

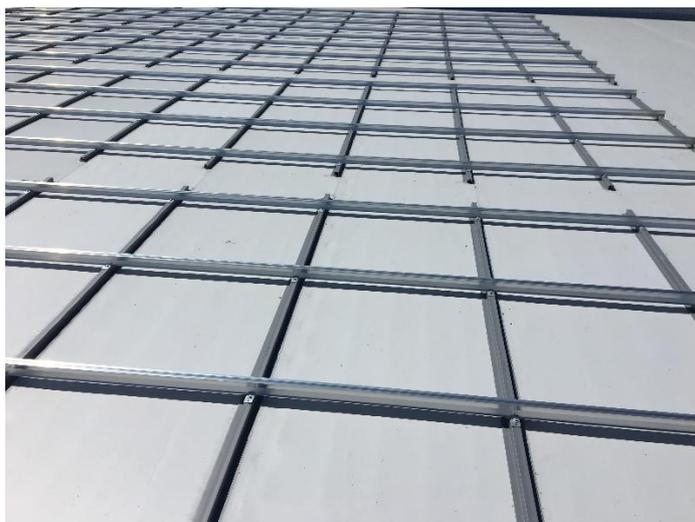
# APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION

Numéro de référence CSTB : 3298\_V1

Sur le procédé : « RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900 »

*ATEx de cas a*

**Validité du 07/06/2024 au 30/06/2027**



Copyright : Société RENOLIT France

---

L'Appréciation Technique d'expérimentation (ATEx) est une simple opinion technique à dire d'experts, formulée en l'état des connaissances, sur la base d'un dossier technique produit par le demandeur. *(extrait de l'art. 24)*

---

**A LA DEMANDE DE :**

**Société RENOLIT France**  
**5 rue de la Haye**  
**TREMBLAY EN FRANCE**  
**95733 ROISSY CHARLES DE GAULLE**

**CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT**

Siège social > 84 avenue Jean Jaurès – Champs-sur-Marne – 77447 Marne-la-Vallée cedex 2

Tél. : +33 (0)1 64 68 82 82 – Siret 775 688 229 00027 – [www.cstb.fr](http://www.cstb.fr)

Établissement public à caractère industriel et commercial – RCS Meaux 775 688 229 – TVA FR 70 775 688 229

MARNE-LA-VALLÉE / PARIS / GRENOBLE / NANTES / SOPHIA ANTIPOLIS

## Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3298\_V1

*Note Liminaire* : Cette Appréciation porte essentiellement sur le procédé de module photovoltaïque rigide fixé au-dessus du revêtement d'étanchéité, en pose surimposée, de dénomination « RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900 », défini dans le Dossier Technique.

Selon l'avis du Comité d'Experts en date du 07/12/2023 et de la consultation écrite de levée de réserves du 17/05/2024, le demandeur ayant été entendu, la demande d'ATEX ci-dessous définie:

- demandeur : Société RENOLIT France
- technique objet de l'expérimentation : RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900

Cette technique est définie dans le dossier enregistré au CSTB sous le numéro ATEX 3298\_V1 et résumé dans la fiche sommaire d'identification ci-annexée,

donne lieu à une :

### APPRECIATION TECHNIQUE FAVORABLE A L'EXPERIMENTATION

*Remarque importante* : Le caractère favorable de cette appréciation ne vaut que pour une durée limitée au **30 juin 2027**, et est subordonné à la mise en application de l'ensemble des recommandations formulées au §4.

Cette Appréciation, QUI N'A PAS VALEUR D'AVIS TECHNIQUE au sens de l'Arrêté du 21 mars 2012, découle des considérations suivantes :

#### 1°) Sécurité

##### 1.1 – Stabilité des ouvrages et/ou sécurité des équipements

Le procédé n'est valable qu'avec la tôle d'acier nervurée JI-ALKOR 56-225-900 fabriquée par la société Joris Ide. Celle-ci est dimensionnée et mise en œuvre conformément aux fiches techniques figurant au Dossier Technique.

Les charges admissibles de neige normale tiennent compte d'un tassement de l'isolant POWERDECK+ limité à 2 mm lorsqu'il est chargé par le profilé RENOLIT ALKORPLAN 81600 et son profilé insert RENOLIT ALKORPLUS 81601.

Les essais réalisés et les dispositions prévues permettent d'escompter un comportement satisfaisant du procédé au vent et à la neige.

Dans ces conditions, la stabilité semble assurée.

##### 1.2 – Sécurité des intervenants et des usagers

Les dispositions proposées ne présentent pas de risques spécifiques par rapport aux autres procédés photovoltaïques vis-à-vis de la sécurité des intervenants et des usagers. La pose de ce procédé, notamment vis-à-vis de la sécurité des personnes contre les chutes de hauteur, fait appel aux dispositions habituellement requises pour la mise en œuvre des toitures.

##### 1.3 – Sécurité en cas d'incendie

Dans les lois et règlements en vigueur, les dispositions à considérer pour les toitures proposées ont trait à la tenue au feu venant de l'extérieur et de l'intérieur.

Vis-à-vis du feu venant de l'extérieur : Le procédé photovoltaïque « RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900 » présente un classement de tenue au feu Broof (t3) dans les conditions du procès-verbal cité au §12 de l'Appréciation Technique d'Expérimentation. L'entreprise de pose doit se procurer ce procès-verbal auprès du titulaire de l'Appréciation Technique d'Expérimentation et vérifier que le procédé à mettre en œuvre est pris en compte par ce procès-verbal.

Vis-à-vis du feu intérieur : les dispositions réglementaires à considérer sont fonction de la destination des locaux, de la nature et du classement de réaction au feu de l'isolant et de son support.

## Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3298\_V1

### 1.4 – Sécurité en cas de séisme

Sans objet. La réglementation ne vise pas l'implantation des modules photovoltaïques en surimposé, conformément à l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié, relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite "à risque normal".

### 1.5 Sécurité électrique

Cette ATEEx est assujettie à une vérification des modules photovoltaïques acceptés pour cette ATEEx. Les modules photovoltaïques qui peuvent être associés à cette ATEEx sont listés dans la grille de vérification des modules en cours de validité, figurant en annexe de la présente ATEEx.

Les modules photovoltaïques disposent de certificats de conformité aux normes IEC 61215 et IEC 61730 dans les plages de puissances définies dans la grille de vérification. Les modules photovoltaïques cadrés sont certifiés d'une classe II de sécurité électrique selon la norme IEC 61730, jusqu'à une tension maximum de 1 500 V DC (cf. grille de vérification des modules en annexe).

Le respect des prescriptions définies dans la norme NF C15-100 en vigueur, pour le dimensionnement et la pose, permet de s'assurer de la sécurité et du bon fonctionnement des conducteurs électriques. La réalisation de l'installation photovoltaïque conformément aux guides UTE C 15-712 en vigueur permet d'assurer la protection des biens et des personnes. La sécurité électrique semble donc avérée.

## 2°) Faisabilité

### 2.1 – Production

La fabrication des différents modules suit un cahier des charges précis et la constance de fabrication semble assurée.

La fabrication des composants du système de montage (profilés, attaches, connecteurs, pinces et fixations...) est réalisée selon un cahier des charges spécifique de RENOLIT Belgium NV. Les profilés RENOLIT ALKOPLAN 81600 en PVC sont fabriqués par la société RENOLIT Belgium NV. Les autres profilés sont fabriqués par des sociétés approuvées par RENOLIT Belgium NV. Compte tenu des contrôles effectués par RENOLIT Belgium NV, la constance de fabrication semble assurée.

La fabrication des revêtements d'étanchéité est effectuée par la société RENOLIT Belgium NV. Ces éléments sont sous Document Technique d'Application. La constance de fabrication de ces éléments semble assurée.

L'isolant décrit dans le Dossier technique est sous Document Technique d'Application. Il n'appelle pas de remarque particulière quant à la constance de fabrication.

### 2.2 – Mise en œuvre :

La mise en œuvre du procédé RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900 doit être assurée par des entreprises d'étanchéité qualifiées, disposant sur le chantier de soudeurs agréés par RENOLIT France et habilités au travail en hauteur.

Les compétences requises sont de 2 types :

- Compétences en étanchéité : pour la mise en œuvre du complexe isolant/étanchéité et du système de montage.
- Compétences électriques complétées par une qualification et/ou habilitation pour la réalisation d'installations photovoltaïques : habilitation électrique selon la norme NF C 18-510, habilitation "BP" pour le raccordement des modules, habilitations "BR" requises pour le raccordement des modules et le branchement aux onduleurs.

La faisabilité de la mise en œuvre est avérée.

### 2.3 – Assistance technique

La société RENOLIT France apporte son assistance technique à toute entreprise installant le procédé qui en fera la demande.

Le service technique de la société RENOLIT France assure, sur demande, une assistance technique à la réalisation de l'ouvrage, tant au niveau de la conception (choix du mode de pose, calcul des éléments de fixation) qu'à celui de la mise en œuvre sur chantiers

La société RENOLIT France fournit les plans de calepinage des différents profilés du procédé RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900 en concertation avec l'étancheur et l'installateur photovoltaïque.

## Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3298\_V1

### 3°) Risques de désordres

#### 3.1. Solidité

Dans les limites du domaine d'emploi revendiqué, et dans les conditions de pose prévues en respectant les prescriptions du Dossier Technique, le procédé RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900 ne présente pas de risque particulier vis-à-vis de la solidité.

#### 3.2. Étanchéité

Sous réserve du respect des préconisations de pose du Dossier Technique, dans les limites du domaine d'emploi revendiqué, le procédé RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900 ne présente pas de risque particulier vis-à-vis de l'étanchéité.

#### 3.3. Durabilité

La durabilité propre des composants, leur compatibilité et leur fabrication permettent de préjuger favorablement de la durabilité du procédé photovoltaïque dans le domaine d'emploi revendiqué.

### 4°) Recommandations

Il est recommandé de :

- vérifier que le délai entre la réalisation du complexe d'étanchéité et la pose des ossatures inférieures ne dépasse pas le délai maximal spécifié au Dossier Technique : 6 mois (cf. § 1.2) ;
- vérifier que les modules photovoltaïques associés sont listés dans la grille de vérification des modules en cours de validité, figurant en annexe de la présente ATEx ;

Comme pour l'ensemble des procédés de ce domaine, chaque mise en œuvre requiert :

- un calcul des charges climatiques appliquées sur la toiture considérée au regard des contraintes maximales admissibles du procédé et une vérification de chacun des éléments constitutifs (complexe d'étanchéité, TAN et ses fixations, isolant) selon les prescriptions du Dossier Technique ;
- une reconnaissance préalable de la charpente support vis-à-vis de sa capacité à accueillir le procédé photovoltaïque ;

Comme tous les procédés comprenant des plaques métalliques utilisées en toiture, les ancrages des lignes de vie ne doivent pas être effectués dans les tôles d'acier nervurées mais dans la structure porteuse tout en reconstituant le plan d'étanchéité à l'eau selon les Règles de l'Art ;

Recommandations complémentaires :

- L'utilisation des clous à scellement n'est pas admise pour la fixation des TAN dans le cadre de la présente ATEx ;
- L'utilisation de fixations à rupture de pont thermique pour la membrane n'est pas admise dans le cadre de la présente ATEx ;

### 5°) Rappel

Conformément au Règlement d'ATEx, le demandeur s'engage à communiquer au CSTB toutes les applications de son système, dès qu'elles sont programmées.

## EN CONCLUSION

En conclusion et sous réserve de la mise en application des recommandations ci-dessus, le Comité d'Experts considère que :

- La sécurité est assurée,
- La faisabilité est réelle,
- Les désordres sont limités.

Sophia Antipolis, le 7 juin 2024,  
La Présidente du Comité d'Experts,

  
**Coralie NGUYEN**

## ANNEXE 1

### FICHE SOMMAIRE D'IDENTIFICATION (1)

#### Demandeurs :

Société RENOLIT France  
5 rue de la Haye  
TREMBLAY EN FRANCE  
95733 ROISSY CHARLES DE GAULLE

Définition de la technique objet de l'expérimentation : Le procédé RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900 est un système complet de toiture photovoltaïque permettant la surimposition en toitures-terrasses de modules photovoltaïques rigides cadrés posés parallèlement au plan de toiture sur un complexe d'étanchéité isolé, fixé mécaniquement sur tôles d'acier nervurées (TAN). Le procédé est destiné à la France métropolitaine en climat de plaine, en travaux neufs et de réfection, sur élément porteur en TAN conformes au NF DTU 43.3 (profil JI-ALKOR 56-225-900) de la société JORIS IDE (pente de 3 à 10%). Il est destiné à la réalisation d'installations productrices d'électricité solaire sans perforation du revêtement d'étanchéité.

#### Il intègre :

- un élément porteur en tôles d'acier nervurées JI-ALKOR 56-225-900 de JORIS IDE, d'épaisseur minimale 75/100<sup>ème</sup> (largeur de plage 155 mm avec pas de 225 mm) conforme au NF DTU 43.3, fixé toutes nervures avec ou sans plaquette de répartition et couturé tous les 1 m maximum, reposant sur des appuis présentant une largeur minimale de 60 mm. Les fiches techniques de la tôle d'acier nervurée figurent au Dossier Technique d'ATEX ;
- un éventuel pare-vapeur (conformément à l'amendement A1 du NF DTU 43.3),
- un isolant thermique POWERDECK+ (PIR) sous DTA en cours de validité (n° 5.2/22-2724\_V1 à la date de publication de l'ATEX), d'épaisseur de 80 à 240 mm, posé en 1 ou 2 lits, fixé mécaniquement conformément à son DTA,
- un revêtement d'étanchéité monocouche à base de PVC plastifié RENOLIT ALKORPLAN F sous DTA en cours de validité (n° 5.2/21-2703\_V1 à la date de publication de l'ATEX), fixé mécaniquement à l'élément porteur à l'aide d'une fixation par plage de TAN (tous les 225 mm),
- un système de surimposition permettant une mise en œuvre des modules au format "portrait", composé de :
  - une ossature inférieure :
    - profilé RENOLIT ALKORPLAN 81600 (en PVC-P), soudé sur le revêtement d'étanchéité,
    - et insert RENOLIT ALKORPLUS 81601, inséré dans le profilé PVC-P,
  - et une ossature support des modules :
    - profilé multifonctionnel RENOLIT ALKORPLUS 81631-005,
    - et des attaches RENOLIT ALKORPLUS 81632-003, permettant la fixation des profilés multifonctionnels dans les profilés RENOLIT ALKORPLAN 81600 PVC et leur insert,
- des modules photovoltaïques munis d'un cadre en profils d'aluminium, dont les références et les puissances sont indiquées dans la « Grille de vérification des modules » en cours de validité, figurant en annexe 3 de la présente Appréciation Technique d'Expérimentation. Chaque module possède une boîte de connexion munie de deux câbles électriques, chacun équipé de connecteur IP 65 minimum avec système de verrouillage. Les modules sont fixés à l'ossature support à l'aide de 2 pinces oméga, positionnées sur les grands côtés (fixation par petit côté exclue).

La mise en œuvre du revêtement d'étanchéité présente des spécificités (cf. § 7.4 du Dossier Technique).

- Les lés de revêtement d'étanchéité et les profilés de l'ossature inférieure doivent impérativement être positionnés perpendiculairement aux nervures des TAN.
- Les profilés de l'ossature inférieure doivent être soudés le long du recouvrement longitudinal des lés, contre le recouvrement de la membrane (cf. § 7.5).

La pose des ossatures inférieures (profilés 81600 et insert 81601) doit être réalisée dans un délai maximum de 6 mois après la pose du complexe d'étanchéité.

*(1) La description complète de la technique est donnée dans le dossier déposé au CSTB par le demandeur et enregistré sous le numéro ATEX 3298\_V1 et dans le cahier des charges de conception et de mise en œuvre technique (cf. annexe 2) que le fabricant est tenu de communiquer aux utilisateurs du procédé.*

**ANNEXE 2**

**CAHIER DES CHARGES DE CONCEPTION ET DE MISE EN OEUVRE**

***Procédé***  
***RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900***

« Dossier technique établi par le demandeur » du 30/05/2024

Version tenant compte des remarques formulées par les Experts lors du comité du 07/12/2023 et de la consultation écrite de levée de réserves du 17/05/2024

A été enregistré au CSTB sous le n° d'ATEX 3298\_V1.

Fin du rapport

# Appréciation Technique d'Expérimentation

## ATEX de cas a n° 3298\_V1

---

# RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900

Modules photovoltaïques rigides sur complexe d'étanchéité  
fixé mécaniquement sur TAN conforme au NF DTU 43.3

---

**Titulaire :** RENOLIT Belgium NV  
Industriepark De Bruwaan 43  
B-9700 Oudenaarde  
Tél. : +32 55 33 97 11  
[www.renolit.com/roofing/fr](http://www.renolit.com/roofing/fr)

**Distributeur :** RENOLIT France  
Roissypôle le Dôme  
5, rue de la Haye  
CS 13943 - Tremblay en France  
95733 Roissy CDG  
Tél. : +33 1 41 84 30 10  
[RenolitFrance-toiture@renolit.com](mailto:RenolitFrance-toiture@renolit.com)  
[www.renolit.com/roofing/fr](http://www.renolit.com/roofing/fr)

## Table des matières

1.	Description.....	5
1.1.	Principe .....	5
1.2.	Domaine d'emploi .....	7
1.3.	Organisation des projets .....	8
1.4.	Compétences des installateurs.....	9
2.	Dispositions de conception .....	9
2.1.	Généralités.....	9
2.2.	Spécificités de la réfection.....	10
2.3.	Vérification des TAN .....	10
2.3.1.	Principe.....	10
2.3.2.	Guide de vérification du domaine d'emploi de la TAN JI-ALKOR 56-225-900 .....	11
2.3.3.	Vérification des portées sous charges ascendantes .....	12
2.3.4.	Vérification de la densité de fixations à l'ossature .....	13
2.3.5.	Exemple de dimensionnement.....	14
2.4.	Densités de fixations du revêtement d'étanchéité.....	15
2.5.	Calepinage photovoltaïque .....	15
2.6.	Sécurité des intervenants.....	16
2.7.	Cas des projets avec exigence $B_{ROOF}(t3)$ .....	17
3.	Éléments constitutifs du procédé.....	17
3.1.	Élément porteur tôles d'acier nervurées JORIS IDE JI-ALKOR 56-225-900.....	17
3.1.1.	Caractéristiques générales.....	17
3.1.2.	Guides de choix en fonction des ambiances et atmosphères.....	17
3.1.3.	Fiche technique et tableaux de portées/charges .....	19
3.2.	Fixation des TAN.....	22
3.2.1.	Fixation des TAN à la charpente .....	22
3.2.2.	Fixation de couture des TAN .....	22
3.3.	Pare-vapeur .....	22
3.4.	Isolants support d'étanchéité.....	22
3.5.	Revêtement d'étanchéité.....	22
3.5.1.	Membrane d'étanchéité .....	22
3.5.2.	Fixations mécaniques de la membrane.....	22
3.5.3.	Éléments constitutifs pour aires et chemins de circulations .....	22
3.6.	Système de montage.....	23
3.6.1.	Nomenclature des pièces du système de montage .....	23
3.6.2.	Ossature inférieure.....	23
3.6.3.	Ossature support des modules .....	24
3.6.4.	Pinces oméga et fixations pour mise en œuvre des modules sur le système de montage .....	26
3.7.	Modules photovoltaïques.....	27
3.7.1.	Généralités.....	27
3.7.2.	Caractéristiques électriques .....	27
3.7.3.	Caractéristiques dimensionnelles.....	27
3.7.4.	Face arrière.....	27
3.7.5.	Cellules photovoltaïques.....	27
3.7.6.	Intercalaire encapsulant.....	27
3.7.7.	Vitrage.....	28
3.7.8.	Cadre du module photovoltaïque .....	28
3.7.9.	Constituants électriques .....	28
3.8.	Constituants électriques annexes .....	28
3.8.1.	Câbles de liaison équipotentielle des masses (non fournis) .....	28

3.8.2.	Câbles de mise à la terre (non fournis).....	29
3.8.3.	Chemins de câbles (non fournis) .....	29
3.8.4.	Crosses de passage de câbles (non fournis).....	29
3.8.5.	Onduleurs et autres matériels électriques (non fournis).....	29
3.9.	Autres matériaux et outillage indispensable (non fournis).....	29
3.9.1.	Grillage .....	29
3.9.2.	Machine automatique à souder.....	29
4.	Fabrications et contrôles .....	30
4.1.	Modules photovoltaïques .....	30
4.2.	Système de montage.....	30
4.3.	Revêtement d'étanchéité.....	31
4.4.	Isolants support d'étanchéité.....	31
4.5.	Éléments porteurs TAN .....	31
5.	Conditionnement, étiquetage et stockage.....	31
5.1.	Modules photovoltaïques .....	31
5.2.	Système de montage.....	32
5.2.1.	Profilé RENOLIT ALKORPLAN 81600 PVC-P.....	32
5.2.2.	Profilé insert RENOLIT ALKORPLUS 81601 .....	32
5.2.3.	Ossature support.....	32
5.3.	Revêtement d'étanchéité.....	32
5.4.	Isolants support d'étanchéité.....	32
5.5.	Éléments porteurs TAN .....	33
6.	Livraison.....	33
7.	Mise en œuvre.....	33
7.1.	Conditions préalables à la pose .....	33
7.2.	Mise en œuvre de l'élément porteur JI-ALKOR 56-225-900.....	33
7.2.1.	Généralités.....	33
7.2.2.	Fixation des TAN à la structure porteuse .....	33
7.2.3.	Couturage des TAN.....	34
7.3.	Mise en œuvre de l'isolant support d'étanchéité .....	34
7.4.	Mise en œuvre du revêtement d'étanchéité .....	34
7.5.	Mise en œuvre de l'ossature inférieure.....	35
7.5.1.	Réception du revêtement d'étanchéité .....	35
7.5.2.	Assemblage profilé RENOLIT ALKORPLAN 81600 / insert RENOLIT ALKORPLUS 81601 .....	35
7.5.3.	Thermosoudure.....	36
7.5.4.	Cas des TAN perpendiculaires à la pente .....	37
7.5.5.	Cas des TAN parallèles à la pente .....	37
7.5.6.	Contrôle des assemblages .....	37
7.5.7.	Cas particulier d'une pose des profilés non consécutive à celle du revêtement.....	37
7.6.	Mise en œuvre de l'ossature support.....	37
7.6.1.	Profilé multifonctionnel RENOLIT ALKORPLAN 81631-005 .....	37
7.6.2.	Connecteurs RENOLIT ALKORPLUS 81634-005 .....	38
7.7.	Mise en œuvre des grillages en périphérie de champ photovoltaïque.....	40
7.8.	Mise en œuvre des modules photovoltaïques .....	40
7.9.	Mise en œuvre électrique .....	41
7.9.1.	Généralités.....	41
7.9.2.	Connexions des câbles électriques.....	41
8.	Utilisation, entretien et réparation.....	45
8.1.	Généralités.....	45
8.2.	Circulation en toiture .....	45

8.3.	Entretien du revêtement d'étanchéité .....	45
8.4.	Entretien du procédé photovoltaïque .....	45
8.5.	Remplacement d'un module photovoltaïque.....	46
9.	Traitement en fin de vie.....	46
10.	Formation .....	46
10.1.	Etanchéité de toiture et mise en œuvre du système de montage.....	46
10.2.	Pose des modules photovoltaïques et raccords électriques.....	47
11.	Assistance technique .....	47
12.	Résultats expérimentaux.....	47
13.	Références chantier.....	48
	<b>Grille de vérification</b> .....	49
Partie 1	GCL P3-60H et M3-60H.....	52
Partie 2	GCL P6-60H et M6-60H.....	54

# 1. Description

## 1.1. Principe

Le procédé RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900 permet la mise en œuvre de modules photovoltaïques rigides sur un complexe d'étanchéité isolé, fixé mécaniquement sur TAN conformes au NF DTU 43.3.

Il se compose des éléments suivants (cf. figure 1) :

- un élément porteur en tôles d'acier nervurées JI-ALKOR 56-225-900 de JORIS IDE, d'épaisseur minimale 75/100<sup>ème</sup> (largeur de plage 155 mm avec pas de 225 mm) conforme au NF DTU 43.3,
- un éventuel pare-vapeur (conformément à l'amendement A1 du NF DTU 43.3),
- un isolant thermique POWERDECK+ (PIR) sous DTA en cours de validité (n° 5.2/22-2724\_V1 à la date de publication de l'ATEX), d'épaisseur de 80 à 240 mm, posé en 1 ou 2 lits, fixé mécaniquement conformément à son DTA,
- un revêtement d'étanchéité monocouche à base de PVC plastifié RENOLIT ALKORPLAN F sous DTA en cours de validité (n° 5.2/21-2703\_V1 à la date de publication de l'ATEX), fixé mécaniquement à l'élément porteur à l'aide d'une fixation par plage de TAN (tous les 225 mm),
- un système de surimposition permettant une mise en œuvre des modules au format "portrait", composé de :
  - une ossature inférieure :
    - profilé RENOLIT ALKORPLAN 81600 (en PVC-P), soudé sur le revêtement d'étanchéité,
    - et insert RENOLIT ALKORPLUS 81601, inséré dans le profilé PVC-P,
  - et une ossature support des modules :
    - profilé multifonctionnel RENOLIT ALKORPLUS 81631-005,
    - et des attaches RENOLIT ALKORPLUS 81632-003, permettant la fixation des profilés multifonctionnels dans les profilés RENOLIT ALKORPLAN 81600 PVC et leur insert,
- des modules photovoltaïques munis d'un cadre en profils d'aluminium, dont les références et les puissances sont indiquées dans la « Grille de vérification des modules » en cours de validité, figurant en annexe du présent dossier technique.
- Les modules sont fixés à l'ossature support à l'aide de 2 pinces oméga, positionnées sur les grands côtés (fixation par petit côté exclue).

La mise en œuvre du revêtement d'étanchéité présente des spécificités (cf. § 7.4).

Les lés de revêtement d'étanchéité et les profilés de l'ossature inférieure doivent impérativement être positionnés perpendiculairement aux nervures des TAN.

Les profilés de l'ossature inférieure doivent être soudés le long du recouvrement longitudinal des lés, contre le recouvrement de la membrane (cf. § 7.5).

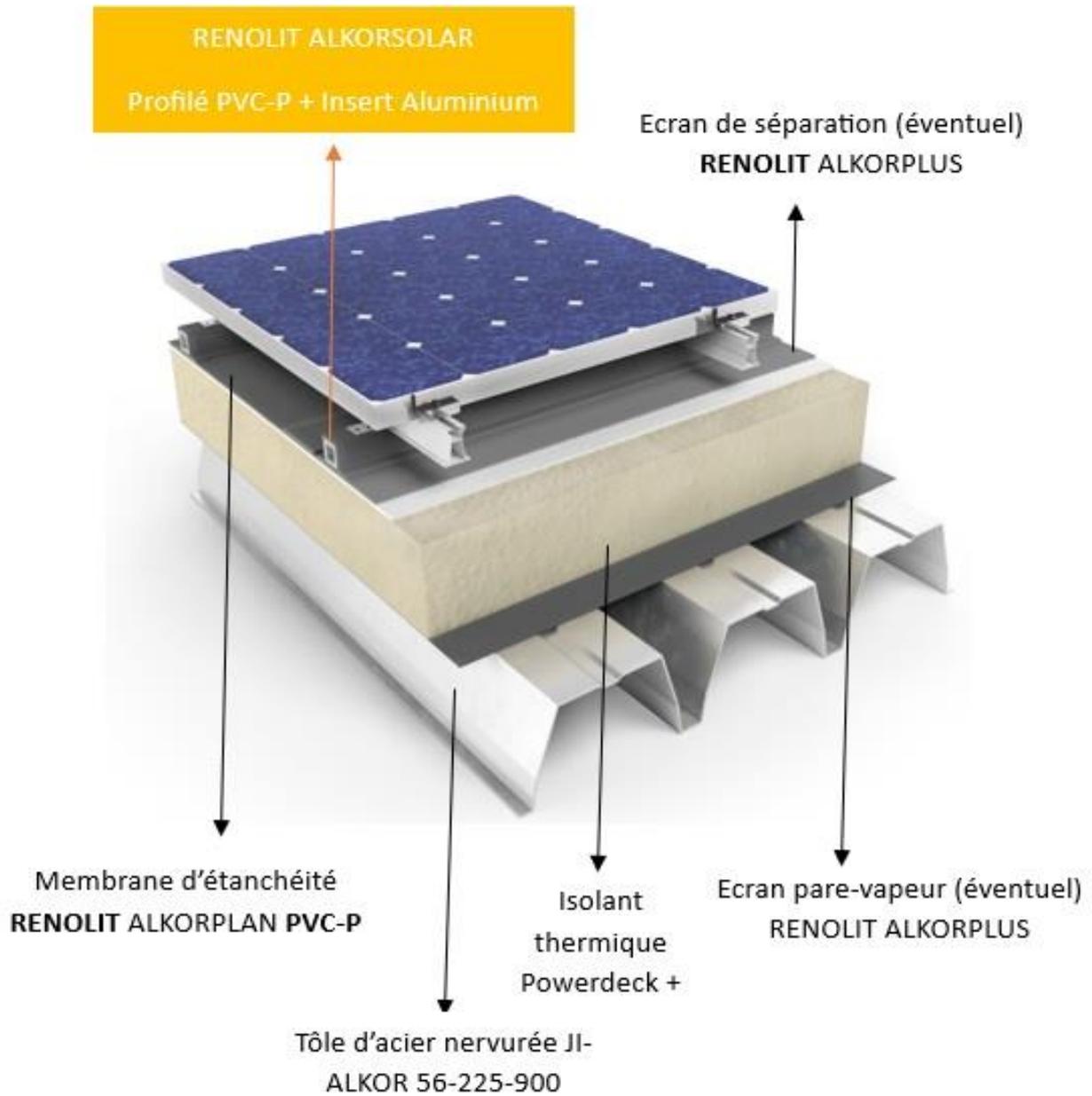
Le positionnement des recouvrements/fixations du revêtement d'étanchéité a donc une incidence directe sur le calepinage des ossatures inférieures du système de montage et sur le calepinage des modules photovoltaïques.

Ce procédé fait l'objet d'un partenariat spécifique entre les sociétés :

- JORIS IDE : tôles d'acier nervurées JORIS IDE,
- RECTICEL : isolant support d'étanchéité,
- RENOLIT : revêtement d'étanchéité et système d'intégration.

La fourniture s'effectue de façon dissociée.

**Figure 1 : Procédé RENOLIT ALKORSOLAR : Visuel de principe**



## 1.2. Domaine d'emploi

Le procédé RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900 est destiné à la réalisation d'ouvrages répondant aux spécifications suivantes :

- Travaux neufs, ou travaux sur existants en réfection complète de la paroi formant toiture, y compris élément porteur TAN (sans conservation du complexe isolant-étanchéité existant, ni de l'élément porteur).  
En cas de rénovation, une vérification structurelle de la charpente s'impose pour s'assurer de sa compatibilité avec le procédé (à la charge du maître d'ouvrage).
- France métropolitaine.
- Climat de plaine (altitudes  $\leq$  900 m).
- Locaux à faible, moyenne et forte hygrométrie uniquement (très forte hygrométrie exclue).
- Pente comprise entre 3 % et 10 % (toitures plates et inclinées).
- Toitures inaccessibles, techniques ou à zones techniques au sens du NF DTU 43.3.

Le procédé RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900 est utilisable, selon les Règles NV65 modifiées, sur des terrasses soumises à des charges climatiques n'excédant pas :

- **1.000 Pa sous charge de neige normale,**
- **1.000 Pa sous charge de vent normal.**

Le procédé RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900 peut être installé sur toute la surface de toiture, néanmoins les modules et leur système de montage doivent être positionnés en respectant des zones de sécurité et de circulation requises en fonction de l'entretien de l'installation (cf. § 2.5).

Le délai entre la pose du revêtement d'étanchéité et la pose des ossatures inférieures est limitée à **6 mois**.

En cas de pose non consécutive, une préparation spécifique du revêtement est nécessaire (cf. § 7.5.7).

Le tableau 1 précise les atmosphères extérieures compatibles.

**Tableau 1 : Guide de choix des matériaux selon l'exposition atmosphérique extérieure**

Éléments du procédé concernés	Matériau	Revêtement de finition sur la face exposée	Atmosphères extérieures							Spéciale
			Rurale non pollué	Industrielle ou urbaine		Marine				
				Normale	Sévère	20 à 10 km	10 à 3 km	Bord de mer * (< 3 km)	Mixte	
Profilés et attaches	Aluminium	-	•	•	□	•	•	□	□	□
Boulons de pince oméga	Inox A2	-	•	•	□	•	•	□	□	□
	Inox A4	-	•	•	□	•	•	•	□	□

Les expositions atmosphériques sont définies dans les annexes des normes NF P34-301 et NF P24-351.

• : Matériau adapté à l'exposition

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

- : Matériau non adapté à l'exposition

\* : à l'exception du front de mer

### 1.3. Organisation des projets

Ce procédé fait l'objet d'un partenariat spécifique entre les différents acteurs suivants :

- JORIS IDE.
- Une entreprise de charpente qualifiée.
- RECTICEL.
- RENOLIT.
- Une entreprise d'étanchéité qualifiée, partenaire de RENOLIT (cf. § 1.4).
- Un installateur photovoltaïque (entreprise d'électricité spécialisée) dument qualifiée (cf. § 1.4).

Chaque projet requiert une étude spécifique pour valider la compatibilité du procédé RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900 et des modules photovoltaïques, notamment vis-à-vis des charges climatiques s'exerçant sur l'ouvrage.

La société JORISIDE fournit les TAN JI-ALKOR 56-225-900 et si besoin réalise sur demande le dimensionnement des TAN pour les cas spécifiques hors Fiche technique (autres charges, chargements non uniformes, travées inégales par exemple).

Une entreprise de charpente qualifiée assure la mise en œuvre de la charpente et des TAN JI-ALKOR 56-225-900, préalablement dimensionnées, soit sur la base de la Fiche technique (cf. § 3.1.3), soit sur la base d'un dimensionnement spécifique de JORISIDE.

La société RECTICEL fournit l'isolant POWERDECK+.

La société RENOLIT :

- Assure la formation des entreprises d'étanchéité qualifiées (entreprises partenaires) pour la pose du procédé RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900.
- Réalise le quantitatif précis et exhaustif du procédé RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900 pour le projet : système de montage, modules photovoltaïques.
- Fournit les composants du procédé RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900 : revêtement d'étanchéité et système de surimposition.
- Assure, en concertation avec l'étancheur et l'installateur photovoltaïque, la cohérence du calepinage photovoltaïque avec le calepinage des membranes RENOLIT ALKORPLAN F.
- Fournit les plans de calepinage des différents profilés du procédé RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900 en concertation avec l'étancheur et l'installateur photovoltaïque.
- Fournit une assistance technique aux entreprises.

L'entreprise d'étanchéité assure la mise en œuvre :

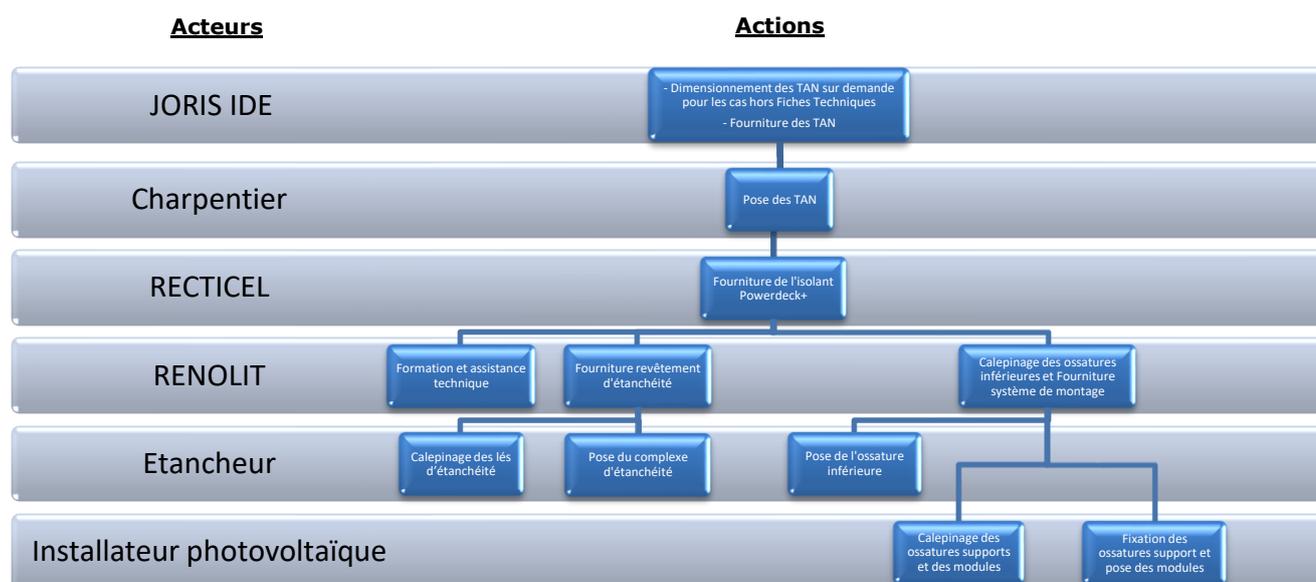
- du complexe d'étanchéité (isolant – revêtement),
- de l'ossature inférieure,

conformément au plan de calepinage du projet.

Après avoir réalisé le calepinage des modules et des ossatures support supérieures en concertation avec la société RENOLIT, l'installateur photovoltaïque (entreprise d'électricité spécialisée) assure :

- la fourniture des modules photovoltaïques, dont les références et les puissances sont indiquées dans la « Grille de vérification des modules » en cours de validité.
- le calepinage général des chemins de câbles.
- la mise en œuvre des ossatures supports des modules, des modules photovoltaïques et des chemins de câbles.

La figure 2 présente le rôle et les responsabilités des différents intervenants d'un projet.

**Figure 2 : Logigramme des rôles et responsabilités des différents intervenants**

## 1.4. Compétences des installateurs

La mise en œuvre du procédé RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900 se fait exclusivement au travers d'un réseau de partenaires RENOLIT.

La partie toiture étanchée et système de montage est assurée, du calepinage à l'exécution, par une entreprise de d'étanchéité qualifiée, partenaire de RENOLIT (cf. § 10.1).

La partie électricité (travaux de raccordement électrique, fourniture et pose des onduleurs comprises) est assurée par une entreprise d'électricité spécialisée dument qualifiée (cf. § 10.2) : elle devra être spécialisée dans le photovoltaïque et disposer de compétences électriques complétées par une qualification et une habilitation pour la réalisation d'installations photovoltaïques :

- Habilitation électrique selon la norme NF C 18-510, habilitation "BP" pour le raccordement des modules.
- Habilitations "BR" requises pour le raccordement des modules et le branchement aux onduleurs.

Les entreprises de mise en œuvre doivent bénéficier d'une qualification ou certification professionnelle délivrée par un organisme accrédité par le Cofrac ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord multilatéral pris dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation. Cette qualification ou certification professionnelle doit correspondre aux types de travaux effectués, à la puissance de l'installation et, pour des projets relevant de l'obligation d'achat, respecter les critères fixés par l'arrêté tarifaire correspondant.

## 2. Dispositions de conception

### 2.1. Généralités

La mise en œuvre du procédé RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900 ne peut être réalisée que pour le domaine d'emploi défini au § 1.2.

Chaque projet requiert une étude spécifique pour valider la compatibilité du procédé RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900 et des modules photovoltaïques, notamment vis-à-vis des charges climatiques s'exerçant sur l'ouvrage.

Dans les zones de toiture avec accumulation de neige au sens des NV 65 modifiées, il faut être attentif à ce que la charge de neige ne dépasse pas la charge admissible du procédé.

La mise en œuvre du procédé RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900 est prévue pour être exécutée sur des structures porteuses :

- en bois, conformes 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 norme NF EN 1995-1-1/NA.
- en acier, conformes à la norme NF EN 1993-1-1/NA.  
Dans ce cas, les valeurs limites maximales à prendre en compte pour les flèches verticales sont celles de la ligne "Toiture en général" du Tableau 1 de la clause 7.2.1(1)B de la norme NF EN 1993-1-1/NA.

Les TAN JI-ALKOR 56-225-900 doivent reposer sur des appuis présentant une **largeur minimale de 60 mm**.

Les lés de revêtement d'étanchéité et les profilés de **l'ossature inférieure RENOLIT ALKORPLAN 81600 doivent impérativement être positionnés perpendiculairement** aux nervures des TAN.

Les profilés de l'ossature inférieure doivent être soudés le long du recouvrement longitudinal des lés, contre le recouvrement de la membrane.

Le positionnement des recouvrements/fixations du revêtement d'étanchéité a donc une incidence directe sur le calepinage des ossatures inférieures du système de montage et sur le calepinage des modules photovoltaïques.

**Les profilés multifonctionnels RENOLIT ALKORPLUS 81631-005 sont donc toujours positionnés parallèlement aux nervures des TAN.**

Les modules sont toujours fixés par leurs grands côtés aux profilés multifonctionnels RENOLIT ALKORPLUS 81631-005.

Les **grands côtés des modules photovoltaïques sont donc toujours perpendiculaires aux nervures des TAN.**

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

**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.**

Comme pour tous les procédés comprenant des plaques métalliques utilisées en toiture, les ancrages des lignes de vie ne doivent pas être effectués dans les tôles d'acier nervurées, mais dans la structure porteuse, tout en reconstituant le plan d'étanchéité à l'eau selon les Règles de l'Art.

---

## 2.2. Spécificités de la réfection

---

En réfection, la totalité du complexe d'étanchéité et l'élément porteur existant doivent être déposés.

Les travaux de toiture sont donc à considérer comme des travaux neufs.

Une étude préalable de la stabilité de la charpente de l'ouvrage est impérative, conformément aux spécifications du NF DTU 43.5 (à la charge du maître d'ouvrage).

---

## 2.3. Vérification des TAN

---

### 2.3.1. Principe

Le dimensionnement de l'élément porteur du complexe de toiture constitué des TAN JI-ALKOR 56-225-900 de JORIS IDE doit comporter 3 vérifications :

- Vérification des portées sous charges descendantes (normales) prenant en compte les dispositions simplifiées selon le § 6.3 des Règles N84 modifiées 2009 pour la vérification sous charge accidentelle.
- Vérification des portées sous charges ascendantes.
- Vérification de la densité de fixations à l'ossature.

Les vérifications des portées de la TAN sont à réaliser à l'aide de la fiche technique spécifique figurant au § 3.1.3.

**Pour les cas non prévus dans cette fiche technique (autres charges, chargements non uniformes, travées inégales, etc...), une étude doit être réalisée au cas par cas par le service technique de JORIS IDE.**

Les porte-à-faux sont autorisés dans les mêmes limites que celles du NF DTU 43.3 (1/10<sup>ème</sup> de la portée et limité à 0,30 m), avec un couturage de la partie en porte-à-faux à 10 cm environ de l'extrémité du profil.

Dans tous les cas la détermination des charges ascendantes s'effectue en fonction :

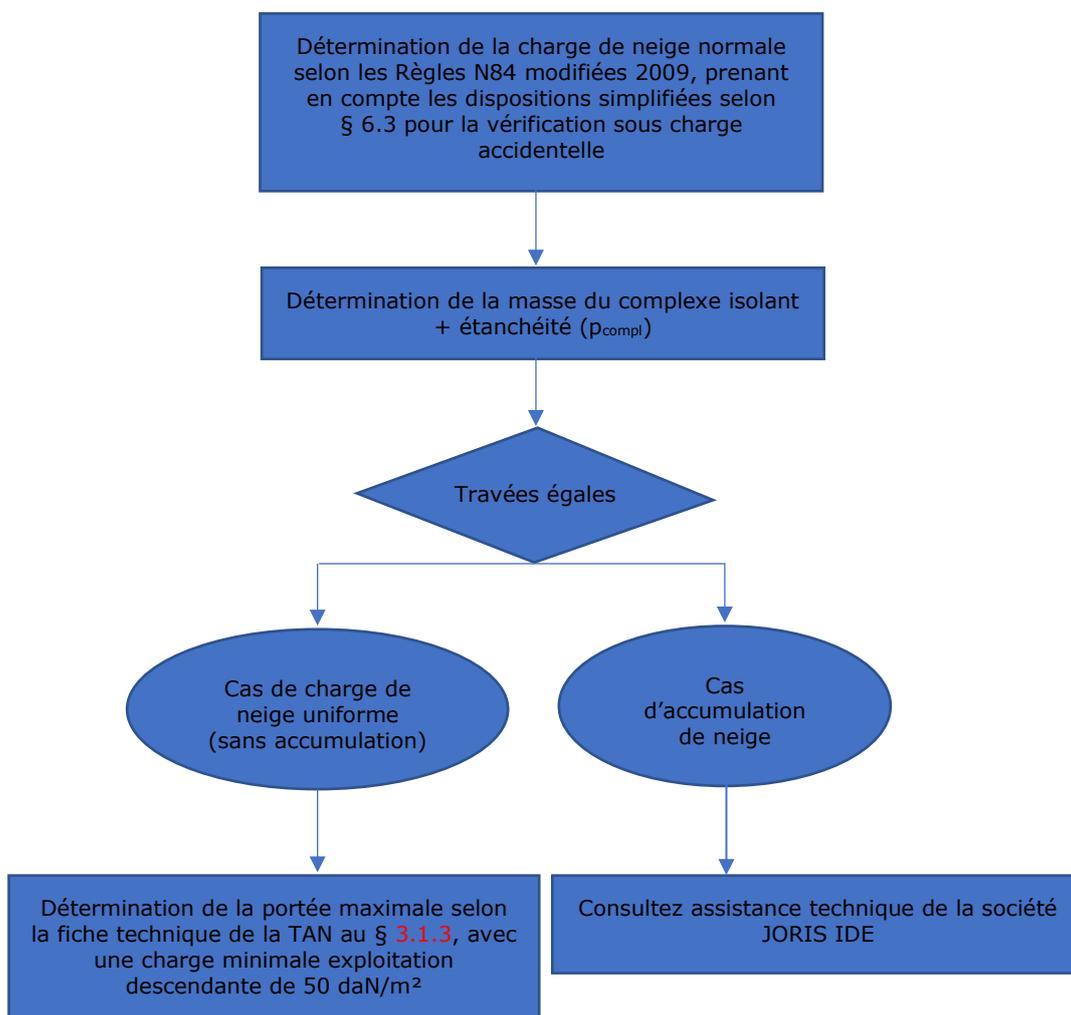
- des caractéristiques géométriques du bâtiment à savoir : son élancement (proportions), la perméabilité à l'air de ses parois (bâtiment ouvert ou fermé), sa hauteur au faîtage,
- de la zone de vent (1, 2, 3, ou 4) et du site (normal ou exposé), la notion de site protégé n'étant pas prise en compte pour ce procédé.

### 2.3.2. Guide de vérification du domaine d'emploi de la TAN JI-ALKOR 56-225-900

La toiture équipée de modules photovoltaïques avec le procédé RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900 doit présenter une portée maximale admissible pour le profil JI-ALKOR 56-225-900 correspondant à la plus petite valeur de portées déterminées par les méthodes ci-après présentées à l'étape 1 (charges descendantes) et à l'étape 2 (charges ascendantes).

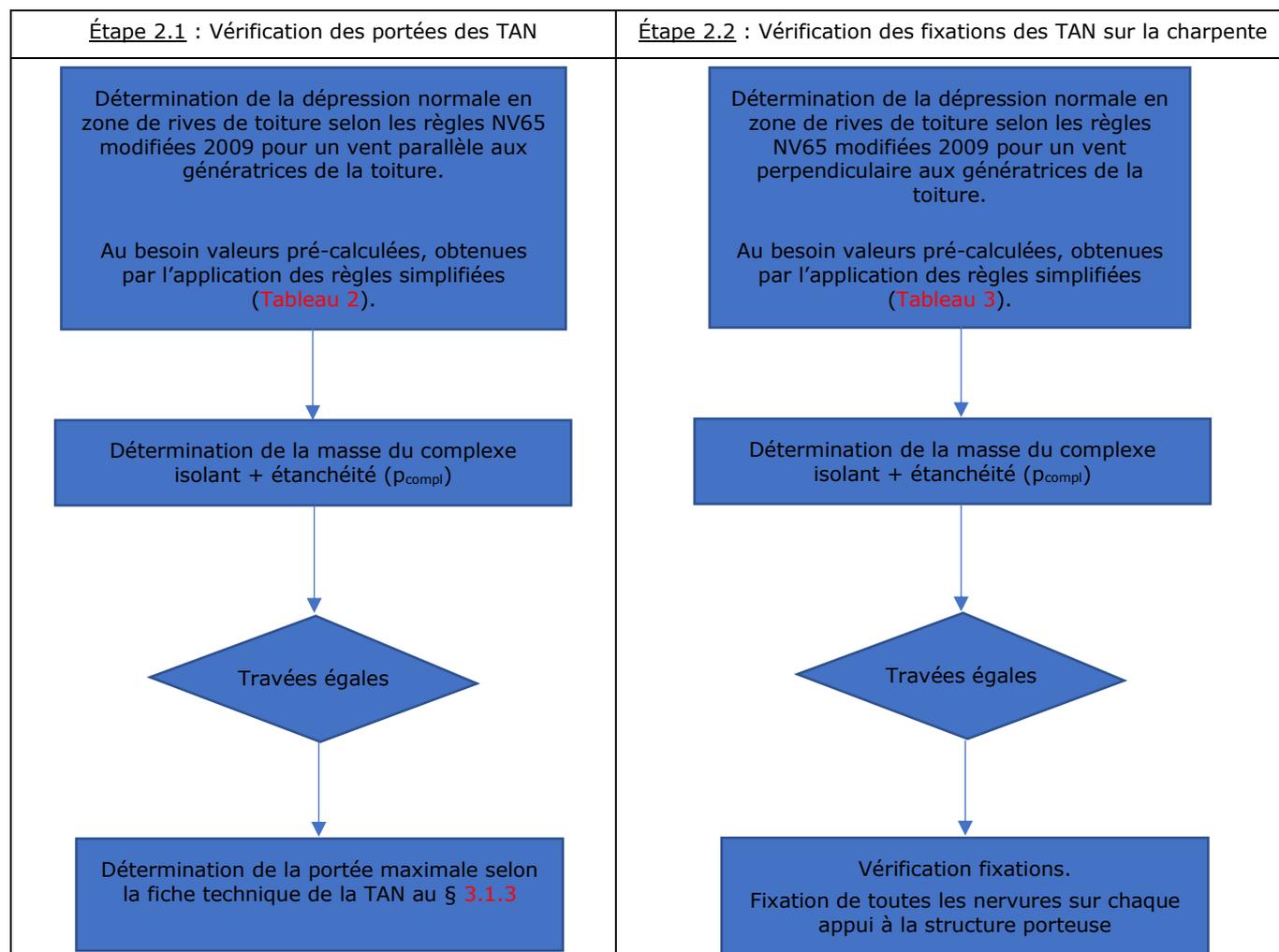
Étape 1 : Vérification en charges descendantes (charge de neige normale) – cf. figure 3.

**Figure 3 : Logigramme de la vérification en charges descendantes des TAN**



Étape 2 : Vérification en charges ascendantes (dépression) – cf. figure 4.

**Figure 4 : Logigramme de la vérification en charges ascendantes des TAN**



### 2.3.3. Vérification des portées sous charges ascendantes

Les valeurs de dépression normale à prendre en compte pour la vérification des TAN sont celles obtenues à partir des charges de vent déterminées en zones de rives pour un vent parallèle aux génératrices de la toiture.

Pour des bâtiments d'élanement courant et de hauteur inférieure à 20 m, le tableau 2 donne, en l'absence de calculs spécifiques, les valeurs de dépression précalculées pour les toitures à versants plans. On entend par bâtiment d'élanement courant ( $\lambda \leq 2,5$ ), un bâtiment dont les dimensions respectent toutes les conditions suivantes :

- Toiture à un ou deux versants,
- $\gamma_0 < 1$  au sens des Règles V65 avec modificatif n°4 de février 2009,
- $h/a < 2,5$  avec  $a$  = longueur du bâtiment et  $h$  = hauteur du bâtiment,
- $f \leq h/2$ , avec  $f$  = flèche de la toiture du bâtiment.

**Tableau 2 : Valeur de dépression en daN/m<sup>2</sup> à prendre en compte en vent normal pour la vérification de la TAN JI-ALKOR 56-225-900 (selon les règles V65 modifiées 2009)**

Type de bâtiment	Hauteur (m)	Zones (vent)							
		1		2		3		4	
		Site		Site		Site		Site	
		normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé
fermé	≤ 10	47	64	57	73	71	88	85	-
	≤ 15	52	70	62	81	78	97	93	-
	≤ 20	56	75	67	87	84	-	100	-
ouvert	≤ 10	69	94	83	-	-	-	-	-
	≤ 15	76	-	92	-	-	-	-	-
	≤ 20	82	-	99	-	-	-	-	-

NB : Les valeurs de dépression supérieures à 100 daN/m<sup>2</sup> sont hors domaine d'emploi du procédé (indiquées par « - »).

### 2.3.4. Vérification de la densité de fixations à l'ossature

La vérification à réaliser est la suivante, et tient compte des particularités de transmission des charges propres au procédé RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900 :

$$1,25 \times L \times [1,75 \times D - (p_{pv} + g + p_{compl})] \times e \leq P_k / \gamma_m$$

Avec :

L [m] : portée d'utilisation du profil JI-ALKOR 56-225-900.

D [daN/m<sup>2</sup>] : dépression calculée due au vent normal selon les règles NV65 modifiées 2009 en rives avec un vent perpendiculaire aux génératrices de toiture équipée de modules photovoltaïques.

P<sub>PV</sub> [daN/m<sup>2</sup>] : charge permanente appliquée par le procédé photovoltaïque sur le profil. La valeur retenue pour le poids propre du procédé photovoltaïque est de 15 daN/m<sup>2</sup>.

g [daN/m<sup>2</sup>] : poids propre du profil.

p<sub>compl</sub> [daN/m<sup>2</sup>] : charge permanente appliquée uniformément sur le profil (isolant + étanchéité) ;

e [m] : entraxe des nervures.

P<sub>k</sub> [daN] : résistance caractéristique à l'arrachement des assemblages, déterminée conformément à la norme NF P 30-314.

γ<sub>m</sub>: coefficient de matériau, dont la valeur varie en fonction de l'épaisseur et de la nature de l'élément porteur :

- γ<sub>m</sub> = 1,20 dans l'élément porteur acier d'épaisseur > 3 mm,
- γ<sub>m</sub> = 1,35 dans l'élément porteur acier d'épaisseur ≥ 1,5 mm et ≤ 3 mm, et dans le bois.

Toutes les nervures du profil sont fixées sur chaque appui avec des fixations conformes au § 3.2.

Il n'est pas nécessaire de placer des plaquettes sous les têtes de fixations des TAN à la charpente.

La valeur de dépression normale D à prendre en compte pour la vérification des fixations de la TAN sur la charpente est celle obtenue à partir des charges de vent déterminées pour la vérification des profils complétées par les zones de rives pour un vent perpendiculaire aux génératrices de la toiture.

En l'absence de calculs spécifiques, des valeurs précalculées, pour les zones de rive, obtenues par l'application des règles simplifiées, sont données dans le Tableau 3.

**Tableau 3 : Valeur de dépression en daN/m<sup>2</sup> à prendre en compte en vent normal pour la vérification des fixations de la TAN JI-ALKOR 56-225-900 sur la charpente (selon les règles V65 modifiées 2009).**

#### Cas des versants plans

Type de bâtiment	Hauteur (m)	Zones (vent)							
		1		2		3		4	
		Site		Site		Site		Site	
		normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé
fermé	≤ 10	76	103	91	118	114	142	137	-
	≤ 15	84	113	100	130	125	156	150	-
	≤ 20	90	122	108	141	135	-	162	-
ouvert	≤ 10	89	121	107	-	-	-	-	-
	≤ 15	98	-	118	-	-	-	-	-
	≤ 20	106	-	127	-	-	-	-	-

Les cas générant des valeurs de dépression supérieures à 100 daN/m<sup>2</sup> sur les TAN (cf. tableau 2) sont hors domaine d'emploi du procédé (indiqués par « - »).

### 2.3.5. Exemple de dimensionnement

L'exemple suivant est considéré :

- Situation du projet :
  - région de neige A2
  - altitude inférieure à 200 m
  - zone de vent 2
  - site normal
- Données bâtiment :
  - structure porteuse en acier d'épaisseur supérieure à 3 mm
  - pente de versants de 3,1 %
  - versants plans
  - dimensions permettant l'application simplifiée des règles V 65
  - hauteur 10 m
  - bâtiment fermé
- procédé photovoltaïque :
  - implantation de la centrale photovoltaïque en partie courante de toiture
  - poids surfacique du procédé photovoltaïque 15 daN/m<sup>2</sup>
- système de toiture :
  - profil JI-ALKOR 56-225-900 en épaisseur de 0,75 mm fixé avec une seule fixation par nervure
  - isolant thermique pour un poids surfacique de 20 daN/m<sup>2</sup>
  - revêtement d'étanchéité pour un poids surfacique de 5 daN/m<sup>2</sup>

La détermination des charges de calcul s'effectue comme suit :

- Charge descendante : neige normale qui vaut  $45 \times 0,8 + 10 = 46$  daN/m<sup>2</sup>.  
Charge minimale à considérer pour implicitement satisfaire la vérification sous charge accidentelle = 70 daN/m<sup>2</sup>  
→ lecture dans le tableau d'utilisation « Charges d'exploitation » ligne **75 daN/m<sup>2</sup>**
- Charge ascendante applicable au profil : vent normal qui vaut, selon les valeurs pré-calculées du tableau 2, 57 daN/m<sup>2</sup>  
→ lecture dans le tableau d'utilisation « Charges des dépression » ligne **75 daN/m<sup>2</sup>**
- Charges ascendantes applicables aux assemblages du profil sur la structure porteuse : vent normal qui vaut, selon les valeurs pré-calculées du tableau 3, **91 daN/m<sup>2</sup>**
- Poids de l'isolation thermique et du revêtement d'étanchéité :  $20 + 5 = 25$  daN/m<sup>2</sup>  
→ lecture dans les tableaux d'utilisation « Charges isolant + étanchéité » ligne **25 daN/m<sup>2</sup>**.

L'ensemble de la toiture doit être vérifié en usage traditionnel, sans la centrale photovoltaïque, conformément au NF DTU 43.3. En effet, la centrale photovoltaïque n'occupe pas la totalité de la toiture et l'installation de celle-ci peut être légèrement décalée dans le temps (délai < 6 mois).

La détermination des différentes portées maximales d'utilisation s'effectue donc comme suit :

- sous l'effet de la charge descendante :
  - sur 2 appuis : 2,55 m
  - sur 3 appuis : 3,60 m
  - sur 4 appuis et plus : 3,25 m
- sous l'effet de la charge ascendante :
  - sur 2 appuis : 3,10 m
  - sur 3 appuis : 4,00 m
  - sur 4 appuis et plus : 3,80 m

La détermination de la portée maximale d'utilisation définitive s'effectue en retenant le minimum admissible pour chaque cas de pose :

- sur 2 appuis : minimum (2,55 m ; 3,15 m) = 2,55 m
- sur 3 appuis : minimum (3,60 m ; 4,00 m) = 3,60 m
- sur 4 appuis et plus : minimum (3,25 m ; 3,80 m) = 3,25 m

La détermination forfaitaire de la valeur minimale de la résistance à l'arrachement des assemblages du profil sur la structure porteuse s'effectue comme suit :

$$1,25 \times 3,60 \times [1,75 \times 91 - (15 + 7,82 + 25)] \times 0,225 \leq 1 \times \frac{P_K}{1,20}$$

soit une valeur minimale pour Pk de 136 daN.

## 2.4. Densités de fixations du revêtement d'étanchéité

Sur les zones de toiture équipées de modules photovoltaïques, la densité de fixation de la membrane est fixe. La membrane est fixée à la TAN par une fixation par plage, soit 1 fixation tous les 225 mm.

Sur les zones de toiture non équipées de modules photovoltaïques, la densité de fixation de la membrane est déterminée selon les principes du DTA RENOLIT ALKORPLAN F en cours de validité.

Pour rappel, l'effort admissible du système de référence de fixation de la membrane d'étanchéité est limité à 792 N par fixation (cf. §2.9.3.3.3.1 du DTA 5.2/21-2703\_V1 – RENOLIT ALKORPLAN F) en zone non équipée de modules photovoltaïques.

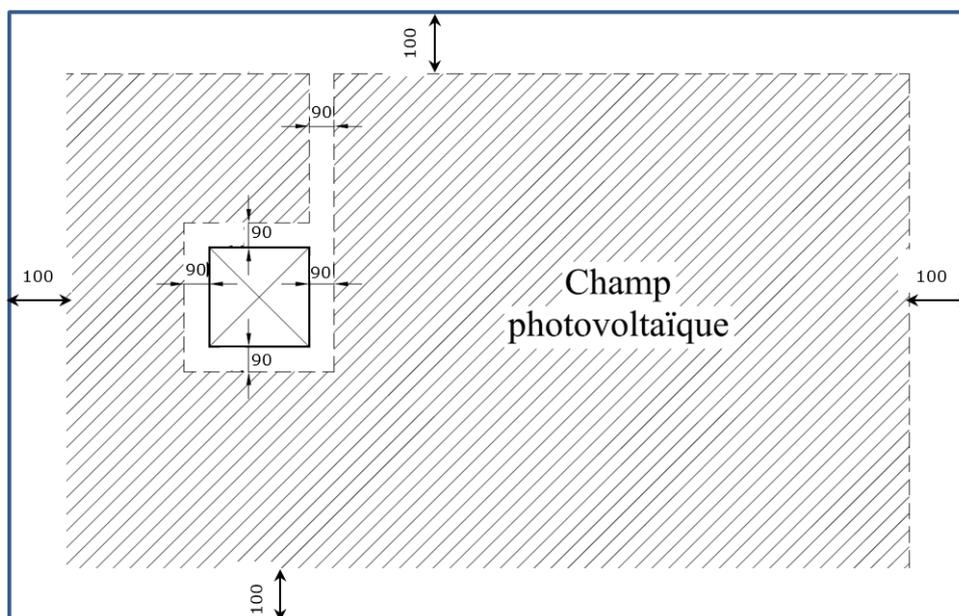
## 2.5. Calepinage photovoltaïque

Le procédé RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900 se met en œuvre en ménageant des zones sans modules photovoltaïques, sur une largeur minimale :

- de 1 m en bordure des relevés périphériques et autour des évacuations d'eau pluviales,
- de 0,9 m en bordure des lanternaux, reliefs, émergences et des joints de dilatation,
- de 0,5 m au niveau des noues de part et d'autre du fil d'eau,
- de 0,25 m de part et d'autre des zones à rupture de pente (arrête faîtière).

Par ailleurs, la longueur des champs photovoltaïques est limitée à 30 m, et leur surface ne devra pas excéder 300 m<sup>2</sup>. Au-delà, des chemins d'accès, libres de tout module photovoltaïque devront être prévus.

**Figure 5 : Illustration des distances minimales (en cm) à respecter pour le calepinage du champ photovoltaïque**



Le calepinage photovoltaïque est réalisé en fonction du format des modules retenus.

Compte tenu des règles de mise en œuvre du procédé (cf. § 3.6), l'entraxe entre profilés RENOLIT ALKORPLAN 81600 en PVC est fixe, de 0,95 m, conditionné par la largeur des lés de membrane RENOLIT ALKORPLAN F.

La distance entre profilés multifonctionnels RENOLIT ALKORPLUS 81631-005 est conditionnée par le format du module photovoltaïque.

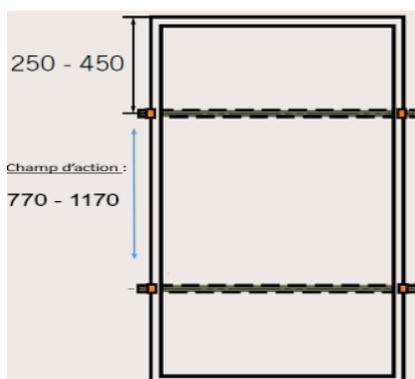
Chaque module photovoltaïque dispose d'une plage de fixation possible sur les grandes longueurs du module (cf. Grille de vérification en annexe).

L'entraxe entre profilés multifonctionnels est ainsi défini, en tenant également compte de cette plage de fixation et de l'écartement de 20 mm entre chaque module installé.

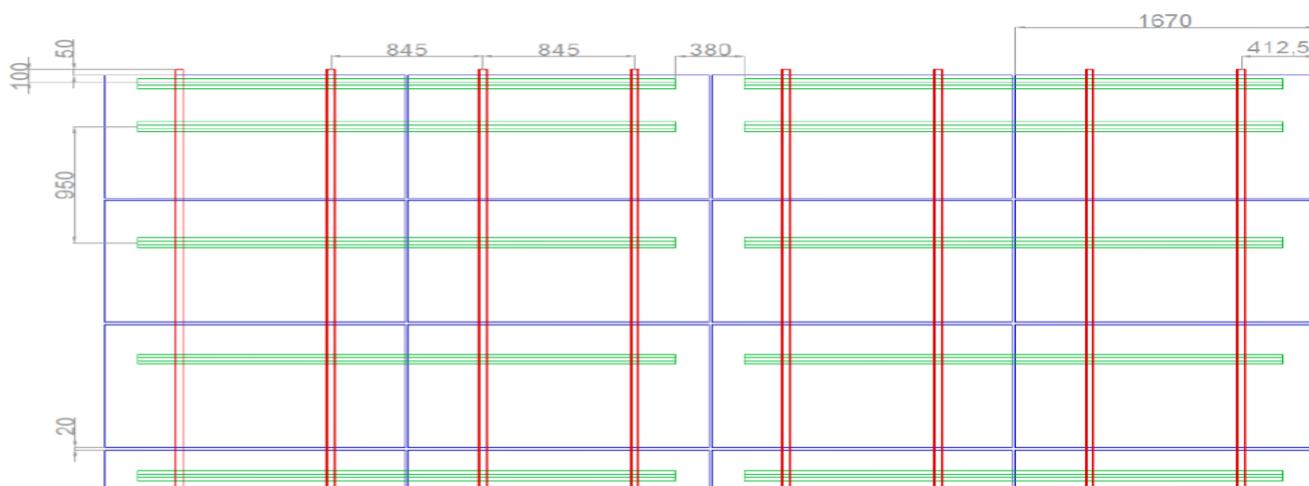
Exemples :

- Pour des modules de longueur 1.686 mm (L) et de plage de fixation  $L/4 \pm 50$  mm par rapport à l'angle du module :  
Entraxe entre profilés multifonctionnels de  $(1.686 + 20)/2 = 853$  mm.
- Pour des modules de longueur 1.670 mm (L) et position des brides de 250 à 450 mm selon fiche technique du module :  
Entraxe entre profilés multifonctionnels mini :  $1.670 - 2 \times 450 = 770$  mm.  
Entraxe entre profilés multifonctionnels maxi :  $1.670 - 2 \times 250 = 1.170$  mm (cf. figure 6 a).  
Une pose symétrique devant être privilégiée, l'entraxe optimal entre profilés multifonctionnels sera de  $(1670 + 20)/2 = 845$  mm (cf. figure 6 b) à condition qu'il respecte bien l'intervalle mini/maxi, ici de 770/1.170 mm.

**Figure 6 a : Illustration des entraxes de profilés multifonctionnels sur un module de longueur 1.670 mm**



**Figure 6 b : Exemple de calepinage des ossatures inférieure et support pour un module de longueur 1.670 mm**



En vert : ossature inférieure (profilés RENOLIT ALKORPLAN 81600 PVC)

En rouge : ossature support des modules (profilés multifonctionnels RENOLIT ALKORPLUS 81631-005)

En bleu : modules photovoltaïques

## 2.6. Sécurité des intervenants

L'emploi de dispositifs de sécurité (protections collectives 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 pour empêcher les chutes depuis la toiture selon la réglementation en vigueur ainsi que des dispositifs permettant la circulation des personnes sans appui direct sur les modules.

Ces dispositifs de sécurité ne sont pas inclus dans la livraison du procédé. 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.

Les risques inhérents à la pose de modules photovoltaïques et les dispositions à prendre lors de la conception, de la préparation et de l'exécution du chantier sont décrits dans la fiche pratique de sécurité ED 137 publiée par l'INRS.

Attention, comme pour tous les procédés comprenant des plaques métalliques utilisées en toiture, les ancrages des lignes de vie ne doivent pas être effectués dans les tôles d'acier nervurées, mais dans la structure porteuse, tout en reconstituant le plan d'étanchéité à l'eau selon les Règles de l'Art.

## 2.7. Cas des projets avec exigence B<sub>ROOF</sub>(t3)

Le procédé RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900 peut être mis en œuvre sur des complexes d'étanchéités présentant un classement de tenue au feu B<sub>ROOF</sub>(t3).

Ils sont définis dans le procès-verbal cité au § 12 « Résultats Expérimentaux ».

L'entreprise de pose doit se procurer ce procès-verbal auprès du titulaire de l'ATEX et vérifier que le procédé à mettre en œuvre (composé de modules photovoltaïques, du système de montage et du complexe d'étanchéité) est pris en compte par ce procès-verbal.

## 3. Eléments constitutifs du procédé

### 3.1. Elément porteur tôles d'acier nervurées JORIS IDE JI-ALKOR 56-225-900

#### 3.1.1. Caractéristiques générales

Les TAN JI-ALKOR 56-225-900 de Joris Ide sont conformes au NF DTU 43.3 P1-2 et à la norme NF P 34-401-2 en termes de forme, dimensions et tolérances.

Caractéristiques techniques :

- Epaisseurs : 0,75 mm / 0,88 mm / 1 mm
- Longueur standard : de 400 mm à 13.600 mm
- Métal : tôle d'acier S320GD selon la norme NF EN 10346
- Revêtements standard : prélaquage polyester 15 µ

Normes de référence :

- Acier galvanisé : NF EN 10346 - tolérances décalées - NF EN 10143 - NF P 34-310
- Magnelis® ZM120 : ETPM 22/0081
- Prélaquage : NF EN 10169+A1 appliqué sur galvanisation - NF P 34-301
- Côtes/Tolérances : NF DTU 43.3 + NF EN 14782 + NF EN 508-1

#### 3.1.2. Guides de choix en fonction des ambiances et atmosphères

Le choix du revêtement du profil doit être conforme aux guides de choix ci-dessous, et aux préconisations de Joris Ide NV dans les cas où l'usage est soumis à enquête :

- ambiances intérieures :
  - Tableau 4 : revêtements organiques
  - Tableau 5 : revêtements métalliques
- ambiances extérieures :
  - Tableau 6 : revêtements organiques
  - Tableau 7 : revêtements métalliques

**Tableau 4 : Guide de choix des aciers revêtus pour le profil JI-ALKOR 56-225-900 en fonction de l'ambiance intérieure dans le cas de bâtiments fermés**  
**Revêtements organiques**

Revêtement organique	[µm]	Catégorie selon NF P 34-301	Agressivité			
			Non agressive		Faiblement agressive	
			Hygrométrie			
			Faible	Moyenne	Forte	Forte
Interior (Polyester)	15	II	■	■	X	X
Essential (Polyester)	25	IIIa	■	■	○	X
Durable (PVDF)	35	IIIa	■	■	■	X
Ultra (PUR)	60	IVb	■	■	■	■
HPS 200 Ultra® (Plastisol)	200	Vc	■	■	■	■

■ : Revêtements adaptés  
 ○ : Usage soumis à enquête  
 X : Revêtements non-adaptés

**Tableau 5 : Guide de choix des aciers revêtus pour le profil JI-ALKOR 56-225-900 en fonction de l'ambiance intérieure dans le cas de bâtiments fermés**  
**Revêtements métalliques**

Revêtement métallique	Ambiance intérieure			
	Saine			Agressive
	Hygrométrie			
	Faible	Moyenne	Forte	
Z225	■	X	X	X
Z275	■	■	○	X
Magnelis® ZM120 (ETPM 22/0081)	■	■	○	○

■ : Revêtements adaptés  
 ○ : Usage soumis à enquête  
 X : Revêtements non-adaptés

**Tableau 6 : Guide de choix des aciers revêtus pour le profil JI-ALKOR 56-225-900 en fonction de l'atmosphère extérieure dans le cas de bâtiments ouverts et des auvents**  
**Revêtements organiques**

Revêtement organique	[µm]	Catégorie selon NF P 34-301	Rurale non-polluée	Urbaine & industrielle		Marine				Spéciale
				Normale	Sévère	20 - 10 km	10 - 3 km	Bord de mer (3 - 1 km)	Mixte	Particulière
Essential (Polyester)	25	III	■	■	X	■	■	X	X	X
Durable (PVDF)	35	IV	■	■	○	■	■	■	○	○
Ultra (PUR)	60	VI	■	■	■	■	■	■	○	○
HPS 200 Ultra® (Plastisol)	200	VI	■	■	■	■	■	■	○	○

■ : Revêtements adaptés  
 ○ : Usage soumis à enquête  
 X : Revêtements non-adaptés

**Tableau 7 : Guide de choix des aciers revêtus pour le profil JI-ALKOR 56-225-900 en fonction de l'atmosphère extérieure dans le cas de bâtiments ouverts et des auvents**  
**Revêtements métalliques**

Revêtement métallique	Rurale non-polluée	Urbaine & industrielle		Marine				Spéciale
		Normale	Sévère	20-10 km	10-3 km	Bord de mer (3-1 km)	Mixte	Particulière
Z275	○	○	X	X	X	X	X	X
Magnelis® ZM120 (ETPM 22/0081)	○	○	X	X	X	X	X	X

■ : Revêtements adaptés  
 ○ : Usage soumis à enquête  
 X : Revêtements non-adaptés

### 3.1.3. Fiche technique et tableaux de portées/charges

Les portées d'utilisation du profil JI-ALKOR 56-225-900 ont été déterminés par des essais de flexion.

Les tableaux de portées donnés ci-après dans la fiche technique JI-ALKOR 56-225-900 + RENOLIT ALKORSOLAR, donnent des valeurs enveloppe couvrant toutes les dispositions de montage revendiquées, pour des travées égales.

Les charges nécessaires à l'utilisation des tableaux de portées sont :

- Charge descendante : valeur de neige normale issue des Règles N84 (modificatif de février 2009), prenant en compte les dispositions simplifiées pour la vérification sous charge accidentelle.
- Charge permanente : poids cumulés de l'isolation thermique, du pare vapeur lorsque nécessaire et du revêtement d'étanchéité.
- Charge ascendante : valeur de dépression due à l'effet du vent normal issue des Règles V65 (modificatif de février 2009), l'application de règles simplifiées permet d'obtenir les valeurs précalculées du tableau 2 (cf. § 2.3.3).

Les charges permanentes dues au poids propre du profil JORIS IDE et au poids propre du procédé photovoltaïque sont prises en compte implicitement dans ces tableaux de portées. La valeur retenue pour le poids propre du procédé photovoltaïque est de 15 daN/m<sup>2</sup>.

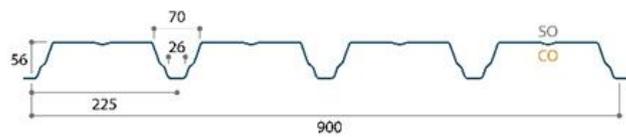
Le dimensionnement profil JI-ALKOR 56-225-900 doit comprendre les vérifications indiquées au § 2.3.

Un exemple de dimensionnement figure au § 2.3.5.

## Support d'étanchéité + Procédé d'intégration photovoltaïque

### JI-Alkor 56-225-900 + Renolit Alkorsolar

JI



Rely on it.

Article	Épaisseur (mm)	Masse (kg/m <sup>2</sup> )
1601	0,75	7,98
1601	0,88	9,36
1601	1,00	10,64

## Caractéristiques techniques

Longueur standard	à partir de 400 mm et jusqu'à 13600 mm
Largeur de tôle	900 mm
Type de métal	Acier S320 GD
Revêtements	selon guide de choix ATEX
Accessoires	Pièces d'angles pliées etc., consultez notre brochure MR036_Accessoires

### Normes de référence

Acier Galvanisé	NF EN 10346 - tolérances selon NF EN 10143 - NF P 34-310
Acier Prélaqué	NF EN 10169 appliqué sur galvanisation - NF P 34-301
Côtes / Tolérances	NF EN 14782 - NF P 34-401-2

### Conditions des tableaux de portées

Dimensions maximales des modules photovoltaïques*	
Mode	profils 81600 perpendiculaires aux nervures des TAN
Isolant sur TAN	Powerdeck + 80 mm mini
Largeur mini de l'appui	60 mm



**Fiche technique uniquement valable pour utilisation procédé Renolit Alkorsolar sous ATEX.**

\* Sélection des modules selon Grille de vérification des modules de l'ATEX

## Portées d'utilisation (en mètres)

### ⬇️ Charges descendantes

Instructions sur l'utilisation du tableau de portée selon ATEX. Les charges d'exploitation descendantes doivent prendre en compte les éventuelles charges de neige accidentelles

Charges en daN/m <sup>2</sup>			0,75 mm			0,88 mm			1,00 mm		
Charges (s) d'exploitation	Charges (p) isolant + étanchéité	Total des charges descendantes*	Simple	Double	Multi	Simple	Double	Multi	Simple	Double	Multi
50	10	75	2,95	4,05	3,70	3,10	4,25	3,90	3,20	4,45	4,05
	15	80	2,90	4,00	3,65	3,00	4,20	3,80	3,15	4,40	3,95
	25	90	2,80	3,90	3,50	2,90	4,05	3,70	3,05	4,25	3,85
	40	105	2,65	3,70	3,35	2,80	3,90	3,50	2,90	4,05	3,65
75	10	100	2,70	3,75	3,40	2,80	3,95	3,55	2,95	4,10	3,70
	15	105	2,65	3,70	3,35	2,80	3,90	3,50	2,90	4,05	3,65
	25	115	2,55	3,60	3,25	2,70	3,80	3,40	2,80	3,95	3,55
	40	130	2,50	3,45	3,15	2,60	3,65	3,30	2,70	3,80	3,40
100	10	125	2,50	3,50	3,15	2,65	3,70	3,35	2,75	3,85	3,45
	15	130	2,50	3,45	3,15	2,60	3,65	3,30	2,70	3,80	3,40
	25	140	2,40	3,40	3,05	2,55	3,55	3,20	2,65	3,70	3,35
	40	155	2,35	3,25	2,95	2,45	3,45	3,10	2,55	3,60	3,25
125	10	150	2,35	3,30	3,00	2,50	3,50	3,15	2,60	3,60	3,25
	15	155	2,35	3,25	2,95	2,45	3,45	3,10	2,55	3,60	3,25
	25	165	2,30	3,20	2,90	2,40	3,40	3,05	2,50	3,50	3,20
	40	180	2,25	3,10	2,80	2,35	3,30	2,95	2,45	3,40	3,10
150	10	175	2,25	2,95	2,80	2,35	3,15	3,00	2,45	3,30	3,10
	15	180	2,25	2,95	2,80	2,35	3,15	2,95	2,45	3,25	3,10
	25	190	2,20	2,90	2,75	2,30	3,10	2,90	2,40	3,20	3,05
	40	205	2,15	2,85	2,70	2,25	3,00	2,85	2,35	3,15	2,95

\* Charge permanente panneaux PV + rails = 15 daN/m<sup>2</sup>

### ⬆️ Charges ascendantes

Instructions sur l'utilisation du tableau de portée selon ATEX. La vérification des fixations doit être fait également.

Charges en daN/m <sup>2</sup>			0,75 mm			0,88 mm			1,00 mm		
Charges (d) de dépression	Charges (p) isolant + étanchéité	Total des charges*	Simple	Double	Multi	Simple	Double	Multi	Simple	Double	Multi
75	10	50	3,10	4,00	3,80	3,30	4,20	4,00	3,40	4,40	4,20
	15	45	3,10	4,00	3,80	3,30	4,20	4,00	3,40	4,40	4,20
	25	35	3,10	4,00	3,80	3,30	4,20	4,00	3,40	4,40	4,20
	40	20	3,10	4,00	3,80	3,30	4,20	4,00	3,40	4,40	4,20
100	10	75	2,80	3,60	3,45	2,95	3,80	3,65	3,10	4,00	3,80
	15	70	2,80	3,60	3,45	2,95	3,80	3,65	3,10	4,00	3,80
	25	60	2,80	3,60	3,45	2,95	3,80	3,65	3,10	4,00	3,80
	40	45	2,80	3,60	3,45	2,95	3,80	3,65	3,10	4,00	3,80
125	10	100	2,60	3,35	3,20	2,75	3,55	3,35	2,90	3,70	3,50
	15	95	2,60	3,35	3,20	2,75	3,55	3,35	2,90	3,70	3,50
	25	85	2,60	3,35	3,20	2,75	3,55	3,35	2,90	3,70	3,50
	40	70	2,60	3,35	3,20	2,75	3,55	3,35	2,90	3,70	3,50
150	10	125	2,45	3,15	3,00	2,60	3,35	3,20	2,70	3,50	3,30
	15	120	2,45	3,15	3,00	2,60	3,35	3,20	2,70	3,50	3,30
	25	110	2,45	3,15	3,00	2,60	3,35	3,20	2,70	3,50	3,30
	40	95	2,45	3,15	3,00	2,60	3,35	3,20	2,70	3,50	3,30
200	10	175	2,20	2,85	2,75	2,30	3,05	2,90	2,40	3,15	3,00
	15	170	2,20	2,85	2,75	2,30	3,05	2,90	2,40	3,15	3,00
	25	160	2,20	2,85	2,75	2,30	3,05	2,90	2,40	3,15	3,00
	40	145	2,20	2,85	2,75	2,30	3,05	2,90	2,40	3,15	3,00

\* Charge permanente panneaux PV + rails = 15 daN/m<sup>2</sup>



Fiche technique uniquement valable pour utilisation procédé Renolit Alkorsolar sous ATEX.

[jorisode.com/planetpassionate-FR](http://jorisode.com/planetpassionate-FR)

**JORISIDE** .com  
THE STEEL FUTURE

26 févr. 2024

PLANET  
PASSIONATE

---

## 3.2. Fixation des TAN

---

### 3.2.1. Fixation des TAN à la charpente

Les fixations des TAN à la structure porteuse de l'ouvrage doivent être conformes au § 5.1.1 du NF DTU 43.3 P1-2.

L'utilisation de clous à scellement n'est pas admise.

Il n'est pas nécessaire de placer des plaquettes sous les têtes de fixations des TAN à la charpente.

### 3.2.2. Fixation de couture des TAN

Les fixations de couture des TAN doivent être conformes au § 5.1.2 du NF DTU 43.3 P1-2.

---

## 3.3. Pare-vapeur

---

Le choix du pare-vapeur de la société RENOLIT et du principe de mise en œuvre se fait conformément aux dispositions du Document Technique d'Application de la membrane RENOLIT ALKORPLAN F en cours de validité.

---

## 3.4. Isolants support d'étanchéité

---

Le procédé RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900 s'emploie avec le procédé d'isolation support d'étanchéité POWERDECK+ sous DTA en cours de validité (fournisseur RECTICEL).

- Pose en 1 lit : épaisseur de 80 à 120 mm.
- Pose en 2 lits : épaisseur maximale de 240 mm.

Les fixations des panneaux isolants support d'étanchéité à l'élément porteur TAN doivent être conformes au § 5.2 du NF DTU 43.3 P1-2.

---

## 3.5. Revêtement d'étanchéité

---

### 3.5.1. Membrane d'étanchéité

Le procédé RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900 prévoit l'utilisation exclusive du revêtement d'étanchéité RENOLIT ALKORPLAN F sous DTA en cours de validité (n° 5.2/21-2703\_V1 à la date de publication de l'ATEX).

Le revêtement d'étanchéité RENOLIT ALKORPLAN F est un revêtement d'étanchéité monocouche utilisant une feuille manufacturée en PVC plastifiée armée d'une trame de polyester.

Pour son utilisation dans le cadre du RENOLIT ALKORSOLAR, il convient de respecter les prescriptions suivantes :

- Largeur : 1,05 m.
- Épaisseurs : 1,5 mm / 1,8 mm / 2 mm.
- Joints entre lés uniquement par thermosoudure.

La fourniture de ce revêtement va de pair avec les éléments et accessoires nécessaires à sa mise en œuvre, tels que décrits dans le DTA RENOLIT ALKORPLAN F.

### 3.5.2. Fixations mécaniques de la membrane

Les fixations du revêtement d'étanchéité RENOLIT ALKORPLAN F à l'élément porteur TAN doivent être conformes aux prescriptions du DTA RENOLIT ALKORPLAN F en cours de validité.

Elles sont impérativement constituées d'attelages métalliques.

L'utilisation de fixations mécaniques avec fûts plastiques (fixations à rupture de pont thermique) n'est pas admise.

Le système de référence utilisé pour le dimensionnement du procédé RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900 est un attelage constitué d'une vis de diamètre 4,8 mm et d'une plaquette de 82 x 40 mm d'épaisseur 1 mm (cf. essai au caisson) qui présente une résistance caractéristique (Pk) de 1320 N suivant la norme NF P 30-313.

### 3.5.3. Éléments constitutifs pour aires et chemins de circulations

Les aires et chemins de circulation doivent être traitées conformément aux prescriptions du DTA RENOLIT ALKORPLAN F en cours de validité.

### 3.6. Système de montage

#### 3.6.1. Nomenclature des pièces du système de montage

Le tableau 8 synthétise les différents composants du système de montage du procédé RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900.

**Tableau 8 : Nomenclature et référence des pièces constituant les deux ossatures de montage du procédé**

Description	Article	Qualité	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Hauteur (mm)	Épaisseur (mm)
<b>Ossature inférieure</b>						
Profilé PVC-P	RENOLIT ALKORPLAN 81600 (§ 3.6.2.1)	PVC souple	3.000	80	33	3
Profilé insert	RENOLIT ALKORPLUS 81601 (§ 3.6.2.2)	ALU	3.000	20	25	2
<b>Ossature support</b>						
Profilé multifonctionnel	RENOLIT ALKORPLUS 81631-005 (§ 3.6.3.1)	ALU	6.200	45,5	53,5	Min. 1,5
Attache	RENOLIT ALKORPLUS 81632-003 (§ 3.6.3.2)	ALU	50	30	-	Min. 3,6
Connecteur multifonctionnel	RENOLIT ALKORPLUS 81634-005 (§ 3.6.3.3)	ALU	300	32,1	28	1,5
<b>Fixation des modules</b>						
Pinces oméga de rive	RENOLIT ALKORPLUS 81635	ALU	100	-	33 à 43	-
Pinces oméga intermédiaires	RENOLIT ALKORPLUS 81636	ALU	100	-	33	-
Description	Article	Qualité	Diamètre (mm)	Longueur (mm)	Taille	
<b>Fixations</b>						
Vis + rondelle pour attaches et connecteurs	RENOLIT ALKORPLUS 81602-005 (§ 3.6.3.4)	INOX	6	25	SW8	
Vis + rondelle + Ecrous pour pincés Omega	RENOLIT ALKORPLUS 81637	INOX	-	-	-	-

**L'ensemble des pièces constitutives du système de montage du procédé RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900 est impérativement fourni par la société RENOLIT.**

#### 3.6.2. Ossature inférieure

##### 3.6.2.1. Profilé RENOLIT ALKORPLAN 81600

Le profilé RENOLIT ALKORPLAN 81600 se positionne sur la membrane d'étanchéité par thermosoudure.

Il présente la même composition que la membrane RENOLIT ALKORPLAN F : mélange de chlorure de polyvinyle, de plastifiant phtalates, de stabilisants thermiques, de charges minérales et d'adjuvants.

Le profilé RENOLIT ALKORPLAN 81600 est un profilé extrudé avec un noyau vide, disposant de deux ailes pour la réalisation de la thermosoudure (cf. figure 7).

Dimensions :

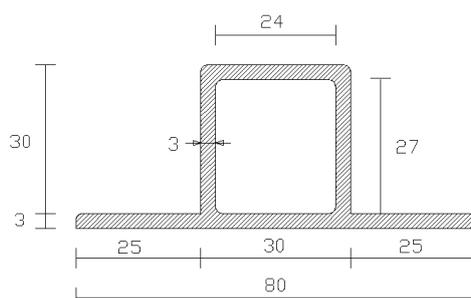
- Épaisseur : 3 mm
- Largeur : 80 mm
- Hauteur : 33 mm
- Longueur : 3 m

Il est à découper sur le chantier pour éventuellement s'ajuster à la longueur totale du champ photovoltaïque.

Pour 1 profilé de 3 m :

- Surface de contact globale : 0,24 m<sup>2</sup>.
- Surface de contact prise en compte dans les calculs de descente de charge (largeur 30 mm) : 0,09 m<sup>2</sup>.

**Figure 7 : Vue en coupe du profilé RENOLIT ALKORPLAN 81600 (ossature inférieure)**



### 3.6.2.2. Profilé insert RENOLIT ALKORPLUS 81601

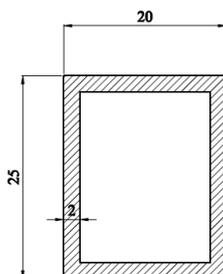
Ce profilé insert ALKORPLUS 81601 vient se loger dans le noyau vide du profilé RENOLIT ALKORPLAN 81600 afin d'en renforcer la résistance mécanique (cf. figure 8).

Caractéristiques :

- Aluminium EN AW-6060 T6
- Epaisseur : 2 mm
- Largeur : 20 mm
- Hauteur : 25 mm
- Longueur : 3 m

Il est éventuellement à découper sur le chantier pour s'ajuster à la longueur totale du champ photovoltaïque.

**Figure 8 : Vue en coupe du profilé insert RENOLIT ALKORPLUS 81601 (ossature inférieure)**



### 3.6.3. Ossature support des modules

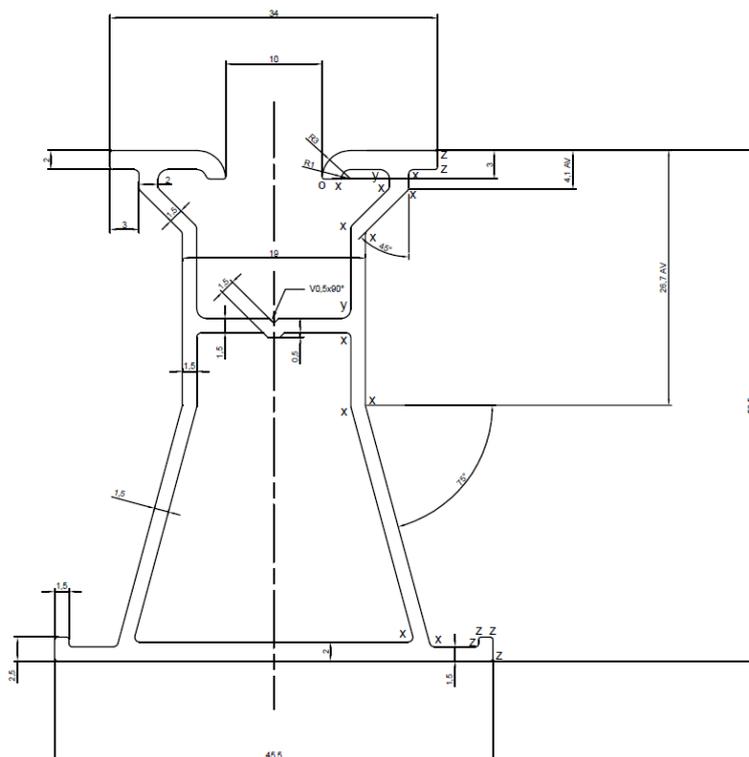
#### 3.6.3.1. Profilé multifonctionnel RENOLIT ALKORPLUS 81631-005

Les profilés multifonctionnels RENOLIT ALKORPLUS 81631-005 constituent le support direct des modules photovoltaïques (cf. figure 9).

Caractéristiques :

- Aluminium EN AW-6060 T6
- Largeur : 45,5 mm
- Hauteur : 53,5 mm
- Longueur : 6,20 m

**Figure 9 : Vue en coupe du profilé multifonctionnel RENOLIT ALKORPLUS 81631-005 (ossature support)**



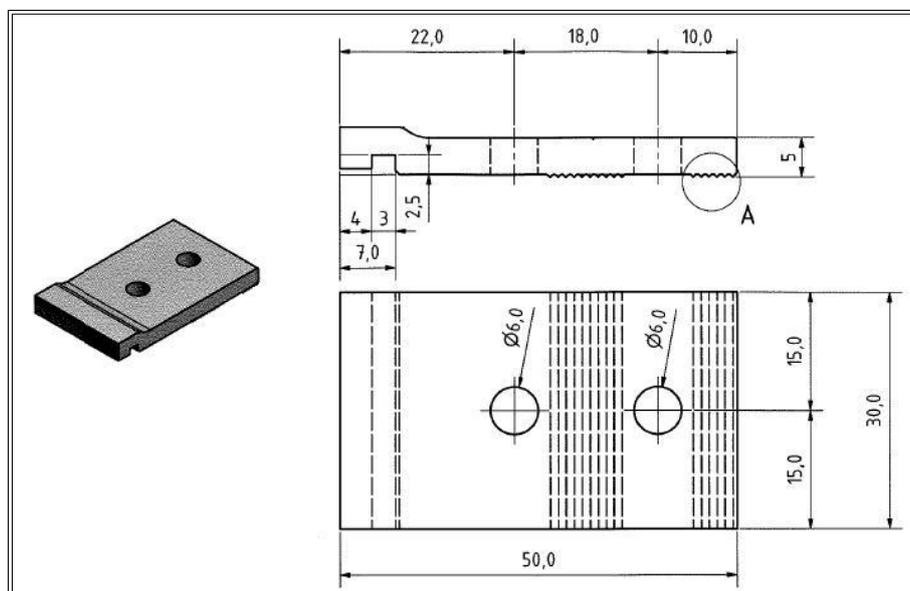
### 3.6.3.2. Attaches RENOLIT ALKORPLUS 81632-003

Les attaches sont les pièces intermédiaires permettant la fixation des profilés multifonctionnels RENOLIT ALKORPLUS 81631-005 sur les profilés RENOLIT ALKORPLAN 81600. Pour ce faire, deux attaches sont nécessaires de part et d'autre de chaque profilé multifonctionnel.

Il s'agit de pièces en aluminium EN AW-6060 T66 ayant pour dimensions hors-tout 50 mm x 30 mm x 5 mm.

Ces attaches sont pourvues de lèvres rainurées de façon à pouvoir s'emboîter dans la rainure des profilés multifonctionnels (cf. figure 10).

**Figure 10 : Schéma des attaches RENOLIT ALKORPLUS 81632-003**



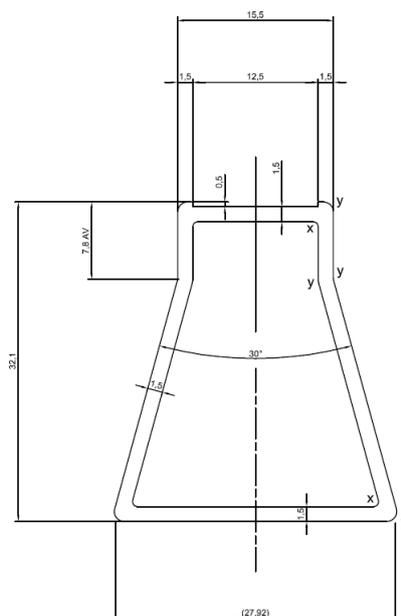
### 3.6.3.3. Connecteurs pour profilés RENOLIT ALKORPLUS 81634-005

Les connecteurs profilés RENOLIT ALKORPLUS 81634-005 permettent de relier deux profilés multifonctionnels entre eux. Il s'agit de manchons en contre-profil adaptés pour se glisser à l'intérieur de la section des profilés multifonctionnels.

Ils permettent de transmettre le moment de flexion et autorisent la dilatation des profilés s'ils ne sont fixés que sur l'un des deux profilés multifonctionnels reliés.

En aluminium EN AW-6060 T6, ils présentent les dimensions hors-tout 28 mm x 32,1 mm x 300 mm (cf. figure 11).

**Figure 11 : Schéma des connecteurs profilés RENOLIT ALKORPLUS 81634-005**



### 3.6.3.4. Fixations RENOLIT ALKORPLUS 81602-005

Fixation des attaches RENOLIT ALKORPLUS 81632-003 sur les profilés multifonctionnels.

Référence EJOT JT3-2-6,0x25-E16.

Ces fixations sont des vis autoperceuses, en acier inoxydable A2, à tête hexagonale SW8, équipées d'une pointe forêt en acier durci avec une protection par galvanisation. Elles sont de diamètre 6 mm et de longueur 25 mm.

### 3.6.4. Pincés oméga et fixations pour mise en œuvre des modules sur le système de montage

Les modules photovoltaïques sont fixés sur les profilés multifonctionnels, sur leurs grands côtés, à l'aide de pincés en forme d'oméga.

Ces pincés peuvent être (cf. figure 12) :

- "intermédiaires" si elles sont positionnées entre deux modules photovoltaïques,
- ou de "rive" si elles sont utilisées en périphérie du champ photovoltaïque ou au niveau d'un joint de dilatation des profilés multifonctionnels.

Ces pièces en aluminium EN AW-6060 T6 d'épaisseur 3 mm présentent les dimensions hors-tout suivantes :

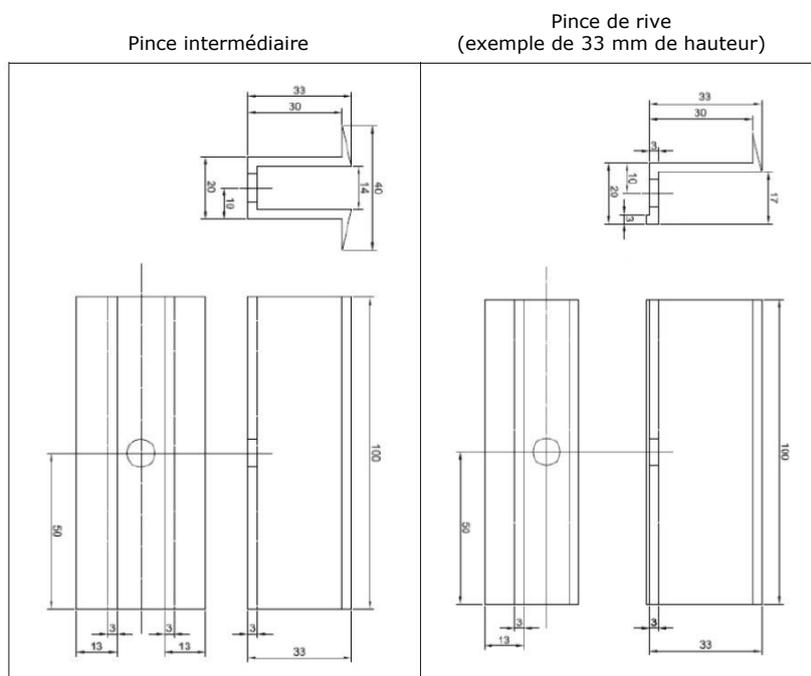
- Pincés intermédiaires (h x l x L) : 33 mm x 40 mm x 100 mm.
- Pincés de rives (h x l x L) : 33 à 43 mm x 28 mm x 100 mm.
- Leur hauteur dépend de l'épaisseur des cadres des modules : cf. tableau 9.

**Tableau 9 : Hauteur des pincés Oméga en fonction de la hauteur hors-tout du cadre des modules**

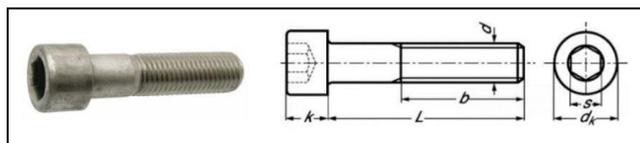
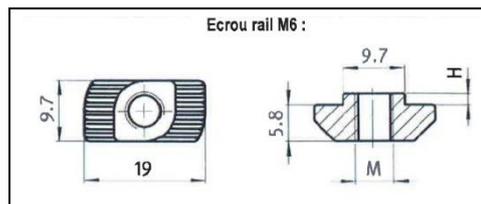
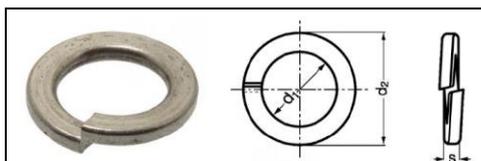
Hauteur de cadre de module (mm)	30	32	35	38	40
Hauteur de la pince de rive (mm)	33	35	38	41	43

Les pincés oméga maintiennent le cadre des modules par pincement sur 10 mm.

**Figure 12 : Plans des pincés oméga pour fixation des modules photovoltaïques**



La fixation des pincés oméga est réalisée par un boulon M6 ou M8 à 6 pans creux CHC en acier inoxydable A2 ou A4, dans le respect des prescriptions du tableau 1 (cf. § 1.2), associé à son écrou rail avec rondelle Grower également fourni par RENOLIT (cf. figures 13, 14 et 15).

**Figure 13 : Boulon M6 ou M8 inox utilisé****Figure 14 : Écrou marteau M6 ou M8 inox utilisé****Figure 15 : Rondelle Grower M6 ou M8 inox**


---

## 3.7. Modules photovoltaïques

### 3.7.1. Généralités

La liste des modules photovoltaïques compatibles avec le procédé RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900 figure dans la « Grille de vérification des modules » en cours de validité, figurant en annexe du présent dossier technique.

La BOM (*Bill Of Materials*) de chaque gamme de modules et donc les références de tous les composants est rendue disponible auprès du CSTB.

Les caractéristiques génériques des modules photovoltaïques concernés sont détaillées ci-après.

### 3.7.2. Caractéristiques électriques

#### 3.7.2.1. Conformité à la norme NF EN 61215

Les modules cadrés ont été certifiés conformes à la norme NF EN 61215.

#### 3.7.2.2. Sécurité électrique

Les modules cadrés ont été certifiés conformes à la classe II de sécurité électrique selon la norme NF EN 61730.

#### 3.7.2.3. Performances électriques

Les puissances électriques des modules sont validées par les normes NF EN 61215 et NF EN 61730.

Dans les tableaux de la grille de vérification des modules, les performances électriques actuelles des modules ont été déterminées par flash test et ramenées ensuite aux conditions STC (Standard Test Conditions : éclairage de 1 000 W/m<sup>2</sup> et répartition spectrale solaire de référence selon la norme CEI 60904-3 avec une température de cellule de 25 °C).

### 3.7.3. Caractéristiques dimensionnelles

Les caractéristiques dimensionnelles des modules sont données dans la « Grille de vérification des modules ».

Elles respectent les critères suivants :

Groupe A :

- Longueur comprise entre 1.601 et 1.770 mm.
- Largeur comprise entre 950 et 1.050 mm.
- Hauteur du cadre compris entre 31 et 39 mm.
- Masse spécifique comprise entre 10,2 et 12,6 kg/m<sup>2</sup>.

### 3.7.4. Face arrière

Face arrière non verrière ou verrière faisant partie de la BOM des modules validés.

### 3.7.5. Cellules photovoltaïques

Cellules en silicium cristallin faisant partie de la BOM des modules validés.

### 3.7.6. Intercalaire encapsulant

Référence faisant partie de la BOM des modules validés.

### 3.7.7. Vitrage

Verre imprimé ou float, trempé selon la norme EN 12150, avec ou sans couche antireflet.

### 3.7.8. Cadre du module photovoltaïque

Le cadre des modules est composé de profils en aluminium définis dans la « Grille de vérification » figurant en annexe, anodisé d'épaisseur  $\geq 10 \mu\text{m}$ .

Le cadre des modules présente deux profilés longitudinaux et deux profilés transversaux.

Les profilés sont reliés entre eux à l'aide d'équerres métalliques serties ou par vissage.

Les profils longitudinaux du module sont percés en usine afin de prévoir la connexion des câbles de liaison équipotentielle des masses.

Un collage est appliqué entre le cadre et le verre du module.

### 3.7.9. Constituants électriques

#### 3.7.9.1. Boîte de connexion

Une boîte de connexion est collée en sous-face du module. Sa position et ses dimensions sont compatibles avec le système de montage.

Cette boîte de connexion est fournie avec des diodes bypass (*qui protègent chacune une série de cellules*) et permet le raccordement aux câbles qui assurent la connexion des modules.

Elle possède les caractéristiques minimales suivantes :

- Indice de protection : IP65 minimum.
- Tension de système maximum : 1.000 à 1.500 V DC entre polarités et avec la terre (cf. Grille de vérification des modules).
- Certificat de conformité valide à la norme IEC 62790:2014.
- La référence fait partie de la BOM des modules validés.

#### 3.7.9.2. Câbles électriques

Les modules sont équipés de deux câbles DC électriques de longueurs 200 / 900 / 1000 mm (modifiables sur demande du client) chacun dont la section est de 4 mm<sup>2</sup>. Ces câbles se trouvent à l'arrière du module, en sortie de la boîte de connexion, et sont équipés de connecteurs adaptés.

Ces câbles ont les spécifications minimales suivantes :

- Tension assignée : 1.500 V (cf. Grille de vérification des modules).
- Certificat de conformité valide à la norme EN 50618:2015 ou IEC 62930:2017.
- La référence fait partie de la BOM des modules validés.

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, les guides UTE C 15-712 en vigueur et les spécifications des onduleurs (longueur et section de câble adaptées au projet).

#### 3.7.9.3. Connecteurs électriques

Connecteurs avec système de verrouillage et préassemblés en usine aux câbles des modules. Ces connecteurs ont les caractéristiques minimales suivantes :

- Indice de protection (connecté) : IP 65 minimum.
- Tension assignée de 1.500 V (cf. Grille de vérification des modules).
- Certificat de conformité valide à la norme IEC 62852:2014.
- La référence fait partie de la BOM des modules validés.

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.

---

## 3.8. Constituants électriques annexes

---

### 3.8.1. Câbles de liaison équipotentielle des masses (non fournis)

Des cosses à œil en cuivre avec rondelles bimétal cuivre/aluminium (avec vis autoperceuses ou systèmes vis-écrou) sont fournies pour permettre d'effectuer la liaison équipotentielle des cadres des modules et des rails multifonctionnels.

Des raccords à serrage ou à sertir (type Grifequip ou cosse "C") sont également fournis pour permettre de relier les profilés de l'ossature support (rails multifonctionnels) à la liaison équipotentielle générale.

Enfin, des fixations type Grifequip sont fournies pour assurer la liaison des chemins de câble à la liaison équipotentielle tous les 2 mètres.

Ces articles sont fournis et mis en œuvre par une entreprise d'électricité spécialisée dans le photovoltaïque (qualification et/ou certification pour la pose de procédés photovoltaïques).

### 3.8.2. Câbles de mise à la terre (non fournis)

Les câbles de mise à la terre doivent présenter des sections adaptées à leur fonction (interconnexion des cadres des modules et des profilés ou liaison à la prise de terre du bâtiment) et dans tous les cas des caractéristiques conformes aux guides NF C 15-712.

Ces câbles de mise à la terre pourront être connectés à chaque cadre des modules photovoltaïques à l'aide de connecteurs par l'intermédiaires de cosses à œil en cuivre avec rondelles bimétal associées à système vis-écrou en acier inox A2, et interconnectés ensuite via un raccord à serrage, à sertir ou à griffes à la liaison générale de 16 mm<sup>2</sup>.

### 3.8.3. Chemins de câbles (non fournis)

Les câbles en courant continu seront mis en œuvre dans des chemins de câbles spécifiques (la circulation de ces câbles est dissociée de celles de câbles en courant alternatif).

Le type et les dimensions des chemins de câbles ainsi que leurs couvercles sont définis par l'électricien en charge de l'exécution de la partie électrique de l'installation. De préférence de type "CABLOFIL", ils doivent être capotés sur toute la longueur des parties exposées au soleil ou aux intempéries.

Les supports des chemins de câbles, de type RCSN ou CE40, doivent résister aux UV et aux intempéries.

Ces chemins de câbles, capots et supports doivent être en acier galvanisé (*le grammage de revêtement étant adapté à l'atmosphère extérieure*) à chaud (*selon la norme EN ISO 1461*). Attention, aucune recoupe de ces éléments ne sera tolérée du fait de la perte du revêtement galvanisé.

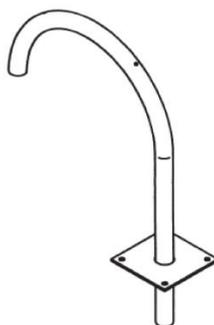
La visserie devra être en acier inoxydable A2.

Les chemins de câbles doivent permettre leur mise à la terre, la ventilation des câbles et l'évacuation de l'eau en évitant la rétention d'eau.

### 3.8.4. Crosses de passage de câbles (non fournis)

La pénétration des câbles au travers du complexe d'étanchéité se fera par l'intermédiaire de crosses métalliques sur le principe de la figure 16.

**Figure 16 : Principe d'une crosse de passage de câble**



### 3.8.5. Onduleurs et autres matériels électriques (non fournis)

Une installation photovoltaïque comprend également des éléments électriques complémentaires, non examinés dans le cadre de la présente ATEX qui se limite à la partie électrique en courant continu.

C'est le cas notamment des onduleurs et des câbles électriques reliant le champ photovoltaïque au réseau électrique en aval de l'onduleur.

---

## 3.9. Autres matériaux et outillage indispensable (non fournis)

---

### 3.9.1. Grillage

Grillage synthétique en polyéthylène de largeur 130 mm avec un maillage de 4 x 4 mm pour l'obstruction de l'espace entre les modules photovoltaïques et le revêtement d'étanchéité, en périphérie du champ photovoltaïque (cf. § 7.7).

### 3.9.2. Machine automatique à souder

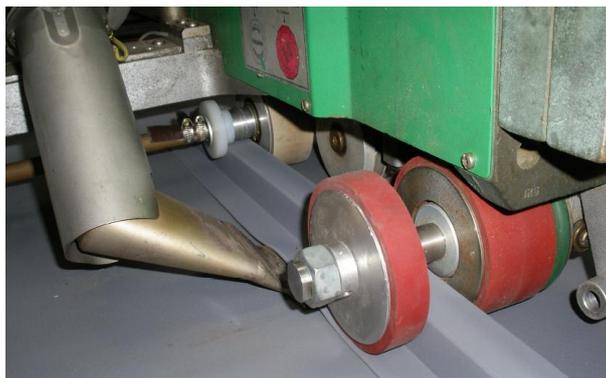
Machine automatique à souder utilisée pour la thermosoudure des profilés PVC :

- KIT RENOLIT ALKORPLUS 81078 (cf. figure 17) :

Le kit RENOLIT ALKORPLUS 81078 est conçu pour adapter une machine automatique LEISTER Varimat & Varimat V2 à la soudure des profilés RENOLIT ALKORPLAN 81600. Il est composé de :

- Une plaque aluminium pour déplacer l'appareil de soudure + 2 boulons et écrous pour sa fixation.
  - Une roue de pression + vis intégrée pour sa fixation.
  - Un axe pour le montage de la roue de pression.
  - Une roue pour guider la machine + vis intégrée pour sa fixation.
  - Un bec de soudure pour des soudures de 20 mm de large.
- RENOLIT ALKORPLUS 81079 Belton :
- La machine automatique RENOLIT ALKORPLUS 81079 Belton est conçue pour la soudure des profilés RENOLIT ALKORPLAN 81600.

**Figure 17 : KIT RENOLIT ALKORPLUS 81078**



## 4. Fabrications et contrôles

### 4.1. Modules photovoltaïques

La fabrication des modules photovoltaïques a été examinée dans le cadre de la vérification des modules. Les informations principales (site(s) de fabrication, certification ISO 9001, tolérance sur le flash-test, mesure(s) par électroluminescence, inspection finale) sont données dans la grille de vérification des modules.

### 4.2. Système de montage

La fabrication des profilés RENOLIT ALKORPLAN 81600 est effectuée par la société RENOLIT Belgium NV sous procédure ISO 9001:2000 dans l'usine de Sant Celoni (Espagne) et/ou par des sociétés approuvées par RENOLIT Belgium.

Le contrôle interne des profilés RENOLIT ALKORPLAN 81600 en PVC-P s'effectue selon un plan de contrôle défini au tableau 10 et résumé ci-dessous.

La matière première est contrôlée avant utilisation (contrôles identiques à ceux du revêtement d'étanchéité) puis, chaque équipe vérifie les températures et les vitesses du banc de production. Un contrôle dimensionnel et visuel est effectué toutes les 4 h (toutes les 200 pièces environ). De plus, un échantillon de 30 cm est également prélevé toutes les 4 h pour un essai en étuve à 120 °C pendant 10 min pour vérifier le retrait dimensionnel à haute température : le retrait doit être inférieur à 3,25 % de la dimension initiale.

Tous les jours, un échantillon est prélevé pour être mis en conditionnement à 23 % puis 50 % d'humidité relative pendant 24 h. Par la suite, 6 éprouvettes sont découpées dans l'échantillon (3 dans le sens transversal et 3 dans le sens longitudinal) pour être soumises à un essai de traction suivant l'ISO 527-2 (NF EN 12311-2) dans plusieurs directions. Un autre échantillon est également conditionné pendant 6 h à 80 °C pour contrôles dimensionnels.

Toutes les semaines, un échantillon est prélevé pour effectuer un essai d'arrachement du profilé soudé sur le revêtement d'étanchéité.

Dans le cas d'une production chez un sous-traitant, les mêmes contrôles sont effectués. La société RENOLIT procède à un contrôle dimensionnel à réception sur 1 échantillon toutes les 3 palettes (environ une journée de production, soit 1 440 pièces). La nomenclature des contrôles internes de fabrication est indiquée au tableau 10.

La fabrication des profilés, autres que les profilés RENOLIT ALKORPLAN 81600, s'effectue par des sociétés approuvées par RENOLIT Belgium NV.

**Tableau 10 : Nature et fréquence des contrôles effectués sur le profilé RENOLIT ALKORPLAN 81600**

Profilé RENOLIT ALKORPLAN 81600		
Propriétés	Exigence UEAtc	Fréquence appliquée
Épaisseur (sur les différents côtés du profilé)	X	1 x jour
Poids	X	1 x 200 m
Largeur	X	1 x jour
Stabilité dimensionnelle 10 min. / 120 °C	X	1 x 200 m
Stabilité dimensionnelle 6 h / 80 °C	X	1 x jour
Résistance à la rupture	X	1 x jour
Allongement à la rupture	X	1 x jour
Résistance au pelage des joints	X	1 x jour

---

### 4.3. Revêtement d'étanchéité

---

Les feuilles RENOLIT ALKORPLAN F sont fabriquées par la société RENOLIT Belgium NV sous procédure ISO 9001:2000 dans l'usine de Sant Celoni (Espagne).

Après mélange des matières et vérification des dosages, la matière est portée à 200 °C environ et est calandree à l'épaisseur individuelle voulue. Les feuilles armées sont obtenues par colaminage thermique de feuilles individuelles et d'une armature ou d'un sous-façage.

- Contrôle de matières premières sur chaque lot :
  - Résines PVC : contrôle systématique sur le poids spécifique apparent et recherche d'impuretés, certificat d'analyses du fournisseur pour les autres paramètres.
  - Plastifiants : contrôle systématique de la pureté par chromatographie en phase gazeuse, certificat d'analyses du fournisseur pour les autres paramètres.
  - Stabilisants : certificat d'analyses du fournisseur.
  - Charges : contrôle systématique visuel ou colorimétrie, certificat d'analyses du fournisseur pour les autres paramètres.
  - Armatures : certificat d'analyses du fournisseur sur la masse surfacique.
- Contrôle sur ligne en continu : épaisseur, profil d'épaisseur par contrôle automatisé, aspect en contrôle visuel.
- Contrôle de produits finis.

La nomenclature des contrôles internes de fabrication est indiquée dans le DTA du RENOLIT ALKORPLAN F.

---

### 4.4. Isolants support d'étanchéité

---

Cf. DTA du procédé POWERDECK+.

---

### 4.5. Eléments porteurs TAN

---

La TAN JI-ALKOR 56-225-900 est fabriquée par la société JORIS IDE NV, sur ses sites de production de Saint-Caradec (France) et Zwevezele (Belgique).

Le contrôle des bobines d'acier revêtues, métallique nu ou pré laqué, utilisées lors de la fabrication sont effectués en production tout au long des différents stades industriels conformément aux normes NF EN 10346 et NF P 34-301.

Lors de l'opération de profilage, à la fin de chaque montage machine, le contrôle géométrique du profil JI-ALKOR est effectué afin de réceptionner le montage avant la mise en production (cf. norme NF EN 14782). La production est systématiquement contrôlée conformément aux exigences de la norme NF EN 14782 et NF P 34-401-2. L'aspect général du produit est contrôlé en continu, de façon visuelle.

## 5. Conditionnement, étiquetage et stockage

---

### 5.1. Modules photovoltaïques

---

Les modalités de conditionnement (nombre de modules par emballage, nature de l'emballage, position des modules, séparateurs entre modules) des modules sont indiquées dans la grille de vérification des modules.

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 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.

Sauf spécificité du fabricant indiquée dans la grille de vérification des modules, le stockage sur chantier s'effectue au sec, sous abri.

---

## 5.2. Système de montage

---

### 5.2.1. Profilé RENOLIT ALKORPLAN 81600 PVC-P

Les profilés RENOLIT ALKORPLAN 81600 sont conditionnés en colis recevant une étiquette où figurent les noms du producteur, la référence du produit, les dimensions, la date et le numéro de fabrication, le nombre de profilés contenus dans le colis.

Conditionnement par carton de 15 pièces.

Stockage : les colis fermés doivent être stockés à plat, sur une surface sèche et exempte d'aspérité.

### 5.2.2. Profilé insert RENOLIT ALKORPLUS 81601

Les colis portent une étiquette où figure : le type – les dimensions – le nombre total des profilés contenus dans le colis.

Conditionnement par carton de 15 pièces.

Stockage : les colis fermés doivent être stockés à plat, sur une surface sèche et exempte d'aspérité.

### 5.2.3. Ossature support

Les colis portent une étiquette où figure : le type – les dimensions – le nombre total des profilés contenus dans le colis.

Les profilés multifonctionnels sont conditionnés à l'unité.

Les vis RENOLIT ALKORPLUS 81602-005 sont conditionnées par boîte de 500 pièces.

Les attaches pour profilés multifonctionnels sont conditionnées par boîte de 100 pièces.

Les connecteurs pour profilés multifonctionnels sont conditionnés par 50 pièces.

Les pinces Oméga (de rive et intermédiaires) et leurs fixations sont conditionnés en carton avec bordereau de livraison et bon de préparation faisant apparaître les quantités, les désignations et références de chaque pièce contenue dans le colis.

Les quantités de chaque élément sont déterminées par RENOLIT lors de l'étude de faisabilité du projet.

---

## 5.3. Revêtement d'étanchéité

---

Chaque feuille porte en lisière l'impression "RENOLIT ALKORPLAN - l'année – un n° de fabrication codé permettant de remonter aux données de production.

Les rouleaux portent une étiquette adhésive conforme à la norme NF EN 13956 où figurent :

- la marque RENOLIT
- la référence RENOLIT ALKORPLAN F
- le type (exemple : 35176)
- les dimensions (exemple : 2,0 mm x 1050 mm)
- le code coloris (exemple : 71004)
- le numéro de la DdP
- le logo du DTA

Les palettes portent une étiquette où figurent :

- la marque RENOLIT
- le type
- les dimensions des rouleaux
- le code du grainage surfacique
- le code coloris
- la longueur totale des rouleaux contenus dans le colis
- le marquage CE.

---

## 5.4. Isolants support d'étanchéité

---

Cf. DTA du procédé POWERDECK+.

---

## 5.5. Éléments porteurs TAN

---

La TAN JI-ALKOR 56-225-900 est conditionnée en colis selon la commande du client. Une fiche d'identification est collée sur chaque colis et précise au minimum :

- Marquage CE
- Déclaration de Performances (DdP)
- Nom du fabricant
- Référence commande client
- Référence de l'ordre de commande
- Nom du client
- Date de fabrication
- Poids du fardeau
- Contenu du fardeau (nombre et longueur)
- Numéro de teinte

Les colis sont à manutentionner en prenant appui aux points prévus à cet effet.

L'approvisionnement en toiture respectera les dispositions prévues au § 6.1.2 du DTU 43.3 P1-1.

Les colis de tôles d'acier nervurées sont stockés dans un abri ventilé ou sous une bâche sur un calage, inclinés sur l'horizontale, tout en ménageant un espace avec le sol, en évitant tout risque de déformation permanente des TAN.

## 6. Livraison

Le système de traçabilité de RENOLIT permet de tracer les livraisons, de la production jusqu'aux chantiers livrés :

- Dénomination commerciale du procédé photovoltaïque,
- Référence de l'ATEX,
- Date de mise en œuvre de l'installation,
- Nom du maître d'ouvrage,
- Adresse ou coordonnées GPS du site de l'installation,
- Nom de l'entreprise d'installation,
- Nature de bâtiment : résidentiel individuel/collectif, industriel, agricole, tertiaire,
- Référence et numéros de série des modules photovoltaïques.

Les plans d'exécution et de calepinage des modules photovoltaïques doivent être fournis avec le procédé.

L'installateur doit prévoir :

- La vérification visuelle que les emballages des modules photovoltaïques sont intacts à réception sur site.
- La vérification visuelle que les modules photovoltaïques sont intacts au déballage.
- La vérification de la conformité des kits avec le système de montage aux bons de commandes.
- À la réception des fournitures, un autocontrôle du choix des fixations.
- La vérification des rouleaux de revêtement d'étanchéité.

## 7. Mise en œuvre

---

### 7.1. Conditions préalables à la pose

---

Tout projet doit faire l'objet d'une étude de faisabilité vis-à-vis des charges climatiques qui s'exercent sur l'ouvrage (Cf. § 1.3). Le procédé est utilisable pour des pentes de toitures comprises entre 3 % et 10 %.

---

### 7.2. Mise en œuvre de l'élément porteur JI-ALKOR 56-225-900

---

#### 7.2.1. Généralités

La mise en œuvre des TAN JI-ALKOR 56-225-900 est conforme aux prescriptions du NF DTU 43.3, complétées par les éléments ci-après.

La réalisation des points singuliers est conforme aux prescriptions du NF DTU 43.3 P1-1.

Les TAN JI-ALKOR 56-225-900 doivent reposer sur des appuis présentant une **largeur minimale de 60 mm**.

#### 7.2.2. Fixation des TAN à la structure porteuse

En renforcement des dispositions du NF DTU 43.3, **toutes les nervures des TAN JI-ALKOR 56-225-900 doivent être fixées** sur chaque appui avec des fixations conformes au § 3.2.1.

Il n'est pas nécessaire de placer des plaquettes sous les têtes de fixations des TAN à la charpente.

### 7.2.3. Couturage des TAN

En renforcement des dispositions du NF DTU 43.3, les **TAN JI-ALKOR 56-225-900 doivent être couturées tous les 1 m maximum**, avec des fixations conformes au § 3.2.2.

Dans le cas de coupe longitudinale des tôles, lorsque la nervure doit être reconstituée (porte-à-faux de la plage coupée supérieur à 0,10 m), l'assemblage est assuré par couturage tous les 50 cm (voir § 6.2.3 DTU 43.3 P1-1).

Dans tous les cas, la répartition des coutures entre appuis doit rester équilibrée.

---

## 7.3. Mise en œuvre de l'isolant support d'étanchéité

---

La mise en œuvre du procédé POWERDECK+ est réalisée par fixation mécanique, conformément aux prescriptions de son DTA en cours de validité.

- Pose en 1 lit :
  - 6 fixations/panneau de 2.500 × 1.200 mm
  - 4 fixations/panneau de 1.200 × 1.000 mm
- Pose en 2 lits :
  - Lit inférieur : 1 fixation centrale par panneau
  - Lit supérieur :
    - 6 fixations/panneau de 2.500 × 1.200 mm
    - 4 fixations/panneau de 1.200 × 1.000 mm.

---

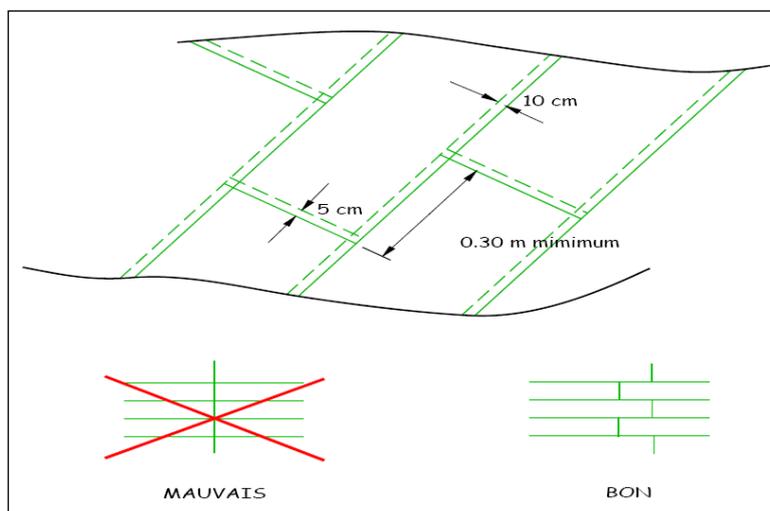
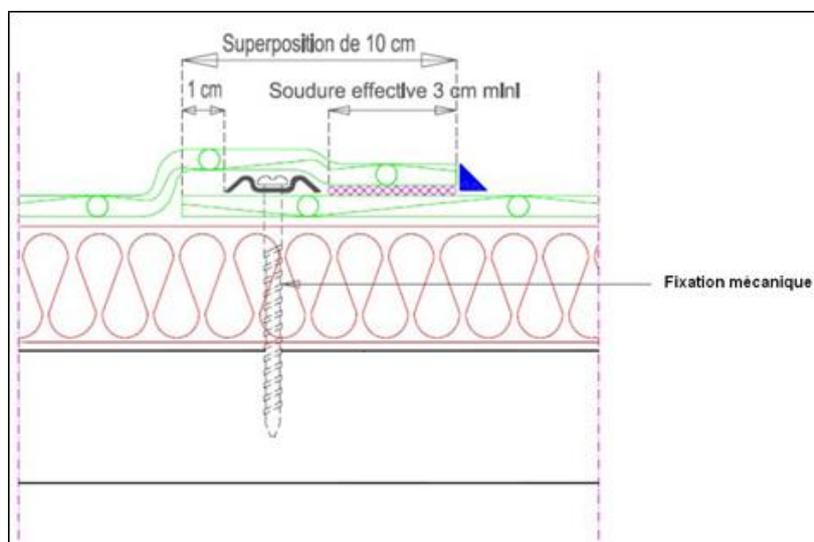
## 7.4. Mise en œuvre du revêtement d'étanchéité

---

La mise en œuvre du revêtement d'étanchéité RENOLIT ALKORPLAN F doit être réalisée conformément au Document Technique d'Application RENOLIT ALKORPLAN F en cours de validité, (cf. figures 18 et 19) à l'exception des points suivants qu'il est nécessaire de respecter :

- **La méthode de pose de la membrane RENOLIT ALKORPLAN F avec fixations intermédiaires par collage sur bandes n'est pas autorisée.**
- Dans le cas de la rénovation, il convient de déposer le complexe d'étanchéité (élément porteur existant inclus) afin de repartir avec une TAN JI-ALKOR 56-225-900 sur la charpente existante et ensuite, d'effectuer une mise en œuvre identique au cas d'une mise en œuvre sur bâtiment neuf.
- Le revêtement d'étanchéité est de **largeur 1,05 m uniquement** et d'épaisseur 1,5 mm, 1,8 mm ou 2 mm.
- La distance entre lignes de fixations est de 950 mm (recouvrement de 100 mm).
- **La soudure chimique n'est pas autorisée avec ce procédé**, sauf aux endroits inaccessibles avec un appareil de soudure thermique.
- **Sur les zones de toiture équipées de modules photovoltaïques, la densité de fixations de la membrane est fixe.** La membrane est fixée par **1 fixation par plage, soit 1 fixation tous les 225 mm.**
- Sur les zones de toiture non équipées de modules photovoltaïques, la densité de fixations de la membrane est déterminée selon les principes du DTA RENOLIT ALKORPLAN F en cours de validité.

Pour rappel, les lés de revêtement d'étanchéité doivent impérativement être positionnés perpendiculairement aux nervures des TAN. Les jonctions en croix sont interdites.

**Figure 18 : Dispositions relatives à la soudure des lés****Figure 19 : Principe et détail d'une jonction du RENOLIT ALKORPLAN F avec sa fixation mécanique**

Toutes les soudures doivent être soigneusement contrôlées à l'aide d'une pointe sèche métallique que l'on déplace le long de la jonction. Ce contrôle exhaustif doit être réalisé après refroidissement de la soudure thermique. Les défauts sont notés au passage pour effectuer les reprises nécessaires.

## 7.5. Mise en œuvre de l'ossature inférieure

### 7.5.1. Réception du revêtement d'étanchéité

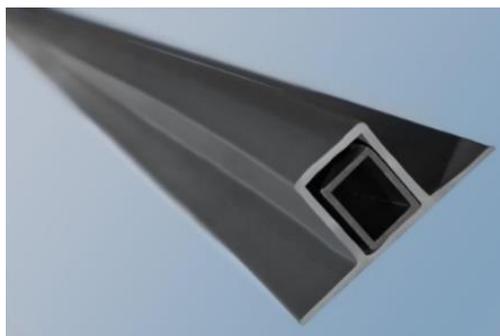
La mise en œuvre de l'ossature inférieure, puis des autres éléments du procédé, ne débute qu'après la réception de l'étanchéité avec la vérification des soudures.

**La soudure des profilés RENOLIT ALKORPLAN 81600 est réalisée par la même entreprise que celle qui a posé l'étanchéité.**

### 7.5.2. Assemblage profilé RENOLIT ALKORPLAN 81600 / insert RENOLIT ALKORPLUS 81601

L'insert RENOLIT ALKORPLUS 81601 doit être inséré dans le noyau vide du profilé RENOLIT ALKORPLAN 81600 dans le sens vertical, **avant la thermosoudure** du profilé RENOLIT ALKORPLAN 81600 sur la toiture (cf. figure 20).

**La longueur minimale d'insert à utiliser est de 50 cm.**

**Figure 20 – Illustration de l'assemblage entre profilé RENOLIT ALKORPLAN 81600 et son insert**

L'ensemble des inserts RENOLIT ALKORPLUS 81601 et des profilés RENOLIT ALKORPLAN 81600 d'une même ligne doivent être préparés à l'avance, puis déposés pour être soudés directement sur la membrane.

### 7.5.3. Thermosoudure

Les profilés RENOLIT ALKORPLAN 81600 équipés de leur insert sont thermosoudés sur le revêtement d'étanchéité RENOLIT ALKORPLAN F, au niveau des ailes du profilé (des deux côtés), conformément au plan de calepinage établi au préalable (cf. § 1.3).

Puisque les natures du matériau PVC-P entre la membrane RENOLIT ALKORPLAN F et le profilé RENOLIT ALKORPLAN 81600 sont identiques, la thermosoudure de ces éléments doit être réalisée avec les mêmes exigences que celles décrites dans le Document Technique d'Application RENOLIT ALKORPLAN F.

Les profilés RENOLIT ALKORPLAN 81600 doivent être soudés **le long du recouvrement longitudinal des lés** d'étanchéité, contre de la membrane recouvrante (distance maximale de 2 cm). Cf. figure 21.

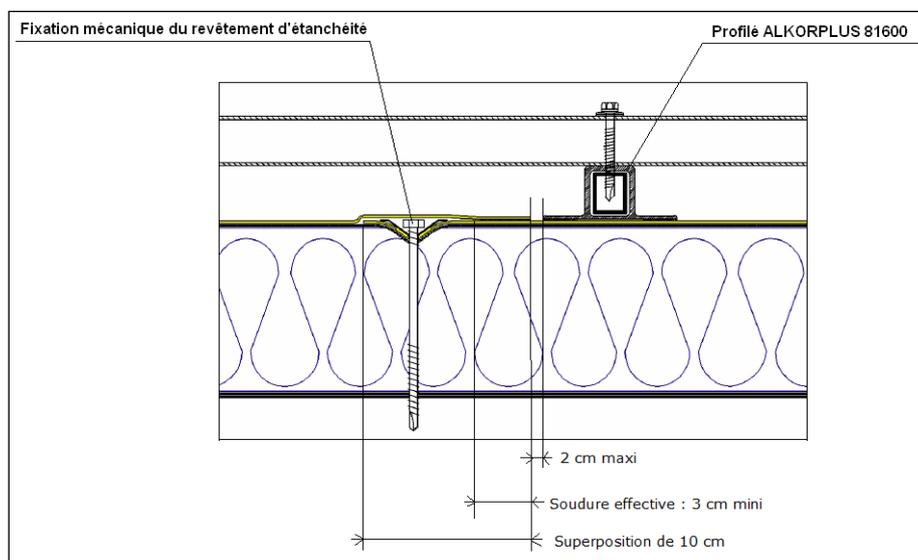
**Ils présentent donc un entraxe de 0,95 m** et sont impérativement positionnés perpendiculairement aux nervures des TAN.

La soudure se fait à l'aide d'une machine automatique adaptée :

- une machine à souder LEISTER Varimat & Varimat V2 adaptée à l'aide du kit RENOLIT ALKORPLUS 81078 : deux passes de soudure sont alors nécessaires,
- ou la machine automatique RENOLIT ALKORPLUS 81079 Belton (une seule passe pour souder les deux ailes du profilé).

L'entrepreneur doit s'assurer que l'alimentation en électricité soit constante et suffisante sur la toiture (puissance de la machine à souder, fil prolongateurs, etc....).

Avant chaque reprise de chantier, il est procédé à un essai de soudure avec contrôle destructif par pelage manuel sur échantillon, afin de déterminer les bons réglages du matériel de soudure (température, vitesse, alimentation électrique, ...). Le critère est la rupture de la membrane (armature visible) et non un pelage de la soudure.

**Figure 21 : Positionnement du profilé RENOLIT ALKORPLAN 81600 par rapport au recouvrement des lés de revêtement d'étanchéité**

#### 7.5.4. Cas des TAN perpendiculaires à la pente

Les lés de revêtement d'étanchéité et les profilés RENOLIT ALKORPLAN 81600 équipés de leur insert sont positionnés parallèlement à la pente.

L'écartement longitudinal entre 2 profilés de 3 m variera selon le calepinage et le format des modules photovoltaïques mais il ne devra jamais être inférieur à 100 mm.

#### 7.5.5. Cas des TAN parallèles à la pente

Les lés de revêtement d'étanchéité et les profilés RENOLIT ALKORPLAN 81600 équipés de leur insert sont positionnés perpendiculairement à la pente.

Afin d'assurer le bon écoulement de l'eau et limiter le risque d'accumulation de déchets, **les profilés RENOLIT ALKORPLAN 81600 devront être limités à 1,50 m de longueur.**

Cet écartement est conditionné par le format des modules photovoltaïques et leur calepinage. **Il ne doit jamais être inférieur à 100 mm.**

Tous les espaces de 100 mm doivent être **alignés** dans le sens de la pente.

#### 7.5.6. Contrôle des assemblages

Comme pour le revêtement d'étanchéité, toutes les soudures des profilés RENOLIT ALKORPLAN 81600 doivent être soigneusement contrôlées avec une pointe sèche métallique que l'on déplace le long de la jonction. Ceci a lieu après refroidissement de la soudure thermique. Les défauts sont notés au passage pour effectuer les reprises nécessaires.

#### 7.5.7. Cas particulier d'une pose des profilés non consécutive à celle du revêtement

Si la pose des profilés RENOLIT ALKORPLAN 81600 équipés de leur insert n'est pas réalisée dans la foulée de la mise en œuvre de l'étanchéité (sous quelques jours), elle doit se faire dans un délai maximal de 6 mois.

Dans ce cas, il convient de procéder à un état des lieux global de la toiture afin de s'assurer de son bon état général et de sa conformité au présent dossier d'ATEX.

Tout désordre constaté doit faire l'objet d'une analyse spécifique pour valider la faisabilité de la mise en œuvre du procédé RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900.

Une préparation et un nettoyage spécifiques de la membrane le long des recouvrements d'étanchéité est à appliquer :

- La membrane le long des recouvrements devra être propre et sèche.
- Les zones de soudure des profilés PVC de l'ossature inférieure doivent être soigneusement nettoyées avec de l'eau tiède à l'aide d'une brosse à poils doux ou d'un chiffon propre.
- Les saletés tenaces doivent être nettoyées avec le nettoyant PVC RENOLIT ALKORPLUS 81044.

Un délai de quelques minutes est alors nécessaire pour le séchage de la zone avant la soudure des profilés.

---

## 7.6. Mise en œuvre de l'ossature support

---

### 7.6.1. Profilé multifonctionnel RENOLIT ALKORPLAN 81631-005

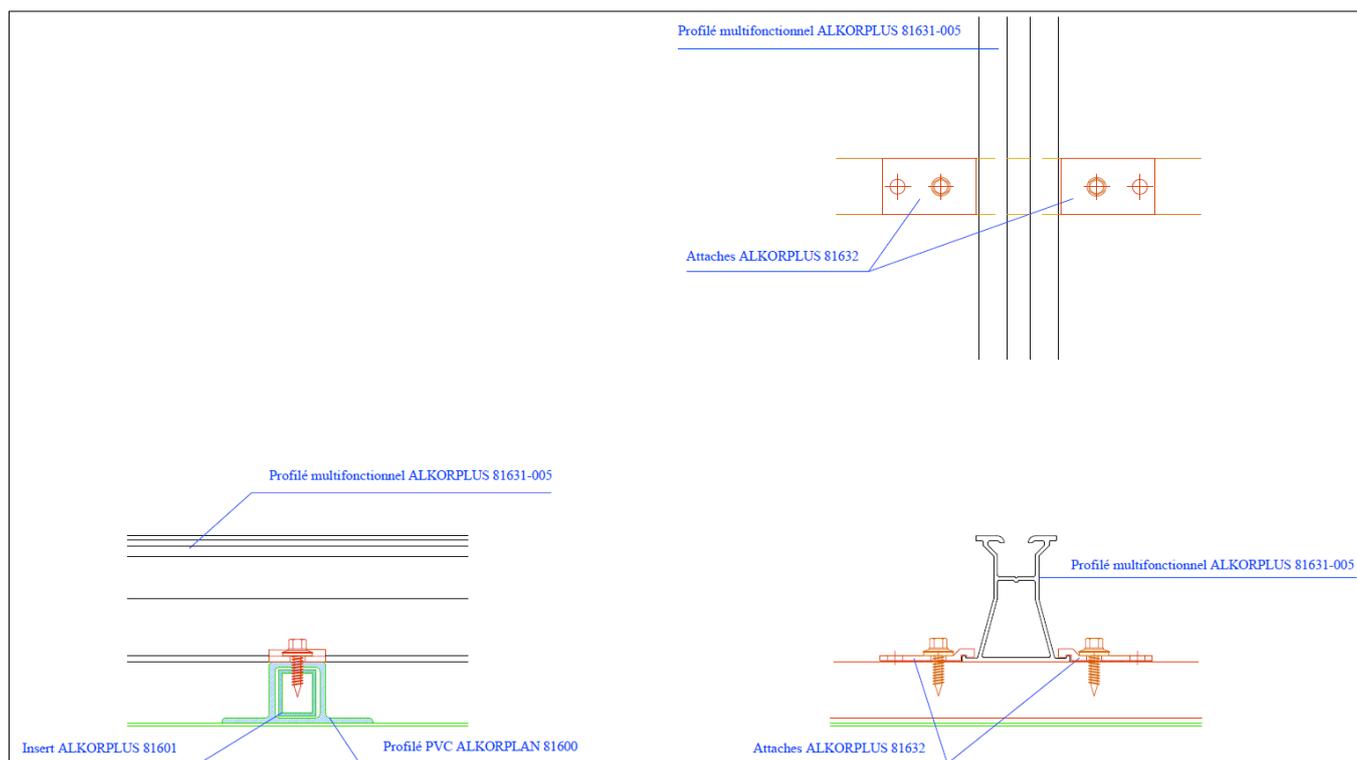
Les profilés multifonctionnels constituent le support direct des modules photovoltaïques.

Ils sont positionnés perpendiculairement aux profilés RENOLIT ALKORPLAN 81600 et fixés à l'aide de **2 attaches RENOLIT ALKORPLUS 81632-003**, réparties de part et d'autre du profilé multifonctionnel (1 attache de chaque côté, cf. figure 22).

La fixation de chaque attache sur le profilé RENOLIT ALKORPLAN 81600 s'effectue grâce à une vis RENOLIT ALKORPLUS 81602-005 dans le **premier percement prévu à cet effet, au plus près du rail** multifonctionnel.

Remarque : Le deuxième percement des attaches ne doit qu'exceptionnellement être utilisé, uniquement en cas d'échec de la fixation dans le premier trou.

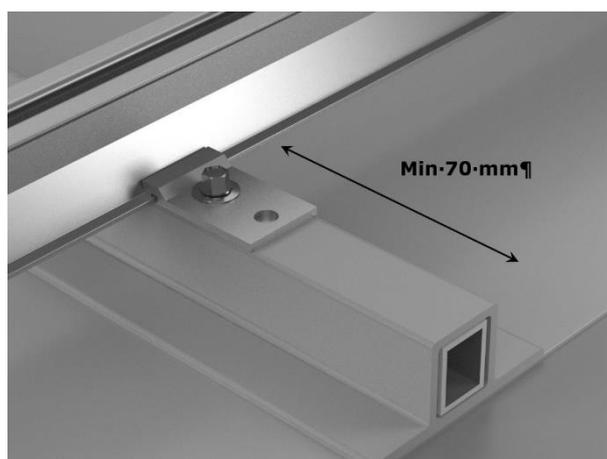
Les vis traversent les profilés PVC-P pour se fixer dans les profilés inserts RENOLIT ALKORPLUS 81601.

**Figure 22 : Principe de mise en œuvre des profilés multifonctionnels RENOLIT ALKORPLUS 81631-005**

**Les rails multifonctionnels ne doivent pas présenter de porte-à-faux par rapport aux profilés RENOLIT ALKORPLAN 81600 de plus de 10 cm.**

Une **distance minimale de 70 mm** doit être respectée entre le bord des profilés multifonctionnels et l'extrémité des profilés RENOLIT ALKORPLAN 81600 équipé de son insert (cf. figure 23).

Les attaches reposent entièrement sur le profilé RENOLIT ALKORPLAN 81600.

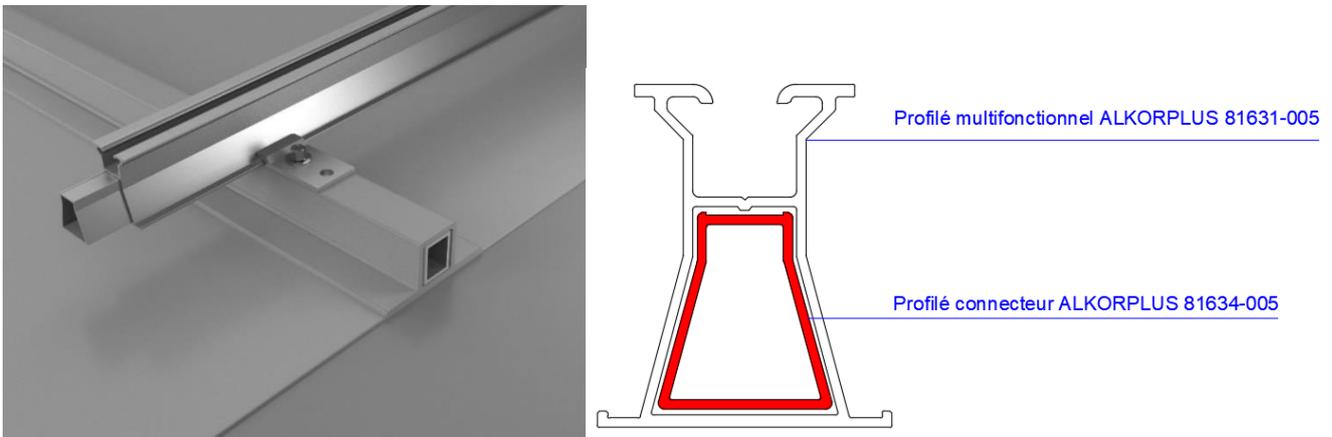
**Figure 23 : Distance minimale entre le bord des profilés multifonctionnels et l'extrémité des profilés RENOLIT ALKORPLAN 81600**

### 7.6.2. Connecteurs RENOLIT ALKORPLUS 81634-005

Le connecteur RENOLIT ALKORPLUS 81634-005 est un profilé permettant de liasonner deux profilés multifonctionnels RENOLIT ALKORPLUS 81631-005 entre eux.

Il s'agit d'un manchon en contreforme, adapté pour se glisser à l'intérieur de la section des profilés multifonctionnels, de longueur 30 cm (cf. figure 24).

**Figure 24 : Mise en place des connecteurs profilés RENOLIT ALKORPLUS 81634-005**



Dans un champ photovoltaïque, il est nécessaire de mettre en place un joint de dilatation entre deux profilés multifonctionnels environ tous les 12,50 m, en correspondance avec un multiple de la dimension des modules.

Cela signifie que les profilés éventuellement mis bout à bout avant cette dimension sont reliés en point fixe à l'aide des connecteurs profilés RENOLIT ALKORPLUS 81634-005.

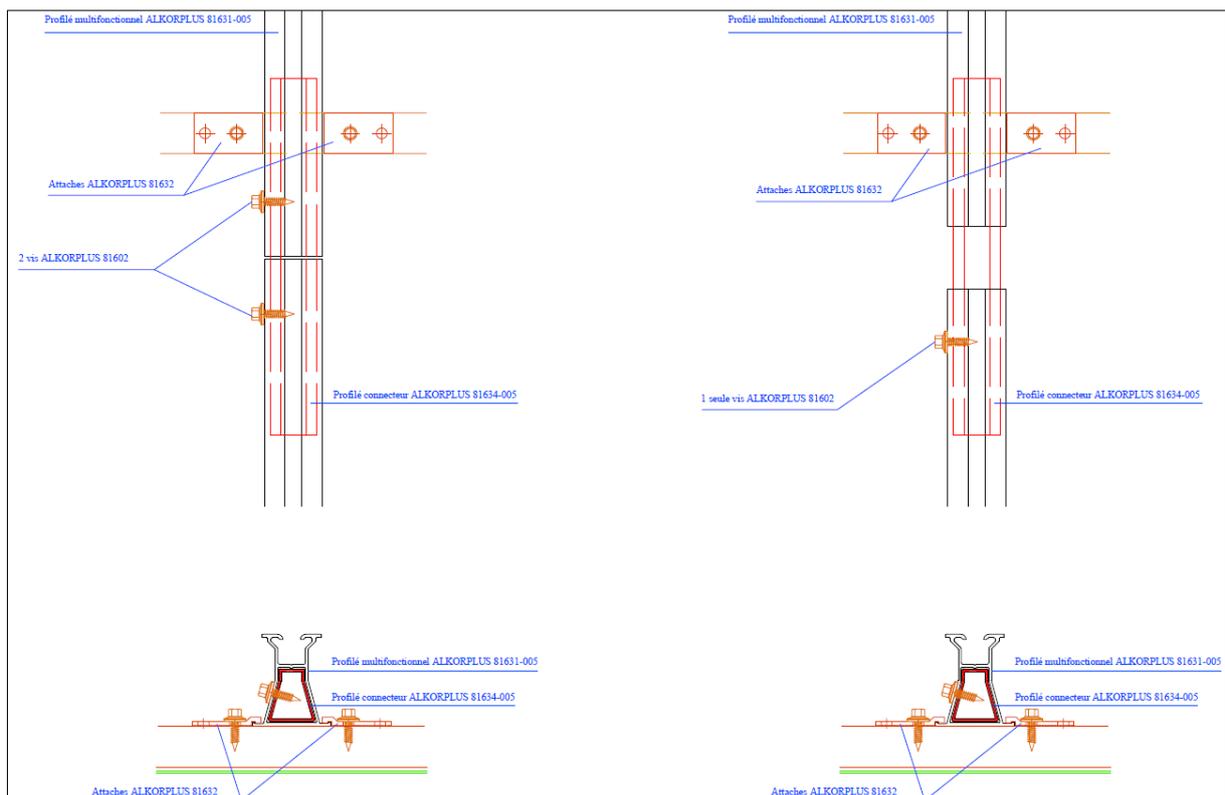
Pour le joint de dilatation, les deux profilés reliés doivent être écartés de 40 mm et le connecteur profilé RENOLIT ALKORPLUS 81634-005 ne doit être fixé que sur l'un des profilés RENOLIT ALKORPLUS 81631-005.

**Attention, un même module ne doit pas être fixé à cheval au-dessus d'un joint de dilatation RENOLIT ALKORPLUS 81634-005.**

Dans le cas d'un raccord en point fixe, une vis courte RENOLIT ALKORPLUS 81602-005 est utilisée pour fixer chaque côté du connecteur afin de bloquer les déplacements du profilé multifonctionnel.

Dans le cas d'un joint de dilatation, le connecteur est uniquement fixé d'un côté (cf. figure 25).

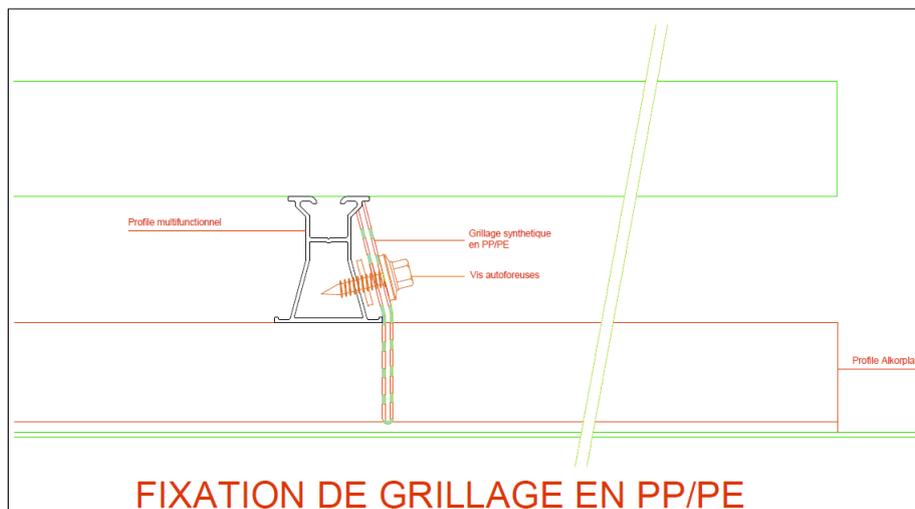
**Figure 25 : Joint fixe et joint de dilatation entre 2 profilés RENOLIT ALKORPLUS 81631-005**



## 7.7. Mise en œuvre des grillages en périphérie de champ photovoltaïque

Afin d'empêcher autant que possible l'accumulation de débris sous le champ photovoltaïque, il est possible de fermer l'espace entre les modules photovoltaïques et le revêtement d'étanchéité, en périphérie du champ photovoltaïque, par la mise en place d'un grillage fixé sur le flan des profilés multifonctionnels à l'aide d'une vis autoperceuse RENOLIT ALKORPLUS 81602-005 (cf. figure 26).

**Figure 26 : Illustration du mode de fixation du grillage en périphérie du champ photovoltaïque**



## 7.8. Mise en œuvre des modules photovoltaïques

Les modules photovoltaïques sont maintenus par 2 pinces oméga sur chacun de leur grand côté (cf. figure 27), positionnés perpendiculairement aux profilés multifonctionnels RENOLIT ALKORPLUS 81631-005 (soit 4 pinces par modules).

Les pinces oméga doivent être positionnées à une distance égale de chaque extrémité du bord du cadre (module centré sur deux profilés ALKORPLUS 81631-005).

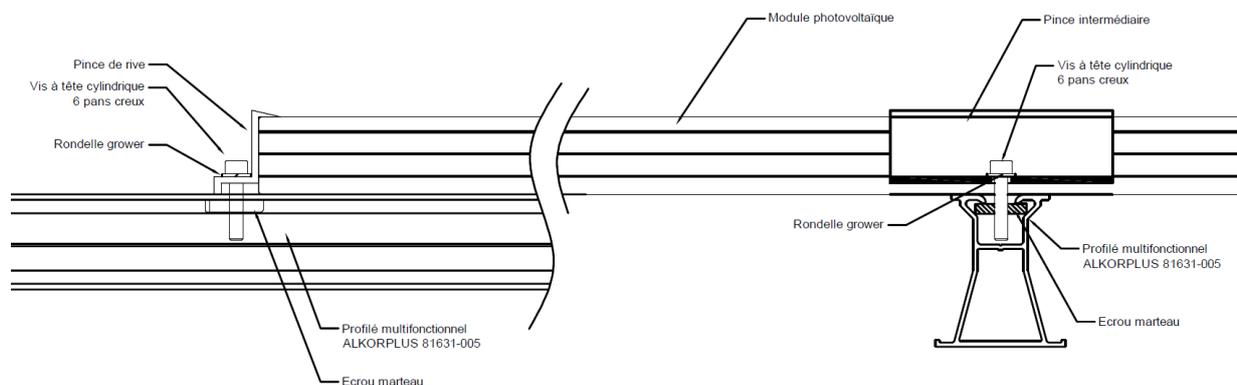
La fixation de ces pinces oméga sur les rails multifonctionnels est réalisée par l'assemblage d'un écrou marteau (dans le rail), d'un boulon M6 ou M8 en acier inoxydable A2-70 avec rondelle Grower (vis CHC + rondelle + écrou rail). Pour assurer un serrage suffisant de ces boulons, il est nécessaire d'appliquer un couple minimum de 6 N.m (M6) ou de 17 N.m (M8).

En bord de champ, les pinces de rive doivent pouvoir être placées à 30 mm minimum de l'extrémité des rails multifonctionnels ou d'un chemin de câbles fixé sur ces rails.

Il y a lieu de toujours garder une distance de 20 mm entre chaque module photovoltaïque (cette distance est garantie par la géométrie des attaches).

**Attention, un même module ne doit pas être fixé de part et d'autre d'un joint de dilatation entre 2 profilés RENOLIT ALKORPLUS 81631-005.**

**Figure 27 : Fixation des modules photovoltaïques sur les profilés multifonctionnels**



## 7.9. Mise en œuvre électrique

### 7.9.1. Généralités

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

La réalisation de l'installation doit être effectuée conformément aux documents suivants en vigueur : norme électrique NF C 15-100 et guides UTE C 15-712.

Les câbles et connecteurs électriques ne doivent pas reposer directement sur le revêtement d'étanchéité.

Tous les travaux touchant à l'installation électrique doivent être confiés à des électriciens habilités (cf. § 1.4).

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 à 1500 V (*liée à la classe II de sécurité électrique*).

### 7.9.2. Connexions des câbles électriques

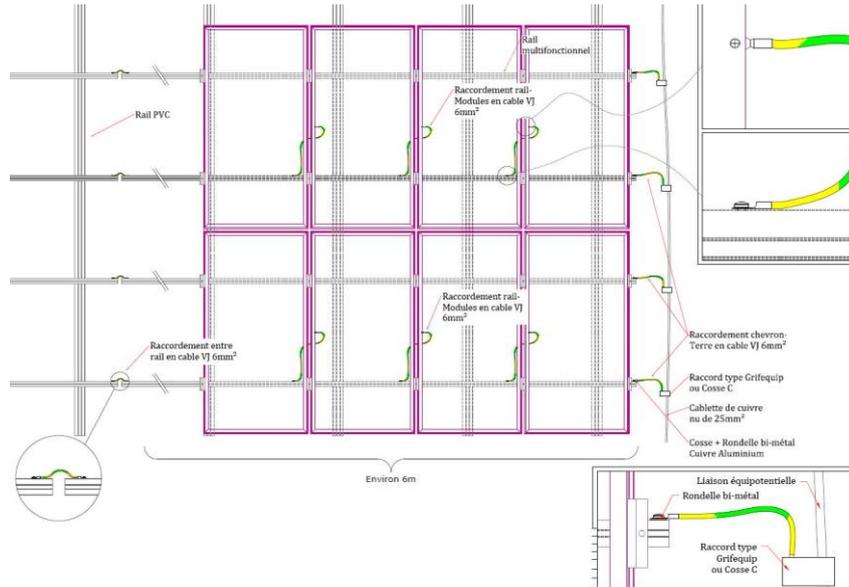
Liaison intermodules et modules/onduleur :

- Les câbles d'alimentation continue doivent être choisis et mis en œuvre de manière à réduire au maximum le risque de défaut à la terre ou de court-circuit. Cette condition est assurée en utilisant des câbles monoconducteurs d'isolement équivalent à la classe II de sécurité électrique. Ces câbles doivent cheminer côte à côte et le conducteur d'équipotentialité doit emprunter le même cheminement.
- Dans le cas du cheminement dans des conduits, des goulottes ou des compartiments de goulotte, les circuits continus doivent emprunter des conduits, des goulottes ou des compartiments de goulotte distincts de ceux des circuits alternatifs, sauf ponctuellement au niveau des croisements.
- Par ailleurs, il y a lieu de respecter les instructions de mise en œuvre des canalisations préconisées par le constructeur.
- Les connexions et les câbles doivent être mis en œuvre de manière à éviter toute détérioration due aux effets du vent et de la glace.

Câbles de liaison équipotentielle des masses :

- La mise à la terre et les liaisons équipotentielles sont réalisées en conformité avec les guides pratiques UTE 15-712 en vigueur.
- La mise à la terre de chaque module est réalisée au niveau du cadre sur les rails multifonctionnels à l'aide d'un câble vert/jaune de section 6 mm<sup>2</sup>, de cosses à œil en cuivre, de rondelles bimétal cuivre/aluminium et de vis autoperceuses de part et d'autre de la liaison. La connexion au profilé pourra également être réalisée grâce à un système vis-écrou au lieu des vis autoperceuses. Un emplacement est prévu pour la connexion d'une cosse sur le cadre du module. Le perçage du profilé sera réalisé sur sa partie latérale.
- Pour éviter cette opération de perçage, il est aussi possible de réaliser la mise à la terre à l'aide du système Terragrif.
- Dans le cas de profilés mis bout-à-bout, il est nécessaire de les relier entre eux pour maintenir la liaison équipotentielle des masses : ils devront être reliés par un câble vert/jaune de 6 mm<sup>2</sup> équipé de cosses à œil en cuivre et de rondelles bimétal cuivre/aluminium permettant un raccord avec une vis autoperceuse. Un système vis-écrou pourra également mis en place écrou au lieu des vis autoperceuses. La connexion s'effectue sur la partie latérale du profilé. Afin de faciliter la mise en œuvre de ces connexions, ce câblage sera effectué en amont lors de la pose des profilés.
- L'ensemble des rails est ensuite connecté à la liaison équipotentielle générale grâce à un câble de cuivre 6 mm<sup>2</sup>. La connexion est assurée grâce à une cosse à œil en cuivre, une rondelle bimétal cuivre/aluminium et une vis autoperceuse sur la partie latérale du rail. Un raccord à serrage ou à sertir (type Grifequip ou cosse "C") permet de raccorder le câble à la liaison équipotentielle générale en cuivre nu de section 25 mm<sup>2</sup>.
- Ce collecteur de cuivre nu de section 25 mm<sup>2</sup> chemine dans chaque chemin de câble et est raccordé par une fixation type Grifequip tous les 2 mètres à celui-ci pour en garantir l'équipotentialité.

**Figure 28 : Schéma de principe de la liaison équipotentielle des masses du procédé**

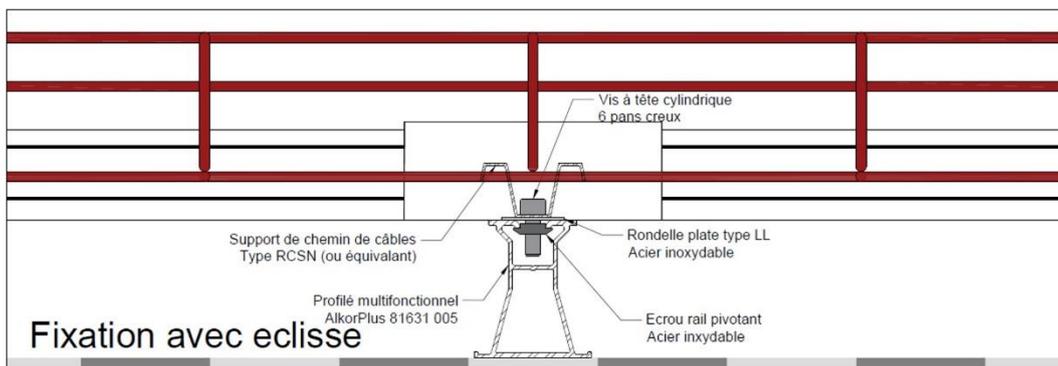


**Chemins de câbles :**

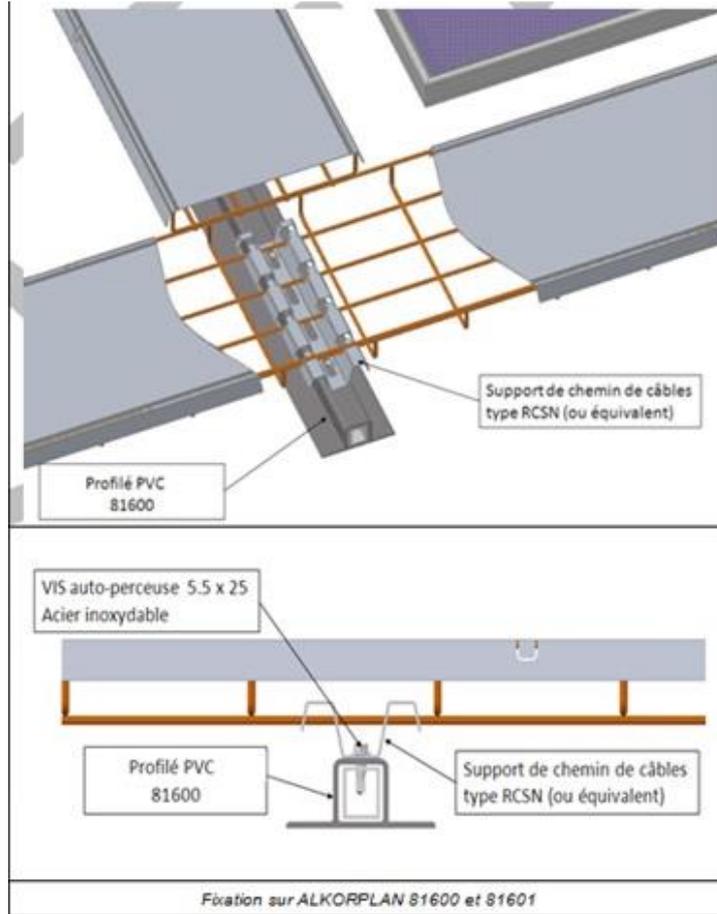
- Les câbles et connecteurs ne doivent pas reposer directement sur l'étanchéité. En conséquence, des chemins de câbles doivent être utilisés.
- La mise en œuvre des chemins de câbles devra répondre aux exigences en vigueur de la norme NF C 15-100, des guides pratiques UTE C15-712 et de la norme CEI 61 537 : "Systèmes de chemins de câbles et systèmes d'échelle à câbles pour installations électriques".
- Le calepinage général des chemins de câbles sera réalisé préalablement à la mise en œuvre sur un fond de plan et sera approuvé par l'électricien avant réalisation.
- Les chemins de câbles seront fixés à l'aide de support (type RCSN ou CE40) sur les profilés multifonctionnels ou directement sur des tronçons de profilés RENOLIT ALKORPLAN 81600 soudés précédemment à cet effet tous les 1.500 mm en dehors du champ photovoltaïque (cf. figure 29 et figure 30).

**Figures 29 : Illustrations de la fixation des chemins de câbles par des supports type RCSN**

Fixation sur le rail multifonctionnel :

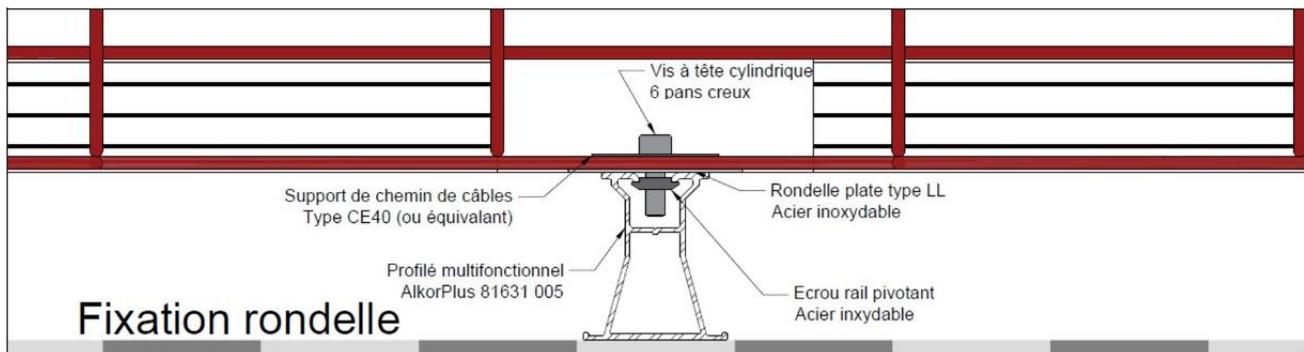


Fixation sur profilé PVC et insert alu :

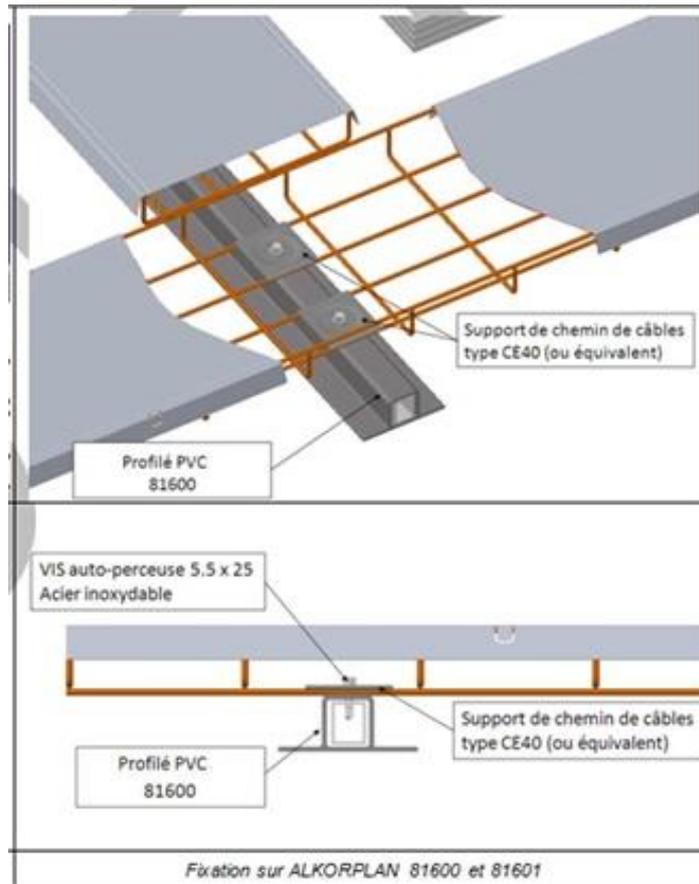


**Figures 30 : Illustrations de la fixation des chemins de câbles par des supports type CE 40**

Fixation sur le rail multifonctionnel :



Fixation sur profilé PVC et insert alu :



Passage des câbles à l'intérieur du bâtiment

- La pénétration des câbles au travers de la membrane se fera par l'intermédiaire de crosses de traversée de toit conformément au Document Technique d'Application RENOLIT ALKORPLAN F.
- L'ensemble des câbles doit ensuite être acheminé dans des gaines techniques repérées et prévues à cet effet conformément aux prescriptions des documents en vigueur suivants : norme NF C 15-100 et guides UTE C 15-712 (limitation des boucles induites, cheminements spécifiques et distincts...).

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

## 8. Utilisation, entretien et réparation

### 8.1. Généralités

La continuité de la liaison équipotentielle des masses du champ photovoltaïque doit être maintenue, même en cas de maintenance ou de réparation.

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.

L'installateur doit recommander de réaliser l'entretien et la maintenance en s'inspirant de la norme NF EN 62446-2:2020.

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.

### 8.2. Circulation en toiture

Il est nécessaire de prévoir des chemins de circulation adaptés à la membrane et à l'isolant avec par exemple un platelage de répartition à mesure de l'avancée du chantier pour empêcher toute dégradation du complexe de toiture liée au passage fréquent au cours de ces travaux.

Il convient également de prévoir une protection collective périphérique en toiture qui servira aussi bien aux travaux d'installation qu'aux entretiens de la toiture et de sa centrale de production photovoltaïque. Le procédé ne peut en aucun cas servir de point d'ancrage à un système de sécurité (Équipement de Protection Individuel).

Des chemins de circulations définitifs peuvent aussi être prévus pour toutes ces opérations de maintenance.

La signalisation et la protection de ces chemins de circulation peut être effectuée à l'aide de la membrane RENOLIT ALKORPLAN F WW qui est placée sur l'étanchéité RENOLIT ALKORPLAN F, soudée au solvant en son centre et thermosoudée en périphérie. Elle permet de réaliser, signaler et de protéger un chemin de circulation ou des zones techniques en toiture.

De plus, le calepinage du champ photovoltaïque doit impérativement respecter une distance de 100 cm minimum autour du champ photovoltaïque. De la même façon, une distance de 50 cm minimum autour des pénétrations en toiture doit être laissée libre de modules. Enfin, des circulations de 90 cm minimum de largeur doivent être prévues par les DPM pour atteindre les équipements techniques disposés sur le toit.

### 8.3. Entretien du revêtement d'étanchéité

L'entretien de la membrane est réalisé en suivant les DTU de la série 43 et le Cahier du CSTB 3502 d'avril 2004. Ce revêtement peut être facilement réparé en cas de blessure accidentelle.

Les interventions en toiture (entretien de l'étanchéité, de la centrale photovoltaïque, des divers équipements qui s'y trouvent,...) sont consignées dans un registre tenu par le Maître d'Ouvrage.

Il convient toutefois de nettoyer au moins une fois par an (avant le début de l'hiver) la membrane (eau, souffleur...), de sorte à éviter autant que possible l'accumulation locale de salissures (feuilles d'arbres, humus, polluants, ...) sur la membrane et en contact avec les profilés.

Pour des raisons de sécurité électrique, l'entretien doit se faire en coordination avec la société titulaire du contrat de maintenance du procédé photovoltaïque.

Au minimum une fois par an, il conviendra de procéder à l'entretien et le nettoyage des entrées d'eaux pluviales, éventuels trop-pleins et grilles de protection et dégager les débris au jet d'eau en évitant toutefois de projeter de l'eau au-dessus des relevés.

### 8.4. Entretien du procédé photovoltaïque

L'entretien du procédé photovoltaïque se fera dans le cadre d'un contrat d'exploitation et de maintenance proposé par l'électricien en charge du lot (ex : EDF ENR ou une autre entreprise agréée). Il sera effectué annuellement, et conjointement à l'entretien de la membrane. Un nettoyage des modules pourra ainsi être effectué.

**La marche ou la circulation directe sur les modules est interdite.**

Lors de la visite annuelle, l'entreprise chargée de l'entretien veillera à :

- l'examen général des faces visibles des modules;
- l'enlèvement des boues, herbes, feuilles mortes et débris, sur les modules et chemins de câbles;
- l'examen des fixations (pincés, visserie), notamment aux extrémités et joints de dilatation des rails multifonctionnels;
- l'examen des câbles, notamment dans les chemins de câbles et en périphérie du champ solaire;
- l'examen des autres équipements électriques (onduleurs, coffrets), de leur support et fixation.

En cas d'encrassement excessif et adhérent, notamment contre le cadre des modules, un nettoyage avec un appareillage spécifique (nettoyeuse à brosses par exemple) pourra être réalisé sur les modules.

Le personnel de la société retenue pour les opérations de nettoyage devra avoir reçu une formation adaptée aux risques inhérents aux procédés photovoltaïques.

En cas d'intervention sur le procédé photovoltaïque nécessitant la dépose d'un module photovoltaïque, la procédure de déconnexion et de reconnexion électrique appliquée lors du remplacement d'un module doit être respectée (cf. § 2.5.4).

Il est impératif que les opérations de maintenance et de réparation soient effectuées par des intervenants qualifiés et habilités. Ces opérations requièrent des compétences en électricité et en étanchéité.

---

## 8.5. Remplacement d'un module photovoltaïque

---

En cas d'endommagement d'un module photovoltaïque, il convient de le remplacer. L'intervention sera effectuée par une société d'électricité habilitée (ex: EDF ENR ou une autre entreprise spécialisée dans le photovoltaïque avec une qualification et/ou certification pour la pose de procédés photovoltaïques) en respectant la procédure suivante :

- Déconnecter le(s) onduleur(s) du réseau en ouvrant le disjoncteur AC placé entre le(s) onduleur(s) et le compteur de production.
- Ensuite, déconnecter le champ photovoltaïque en ouvrant l'interrupteur/sectionneur DC placé entre le champ photovoltaïque et le(s) onduleur(s).
- Si l'installation présente un risque de défaut d'isolement, des dispositions de protection des personnes doivent être prises (EPI) et les intervenants doivent disposer d'une habilitation BR.
- Déconnecter la mise à la terre du cadre du module endommagé.
- Le démontage est réalisé par dévissage des vis serrant les pinces oméga et par retrait de la visserie (vis, rondelles) et des pinces. Le module peut ensuite être redressé afin d'accéder aux câbles de connexion, qui sont à déboucher. Il est à noter qu'il n'est pas autorisé de circuler sur les modules photovoltaïques. En conséquence, il est nécessaire de dégager un passage en démontant les modules photovoltaïques se trouvant sur le chemin le plus court vers le module endommagé.
- Le montage du nouveau module est réalisé conformément à la mise en œuvre décrite dans le présent Dossier Technique.
- Connecter la mise à la terre du cadre du nouveau module au collecteur de terre principal.
- Il y a lieu de vérifier le bon positionnement des modules adjacents au(x) module(s) remplacé(s), avant serrage des pinces. Lors d'une opération de maintenance, un module peut être déconnecté sans que la liaison équipotentielle des autres modules n'en soit affectée puisque les cadres sont reliés en parallèle à la liaison équipotentielle des masses.
- 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 l'interrupteur/sectionneur DC.
- Enfin, reconnecter l'onduleur au réseau en fermant le disjoncteur AC.

## 9. Traitement en fin de vie

Conformément à l'article L. 541-10 du Code de l'Environnement, à la directive 2012/19/UE relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques et au décret n°2014-928 du 19 août 2014, les producteurs de modules photovoltaïques, dans le cadre de la Responsabilité Élargie des Producteurs, pourvoient ou contribuent à la collecte des déchets d'équipements électriques et électroniques ménagers au prorata des équipements qu'ils mettent sur le marché. L'article R. 543-180.-I. du Code de l'Environnement et l'arrêté du 8 octobre 2014 prévoient qu'en cas de vente d'un équipement, le distributeur de modules photovoltaïques reprend gratuitement ou fait reprendre gratuitement pour son compte les équipements usagés dont le consommateur se défait, dans la limite de la quantité et du type d'équipement vendu.

## 10. Formation

---

### 10.1. Étanchéité de toiture et mise en œuvre du système de montage

---

La mise en œuvre du procédé RENOLIT ALKORSOLAR doit être assurée par des entreprises d'étanchéité qualifiées, disposant sur le chantier de soudeurs agréés par RENOLIT FRANCE.

Chaque nouveau soudeur reçoit, avant travaux, une formation théorique et pratique par l'école de pose CIFEM. Ce stage peut faire l'objet d'une convention dans le cadre de la formation professionnelle continue.

Elle est réalisée à l'école de pose située à Oudenaarde (Belgique), à Sant Celoni (Espagne) ou dans les locaux de l'entreprise si la structure le permet. Cette formation porte sur la réalisation et le contrôle des soudures, et sur les diverses techniques de pose. Elle est suivie par une formation sur chantier adaptée aux travaux proprement dits, qui dure jusqu'à parfaite assimilation.

A l'issue de cette formation et après vérification sur chantier, des certificats nominatifs, annuels, reconductibles, sont remis aux stagiaires ayant fait la preuve de leurs capacités professionnelles (cf. § 1.2 du CPTC, Fascicule du CSTB 3502, avril 2004).

La validation du partenaire sera effectuée après une expérience réussie, dans le cadre d'un chantier complexe, réalisé en partenariat avec RENOLIT.

Dans tous les cas et pour le premier chantier RENOLIT ALKORSOLAR, une assistance spécifique sera apportée par RENOLIT permettant ainsi au partenaire étancheur d'acquiescer les standards de pose du procédé.

## 10.2. Pose des modules photovoltaïques et raccordements électriques

L'entreprise d'électricité en charge du lot photovoltaïque devra être spécialisée dans le photovoltaïque et disposer de compétences électriques complétées par une qualification et/ou habilitation pour la réalisation d'installations photovoltaïques :

- habilitation électrique selon la norme NF C 18-510, habilitation "BP" pour le raccordement des modules
- habilitations "BR" requises pour le raccordement des modules et le branchement aux onduleurs.

Les entreprises de mise en œuvre doivent bénéficier d'une qualification ou certification professionnelle délivrée par un organisme accrédité par le Cofrac ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord multilatéral pris dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation. Cette qualification ou certification professionnelle doit correspondre aux types de travaux effectués, à la puissance de l'installation et, pour des projets relevant de l'obligation d'achat, respecter les critères fixés par l'arrêté tarifaire correspondant.

## 11. Assistance technique

Les sociétés RENOLIT France est tenue d'apporter leur assistance technique à toute entreprise installant le procédé qui en fera la demande.

Le service technique de la société RENOLIT FRANCE assure, sur demande, une assistance technique à la réalisation de l'ouvrage, tant au niveau de la conception (choix du mode de pose, calcul des éléments de fixation) qu'à celui de la mise en œuvre sur chantiers (démonstration, monitorat : cf. §1.3 du CPTC, Fascicule du CSTB 3502, avril 2004).

Le service technique de la société d'électricité intervient pour l'intégralité du dossier d'exécution de la partie électrique. Elle assure une assistance technique par l'intermédiaire d'un chargé d'affaires pour encadrer, vérifier, superviser et accompagner le travail de l'entreprise sous-traitante sur le chantier. De plus, l'intégralité du dossier d'exécution de la partie électrique, ainsi que la constitution du Dossier des Ouvrages Exécutés est effectuée par son bureau d'études.

## 12. Résultats expérimentaux

### Modules photovoltaïques

- Les modules photovoltaïques ont été vérifiés par le CSTB selon les critères d'acceptation du présent ATEX. La liste des références et les puissances sont indiquées dans la « Grille de vérification des modules » en cours de validité.
- Les modules photovoltaïques ont été testés selon la norme NF EN 61215 : qualification de la conception et homologation des modules photovoltaïques. La charge à laquelle les essais de charge mécanique MQT 16 ont été réalisés doit être au moins égale à 5 400 Pa (charge d'essai) (rapport TUV 50288942 013).
- Les modules photovoltaïques ont été testés selon la norme NF EN 61730 et certifiés comme appartenant à la classe II de sécurité électrique jusqu'à une tension maximum de 1 000 à 1 500 V DC (cf. grille de vérification des modules).

### Procédé photovoltaïque

- Essai de tenue au vent du procédé selon ETAG006 (Rapport CSTC n° 651X1267 CAR 10192/R).
- Tenue des modules sur le procédé : essais de résistance à la pression du vent selon la norme NF EN 12179 avec les modules de la grille de vérification (rapport d'essais BEB1.K.4032-1).
- Plusieurs essais de chargement ascendant répété (essai de fatigue) ont été réalisés au CSTB sur le procédé (rapport CSTB EEM 23-16899).
- Essais de stabilité dimensionnelle à l'état neuf et à l'état vieilli, selon la EN 1107-2 (rapports Renolit Belgium NV n°230879A-I et n°230879B-II).
- Caractéristiques mécaniques vieilles de la liaison Profil PVC RENOLIT ALKORPLAN 81600 et membrane ALKORPLAN F (Rapport SKZ n°10767713 1).
- Essais de caractérisation mécaniques au CSTB : tenue au pelage des soudures des profilés RENOLIT ALKORPLAN 81600 sur la membrane et résistance en traction des vis RENOLIT ALKORPLUS 81602-005 dans le profilé insert RENOLIT ALKORPLUS 81601 (rapport CSTB 26029010 FR).
- Rapport de classement de tenue au feu extérieur Broof(t3) n°20504B et 20504C du laboratoire WARRINGTONFIRE de GENT, sur membrane RENOLIT ALKORPLAN F et RENOLIT ALKORSOLAR.
- Note de justification du domaine d'emploi (interprétation des essais présentés).

### Isolants

- Essais de comportement sous charge maintenue en température suivant le Cahier CSTB 3669\_V2 isolant ROCKACIER C Nu 60 mm (40 kPa, à 23°C) sur support discontinu (Rapport LNE P172798 DE/7).
- Essais de comportement sous charge maintenue en température suivant le Cahier CSTB 3669\_V2 isolant POWERDECK+ 80 mm (80 kPa, à 50°C) sur support discontinu (Rapport LNE P211276 DEC/1).
- Essais de comportement sous charge maintenue en température suivant le Cahier CSTB 3669\_V2 isolant POWERDECK+ 30 mm et 2 x 120 mm, sous rails RENOLIT (128 kPa, à 50°C) sur support discontinu (Rapport CSTB FaCeT 18-26076150).
- Fiche de domaine d'emploi du LNE du 28 mars 2019 "Solution Constructive utilisant le panneau POWERDECK en pose directe sur toiture en bac acier sans mise en œuvre préalable d'un écran de protection mécanique" liée aux rapports LNE/EFFECTIFS H110438-DE/8, LNE P161028-DE/2, LNE P182932-DE/1 et LNE P190508-DE/1.
- Rapport d'étude LNE P199576-DE3 du 24/07/2020 validant l'emploi du système photovoltaïque RENOLIT ALKORSOLAR dans la FDE du POWERDECK sur TAN sans écran thermique en ERP.

### **13. Références chantier**

Le procédé RENOLIT ALKORSOLAR est utilisé depuis août 2008 en France.

Plus de 1,5 millions de m<sup>2</sup> de champs photovoltaïques ont été mis en œuvre en France avec le procédé RENOLIT ALKORSOLAR sur TAN, à ce jour.

## Annexe 3

# Grille de vérification des gammes de modules par le Comité d'ATEX sur la base du référentiel de vérification des modules photovoltaïques en Avis Technique

## **Grille de vérification G01/3298-V1**

**Associée à ATEX n° 3298-V1**

**Procédé : RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900**

Date de mise en application : 07/06/2024

Cette grille de vérification indique les gammes de modules acceptées par le comité d'ATEX, dont les modules peuvent être intégrés en tant qu'élément constitutif d'un procédé photovoltaïque faisant l'objet de l'ATEX citée. L'ATEX citée fait elle-même référence à cette grille de vérification des gammes de modules.

Au moment de la commande des modules photovoltaïques pour un chantier donné, le Maître d'Ouvrage et son installateur doivent s'assurer que la gamme de modules correspondante fait partie des gammes de modules présentes dans la grille de vérification de l'ATEX utilisée. Le n° de la grille de vérification à utiliser doit comporter le n° de l'ATEX.

Cette grille de vérification est utilisable exclusivement en association avec l'ATEX de cas a **n° 3298-V1**. S'il existe une grille de vérification plus récente portant un n° du type **Gn/3298-V1 avec n > 01**, celle-ci annule et remplace la présente grille. La version la plus récente de la grille de vérification est celle publiée sur le site du CSTB.

Dans l'ATEX concernée, si plusieurs groupes de gammes de modules se distinguent par des domaines d'emploi différents ou des mises en œuvre différentes, etc., ces différents groupes sont désignés pas des lettres (A, B, C... par ordre chronologique de validation, s'il n'y a qu'un seul groupe, il est désigné par la lettre A). L'ordre des lettres ne constitue en aucun cas un quelconque classement des groupes les uns par rapport aux autres.

Une lettre indiquée dans une case de la grille de vérification valide qu'une gamme de module a été acceptée par le comité d'ATEX pour une utilisation en tant qu'élément constitutif du procédé sous ATEX pour le domaine d'emploi du groupe que la lettre désigne (voir l'ATEX pour les caractéristiques de chaque groupe vis-à-vis du domaine d'emploi ou de la mise en œuvre).

# Liste des gammes de modules vérifiées sur la base des critères d'acceptation de modules photovoltaïques en Avis Technique

G01/3298-V1

RENOLIT ALKORSOLAR JI-ALKOR 56-225-900

Fabricant	Gamme de modules	Tension maximale	Plages de puissances	Dimensions hors tout (mm)	n° d'Appréciation Technique d'Expérimentation
					3298_V1
GCL	P3-60H et M3-60H	1 500 V	305 à 335 Wc	1 686 x 1 000 x 35	<b>A</b>
GCL	P6-60H et M6-60H	1 500 V	300 à 330 Wc	1 666 x 1 000 x 35	<b>A</b>

(\*) : la date ne peut dépasser la date de fin de validité de l'Avis Technique associé

Détail des caractéristiques des modules :

Légende :

- $P_{mpp}$  : 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.
- $\alpha_T (P_{mpp})$  : Coefficient de température pour la puissance maximum.
- $\alpha_T (U_{co})$  : Coefficient de température pour la tension en circuit ouvert.
- $\alpha_T (I_{cc})$  : Coefficient de température pour l'intensité de court-circuit.

**Sommaire des gammes de modules**

<u>Partie 1</u>	<u>GCL P3-60H et M3-60H</u> .....	52
<u>Partie 2</u>	<u>GCL P6-60H et M6-60H</u> .....	54

## Partie 1 GCL P3-60H et M3-60H

GCL

P3-60H et M3-60H

Modules P3-60H et M3-60H					
Maximum Power $P_{max}$ (W)	305	310	320	330	340
Maximum Power Voltage $V_{mp}$ (V)	31.88	32.30	33.06	33.80	34.52
Maximum Power Current $I_{mp}$ (A)	9.57	9.60	9.68	9.76	9.85
Open Circuit Voltage $V_{oc}$ (V)	38.95	39.27	39.85	40.44	40.98
Short Circuit Current $I_{sc}$ (A)	10.03	10.06	10.12	10.20	10.28
$\alpha T(P_{mpp})$ [%/K]	-0,39				
$\alpha T(U_{co})$ [%/K]	-0,30				
$\alpha T(I_{cc})$ [%/K]	+0,06				
Courant inverse maximum (A)	20				

Caractéristiques dimensionnelles	
Dimensions hors-tout (mm)	1 686 x 1 000 x 35
Surface hors-tout (m <sup>2</sup> )	1,69
Masse (kg)	19,2
Masse spécifique (kg/m <sup>2</sup> )	11,4

Conditionnement	
nombre de modules maximum par emballage	30
nature de l'emballage	Carton + cerclage plastique
position des modules	Verticale
nature des séparateurs	Coins carton
Commentaire	-

Fabrication	
Site(s) de fabrication	Jurong, Funing et Zhangjiagang (Chine)
ISO 9001	ISO 9001:2015
classification sur le flash test systématique	0 à + 5 Wc
mesure(s) par électroluminescence	Oui
inspection finale	Oui

Déclaration Environnementale	
Le procédé associé à cette gamme de module ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE).	

Composants identifiables visuellement	
Nature et nombre de cellules	M pour "monocristallines" au nombre de 120 (6 colonnes de 20 demi-cellules) P pour "polycristallines" au nombre de 120 (6 colonnes de 20 demi-cellules)
Boîtes de connexion	PV-XT1609Nxyz de Suzhou XTONG Photovoltaic Technologies Co.,Ltd. PV-JB12x de Suzhou UKT New Energy Technology CO.,LTD.
Connecteurs	PV-CO02 de Suzhou UKT New Energy Technology CO.,LTD.
	PV-HT03 de Jiangsu Haitian Microelectronics Corp.
	PV-KST4-EVO 2 de Stäubli Electrical Connectors AG
	PV-XT101.1 de Suzhou Xtong Photovoltaic Technologies Co., Ltd.
	QC4.10 de Suzhou Bright Photovoltaic Electronic Technology Co., Ltd
	QC4.10 de QC Solar (Suzhou) Corporation

Caractéristiques mécaniques	
épaisseur du verre et tolérances	3,2 ± 0,3 mm
moments d'inertie des profilés du cadre	$I_x = 2,66 \text{ cm}^4$ - $I_y = 1,40 \text{ cm}^4$
nuance d'aluminium et état métallurgique	EN AW-6063 T6
prise en feuillure du laminé	8,5 mm
Charge maximum descendante appliquée lors de l'essai MQT16 (NF EN IEC 61215-2)	+5400 Pa
Charge maximum ascendante appliquée lors de l'essai MQT16 (NF EN IEC 61215-2)	-2400 Pa

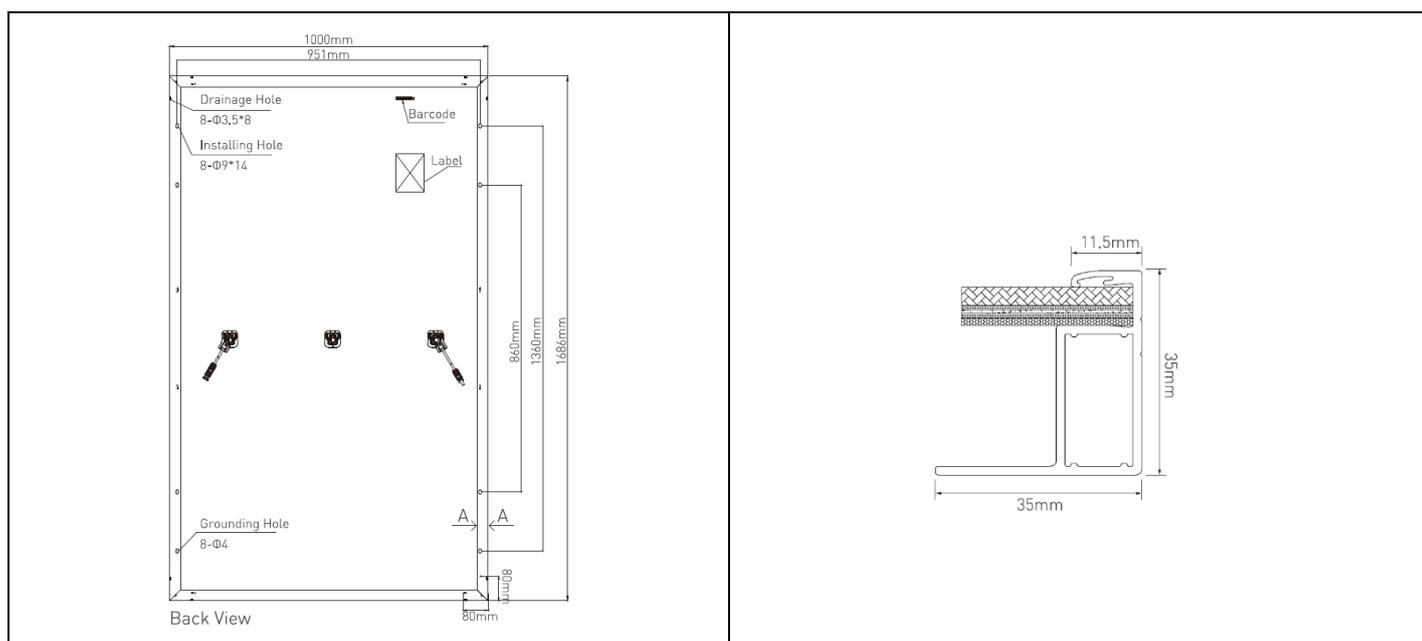


Figure 1 – Vues des modules "P3-60H" et "M3-60H"

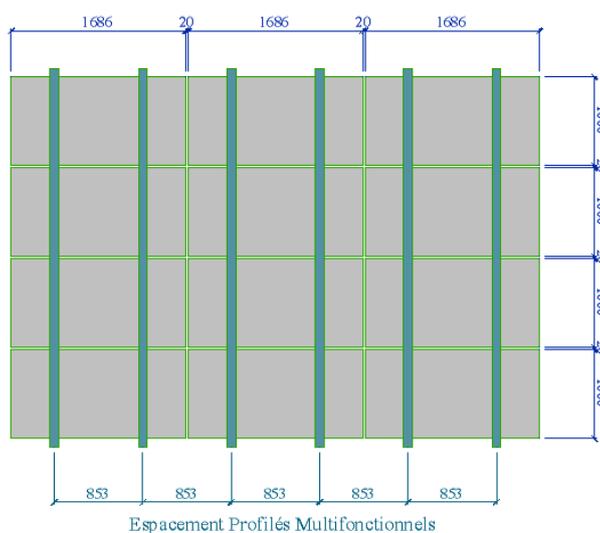


Figure 2 – Positionnement idéal des profilés multifonctionnels ALKORPLUS 81631-005 pour les modules GCL P3-60H et M3-60H

## Partie 2 GCL P6-60H et M6-60H

GCL

P6-60H et M6-60H

Modules P6-60H et M6-60H					
Maximum Power $P_{max}$ (W)	300	310	320	330	335
Maximum Power Voltage $V_{mp}$ (V)	32.60	32.98	33.41	33.82	34.02
Maximum Power Current $I_{mp}$ (A)	9.20	9.40	9.58	9.76	9.85
Open Circuit Voltage $V_{oc}$ (V)	40.30	40.90	41.50	42.10	42.40
Short Circuit Current $I_{sc}$ (A)	9.79	9.89	9.99	10.09	10.14
$\alpha T(P_{mpp})$ [%/K]	-0,39				
$\alpha T(U_{oc})$ [%/K]	-0,30				
$\alpha T(I_{sc})$ [%/K]	+0,06				
Courant inverse maximum (A)	20				

Caractéristiques dimensionnelles	
Dimensions hors-tout (mm)	1 666 x 1 000 x 35
Surface hors-tout (m <sup>2</sup> )	1,67
Masse (kg)	18,5
Masse spécifique (kg/m <sup>2</sup> )	11,1

Conditionnement	
nombre de modules maximum par emballage	30
nature de l'emballage	Carton + cerclage plastique
position des modules	Verticale
nature des séparateurs	Coins carton
Commentaire	-

Fabrication	
Site(s) de fabrication	Jurong, Funing et Zhangjiagang (Chine)
ISO 9001	ISO 9001:2015
classification sur le flash test systématique	0 à + 5 Wc
mesure(s) par électroluminescence	Oui
inspection finale	Oui

Déclaration Environnementale
Le procédé associé à cette gamme de module ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE).

Composants identifiables visuellement	
Nature et nombre de cellules	M pour "monocristallines" au nombre de 60 (6 colonnes de 10 cellules) P pour "polycristallines" au nombre de 60 (6 colonnes de 10 cellules)
Boîtes de connexion	GCL-S1xy de GCL System Integration Technology Co., Ltd. PV-CO02 de Suzhou UKT New Energy Technology CO.,LTD. PV-HT03 de Jiangsu Haitian Microelectronics Corp.
Connecteurs	PV-KST4-EVO 2 de Stäubli Electrical Connectors AG
	PV-XT101.1 de Suzhou Xtong Photovoltaic Technologies Co., Ltd.
	QC4.10 de Suzhou Bright Photovoltaic Electronic Technology Co., Ltd QC4.10 de QC Solar (Suzhou) Corporation

Caractéristiques mécaniques	
épaisseur du verre et tolérances	3,2 ± 0,3 mm
moments d'inertie des profilés du cadre	$I_x = 2,66 \text{ cm}^4$ - $I_y = 1,40 \text{ cm}^4$
nuance d'aluminium et état métallurgique	EN AW-6063 T6
prise en feuillure du laminé	8,5 mm
Charge maximum descendante appliquée lors de l'essai MQT16 (NF EN IEC 61215-2)	+5400 Pa
Charge maximum ascendante appliquée lors de l'essai MQT16 (NF EN IEC 61215-2)	-2400 Pa

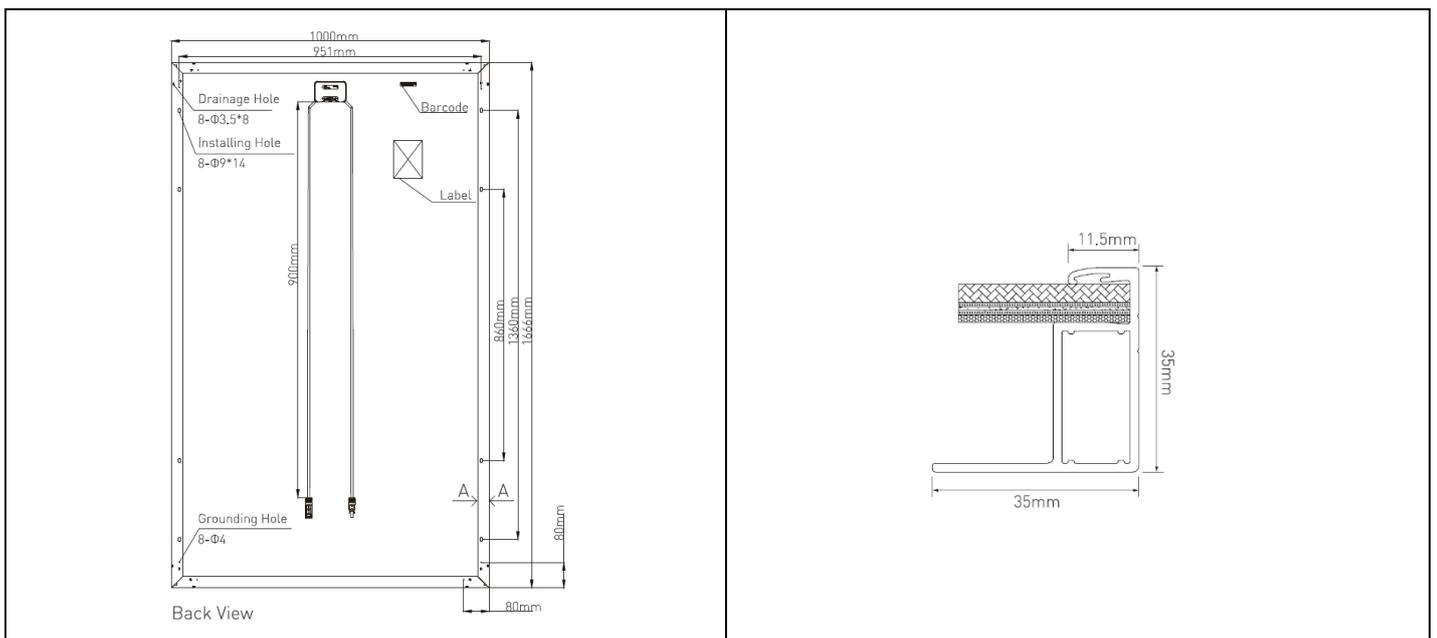


Figure 3 – Vues des modules "P6-60H" et "M6-60H"

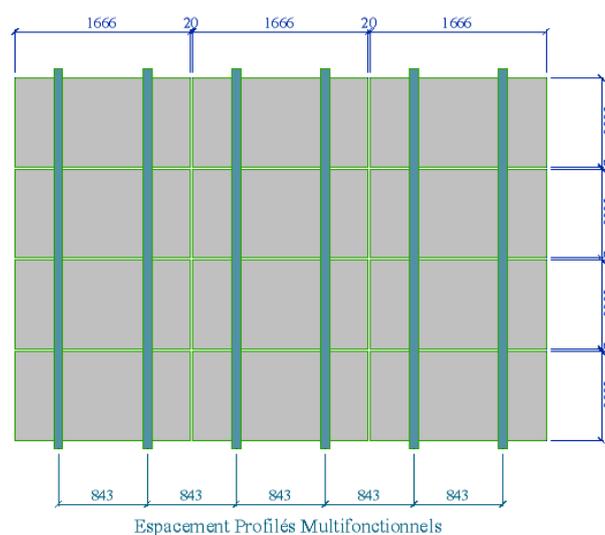


Figure 4 – Positionnement idéal des profilés multifonctionnels ALKORPLUS 81631-005 pour les modules GCL P6-60H et M6-60H

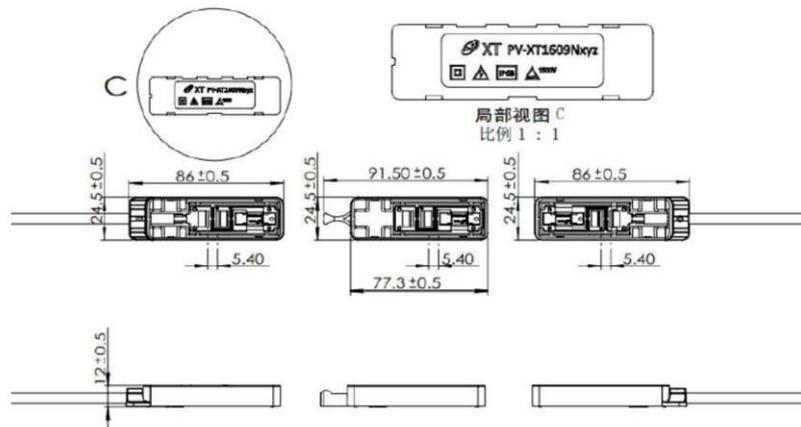


Figure 5 – Boîte de connexion "PV-XT1609Nxyz" du fabricant Suzhou XTONG Photovoltaic Technologies Co.,Ltd

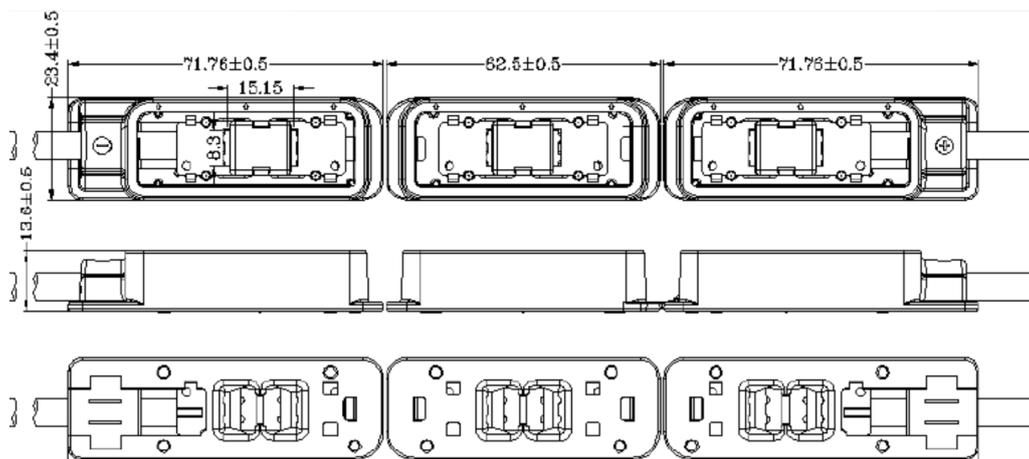


Figure 6 – Boîte de connexion "PV-JB12x" du fabricant Suzhou UKT New Energy Technology CO.,Ltd

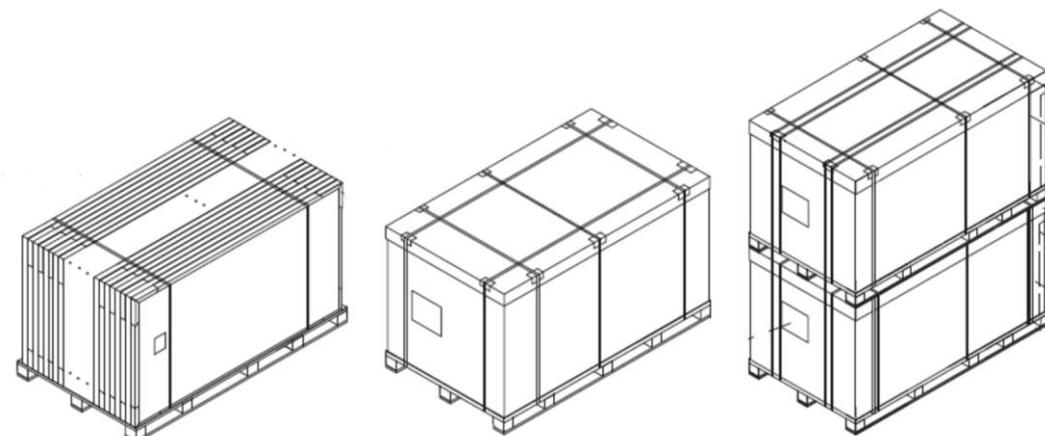


Figure 7 – Conditionnement des modules photovoltaïques