Sud-Est Prévention

RAPPORT D'ENQUETE DE TECHNIQUE NOUVELLE

ETN n° L.22.06566av2

REFERENCE	:	**L.22.06566av2**
NOM DU PROCEDE	:	**Procédé « NOVOTEGRA TOIT PLAT II » avec certains modules photovoltaïques - cf liste rapport.**
TYPE DE PROCEDE	:	**procédé intégré simplifié au bâti** de couverture photovoltaïque
DESTINATION	:	**Travaux neufs – étanchéités avec isolation sur support béton ou TAN**
DEMANDEUR	:	**Société Novotegra Solar Energy Systems GmbH Eisenbahnstrasse 150 - 72072 Tübingen**
PERIODE DE VALIDITE		**Du 14 février 2022 Au 14 février 2025**

Le présent rapport comporte 34 pages.
Il porte la référence L.22.06566av2 rappelée sur chacune d'entre elles.
Il ne doit être communiqué que dans son intégralité.

Siège Social : 17 Chemin Louis Chirpaz – 69134 ECULLY Tél : 04 72 19 21 30 – lyon@sudestprevention.com
Agence Avignon : 1834 Route d'Avignon – 84320 ENTRAIGUES Tél. : 04 90 39 45 63 – avignon@sudestprevention.com
Agence Montpellier : 1 Plan Willy Brandt – 34830 CLAPIERS Tél. : 04 48 18 34 30 – montpellier@sudestprevention.com
S.A.S. au capital de 40.000 € – Siren 432 753 911

SOMMAIRE

1. PREAMBULE 3

2. OBJET DU PRESENT RAPPORT 3

3. QUALIFICATION DES INSTALLATEURS 3

4. DESCRIPTION DU PROCEDE 3
4.1. Caractéristiques des modules visés par le procédé 4
4.2. Les dénominations commerciales des bacs associés au procédé 6
4.3. Caractéristiques des complexes d'étanchéité associés au procédé 8
4.4. Caractéristiques et positionnement des constituants du procédé 9

5. MISE EN ŒUVRE DU PROCEDE EN TOITURE 15
5.1. Conditions préalables à la pose du champ sur le complexe d'étanchéité 15
5.2. Bacs supports de complexe d'étanchéité en tôle acier nervurée (cas des TAN) 15
5.3. Panneaux en bois supports de complexe d'étanchéité 15
5.4. Prérequis liés au complexe d'étanchéité (support TAN ou panneaux bois) 16
5.5. Prérequis liés au complexe d'étanchéité (cas d'un support de complexe d'étanchéité en dalle béton) 16
5.6. Prérequis concernant le montage du procédé NOVOTEGRA TOIT PLAT 17

6. DOMAINE D'EMPLOI DU PROCEDE 18

7. TENUE MECANIQUE DU SYSTEME 19

8. SECURITE INCENDIE 25

9. SECURITE ELECTRIQUE DU CAMP PHOTOVOLTAÏQUE 25

10. DURABILITE 25

11. CONTROLES 26

12. AVIS TECHNIQUE DE SUD EST PREVENTION 26

DOCUMENTS DU DOSSIER TECHNIQUE **27**
I. Plans des pièces constitutives du système « NOVOTEGRA toit plat » et caractéristiques 27
II. Notice d'instruction de montage 27
III. Rapports d'essais 27
IV. Documentation technique des TAN 27
V. Caractéristiques des complexes d'étanchéité associés au procédé 27
VI. Caractéristiques des modules – certificats 28
VII. Caractéristiques des fixations associées au système 33

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 Novotegra Solar Energy Systems GmbH a confié à SUD EST PREVENTION une mission d'évaluation technique de son procédé NOVOTEGRA TOIT PLAT 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 ayant été formé par la société Novotegra Solar Energy Systems GmbH

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** des modules en toiture sur ces complexes référencés.

La dénomination commerciale du système est « NOVOTEGRA TOIT PLAT II »

Le système permet une mise en œuvre sur couverture étanchées (sur support béton, ou sur bacs supports d'étanchéité).

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 :

Référence Module	Fabricant	L (mm)	l (mm)	Epaisseur (mm)	Retour cadre long côté	Retour cadre petit côté	Plage de puissance (Watts)
DMxxxM6-60HSW	DMEGC	1755	1038	35	35	20	375 à 385
DMxxxM10-54HBW		1708	1134	30	30	30	395 à 410
Flash DSxxxM6-120SW-01	DUALSUN	1765	1048	35	35	35	345 à 375
Flash DSxxxG1-360SBB5		1646	1140	35	35	35	370 à 400
Flash DSxxx-108M10-02		1722	1134	30	30	30	395 à 415
Flash DSxxx-108M10-02		1708	1134	30	30	30	395 à 415
Flash DSxxx-120M6-02		1755	1038	35	35	35	345 à 375
Flash DSxxx-120M6-02-V		1755	1038	35	35	35	345 à 380
Flash DSxxx-132M10-01		2094	1134	35	35	35	500
Flash DSxxx108M10B-02		1722	1134	30			395 à 410
Flash DSxxx-M12-B320SBB7		1899	1096	30	30	30	420 à 440
Flash DSxxx-108M10TB-03		1722	1134	30			410 à 425
Spring - DSTIxxxM12-B320SBB7		1899	1096	30	30	30	420 à 440
Spring- DSTNxxxM12-B320SBB7		1899	1096	30	30	30	420 à 440
HIE - SG series PERC shingled	HYUNDAI	1622	1068	35	35	35	340 à 350
HIE - VG Series PERC shingled		1719	1140	35	35	35	390 à 410
HIE-SxxxHG		1899	1096	30	30	30	435 à 445
HIE-SxxxHG(black)		1899	1096	30	30	30	430 à 445
JAM60S09-XXX/PR	JA SOLAR	1657	996	35	35	35	305 à 325
JAM60S10-XXX/PR		1689	996	35	35	35	305 à 345
JAM60S10-XXX/MR		1689	996	35	35	35	330 à 350
JAM60S12-XXX/PR		1657	996	35	35	35	305 à 325
JAM60S17-XXX/MR		1689	996	35	35	35	320 à 340
JAM60D09/XXX/BP		1682	1000	30	28	10	300 à 325
JAM60D10/MB		1711	1005	30	28	10	320 à 340
JAM60D20/MB		1774	1052	35	28	10	360 à 385
JAM60S20/MR		1776	1052	35	35	35	365 à 390
JAM60S20/MR		1769	1052	35	35	35	365 à 390
JAP60S09-XXX/SC		1657	996	35	35	35	265 à 280
JAM72S09/PR		1979	996	40	35	35	375 à 395
JAM72S10/PR		2015	996	40	35	35	390 à 410
JAM72D09/BP		2004	1000	30	28	10	370 à 390
JAM72D10/MB		2037	1005	30	28	10	390 à 410
JAM54S30/GR		1722	1134	30	33	18	400 à 425
JAM54S30/MR		1722	1134	30	33	18	390 à 415
JAM54D40-LB		1762	1134	30	28	12	430 à 455
JKMxxxN-54HL4-V	JINKO	1722	1134	30	33	33	395 à 415
JKMxxxN-54HL4R-V		1762	1134	30	33	33	425 à 450
JKMxxxN-54HL4R-B		1762	1134	30	33	33	425 à 445
JKMxxxN-54HL4R-BDV		1762	1134	30	28	15	420 à 440
JKMxxxN-60HL4-V		1903	1134	30	33	33	460 à 480
LR4-60HBD	LONGI	1755	1038	30	30	15	350 à 380
Mono PERC LR4-60HPH		1755	1038	35	30	30	350 à 380

Référence Module	Fabricant	L (mm)	l (mm)	Epaisseur (mm)	Retour cadre long côté	Retour cadre petit côté	Plage de puissance (Watts)
Mono PERC LR4-60HIH	LONGI	1755	1038	30	30	15	350 à 380
Mono PERC LR4-72HBD bifacial		2094	1038	35	30	10	425 à 455
Mono PERC LR4-72HPH		2094	1038	35	35	25	425 à 455
LR5-54HIH		1722	1134	30	30	15	400 à 420
LR5-54HIB		1722	1134	30	30	15	395 à 415
LR5-54HIBD		1722	1134	30	30	15	390 à 415
LR6-60HPH		1672	991	35	30	30	300 à 320
LR5-54HTH scientist		1722	1134	30	30	15	440 à 450
LR5-54HTH explorer		1722	1134	30	30	15	415 à 435
LR5-54HTB scientist		1722	1134	30	30	15	435 à 445
LR5-54HTB explorer		1722	1134	30	30	15	410 à 430
Q Peak Duo ML-G9	QCELLS	1840	1030	32	32,8	22	365 à 385
Q Peak Duo ML Black G9		1840	1030	32	32,8	22	365 à 385
Q Peak Duo G9		1673	1030	32	32,8	22	335 à 355
Q Peak Duo G9.4		1673	1030	32	32,8	22	375 à 395
Q Peak Duo G8.4		1740	1030	32	32,8	22	340 à 360
Q Peak Duo G8		1740	1030	32	32,8	22	340 à 360
Q.PEAK DUO G6		1740	1030	32	32,8	22	345 à 360
Q.PEAK DUO G6.2		1740	1030	32	32,8	22	340 à 355
Q.PEAK DUO G10		1717	1045	32			360 à 380
Q.PEAK DUO G10.4		1717	1045	32			360 à 380
Q.PEAK DUO BLK G10		1717	1045	32			350 à 370
Q.PEAK DUO BLK G10.4		1717	1045	32			350 à 370
Q.PEAK DUO ML G10		1879	1045	32			395 à 415
Q.PEAK DUO BLK ML G10		1879	1045	32			385 à 405
Q.PEAK DUO ML G10+		1879	1045	32			395 à 415
Q.PEAK DUO ML G10.4		1879	1045	32			395 à 415
Q.PEAK DUO ML G10.4+		1879	1045	32			395 à 415
Q.PEAK DUO M G11		1692	1134	30			390 à 410
Q.PEAK DUO M G11+		1692	1134	30			390 à 410
Q.PEAK DUO BLK M G11+		1692	1134	30			380 à 400
Q.PEAK DUO BLK M G11		1692	1134	30			380 à 400
Q.PEAK DUO ML G11.2		2054	1134	32			480 à 500
REC Twin Peak 2 Series TP2	REC	1675	997	38	28	28	300 à 330
REC Alpha Black Series half cut - full black		1721	1016	30	28	28	355 à 375
REC Alpha Black Series half cut		1721	1016	30	28	28	360 à 380
REC Npeak Black Series		1675	997	30	28	28	310 à 325
REC Npeak Series		1675	997	30	28	28	310 à 330
DAS MODUL MONO XSC_AG	SOLUXTEC	1722	1133	35	25	11,6	400 à 415
DMMXSCNiXXX-AG		1722	1133	35	30	30	420 à 430
DMMXSCNiXXX		1722	1133	35	30	30	415 à 425
SPR-X21-470	SUNPOWER	2067	1046	46	32	22	470
X22-480/485		2067	1046	46	32	22	480 à 485
SPR-MAX3		1690	1046	40	32	24	370 à 400
Max3 112c		1812	1046	40	32	24	415 à 430
Maxeon 3 COM		1690	1046	40	32	24	370 à 400
SPR-MAX 5 AC		1835	1017	40	32	24	400 à 415

Référence Module	Fabricant	L (mm)	l (mm)	Epaisseur (mm)	Retour cadre long côté	Retour cadre petit côté	Plage de puissance (Watts)
Performance 3 black	SUNPOWER	1690	1160	35	32	24	370 à 390
Performance 3 black-AC		1690	1160	35	32	24	370 à 385
Performance 3 COM		2066	998	40	32	24	405 à 420
Performance 5 bifacial		2384	1092	35	35	16	520 à 545
P6-COM-XS		1808	1092	30	33	24	400 à 420
SPR-P6-xxx-BLK		1808	1086	30	33	24	375
SPR-MAX6-xxx-Ex-AC		1872	1032	40	32	24	420 à 445
SPR-MAX6-xxx-BLK-Ex-AC		1872	1032	40	32	24	410 à 425
PE7633007	SYSTOVI	1686	1055	44	35	35	330
TWMPD-54HSXXX	TONGWEI	1722	1134	30	33	15	400 à 420
TWMPD-54HSXXX (Black Frame)		1722	1134	30	33	15	400 à 420
TWMPD-54HBXXX		1722	1134	30	33	15	400 à 420
TWMND-54HSXXX		1722	1134	30	33	15	415 à 435
TWMND-54HSXXX (Black Frame)		1722	1134	30	33	15	415 à 435
TWMND-54HBXXX		1722	1134	30	33	15	415 à 430
THXXXPMB7-46SCS		1899	1096	30	30	30	420 à 445
Mono HONEY TSM-PD05	TRINA	1650	992	35	35	35	270 à 285
Mono TSM-DE06M(II)		1690	996	35	35	24,5	325 à 345
Mono TSM-DE06M.08(II)		1690	996	35	35	35	325 à 345
Mono TSM-DE08M.08(II)		1763	1040	35	35	35	360 à 380
Vertex TSM-DE09.08		1754	1096	30	33	18	390 à 405
Vertex TSM-DE09.05 black		1754	1096	30	33	18	380 à 395
Vertex S Plus TSM-NEG9.28		1770	1096	30	33	15	400 à 420
Vertex S bifacial TSM-NEG9C.27		1770	1096	30	33	15	395 à 410
Vertex S R TSM-DE09R.08		1762	1134	30	33	15,4	415 à 435
Vertex S Plus TSM-NEGR9.28		1762	1134	30	28,5	11,6	425 à 450
Poly Tarka 60VSPS	VOLTEC	1660	998	42	30	30	260 à 275
Mono Tarka 60VSMS		1660	998	42	30	30	270 à 300
Mono Tarka 120VSMS		1685	1000	42	25	25	320 à 330
Poly Tarka72 VSPS		1980	998	42	30	30	300 à 325
Mono Tarka72 VSMS		1980	998	42	30	30	315 à 340
Mono Tarka 126VSMD		1835	1042	35	25	14,5	385 à 395

Se référer à l'annexe pour les références de rapport de certification IEC

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

Préambule relatif aux bacs supports :
Compte tenu de la particularité d'utilisation du système, ces tableaux explicitant les portées limites d'utilisation, tiennent compte du complément de charge permanente apporté par le champ photovoltaïque lesté (en orientation EST/OUEST ou SUD).
Ces tableaux ne prennent en compte que l'épaisseur nominale 75/100ème 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 μ.s0.

Pour les bacs suivants :

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

Tableau d'utilisation en fonction des charges nominales

Charges d'exploitation daN/m²	Charges permanentes daN/m²	Total des charges descendants daN/m²	2 appuis (bac 75/100ème)	3 appuis (bac 75/100ème)	4 appuis ou plus (bac 75/100ème)
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 75/100ème) de BACACIER*

Tableau d'utilisation en fonction des charges nominales

Charges d'exploitation daN/m²	Charges permanentes daN/m²	Total des charges descendants daN/m²	2 appuis (bac 75/100ème)	3 appuis (bac 75/100ème)	4 appuis ou plus (bac 75/100ème)
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 **JI 106-250-750 (PML 106 SE)** (ép 75/100ème) de JORISIDE*

Tableau d'utilisation en fonction des charges nominales

Charges d'exploitation daN/m²	Charges permanentes daN/m²	Total des charges descendants daN/m²	2 appuis (bac 75/100ème)	3 appuis (bac 75/100ème)	4 appuis ou plus (bac 75/100ème)
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/m²	Charges permanentes daN/m²	Total des charges descendants daN/m²	2 appuis (bac 75/100ème)	3 appuis (bac 75/100ème)	4 appuis ou plus (bac 75/100ème)
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 :

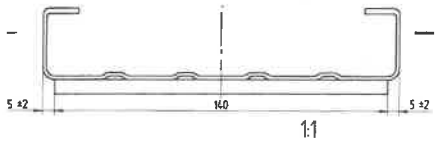
- **Le complexe retenu devra avoir le classement F5I5T3 (dans le cas des systèmes multicouches)**
- Les dispositions visant les cheminements techniques sont à respecter en périphérie du champ (autour des ensembles lestés, dans les zones réservées à la circulation dédiée au personnel technique).
- Des dalles de circulation spécifiques constitutives de chacun des procédés évoqués sont à mettre en œuvre dans les zones concernées
- **La pente de la couverture est comprise entre 3% et 5%**
- 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.

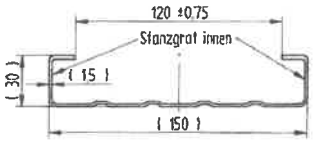
En outre, cette solution lestée est compatible avec des membranes PVC fixées mécaniquement à condition que la constitution du complexe soit adaptée aux toitures terrasses techniques, **avec une pression limite ELS compatible avec celle appliquée par le lestage**.

4.4. Caractéristiques et positionnement des constituants du procédé.

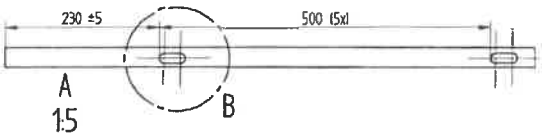
- ***Le rail de base 150-30 avec isolant 6mm (en EPDM) – longueur 6,00m (de référence 03-000989) et 2,20m (de référence 03-001408) - (à recouper sur place en fonction du calepinage du champ)*** → *il s'agit de rail qui permettent d'assurer l'interface entre le complexe structurel et l'étanchéité (bi-couche ou PVC)* - ***Matériau : Aluminium T66 – 6063***



- ***Le rail de base 150-30 (sans isolant) – longueur 6,00m de référence 03-000087 et 2,20m de référence 03-001407 (à recouper sur place en fonction du calepinage du champ)*** → ***il s'agit des rails qui permettent d'assurer le lien mécanique entre (ou de solidariser*** *structurellement) les rails supports du champ PV* - ***Matériau : Aluminium T66 – 6063***

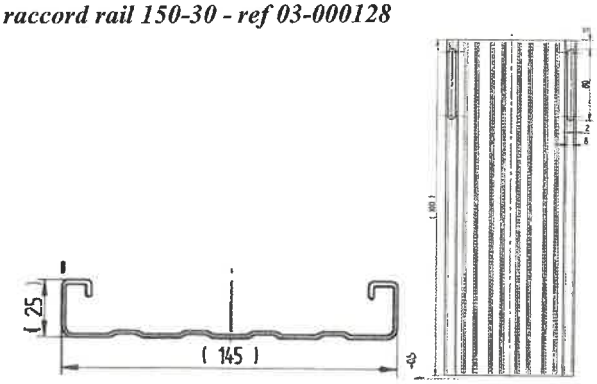


Ce rail sert à réaliser la liaison entre les rails avec EPDM (liaisons par vissage avec vis auto-perceuses)



Ces rails (celui avec EPDM ou celui sans) comportent des lumières (trous oblongs) en bordures qui ont pour fonction d'évacuer les eaux de pluie (pour empêcher toute rétention d'eau dans le rail) – l'eau s'évacue également en extrémité de rails (ils ne sont pas fermés).

- ***Les connecteurs (éclisses) de rail (possibilité n°1) – longueur 380mm - Matériau : Aluminium T66 – 6063 - raccord rail 150-30 - ref 03-000128***

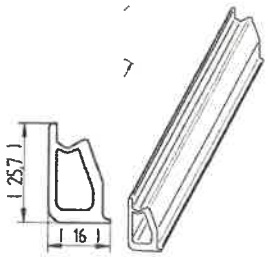


Ces éléments se vissent dans les rails avec des vis auto-perceuses -(ref 03-000383)

- ***Le rouleau de bande EPDM de rail - ref 03-000105***

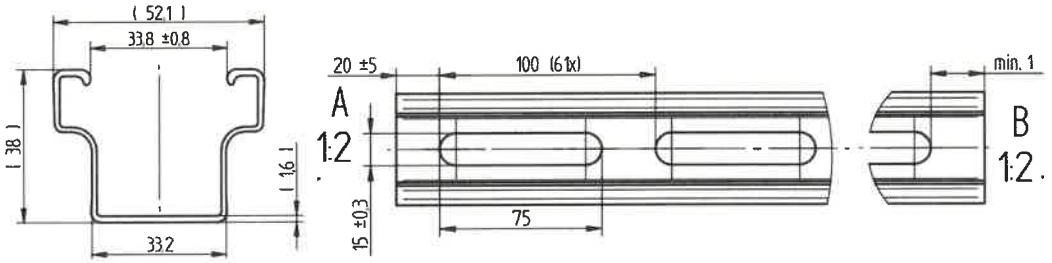
Ces éléments **sont à disposer sous les extrémités de rails avec EPDM, de façon à empêcher la dégradation du complexe d'étanchéité sous l'effet de la dilatation propre des rails**.

- ***Les barres de connexions (éclisses) de rail (possibilité n°2) – longueur 380mm - Matériau : Aluminium T66 – 6063 – kit de raccord GS - ref 03-000370***

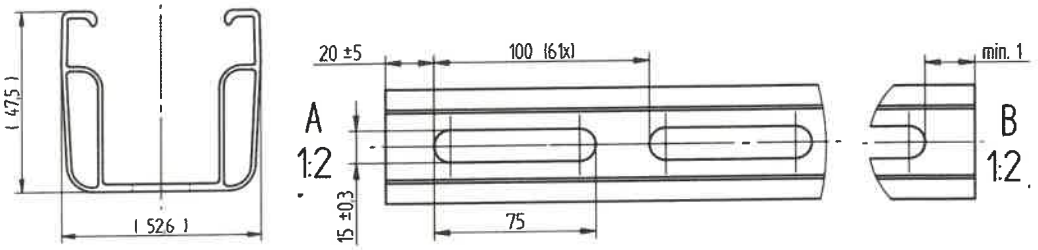


Ces éléments se vissent dans les rails avec des vis auto-perceuses

- Des rails en aluminium 6063T66 de référence (désignation commerciale « C38 ») – longueurs disponibles 2,20m (réf : 03-001362), 2m40 (réf : 03-001659) et 5,40m (réf : 03-001364) – (cf logiciel SOLAR PLANIT) Longueurs disponibles pour la version en noir : 2m20 (réf : 03-001363) et 5m40 (réf : 03-001365)



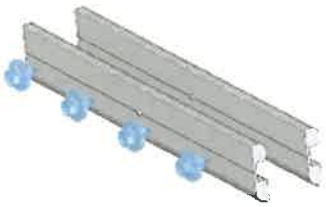
- Des rails en aluminium 6063T66 de référence (désignation commerciale « C47 ») - longueurs disponibles 2,40m (réf : 03-001441), 4,30m (réf : 03-001368), et 5,40m (réf : 03-001369), (cf logiciel SOLAR PLANIT)



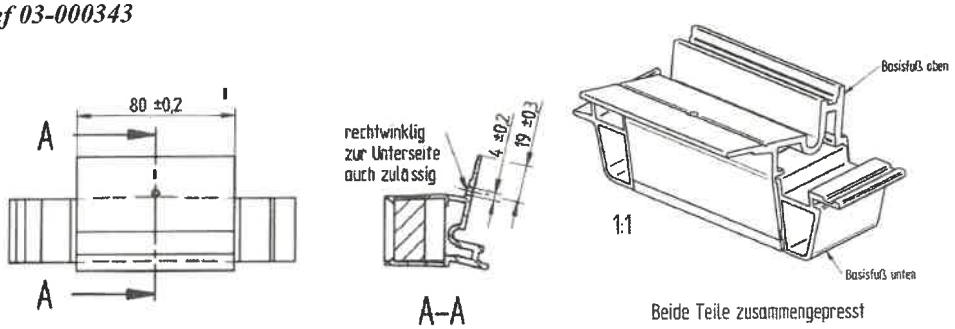
Ces éléments peuvent servir de rail de liaison à la place du rail de base (ref 03-000989)

- Des KITS de raccord de rails en aluminium 6063T66 (désignation commerciale « KIT de connecteur de rail C38 ») – ref 03-000135 + 03-001079)

- Des KITS de raccord de rails en aluminium 6063T66 de référence 03-000925 (désignation commerciale « KIT de raccord de rail simplifié ») – le kit représenté est spécifique au rail C47.



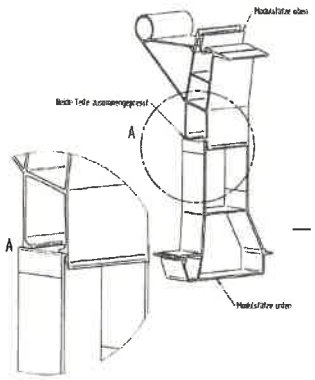
- ***Les kits de pieds de panneaux (pour orientation EST-OUEST ou SUD) - Matériau : Aluminium T66 – 6063 – ref 03-000343***



Ces éléments (à l'instar des kits de supports de panneaux) sont mis en place à l'aide des outils de montage/démontage 150-30 (ref 03-000362) fournis avec le kit (qui permettent d'écarter les parois externes du rail de base pour insertion de cette pièce.

Ces éléments ont pour fonction de supporter la partie inférieure des panneaux PV.

- ***Les kits de supports de panneaux 13° 150-30 – orientation SUD - Matériau : Aluminium T66 – 6063 – ref 03-001243***

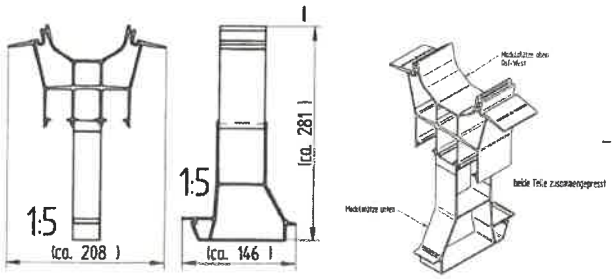


Ces éléments sont mis en place à l'aide des outils de montage/démontage 150-30 (ref 03-000362) fournis avec le kit (qui permettent d'écarter les parois externes du rail de base pour insertion de cette pièce.
Dans ce cas de figure, la pièce « pare-vent » (ou déflecteur) est impérative (de façon que les coefficients Cpnet pris en compte dans le logiciel soit cohérents avec la configuration in situ)

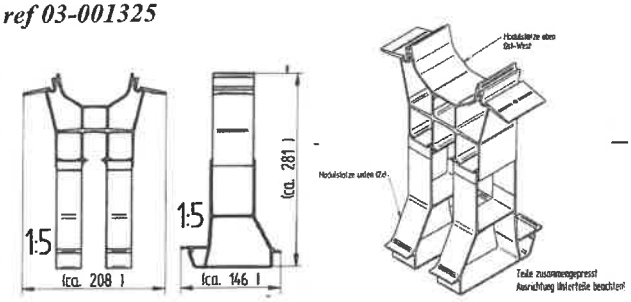
- ***Les pare-vents 13° – (pour orientation SUD) - Matériau : Aluminium T66 – 6063 – longueur 1,95m (ref 03-001281) ou 2,25m (ref 03-001227) ou 2,35m (ref 03-001439) – la longueur de ces éléments s'adapte à la longueur des panneaux PV utilisés.***

Cette pièce se fixe par vis auto-perceuse (ref 03-000383) dans la partie arrondie supérieure de chaque kit de support Sud (réf 03-001243) ainsi que sur chaque nervure du rail

- ***Les kits de supports de panneaux 13° 150-30 – orientation EST-OUEST – 1S - Matériau : Aluminium T66 – 6063 – ref 03-001324***



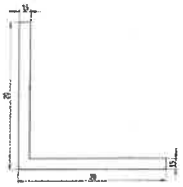
- ***Les kits de supports de panneaux 13° 150-30 – orientation EST-OUEST – 2S - Matériau : Aluminium T66 – 6063 – ref 03-001325***



Le logiciel SOLAR PLANIT.LU détermine quel type de kit de support (piètements) doit être employé (1S ou 2S)

- ***Les pare-vents 13° – (pour orientation EST/OUEST) - Matériau : Aluminium T66 – 6063 – longueur 2.35m (ref 03-001465)***

- ***Les cornières entretoises 20x20x1,5 (pour orientation EST-OUEST) - Matériau : Aluminium T66 – 6063 – longueur 1,85m (ref 03-001474) ou 5,40m (ref 03-001490) (à recouper sur place).***



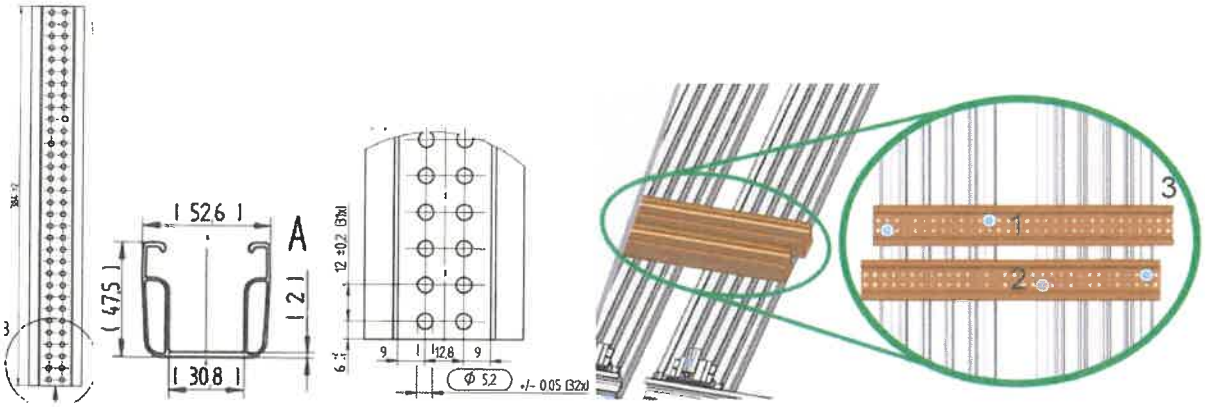
Ces éléments ont pour fonction d'assurer le contreventement transersal des structures supportant les panneaux (cette pièce se fixe par vis auto-perceuse (ref 03-000383) dans la partie horizontale (plane) inférieure de la tête de chaque kit de support (1S ou 2S).

- ***Les kits de brides d'extrémités de panneaux (pour orientation EST-OUEST ou SUD) - Matériau : Aluminium T66 – 6063 – ref 03-000309 - ref 03-000311 - positionnés aux extrémités du champ PV, sur le <u>petit côté, en partie basse</u> – les 3 références différentes sont liées aux différentes épaisseurs de cadres des panneaux PV***

- ***Les kits de brides d'extrémités de panneaux (pour orientation EST-OUEST ou SUD) - Matériau : Aluminium T66 – 6063 – ref 03-000396 - ref 03-000397 - positionnés aux extrémités du champ PV, sur le <u>grand côté, en partie haute</u> – les 3 références différentes sont liées aux différentes épaisseurs de cadres des panneaux PV***

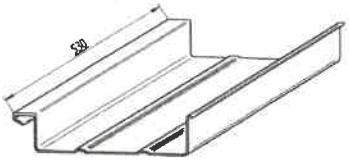
- ***Le kit de brides intermédiaires de panneaux avec mise à la terre intégrée (pour orientation EST-OUEST ou SUD) - Matériau : Aluminium T66 – 6063 – ref 03-001340 – ref 03-001341 positionnés entre chacun des modules du champ PV, sur le petit côté, en partie haute et basse***

- ***Les rails C47-385mm - Matériau : Aluminium T66 – 6063 – ref 03-000929***



Ces éléments (fixés sur les rails avec la vis EJOT JT2-2-5,5x25 auto-perceuse ont pour fonction d'assurer une jonction transversale entre deux blocs de champs, de façon à absorber les efforts induits par la dilatation dans le sens perpendiculaire aux rails, sachant que le nombre maximal admis de panneaux contigus est de 10. (Ces rails sont disposés tous les 10 panneaux).

- ***Les supports « extension de ballast »120-30 – longueur 530mm - Matériau : Aluminium T66 – 6063 – équipés d'un joint EPDM en sous-face – ref 03-000977 – ces éléments permettent d'étendre l'emprise du lestage sur le toit***



L'implantation de toutes ces pièces fait l'objet d'une étude au cas par cas, à l'aide du logiciel « SOLAR-PLANIT.LU »

5. MISE EN ŒUVRE DU PROCEDE EN TOITURE

La mise en œuvre est détaillée dans la notice technique de montage référencée « Instructions de montage pour toit plat II, version 4.1 de Juin 2023 ».

Le système est livré avec sa notice de montage (La notice de montage est également disponible sur www.bayware.fr).

Par ailleurs, 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 sur le petit côté (au niveau des angles des panneaux, et en format paysage seulement) : les valeurs de résistance propres à chacun des panneaux seront à considérer dans cette configuration de montage.

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 débuter l'assemblage du système, l'installateur devra s'assurer de la conformité de la **structure porteuse et en particulier de son empannage**.

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).

A noter que le logiciel SOLAR PLANIT.LU définit les zones de lestage, et indique les efforts appliqués à la couverture.

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 à l'aide du logiciel.

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. La déformation du plan de couverture est limitée à 1/300ème sur le plan global.

5.2. 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.

5.3. 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) :

- Winst < L/300
- Wnet,fin < L/250
- Wfin < L/200

5.4. Prérequis liés au complexe d'étanchéité (support TAN ou panneaux bois)

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 être de classe 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).

Par ailleurs, les liaisons des équipements avec la couverture doivent permettre l'entretien et la réfection des ouvrages d'étanchéité.

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 Novotegra Solar Energy propose en base un matériau résilient de référence 03.000105 (rouleau de bande EPDM de rail).

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.

5.5. Prérequis liés au complexe d'étanchéité (cas d'un support de complexe d'étanchéité en dalle béton)

Dans tous les cas, les étanchéités réalisées sur des supports en béton ou maçonnerie seront avec **une pente n'excédant pas 5%.**

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, conformément au DTU43.1 ou au DTU43.11.

L'isolant en sous-face du complexe d'étanchéité devra être de classe 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).

Par ailleurs, conformément aux dispositions du §9.1 du DTU43.1, (Toitures recevant des équipements lourds permanents, quelle que soit leur destination), les liaisons des équipements avec la toiture-terrasse doivent permettre l'entretien et la réfection des ouvrages d'étanchéité.

Le procédé est conçu pour être facilement démontable (et/ou) transportable sans recours à des engins de levage.

Chaque élément repose sur un matériau résilient adapté : les profilés du procédé intègrent une bande résiliente qui permet d'éviter que les efforts du champ photovoltaïque n'aient des effets préjudiciables sur le complexe d'étanchéité

Il est toutefois loisible (comme pour le procédé avec support TAN) à l'entreprise d'utiliser en complément, des plaques en polystyrène expansé ou en polystyrène extrudé, tel que prévu par le DTU43.1

Dans ce cas, conformément au DTU43.1, ces éléments de répartition (destinés à éviter tout poinçonnement du complexe d'étanchéité) sont 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).

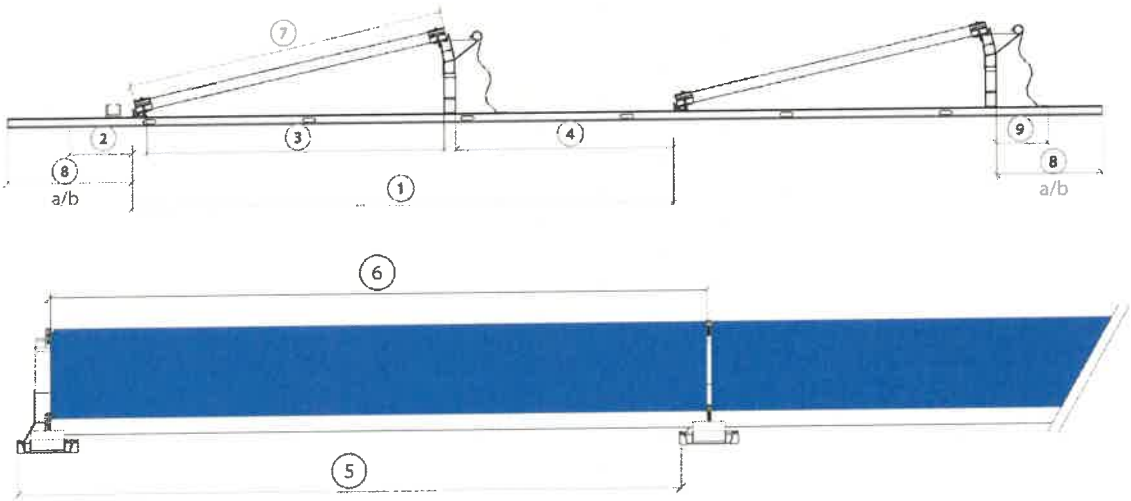
Dans le cas d'un revêtement sous isolation inversée, se référer aux dispositions du DTU

Dans le cas d'un revêtement d'étanchéité sur support en panneaux isolants, 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,

La structure porteuse est calculée selon les règles Eurocodes.

5.6. Prérequis concernant le montage du procédé NOVOTEGRA TOIT PLAT

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



1 Écart entre rangées [cm]
2 Saillie de rail de base [cm]
3 Distance pied / support [cm]
4 Distance support / pied [cm]
5 Distance entre rails de base [cm]
6 Longueur de panneau [cm]
7 Largeur de panneau [cm]
8 Redistribution [cm]
9 Distance support de panneau / déflecteur de vent [cm]

La pose se fait en mode PAYSAGE conformément à la notice technique de montage référencée « Instructions de montage pour toit plat II, version 4.1 de Juin 2023», à l'exclusion de toute autre orientation.

6. DOMAINE D'EMPLOI DU PROCEDE

Le domaine d'emploi du procédé est précisé dans le « Instructions de montage pour toit plat II, version 4.1 de Juin 2023», 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 est comprise entre 3% et 5% (pour les complexes sur support TAN ou panneaux bois ou dérivés du bois)
- La pente de toiture est comprise entre 0% et 5% (pour les complexes sur support dalle béton)
- Au droit de l'emprise du champ, la couverture est plane.
- 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 1/300ème 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
  - Du calcul des panneaux bois support de complexe d'étanchéité avec les limitations fixées au §5.1.2
- 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 uniquement.
- Mise en œuvre sur bâtiments neufs ou existants (charpente bois ou acier)
- En atmosphères extérieures industrielles ou urbaines normales.
- Possibilité de mise en œuvre sur des bâtiments industriels, des bâtiments agricoles.
- Possibilité de mise en œuvre sur des bâtiments type ERP, sous réserve du respect des dispositions applicables (notamment art AM8, art EL11)
- 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.
- Pose uniquement au-dessus de locaux à faible, moyenne ou forte hygrométrie, dès lors que le complexe d'étanchéité est adapté.

Le système Novotegra toit plat n'est compatible qu'avec les couvertures planes, à l'exclusion de toute autre forme.

7. TENUE MECANIQUE DU SYSTEME

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 dénommés « Eurocodes », assorties des prescriptions normatives édictées par les annexes nationales françaises.
Certaines résistances caractéristiques ont été définies sur la base

- Des agréments techniques délivrés par l'Institut allemand de technique du bâtiment DIBt à Berlin,
- Des campagnes de tests réalisées en interne dans les locaux de la société BayWar.e. à Tübingen.

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

La justification mécanique s'établit sur la base

Les combinaisons à l'Etat Limite Ultime de Résistance (ELUR) permettent de vérifier les brides en combinaison avec les éléments en aluminium et le lestage.
Les combinaisons à l'Etat Limite Accidentel (ELA) sous charge de neige accidentelle ne sont pas dimensionnantes pour la résistance du système NOVOTEGRA, compte tenu du fait que les actions sont transmises directement du panneau photovoltaïque aux éléments sous-jacents.

Les combinaisons à l'Etat Limite de Service (ELS) ne sont pas dimensionnantes non plus, du fait que le niveau de charge en cas d'ELS est inférieur aux charges ELUR.
Le calcul du lestage est réalisé sur la base des résultats obtenus à l'issue des essais effectués en soufflerie (pour la détermination des coefficients Cf et Cpnet, tel qu'admis par **la Clause 1.5 de NF EN 1991-1-4/NA** (selon les 2 rapports datés du 9 avril 2014 et du 15 avril 2014, réalisés par le laboratoire WACKER INGENIEURE – Gewerbestraβe 2 D – 75217 Birkenfeld) - (inclinaison des panneaux de 13° par rapport à l'horizontal)

- Le rapport daté du 09 avril 2014 explicite les coefficients à utiliser pour les panneaux orientés dans le sens EST-OUEST
- Le rapport daté du 15 avril 2014 explicite les coefficients à utiliser pour les panneaux orientés au SUD

Charges :
- Gsup = charges permanentes dont l'action est défavorable
- Gint = charges permanentes dont l'action est favorable
- S = charge de neige
- Wp = charges de vent (pression)
- Ws = charges de vent (dépression)

Combinaisons ELUR prises en compte dans la vérification :

- kFI • (1,35 • Gsup + 1,5 • S + 1,5 • 0,6 • Wp)
- kFI • (1,35 • Gsup + 1,5 • Wp + 1,5 • 0,6 • S)
- kFI • (1,00 • Ginf + 1,5 • Ws)

Avec classe de conséquences CC1 (tableau B.2)
On retient que kFI = 0,9

Effets du vent
Les effets du vent sont déterminés en conformité avec la NF EN 1991-1-4 et la NF EN 1991- 1-4 NA (Annexe Nationale).
La valeur de pression retenue dans les calculs est appelée pression dynamique de pointe qp(z) à la cote z.
La pression sollicitant de calcul est donnée par :

- qw = qp • Cpe

Cpe étant le coefficient de pression extérieur agissant sur la demi-superficie du panneau photovoltaïque sélectionné.
Valeur habituelle →1,66 m² / 2 = 0,83 m² par exemple.

Pression dynamique de point qp(z)

Valeur de base de la vitesse de référence vb,0

Carte de la valeur de base de la vitesse de référence Vb,0 (z = 10 m / Catégories de rugosité = II / t = 10 min) en France selon NF EN 1991-1-4/NA, Figure 4.3(NA), dépendant de la région.

- **Coefficient de rugosité Cr**
  Le coefficient de rugosité est déterminé selon NF EN 1991-1-4/NA, Equation (4.4) :
  - Cr(z) = kr • ln(z/z0)

  avec Equation (4.5) :
  - kr = 0,19 (z0/z0,II)x0,07

  z0,II selon Tableau 4.1(NA) dépendant de la Catégorie de terrain (I, II, IIa, IIb ou IV)

- **Catégories de terrain**
  Pour les catégories et paramètres de terrain, voir Tableau 4.1(NA) et figures 4.6(NA) – 4.14(NA)
  z hauteur du bâtiment Clause 4.3.2 (1) avec considération de zmin de tableau 4.1(NA)
- **Coefficient de direction**
  Coefficient de direction selon NF EN 1991-1-4/NA Clause 4.2(2) P Note 2 :
  - Cdir = 1,0

- **Coefficient de saison**
  Coefficient de saison, voir Figure 4.5(NA) :
  - Cseason = 1,0

- **Coefficient de probabilité**
  Coefficient de probabilité selon Tableau 4.5(NA) pour une période de retour de 50 années
  - cprob = 1,0

- **Vitesse de référence vb**
  NF EN 1991-1-4 Equation (4.1) :
  - vb = cdir • cseason • vb,0

  Résultat pour la vitesse de réference:
  - vb = vb,0

- **Vitesse moyenne vm**
  Vitesse moyenne NF EN 1991-1-4 Equation (4.3) :
  - vm = c0(z) • cr(z) • vb

- **Coefficient orographique :**
  - c0(z) = 1,0
- **Pression dynamique de point qp(z)**
  Equation (4.8):
  - qp(z) = [1+7•Iv(z)]• ½ • ρ vm²)

  Equation (4.7):
  - Iv(z) = (kI / (C0(z) • ln (z/z0) .....si zmin < z < zmax
  - Iv(z) = Iv(zmin) .....Si z < zmin

  ρ = masse volumique de l'air, selon NA Clause 4.5 (1) NOTE 2: 1,225 kg/m³
  Iv(z) = intensité des turbulences
  vm(z) = vitesse moyenne du vent
  kI = coefficient de turbulence
  c0(z) = coefficient orographique
  z = hauteur de référence du projet à laquelle la turbulence est déterminée, ici le faîtage du bâtiment dans notre cas. z0 = longueur de rugosité comme fonction de la catégorie de terrain, voir tableau 4.1(NA)

Détermination de cpe

La valeur de cpe (coefficient aérodynamique) diffère selon les paramètres suivants

- type de toiture
- zone de toiture concernée
- angle d'inclinaison
- direction du vent

- **Toiture à un seul versant:**
  voir § 7.2.4 de la NF EN 1991-1-4, avec prise en compte des zones courantes, des rives et de l'angle.

- **Toiture à deux versants:**
  voir §7.2.5 de la NF EN 1991-1-4, avec prise en compte des zones courantes, des rives et de l'angle.

- **Toiture plate (inclinaison < 5°) :**
  voir § 7.2.4 de la NF EN 1991-1-4

La valeur aérodynamique Cpe **dépend de la charge sur la surface A qui agit que sur une seule fixation.**

Dans notre cas cette surface « A » représente la moitié de la surface d'un panneau photovoltaïque.

La valeur Cpe pour la superficie A est extrapolée de manière logarithmique, conformément à la norme NF EN 1991-1-4 Figure 7.2 :

- Cpe = Cpe,1 - (Cpe,1 -Cpe,10) • log10(A) si 1 m² < A < 10 m²
- Cpe = Cpe,1 si A < 1 m²
- Cpe = Cpe,10 si A > 10 m²

Par ailleurs, il se produit une dépression au droit de la partie inférieure des panneaux photovoltaïques (dans l'interstice situé entre le plan de la couverture et l'intrados des panneaux) Cpi, qui correspond à une compensation partielle de la pression subie par le champ.

Compte tenu du fait qu'aucune valeur n'est spécifiée dans l'eurocode (ni dans les règles générales, ni dans l'Annexes nationale) pour la situation d'un champ générateur monté dans un plan parallèle à celui du toit, le bureau d'étude de la société Baywa.r.e a retenu **la Clause 1.5 de NF EN 1991-1-4/NA et a fait réaliser des simulations en soufflerie.**

Il en résulte des coefficients de diminution fdim pour considérer les effets de compensation de pression :

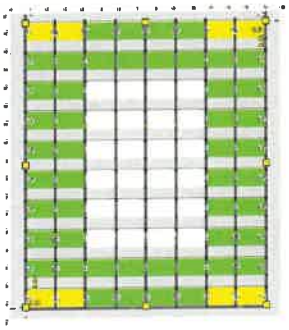
- Cpe,cal = cpe • fdim
-

Ces coefficients minorateurs sont utilisés dans le logiciel SOLAR PLANIT.lu.

Il en découle plusieurs zones représentées comme suit sur le logiciel :

La première vérification concerne la fixation de chaque panneau sur le champ :

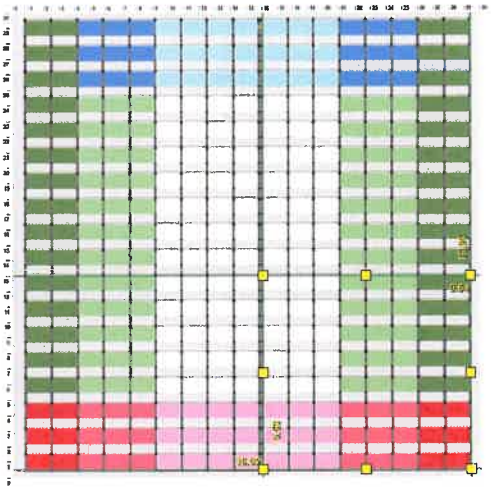
- Valeur courante (en partie intérieure du champ) représenté en BLANC
- Valeur de bord (sur les côtés du champ) – représentées en VERT
- Valeurs d'angles - représentées en JAUNE



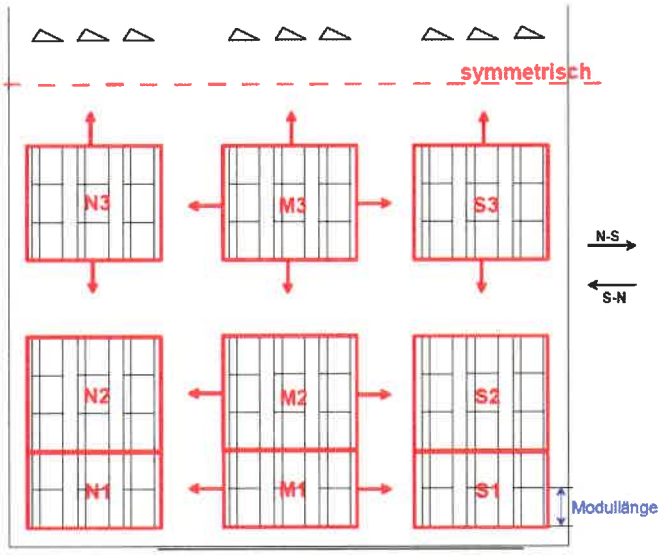
Ces Valeurs ne sont valables que pour des charges de vent appliquées à un panneau seul - elles sont notées « Single » dans le logiciel – et ont pour objet d'expliciter l'effort appliqué au panneau pris isolément.

La seconde vérification concerne le comportement d'un ensemble de panneaux sur le champ (blocs):

Block : un groupe de 9 panneaux est considéré sur une zone de 3 x 3 panneaux
MaxReihe : un groupe de 3 panneaux est considéré sur une zone de 3 x 1 panneaux adjacents positionnés en ligne

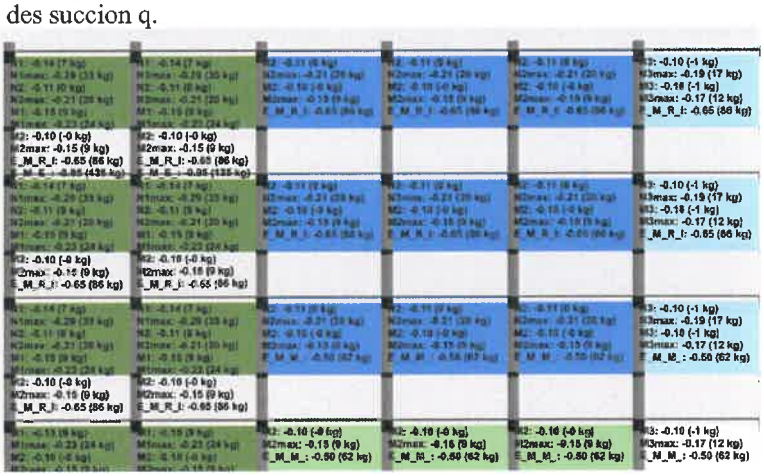


Les noms des blocs sont extraits du rapport d'essai de soufflerie



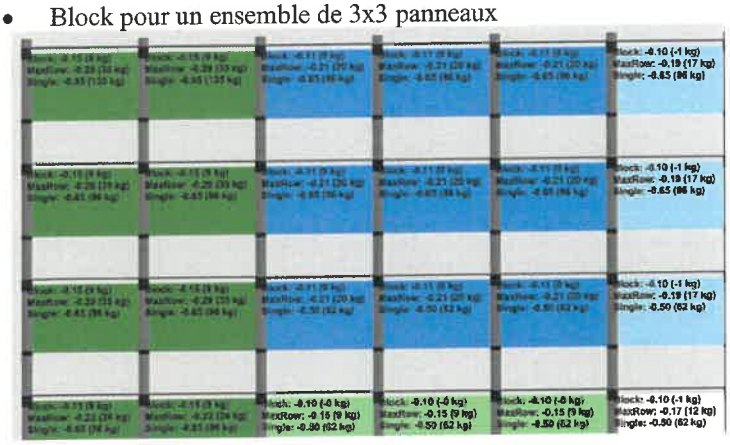
Valeurs cpe

Voici un exemple des différents coefficients aérodynamique pour les différentes zones et le lestage correspondant aux charges des succion q.



Par la suite, les valeurs les plus élevées sont retenues selon le cas de figure :

- Single pour un seul panneau
- maxReihe pour 3 panneaux consécutifs positionnés en ligne
- Block pour un ensemble de 3x3 panneaux



Redistribution des charges :

Bloc 3x3

Le lestage minimal est extrait de la valeur relative au « Block » 3x3 panneaux.
Il n'y a pas de distribution de charge aux panneaux adjacents

Ligne de 1x3 (maxReihe)

Pour des valeur « maxReihe », il y a la possibilité de redistribuer les charges concentrées à une ligne constituée de 3 panneaux adjacents.

Dans ce cas, le logiciel « Solar Planit » considère également les limites suivantes :

- Déflection 10cm maximum
- Résistance en flexion (M_{Rd}) du rail de base
- Il faut 2 rails adjacents, si le rail se trouve au bord (première ou dernière travée), il y a une distribution très réduite du fait des déformations très limitées (liées à la rigidité du système).

Unitaire 1x1 (Single)

Pour la charge de vent sur des panneaux isolés, il est possible de redistribuer les charges aux éléments voisins (à droite et à gauche, et également en avant et en arrière), à l'instar de la situation « maxReihe »

Lestage

Le lestage résultant est déduit de la plus grande des valeurs tirées des cas suivants :

- Block
- MaxReihe – redistribution de charge
- Single – redistribution de charge

Effets de la neige

Les effets de la neige sur le système sont déterminés conformément à la NF EN 1991-1-3 et la NF EN 1991-1-3 NA.
La clause 1.1(3) de la NF EN 1991-1-3 NA définit les conditions d'application des chutes normales ou exceptionnelles, ainsi que les conditions d'accumulation

Les charges de neige sont exprimées en projection horizontale de toiture et sont redistribuées selon le rampant pour les vérifications.

- **Charges de neige normale Equation (5.1) NF EN 1991-1-3 :**
  - $s = \mu i \cdot ce \cdot ct \cdot sk$

$\mu 1$ [-] = Coefficient de forme exprimé au §5.3 de la NF EN 1991-1-3 en fonction du type de toiture à un versant, 2 versants
$\mu 2$ [-] = Coefficient de forme exprimé au §5.3 de la NF EN 1991-1-3 avec l'accumulation exceptionnelle de neige
Ce [-] = Coefficient d'exposition selon Clause 5.2(7) Tableau 5.1 NF EN 1991-1-3/NA
Ct [-] = 1, Coefficient thermique selon Clause 5.2(8) NF EN 1991-1-3/NA
sk [kN/m²] = Valeur caractéristique de la charge de neige sur le sol donnée par l'AN, calculé selon NF EN 1991-1-3/NA Figure AN.2 ‹Carte des valeurs des charges de neige›.

Il est possible de choisir le coefficient de forme $\mu 2$ (NF EN 1991-1-3 tableau 5.2) pour considérer l'accumulation exceptionnelle de neige.
Il est possible de choisir le coefficient d'exposition avec l'outil informatique ‹Solarplanit.lu›.

- **Les charges de neige en débord de toiture :**

On peut calculer soi-même et introduire ces valeurs de charges de neige [kN/m²] avec l'outil informatique ‹Solarplanit.lu›.

La chute exceptionnelle n'est pas prise en compte, mais on peut calculer soi-même ces éventuelles charges et introduire dans les paramètres d'entrée, ces valeurs de charges de neige [kN/m²] exceptionnelles avec l'outil informatique ‹Solarplanit.lu›

Vérification des éléments structuraux

- **Calculs de charges**

Pour la vérification des éléments structuraux, il est considéré que les charges appliquées sur les panneaux photovoltaïques sont telles que.

- Chaque panneau est fixé sur 4 appuis.
- Deux panneaux adjacents reposent sur le même appui.
- chaque profil supporte la charge d'un demi-panneau

Les charges permanentes G du système se décomposent de la manière suivante :

- G = poids propre des panneaux + système de montage
- L'usager du logiciel doit choisir un panneau ou entrer lui-même les chiffres dans la base de données (cf fiche technique du module) du panneau dans l'outil informatique ‹Solarplanit›:
  - L Longueur [mm]
  - B Largeur [mm]
  - m Poids [kg]

Pour la prise en compte du poids propre du système de montage novotegra, l'outil informatique « Solarplanit.lu » calcule systématiquement avec gSM = 0,01 [kN/m²]

Le poids propre qui agit sur chaque appui est calculé ainsi:
G [kN] = ½ • (m [kg] * 0,01 [kN/kg]) + gSM [kN/m²] • L [m] • B [m]

Les charges de la neige et les charges du vent sont calculées comme suit:
S [kN] = ½ • L [m] • B [m] • s [kN/m²]
V [kN] = ½ • L [m] • B [m] • qp [kN/m²] • Cpe,cal

Les charges de vent agissent de manière perpendiculaire sur la superficie de la toiture, les charges sont décomposées comme suit

La composante x agit en parallèle à la couverture :

- Fx [kN] = (G [kN] + S [kN]) • sin α [rad]

La composante z (perpendiculairement à la couverture):
α = inclination du panneau

- Fz [kN] = (G [kN] + S [kN]) • cos α [rad] + V [kN]

Vérification du bridage
La charge admissible des brides est déterminée par l'agrément technique délivré par l'Institut allemand de technique du bâtiment DIBt No. Z-14.4-735 du 12 Mars 2015.

Pour les brides centrales (entre deux panneaux - attaches centrale),
- ZRd = 5,4 [kN] charge admissible en dépression (perpendiculairement au plan du toit)
- HRd =1,85 [kN] charge admissible (parallèlement au plan du toit)

Il faut conduire les deux vérifications :
- **Fzd [kN] / ZRd [kN] < 1**
- **Fxd [kN] / HRd [kN] < 1**

Pour les projets 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 missionner un bureau d'études spécialisé pour mener toutes les vérifications nécessaires.

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

8. SECURITE INCENDIE

Le classement au feu du procédé est visé selon les termes de l'arrêté du 21 novembre 2002 (classement de réaction au feu) et de l'arrêté du 14 février 2003 (méthode d'essai n° 3 de la norme ENV 1187 - norme NF P92-800-5, NF EN 13501 - partie 5 - comportement au feu de toiture soumise à un incendie extérieur)

Les éléments constitutifs du procédé sont tous en matériaux incombustibles exceptés les modules cadrés, qui compte tenu du verre frontal (ép. 3,2mm) sont au moins classés M2 (ou C s1 d0)

9. SECURITE ELECTRIQUE DU CHAMP PHOTOVOLTAÏQUE

Les éléments communiqués pour les différents modules permettent de confirmer que ces derniers sont conformes aux normes 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
Ils se composent d'un câble jaune/vert de section 16mm²

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.
Ils se composent d'un câble jaune/vert de section 6 mm² et de longueur adaptée aux dimensions des modules ou aux distances inter-rangées.
Par ailleurs, les brides référencées MAT01 reliant les modules PV permettent d'assurer (du fait de la section qu'elles présentent, et du contact bride/cadres), une liaison équipotentielle entre les cadres métalliques voisins.
Les câbles ou câblettes 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.

10.DURABILITE

Les éléments constitutifs du procédé ont fait l'objet d'évaluations de vieillissement par le DiBt, et d'essais cycliques de chargement et déchargement.

Ces investigations se sont révélées satisfaisantes, permettant de considérer le procédé d'une durabilité équivalente à celle d'une couverture en TAN traditionnelle, ou d'une couverture en panneaux sandwichs non chargée par un champ générateur.

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.

11.CONTROLES

Les éléments remis par la société Novotegra GmbH liés au marquage des éléments et aux procédures de suivi qualité sont bien décrits.

Les usines de montage du groupe Novotegra GmbH sont certifiées ISO 9001 :2008 et ISO 14001 :2015

12.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 « **Novotegra Toit Plat** » proposé par la société **Novotegra GmbH** et faisant l'objet de la présente Enquête de Technique Nouvelle, moyennant le respect des prescriptions du « Instructions de montage pour toit plat II, version 4.1 de Juin 2023»

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 13 février 2025

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 Novotegra Solar Energy Systems GmbH 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 04 décembre 2023

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 système « NOVOTEGRA TOIT PLAT II » et caractéristiques

II. Instructions de montage pour toit plat II, version 4.1 de Juin 2023

III. Rapports d'essais

- *Rapport d'essai n° 100233 du laboratoire AspectQuality Prüflabor - Verschiedene Chargen EPDM-Teile, teilweise in verbautem Zustand: Nr. 62155-B, 21420-B, 214175B, 210050B : Rapport d'essais de fatigue des éléments EPDM*

- *Rapport d'essai n°Z14.1.4 du laboratoire DiBt - essai réalisé avecles vis REISSER - sur bacs en acier ep 63/100ème*

- *Rapport d'essai n° Z-14.4-735du laboratoire DiBt*

- *Essai à l'arrachement de la vis serreur.*

- *Rapport daté du 09 avril 2014 explicite les coefficients à utiliser pour les panneaux orientés dans le sens EST-OUEST - réalisés par le laboratoire WACKER INGENIEURE – Gewerbestraße 2 D – 75217 Birkenfeld) - (inclinaison des panneaux de 13° par rapport à l'horizontale).*
- *Rapport daté du 15 avril 2014 explicite les coefficients à utiliser pour les panneaux orientés au SUD - réalisés par le laboratoire WACKER INGENIEURE – Gewerbestraße 2 D – 75217 Birkenfeld) - (inclinaison des panneaux de 13° par rapport à l'horizontale.).*

IV. Documentation technique des TAN sous-jacents

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

- *Manuel d'utilisation des modules DMEGC (version 202107- 25 pages)*

Fabricant DUALSUN

- *Notice d'installation, d'utilisation et de maintenance des Modules SPRING DualSun (version 1.9 – 2021 – 62 pages)*
- *Notice d'installation, d'utilisation et de maintenance des Modules FLASH DualSun (version 1.6 – 2021– 19 pages)*

Fabricant HYUNDAI

- *Manuel d'Installation des modules – version : 04/2020*

Fabricant JA SOLAR

- *Manuel d'installation des modules JA SOLAR - Version A15 - (13 pages)*
- *Manuel d'Installation des modules JA Double glass module and bifacial PERC mono glass-glass module– Version5 Mar.15th, 2019*
- *Manuel d'installation des modules JA SOLAR Regular Single-glass module Version A/15 - (13 pages)*
- *Manuel d'installation des modules JA SOLAR Version A/14-1 - (13 pages)*

Fabricant JINKO

- *Manuel d'Installation des modules – version 2022*

Fabricant LONGI SOLAR

- *Manuel d'utilisation des modules LONGI SOLAR (version V14 - 29 pages)*
- *Manuel d'utilisation des modules LONGI SOLAR (version 20220128DraftV01 - 29 pages)*
- *Manuel d'utilisation des modules LONGI SOLAR (21 pages)*

Fabricant Q-CELLS

- *Manuel d'installation et d'exploitation des modules PV Q CELLS correspondant à la gamme Q.PEAK DUO-G8.X (Manuel d'installation modules_solaire_solar modules Q.PEAK_DUO-G8.X+_2020-09_Rev01_FR)*
- *Manuel d'installation et d'exploitation des modules PV Q CELLS correspondant à la gamme Q.PEAK DUO-G9.X (Manuel d'installation modules_solaire_solar modules Q.PEAK_DUO-G9.X_modules_series_2020-09_Rev01_EN)*
- *Manuel d'installation et d'exploitation des modules PV Q CELLS correspondant à la gamme Q.PEAK DUO-G9.X (Manuel d'installation modules_solaire_solar modules Q.PEAK_DUO_ML-G9.X_2020-10_Rev01_FR)*

Fabricant REC SOLAR

- *Notice d'instructions de montage des Modules REC – 60 cellules (version Rev F - 01.20 Ref: NE-06-22)*
- *Notice d'instructions de montage des Modules REC Alpha series (version Rev C - 01.20 Ref: NE-06-23)*
- *Notice d'instructions de montage des Modules REC N-PEAK series (version Rev D - 01.20 Ref: NE-06-22)*
- *Notice d'instructions de montage des Modules REC TwinPeak 4 Series - TwinPeak 4 Black Series - N-Peak Series - N-Peak Black Series - N-Peak 2 Series - N-Peak 2 Black Series (version Rev L - 09.21 Ref: PM-IM-20)*
- *Notice d'instructions de montage des Modules REC Alpha Series - REC Alpha Black Series- REC Alpha Pure Series - REC Alpha 72 Series (version Rev H - 11.21 Ref: PM-IM-23)*

Fabricant SOLUXTEC

- *Manuel d'installation et d'utilisation des modules « DAS MODUL FS Mono/Multi Serie» (version 1.2 – May 2020)-12 pages*
- *Mode d'emploi SOLUXTEC 2021_Version 1/b (18 pages)*

Fabricant SUNPOWER

- *Notice d'instructions de montage des Modules (document n°001-15497 Rev X - P/N 100657 - P/N 520728)*
- *Notice d'instructions de montage des Modules (document n°001-15497 Rev U - P/N 100657 - P/N 520728)*
- *Notice d'instructions de montage des Modules SunPower AC (document n° 537620 RevD)*

Fabricant SYSTOVI

- *Manuel d'Installation des modules – version 2022*

Fabricant TRINA SOLAR

- *Manuel d'installation des modules VERTEX Back sheet glass modules – serie DE09 (Ref PS-M-0906 Ver. C du janvier 2021)*
- *Manuel d'installation et d'utilisation des Modules VERTEX (ref PS-M-0905 version A - 21 pages – daté du 26 avril 2020).*
- *Manuel d'installation et d'utilisation des Modules 158.75 -CELL -Back Sheet Glass Framed (ref PS-M-0694 version D - 23 pages – daté du 17 avril 2020).*
- *Manuel d'installation et d'utilisation des Modules 166 -CELL -Back Sheet Glass Framed (ref PS-M-0871 version B - 21 pages – daté du 14 avril 2020).*

Fabricant VOLTEC

- *Manuel d'installation des modules TARKA 126 - 138 en VSBD ou VSMD – Manuel d'installation et entretien TARKA 120 VSBD_VSMD_v1.0 (2020)*
- *Manuel d'installation des Modules cadrés TARKA 60 et BIVA60 (version LS – V12)*

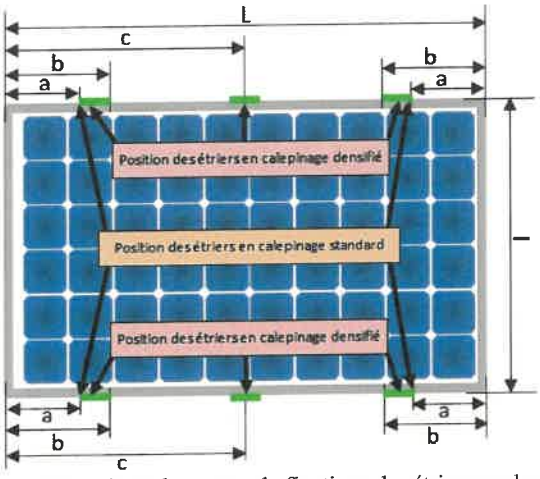


Figure : Valeurs de a, b et c, déterminant les zones de fixations des étriers sur les cadres des modules : **se référer aux instructions de montages des fabricants**

Pour mémoire, les valeurs de résistance en surpression et en dépression dépendent des zones de fixations des étriers sur les cadres des modules – pour un schéma de maintien, correspondent des valeurs de tenue aux sollicitations descendantes et ascendantes – il est capital de consulter le fabricant qui indique, soit dans la notice de montage, soit dans un rapport spécifique, les valeurs de tenue.

Référence Module	Fabricant	L (mm)	l (mm)	Epaisseur (mm)	Retour cadre long côté	Retour cadre petit côté	Plage de puissance (Watts)	Certificats IEC 61215 et 61730	Certificat IEC 61701 (salin)	Certificats IEC 62716 (ammoniac)
DMxxxM6-60HSW	DMEGC	1755	1038	35	35	20	375 à 385	TUV SUD n°Z2 076043 0089 Rev.14		
DMxxxM10-54HBW		1708	1134	30	30	30	395 à 410	TUV SUD n°Z2 076043 0085 Rev. 17	TUV n°Z2 076043 0092 Rev. 09	TUV n°Z2 076043 0091 Rev. 09
Flash DSxxxM6-120SW-01	DUALSUN	1765	1048	35	35	35	345 à 375	TUV SUD n°Z2 103216 0006 Rev. 00		
Flash DSxxxG1-360SBB5		1646	1140	35	35	35	370 à 400	TUV NORD n°44 780 20 406749 - 219 R1M1		
Flash DSxxx-108M10-02		1722	1134	30	30	30	395 à 415	TUV SUD n°Z2 103216 0008 Rev. 00		
Flash DSxxx-108M10-02		1708	1134	30	30	30	395 à 415	TUV SUD n°Z2 103216 0008 Rev. 00		
Flash DSxxx-120M6-02		1755	1038	35	35	35	345 à 375	TUV SUD n°Z2 103216 0008 Rev. 01	TUV SUD n°Z2 103216 0009 Rev. 01	
Flash DSxxx-120M6-02-V		1755	1038	35	35	35	345 à 380	TUV SUD n°Z2 103216 0008 Rev. 01	TUV SUD n°Z2 103216 0009 Rev. 01	
Flash DSxxx-132M10-01		2094	1134	35	35	35	500	TUV SUD n°Z2 103216 0006 Rev. 01		
Flash DSxxx108M10B-02		1722	1134	30			395 à 410	TUV SUD n°Z2 103216 0008 Rev. 01		
Flash DSxxx-M12-B320SBB7		1899	1096	30	30	30	420 à 440	TUV NORD n°44 780 20 406749 – 219R1M1		
Flash DSxxx-108M10TB-03		1722	1134	30			410 à 425	TUV Rheinland n°PV-50599295-0002		
Spring - DSTIxxxM12-B320SBB7		1899	1096	30	30	30	420 à 440	TUV Rheinland n°DE 2-039244		
Spring-DSTNxxxM12-B320SBB7		1899	1096	30	30	30	420 à 440	TUV Rheinland n°DE 2-039244		

Référence Module	Fabricant	L (mm)	l (mm)	Epaisseur (mm)	Retour cadre long côté	Retour cadre petit côté	Plage de puissance (Watts)	Certificats IEC 61215 et 61730	Certificat IEC 61701 (salin)	Certificats IEC 62716 (ammoniac)
HIE - SG series PERC shingled	HYUNDAI	1622	1068	35	35	35	340 à 350	TUV NORD n°44 780 19 406749 – 316		
HIE - VG Series PERC shingled		1719	1140	35	35	35	390 à 410	TUV NORD n°44 780 20 406749 – 017R1M2		
HIE-SxxxHG		1899	1096	30	30	30	435 à 445	TUV NORD n°44 780 20 406749		
HIE-SxxxHG(black)		1899	1096	30	30	30	430 à 445	TUV NORD n°44 780 20 406749		
JAM60S09-XXX/PR	JA SOLAR	1657	996	35	35	35	305 à 325	TUV SUD n°Z2 072092 0300 Rev. 20		
JAM60S10-XXX/PR		1689	996	35	35	35	305 à 345	TUV SUD n°Z2 072092 0300 Rev. 20		
JAM60S10-XXX/MR		1689	996	35	35	35	330 à 350	TUV SUD n°Z2 072092 0300 Rev. 20		
JAM60S12-XXX/PR		1657	996	35	35	35	305 à 325	TUV NORD n°44 780 21 406749 – 051R1A1M1		
JAM60S17-XXX/MR		1689	996	35	35	35	320 à 340	TUV SUD n°Z2 072092 0300 Rev. 20		
JAM60D09/XXX/BP		1682	1000	30	28	10	300 à 325	TUV SUD n°Z2 072092 0300 Rev. 20		
JAM60D10/MB		1711	1005	30	28	10	320 à 340	TUV SUD n°Z2 072092 0300 Rev. 20		
JAM60D20/MB		1774	1052	35	28	10	360 à 385	TUV SUD n°Z2 072092 0295 Rev.51	TUV NORD n°44 780 21 406749 – 051R4A3M6	TUV NORD n°44 780 20 406749 – 026R9A5M11
JAM60S20/MR		1776	1052	35	35	35	365 à 390	TUV SUD n°Z2 072092 0295 Rev.51	TUV NORD n°44 780 21 406749 – 051R4A3M6	TUV NORD n°44 780 20 406749 – 026R9A5M11
JAM60S20/MR		1769	1052	35	35	35	365 à 390	TUV SUD n°Z2 072092 0295 Rev.51	TUV NORD n°44 780 21 406749 – 051R4A3M6	TUV NORD n°44 780 20 406749 – 026R9A5M11
JAP60S09-XXX/SC		1657	996	35	35	35	265 à 280	TUV NORD n°44 780 21 406749 – 051R1A1M1		
JAM72S09/PR		1979	996	40	35	35	375 à 395	TUV SUD n°Z2 072092 0295 Rev.51	TUV NORD n°44 780 21 406749 – 051R4A3M6	TUV NORD n°44 780 20 406749 – 026R9A5M11
JAM72S10/PR		2015	996	40	35	35	390 à 410	TUV SUD n°Z2 072092 0295 Rev.51	TUV NORD n°44 780 21 406749 – 051R4A3M6	TUV NORD n°44 780 20 406749 – 026R9A5M11
JAM72D09/BP		2004	1000	30	28	10	370 à 390	TUV SUD n°Z2 072092 0295 Rev.51	TUV NORD n°44 780 21 406749 – 051R4A3M6	TUV NORD n°44 780 20 406749 – 026R9A5M11
JAM72D10/MB		2037	1005	30	28	10	390 à 410	TUV SUD n°Z2 072092 0295 Rev.51	TUV NORD n°44 780 21 406749 – 051R4A3M6	TUV NORD n°44 780 20 406749 – 026R9A5M11
JAM54S30/GR		1722	1134	30	33	18	400 à 425	TUV SUD n°Z2 072092 0295 Rev.51	TUV NORD n°44 780 21 406749 – 051R4A3M6	TUV NORD n°44 780 20 406749 – 026R9A5M11
JAM54S30/MR		1722	1134	30	33	18	390 à 415	TUV SUD n°Z2 072092 0295 Rev.51	TUV NORD n°44 780 21 406749 – 051R4A3M6	TUV NORD n°44 780 20 406749 – 026R9A5M11
JAM54D40-LB		1762	1134	30	28	12	430 à 455	TUV SUD n°Z2 072092 0295 Rev.51	TUV NORD n°44 780 21 406749 – 051R4A3M6	TUV NORD n°44 780 20 406749 – 026R9A5M11

Référence Module	Fabricant	L (mm)	l (mm)	Epaisseur (mm)	Retour cadre long côté	Retour cadre petit côté	Plage de puissance (Watts)	Certificats IEC 61215 et 61730	Certificat IEC 61701 (salin)	Certificats IEC 62716 (ammoniac)
JKMxxxN-54HL4-V	JINKO	1722	1134	30	33	33	395 à 415	TUV Rheinland n°PV 50416412-0058	DEKRA n°6090547.02DS	DEKRA n°31-90001-009 Rev.1
JKMxxxN-54HL4R-V		1762	1134	30	33	33	425 à 450	TUV SUD n°Z2 118443 0003 Rev.02	DEKRA n°31-90002-018 Rev.4	DEKRA n°31-90001-018 Rev.3
JKMxxxN-54HL4R-B		1762	1134	30	33	33	425 à 445	TUV SUD n°Z2 118443 0003 Rev.02	DEKRA n°31-90002-018 Rev.4	DEKRA n°31-90001-018 Rev.3
JKMxxxN-54HL4R-BDV		1762	1134	30	28	15	420 à 440	TUV Rheinland n°PV 50446257-0022	TUV NORD n°44 780 20 406749 – 410R3A3M4	TUV NORD n°44 780 19 406749 – 411R2A2M2
JKMxxxN-60HL4-V		1903	1134	30	33	33	460 à 480	TUV SUD n°Z2 118443 0003 Rev.02	TUV NORD n°44 780 20 406749 – 410R3A3M4	TUV NORD n°44 780 19 406749 – 411R2A2M2
LR4-60HBD	LONGI	1755	1038	30	30	15	350 à 380	TUV SUD n°Z2 099333 0045 Rev.25	TUV SUD n°Z2 099333 0082 Rev.06	TUV SUD n°Z2 099333 0083 Rev.06
Mono PERC LR4-60HPH		1755	1038	35	30	30	350 à 380	TUV SUD n°Z2 099333 0045 Rev.13		
Mono PERC LR4-60HIH		1755	1038	30	30	15	350 à 380	TUV SUD n°Z2 099333 0045 Rev.13		
Mono PERC LR4-72HBD bifacial		2094	1038	35	30	10	425 à 455	TUV SUD n°Z2 099333 0039 Rev.14		
Mono PERC LR4-72HPH		2094	1038	35	35	25	425 à 455	TUV SUD n°Z2 099333 0045 Rev.13		
LR5-54HIH		1722	1134	30	30	15	400 à 420	TUV SUD n°Z2 099333 0045 Rev.25	TUV SUD n°Z2 099333 0082 Rev.06	TUV SUD n°Z2 099333 00783 Rev.05
LR5-54HIB		1722	1134	30	30	15	395 à 415	TUV SUD n°Z2 099333 0062 Rev.13		TUV SUD n°Z2 099333 0078 Rev.03
LR5-54HIBD		1722	1134	30	30	15	390 à 415	TUV SUD n°Z2 099333 0039 Rev.26		
LR6-60HPH		1672	991	35	30	30	300 à 320	TUV SUD n°Z2 099333 0045 Rev.25	TUV SUD n°Z2 099333 0082 Rev.06	TUV SUD n°Z2 099333 0083 Rev.06
LR5-54HTH scientist		1722	1134	30	30	15	440 à 450	TUV SUD n°Z2 099333 0045 Rev.25	TUV SUD n°Z2 099333 0082 Rev.06	TUV SUD n°Z2 099333 0083 Rev.07
LR5-54HTH explorer		1722	1134	30	30	15	415 à 435	TUV SUD n°Z2 099333 0045 Rev.25	TUV SUD n°Z2 099333 0082 Rev.06	UV SUD n°Z2 099333 0083 Rev.07
LR5-54HTB scientist		1722	1134	30	30	15	435 à 445	TUV SUD n°Z2 099333 0045 Rev.25	TUV SUD n°Z2 099333 0082 Rev.06	UV SUD n°Z2 099333 0083 Rev.07
LR5-54HTB explorer		1722	1134	30	30	15	410 à 430	TUV SUD n°Z2 099333 0045 Rev.25	TUV SUD n°Z2 099333 0082 Rev.06	UV SUD n°Z2 099333 0083 Rev.07
Q Peak Duo ML-G9	QCELLS	1840	1030	32	32,8	22	365 à 385	TUV Rheinland n°PV 60149904-0039		
Q Peak Duo ML Black G9		1840	1030	32	32,8	22	365 à 385	TUV Rheinland n°PV 60149904-0039		
Q Peak Duo G9		1673	1030	32	32,8	22	335 à 355	TUV Rheinland n°PV 60149904-0040		
Q Peak Duo G9.4		1673	1030	32	32,8	22	375 à 395	TUV Rheinland n°PV 60149904-0075		
Q Peak Duo G8.4		1740	1030	32	32,8	22	340 à 360	TUV Rheinland n°PV 60149904		
Q Peak Duo G8		1740	1030	32	32,8	22	340 à 360	TUV Rheinland n°PV 60149904		
Q.PEAK DUO G6		1740	1030	32	32,8	22	345 à 360	TUV Rheinland n°PV 60149904		
Q.PEAK DUO G6.2		1740	1030	32	32,8	22	340 à 355	TUV Rheinland n°PV 60149904		
Q.PEAK DUO G10		1717	1045	32			360 à 380	TUV Rheinland n°PV 60149904		
Q.PEAK DUO G10.4		1717	1045	32			360 à 380	TUV Rheinland n°PV 60149904		
Q.PEAK DUO BLK G10		1717	1045	32			350 à 370	TUV Rheinland n°PV 60149904		
Q.PEAK DUO BLK G10.4		1717	1045	32			350 à 370	TUV Rheinland n°PV 60149904		
Q.PEAK DUO ML G10		1879	1045	32			395 à 415	TUV Rheinland n°PV 60149904		
Q.PEAK DUO BLK ML G10		1879	1045	32			385 à 405	TUV Rheinland n°PV 60149904		
Q.PEAK DUO ML G10+		1879	1045	32			395 à 415	TUV Rheinland n°PV 60149904		
Q.PEAK DUO ML G10.4		1879	1045	32			395 à 415	TUV Rheinland n°PV 60149904		
Q.PEAK DUO ML G10.4+		1879	1045	32			395 à 415	TUV Rheinland n°PV 60149904		

Référence Module	Fabricant	L (mm)	l (mm)	Epaisseur (mm)	Retour cadre long côté	Retour cadre petit côté	Plage de puissance (Watts)	Certificats IEC 61215 et 61730	Certificat IEC 61701 (salin)	Certificats IEC 62716 (ammoniac)
Q.PEAK DUO M G11	QCELLS	1692	1134	30			390 à 410	TUV Rheinland n°PV 60149904	Dekra n°31-121239 Rev.1	Dekra n°31-121371 Rev.1
Q.PEAK DUO M G11+		1692	1134	30			390 à 410	TUV Rheinland n°PV 60149904	Dekra n°31-121239 Rev.1	Dekra n°31-121371 Rev.1
Q.PEAK DUO BLK M G11+		1692	1134	30			380 à 400	TUV Rheinland n°PV 60149904		
Q.PEAK DUO BLK M G11		1692	1134	30			380 à 400	TUV Rheinland n°PV 60149904		
Q.PEAK DUO ML G11.2		2054	1134	32			480 à 500	TUV Rheinland n°PV 60149904		
REC Twin Peak 2 Series TP2	REC	1675	997	38	28	28	300 à 330	TUV Rheinland n°PV 60149904		
REC Alpha Black Series half cut - full black		1721	1016	30	28	28	355 à 375	TUV Rheinland n°PV 60149904		
REC Alpha Black Series half cut		1721	1016	30	28	28	360 à 380			
REC Npeak Black Series		1675	997	30	28	28	310 à 325			
REC Npeak Series		1675	997	30	28	28	310 à 330			
DAS MODUL MONO XSC_AG	SOLUXTEC	1722	1133	35	25	11,6	400 à 415			
DMMXSCNiXXX-AG		1722	1133	35	30	30	420 à 430	VDE n°40052653		
DMMXSCNiXXX		1722	1133	35	30	30	415 à 425	VDE n°40052653		
SPR-X21-470	SUNPOWER	2067	1046	46	32	22	470			
X22-480/485		2067	1046	46	32	22	480 à 485			
SPR-MAX3		1690	1046	40	32	24	370 à 400	TUV Rheinland n°PV 60146577		
Max3 112c		1812	1046	40	32	24	415 à 430			
Maxeon 3 COM		1690	1046	40	32	24	370 à 400			
SPR-MAX 5 AC		1835	1017	40	32	24	400 à 415			
Performance 3 black		1690	1160	35	32	24	370 à 390	TUV Rheinland n°PV 60152450-0011		
Performance 3 black-AC		1690	1160	35	32	24	370 à 385			
Performance 3 COM		2066	998	40	32	24	405 à 420			
Performance 5 bifacial		2384	1092	35	35	16	520 à 545			
P6-COM-XS		1808	1092	30	33	24	400 à 420	TUV Rheinland n°PV 50485103		
SPR-P6-xxx-BLK		1808	1086	30	33	24	375	TUV Rheinland n°PV 50485103		
SPR-MAX6-xxx-Ex-AC		1872	1032	40	32	24	420 à 445	TUV Rheinland n°PV 60152450		
SPR-MAX6-xxx-BLK-Ex-AC		1872	1032	40	32	24	410 à 425	TUV Rheinland n°PV 60152450		
PE7633007	SYSTOVI	1686	1055	44	35	35	330	Certisolis n°20200203_001_Rev5		
TWMPD-54HSXXX	TONGWEI	1722	1134	30	33	15	400 à 420	TUV NORD n°44 780 23 406749 - 282		
TWMPD-54HSXXX (Black Frame)		1722	1134	30	33	15	400 à 420	TUV NORD n°44 780 23 406749 - 282		
TWMPD-54HBXXX		1722	1134	30	33	15	400 à 420	TUV NORD n°44 780 23 406749 - 282		
TWMND-54HSXXX		1722	1134	30	33	15	415 à 435	TUV NORD n°44 780 23 406749 - 282		
TWMND-54HSXXX (Black Frame)		1722	1134	30	33	15	415 à 435	TUV NORD n°44 780 23 406749 - 282		
TWMND-54HBXXX		1722	1134	30	33	15	415 à 430	TUV NORD n°44 780 23 406749 - 282		
THXXXPMB7-46SCS		1899	1096	30	30	30	420 à 445	TUV NORD n°44 780 19 406749 – 401R23A5M49		
Mono HONEY TSM-PD05	TRINA	1650	992	35	35	35	270 à 285	TUV Rheinland n°PV 50357713		
Mono TSM-DE06M(II)		1690	996	35	35	24,5	325 à 345			
Mono TSM-DE06M.08(II)		1690	996	35	35	35	325 à 345			
Mono TSM-DE08M.08(II)		1763	1040	35	35	35	360 à 380			
Vertex TSM-DE09.08		1754	1096	30	33	18	390 à 405	TUV SUD n°Z2 070321 0114 Rev.08	TUV SUD n°Z2 070321 0146 Rev.07	TUV SUD n°Z2 070321 0145 Rev.05

Référence Module	Fabricant	L (mm)	l (mm)	Epaisseur (mm)	Retour cadre long côté	Retour cadre petit côté	Plage de puissance (Watts)	Certificats IEC 61215 et 61730	Certificat IEC 61701 (salin)	Certificats IEC 62716 (ammoniac)
Vertex TSM-DE09.05 black	TRINA	1754	1096	30	33	18	380 à 395	TUV Rheinland n°PV 50565114-0027	TUV SUD n°Z2 070321 0146 Rev.05	TUV SUD n°Z2 070321 0145 Rev.05
Vertex S Plus TSM-NEG9.28		1770	1096	30	33	15	400 à 420	TUV SUD n°Z2 070321 0097 Rev.40	TUV SUD n°Z2 070321 0146 Rev.05	TUV SUD n°Z2 070321 0145 Rev.05
Vertex S bifacial TSM-NEG9C.27		1770	1096	30	33	15	395 à 410	TUV SUD n°Z2 070321 0097 Rev.40	TUV SUD n°Z2 070321 0146 Rev.05	TUV SUD n°Z2 070321 0145 Rev.05
Vertex S R TSM-DE09R.08		1762	1134	30	33	15,4	415 à 435	TUV SUD n°Z2 070321 0097 Rev.40	TUV SUD n°Z2 070321 0146 Rev.05	TUV SUD n°Z2 070321 0145 Rev.05
Vertex S Plus TSM-NEGR9.28		1762	1134	30	28,5	11,6	425 à 450	TUV SUD n°Z2 070321 0097 Rev.40	TUV SUD n°Z2 070321 0146 Rev.05	TUV SUD n°Z2 070321 0145 Rev.05
Poly Tarka 60VSPS	VOLTEC	1660	998	42	30	30	260 à 275	ELIOCERT n°ID20160319		
Mono Tarka 60VSMS		1660	998	42	30	30	270 à 300	ELIOCERT n°ID20170610		
Mono Tarka 120VSMS		1685	1000	42	25	25	320 à 330			
Poly Tarka72 VSPS		1980	998	42	30	30	300 à 325			
Mono Tarka72 VSMS		1980	998	42	30	30	315 à 340			
Mono Tarka 126VSMD		1835	1042	35	25	14,5	385 à 395	ELIOCERT n°ID20210708		

Guide de choix des matériaux

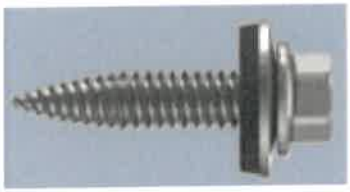
Référence produit	Atmosphères extérieures							
	Rurale non polluée	Industrielle ou urbaine		Marine (distance du littoral)				Spéciale
		Normale	Sévère	20 km à 10 km	10 km à 3 km	< à 3km*	Mixte	
	X	X	(2)	X	X	(2)	(2)	(2)
	X	X	(2)	X	X	(2)	(2)	(2)
	X	X	(2)	X	X	(2)	(2)	(2)
	X	X	(2)	X	X	(2)	(2)	(2)
	X	X	(2)	X	X	(2)	(2)	(2)
	X	X	(2)	X	X	(2)	(2)	(2)
	X	X	(2)	X	X	(2)	(2)	(2)
	X	X	(2)	X	X	(2)	(2)	(2)
	X	X	(2)	X	X	(2)	(2)	(2)
	X	X	(2)	X	X	(2)	(2)	(2)

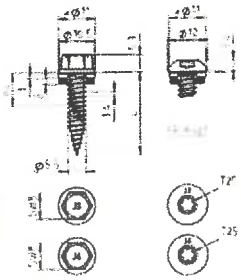
Les atmosphères extérieures sont définies dans l'annexe A à la norme NF P24-351 et dans le cahier 3194 du CSTB
X : cas d'emploi autorisé
NA : cas d'emploi Non Autorisé
* : à l'exclusion du front de mer
(1) : sur étude spécifique et soumis à accord de la société **NOVOTEGRA**
(2) : sur étude spécifique et soumis à accord **du fabricant du module photovoltaïque**

Tableau 2: Expositions atmosphériques autorisées pour le procédé en fonction du module photovoltaïque (cf tableau)

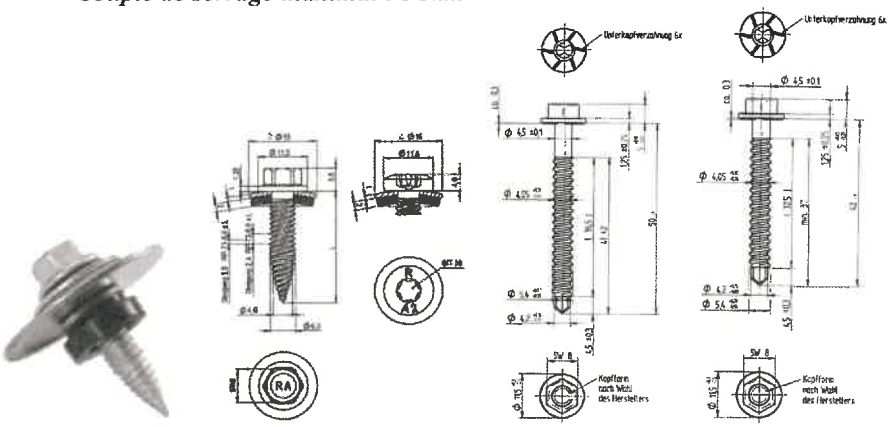
VII. Caractéristiques des fixations associées au système.

- ***Vis autoperceuses* EJOT JF3-2-5,5** - *Ø 5,5 x 2,8 mm –*

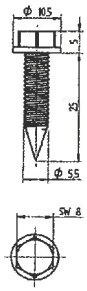
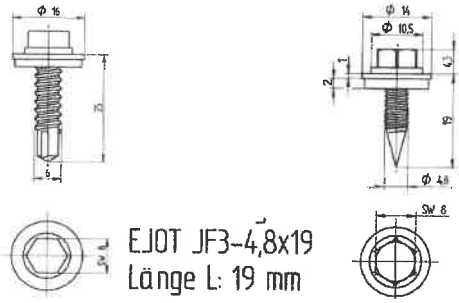




- ***Vis autoperceuses*** **Reisser RP-T1-6x2,5 (E16)** - *Ø 6 x 2,5 mm avec rondelle et bague d'étanchéité – charge admissible des vis auto-taraudeuses (selon agrément technique du DIBT n°* Z-14.1-4 *du 13 Juin 2013) - - valeurs de résistance – cf tableau ci-dessous*
  Couple de serrage maximal : *3 N.m*



EJOT JF3-2-5,5x25



- Référence vis de fixation rails (entre rails ou entre rails et éclisses) ***Vis autoperceuses*** **EJOT JF3-2-5,5** - *Ø 5,5 x 2,5 mm –*