, stockage

4.1 Modules photovoltaïques

Les modules sont conditionnés et livrés par caisse de 30 ou 35 modules maximum verticalement sur une palette. Les modules sont disposés par paire face à face, chaque paire étant séparée de sa voisine par des pièces intercalaires. Les modules conditionnés ensemble sont obligatoirement de la même nature et de la même puissance.

Le module est lui-même identifié par un étiquetage conforme à la norme NF EN 50380.

Le stockage sur chantier s'effectue dans un endroit sec à l'abri de la pluie.

4.2 Système de montage

Les profilés de jonction sont livrés par la société Fibrolux en étant conditionnés ensemble à l'aide d'un film plastique avec protection des extrémités. Le nombre de pièces dépend du projet.

La préparation et le colisage des kits pour chaque projet sont effectués chez la société SNA Solar. Les crochets sont emballés dans des boîtes en carton. Les kits sont livrés sur chantier sur des palettes.

Lors de la livraison, une liste des pièces contenues dans les colis est fournie précisant le nombre de chacune d'entre elles.

Le stockage sur chantier s'effectue dans un endroit sec à l'abri de la pluie.

5. Caractéristiques dimensionnelles

Caractéristiques dimensionnelles des modules photovoltaïques		
-	**Modules MegaSlate SNA Solar I**	**Modules MegaSlate SNA Solar II**
Dimensions hors tout (mm)	1 316 x 975	1 300 x 875
Surface hors tout (m²)	1,28	1,14
Surface d'entrée (m²)	0,97	0,97
Masse (kg)	23	17
Masse spécifique (kg/m²)	20,6	15,6

Le système de montage des modules photovoltaïques est modulaire. De ce fait, il permet d'obtenir une infinité de champs photovoltaïques.

Leurs caractéristiques dimensionnelles sont les suivantes :

Caractéristiques des champs photovoltaïques	
Largeur du champ (*sans abergement*) (mm)	NbX x Kx + (NbX – 1) x 20
Longueur de champ (*sans abergement*) (mm)	MegaSlate SNA Solar I : NbY x (Ky – 150) + 150 MegaSlate SNA Solar II : NbY x (Ky – 50) + 50
Poids au m² de l'installation (*sans abergement*) (kg/m²)	MegaSlate SNA Solar I : 22,3 MegaSlate SNA Solar II : 17

Avec :

NbX : le nombre de modules dans le sens horizontal du champ photovoltaïque,

Kx : la dimension du module dans le sens horizontal du champ photovoltaïque,

NbY : le nombre de modules dans le sens vertical du champ photovoltaïque,

Ky : la dimension du module dans le sens vertical du champ photovoltaïque.

6. Caractéristiques électriques

6.1 Conformité à la norme NF EN 61215

Les modules non cadrés associés au système de montage du procédé MegaSlate SNA Solar ont été certifiés conformes à la norme NF EN 61215.

6.2 Sécurité électrique

Les modules non cadrés associés au système de montage du procédé MegaSlate SNA Solar ont été certifiés conformes à la Classe A de la norme NF EN 61730, et sont ainsi considérés comme répondant aux prescriptions de la classe II de sécurité électrique.

6.3 Performances électriques

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

Modules Mono				
P_{mpp} (W)	145	150	155	160
U_{co} (V)	24,3	24,4	24,5	24,6
U_{mpp} (V)	19,7	19,7	19,8	19,8
I_{cc} (A)	8,6	8,6	8,6	8,6
I_{mpp} (A)	7,4	7,6	7,8	8,1
αT (P_{mpp}) [%/K]	-0,47			
αT (U_{co}) [%/K]	-0,37			
αT (I_{cc}) [%/K]	0,05			
Courant inverse maximum (A)	18			

Modules Poly					
P_{mpp} (W)	140	145	150	155	160
U_{co} (V)	24,6	24,6	24,7	24,7	24,6
U_{mpp} (V)	20,3	20,3	20,4	20,4	19,7
I_{cc} (A)	8,6	8,6	8,7	8,7	8,6
I_{mpp} (A)	6,9	7,1	7,4	7,6	8,1
αT (P_{mpp}) [%/K]	-0,43				
αT (U_{co}) [%/K]	-0,36				
αT (I_{cc}) [%/K]	0,06				
Courant inverse maximum (A)	18				

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

7.1 Modules photovoltaïques

La fabrication des modules photovoltaïques est effectuée sur le site de la société SNA Solar à Tourouvre en France.

Le verre et l'EVA sont contrôlés visuellement à chaque étape de la fabrication.

La trempe du verre est contrôlée visuellement à l'aide d'un polariseur pour observer les lignes de tension dans les coins.

Les cellules photovoltaïques sont contrôlées automatiquement (*contrôle dimensionnel*) avant soudage. Les cellules sont interconnectées par soudage automatique. Un contrôle par caméra de la disposition des cellules est effectué sur chaque string. Un test d'adhésion du soudage est réalisé au moins toutes les 8 h.

Les cellules sont ensuite recouvertes de la feuille d'encapsulant et du polymère arrière. A chaque nouveau lot, l'EVA est contrôlé par un "*gel content test*" et par un contrôle d'adhésion EVA / verre et EVA / polymère arrière. Un contrôle par électroluminescence est effectué sur tous les modules. L'assemblage est laminé dans un laminateur à chaud sous vide puis sous pression.

Après la fabrication, des contrôles sont effectués en usine sur les modules photovoltaïques portant sur les éléments suivants :

- Un contrôle visuel en sortie du laminateur et une cotation de l'aspect des modules.
- Flash test de chaque module : la tolérance sur la puissance maximum de sortie lors de la production des modules est d'au plus – 3 à + 3 %.
- Un contrôle visuel final avant l'emballage.

Annulé le : 06/07/2016

7.2 Composants du système de montage

La société SNA Solar se fournit les éléments du système de montage par l'intermédiaire de la société Meyer Burger.

Les profilés de jonction sont réalisés par pultrusion selon les plans de la société Meyer Burger par l'entreprise Fibrolux à Hofheim en Allemagne. Des contrôles dimensionnels sont effectués par Fibrolux avant l'envoi selon un échantillonnage statistique.

Les supports de module sont fabriqués selon les plans de la société Meyer Burger par la société Ulman sur le site de Sindelfingen en Allemagne, certifié ISO 9001:2008. Des contrôles dimensionnels sont effectués chez le fournisseur selon un échantillonnage statistique. Ils sont collés à l'aide de points de colle cyanolite dans les profilés de jonction en usine ou sur chantier.

Les crochets de fixation avec leur revêtement sont fabriqués selon les plans de la société Meyer Burger par FLMetalltechnik sur le site de Grünen-Sumiswald en Suisse, certifié ISO 9001:2008. Des contrôles dimensionnels sont effectués chez le fournisseur selon un échantillonnage statistique ainsi que chez la société Meyer Burger (*1 crochet par lot*). Le revêtement en polymère thermoplastique est fourni au fabricant des crochets par la société Eposint à Pfyn ou Liosaplast à Saint Margrethen en Suisse.

Les raccords de profilés en inox sont fabriqués selon les plans de la société Meyer Burger par la société Büchel Blech sur le site de Balzers au Liechtenstein certifié ISO 9001:2000. Des contrôles dimensionnels sont effectués selon un échantillonnage statistique.

Les abergements sont réalisés par la société Alpes Solaire Distribution à Champ-sur-Drac en France.

8. Mise en œuvre

8.1 Généralités

Le procédé est livré avec la notice de montage des modules, un plan de câblage et un plan de calepinage fournis par les bureaux d'études de la société SNA Solar. A la demande de l'installateur, il est aussi fourni avec les cahiers des charges de fabrication des abergements.

Préalablement à chaque projet, une reconnaissance préalable de la toiture doit être réalisée à l'instigation du maître d'ouvrage afin de vérifier la capacité de la charpente à accueillir le procédé photovoltaïque, la présence ou non d'un écran de sous-toiture et que les charges admissibles sur la toiture ne sont pas dépassées du fait de la mise en œuvre du procédé. La planéité de la charpente doit être telle que la différence de hauteur entre 2 liteaux successifs (espacés de 825 mm) sous le champ photovoltaïque ne dépasse pas 4 mm.

La mise en œuvre du procédé ne peut être réalisée que pour le domaine d'emploi défini au § *1.2* du présent Dossier technique.

Elle doit impérativement être réalisée au-dessus d'un écran de sous-toiture afin d'évacuer la condensation pouvant se créer sous les modules. Cet écran de sous-toiture doit être mis en œuvre sur tout le pan de toiture (*par conséquent débouchant à l'égout*) accueillant le champ photovoltaïque. Dans le cas d'une toiture neuve ou d'une toiture existante ne disposant pas d'écran de sous-toiture, il doit être mis en œuvre conformément aux dispositions définies, soit dans l'Avis Technique le concernant, soit dans le Cahier du CSTB n° 3651 dans le cas d'un écran de sous-toiture sous "Homologation Couverture" du CSTB.

Les modules photovoltaïques peuvent être connectés en série, parallèle ou série/parallèle.

8.2 Compétences des installateurs

La mise en œuvre du procédé doit être assurée par des installateurs ayant été formés par la société SNA Solar (cf. *§ 9*).

Les compétences requises sont de deux types :

- Compétences en couverture complétées par une qualification et/ou certification pour la pose de procédés photovoltaïques : mise en œuvre en toiture sur charpente bois.
- Compétences électriques complétées par une qualification et/ou certification pour la pose de procédés photovoltaïques : habilitation "B0V ou "B2V" pour le raccordement des modules.

8.3 Sécurité des intervenants

L'emploi de dispositifs de sécurité *(protections collectives, nacelle, harnais, ceintures, 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 pour empêcher les chutes depuis la toiture selon la réglementation en vigueur *(par exemple, un harnais de sécurité relié à une ligne de vie fixée à la charpente)* ainsi que des dispositifs permettant la circulation des personnes sans appui direct sur les modules (*échelle de couvreur, …*).

Ces dispositifs de sécurité ne sont pas inclus dans la livraison. Ils peuvent être identifiés dans le guide « Installations solaires photovoltaïques raccordées au réseau public de distribution et inférieures ou égales à 250kVA » édité dans les cahiers pratiques de l'association Promotelec (*dénommé dans la suite du texte "guide Promotelec"*) ou le « Guide pratique à l'usage des bureaux d'étude et installateurs pour l'installations de générateurs photovoltaïques raccordés au réseau » en vigueur édité par l'ADEME et le SER (*dénommé dans la suite du texte "guide ADEME-SER"*).

8.4 Spécifications électriques

8.41 Généralités

L'installation doit être réalisée conformément aux documents en vigueur suivants : norme NF C 15-100, guide UTE C 15-712-1, « guide Promotelec » et « guide ADEME-SER ».

Tous les travaux touchant à l'installation électrique doivent être confiés à des électriciens habilités (cf. §.*8.2*).

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 maximum d'entrée de l'onduleur. 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*).

8.42 Connexion des câbles électriques

Le schéma de principe du câblage est décrit en *Figure 18*.

La connexion et le passage des câbles électriques s'effectuent sous le système de montage des modules : ils ne sont donc jamais exposés au rayonnement solaire.

- Liaison intermodules et module/onduleur

  La connexion des modules se fait au fur et à mesure de la pose des modules *(du haut vers le bas)* avant leur fixation.

  La liaison entre les câbles électriques des modules et les câbles électriques supplémentaires *(pour le passage d'une rangée à une autre ou pour la liaison des séries de modules au circuit électrique)* doit toujours se faire au travers de connecteurs mâles et femelle du même fabricant, de la même marque et du même type. Pour ce faire, il peut être éventuellement nécessaire de confectionner, grâce à des sertisseuses spécifiques, des rallonges disposant de deux connecteurs de type différents.

  Pour la connexion d'une colonne de modules à une autre, le passage des câbles se fait en passant sous le profilé de jonction. Les câbles sont maintenus aux liteaux au moyen de serre-câble.

  Les câbles de polarité positive et négative doivent être rassemblés au sommet de chaque rangée de modules photovoltaïques et doivent circuler ensemble le long de la toiture afin de limiter les champs induits.
- Câbles de liaison équipotentielle des masses

  Le procédé photovoltaïque étant composé de modules non cadrés, de profilés de jonction en matériau isolant et de crochets recouverts d'un revêtement isolant, il n'y a pas de liaison équipotentielle des masses.
- Passage des câbles à l'intérieur du bâtiment

  Le passage des câbles vers l'intérieur du bâtiment doit être réalisé sans rompre l'étanchéité.

  Le passage sous l'écran de sous-toiture doit être réalisé dans la mesure du possible entre deux lés de manière à ne pas le percer. Dans le cas où un percement de l'écran de sous-toiture est nécessaire, des entailles doivent être réalisées dans l'écran de manière à créer des passages de diamètre inférieur à celui des câbles. Après le passage des câbles, une bande adhésive *(compatible avec l'écran de sous-toiture considéré)* doit être posée autour des entailles. Dans tous les cas, il est nécessaire de se reporter à l'"Homologation Couverture" du CSTB ou à l'Avis Technique relatif à l'écran de sous-toiture considéré.

L'ensemble des câbles doit ensuite être acheminé dans des chemins de câbles difficilement inflammables repérés et prévus à cet effet conformément aux prescriptions des documents en vigueur suivants : norme NF C 15-100, guide UTE C 15-712-1, « guide Promotelec » et « guide ADEME-SER » *(limitation des boucles induites, cheminements spécifiques et distincts…)*.

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

8.5 Mise en œuvre en toiture

8.51 Préparation de la toiture

8.511 Détuilage

Il convient en premier lieu de vérifier la répartition et les dimensions hors tout du procédé sur la toiture et de découvrir la zone d'implantation des éléments de couverture existants.

La surface qui doit être ménagée pour l'implantation du procédé photovoltaïque doit posséder les dimensions indiquées dans le § 5 auxquelles il faut ajouter les dimensions des abergements et éventuellement une rangée d'éléments de couverture existants supplémentaire sur le périmètre du champ photovoltaïque (en fonction du plan de calepinage fourni).

Par ailleurs, afin d'éviter, dans la mesure du possible, les coupes des éléments de couverture, il convient de procéder à une étude préalable du plan de couverture et d'établir un calepinage en fonction du modèle d'éléments de couverture utilisé :

- Tuiles à emboîtement ou à glissement (*DTU 40.21 et 40.24*)

  Lorsque le calepinage ne permet pas de conserver les tuiles entières, elles peuvent être coupées comme suit :

  - Calepinage longitudinal :

    La partie inférieure des tuiles étant conçue pour rejeter l'eau, il est indispensable de ne pas la couper. Par conséquent, il convient de ne réaliser aucune découpe des tuiles en partie haute de l'installation. Suivant la ligne de plus grande pente, seules les tuiles situées au-dessous du procédé peuvent être coupées en tête. Les tuiles coupées doivent alors être fixées au liteau et la partie basse du procédé photovoltaïque doit comporter une étanchéité basse recouvrant d'au moins 150 mm ces tuiles afin d'assurer l'étanchéité de l'ouvrage.

  - Calepinage transversal :

    Pour les tuiles situées en partie latérale, il convient d'utiliser une des solutions suivantes :

    □ optimiser le positionnement du procédé photovoltaïque afin que le côté galbé de la tuile se situe toujours au-dessus de la tôle de raccordement latérale,

    □ recourir à des tuiles spéciales (demi-tuiles ou doubles tuiles par exemple),

    □ utiliser, le cas échéant, un abergement réalisé à façon, suivant les règles de l'art.

- Tuiles canal (*DTU 40.22*) :

  Pour les tuiles canal, seules les tuiles de couvert sont à couper. Tant sur la partie basse du procédé que sur la partie haute, la coupe se fait en tête de tuile.

- Tuiles plates (*DTU 40.23 et 40.25*) et ardoises (*DTU 40.11*) :

  Dans le cas d'une mise en œuvre associée à des tuiles plates ou à des ardoises, les extrémités de la bande d'étanchéité basse doivent se trouver à une distance de l'élément de couverture d'au moins un quart de sa largeur pour éviter d'être à l'aplomb de la jonction de deux tuiles ou ardoises.

Si des tuiles chatières étaient présentes sur la surface découverte pour la mise en place des modules photovoltaïques, celles-ci doivent être conservées pour être repositionnées sur le pourtour de l'installation photovoltaïque.

8.512 Pose des liteaux

Les liteaux de fixation du procédé doivent être des liteaux neufs répondant aux préconisations les concernant (*liteaux non fournis, voir § 3*). Ils sont posés sous le champ photovoltaïque sans porte-à-faux. Ils sont fixés à chaque point d'intersection avec la contre-latte à l'aide de 2 vis 6 x L, L ≥ 70 (*non fournies, voir § 3*). L'entraxe entre les liteaux est de 825 mm. L'écart de tolérance de la distance entre le liteau du haut du champ et le liteau du bas du champ est de ± 4 mm. L'écart de tolérance entre deux liteaux voisins est de ± 2 mm.

Lors de la mise en place des liteaux de fixation, il convient de supprimer les liteaux existants aux endroits où ils empêchent la mise en œuvre du procédé.

Il est possible de rehausser les contre-lattes avant la pose des liteaux afin de niveler le plan du champ photovoltaïque avec celui des éléments de couverture. On parle alors dans la suite du texte de configuration nivelée.

8.52 Pose de l'ensemble "support" et des modules

8.521 Pose de l'ensemble "support"

Les profilés de jonction sont posés dans le sens de la pente et alignés à l'aide d'une corde à tracer. L'entraxe entre les profilés est de 1 336 ± 5 mm dans le cas des MegaSlate SNA Solar I et 1 320 ± 5 mm dans le cas des MegaSlate SNA Solar II (*Figure 19*). Verticalement, la position de l'entaille dans le support en caoutchouc se trouve à 105 mm dans le cas des MegaSlate SNA Solar I et 70 mm dans le cas des MegaSlate SNA Solar II sous le bord supérieur du liteau. Chaque profilé est fixé aux liteaux à l'aide de vis à bois (*non fournies, voir § 3*) en perçant les deux bords externes du profilé (*Figure 20*) à l'intersection des liteaux supérieurs et inférieurs et à l'intersection d'un liteau sur deux.

En haut de champ, les profilés s'arrêtent à 80 mm sous le bord supérieur des liteaux dans le cas de MegaSlate SNA Solar I et au niveau du bord supérieur des liteaux dans le cas de MegaSlate SNA Solar II. En bas de champ, pour MegaSlate SNA Solar I, les profilés s'arrêtent à environ 115 mm en dessous du bord inférieur des liteaux de bas de champ et une latte est disposée sous le liteau de bas de champ de façon à ce que le bas des profilés de jonction soit aligné avec le bord inférieur de cette latte. Pour MegaSlate SNA Solar II, le bas des profilés est aligné avec le bord inférieur des liteaux de bas de champ. .

Si la longueur de rampant du champ photovoltaïque dépasse 8,5 m, deux profilés sont raccordés à l'aide d'un raccord de profilés (*Figure 21*). Dans ce cas, le profilé inférieur est posé à 105 mm ou 70 mm *(selon la version MegaSlate SNA Solar I ou II*) du bord supérieur du liteau. Le raccord de profilé est emboîté dans celui-ci. Puis, le profilé de jonction supérieur est posé de sorte que ses supports de module recouvrent de 30 mm le canal extérieur du raccord de profilés. Pour cela, l'entaille du bas du support de module est prolongée jusqu'à 30 mm et découpée en usine. Le raccord de profilés est vissé côté extérieur du couloir drainant à l'aide de deux vis à bois (*non fournies, voir § 3*) dans les trous prévus.

Les crochets de fixation sont positionnés sur les liteaux à l'aide du gabarit fourni à raison de 2 crochets par module dans le cas des versions MegaSlate SNA Solar I et 3 crochets par module dans le cas des versions MegaSlate SNA Solar II. Ils sont fixés aux liteaux à l'aide de 3 vis dans le cas MegaSlate SNA Solar I ou 2 vis dans le cas MegaSlate SNA Solar II, 5 x 35 (uniquement pour MegaSlate SNA Solar I), 5 x 40 ou 6 x 40 (*non fournies, voir § 3*). La bordure supérieure des crochets est alignée au bord supérieur du liteau, sauf pour le crochet médian dans le cas du MegaSlate II où le crochet est décalé d'1 mm vers le bas. Transversalement, les crochets sont à 213 mm (MegaSlate SNA Solar I) ou 70 mm (MegaSlate SNA Solar II) du bord du profilé de jonction. La distance entre 2 crochets d'un même module est de 700 mm (MegaSlate SNA Solar I) ou 470 mm (MegaSlate SNA Solar II) (*Figure 22*). Les crochets sont aussi fixés sur le liteau le plus haut du champ photovoltaïque.

8.522 Pose des modules

Le montage (*Figure 23*) s'effectue du haut vers le bas et soit de gauche à droite, soit de droite à gauche.

La partie supérieure du module est d'abord posée sur les supports de module en-dessous du module supérieur (*sauf s'il s'agit du module le plus haut du champ photovoltaïque*) en prenant soin d'éviter tout contact verre / verre (*entre modules*) ou verre / métal (*d'un outil ou de l'échelle…*). Le module est abaissé et poussé le plus haut possible sous les crochets supérieurs, puis tiré vers le bas et ancré dans les crochets inférieurs. Il est enfin ajusté transversalement.

Les recouvrements transversaux des modules (*Figure 24* et *Figure 25*) est de 150 mm dans le cas des versions MegaSlate SNA Solar I (*pour environ 5 mm d'espacement*) et de 50 mm dans le cas des versions MegaSlate SNA Solar II (*pour environ 4 mm d'espacement*).

8.53 Pose des abergements en partie courante

8.531 En bas du champ photovoltaïque

Se référer à la *Figure 26*.

Avant la pose de l'ensemble "support", une bande d'étanchéité (*non fournie, voir § 3*) est disposée entre le liteau du bas du champ photovoltaïque et les éléments de couverture avec un recouvrement transversal de la bande d'étanchéité sur ces derniers de 150 mm. Si le champ photovoltaïque n'est pas nivelé, des liteaux d'appui intermédiaires peuvent être ajoutés pour soutenir la bande.

Sous le champ photovoltaïque, la bande d'étanchéité est fixée à l'aide des vis des crochets sur le liteau du bas du champ photovoltaïque. Un joint butyle est disposé entre le crochet et la bande d'étanchéité. Entre chaque profilé de jonction, le haut de la bande d'étanchéité est relevé contre une tôle en angle de 17 mm de hauteur fixée sur une latte ajoutée au-dessus du liteau du bas de champ.

A ses extrémités, la bande d'étanchéité dépasse les bords gauche et droit du champ photovoltaïque d'environ 150 mm.

8.532 Sur les côtés du champ photovoltaïque

Se référer à la *Figure 27*.

Le choix de la géométrie des tôles dépend de la configuration nivelée ou non du champ photovoltaïque. Dans le cas des ardoises et tuiles plates, on utilise les noquets (*cf. § 8.542*).

Les tôles de raccordement latérales s'insèrent sur les profilés latéraux. Leur recouvrement dans le sens de la pente est de 150 mm minimum. Elles sont fixées sur chaque liteau à l'aide d'agrafes en inox elles-mêmes fixées sur les liteaux par vis ou clous.

En partie inférieure, les tôles recouvrent la bande d'étanchéité basse sur 150 mm.

8.533 En haut du champ photovoltaïque

Se référer aux *Figure 28* et *Figure 29*.

Les tôles de raccordement supérieures sont posées de gauche à droite ou de droite à gauche. Une tôle d'angle assure la liaison avec la tôle de raccordement latérale. Une mousse polyuréthane est disposée entre les modules et les tôles de raccordement dans le cas du MegaSlate SNA Solar II. Cette mousse est également disposée en haut des couloirs drainant des profilés de jonction.

Elles sont fixées en haut tous les 500 mm et au niveau des recouvrements à l'aide d'agrafes sur un liteau posé en haut du champ photovoltaïque. En bas, elles viennent s'insérer dans les crochets du haut du champ photovoltaïque. Elles ont un recouvrement longitudinal de 150 mm.

Annulé le : 06/07/2016

8.54 Remise en place des éléments de couverture

Replacer les éléments de couverture sur les abergements. Ils doivent être fixés mécaniquement.

8.541 Tuiles mécaniques à relief et tuiles canal

Se référer à la *Figure 30*.

Une bande de compression en mousse polyuréthane (*non fournie*) doit être positionnée entre les tôles de raccordement latérales et les tuiles. Le recouvrement longitudinal doit être au minimum de 80 mm.

Cette bande de compression doit être posée entre les tôles de raccordement supérieures et les tuiles avec un recouvrement des tuiles sur les tôles de 120 mm minimum.

8.542 Tuiles plates et ardoises

Se référer aux *Figure 31* et *Figure 32*.

En partie latérale, les abergements sont constitués de noquets disposés et fixés selon les prescriptions des DTU. Les couvre-joints sont posés à cheval entre les noquets et le profilé latéral à l'aide d'un tasseau intermédiaire. Ils sont fixés par clous et pattes de couvre-joint conformément au DTU 40.11.

En partie supérieure, le recouvrement des éléments de couverture sur la tôle de raccordement est de 120 mm minimum.

8.55 Pose aux abords des extrémités de toiture

8.551 Au faîtage

Une tôle de raccordement de faîtage est utilisée. Cette dernière est maintenue par les crochets supérieurs du module et fixée sous le faîtage par agrafe. Le recouvrement de la faîtière sur la tôle doit être conforme au DTU concerné (*Figure 33*).

8.552 Aux rives

Une tôle de rive est ajoutée sur le profilé de jonction latéral pour retomber au bord de rive de la toiture (*Figure 34*). Cette tôle verticale est vissée à l'aide d'une vis à rondelle étanche sur la planche de rive. Les recouvrements transversaux sont identiques à ceux des tôles de raccordement latérales.

8.553 A l'égout

Se référer à la *Figure 35*.

L'égout est fixé en bas de champ soit en reconduisant les eaux recueillies sur l'écran de sous-toiture dans la gouttière, soit en les évacuant sous la gouttière. Des larmiers et grilles de ventilation conformes aux DTU doivent être installés.

9. Formation

La société SNA Solar impose aux installateurs du procédé une formation photovoltaïque théorique et pratique leur permettant d'appréhender les procédés photovoltaïques en général ainsi que le montage du procédé MegaSlate SNA Solar.

Cette formation, réalisée dans les locaux de SNA Solar ou sur chantier, consiste en :

- une formation théorique portant sur les spécificités du procédé,
- une formation pratique sur maquette ou démonstration sur chantier.

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.

A l'issue de cette formation, la société SNA Solar délivre une attestation de formation nominative.

La société SNA Solar tient à jour et met à disposition une liste d'entreprises ainsi agréées.

10. Distribution et assistance technique

La société SNA Solar oblige chaque nouveau client à recevoir une assistance technique pour sa première installation photovoltaïque avec l'aide sur place d'un technicien pendant une journée.

Cette société assure ensuite sur demande une assistance technique téléphonique pour tous renseignements complémentaires.

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

11. Utilisation, entretien et réparation

Les interventions sur le procédé doivent être réalisées dans le respect du code du travail et notamment de la réglementation sur le travail en hauteur.

Il est impératif que les opérations de maintenance et de réparation soient effectuées par des intervenants qualifiés. Ces opérations requièrent des compétences en électricité et en couverture (cf. *§ 8.2*).

11.1 Maintenance du champ photovoltaïque

Même si une surveillance automatique et continue des fonctions d'une installation photovoltaïque au moyen d'un enregistreur de données (*data-logger*) ou d'un autre dispositif approprié est conseillée, un contrôle de l'installation elle-même doit être effectué au moins une fois par an :

- Vérifier visuellement l'état d'encrassement des modules. Si ceux-ci sont sales, les nettoyer à grande eau (*sans pression*) par le haut avec un appareil de nettoyage doux sans produit de nettoyage ni moyens abrasifs.
- Vérification du système de montage et des modules : vérifier visuellement le bon état des différents éléments composant le système de montage (*modules endommagés, crochets pliés, tôles de raccordement endommagées…*).
- Vérification de l'encrassement des profilés de jonction : vérifier qu'ils ne sont pas bouchés par des feuilles ou des aiguilles de pin et, le cas échéant procéder au nettoyage.
- Vérification du câblage : vérification visuelle des câbles.
- Vérification du joint EPDM entre modules des versions MegaSlate SNA Solar II : vérification que les joints sont collés au verre et ne sont ni encrassés, ni détachés.

11.2 Maintenance électrique

Si, tenant compte de l'ensoleillement réel, une baisse mesurable de la production d'une année sur l'autre est observée, il convient de faire vérifier le bon fonctionnement de l'onduleur et des modules individuellement.

11.3 Remplacement d'un module

Le remplacement du module doit être réalisé par l'installateur ayant posé le champ photovoltaïque (*ou à défaut par un autre installateur agréé par SNA Solar*).

En cas de bris de glace d'un module ou d'endommagement d'un module photovoltaïque, il convient de le faire remplacer en respectant la procédure suivante :

- Couper dans un premier temps le réseau électrique AC de(s) (l')onduleur(s).
- Couper à l'aide de l'interrupteur sectionneur côté DC le courant alimentant l'(es) onduleur(s).
- Débrancher les câbles du (des) module(s) concerné(s).
- Remplacer ensuite le(s) module(s) concerné(s) par des modules avec des caractéristiques électriques équivalentes en respectant les instructions de montage et prenant les mesures de sécurité adaptées pour prévenir toutes blessures.
- Rebrancher les câbles du (des) module(s) concerné(s).
- Contrôler la tension continue aux bornes des branches des séries concernées par le démontage à l'aide d'un multimètre.
- Remettre l'interrupteur sectionneur du côté DC sur la position "ON".
- Réenclencher la connexion au réseau du côté AC.
- S'assurer du bon fonctionnement de(s) (l')onduleur(s).

B. Résultats expérimentaux

- Les modules photovoltaïques non cadrés associés au système de montage du procédé MegaSlate SNA Solar ont été testés selon la norme NF EN 61215 : qualification de la conception et homologation des modules photovoltaïques, par le TÜV Rheinland (*rapport d'essais n° 21167652.003*).
- Les modules photovoltaïques non cadrés associés au système de montage du procédé MegaSlate SNA Solar ont été testés selon la norme NF EN 61730 et certifiés comme appartenant à la classe d'application A jusqu'à une tension maximum de 1 000 V DC par le TÜV Rheinland (*rapport d'essais n° 21167653.003*).
- Le procédé photovoltaïque a été testé par le CSTB selon la norme NF EN 12179 pour un essai de résistance à la pression du vent (*rapport d'essais n° CLC11-26034316*).
- Le procédé photovoltaïque a été testé dans la soufflerie Moby Dick II du CTMNC (*rapports d'essais n° 2034009533 et n° 2034012857*).
- La durabilité du revêtement des crochets a été testée par SKZ – TeConA GmbH (*rapport d'essais n° 99021/11*).
- La durabilité des profilés a été testée par SKZ – TeConA GmbH (*rapport d'essais n° 98422/11*).
- La durabilité des joints de module MegaSlate SNA Solar II a été testée par le SUPSI – Institue for Applied Sustainability to the Built Environment – ISAAC Swiss PV Module Test Centre (*rapport d'essais n° 12-150/A*).

C. Références

1. Données environnementales et sanitaires[1]

Le procédé MegaSlate SNA Solar ne fait pas l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES).

Les données issues des FDES ont pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les procédés visés sont susceptibles d'être intégrés.

2. Autres références

Le procédé photovoltaïque est fabriqué depuis mai 2002 pour les versions MegaSlate SNA Solar I et depuis mars 2009 pour les versions MegaSlate SNA Solar II.

Environ 115 000 m^2 ont été commercialisés à ce jour, soit environ 17 000 kWc, dont 41 000 m² en France (*environ 5'700 kWc)* dont environ 200 m² (*environ 30 kWc*) en version MegaSlate SNA Solar II.

[1] Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet avis.

Annulé le : 06/07/2016

Tableau et figures du Dossier Technique

Tableau 1 - Guide de choix des matériaux selon l'exposition atmosphérique

Matériau	Revêtement de finition sur la face exposée	Éléments du procédé concernés	Atmosphères extérieures							
			Rurale non pollué	Industrielle ou urbaine		Marine				Spéciale
				Normale	Sévère	20 km à 10 km	10 km à 3 km	Bord de mer* (<3km)	Mixte	
Acier inox 1.4162	Epo Plast 146/2458 ou PPA571	Crochets	•	•	□	•	•	□	□	□
Acier inox 1.4301	peinture à base de résines de polyester saturées	Raccords de profilés	•	•	□	•	•	□	□	□
Composite Fibrolux	-	Profilés de jonction	•	•	•	•	•	•	•	□

Les expositions atmosphériques sont définies dans les annexes des normes XP P 34-301, NF P 24-351, DTU 40.36 et DTU 40.41

• : Matériau adapté à l'exposition

□ : Matériau dont le choix définitif ainsi que les caractéristiques particulières doivent être arrêtés après consultation et accord du fabricant.

* : à l'exception du front de mer

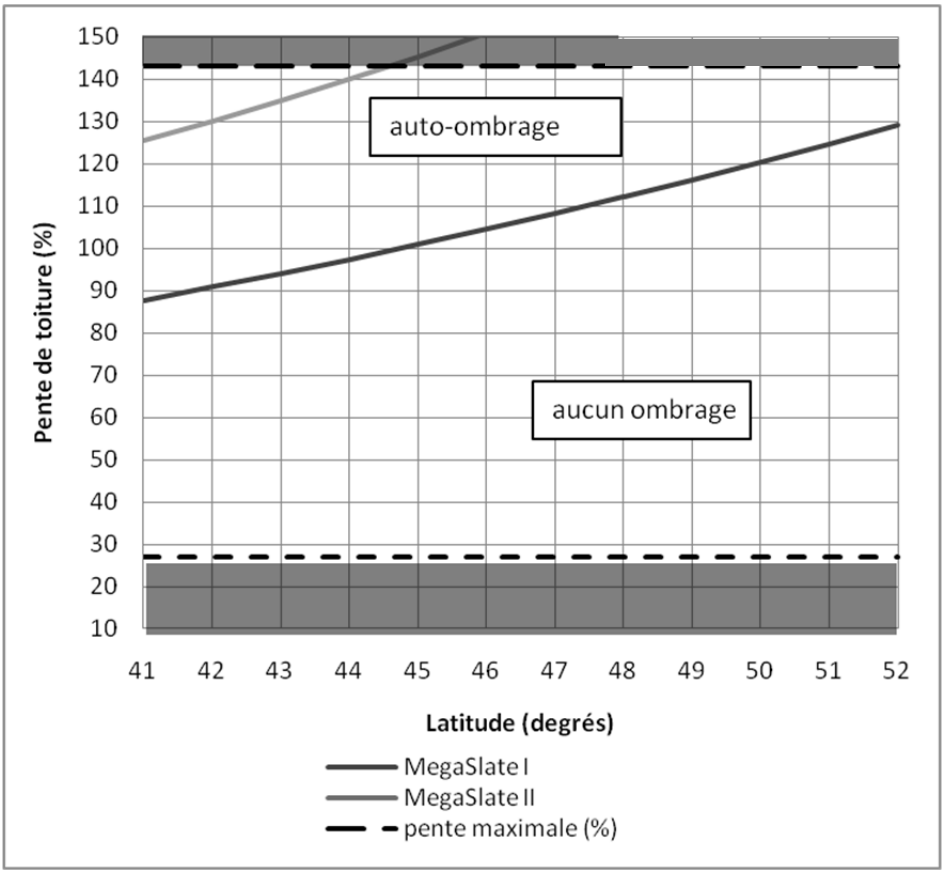


Figure 1 – Pente maximale en fonction de la latitude de l'installation, afin d'éviter l'auto-ombrage (pour une installation plein sud)

Annulé le : 06/07/2016

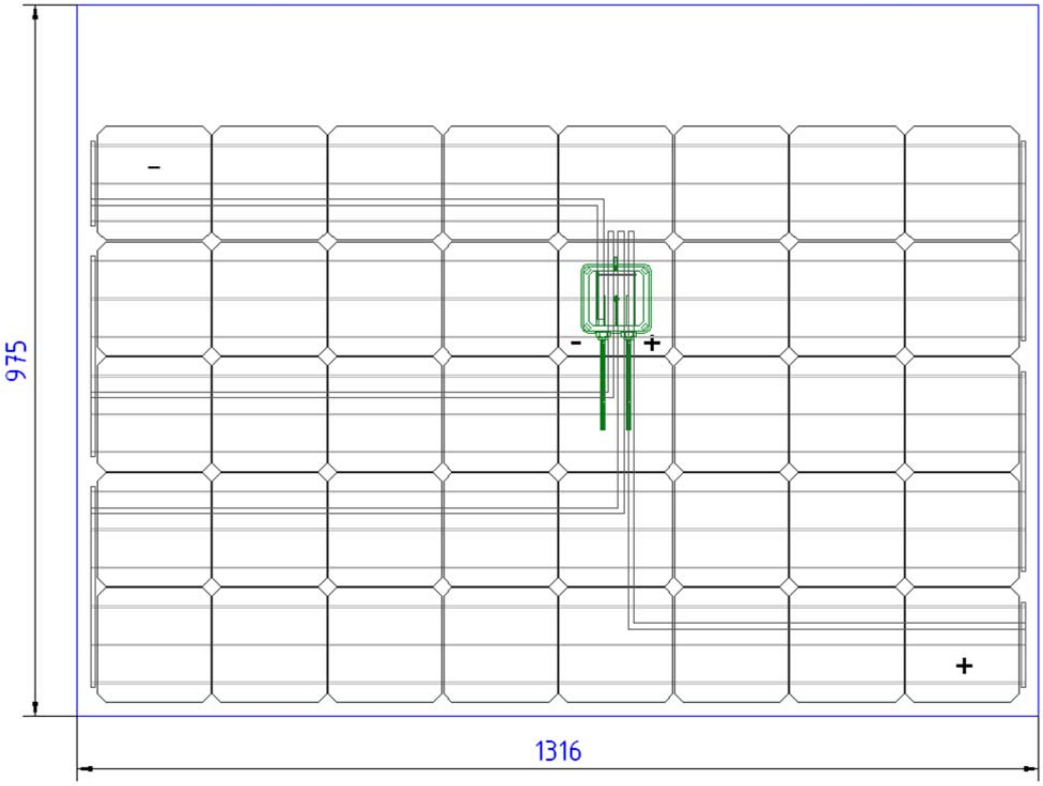


Figure 2 – Modules photovoltaïques MegaSlate SNA Solar I (cas Mono)

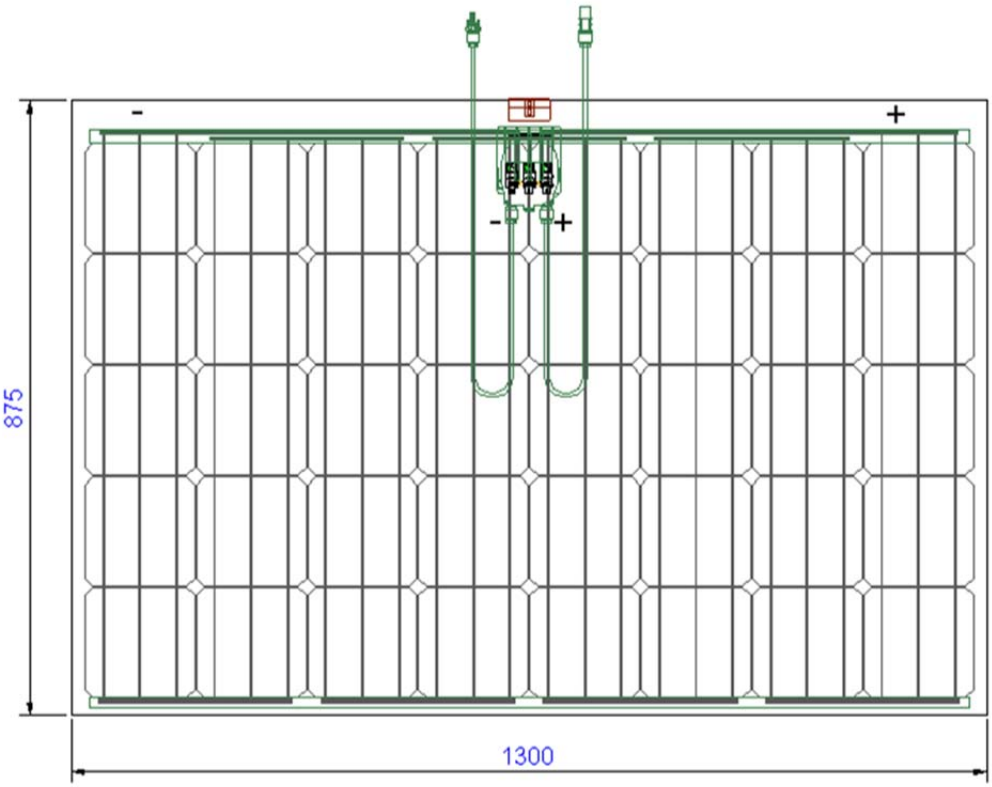
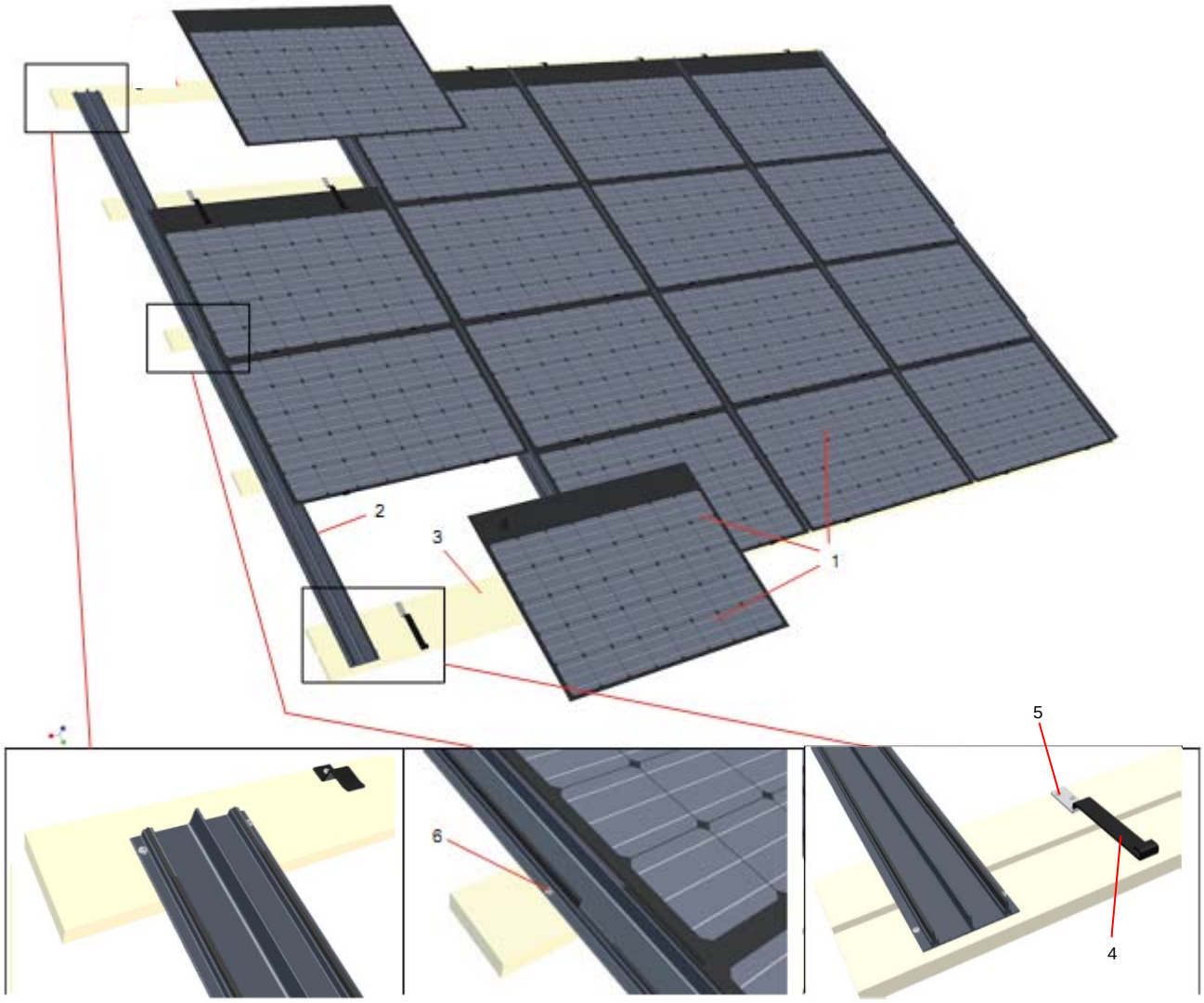


Figure 3 – Modules photovoltaïques MegaSlate SNA Solar II (cas Mono)

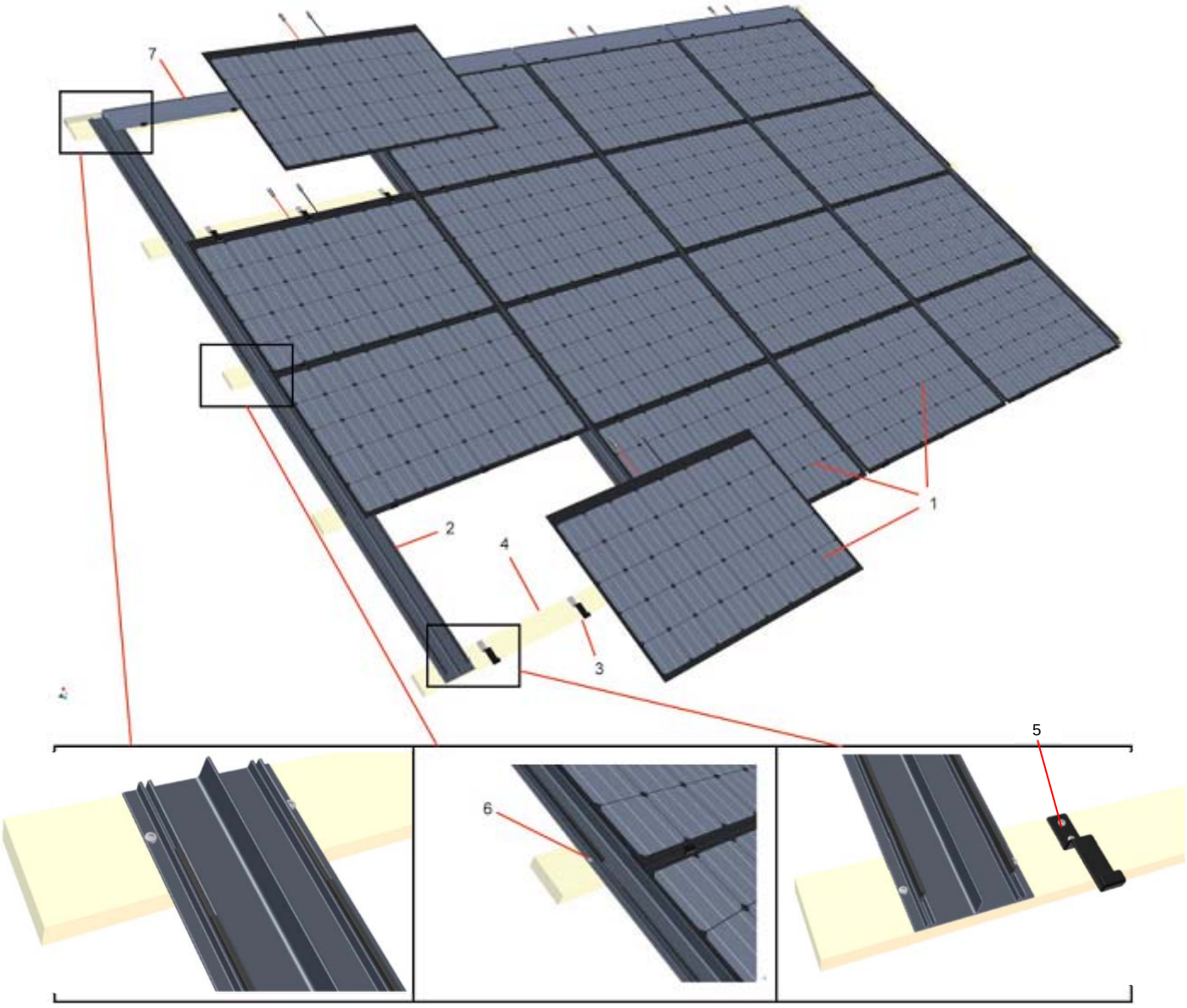
Annulé le : 06/07/2016



(1) Modules photovoltaïques
(2) Profilé de jonction
(3) Liteau
(4) Crochet de fixation
(5) Vis de fixation des crochets
(6) Vis de fixation des profilés de jonction

Figure 4 – Schéma éclaté du procédé (cas des versions MegaSlate SNA Solar I)

Annulé le : 06/07/2016



(1) Modules photovoltaïques
(2) Profilé de jonction
(3) Crochet de fixation
(4) Liteau
(5) Vis de fixation des crochets
(6) Vis de fixation des profilés de jonction
(7) Tôle de raccordement de faîtage

Figure 5 – Schéma éclaté du procédé (cas des versions MegaSlate SNA Solar II)

Annulé le : 06/07/2016

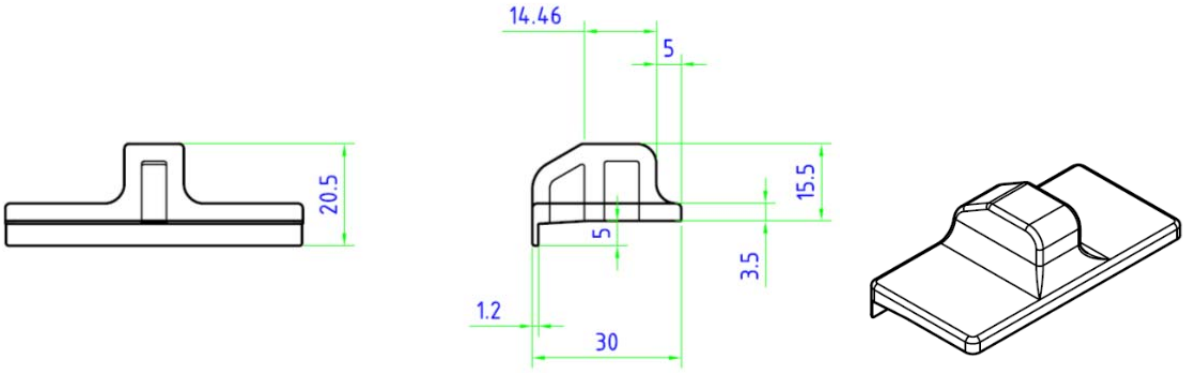


Figure 6 – Cale d'appui

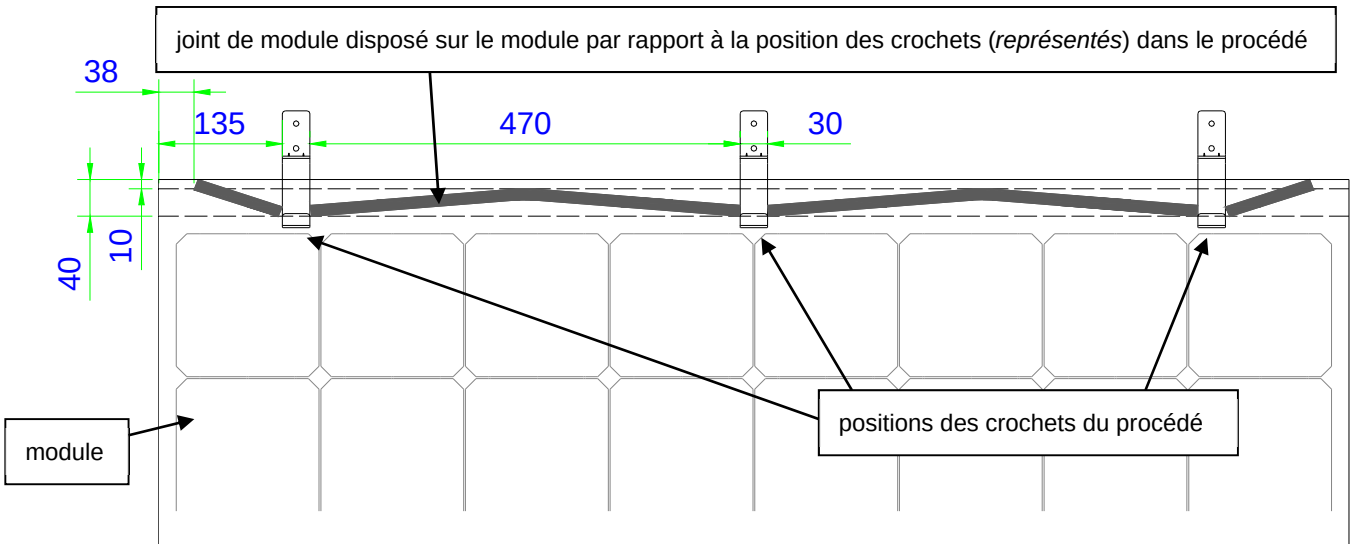
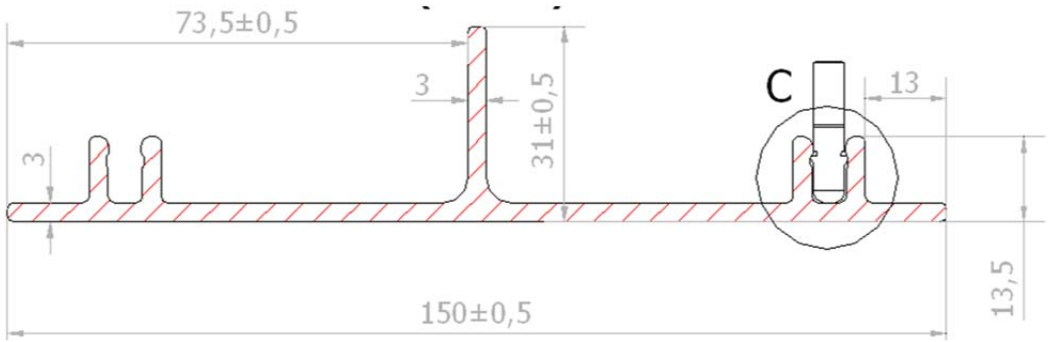
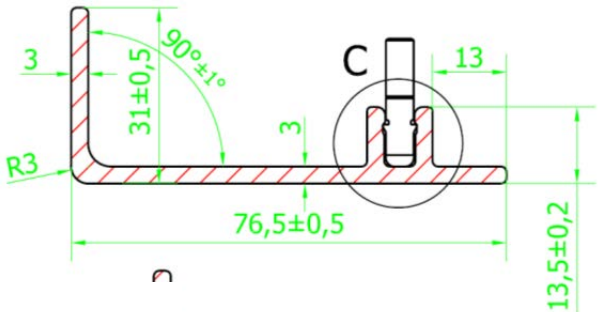


Figure 7 – Joint des modules MegaSlate II



(a)



(b)

Figure 8 – (a) Profile de jonction et (b) profilé de jonction latéral

Annulé le : 06/07/2016

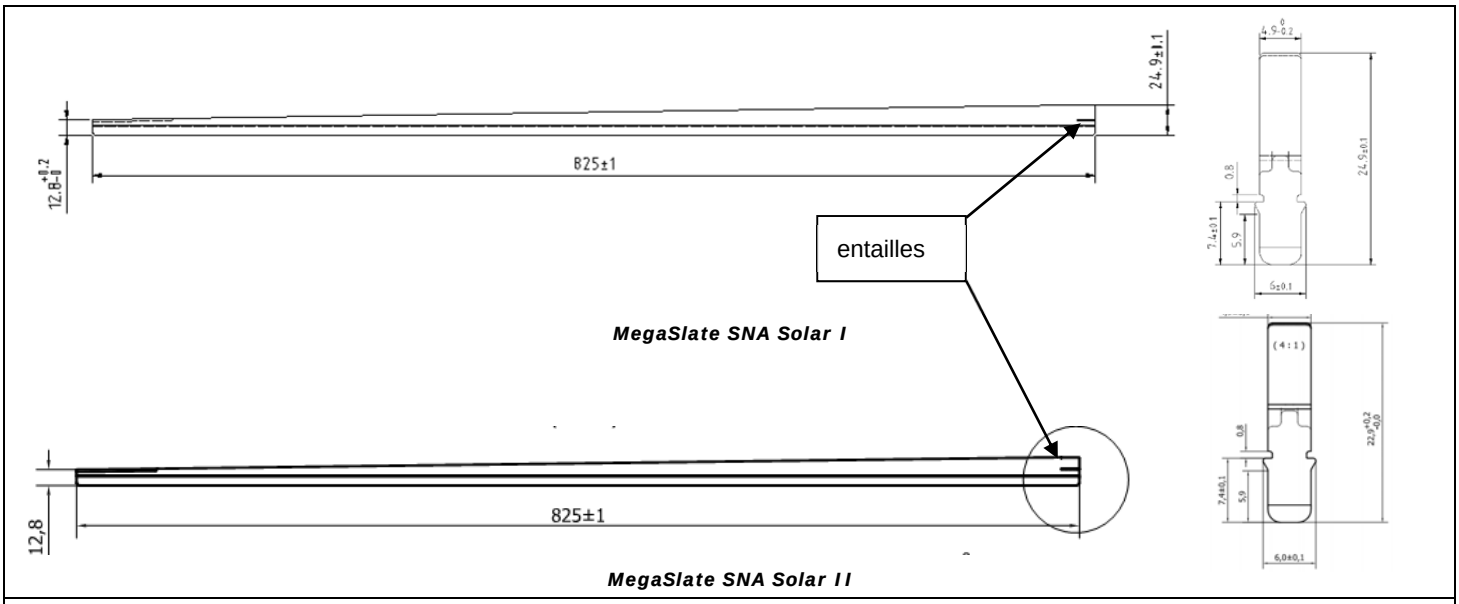


Figure 9 – Support de module

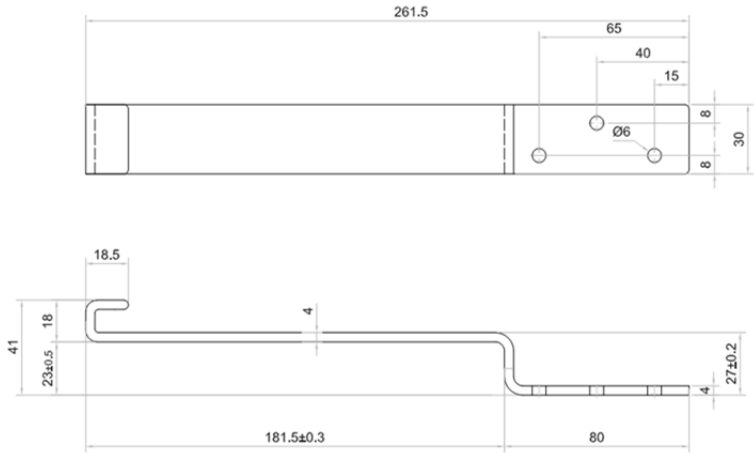


Figure 10 – Crochet de fixation MegaSlate SNA Solar I

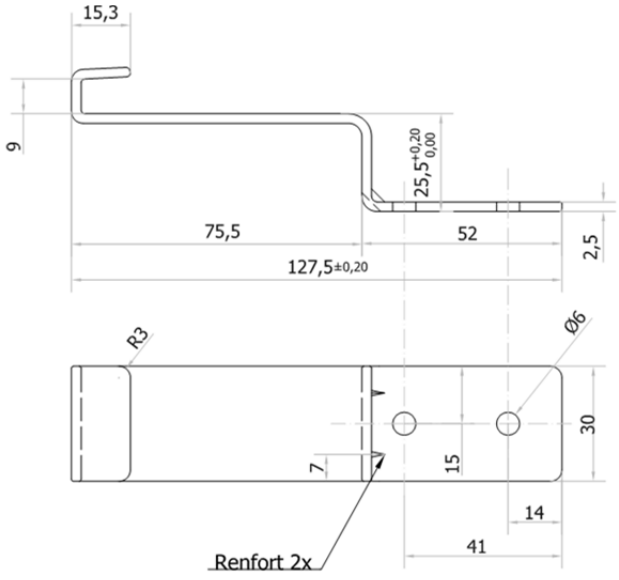


Figure 11 – Crochet de fixation MegaSlate SNA Solar II

Annulé le : 06/07/2016

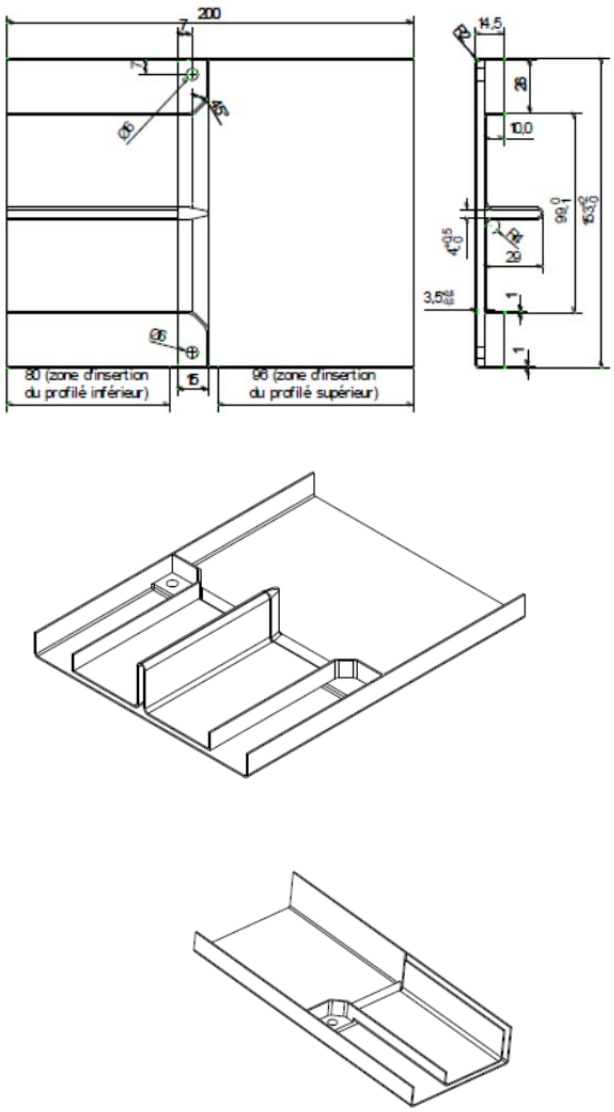
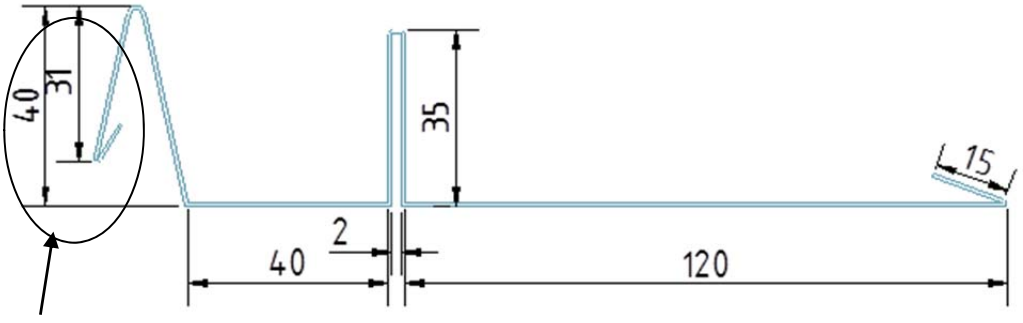


Figure 12 – Raccord de profilé central et demi-raccord droit



Épingle de recouvrement sur le profilé de jonction, adaptée à l'extrémité de la tôle pour permettre le recouvrement transversal d'une tôle sur l'autre

Figure 13 – Tôle de raccordement latérale

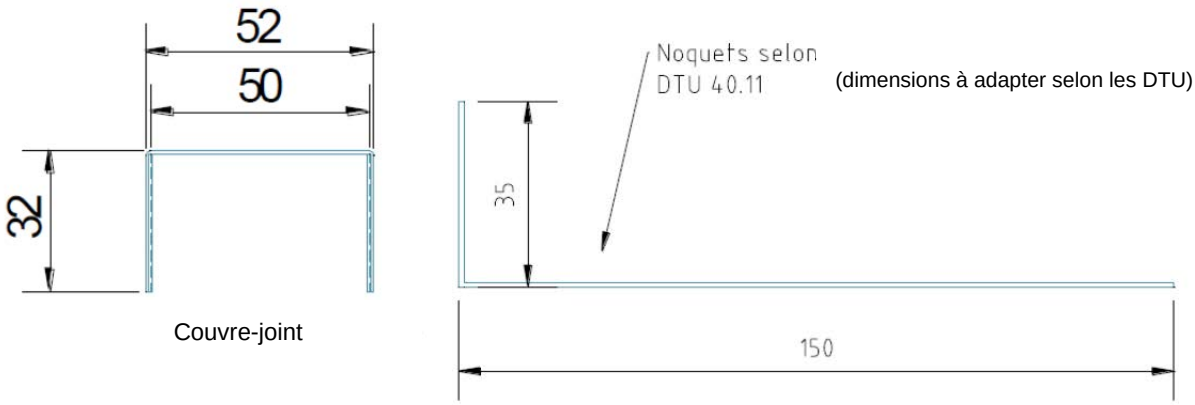


Figure 14 – Noquets et couvre-joints

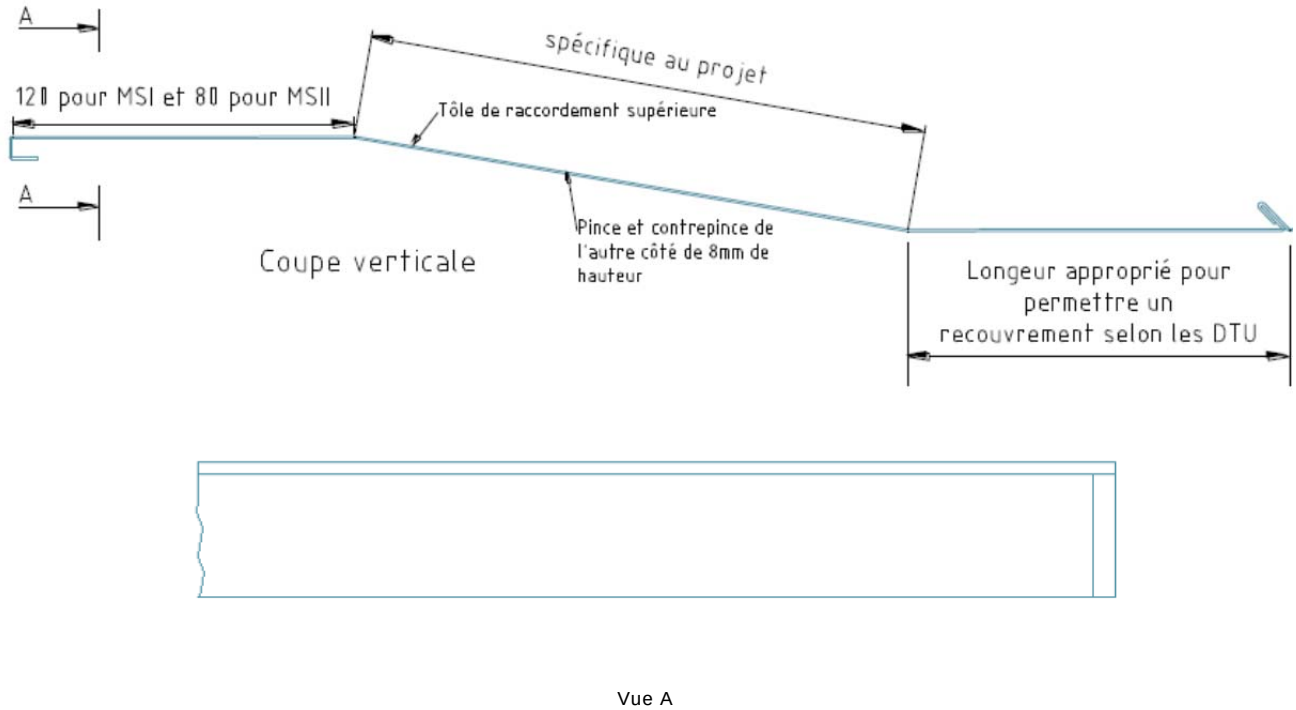
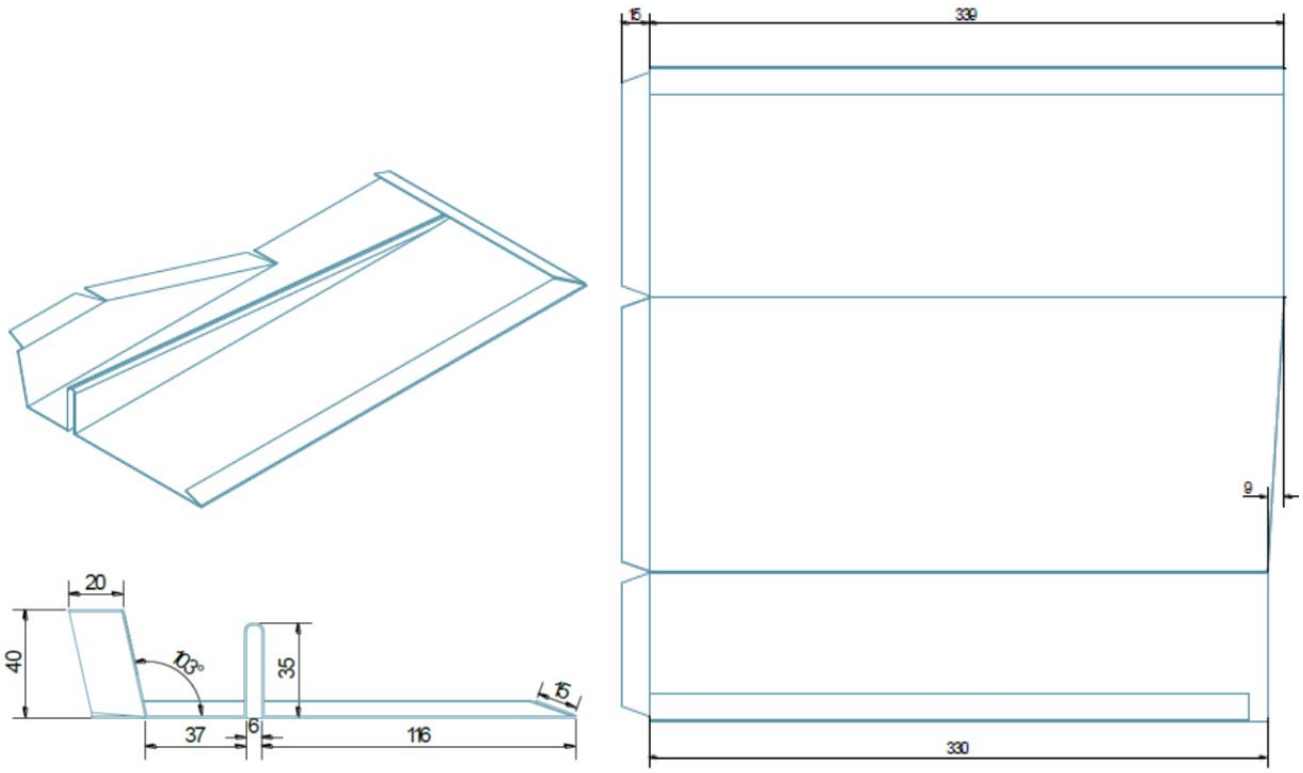


Figure 15 – Tôle de raccordement supérieure

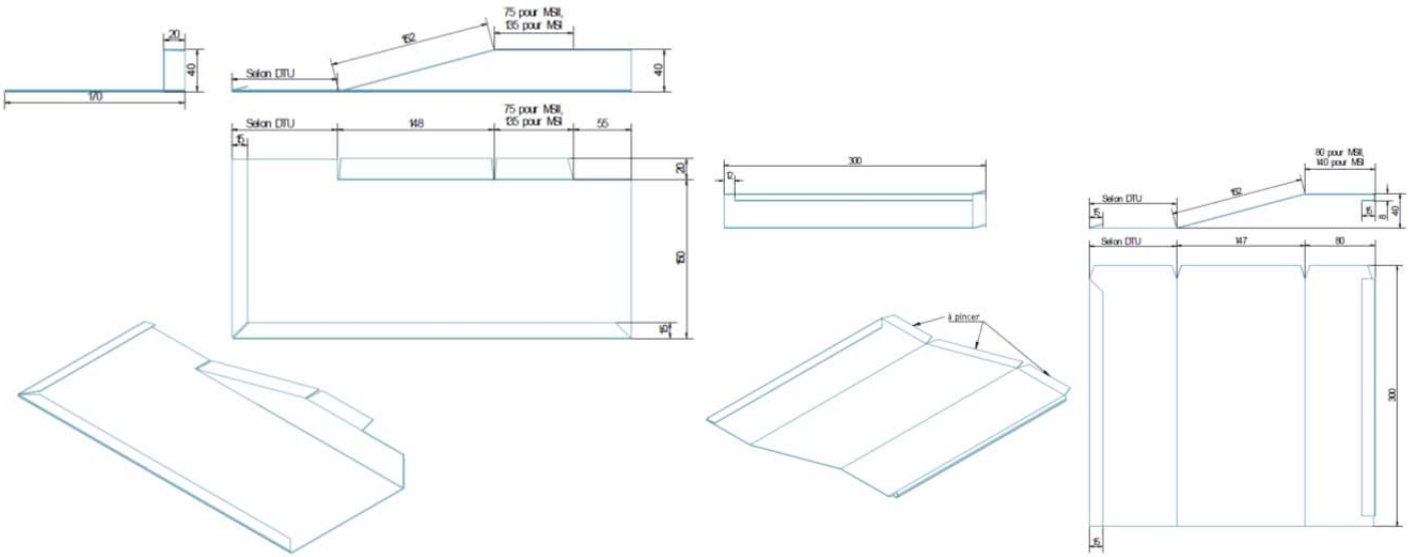
Annulé le : 06/07/2016



Partie extérieure **Partie intérieure**

Réalisation d'un rivetage + un brasage

Figure 16 – Tôle d'angle supérieure – cas des tuiles à relief



Partie extérieure **Partie intérieure**

Réalisation d'un rivetage + un brasage

Figure 17 – Tôle d'angle supérieure – cas des ardoises et tuiles plates

Annulé le : 06/07/2016

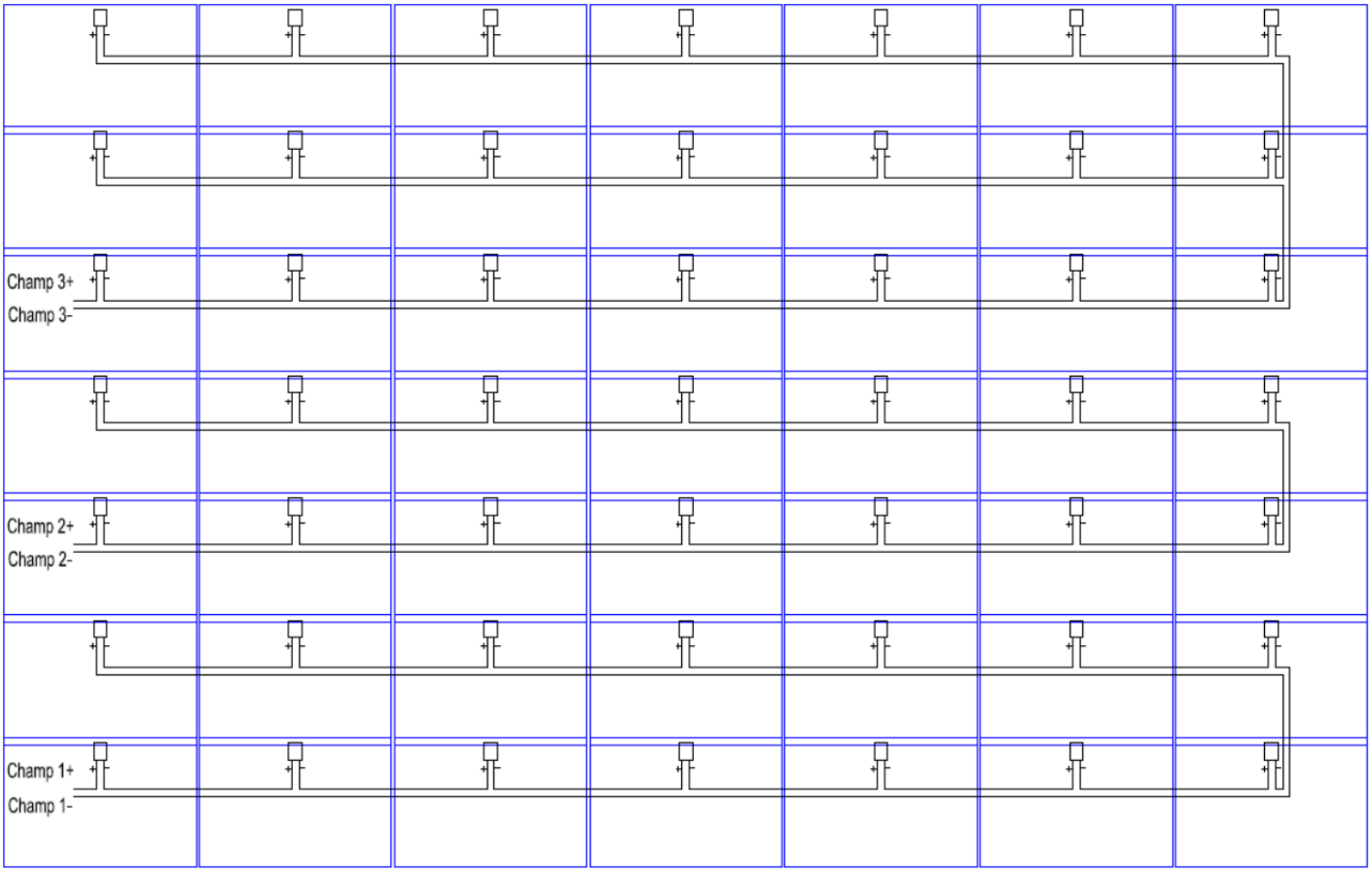


Figure 18 – Principe de câblage

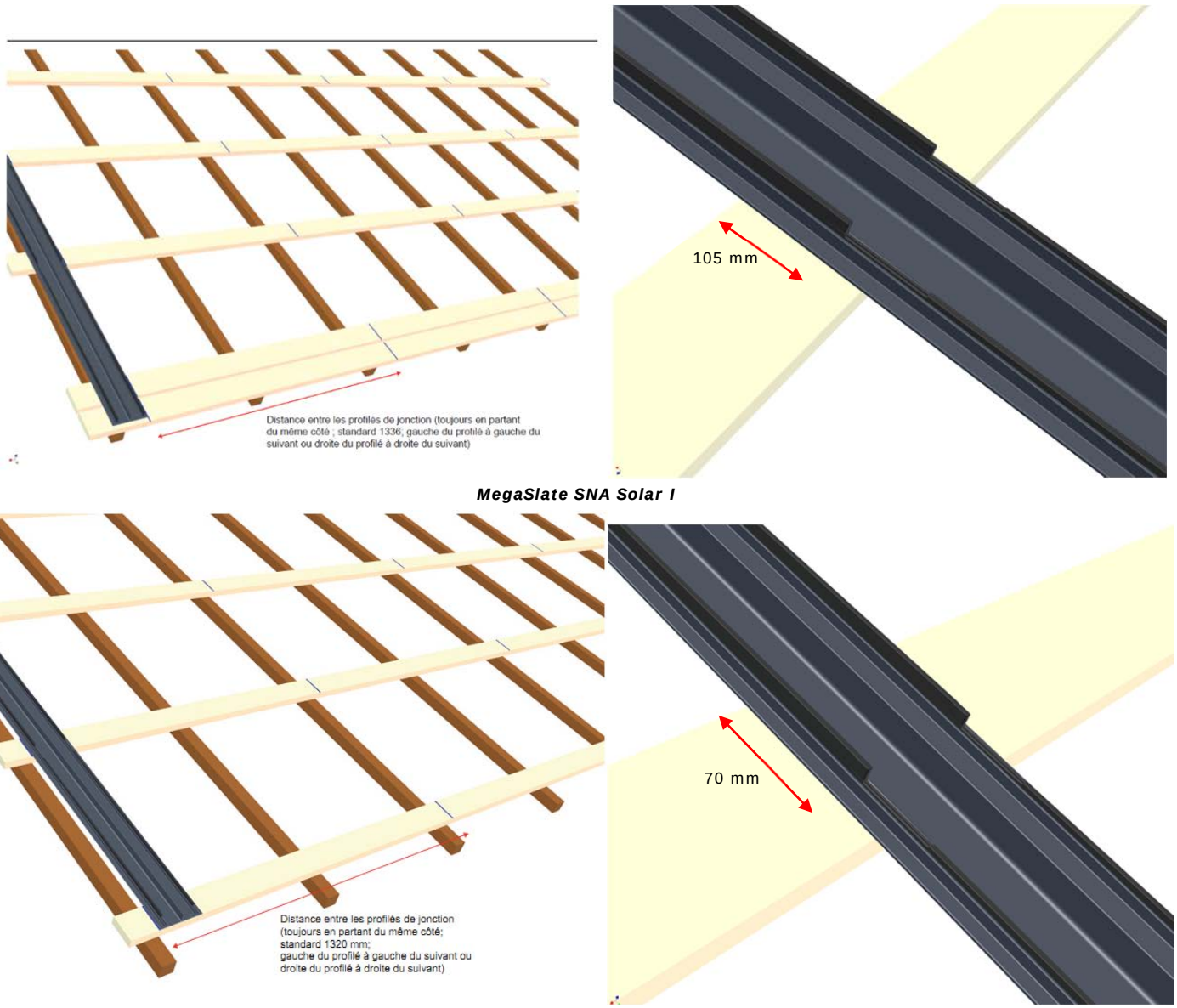


Figure 19 – Positionnement des profilés de jonction et des supports

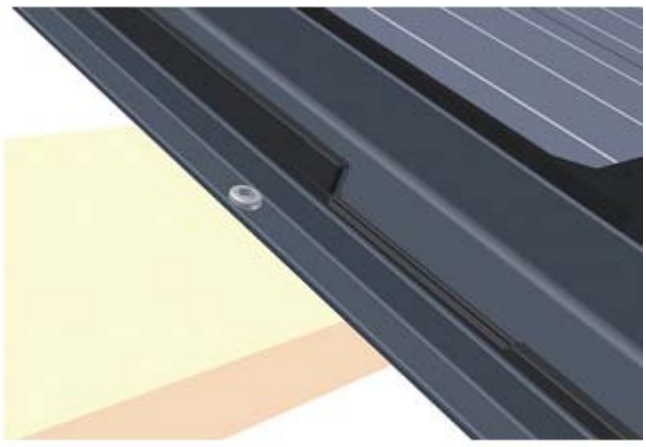
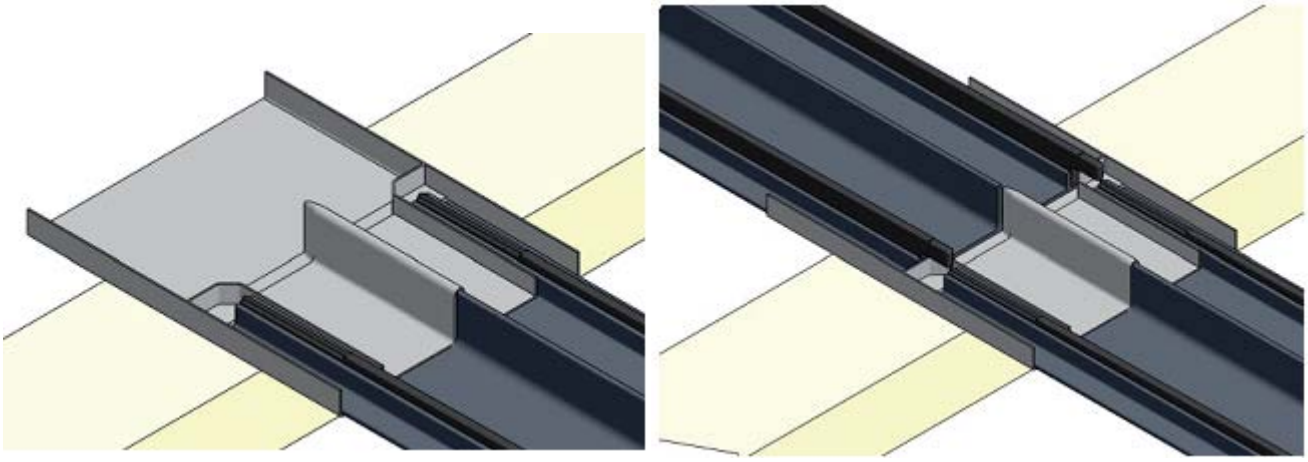
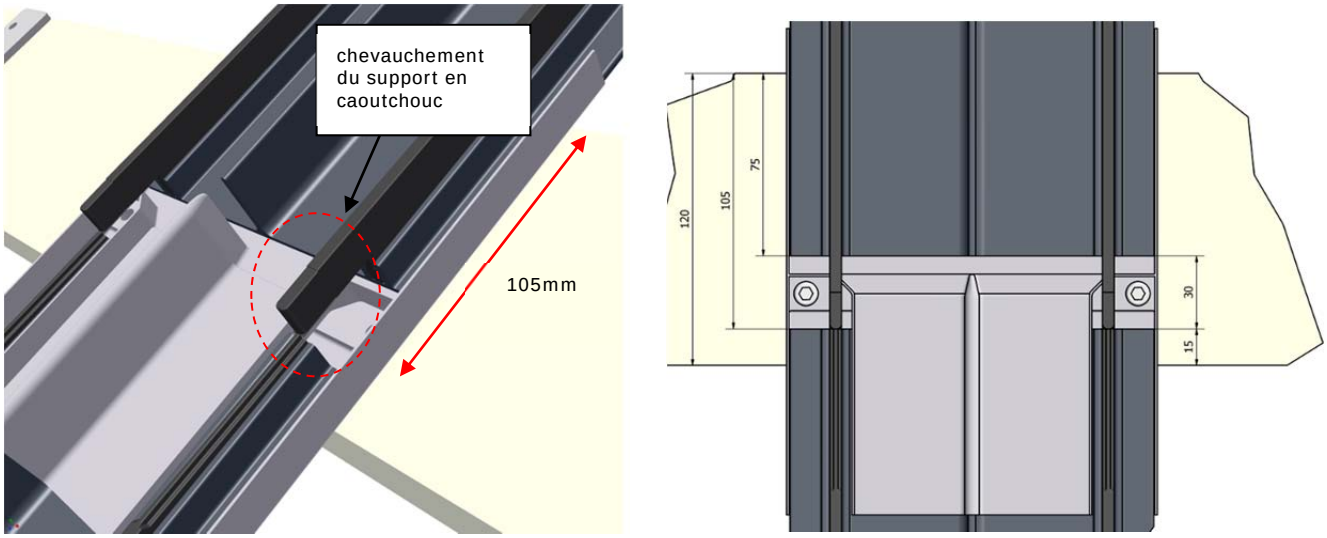


Figure 20 – Fixation des profilés

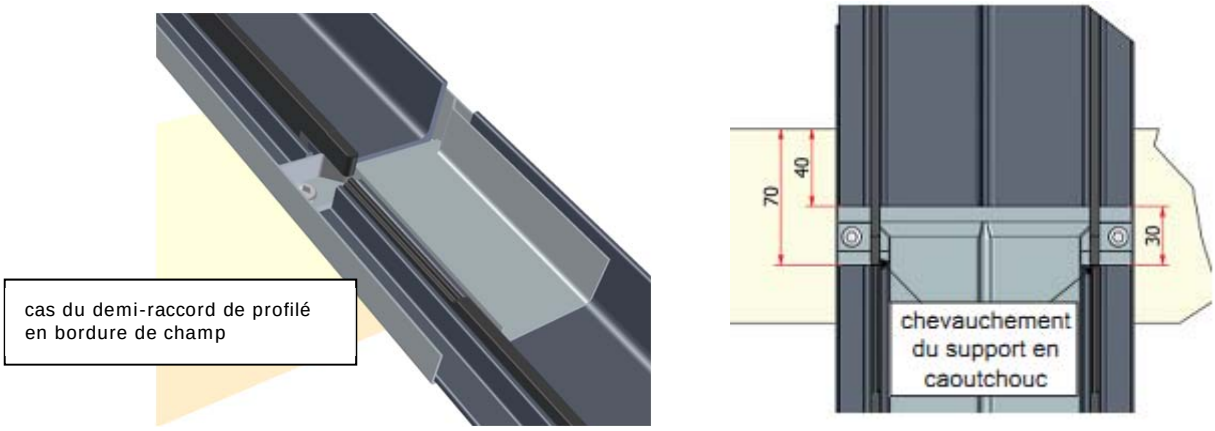
Annulé le : 06/07/2016



Montage



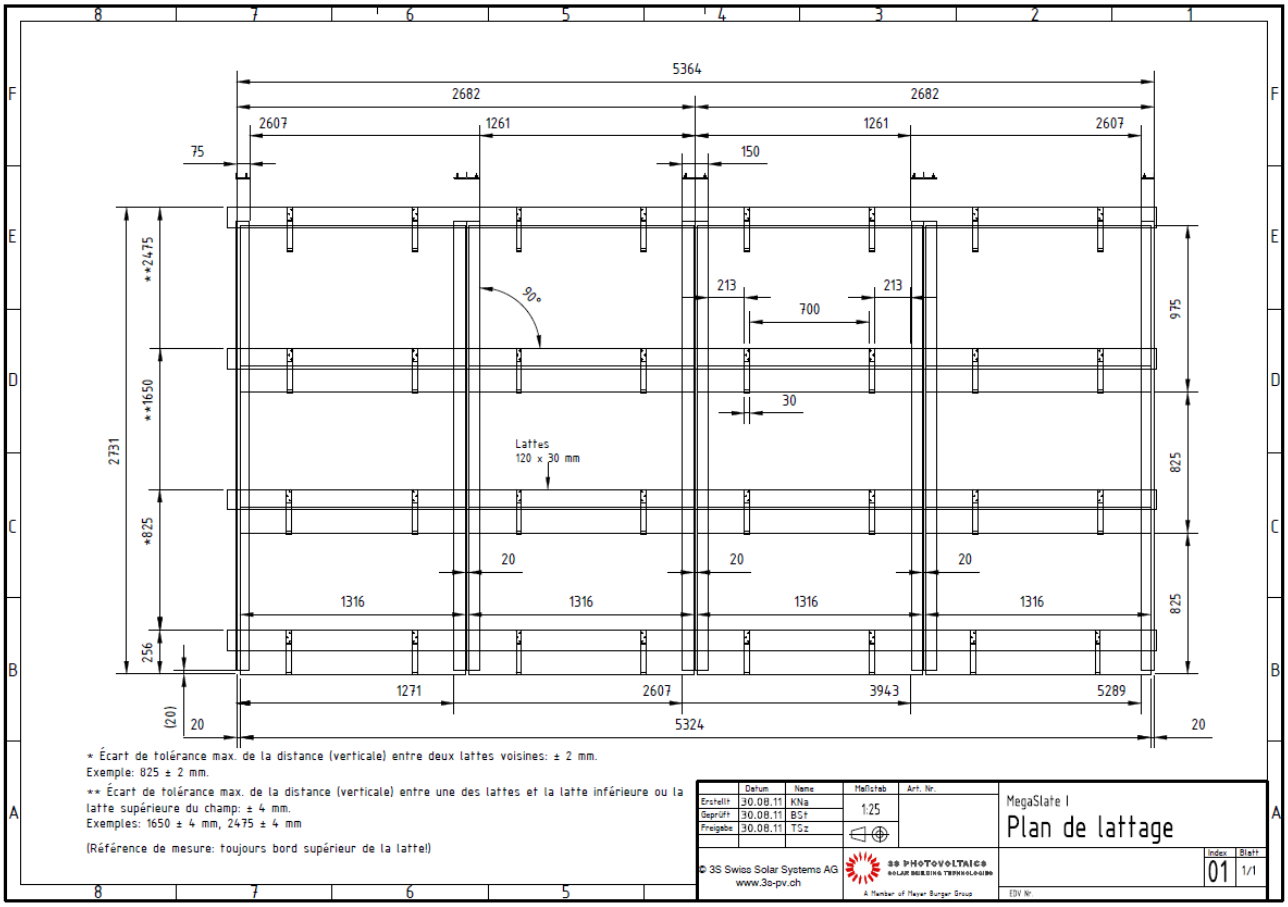
MegaSlate SNA Solar I



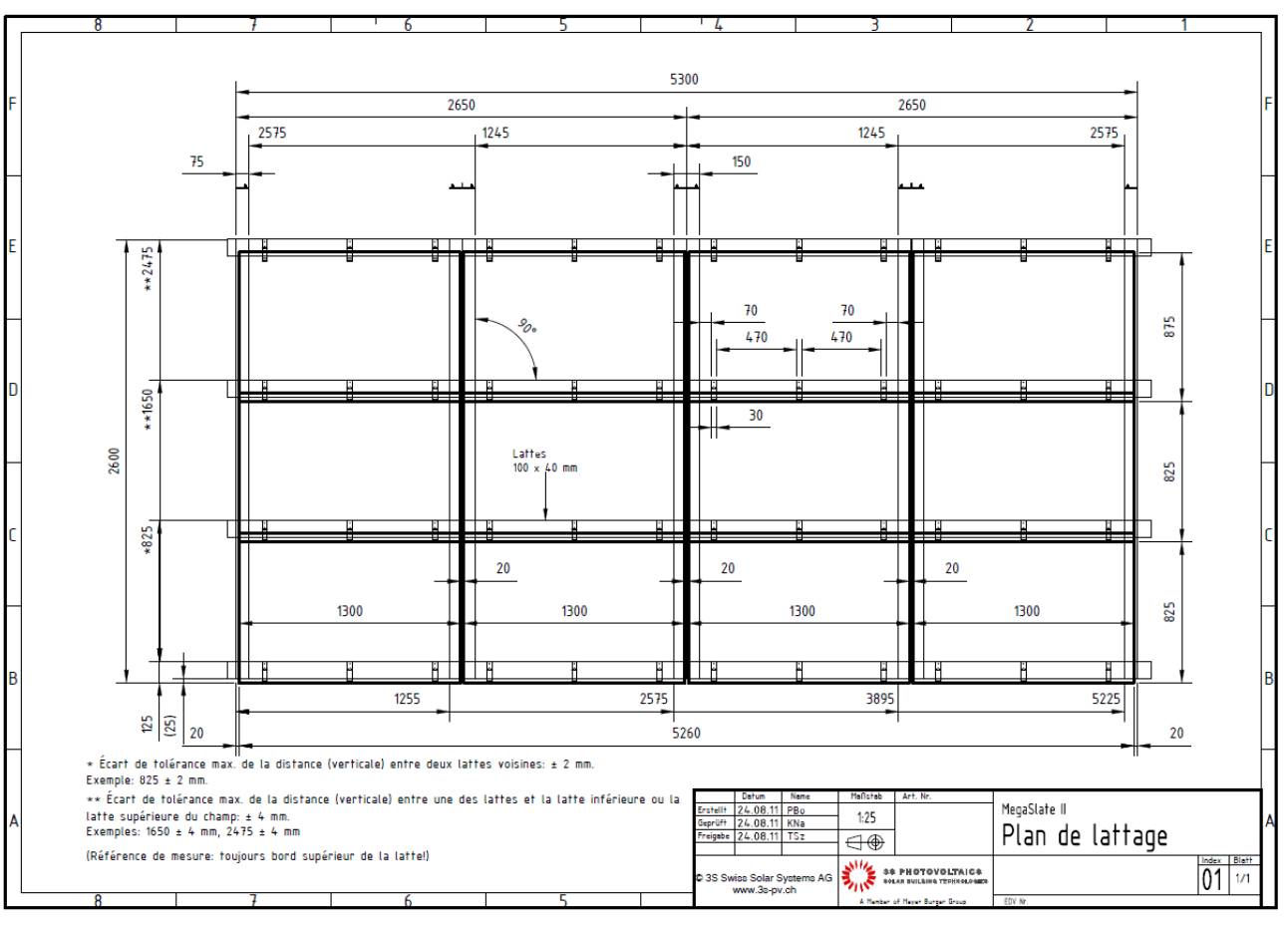
MegaSlate SNA Solar II

***Figure 21* – Positionnement du raccord de profilé**

Annulé le : 06/07/2016



MegaSlate SNA Solar I



MegaSlate SNA Solar II

Figure 22 – Positionnement des crochets et plan de lattage

Annulé le : 06/07/2016

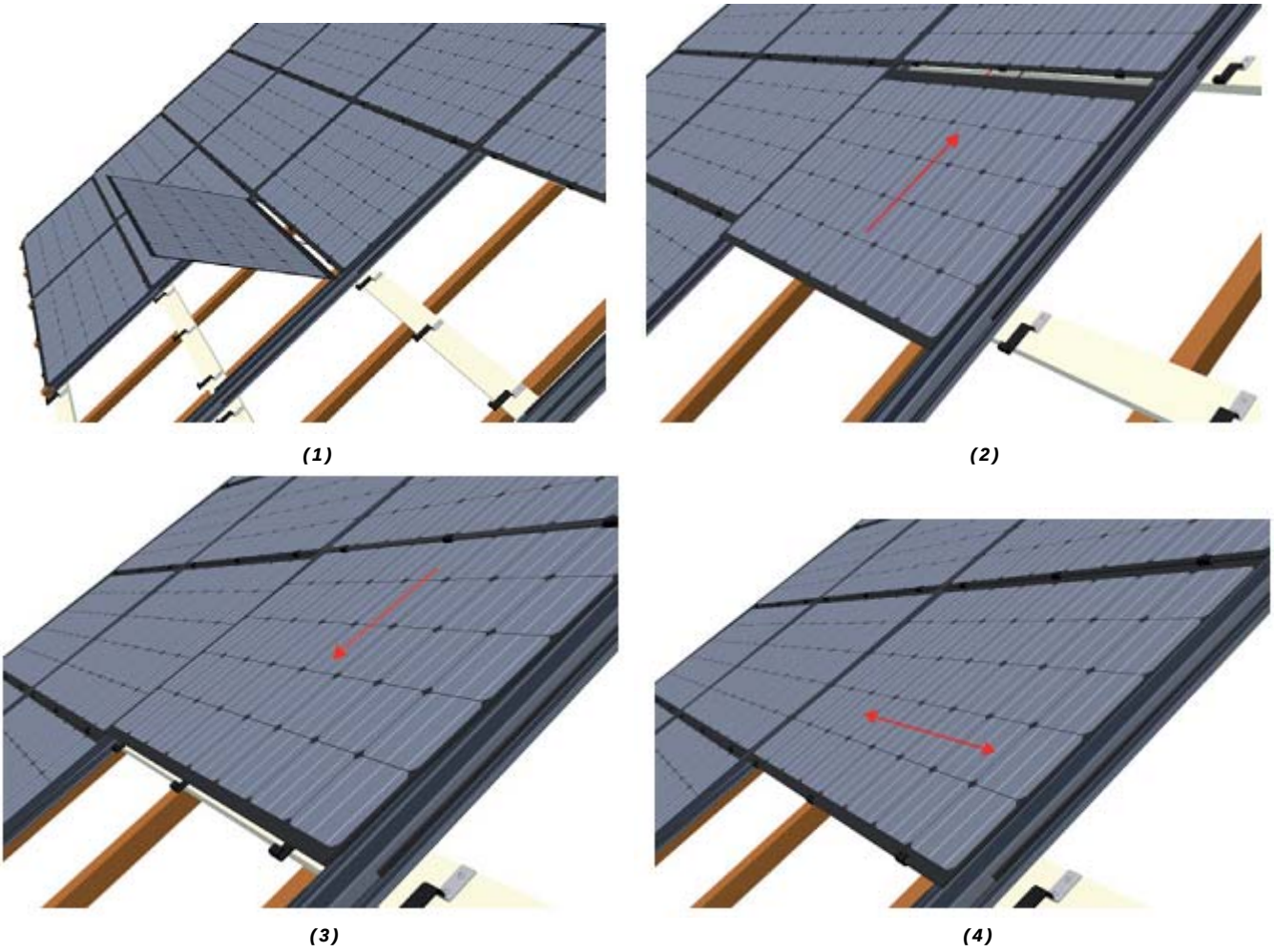


Figure 23 – Pose des modules

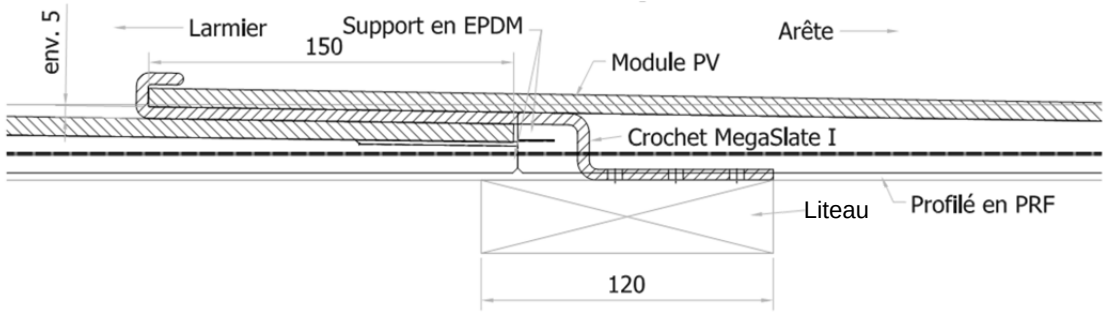


Figure 24 – Zone de recouvrement MegaSlate SNA Solar I

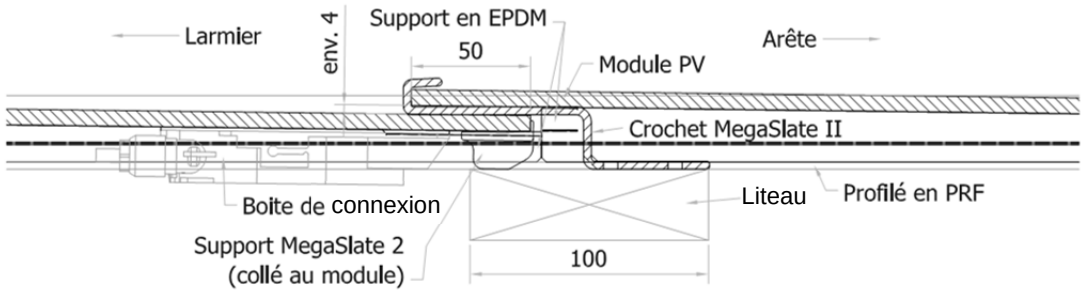


Figure 25 – Zone de recouvrement MegaSlate SNA Solar II

Annulé le : 06/07/2016

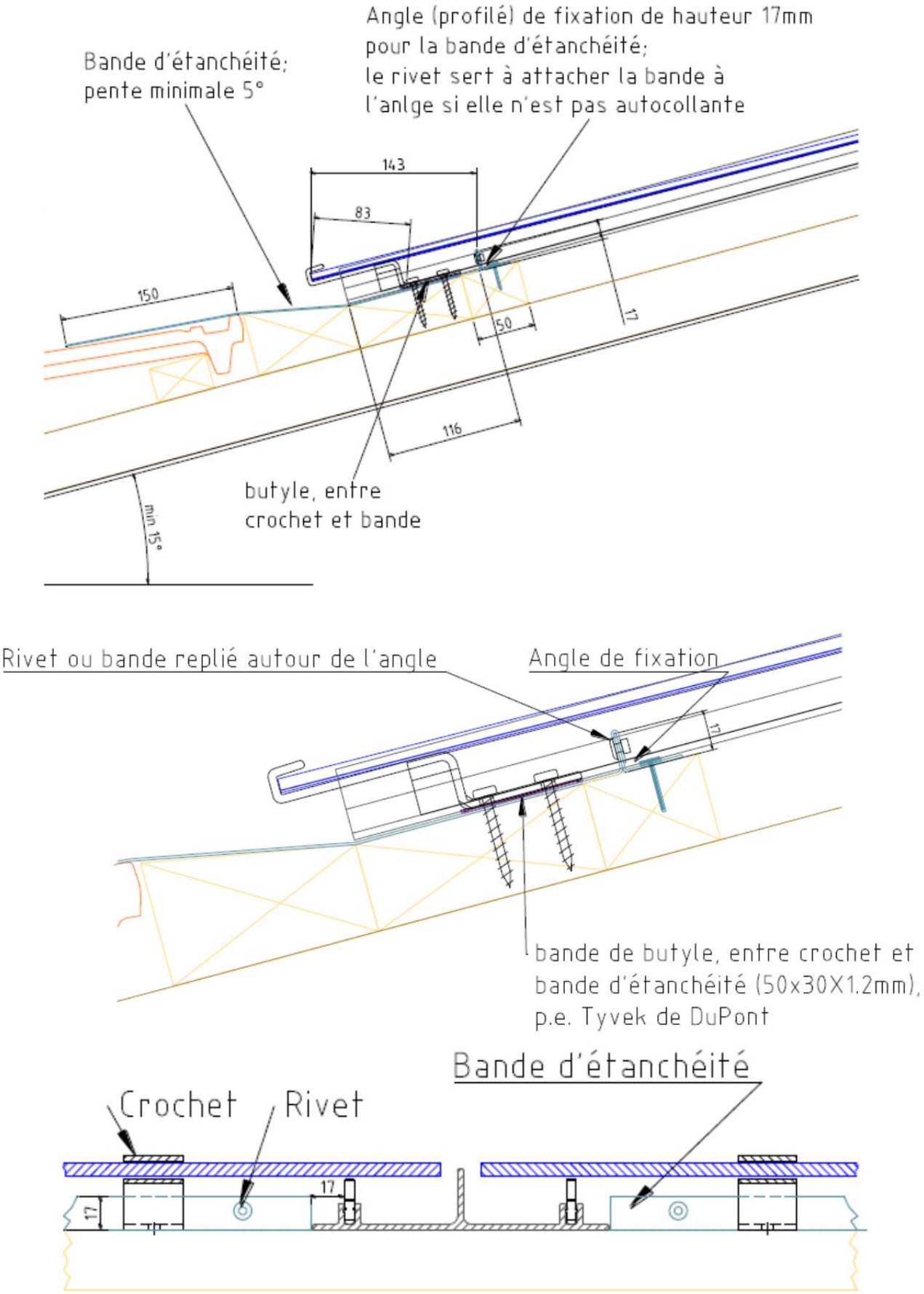
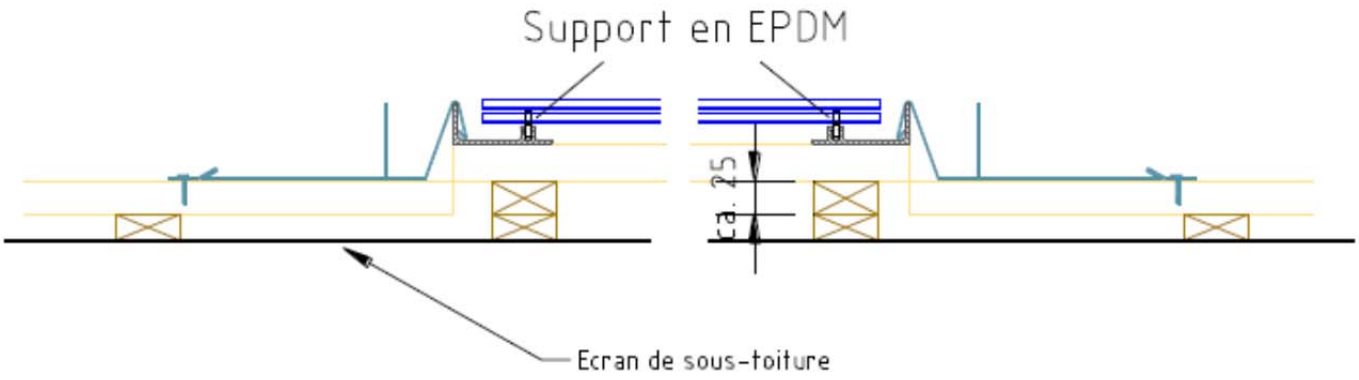
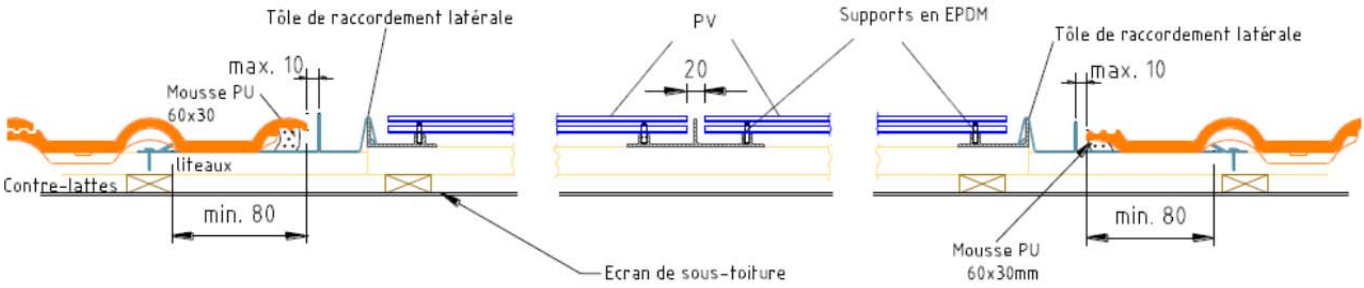


Figure 26 – Mise en œuvre du bas de champ

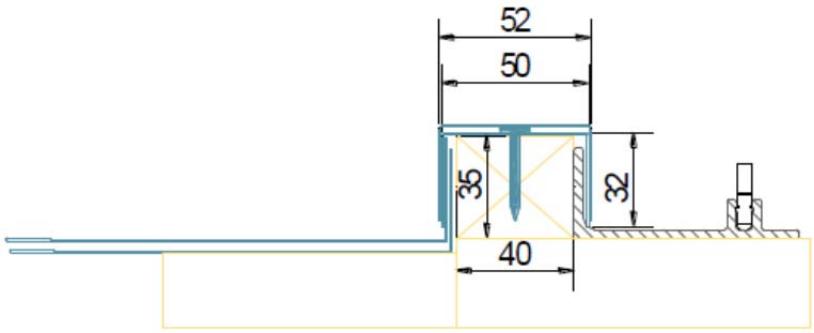
Annulé le : 06/07/2016



Cas nivelé

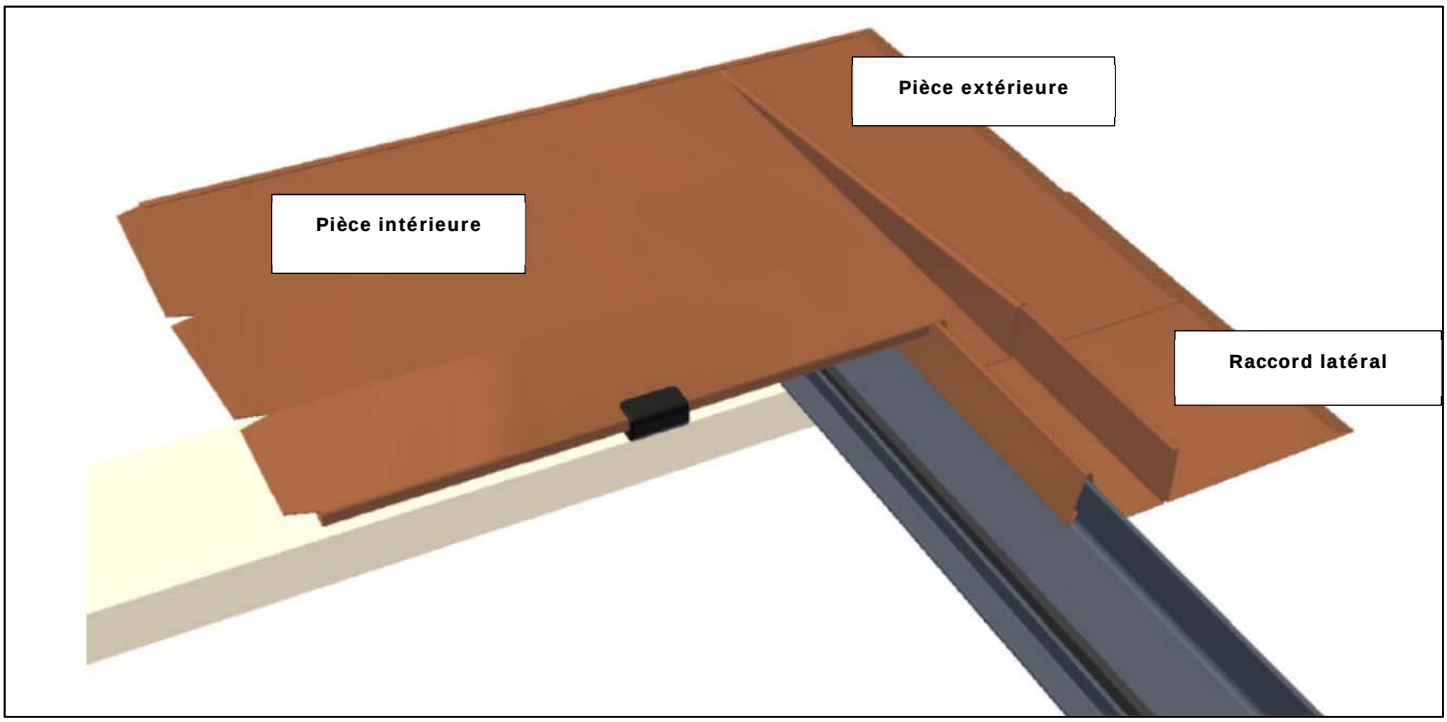


Cas non nivelé



avec noquets (fixation par clous et pattes de couvre-joint aux recouvrements)

Figure 27 –Raccordement latéral



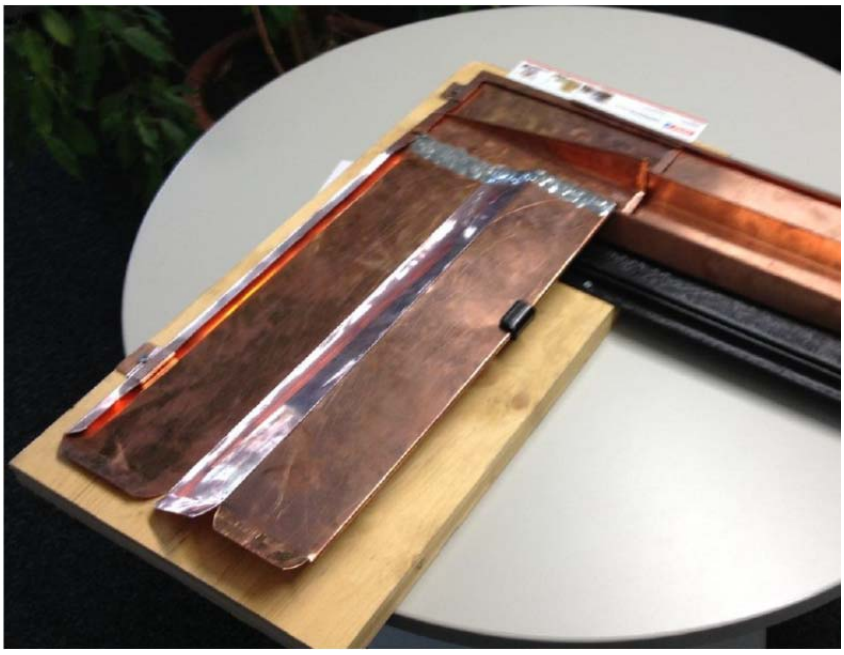
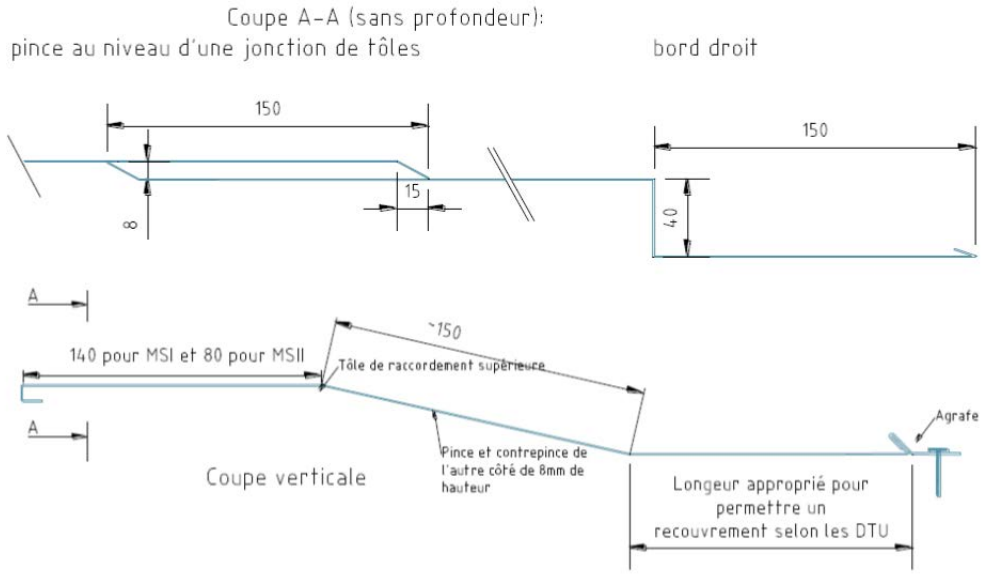
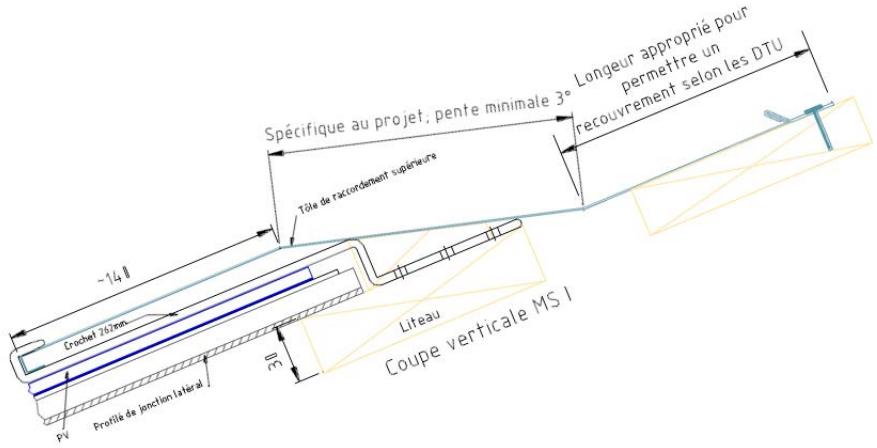


Figure 28 – Mise en œuvre des angles supérieurs

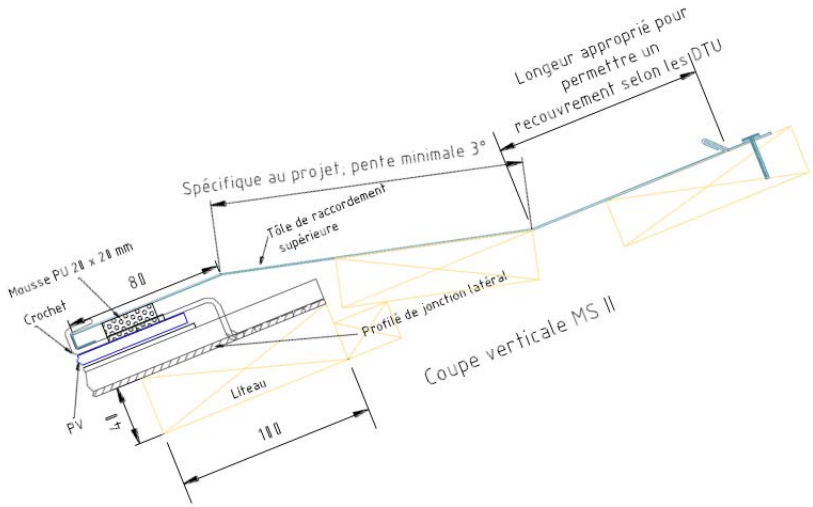
Annulé le : 06/07/2016

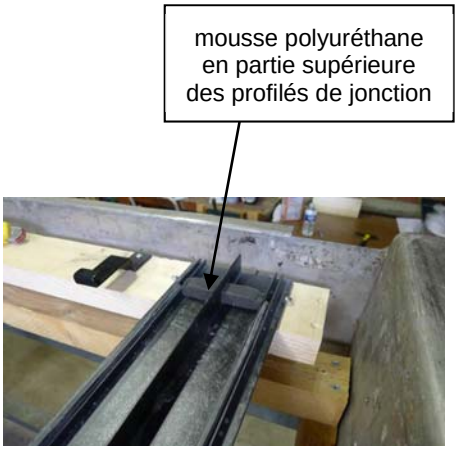


Recouvrement entre tôles et fixation par agrafe



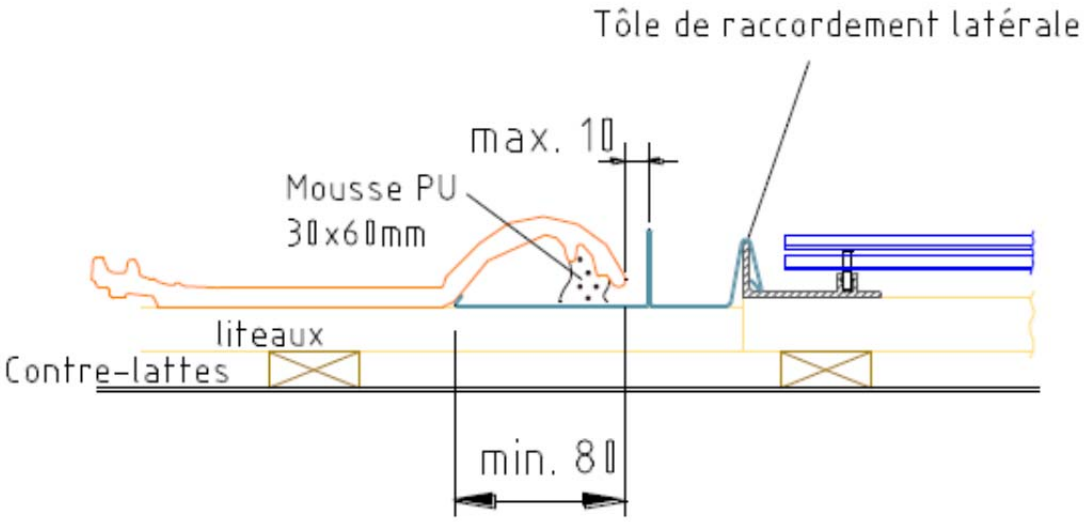
MegaSlate SNA Solar I



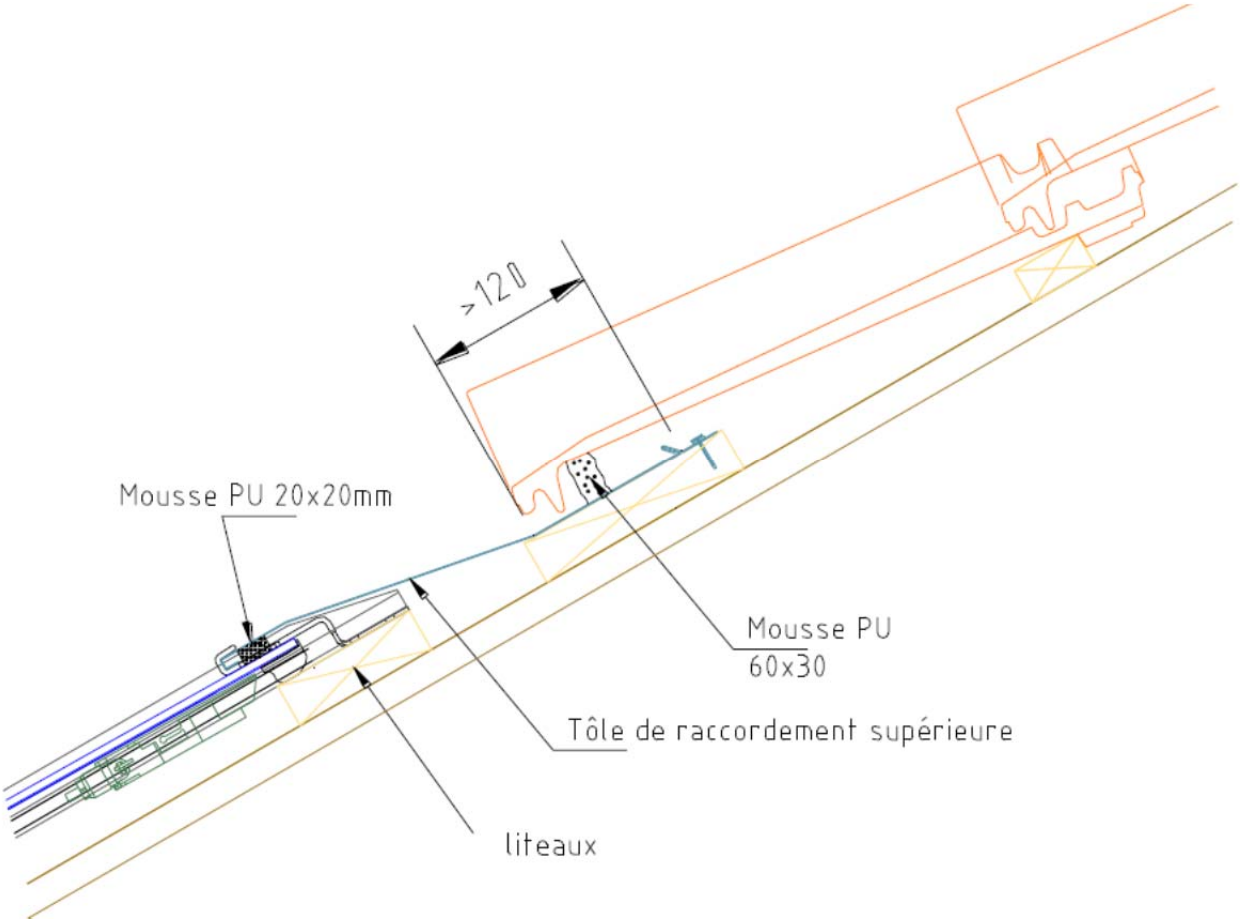


MegaSlate SNA Solar II

Figure 29 – Mise œuvre du haut de champ



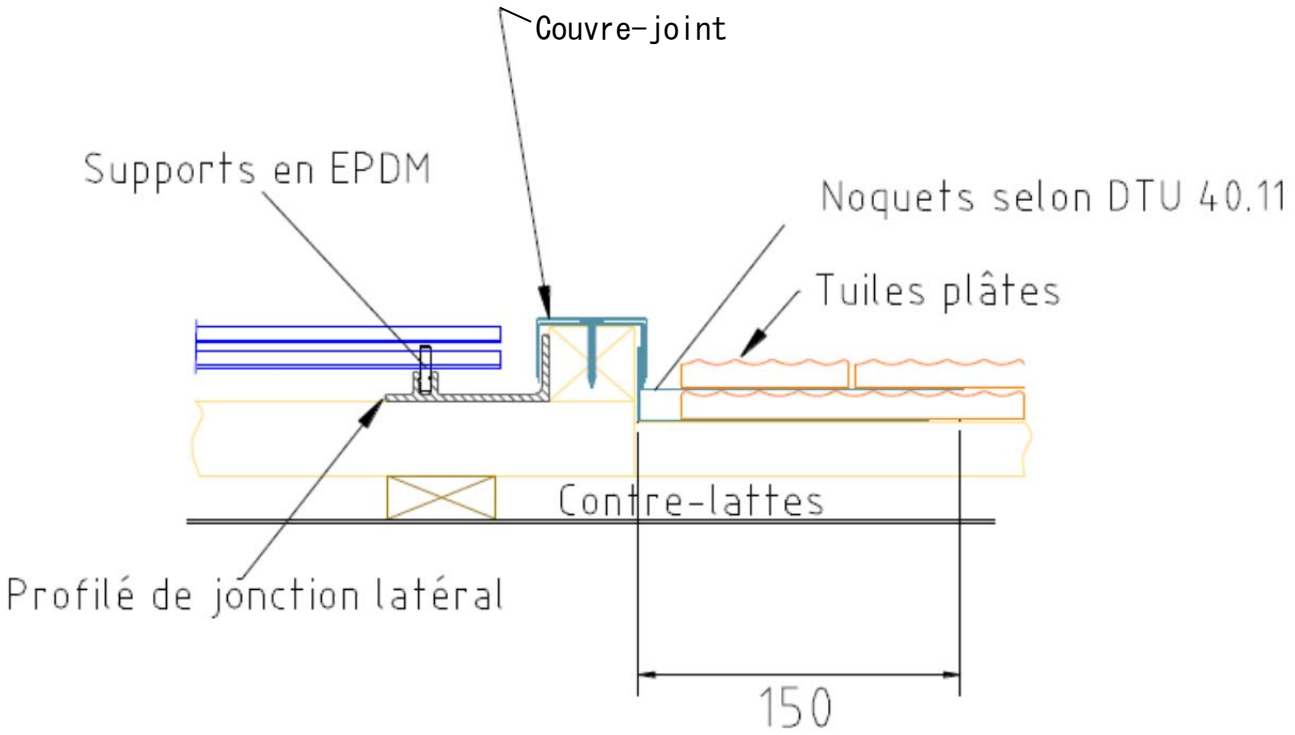
coupe transversale en bordure de champ



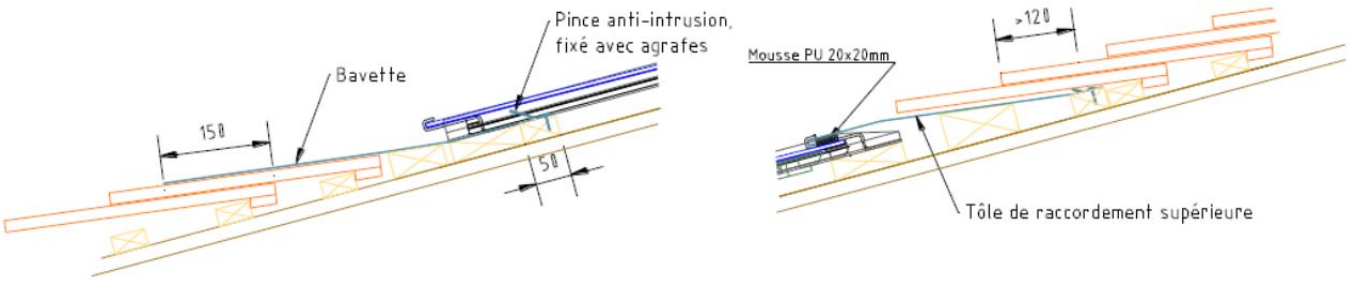
coupe longitudinale en haut de champ

Figure 30 – Mise en œuvre en association avec des tuiles mécaniques à relief ou tuiles canal

Annulé le : 06/07/2016



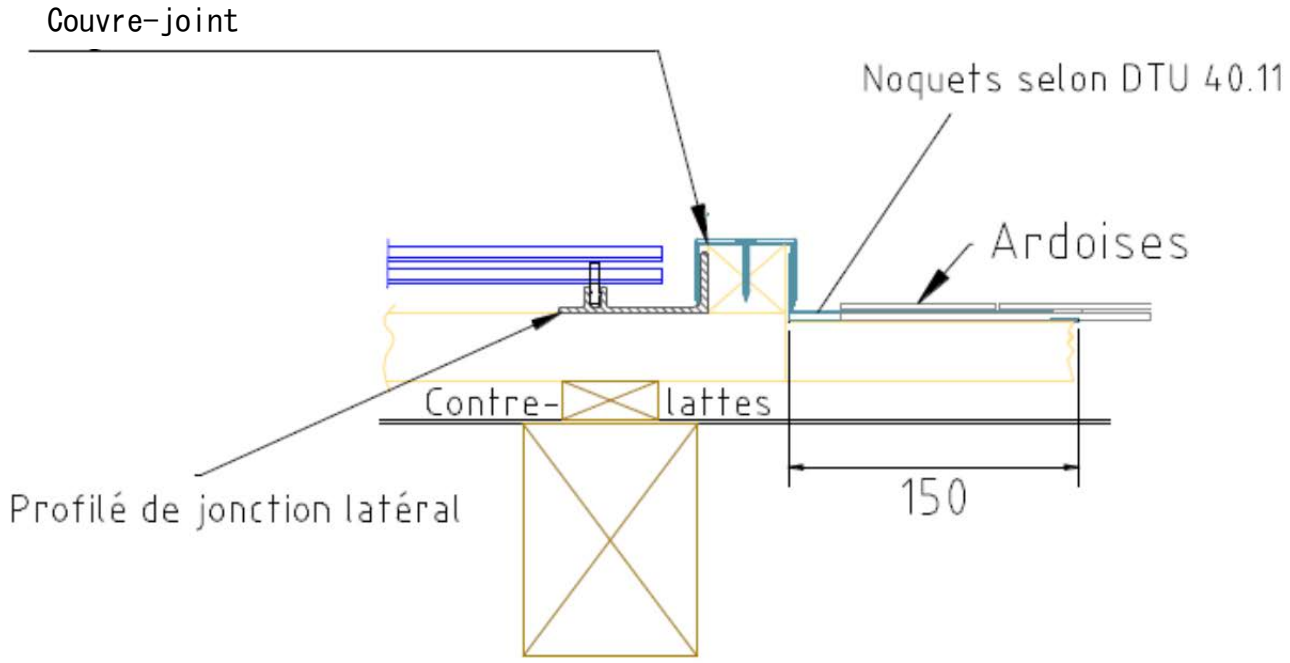
coupe transversale en bordure



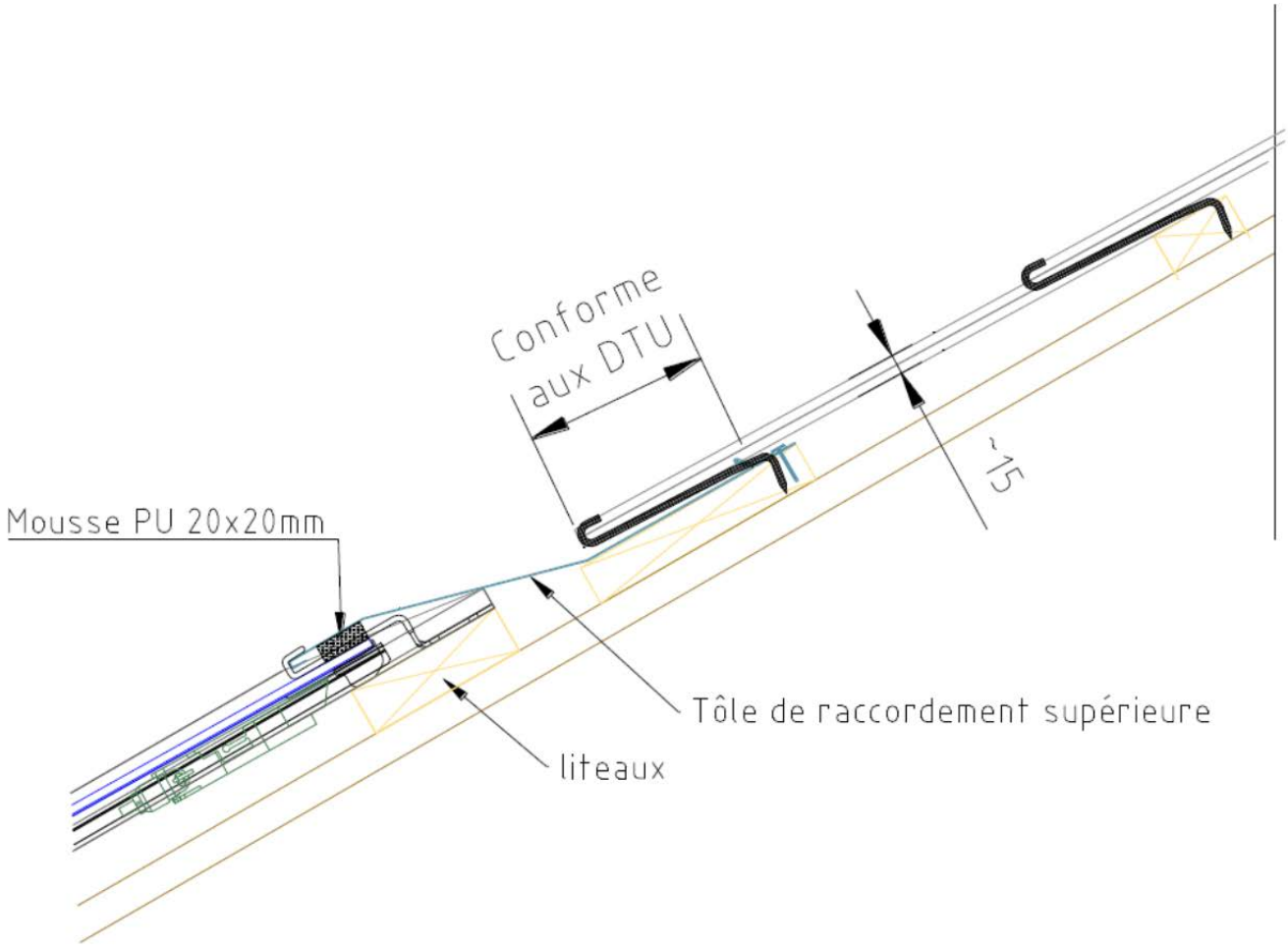
coupe longitudinale en bas et en haut de champ

Figure 31 – Mise en œuvre en association avec des tuiles plates

Annulé le : 06/07/2016



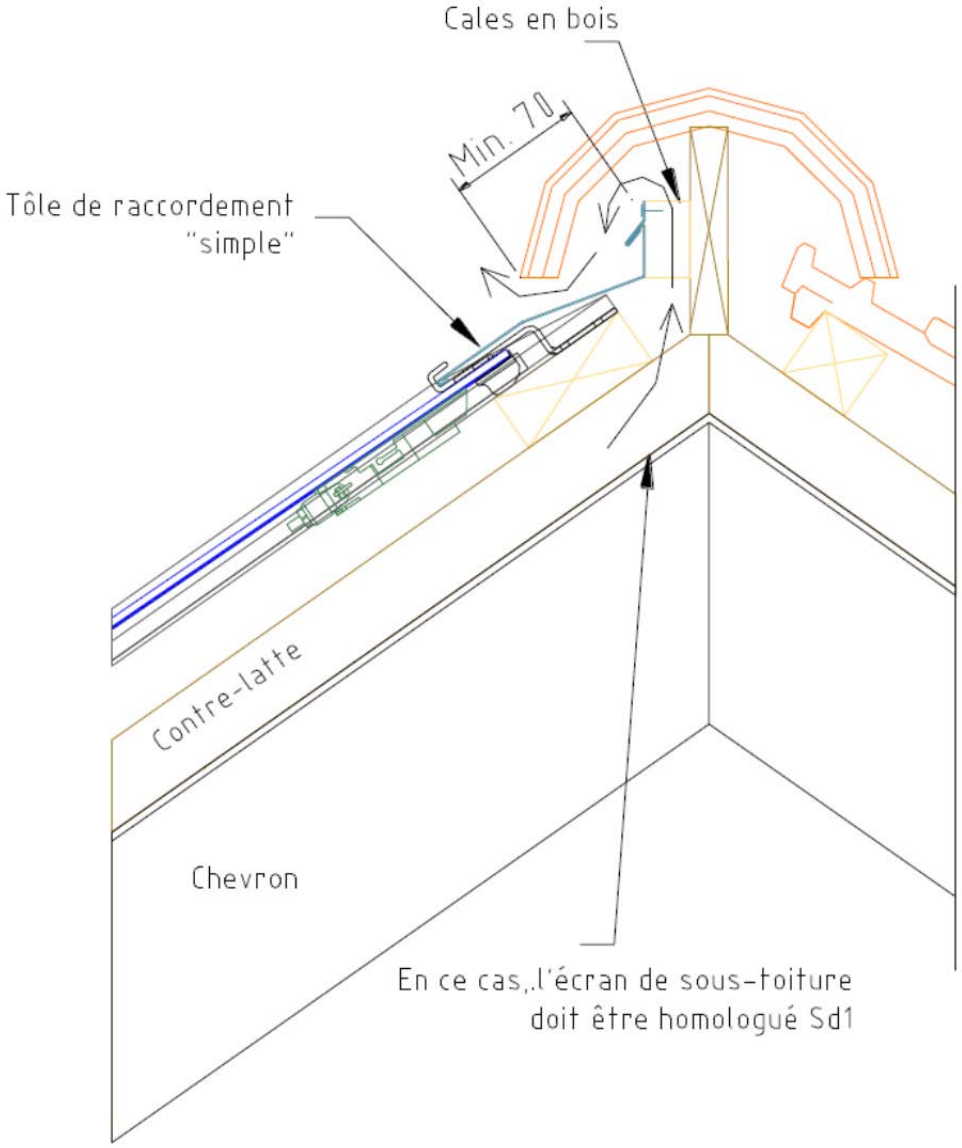
coupe transversale en bordure



coupe longitudinale en haut de champ

Figure 32 – Mise en œuvre en association avec des ardoises

Annulé le : 06/07/2016



avec tuile faîtière demi-ronde et tôle de raccordement simple

Figure 33 – Exemple de mise en œuvre au faîtage
(nota : l'écran de sous-toiture tel que figuré doit alors être homologué Sd1)

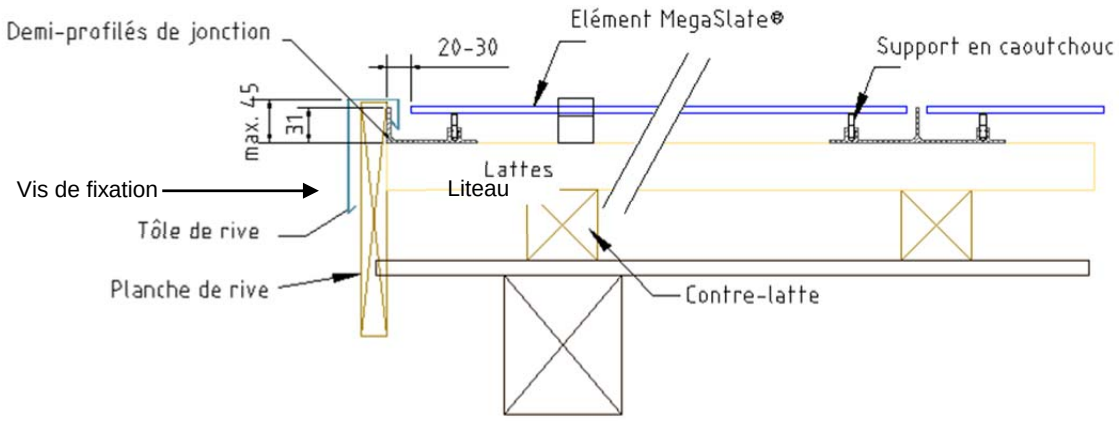
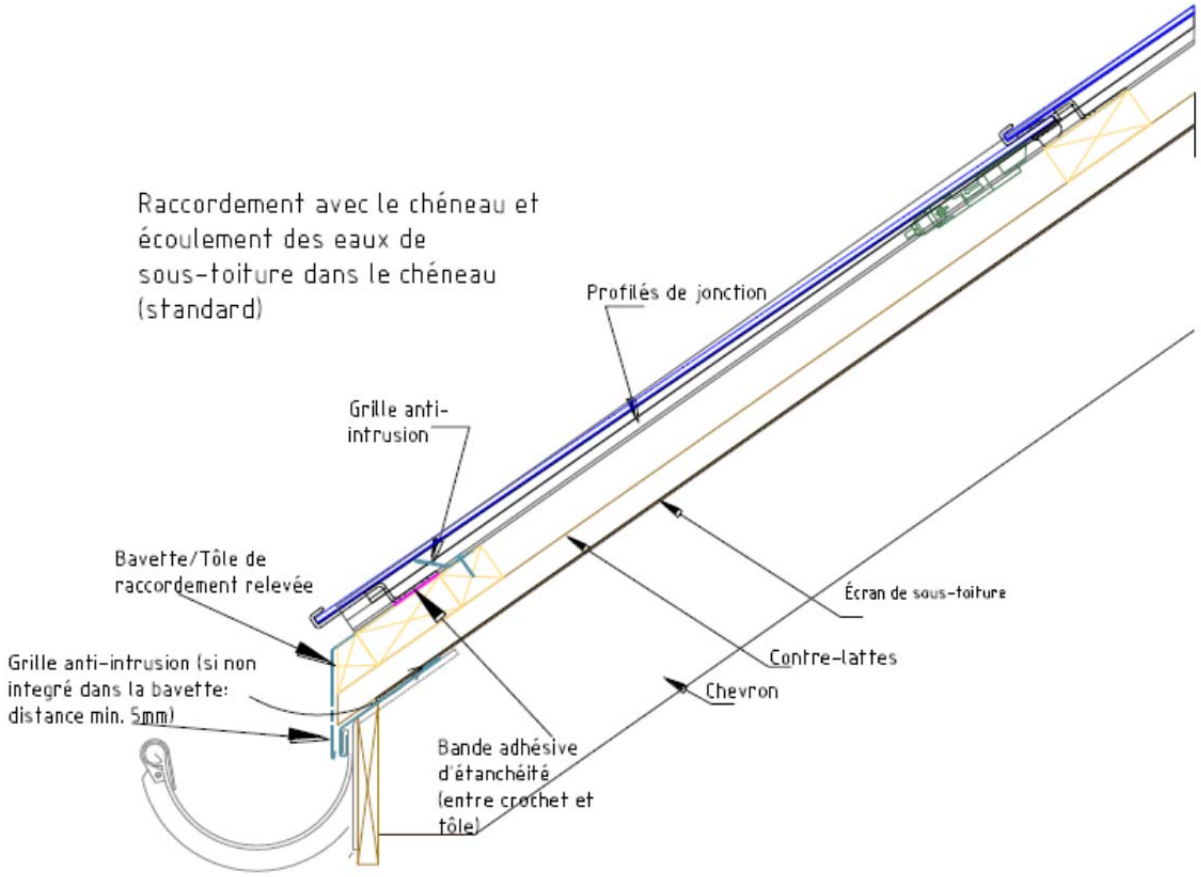


Figure 34 – Mise en œuvre en rive

Annulé le : 06/07/2016



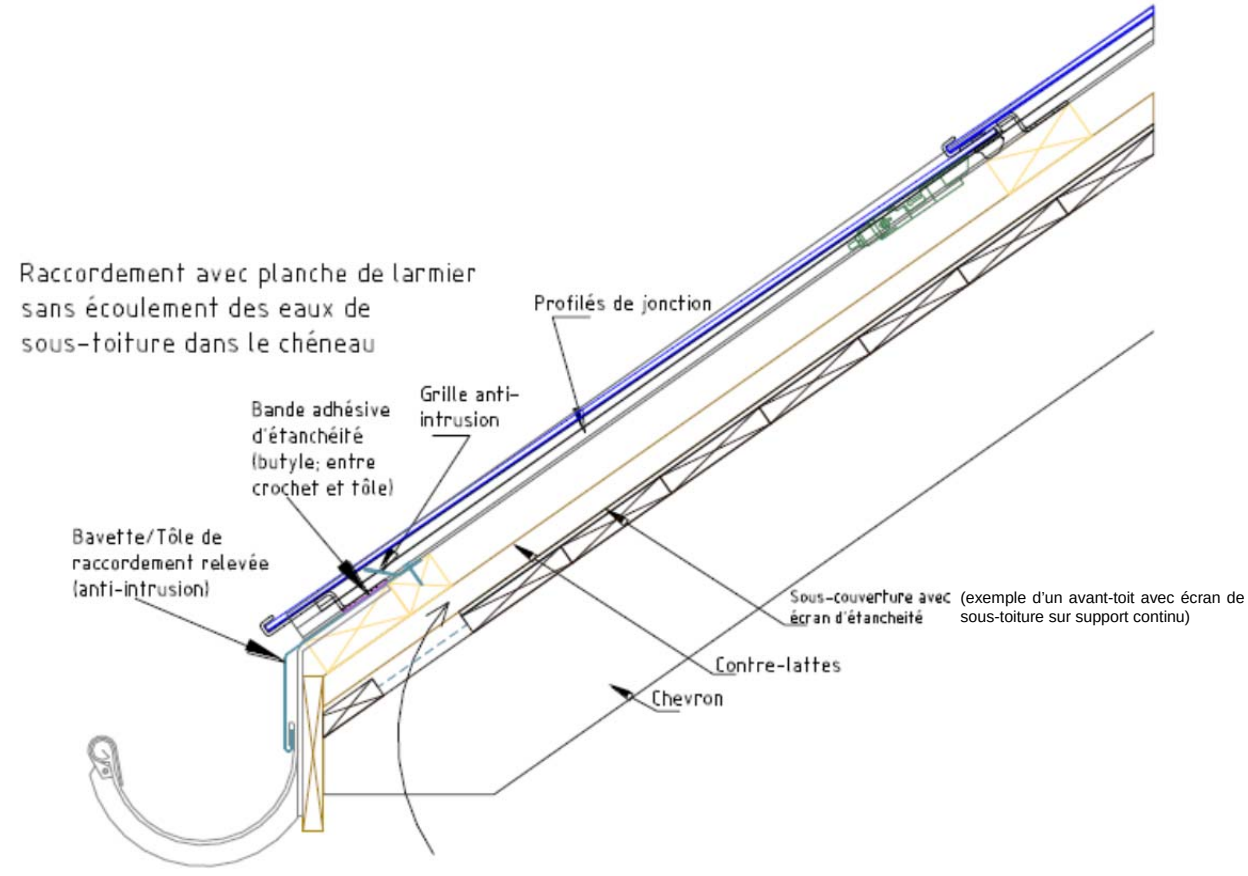


Figure 35 – Mise en œuvre à l'égout (cas MegaSlate SNA Solar II)

Annulé le : 06/07/2016