

SAS ALU-PLIAGE
ZI DE BEL AIR
8, rue de la Boissière
29700 PLUGUFFAN

A l'attention de M Olivier CLERC

Ecully, le 25 février 2025

N/réf : MT/CS/L.24.09156

Projet : Procédé Easy Solar Roof

Objet : Enquête de Technique Nouvelle concernant un procédé intégré simplifié au bâti de couvertures

Messieurs,

Vous nous avez confié une mission en vue de l'établissement d'une Enquête de Technique Nouvelle pour le Procédé lesté de couverture photovoltaïque de marque **Easy Solar Roof**.

Ce procédé a pour objet l'intégration de divers modules photovoltaïques (référéncés dans le rapport) avec un système de supportage développé par la société ALU-PLIAGE, avec un montage en mode PAYSAGE (fixations des modules sur les petits côtés), en orientation SUD, ou EST-OUEST à l'aide d'éléments spécifiques permettant le lestage de la structure sur des couvertures conformes au DTU43.1, ou sur des complexes de couverture relevant du DTU43.3 (ou du DTU43.4), détaillés dans le présent rapport, dans le cadre des missions de type L qui sont confiées aux organismes de contrôle

Les justifications fournies nous permettent de conclure favorablement sur le procédé avec l'incorporation des panneaux référencés dans le rapport d'enquête technique (référéncé L.24.09156 avec échéance de validité au 01 mars 2028).

Le détail de la liste de modules intégrés figure dans le rapport.

Restant à votre disposition pour tout renseignement complémentaire, nous vous prions d'agréer, Messieurs, l'expression de nos sincères salutations.

Marc TERRANOVA

Responsable Technique

SUD EST PREVENTION

17, chemin Louis Chirpaz
69134 ECULLY cedex

Tél. 04 72 19 21 30 - lyon@sudestprevention.com
RCS LYON 432 753 911 - SIRET 432 753 911 000 44

RAPPORT D'ENQUETE DE TECHNIQUE NOUVELLE

ETN n° L.24.009156

REFERENCE	: L.24.009156
NOM DU PROCEDE	: Procédé «Easy Solar Roof» avec certains modules photovoltaïques de marques AIKO, DMEGC, JA SOLAR, JINKO, LONGI, TRINA SOLAR
TYPE DE PROCEDE	: Procédé intégré simplifié au bâti de couverture photovoltaïque
DESTINATION	: Travaux neufs ou travaux d'adaptation dans l'existant : Couvertures de pente inférieure à 5% conformes aux dispositions des DTU référencés
DEMANDEUR	: SAS ALU-PLIAGE ZI DE BEL AIR 8, rue de la Boissière 29700 PLUGUFFAN
PERIODE DE VALIDITE	Du 01 mars 2025 Au 01 mars 2028

Le présent rapport comporte 24 pages.
Il porte la référence L.24.009156 rappelée sur chacune d'entre elles.
Il ne doit être communiqué que dans son intégralité.

SOMMAIRE

1. PREAMBULE.....	4
2. OBJET DU PRESENT RAPPORT	4
3. QUALIFICATION DES INSTALLATEURS	4
4. DESCRIPTION DU PROCEDE	4
4.1. Caractéristiques des modules visés par le procédé	5
4.2. Les dénominations commerciales des bacs associés au procédé	5
4.3. Caractéristiques des complexes d'étanchéité associés au procédé	7
4.4. Caractéristiques et positionnement des constituants du procédé	8
4.4.1. Généralités	8
4.4.2. Modules 15	9
4.4.3. Etriers	9
4.4.4. Autres composants du procédé – cadre d'emploi en lien avec l'environnement	10
5. PREREQUI POUR LA MISE EN ŒUVRE du procédé	12
5.1. Conditions préalables à la pose du champ sur le complexe d'étanchéité	12
5.2. Limitations concernant la pente du support d'étanchéité	12
5.3. Bacs supports de complexe d'étanchéité en tôle acier nervurée (cas des TAN)	12
5.4. Panneaux en bois supports de complexe d'étanchéité	13
5.5. Prérequis liés aux isolants du complexe d'étanchéité	13
5.6. Prérequis liés au complexe d'étanchéité	14
5.6.1. Interface entre ballasts et plan d'étanchéité	14
5.6.2. Conditions concernant le plan d'étanchéité	15
6. MISE EN ŒUVRE DU PROCEDE EN TOITURE	15
7. DOMAINE D'EMPLOI DU PROCEDE	15
8. TENUE MECANIQUE DU SYSTEME	16
8.1. Généralités	16
8.2. Prise en compte des sollicitations de vent – cas de la mono-exposition	16
8.2.1. Mono-exposition sans réflecteur	17
8.2.2. Mono-exposition avec 3 réflecteurs arrière	17
8.2.3. Mono-exposition avec réflecteur longitudinal	17
8.3. Prise en compte des sollicitations de vent – cas de la double exposition	18
8.3.1. Double-exposition sans réflecteur	18
8.3.2. Double-exposition avec réflecteurs	18
8.4. Prise en compte des sollicitations de neige	19
8.4.1. Cas de la mono-exposition	19
8.4.2. Cas de la double-exposition	20
8.5. Vérification de l'aptitude des modules PV à l'usage selon projets	20
8.6. Vérification de la sous-structure	21
9. FABRICATION ET CONTRÔLE	21
9.1. Fabrication	21
9.2. Contrôles	21
10. JUSTIFICATIONS/ESSAIS	21
11. SECURITE INCENDIE	21

12. SECURITE ELECTRIQUE DU CAMP PHOTOVOLTAÏQUE	21
13. DURABILITE	22
14. AVIS TECHNIQUE DE SUD EST PREVENTION.....	22
DOCUMENTS DU DOSSIER TECHNIQUE.....	23
I. Plans des pièces constitutives du procédé et caractéristiques	23
II. Manuel d'installation référencé	23
III. Résultats expérimentaux	23
IV. Documentation technique des TAN sous-jacents	23
V. Caractéristiques des complexes d'étanchéité associés au procédé	23
VI. Caractéristiques des modules – certificats	24

1. PREAMBULE

L'Enquête de Technique Nouvelle est une évaluation technique privée.

Elle complète la gamme d'offres d'évaluation technique publique constituée par l'Avis Technique, et l'Appréciation Technique d'Expérimentation (ATEX), afin de prendre en compte les différents stades de développement de l'innovation.

Un rapport d'enquête de technique nouvelle ne constitue en aucun cas une certification, et le demandeur ne peut se prévaloir d'une telle qualification dans sa documentation commerciale.

2. OBJET DU PRESENT RAPPORT

La société SAS ALU-PLIAGE a confié à SUD EST PREVENTION une mission d'évaluation technique de son procédé **Easy Solar Roof** donnant lieu à la rédaction d'un Rapport d'Enquête de Technique Nouvelle.

La mission confiée à SUD EST PREVENTION concerne uniquement les éléments constitutifs assurant la fonction « solidité, clos et couvert » au sens des articles 1792 et suivants du Code Civil et dans l'optique de permettre une prévention des aléas techniques relatifs à la solidité dans les constructions achevées (mission L selon la norme NFP 03-100) à l'exclusion de toute autre fonction (sécurité incendie, isolation thermique, isolation acoustique...).

Cette enquête ne vise pas la partie électrique de l'installation, ni les onduleurs associés aux panneaux.

3. QUALIFICATION DES INSTALLATEURS

La pose de la couverture doit être effectuée par un installateur ayant une qualification QUALIPV BAT ou QUALIBAT 318.

La pose des panneaux photovoltaïques doit être effectuée par un installateur ayant une qualification QUALIPV Elec et/ou ayant été formé par la société SAS ALU-PLIAGE

Les intervenants disposent d'une habilitation électrique dans le domaine de la basse tension (<1500V CC).

Tout installateur devra avoir suivi une formation spécifique de la part du demandeur et posséder sur chantier :

- Le dossier Technique dans son intégralité
- La Notice de Montage établie par le demandeur
- La présente Enquête de Technique Nouvelle

4. DESCRIPTION DU PROCEDE

Le procédé associe :

- Des modules photovoltaïques cadrés référencés §4.1 du présent document
- Des complexes d'étanchéité sur supports spécifiques référencés §4.2 du présent document
- Un ensemble d'éléments de montage spécifiques permettant la mise en œuvre **en pose lestée** (selon 2 modes : en orientation SUD, ou en orientation EST-OUEST) des modules en toiture sur ces complexes référencés.

La dénomination commerciale du système est « **Easy Solar Roof** »

Le système permet une mise en œuvre sur couverture étanchées (sur support béton, sur bacs supports d'étanchéité, ou sur support à base de bois tel que spécifié dans le DTU concerné).

A défaut de précision, les dispositions prévues par les avis techniques (ou DTA) des complexes d'étanchéité, s'appliquent.

4.1. Modules visés par le procédé :

Voir liste des modules en annexe

4.2. Les dénominations commerciales des bacs supports d'étanchéité associés au procédé sont :

Préambule relatif aux bacs supports :

Les tableaux qui suivent explicitent les portées limites d'utilisation, et tiennent compte du complément de charge permanente apporté par le champ photovoltaïque lesté (en orientation SUD ou EST-OUEST).

Ces tableaux ne prennent en compte que l'épaisseur nominale 75/100^{ème} pour les tôles.

A l'instar des tableaux communiqués par les fabricants concernés dans la suite, ces valeurs limites sont valables pour des travées multiples avec des portées égales ou peu différentes (+0, -20%).

Ces portées admissibles sont fonction :

- Du nombre d'appuis,
- Des valeurs normales (non pondérées) de la charge d'exploitation et du poids du complexe d'isolation/étanchéité.
- Des valeurs normales (non pondérées) du poids du découlant du champ photovoltaïque lesté.

Compte tenu de la fonction du champ, la charge d'exploitation à considérer est la valeur la plus élevée entre :

- La charge d'entretien (ici 1,50 kN/m² dans les zones techniques, hors emprises des panneaux du champ PV, pour lesquelles les surcharges sont comptabilisées par ailleurs)
- La charge climatique de neige $\mu.s0$.

Pour les bacs suivants :

- Bacs de couverture support d'étanchéité référence **Alteo 42.1010** (ép 75/100^{ème}) de BACACIER
- Bacs de couverture support d'étanchéité référence **JI 42-252-1010 (PML 42 SE)** (ép 75/100^{ème}) de JORISIDE

Tableau d'utilisation en fonction des charges nominales

Charges d'exploitation daN/m ²	Charges permanentes daN/m ²	Total des charges descendants daN/m ²	2 appuis (bac 75/100 ^{ème})	3 appuis (bac 75/100 ^{ème})	4 appuis ou plus (bac 75/100 ^{ème})
150	30	180	1,20m	1,50m	1,50m
150	40	190	1,15m	1,40m	1,45m
175	30	205	1,10m	1,30m	1,40m
175	40	215	1,00m	1,20m	1,30m

Pour les bacs suivants :

- Bacs de couverture support d'étanchéité référence **Alteo 73.780** (ép 75/100^{ème}) de BACACIER

Tableau d'utilisation en fonction des charges nominales

Charges d'exploitation daN/m ²	Charges permanentes daN/m ²	Total des charges descendants daN/m ²	2 appuis (bac 75/100 ^{ème})	3 appuis (bac 75/100 ^{ème})	4 appuis ou plus (bac 75/100 ^{ème})
150	30	180	1,60m	2,10m	2,15m
150	40	190	1,50m	2,05m	2,10m
150	50	200	1,40m	2,00m	2,10m
150	60	210	1,30m	1,90m	2,00m
175	30	205	1,60m	2,05m	2,10m
175	40	215	1,50m	1,95m	2,05m
175	50	225	1,40m	1,85m	1,95m
175	60	245	1,30m	1,75m	1,85m
200	30	230	1,45m	1,85m	1,90m
200	40	240	1,35m	1,70m	1,80m

Pour les bacs suivants :

- Bacs de couverture support d'étanchéité référence **J1 106-250-750 (PML 106 SE)** (ép 75/100^{ème}) de JORISIDE

Tableau d'utilisation en fonction des charges nominales

Charges d'exploitation daN/m ²	Charges permanentes daN/m ²	Total des charges descendants daN/m ²	2 appuis (bac 75/100 ^{ème})	3 appuis (bac 75/100 ^{ème})	4 appuis ou plus (bac 75/100 ^{ème})
150	30	180	2,20m	2,40m	2,40m
150	40	190	2,15m	2,30m	2,35m
150	50	200	2,10m	2,20m	2,25m
150	60	210	2,00m	2,10m	2,15m
150	70	220	1,90m	2,00m	2,10m
150	80	230	1,80m	1,90m	2,00m
150	90	240	1,70m	1,80m	1,90m
150	100	250	1,60m	1,70m	1,80m
175	30	205	2,05m	2,15m	2,20m
175	40	215	1,95m	2,05m	2,10m
175	50	225	1,80m	1,90m	2,00m
175	60	235	1,70m	1,80m	1,90m
175	70	245	1,60m	1,70m	1,80m

Charges d'exploitation daN/m ²	Charges permanentes daN/m ²	Total des charges descendants daN/m ²	2 appuis (bac 75/100 ^{ème})	3 appuis (bac 75/100 ^{ème})	4 appuis ou plus (bac 75/100 ^{ème})
175	90	265	1,40m	1,50m	1,60m
175	100	275	1,30m	1,40m	1,50m
200	30	230	1,90m	2,10m	2,15m
200	40	240	1,80m	2,00m	2,10m
200	50	250	1,70m	1,80m	1,90m
200	60	260	1,60m	1,70m	1,80m
200	70	270	1,50m	1,60m	1,70m
200	80	280	1,40m	1,50m	1,60m
200	90	290	1,30m	1,40m	1,50m
200	100	300	1,20m	1,30m	1,40m

4.3. Caractéristiques des complexes d'étanchéité associés au procédé :

- **Revêtement d'étanchéité monocouche à base de PVC plastifié (monocouche à base de membrane FPO)**
 - *Rhenofol fixé mécaniquement (ETA-08/0187) (de Flachdach Technologie GmbH & Co KG – distributeur 3T France) visé par Document Technique d'Application n°5/13-2365*
 - *Sarnafil® TS 77et TS 77 E (NF EN 13956) de Sika France SAS, fixé mécaniquement visé par Document Technique d'Application référence Avis Technique 5.2/17-2575_V1*
- **Revêtement d'étanchéité de toitures apparent fixé mécaniquement en monocouche à base de membrane PVC-P**
 - *Hyperflex FM (NF EN 13956) de Axter SAS, fixé mécaniquement visé par Document Technique d'Application référence Avis Technique 5.2/17-2575_V1*
- **Revêtement d'étanchéité de toitures apparent fixé mécaniquement en bicouche à base de bitume modifié SBS**
 - *Topfix (NF EN 13707) de Axter SAS, visé par Document Technique d'Application référence Avis Technique 5.2/17-2568_V1*
 - *Mégafix (NF EN 13707) de Société Meple SA, visé par Document Technique d'Application référence Avis Technique 5/15-2462*

Quel que soit le système utilisé, les dispositions suivantes sont à intégrer :

- Les dispositions visant les cheminements techniques sont à respecter en périphérie du champ (autour des ensembles lestés, dans les zones réservées à la circulation dédiée au personnel technique).
- Des dalles de circulation spécifiques constitutives de chacun des procédés évoqués sont à mettre en œuvre dans les zones concernées
- Les locaux en deçà seront à faible, moyenne ou forte hygrométrie, en relation avec le domaine d'emploi admis dans chacun des procédés (le cas de la très forte hygrométrie est exclu).
- Il sera interdit de disposer le champ :
 - Au niveau des noues, afin de ne pas affecter l'évacuation des eaux pluviales
 - A proximité des émergences de toiture (dispositifs de désenfumage, édicules,...etc)
- Il sera interdit de disposer le champ PV dans les zones visées par une accumulation de neige – à ce titre, le champ devra être éloigné des émergences par une distance supérieure à 2,00m dans le cas d'une altitude du projet supérieure à 500,00m et/ou dans le cas des régions de neige B1, B2, C1, C2, D et E
- Dans les cas d'absence d'accumulation de neige, un espacement de 1,00m est à respecter entre les émergences diverses et les limites du champ.

4.4. CARACTERISTIQUES DES CONSTITUANTS DU PROCEDE.

4.4.1. Généralités

Easy Solar Roof est un procédé photovoltaïque pour toitures-terrasses, ou pour couvertures sur support TAN ou bois, consistant en un système de montage lesté.

Ce système est composé d'éléments modulaires métalliques, qui assurent deux fonctions :

- Celle liée au support des modules photovoltaïques cadrés
- Celle liée au lestage de l'ensemble.

Ces supports en béton reposent sur des tapis de protection posés sur le complexe d'étanchéité.

Les éléments modulaires supportant les modules photovoltaïques se déclinent en 2 configurations :

- L'une pour un montage en orientation SUD
- L'autre pour un montage en orientation EST-OUEST

Dans ce procédé, les modules sont fixés sur leurs supports au moyen d'étriers de fixation qui sont toujours situés sur les petits côtés des modules (mode **paysage**)

Des blocs de lestage complémentaires sont ajoutés au système, mis en œuvre sur les supports triangles en acier.

Le procédé se compose principalement de :

- **Supports triangles** (dont les références sont évoquées ci-après : modèle MONO-EXPOSITION – Modèle DOUBLE EXPOSITION) qui sont composés d'éléments acier avec protection Magnélis ZM310

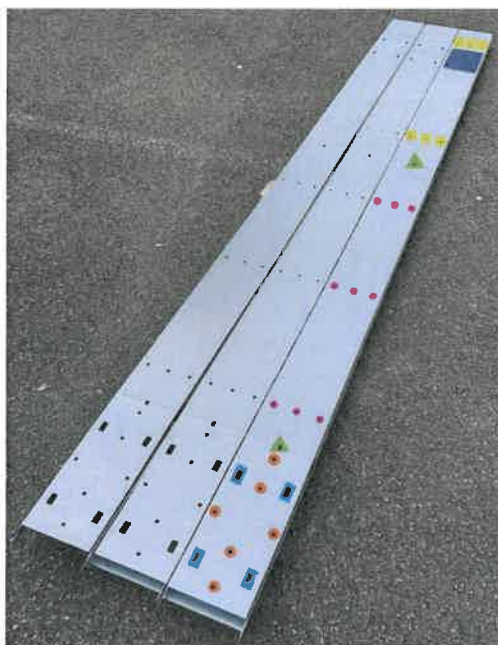
Ils servent de support aux modules photovoltaïques et sont conçus pour accueillir le lestage requis pour reprendre les efforts de soulèvement ;

- **Tapis de protection**, support des éléments modulaires triangle, et posé sur le revêtement d'étanchéité
- **Etriers terminaux et intermédiaires**, permettant de fixer les modules photovoltaïques sur les Supports triangle à l'aide d'une vis M8x50 vissée dans les inserts prévus à cet effet ;
- **Lestages**, requis pour reprendre les efforts de soulèvement
- **Modules photovoltaïques cadrés**, de marques et de types référencés en annexe du présent rapport,

Les représentations qui suivent spécifient la nomenclature détaillée de l'ensemble des pièces d'une structure MONO-EXPOSITION ou DOUBLE EXPOSITION

4.4.2. MODULE 15°

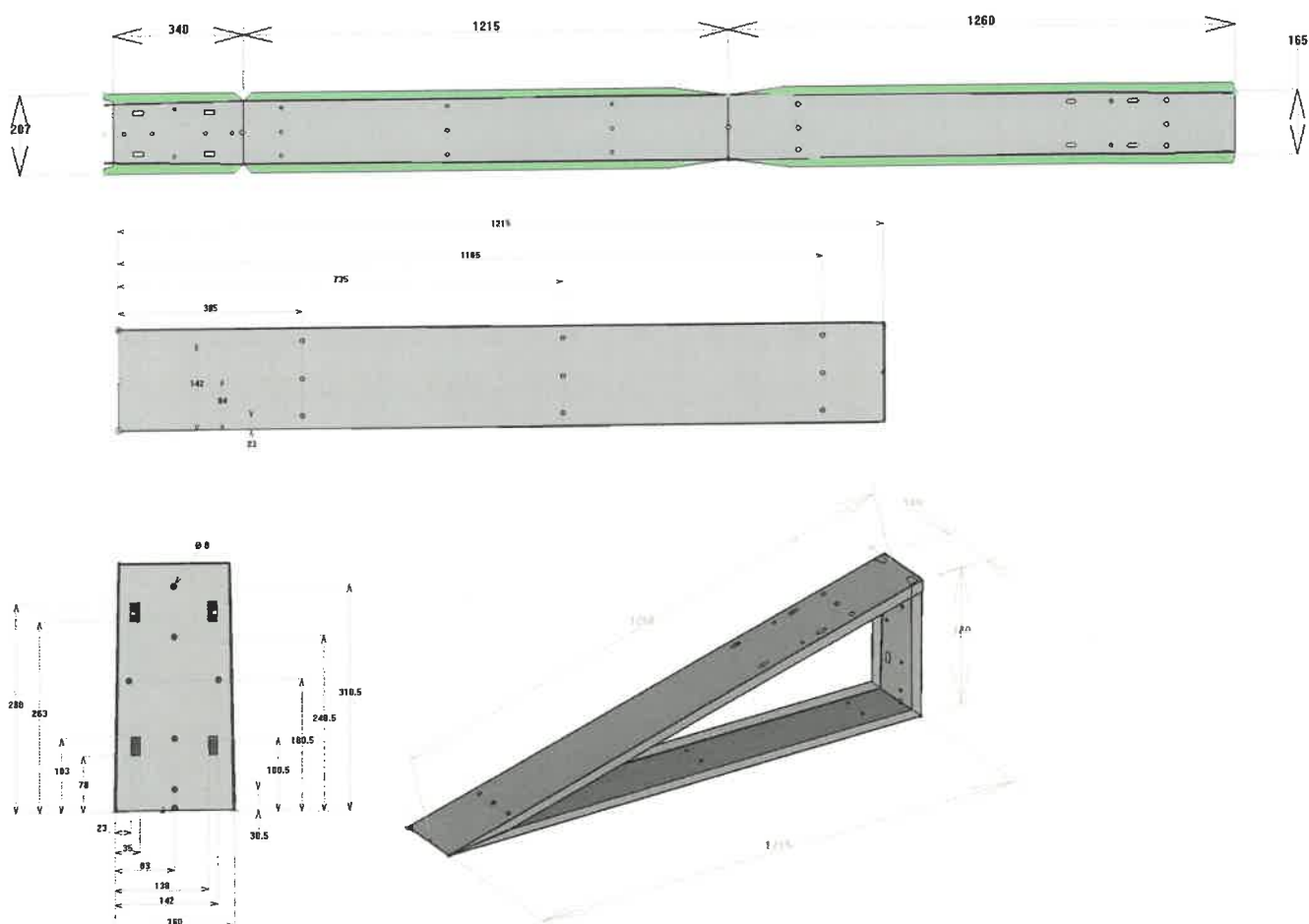
Il s'agit d'un Module préfabriqué en acier S390 GD avec une protection anti-corrosion de qualité Magnélis ZM310



Denomination des repères	repères
2 trous de drainage oblong	
6 trous de fixation (transport de modules sur palette) et pour chemin de câble	
6 trous de fixation pour micro-onduleur ou optimiseur	
6 trous de fixation pour les modules	
9 Trous de drainage, de fixation au sol ou au mur	
4 réservations pour fixation avec les ESR mâle pourvus d'agrafe (en option)	

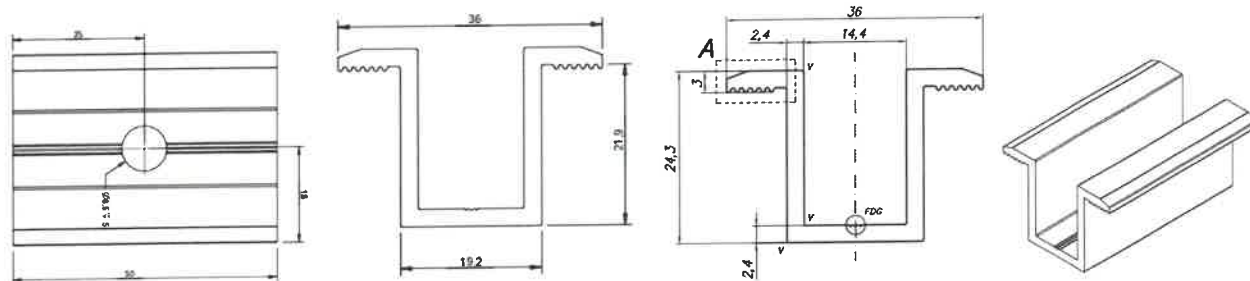


Caractéristiques dimensionnelles

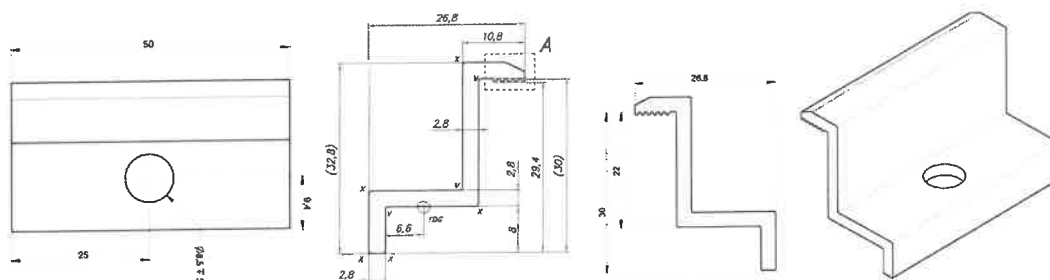


4.4.3. ETRIERS°

Pince-centrale-H24-Aluminium-6060-Trou-M8-Peint-PV-04-15-2

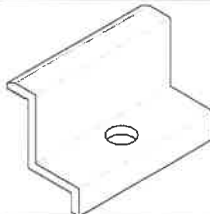
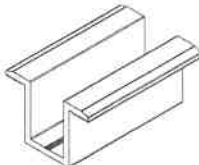


Pince-de-serrage-H30-Aluminium-6060-Trou-M8-peint-PV-03-30-3



4.4.4. Autres composants du procédé – cadre d'emploi en lien avec l'environnement du projet :

Le procédé est valable en atmosphères extérieures suivantes avec les protections évoquées :

Composants concernés Références	Matériaux Constitution	Atmosphère extérieures							Spéciale	Représentation schématique
		Rurale non pollué	Industrielle ou urbaine		Marine					
			Normale	Sévère	20km à 10km	10km à 3km	Bord de mer* (<3km)	Mixte		
Modules triangulaires de lestage	Acier S350 GD ep 12/10 ^{ème} Classe de protection ZM310	●	●	□	●	●	□	□	□	Voir §4.4.2 à 4.4.8
Etriers De rives Référence PV- 03-30-3	Aluminium EN AW 6060 T6 Hauteurs de cadre de 30mm	●	●	●	●	●	●	●	□	
Etriers intermédiaires Référence PV- 04-15-2	Aluminium EN AW 6060 T6 Hauteurs de cadre de 30mm	●	●	●	●	●	●	●	□	
Vis inox (fixation des étriers)	Inox A2 M8x35 DIN 912	●	●	□	●	●	●	□	□	
Boulons inox	Inox A2 M8x50 Boulon inox A2 M8*20 TH à embase crantée DIN 6921	●	●	□	●	●	□	□	□	
Ecrous électrozingués	Ecrou avec traitement en zinc lamellaire GEOMET 500 M8*20 à embase DIN 6923	●	●	□	●	●	□	□	□	

Composants concernés Références	Matériaux Constitution	Atmosphère extérieures							Spéciale	Représentation schématique
		Rurale non pollué	Industrielle ou urbaine		Marine					
			Normale	Sévère	20km à 10km	10km à 3km	Bord de mer* ($<3\text{km}$)	Mixte		
Tapis résilient à placer sous les supports	Caoutchouc recyclé SBR- NBR 70/75 Dimensions : épaisseur 6 mm dimensions 200*200 mm Densité nominale : 600 kg/cm3 Dureté Shore A : 73 ± 3	●	●	□	●	●	□	□	□	
Tapis résilient à placer sous les supports	Caoutchouc recyclé SBR- NBR 70/75 Dimensions : épaisseur 6 mm dimensions 200*1250 mm Densité nominale : 600 kg/cm3 Dureté Shore A : 73 ± 3	●	●	□	●	●	□	□	□	
PowARsnaps	Inox A2	●	●	●	●	●	●	●	□	
Support modules mâle avec agrafes pour connexion en double exposition . Verrouillage de l'ensemble avec boulon M8	Plaque acier AISI 430 Rondelles INOX M8 - 8.4x24x2.0 M8x25 A304 Ecrou cage INOX M8	●	●	□	●	□	□	□	□	

Les expositions atmosphériques sont définies dans la norme NF P 24-351.

- : Matériau adapté à l'exposition.
- : Matériau dont le choix définitif ainsi que les caractéristiques particulières doivent être arrêtés après consultation et accord du titulaire de ce Dossier.
- : Matériau non adapté à l'exposition.
- * : à l'exception du front de mer.

L'implantation de toutes ces pièces fait l'objet d'une étude au cas par cas, à l'aide des tableaux d'aide à la conception

S'agissant de l'exposition des modules photovoltaïques, et de leur résistance à la corrosion, il conviendra de s'assurer de leur aptitude à l'usage en fonction des paramètres extérieurs (ambiance saline, atmosphères agressives...)

5. PREREQUIS POUR LA MISE EN ŒUVRE du procédé

5.1. Conditions préalables à la pose du champ sur le complexe d'étanchéité

La structure porteuse doit répondre aux critères suivants :

- La charpente doit être calculée en prenant en compte le poids propre de la structure, du complexe d'étanchéité, du champ PV (lestage inclus).
- Elle doit prendre en référence les codes de calcul retenus, DTU et règles professionnelles en vigueur.
- La structure porteuse est calculée selon les règles Eurocodes.

Avant de débiter l'assemblage du système, l'installateur devra s'assurer de la conformité de la **structure porteuse et en particulier de son empannage (sauf si support béton)**.

L'attention est attirée sur l'importance de vérifier la compatibilité du bac support d'étanchéité (avec les conditions de limitations fixées §4.2 du présent document) ou du dimensionnement des panneaux bois (ou dérivés du bois le cas échéant).

Les charges et surcharges indiquées au §4.2 du présent document servent de base au choix du bac support (dans le cas où des TAN servent de support au complexe d'étanchéité) – ce choix revient au maître d'œuvre ou à l'entreprise, après que le champ ait été dimensionné.

Etant donné que la répartition du lest n'est jamais homogène, les zones à plus fort lestage (en bord de champ) déterminent le choix (et/ou le dimensionnement) du bac support ou des panneaux bois support.

Il conviendra en outre de vérifier la stabilité de la structure porteuse sous l'effet des charges horizontales et le cas échéant d'apporter les corrections nécessaires à la structure des bâtiments existants et de la prévoir dans les bâtiments neufs.

Pour les champs PV posés sur complexe sur TAN, la déformation du plan de couverture est limitée à 1/300^{ème} sur le plan global.

5.2. Limitations concernant la pente du support d'étanchéité

Éléments porteurs	référentiel	Pente minimale (en %)	Pente maximale (en %)
Maçonnerie – béton armé ou précontraint	DTU 20.12 – DTU43.1	0	5
Béton cellulaire autoclavé armé	Cahier du CSTB n°2192	1	5
Tôle d'acier nervuré	DTU43.3	3	5
Bois (massif, lamellé croisé ou lamellé collé)	DTU43.4	3	5

5.3. Bacs supports de complexe d'étanchéité en tôle acier nervurée (cas des TAN)

A défaut de précision, elle est conforme aux dispositions du DTU43.3.

Les dispositions concernant les portées limites des TAN (en fonction des sollicitations) stipulées au §4.2 sont à intégrer par l'installateur et/ou par le bureau d'études.

5.4. Panneaux en bois supports de complexe d'étanchéité

A défaut de précision, elle est conforme aux dispositions du DTU43.4.

Les dispositions concernant les portées limites découlent des calculs à effectuer par le bureau d'étude de l'entreprise de charpente, sur la base des dispositions suivantes (conformément aux règles EUROCODE NF EN 1995-1-1 et Annexe Nationale NF EN 1995-1-1/NA).

Les flèches maximales des panneaux bois (ou dérivés du bois) supportant le complexe d'étanchéité et le champ PV sont les 3 conditions suivantes (ces trois limitations doivent être vérifiées) :

- $W_{inst} < L/300$
- $W_{net,fin} < L/250$
- $W_{fin} < L/200$

5.5. Prérequis liés aux isolants du complexe d'étanchéité :

Le procédé ne peut être mis en œuvre que sur des couvertures bénéficiant d'un avis technique ou d'un Document technique d'application permettant la mise en place d'éléments techniques (**se référer au §4.2**)

L'isolant en sous-face du complexe d'étanchéité devra répondre aux contraintes suivantes :

Pour les Isolants autres que le polystyrène expansé :

- De classe C à 80°C au minimum conformément au guide du CSTB (Guide technique UEAtc (1) pour l'agrément des systèmes isolants supports d'étanchéité des toitures plates et inclinées (Cahier 2662_V2 – Juillet 2010).
- De résistance à la compression à 10% d'écrasement supérieure à 70 kPa au sens de la norme EN 826 ;
- Justifiant d'une valeur de résistance en compression sous charges maintenues au sens du Cahier du CSTB n°3669-V2 de septembre 2015, pour l'épaisseur considérée ; soit avec Document Technique d'Application visant la réalisation de toitures accessibles avec protection par dalles sur plots ; soit avec garantie explicite du fabricant pour cette application ;
- En configuration de pose sur support discontinu en tôles d'acier nervurées : essai de poinçonnement spécifique fabricant adapté à la dimension de l'ouverture haute de nervure (Ohn) de la TAN support du complexe.

Pour les Isolants en Polystyrène expansé (PSE) :

- De classe de compressibilité B à 80°C et C à 60° au minimum au sens du guide UEAtc (e-Cahier du CSTB n°2662-V2 de juillet 2010) ;
- De résistance à la compression à 10% d'écrasement supérieure à 70 kPa au sens de la norme EN 826 ;
- Justifiant d'une valeur de résistance en compression sous charges maintenues au sens du Cahier du CSTB n°3669-V2 de septembre 2015, pour l'épaisseur considérée ; soit avec Document Technique d'Application visant la réalisation de toitures accessibles avec protection par dalles sur plots ; soit avec garantie explicite du fabricant pour cette application ;
- En configuration de pose sur support discontinu en tôles d'acier nervurées : essai de poinçonnement spécifique fabricant adapté à la dimension de l'ouverture haute de nervure (Ohn) de la TAN support du complexe.

Remarque :

Attention : l'utilisation du PSE n'est possible que si le plan d'étanchéité est protégé par une protection meuble (gravillonnée ou autre), compte tenu du fait que la température du plan d'étanchéité dépassera largement 60°C en cas d'exposition directe au soleil.

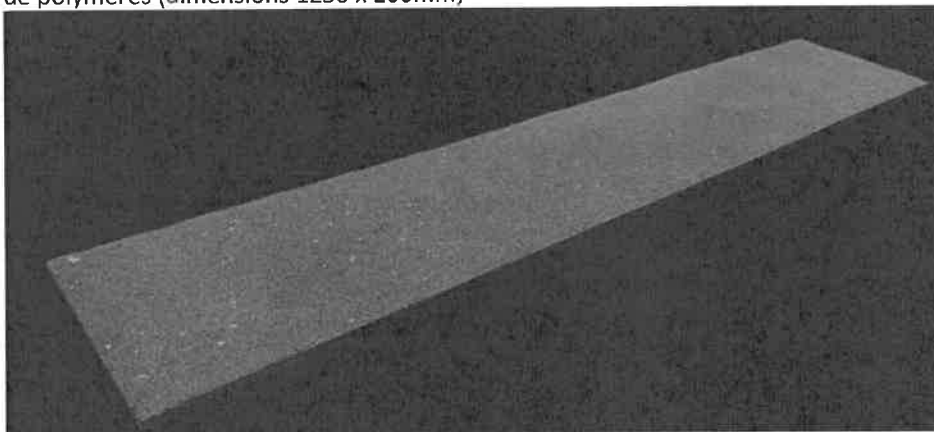
5.6. Prérequis liés aux complexes d'étanchéité :

5.6.1. Interface entre ballasts et plan d'étanchéité

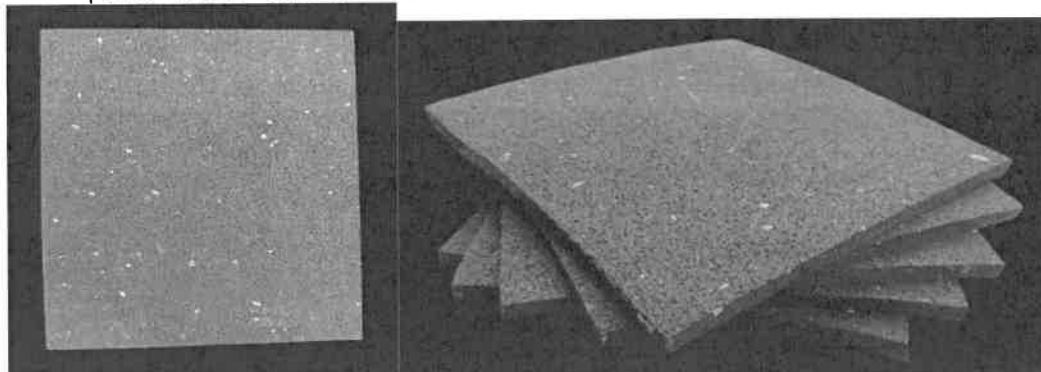
Les liaisons des équipements avec la couverture doivent permettre l'entretien et la réparation des ouvrages d'étanchéité.

Dans le cas présent, compte tenu du poids de chacun des constituants, le procédé proposé est conçu pour être facilement démontable (et/ou) transportable sans recours à des engins de levage (les éléments unitaires de lestage ne dépassent jamais 80kg).

Chaque élément reposera sur un matériau résilient adapté : la société **SAS ALU-PLIAGE** propose en base un matériau à base de polymères (dimensions 1250 x 200mm)



Il s'agit de 2 tapis de dimensions minimales 250mm x150 mm (matériau à base de polymères)



Il est cependant loisible à l'installateur d'utiliser des panneaux de polystyrène expansé ou polystyrène extrudé (tel que spécifié dans le DTU43.1).

Dans ce cas, les éléments de répartition (destinés à éviter tout poinçonnement du complexe d'étanchéité) seront dimensionnés de la façon suivante :

- La plus petite dimension d'appui n'est pas inférieure à 0,40 m,
- La pression au niveau du revêtement d'étanchéité est limitée dans les conditions ci- dessous.

La pression maximale sous chaque massif doit être calculée par l'entreprise chargée de la mise en œuvre des équipements [conformément au §3.1 ag) de FD P 84-204-3]

La vérification de la compatibilité entre les pressions calculées résultant des équipements et les pressions admissibles est faite par le maître d'œuvre (conformément au FD P 84-204-3).

La pression admissible est celle indiquée pour cette utilisation dans les documents d'application des panneaux isolants supports d'étanchéité autres qu'à base de liège.

5.6.2. Conditions concernant le plan d'étanchéité

Pour les complexes monocouches ou multicouches à base élastomère, le complexe retenu devra avoir le **classement F515T3**, avec la condition de vérifier que la pression en service sur l'étanchéité ne dépasse pas celle spécifiée sur le DTA du procédé.

Pour les autres familles de systèmes d'étanchéité (PVC-P – TPO...), la pression maximale sous chaque massif doit être calculée par l'entreprise chargée de la mise en œuvre des équipements, et ne pas dépasser celle spécifiée sur le DTA du procédé.

Dans le cas d'un revêtement sous isolation inversée, se référer aux dispositions du DTU43.1

6. MISE EN ŒUVRE DU PROCEDE EN TOITURE

La mise en œuvre est détaillée dans la notice technique de montage référencée « Cahier des charges Version 01 daté du 10 janvier 2025 »

Le système est livré avec sa notice de montage.

Le montage du procédé suppose que le complexe de couverture et d'étanchéité soit intégralement réalisé et que la fonction clos/couvert soit déjà assurée.

L'installateur devra respecter les notices d'installation et de mise en œuvre propres à chacun des modules PV (zones d'accroche des modules cadrés).

L'attention est attirée sur le fait que les modules sont fixés en format **PAYSAGE** seul : les valeurs de résistance propres à chacun des panneaux seront à considérer dans cette configuration de montage.

Quel que soit le projet, les modules devront être choisis de façon que l'espace libre entre le plan d'étanchéité (protection comprise) et la sous-face du cadre du module, n'ait pas une hauteur inférieure à 4cm

7. DOMAINE D'EMPLOI DU PROCEDE

Le domaine d'emploi du procédé « Easy Solar Roof » est précisé dans le « Cahier des charges Version 01 daté du 10 janvier 2025 », et précisé comme suit dans la présente Enquête de Technique Nouvelle.

Mise en œuvre en France métropolitaine.

Le zonage est conforme à celui indiqué dans les Eurocode (EN 1990 et EN1991)

Contraintes concernant le bâtiment équipé

- La hauteur du bâtiment ne peut dépasser 30 m au faîtage par rapport au niveau du sol environnant le plus bas.
- La pente de toiture doit répondre aux dispositions limitatives fixées au précédent §5.2
- La zone relative au complexe d'étanchéité est considérée comme une zone technique : il y aura lieu de se reporter aux spécifications qui s'y appliquent dans les DTA (pose de dalles particulières pour les chemins de circulation).

Flèche et déplacements limites des éléments structurels :

- La flèche limite des pannes et supports associés doivent être conformes aux règles de calculs en vigueur (la déformation du plan de couverture étant par ailleurs limitée à 1/300^{ème} sur le plan global.)
- Le déplacement différentiel des têtes de poteaux de la charpente acceptable par le système est limité à L/250.

Pannes de charpente :

- L'entraxe entre pannes de charpente est fonction
 - Du type de bacs utilisés (dans le cas des supports TAN), avec les limitations fixées au §4.2 (et §5.3)
 - Du calcul des panneaux bois support de complexe d'étanchéité avec les limitations fixées au §5.4
- Les tableaux reportés au §4.2 (figurant dans la notice de montage) explicitent, suivant le cas :
 - Les portées limites admises en fonction de la charge normale non pondérée (incluant la charge permanente liée au champ lui-même et de tous les accessoires).
 - Le chargement limite (normal non pondéré incluant le champ lui-même et tous les accessoires) admis en fonction de la portée des bacs entre appuis (2, 3 ou plus de 3 appuis).

Contraintes générales :

- Pose en mode **PAYSAGE**.
- Mise en œuvre sur bâtiments neufs ou existants (charpente bois ou acier – ou dalle en béton)
- Possibilité de mise en œuvre sur des bâtiments d'habitations, bâtiments industriels, bâtiments agricoles.
- Possibilité de mise en œuvre sur des bâtiments type ERP, sous réserve du respect des dispositions applicables (notamment art AM8, art EL11, et dispositions validées par la commission centrale de sécurité)
- Possibilité de couverture totale ou de couverture partielle d'un pan de toiture plan.
- Pose admise jusqu'à 900 mètres d'altitude en climat de plaine pour tous les cas visés par les DTU43.3, DTU 43.4, et DTU43.1
- Pose uniquement au-dessus de locaux à faible, moyenne ou forte hygrométrie, dès lors que le complexe d'étanchéité est adapté.

Le procédé Easy Solar Roof n'est compatible qu'avec les couvertures planes, à l'exclusion de toute autre forme.

8. TENUE MECANIQUE DU SYSTEME

8.1. Généralités

L'ouvrage de couverture photovoltaïque ne participe pas à la stabilité du bâtiment.

La stabilité du procédé ne sera assurée que pour des structures porteuses sous-jacentes dimensionnées conformément aux Eurocode (actions locales et globales).

L'ensemble des éléments structuraux sont vérifiés selon les règles de calculs européennes dénommées « Eurocodes », assorties des prescriptions normatives édictées par les annexes nationales françaises.

Certaines résistances caractéristiques ont été définies sur la base des résultats expérimentaux issus des essais réalisés au CETIM.

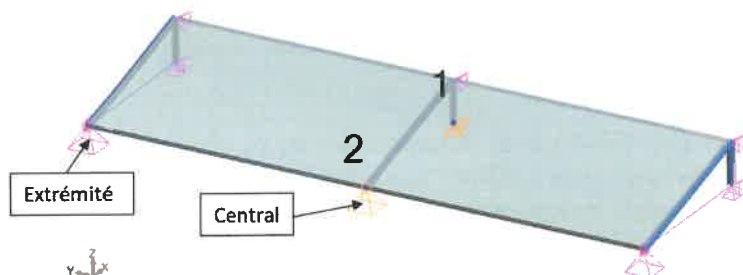
L'objet de la justification de la tenue mécanique du système vise à vérifier que les valeurs limites de résistances découlant des essais, ne sont pas dépassées.

Les charges de vent de base sont calculées en utilisant les coefficients aérodynamiques **CPnet** et **Cf** issus du guide de la **CNC2M** daté d'avril 2017, et les règles **Eurocodes**.

8.2. Prise en compte des sollicitations de vent – cas de la mono-exposition

Le résultat des calculs est présenté sous la forme de tableaux, qui récapitulent les dispositions de lestage à prévoir en fonction du projet, sachant que tous ceux-ci ont été élaborés sur la base de modules de dimensions **1134mm x 1950mm**.

Dans le cas où les dimensions des modules seraient supérieures, il y aura lieu de réaliser une étude spécifique.



8.2.1. Mono-exposition sans réflecteur

CAS MONO-EXPOSITION SANS REFLECTEUR [daN]				
Cat. Terrain	Appuis	Zone 1	Zone 2	Zone 3
IIIa	Appui 1	128	152	179
	Appui 2	111	132	155
IIIb	Appui 1	100	119	140
	Appui 2	87	103	121
IV	Appui 1	85	101	118
	Appui 2	73	87	103

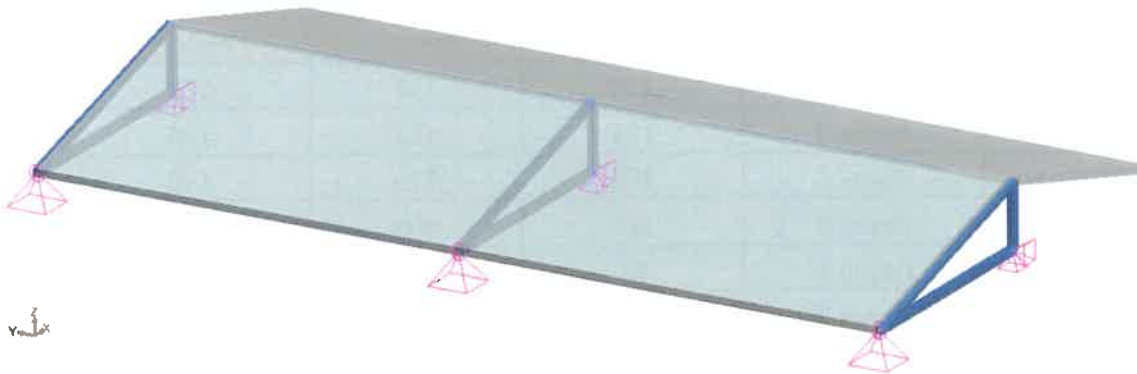
8.2.2. Mono-exposition avec 3 réflecteurs arrière

CAS MONO-EXPOSITION AVEC REFLECTEURS [daN]				
Cat. Terrain	Appuis	Zone 1	Zone 2	Zone 3
IIIa	Appui 1	83	99	116
	Appui 2	65	77	91
IIIb	Appui 1	65	77	91
	Appui 2	51	60	71
IV	Appui 1	55	65	77
	Appui 2	43	51	60

8.2.3. Mono-exposition avec réflecteur longitudinal

CAS MONO-EXPOSITION AVEC REFLECTEUR LONGITUDINAL [daN]				
Cat. Terrain	Appuis	Zone 1	Zone 2	Zone 3
IIIa	Appui 1	103	123	144
	Appui 2	89	106	125
IIIb	Appui 1	80	96	112
	Appui 2	70	83	97
IV	Appui 1	68	81	95
	Appui 2	59	70	82

8.3. Prise en compte des sollicitations de vent – cas de la double-exposition



8.3.1. Double-exposition sans réflecteur

Le résultat des calculs est présenté sous la forme de tableaux, qui récapitulent les dispositions de lestage à prévoir en fonction du projet.

CAS DOUBLE-EXPOSITION SANS REFLECTEUR [daN]				
Cat. Terrain	Appuis	Zone 1	Zone 2	Zone 3
IIIa	Appui 1	97	115	135
	Appui 2	96	114	134
IIIb	Appui 1	76	90	106
	Appui 2	75	89	105
IV	Appui 1	64	76	90
	Appui 2	63	76	89

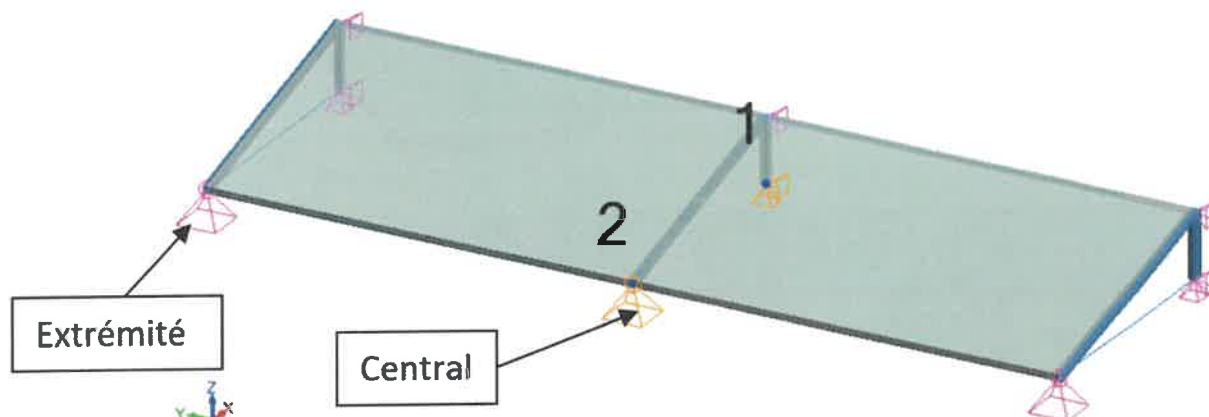
8.3.2. Double-exposition avec réflecteurs

CAS DOUBLE-EXPOSITION AVEC REFLECTEURS [daN]				
Cat. Terrain	Appuis	Zone 1	Zone 2	Zone 3
IIIa	Appui 1	66	79	92
	Appui 2	57	68	80
IIIb	Appui 1	52	61	72
	Appui 2	45	53	62
IV	Appui 1	44	52	61
	Appui 2	38	45	53

8.4. Prise en compte des sollicitations de neige

Le résultat des calculs est présenté sous la forme de tableaux, qui récapitulent les descentes de charge du champ en fonction du projet, sachant que tous ceux-ci ont été élaborés sur la base de modules de dimensions 1134mm x 1950mm Dans le cas où les dimensions des modules seraient supérieures, il y aura lieu de réaliser une étude spécifique.

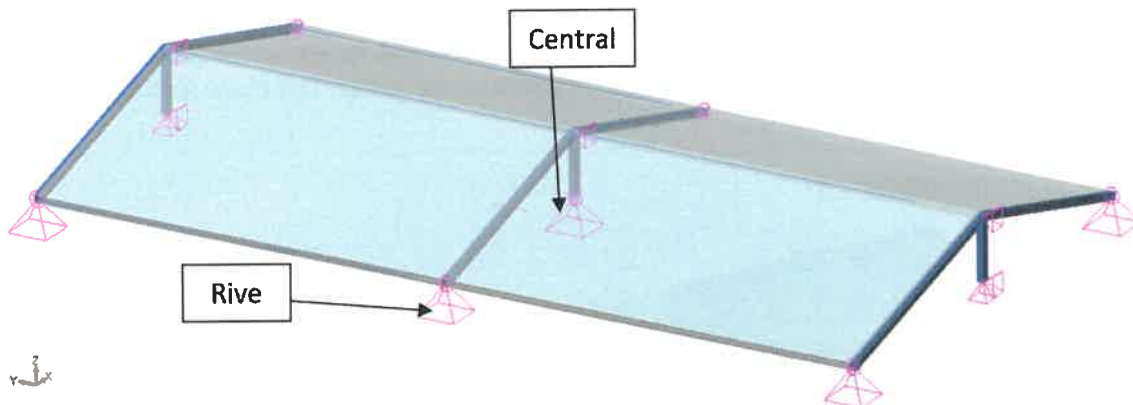
8.4.1. Cas de la mono-exposition



NEIGE ACCIDENTELLE AVEC $\mu_1 = 0.8$ - SIMPLE EXPOSITION [daN/m ²]								
Altitude	Appuis	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D
0-<1000m	Appui central	/	-85	-85	-115	/	-115	-154
	Appui extrémité	/	-43	-43	-58	/	-58	-77

NEIGE NORMALE AVEC $\mu_1 = 0.8$ - SIMPLE EXPOSITION [daN/m ²]					
Altitude	Appuis	A1 - A2	B1 - B2	C1 - C2	D
0-200m	Appui central	-38	-47	-55	-77
	Appui extrémité	-19	-23	-28	-38
200-400m	Appui central	-55	-64	-73	-94
	Appui extrémité	-28	-32	-36	-47
400-500m	Appui central	-64	-73	-81	-102
	Appui extrémité	-32	-36	-41	-51
500-700m	Appui central	-90	-98	-107	-128
	Appui extrémité	-45	-49	-53	-64
700-900m	Appui central	-115	-124	-132	-154
	Appui extrémité	-58	-62	-66	-77
900- <1000m	Appui central	-128	-137	-145	-166
	Appui extrémité	-64	-68	-73	-83

8.4.2. Cas de la double-exposition



NEIGE ACCIDENTELLE AVEC $\mu_1 = 0.8$ - DOUBLE EXPOSITION [daN/m ²]								
Altitude	Appuis	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D
0-<1000m	Appui rive	/	-88	-88	-119	/	-119	-159
	Appui central	/	-168	-168	-227	/	-227	-303

NEIGE NORMALE AVEC $\mu_1 = 0.8$ - DOUBLE EXPOSITION [daN/m ²]					
Altitude	Appuis	A1 - A2	B1 - B2	C1 - C2	D
0-200m	Appui rive	-40	-49	-57	-80
	Appui central	-76	-92	-109	-151
200-400m	Appui rive	-57	-66	-75	-97
	Appui central	-109	-126	-143	-185
400-500m	Appui rive	-66	-75	-84	-106
	Appui central	-126	-143	-160	-202
500-700m	Appui rive	-93	-102	-111	-133
	Appui central	-176	-193	-210	-252
700-900m	Appui rive	-119	-128	-137	-159
	Appui central	-227	-244	-260	-302
900- <1000m	Appui rive	-133	-142	-150	-172
	Appui central	-252	-269	-286	-328

8.5. Vérification de l'aptitude des modules PV à l'usage selon projet.

Les charges admissibles pour chacun des modules sont celles visées dans les certificats IEC 61 730, minorées d'un coefficient de 1,5, **sous réserve du respect des zones de serrage autorisées sur les modules cadrés (l'installateur devra respecter les zones définies dans les prescriptions de montage propres aux modules eux-mêmes).**

L'un des prérequis est lié à la capacité inhérente au module PV lui-même.

Les valeurs de résistance maximale s'entendent dans les conditions de fixations explicitées dans les notices d'instruction de montage, sachant que ces valeurs correspondent à une valeur limite de résistance en service (dans les conditions particulières de fixation des panneaux telles que précisées par le fabricant de modules)

La société **ALU PLIAGE** propose des valeurs « enveloppes » pour les sollicitations de neige ou de vent, **pour des modules dont les dimensions ne dépassent pas 1134 x 1950mm**, de façon que l'installateur puisse connaître les limitations en lien avec la notice d'instructions de montage de chacun des modules.

Si les dimensions sont supérieures, une étude spécifique sera nécessaire.

8.6. Vérification de la sous-structure.

Cette vérification est **exclue du champ du présent rapport**.

Dans le cas de réhabilitation et/ou sur des ouvrages existants, l'installation d'un champ générateur implique des modifications de cas de chargements : l'installateur devra impérativement mandater un bureau d'études spécialisé pour mener toutes les vérifications nécessaires, sachant que pour un tel procédé (avec lestages), il y a une augmentation significative des charges permanentes descendantes sur les ouvrages existants.

Dans les ouvrages existants, quel que soit le cas de figure, un diagnostic de la solidité des structures existantes devra être effectué par un organisme agréé ou par un bureau d'études spécialisé.

9. FABRICATION ET CONTROLE

9.1. Fabrication :

La fabrication des autres composants du procédé est assurée par des sociétés sous-traitantes certifiées ISO 9001 :2015.

9.2. Contrôles :

Chaque support est contrôlé visuellement après fabrication.

Les tapis de protection sont contrôlés à chaque étape du process de fabrication.

Des contrôles visuels et dimensionnels sont réalisés sur le matériau obtenu avant la découpe et après les opérations de pliage.

Un dernier contrôle qualité est réalisé sur le produit fini avant expédition.

10. JUSTIFICATIONS/ESSAIS

Pour la mise au point et la justification du procédé, des essais mécaniques et notes de calcul ont été réalisés.

11. SECURITE INCENDIE

Les éléments constitutifs du procédé sont tous en matériaux incombustibles exceptés les modules cadrés.

Dans le cas où le projet le nécessite (demande SDIS ou autre), il sera nécessaire de justifier le cas échéant le classement de réaction au feu et/ou le classement Broof ;t3 – à ce stade, il n'est pas connu car dépend des modules employés en lien avec le complexe d'étanchéité support du champ.

12. SECURITE ELECTRIQUE DU CHAMP PHOTOVOLTAÏQUE

Les éléments communiqués pour les différents modules permettent de confirmer que ces derniers sont conformes aux référentiel EN61 215 et EN 61 730 (garantie des performances électriques et thermiques : classe A selon NF EN 61 730 jusqu'à 1000 V DC.)

Les modules photovoltaïques sont équipés de connecteurs débrochables, classés IP65 et de classe A.

Câbles de liaison équipotentielle des masses entre le champ photovoltaïque et la prise de terre

Câbles de liaison entre les rangées des modules et Câbles de liaison entre les modules et l'onduleur

Câbles de liaison équipotentielle des masses entre les modules photovoltaïques.

Les câbles ou câbles de mise à la terre étant mis en œuvre avant la pose des panneaux, cela suppose une intervention conjointe de l'électricien et de l'installateur de la structure du champ.

Pour chaque projet, l'installateur devra systématiquement justifier l'équipotentialité des modules du champ.

13. DURABILITE

Les éléments constitutifs du procédé « **Easy Solar Roof** » ont fait l'objet de divers résultats expérimentaux.

Ces investigations se sont révélées satisfaisantes.

Les modules photovoltaïques satisfont aux prérequis les concernant (conformité aux dispositions des référentiels réglementaire : marquage CE – conformité aux essais selon le référentiel IEC 71 615 et IEC 71 730.

Compte tenu de la nature du procédé, la durabilité du procédé est considérée comme satisfaisante.

14. AVIS TECHNIQUE DE SUD EST PREVENTION

Compte tenu de l'ensemble des éléments présentés ci avant, SUD EST PREVENTION émet **un AVIS FAVORABLE** sur le procédé « **Easy Solar Roof** » proposé par la société **SAS ALU-PLIAGE** et faisant l'objet de la présente Enquête de Technique Nouvelle, moyennant le respect des prescriptions du « **Cahier des charges Version 01 daté du 10 janvier 2025** ».

L'avis est conditionné à la validité des systèmes d'étanchéité évoqués dans le §4.3 du présent document.

Le présent rapport d'Enquête Technique constitue un ensemble indissociable du Dossier Technique et de la notice de montage précités.

Notre avis est accordé pour une période de trois ans à compter de la date d'émission du rapport initial d'évaluation, soit jusqu'au 01 mars 2028

Cet avis deviendrait caduque si :

- a) un Avis Technique du CSTB était obtenu dans cet intervalle de temps
- b) une modification non validée par nos soins était apportée au procédé
- c) des évolutions réglementaires ayant une conséquence sur le procédé intervenaient
- d) des désordres suffisamment graves étaient portés à la connaissance de SUD EST PREVENTION.

La société **SAS ALU-PLIAGE** devra obligatoirement signaler à SUD EST PREVENTION :

- a) toute modification apportée dans le Dossier Technique et/ou la notice de montage examinée,
- b) tout problème technique rencontré
- c) toute mise en cause relative à ce procédé dont elle ferait l'objet.

Fait à LYON, le 25 février 2025

Le responsable technique

Marc TERRANOVA

SUD EST PREVENTION

17, chemin Louis Chirpaz

69134 ECULLY cedex

Tél. 04 72 19 21 30 - lyon@sudestprevention.com

RCS LYON 432 753 911 - SIRET 432 753 911 000 44

Documents du dossier technique

I. Plans des pièces constitutives du procédé «Easy Solar Roof » et caractéristiques

II. Manuel d'installation référencé « Cahier des charges Version 01 daté du 10 janvier 2025 »,

III. Résultats expérimentaux

- *Rapport n° CET0239616 Final 01_a daté du 29/03/2024 du laboratoire CETIM qui Caractérisation d'un assemblage plié sur tôle*

IV. Documentation technique des TAN sous-jacents

- *Bacs de couverture support d'étanchéité référence **Alteo 42.1010** (ép 75/100^{ème}) de BACACIER*
- *Bacs de couverture support d'étanchéité référence **JI 42-252-1010 (PML 42 SE)** (ép 75/100^{ème}) de JORISIDE*
- *Bacs de couverture support d'étanchéité référence **Alteo 73.780** (ép 75/100^{ème}) de BACACIER*
- *Bacs de couverture support d'étanchéité référence **JI 106-250-750 (PML 106 SE)** (ép 75/100^{ème}) de JORISIDE*

V. Caractéristiques des complexes d'étanchéité associés au procédé :

- **Revêtement d'étanchéité monocouche à base de PVC plastifié (monocouche à base de membrane FPO)**
 - *Rhenofol fixé mécaniquement (ETA-08/0187) (de Flachdach Technologie GmbH & Co KG – distributeur 3T France) visé par Document Technique d'Application n°5/13-2365*
 - *Sarnafil® TS 77et TS 77 E (NF EN 13956) de Sika France SAS, fixé mécaniquement visé par Document Technique d'Application référence Avis Technique 5.2/17-2575_V1*
- **Revêtement d'étanchéité de toitures apparent fixé mécaniquement en monocouche à base de membrane PVC-P**
 - *Hyperflex FM (NF EN 13956) de Axter SAS, fixé mécaniquement visé par Document Technique d'Application référence Avis Technique 5.2/17-2575_V1*
- **Revêtement d'étanchéité de toitures apparent fixé mécaniquement en bicouche à base de bitume modifié SBS**
 - *Topfix (NF EN 13707) de Axter SAS, visé par Document Technique d'Application référence Avis Technique 5.2/17-2568_V1*
 - *Mégafix (NF EN 13707) de Société Meple SA, visé par Document Technique d'Application référence Avis Technique 5/15-2462*

VI. Caractéristiques des modules – certificats

Fabricant	Désignation commerciale	Référence fiche technique	Longueur [mm]	Largeur [mm]	Épaisseur [mm]	Retour cadre long côté (mm)	Retour cadre petit côté (mm)	Certificat(s) IEC 61215 et 61730	Plage de puissance (Watts)
AIKO	AIKO-Axxx-MAH54Db	AEBHD_EN_202310_V5.3	1722	1134	30	30	15	TÜV RHEINLAND PV50614584 0002 du 26/01/2024	440 - 455
	Neostar 2S+ - AIKO-A-MAH54Db Dual glass, 2.0 + 2.0mm	DS_EN_2405_V1.5	1757	1134	30	30	15	TÜV RHEINLAND PV50614584 0002 du 26/01/2024	440 - 470
	Neostar 3S+54 AIKO-A-MCE54Db Dual glass, 2.0+2.0mm	DSDr_EN_2405_V1.5	1762	1134	30	30	15	TÜV RHEINLAND PV 50614580 du 03/06/2024 TÜV RHEINLAND PV 50614584 du 15/05/2024	440 - 485
	Neostar 3S54-AIKO-A-MCE54Mb	DSDr_EN_2405_V1.5	1762	1134	30	30	15	TÜV RHEINLAND PV50614580 0002 du 26/01/2024	460 - 485
DMEGC	DMxxxM10RT-54HSW/HBW	DMxxxM10RT-54HSW-HBW(xxx=440-455)-16-1762x1134x30-3.2mm-202312v3.0	1762	1134	30	30	30	TÜV SÜD Z2 076043 0116 Rev.01 du 09/10/2023	440-455
	DMxxxM10RT-B60HBT	EN_DS-M10RT-B60HBT-202312_2	1950	1134	30	30	15	TÜV RHEINLAND PV 50582887 01/02/2024	485-500
JA SOLAR	Deep Blue 4.0 JAM 54D40-xxx/LB	Global-EN-20230630A	1762	1134	30	28	12	TÜV SÜD Z2 072092 0295 Rev. 64 du 01/09/2023	430-455
JINKO SOLAR	Tiger Neo JKMxxxN-54HL4R(-V)	Version JKM425-445N-54HL4R(-V)-F1.1C1-EN BF - date 2022	1762	1134	30	33	33	TÜV SÜD Z2 118443 0003 REV.03 du 03/02/2023	425-445
	Tiger Neo - JKMxxxN-54HL4R-BDV	Ref 2023	1762	1134	30	33	33	TÜV SÜD No. Z2 118443 0001 Rev. 10 du 30/11/2023	420-440
LONGI	Hi-Mo6 - LR5-54HTB-xxxM	(0230811V19)DG	1722	1134	30	30	15	TÜV SÜD Z2 099333 0045 Rev.28 du 04/08/2023	415 - 435
	LR5-54HTH-xxxM	(0230811V19)DG	1722	1134	30	30	15	TÜV SÜD Z2 099333 0045 Rev.28 du 04/08/2023	420 - 440
TRINA	TSM-xxxNEG18R.28	TSM_EN_2024_FR	1762	1134	30	33	15	TÜV SÜD Z2 070321 0097 REV.40 du 15/12/2022	415-440
	TSM-xxxNEG9R.28	TSM_EN_2023_B	1762	1134	30	33	15	TÜV SÜD Z2 070321 0097 REV.40 du 15/12/2022	415-440
	TSM-xxxNEG9R.28	TSM_FR_2023_D	1762	1134	30	28,5	11,6	TÜV SÜD Z2 070321 0097 REV.45 du 13/06/2023	425-450
