

ALPES CONTRÔLES

Construction & Exploitation

Bureau Alpes Contrôles

etn@alpes-contrôles.fr

Membre de FILIANCE

CTC R440 V2

RAPPORT D'ENQUETE DE TECHNIQUE NOUVELLE

REFERENCE :	A27T2110 indice 14
NOM DU PROCEDE :	MULTIRAIL
MODULES PHOTOVOLTAIQUES ASSOCIES EN POSE PAYSAGE :	LISTE COMPLETE AU CHAPITRE 5 Module(s) objet du présent indice : - SOLARWATT SOLARWATT Panel classic AM 2.0 (xxx Wp) pure, low carbon 1708x1134x35 mm de 400 à 410 W ; - SOLARWATT SOLARWATT Panel classic AM 2.0 (xxx Wp) black 1708x1134x35 mm de 395 à 405 W ; - SOLARWATT SOLARWATT Panel vision GM 3.0 (xxx Wp) pure 1780x1052x40 mm de 370 à 385 W ; - SOLARWATT SOLARWATT Panel vision AM 4.0 (xxx Wp) pure, low carbon 1722x1134x35 mm de 395 à 410 W ; - SOLARWATT SOLARWATT Panel vision AM 4.0 (xxx Wp) black, low carbon 1722x1134x35 mm de 395 à 410 W.
TYPE DE PROCEDE :	Procédé photovoltaïque en toiture de bâtiments
DESTINATION :	Toitures à versants plans de bâtiments avec couvertures en grands éléments
DEMANDEUR :	K2 SYSTEMS GMBH Industriestr. 18 71272 RENNINGEN ALLEMAGNE
PERIODE DE VALIDITE :	DU 17 NOVEMBRE 2023 AU 10 DECEMBRE 2024

Le présent rapport porte la référence A27T2110 indice 14 rappelée sur chacune des 19 pages. Il ne doit être utilisé que dans son intégralité.

Historique des indices :

<i>INDICE ETN</i>	<i>DATE DEBUT VALIDITE</i>	<i>OBJET</i>
0	11 décembre 2021	Version initiale
01	09 février 2022	Ajout de 1 module VOLTEC SOLAR
02	06 avril 2022	Ajout de 2 modules SUNPOWER MAXEON SOLAR
03	03 juin 2022	Ajout de 3 modules MEYER BURGER
04	07 juillet 2022	Ajout de 5 modules DMEGC
05	09 septembre 2022	Ajout de 5 modules RECOM SILLIA
06	01 décembre 2022	Ajout de 3 modules MYLIGHT SYSTEMS
07	07 avril 2023	Ajout de 4 modules ALEO SOLAR
08	26 avril 2023	Ajout de 1 module RECOM SILLIA
09	27 avril 2023	Ajout de 2 modules VOLTEC SOLAR
10	03 juillet 2023	Ajout de 2 modules JINKO SOLAR
11	04 juillet 2023	Ajout de 5 modules JINKO SOLAR
12	17 août 2023	Ajout de 2 modules CKW
13	07 novembre 2023	Ajout de 2 modules CETIH CARQUEFOU - SYSTOVI
14	17 novembre 2023	Ajout de 5 modules SOLARWATT

Sommaire :

PREAMBULE	3
1. OBJET DE LA MISSION	3
2. DESCRIPTION DU PROCEDE	5
3. DOMAINE D'EMPLOI	6
4. DOCUMENT DE REFERENCE	7
5. MATERIAUX/COMPOSANTS	8
6. FABRICATION ET CONTROLE	16
7. JUSTIFICATIONS/ESSAIS	16
8. MISE EN ŒUVRE	16
9. REFERENCES	17
10. ANALYSE TECHNIQUE DE L'APTITUDE A L'EMPLOI	18
11. AVIS DE PRINCIPE DE BUREAU ALPES CONTROLES	19

PREAMBULE

Cette Enquête de Technique Nouvelle (dénommée « ETN » dans la suite du présent document) est une évaluation des aléas techniques réalisée par BUREAU ALPES CONTROLES pour le demandeur la société K2 SYSTEMS GMBH, à qui elle appartient. Cette Enquête de Technique Nouvelle ne peut faire l'objet d'aucun complément ou ajout de la part d'une tierce partie, les seules parties autorisées à réaliser des ajouts/modifications d'un commun accord étant BUREAU ALPES CONTROLES et le demandeur.

Notamment, il n'est pas permis à une tierce partie d'émettre des évaluations complémentaires à cette ETN, qui feraient référence à cette ETN sans l'accord formel de BUREAU ALPES CONTROLES et du demandeur. Toutes évaluations complémentaires à cette ETN, et les conclusions associées, sont à considérer comme nulles et non avenues, et ne sauraient engager d'une quelconque façon BUREAU ALPES CONTROLES.

1. OBJET DE LA MISSION

La société K2 SYSTEMS GMBH nous a confié une mission d'évaluation technique du Cahier des Charges relatif au procédé MULTIRAIL. Cette mission est détaillée dans notre contrat référence A27-T-2021-0015/0 et avenant(s) éventuel(s).

La mission confiée vise à donner un Avis de Principe sur le Cahier des Charges relatif au procédé MULTIRAIL, Avis de Principe préalable à la réalisation par BUREAU ALPES CONTROLES de missions de Contrôle Technique de type « L » sur des opérations de constructions particulières. Cet Avis de Principe préalable est matérialisé dans le présent rapport.

La mission confiée à la société BUREAU ALPES CONTROLES concerne uniquement les éléments constitutifs assurant la fonction « 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 relative à la solidité des ouvrages, selon la loi du 04 janvier 1978 et la norme NFP 03-100) par BUREAU ALPES CONTROLES, à l'exclusion :

- de tout autre fonction et/ou aléas au sens de la norme NFP 03-100 (solidité des équipements dissociables, solidité des existants, stabilité des ouvrages avoisinants, sécurité des personnes en cas d'incendie, stabilité en cas de séisme, isolation thermique, étanchéité à l'air, isolation acoustique, accessibilité des personnes à mobilité réduite, transport des brancards, fonctionnement des installations, gestion technique du bâtiment, hygiène et santé, démolition, risques naturels exceptionnels et technologiques,...),
- de toute garantie de performance ou de rendement, garantie contractuelle supplémentaire à la garantie décennale,...
- ainsi que de tous labels (QUALITEL, HPE, BBC, Minergie, Effinergie, Passivhaus,...)...

Nota important :

- le contrat ci-dessus référencé n'est pas un contrat de louage d'ouvrages.

- la mission objet de ce rapport n'est pas une mission de contrôle technique au sens de la norme NF P 03-100.

L'examen des dispositions liées à la sécurité électrique du champ photovoltaïque n'est notamment pas réalisé dans le cadre de la présente mission.

La présente Enquête vise l'utilisation du procédé MULTIRAIL dans son caractère non traditionnel. Les dispositions traditionnelles du procédé relèvent des documents de référence les concernant.

La présente Enquête ne vise pas les ouvrages qui ne seraient réalisés qu'avec une partie des matériaux/éléments constitutifs du procédé MULTIRAIL.

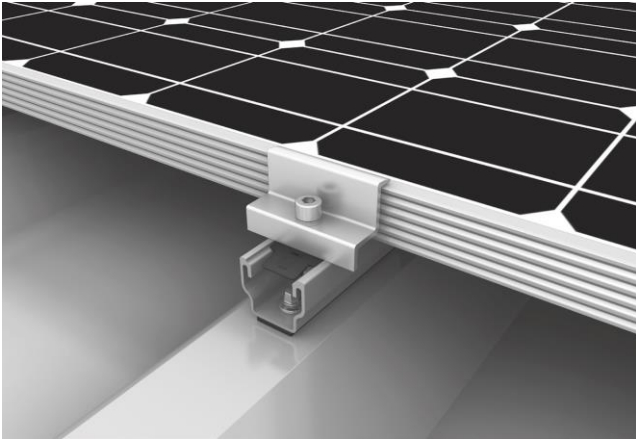
La présente Enquête ne vise pas les ouvrages relevant d'une étude spécifique.

La présente Enquête ne vise pas l'outil de calculs éventuel associé au procédé.

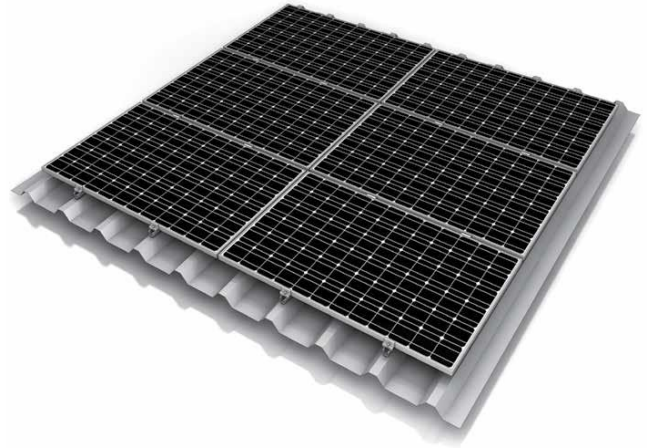
Pour mémoire, la présente Enquête de Technique Nouvelle ne vise pas la vérification de la tenue de la structure porteuse associée au procédé MULTIRAIL ; vérification sous poids propre, charges permanentes et sollicitations climatiques ; cette étude préalable de stabilité étant à réaliser systématiquement pour chaque chantier.

2. DESCRIPTION DU PROCÉDE

Le procédé MULTIRAIL est un procédé permettant la fixation de modules photovoltaïques en mode paysage (petits côtés parallèles à la pente ; fixation par leurs grands côtés) sur une couverture en bacs acier référencés.



Système de fixation du procédé



Vue d'ensemble du procédé

Ce procédé se compose principalement de :

- Support en bac acier d'épaisseur 0,75 mm, conforme au DTU 40.35 et spécifiquement référencé pour cette application, fixé dans les pannes à chaque nervure ; et muni en usine d'un régulateur de condensation dans le cas des toitures froides ;
- Rail MULTIRAIL, de longueur 100 mm, muni en usine d'un joint EPDM d'épaisseur 3 mm en sous-face ;
- Vis de fixation du rail MULTIRAIL sur le bac acier spécifiquement référencée (vis auto-perceuse REISSER référence RP-T2 diamètre 6 mm, longueur 25 mm avec rondelle métallique et joint EPDM) ;
- Etriers de fixation des modules, associés à des écrous prisonniers et vis à tête cylindrique, pour la fixation des modules photovoltaïques aux rails MULTIRAIL ;
- Modules photovoltaïques cadrés de marques et de types référencés, posés en mode Paysage (petits côtés parallèles à la pente) et fixés par leurs grands côtés.

3. DOMAINE D'EMPLOI

Le Domaine d'Emploi du procédé est précisé au Chapitre 2 du Cahier des Charges, et précisé comme suit dans le cadre de l'Enquête de Technique Nouvelle, l'ensemble des dispositions explicitées dans le Cahier des Charges s'appliquant par ailleurs :

- Utilisation en France Européenne :
 - ✓ En climat de plaine uniquement, caractérisé conventionnellement par une altitude inférieure à 900 m ;
 - ✓ En atmosphère extérieure rurale non polluée, urbaine ou industrielle normale ;
 - ✓ En atmosphère extérieure marine, pour le procédé hors modules, en configuration standard de revêtement : à une distance supérieure à 10 km du littoral ;
 - ✓ Au-dessus de locaux à faible ou moyenne hygrométrie au sens de l'Annexe D du DTU 40.35 ;
 - ✓ En ambiance intérieure saine.
- Utilisation sur tous types de bâtiments, à l'exclusion des parois de toiture directement en contact avec une chambre froide ;
- Mise en œuvre en toitures planes (non cintrées) de bâtiments, exclusivement sur des charpentes métal ou bois avec pannes acier ou bois conformes au DTU 40.35, d'un entraxe maximum de 1500 mm pour un bac référencé d'épaisseur 0,75 mm :
 - ✓ En pannes acier : largeur continue d'appui minimale de 40 mm parallèle au plan de la couverture, épaisseur minimale de 1,5 mm ;
 - ✓ En pannes bois : largeur d'appui minimale de 60 mm et hauteur minimale de 80 mm.
- Réalisation de versants complets ou partiels de toiture, en raccordement à des bacs aciers conformes au DTU 40.35, ou à des plaques fibre-ciment conformes au DTU 40.37. Le procédé doit toujours être continu du faîtage à l'égout, et peut relier les rives, dans le respect des reprises de surcharges liées au cas d'accumulation de neige notamment. Les porte-à-faux ne sont pas visés ;
- Implantation sur des versants plans de pente, imposée par la toiture de 4° / 7% au minimum, et 75°/373% au maximum, avec dispositions supplémentaires pour les recouvrements longitudinaux et transversaux :

Valeurs et dispositions à respecter pour les recouvrements transversaux		
Pentes (%)	Zone I et Zones II	Zone III
$7 \leq P < 10$	300 mm + CE	Non prévu
$10 \leq P < 15$	300 mm	300 mm + CE
$P \geq 15$	300 mm	300 mm

CE : Complément d'étanchéité conforme à la norme NF P 30-305
Zones I, II et III : zones de concomitance vent/pluie selon annexe E du DTU 40.35

- Utilisation pour une longueur de rampant maximale de 40 m ;
- Réalisation de toitures froides ventilées ou de toitures chaudes conformément aux différents cas prévus dans le DTU 40.35.

- Résistances du procédé constructif (hors modules photovoltaïques) aux sollicitations climatiques au sens des règles NV65 modifiées :
 - ▶ Configuration avec 2 rails MULTIRAIL par longueur de module :
 - Entraxe de pannes : 1500 mm
 - Bacs aciers référencés épaisseur 0,75 mm / 3 ondes/ml / hauteur de nervure 45 mm ;
 - 2 rails MULTIRAIL par longueur de module

Résistance aux sollicitations perpendiculaires ^(*)	S _{module} ≤ 1,7 m ²		S _{module} ≤ 1,8 m ²		S _{module} ≤ 1,85 m ²	
	normale	extrême	normale	extrême	normale	extrême
Ascendantes	870 Pa	1522 Pa	820 Pa	1435 Pa	800 Pa	1400 Pa
Descendantes	380 Pa	634 Pa	355 Pa	593 Pa	350 Pa	584 Pa

^(*) perpendiculaire au plan de la couverture

Nota : il est possible de réaliser un montage renforcé avec 6 rails par module

- ▶ Configuration avec 3 rails MULTIRAIL par longueur de module :
 - Entraxe de pannes : 1500 mm
 - Bacs aciers référencés épaisseur 0,75 mm / 3 ondes/ml / hauteur de nervure 45 mm ;
 - 3 rails MULTIRAIL par longueur de module (montage renforcé)

Résistance aux sollicitations perpendiculaires ^(*)	S _{module} ≤ 1,7 m ²		S _{module} ≤ 1,8 m ²		S _{module} ≤ 1,85 m ²		S _{module} ≤ 2,03 m ²		S _{module} ≤ 2,17 m ²	
	normale	extrême	normale	extrême	normale	extrême	normale	extrême	normale	extrême
Ascendantes	1170 Pa	2047 Pa	1105 Pa	1934 Pa	1075 Pa	1881 Pa	980 Pa	1715 Pa	915 Pa	1600 Pa
Descendantes	640 Pa	1068 Pa	600 Pa	1002 Pa	585 Pa	977 Pa	535 Pa	893 Pa	500 Pa	835 Pa

^(*) perpendiculaire au plan de la couverture

4. DOCUMENT DE REFERENCE

La société K2 SYSTEMS GMBH a rédigé un Cahier des Charges, version 15, daté du 16 novembre 2023, intitulé « Cahier des Charges / Système MultiRail », et comportant 96 pages.

Ce document a été examiné par BUREAU ALPES CONTROLES dans le cadre de la présente Enquête.

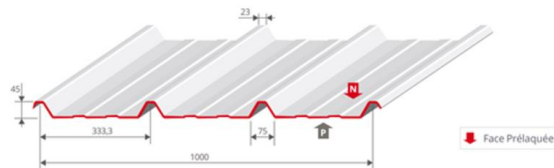
5. MATERIAUX/COMPOSANTS

Les matériaux/composants entrant dans le procédé MULTIRAIL sont définis au Chapitre 3 du Cahier des Charges.

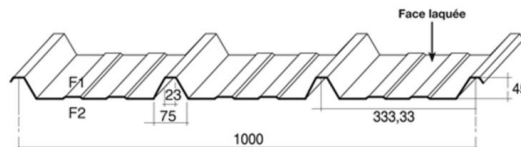
Le procédé MULTIRAIL se compose principalement des matériaux/composants suivants :

- Support en bac acier d'épaisseur 0,75 mm, conforme au DTU 40.35 et spécifiquement référencé spécifiquement pour cette application, fixé dans les pannes à chaque nervure ; et muni en usine d'un régulateur de condensation dans le cas des toitures froides :

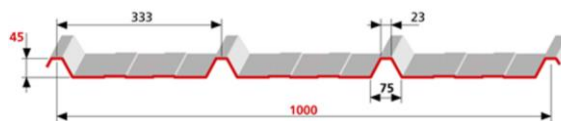
- BACACIER Coveo 3.45, avec revêtement selon atmosphère extérieure :



- MONOPANEL Cobacier 1003, avec revêtement selon atmosphère extérieure :



- NLMK Coverbac 3.45.1000 TS, avec revêtement selon atmosphère extérieure :



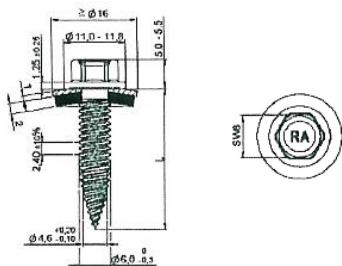
- ARCELORMITTAL Eklips® K 45, avec revêtement selon atmosphère extérieure :



- Rail MULTIRAIL en aluminium EN AW 6063 T66 extrudé, de longueur 100 mm, muni en usine d'un joint EPDM d'épaisseur 3 mm en sous-face. Le rail MULTIRAIL a une section de 39 mm x 35 mm et une épaisseur de 1,75 mm ;



- Joint EPDM, collé sous le rail MULTIRAIL en atelier, de référence WH3-0175 FOX2 et de dimensions 3 mm x 18 mm x 95 mm ;
- Vis auto-perceuse, de référence REISSER RP-T2 Ø6 x 25 mm en acier inoxydable A2 (nuance 1.4301). La partie filetée a une longueur de 25 mm et un diamètre de 6 mm. La rondelle associée est en acier inoxydable et est munie d'un joint EPDM. Deux vis par rail MULTIRAIL sont nécessaires ;



- Etriers de fixation des modules, en aluminium EN AW-6063 T66, associés à des écrous prisonniers et vis à tête cylindrique M8, pour la fixation des modules photovoltaïques aux rails MULTIRAIL. Ils existent sous trois géométries différentes :

- Etrier intermédiaire standard, de dimensions 65 mm x 35 mm x 27 mm x 8 mm (longueur, largeur, hauteur, profondeur d'attache) ;
- Etrier intermédiaire XS, de dimensions 65 mm x 28,5 mm x 17,5 mm x 8 mm ;
- Etrier final, de dimensions 65 mm x 28 mm x 50 mm x 8 mm.



Etrier intermédiaire standard

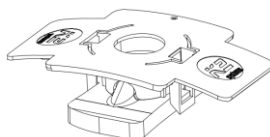


Etrier intermédiaire XS

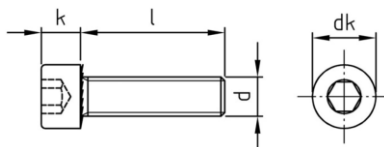


Etrier final

- Ecrou prisonnier MK2, en acier inoxydable 1.4301 et en polymère thermoplastique TPC :



- Vis à tête cylindrique M8xL, en acier inoxydable A2-70, pour la fixation de l'étrier intermédiaire ou final à l'écrou prisonnier :



- Modules photovoltaïques cadrés de marques et de types référencés, posés en mode Paysage (petits côtés parallèles à la pente) et fixés par leurs grands côtés, à l'exclusion de toute autre référence :

MODULES PHOTOVOLTAÏQUES DC REFERENCES					
DETENTEUR DU CERTIFICAT / ATTESTATION IEC 61215	MARQUE COMMERCIALE	DESIGNATION	DIMENSIONS [mm]	PLAGE DE PUISSANCE [W]	REFERENCE CERTIFICAT / ATTESTATION IEC 61215
	AXITEC	AC-***P/156-60S	1640x992x40	240-260	15043414.001
	VMH ENERGIES	VMH Poly-Si xxx-6-60-P	1648x991x40	235-285	CERTISOLIS CC0075-20140608
	AUO	SunBravo PM060MW4_xxx	1696x1022x40	320-330	TÜV RHEINLAND PV 50406713 du 04/05/2018
	AXITEC	AC-xxxM/60S	1640x992x35	290-300	TÜV SUD Z2 18 03 96640 003 du 16/03/2018
	LONGI SOLAR	LR6-60PE-xxxM	1650x991x40	300-310	TÜV SUD Z2 17 10 99333 013 du 20/10/2017
	TRINA SOLAR	TSM-xxxPE05H	1675x992x35	280-290	TÜV RHEINLAND PV 50397214 du 29/03/2018
	VOLTEC SOLAR	TARKA VSMS 60	1660x998x42	290-320	ELIOSYS ELIOCERT ID20170510 du 10/05/2017
	HANWHA QCELLS	Q.PEAK DUO-G4.4 XXX	1670x1000x32	295-315	VDE 40048195 du 12/06/2019
	HANWHA QCELLS	Q.PEAK DUO-G5 XXX	1685x1000x32	315-335	VDE 40048195 du 12/06/2019
	HANWHA QCELLS	Q.PEAK DUO BLK-G5 XXX	1685x1000x32	310-325	VDE 40048195 du 12/06/2019
	HANWHA QCELLS	Q.PEAK DUO BLK-G6 XXX	1740x1030x32	330-345	VDE 40048195 du 12/06/2019
	HANWHA QCELLS	Q.PEAK DUO-G6 XXX	1740x1030x32	340-355	VDE 40048195 du 12/06/2019
	CANADIAN SOLAR	CS3K-XXXP	1675x992x35	295-310	VDE 40045991 du 26/11/2019
	CANADIAN SOLAR	CS3L-XXXP	1765x1048x40	350-365	VDE 40045991 du 26/11/2019
	CANADIAN SOLAR	CS3K-XXXMS	1675x992x35	315-330	VDE 40045991 du 26/11/2019
	CANADIAN SOLAR	CS1H-XXXMS	1700x992x35	320-345	VDE 40045991 du 26/11/2019
	CANADIAN SOLAR	CS3L-XXXMS	1765x1048x40	350-370	VDE 40045991 du 26/11/2019
	EURENER (European Energy World)	PEPVxxx 60 cellules "SUPERIOR"	1640x992x35	270-285	TÜV SÜD Z2 18 06 90404 008 du 13/06/2018
	EURENER (European Energy World)	MEPVxxx 60 cellules "TURBO SUPERIOR"	1640x992x35	300-320	TÜV SÜD Z2 17 03 90404 005 du 31/03/2017
	EURENER (European Energy World)	MEPVxxx BLACK 60 cellules "TURBO SUPERIOR"	1640x992x40	300-320	TÜV SÜD Z2 17 03 90404 005 du 31/03/2017

MODULES PHOTOVOLTAÏQUES DC REFERENCES					
DETENTEUR DU CERTIFICAT / ATTESTATION IEC 61215	MARQUE COMMERCIALE	DESIGNATION	DIMENSIONS [mm]	PLAGE DE PUISSANCE [W]	REFERENCE CERTIFICAT / ATTESTATION IEC 61215
EURENER (European Energy World)		MEPVxxx 120 cellules "HALF CUT"	1675x992x40	325-335	TÜV SÜD Z2 17 03 90404 005 du 31/03/2017
EURENER (European Energy World)		MEPVxxx BLACK 120 cellules "HALF CUT"	1675x992x35	325-335	TÜV SÜD Z2 17 03 90404 005 du 31/03/2017
	JONSOL	JSM144-xxx	2024x1002x40	380-410	TÜV SÜD Z2 001559 0007 Rev. 00
	JONSOL	JSM120-xxx	1698x1002x35	320-340	TÜV SÜD Z2 001559 0007 Rev. 00
	JONSOL	JSM60-xxx	1665x1002x35	310-335	TÜV SÜD Z2 001559 0007 Rev. 00
	JONSOL	JSBM60-xxx	1665x1002x35	310-320	TÜV SÜD Z2 001559 0007 Rev. 00
	JONSOL	JSP-xxx60	1640x992x35	275-285	TÜV SÜD Z2141101559003
	DMEGC	DMxxxG1-60HBB	1684x1002x35	320-330	TÜV SÜD Z20760430089 Rev. 05
	DMEGC	DMxxxG1-60HBW	1684x1002x35	325-335	TÜV SÜD Z20760430089 Rev. 05
	DMEGC	DMxxxM6-60HBB	1776x1052x35	345-360	TÜV SÜD Z20760430089 Rev. 05
	DMEGC	DMxxxM6-60HSW	1776x1052x35	360-370	TÜV SÜD Z20760430089 Rev. 05
	VOLTEC SOLAR	TARKA 120 VSMS	1685x1002x42	310-335	ELIOSYS ELIOCERT ID 20200702
	TRINA SOLAR	TSM-xxxDE06M.08(II)	1690x996x35	325-340	TÜV RHEINLAND PV 50397214 du 09/04/2019
	TRINA SOLAR	TSM-xxxDD06M.05(II)	1690x996x35	310-335	TÜV RHEINLAND PV 50357713 du 05/05/2019
	TRINA SOLAR	TSM-xxxDE08M.08(II)	1763x1040x35	360-375	TÜV RHEINLAND PV 50397214 du 10/01/2020
	TRINA SOLAR	TSM-xxxDE08M(II)	1763x1040x35	355-375	TÜV RHEINLAND PV 50397214 du 10/01/2020
	TRINA SOLAR	TSM-xxxDEG8MC.20(II)	1773x1046x30	355-375	TÜV SÜD Z2 070321 0097 Rev. 14
	LONGI	LR4-60HPB-xxxM	1755x1038x35	345-365	TÜV SÜD Z2 099333 0052 Rev. 03
	LONGI	LR4-60HPH-xxxM	1755x1038x35	350-380	TÜV SÜD Z2 099333 0053 Rev. 03
	LONGI	LR4-60HPH-xxxM	1776x1052x35	350-370	TÜV SÜD Z2 099333 0045 Rev. 03
	LONGI	LR4-72HPH-xxxM	2094x1038x35	425-455	TÜV SÜD Z2 099333 0053 Rev. 03
	LONGI	LR4-60HBD-xxxM	1755x1038x30	350-375	TÜV SÜD Z2 099333 0042 rev. 06

MODULES PHOTOVOLTAÏQUES DC REFERENCES					
DETENTEUR DU CERTIFICAT / ATTESTATION IEC 61215	MARQUE COMMERCIALE	DESIGNATION	DIMENSIONS [mm]	PLAGE DE PUISSANCE [W]	REFERENCE CERTIFICAT / ATTESTATION IEC 61215
SOLUXTEC		DMMFSXXX DAS MODUL Mono Serie FS	1665x1005x35	320-340	VDE 40052653 du 12/11/2020
SOLUXTEC		DAS MODUL Mono Serie FR60 xxx Wp	1665x1005x35	290-315	TÜV RHEINLAND PV 60126620 du 26/01/2018
SOLUXTEC		DAS MODUL Multi Serie FR60 xxx Wp	1665x1005x35	270-285	TÜV RHEINLAND PV 60126620 du 26/01/2018
SUNRISE		SR-M660xxx retour de cadre 30 mm	1640x992x35	285-300	TÜV NORD 44 780 20 406749 - 019 du 13/01/2020
SUNRISE		SR-M660xxxHL retour de cadre 35 mm	1684x1002x35	315-335	TÜV NORD 44 780 20 406749 - 019 du 13/01/2020
SUNRISE		SR-M672xxxHL retour de cadre 35 mm	2008x1002x40	395-405	TÜV NORD 44 780 20 406749 - 019 du 13/01/2020
SUNRISE		SR-M660xxxHLP retour de cadre 27 mm	1776x1052x35	360-375	TÜV NORD 44 780 20 406749 - 218 du 05/11/2020
TRINA SOLAR		TSM-xxxDE09.08	1754x1096x30	390-405	TÜV RHEINLAND PV 50397214 du 30/12/2020
TRINA SOLAR		TSM-xxxDE09.05	1754x1096x30	380-395	TÜV RHEINLAND PV 50397214 du 30/12/2020
TRINA SOLAR		TSM-xxxDE09	1754x1096x30	390-405	TÜV RHEINLAND PV 50397214 du 30/12/2020
SOLAR SOLUTIONS	AEG	AS-M1202-H(M6)-xxx	1755x1038x35	370-375	TÜV SÜD Z2 099312 0054 Rev. 00 du 05/03/2021
SOLAR SOLUTIONS	AEG	AS-M1202Z-H(M6)-xxx	1755x1038x35	370-375	TÜV SÜD Z2 099312 0054 Rev. 00 du 05/03/2021
SOLAR SOLUTIONS	AEG	AS-M1202B-H(M6)-xxx	1755x1038x35	365-375	TÜV SÜD Z2 099312 0054 Rev. 00 du 05/03/2021
SOLAR SOLUTIONS	AEG	AS-M1202B-H(G1)-xxx	1684x1002x35	320-330	TÜV SÜD Z2 099312 0054 Rev. 00 du 05/03/2021
PHOTOWATT EDF ENR PWT		PW60LHT-C-PPP	1765x1048x40	325-355	VDE Nr. 40047251 du 10/05/2021
HYUNDAI		HiE-SxxxVG	1719x1140x35	390-400	TUV NORD n° 44 780 20 406749 – 017R1M2 du 10/07/2020
PHOTOWATT EDF ENR PWT		PW60LHT-C-PPP	1765x1048x35	325-355	VDE Nr. 40047251 du 10/05/2021
VOLTEC SOLAR		TARKA 126 VSMD	1835x1042x35	385-395	ELIOSYS ELIOCERT ID20210708 du 02/09/2021
MAXEON SOLAR	SUNPOWER	SPR-MAX3-xxx	1690x1046x40	390-400	TÜV RHEINLAND PV 60152450 du 27/10/2020
MAXEON SOLAR	SUNPOWER	SPR-MAX3-xxx-COM	1690x1046x40	370;390;400	TÜV RHEINLAND PV 60152450 du 27/10/2020
MEYER BURGER		Meyer Burger Black	1767x1041x35	375-395	VDE 40053759 du 15/07/2021
MEYER BURGER		Meyer Burger White	1767x1041x35	380-400	VDE 40053759 du 15/07/2021

MODULES PHOTOVOLTAÏQUES DC REFERENCES					
DETENTEUR DU CERTIFICAT / ATTESTATION IEC 61215	MARQUE COMMERCIALE	DESIGNATION	DIMENSIONS [mm]	PLAGE DE PUISSANCE [W]	REFERENCE CERTIFICAT / ATTESTATION IEC 61215
MEYER BURGER		Meyer Burger Glass	1722x1041x35	370-390	VDE 40053759 du 15/07/2021
DMEGC		DMxxxM6-60HBW	1755x1038x35	370-380	TÜV SÜD Z2 076043 0089 Rev. 11 du 07/01/2022
DMEGC		DMxxxM6-60HBB	1755x1038x35	365-380	TÜV SÜD Z2 076043 0089 Rev. 11 du 07/01/2022
DMEGC		DMxxxM10-B54HBT épaisseur de verre 2.0 mm / 2.0 mm	1722x1134x30	395-405	TÜV NORD 44780 20 406749 – 229R3M2 du 04/08/2021
DMEGC		DMxxxM10-54HBW-V	1708x1134x30	395-410	TÜV SÜD Z2 076043 0085 Rev. 14 du 07/01/2022
DMEGC		DMxxxM10-54HSW-V	1708x1134x30	395-410	TÜV SÜD Z2 076043 0085 Rev. 14 du 07/01/2022
RECOM SILLIA		RCM-xxx-6ME	1755x1038x35	350-380	TÜV SÜD Z2 107980023 Rev.00 du 27/12/2021
RECOM SILLIA		RCM-xxx-6ME	1755x1038x30	360-375	TÜV SÜD Z2 1047980029 Rev.00 du 17/03/2022
RECOM SILLIA	RECOM	RCM-xxx-SMK	1646x1140x30	375-400	TÜV NORD 4478021406749-272 du 16/12/2021
RECOM SILLIA	RECOM	RCM-xxx-SMB	1719x1140x35	390-410	TÜV NORD 4478021406749-272 du 16/12/2021
RECOM SILLIA	RECOM	RCM-xxx-SMD1	1899x1096x30	425-445	TÜV NORD 4478021406749-272 du 16/12/2021
MYLIGHT SYSTEMS		QUARTZ BIFACIAL 370Wc G2 MYLxxxM6-B60HBT FT V. (*) FTE-0063-Fiche technique panneau Quartz bifacial 425Wc-V111/2022	1755x1038x35	370	TÜV NORD 4478021406749 - 275 du 16/12/2021
MYLIGHT SYSTEMS		CRYSTAL 405Wc MYLxxxM10-54HBW-V FT V. (*) FTE-0064-Fiche technique panneau Quartz 370Wc-G2-V1	1708x1134x30	405	TÜV SÜD Z2 111130 0002 Rev. 00 du 15/12/2021
MYLIGHT SYSTEMS		QUARTZ BIFACIAL 425Wc MYL-HD108N-xxx FT V. (*) FTE-0062-Fiche technique panneau Crystal 405Wc-V1 11/2021	1728x1134x30	425	TÜV SÜD Z2 111130 0003 Rev. 00 du 30/03/2022
ALEO SOLAR		LEO L64Sxxx FT V. (*) 07/2022	1752x1144x40	395-410	VDE 40054651 du 17/10/2022
ALEO SOLAR		LEO Black L84Sxxx FT V. (*) 08/2022	1752x1144x40	380-395	VDE 40054651 du 17/10/2022
ALEO SOLAR		LEO L62Sxxx FT V. (*) 01/2022	1564x1144x40	350-360	VDE 40054651 du 17/10/2022
ALEO SOLAR		LEO Black L82Sxxx FT V. (*) 12/2021	1564x1144x40	335-345	VDE 40054651 du 17/10/2022
RECOM SILLIA	RECOM	RCM-xxx-7MG FT V. (*) RCM-400-7MG-9-M10-30-BB-15V-036-2022-04v1.0	1722x1134x30	400	TÜV SÜD Z2 104798 0023 Rev. 00 du 27/12/2021

MODULES PHOTOVOLTAÏQUES DC REFERENCES					
DETENTEUR DU CERTIFICAT / ATTESTATION IEC 61215	MARQUE COMMERCIALE	DESIGNATION	DIMENSIONS [mm]	PLAGE DE PUISSANCE [W]	REFERENCE CERTIFICAT / ATTESTATION IEC 61215
VOLTEC SOLAR		TARKA 126 VSMS FT V. (*) v2021.05.03	1835x1042x35	385-395	ELIOSYS ELIOCERT ID20220429 du 29/04/2022
VOLTEC SOLAR		TARKA 126 VSMS full black FT V. (*) v2021.05.03	1835x1042x35	375	ELIOSYS ELIOCERT ID20220429 du 29/04/2022
JINKO SOLAR		JKMxxxM-6RL3-V FT V. (*) JKM390-410M-6RL3-(V)-F2-EN	1855x1029x30	390-410	TÜV SÜD Z2 118443 0003 Rev. 04 du 27/03/2023
JINKO SOLAR		JKMxxxM-6RL3-B FT V. (*) JKM380-400M-6RL3-B-F1-EN	1855x1029x30	380-400	TÜV SÜD Z2 118443 0003 Rev. 04 du 27/03/2023
JINKO SOLAR		JKMxxxM-54HL4-V FT V. (*) JKM395-415M-54HL4-(V)-F2.1-EN	1722x1134x30	395-415	TÜV SÜD Z2 118443 0003 Rev. 04 du 27/03/2023
JINKO SOLAR		JKMxxxM-60HL4-V FT V. (*) JKM450-470M-60HL4-(V)-F1.1-EN	1903x1134x30	450-470	TÜV SÜD Z2 118443 0003 Rev. 04 du 27/03/2023
JINKO SOLAR		JKMxxxN-54HL4-B FT V. (*) JKM400-420N-54HL4-B-F3-EN-EU	1722x1134x30	400-420	TÜV SÜD Z2 118443 0003 Rev. 04 du 27/03/2023
JINKO SOLAR		JKMxxxN-54HL4-V FT V. (*) JKM410-430N-54HL4-(V)-F3-EN-EU	1722x1134x30	410-430	TÜV SÜD Z2 118443 0003 Rev. 04 du 27/03/2023
JINKO SOLAR		JKMxxxN-54HL4R-B FT V. (*) JKM420-440-54HL4R-B-F1.3-EN	1762x1134x30	420-440	TÜV SÜD Z2 118443 0003 Rev. 04 du 27/03/2023
CKW		CKWxxxS7B-120	1755x1038x35	360-380	TÜV SÜD Z2 118353 0001 Rev. 00 du 22/09/2022
CKW		CKW-xxxW-BC	1722x1134x30	395-415	TÜV SÜD Z2 118353 0002 Rev. 00 du 21/04/2023

(*) FT V. : Version de la fiche technique

MODULES PHOTOVOLTAÏQUES DC RÉFÉRENCÉS						
DETENTEUR CERTIFICAT / ATTESTATION IEC 61215	MARQUE COMMERCIALE	DESIGNATION	DIMENSIONS [mm]	POIDS [kg]	PLAGE DE PUISSANCE [W]	REFERENCE CERTIFICAT / ATTESTATION IEC 61215
CETIH CARQUEFOU - SYSTOVI	SYSTOVI	OPTYMO PRO xxx fond blanc FT V. (*) Fiche_technique_OPTYMO_PRO_410Wc_08/07/2022	1730,5x1145,5x40 Epaisseur de verre 3,2 mm Retour de cadre grands / petits côtés 35 mm / 20,5 mm	22,21	400-410	Certisolis N°CC0129_3 du 08/02/2023
CETIH CARQUEFOU - SYSTOVI	SYSTOVI	OPTYMO PRO xxx fond noir FT V. (*) Fiche_technique_OPTYMO_PRO_400 Wc_08/07/22	1730,5x1145,5x40 Epaisseur de verre 3,2 mm Retour de cadre grands / petits côtés 35 mm / 20,5 mm	22,21	375-400	Certisolis N°CC0129_3 du 08/02/2023

MODULES PHOTOVOLTAÏQUES DC RÉFÉRENCÉS						
DETENEUR CERTIFICAT / ATTESTATION IEC 61215	MARQUE COMMERCIALE	DESIGNATION	DIMENSIONS [mm]	POIDS [kg]	PLAGE DE PUISSANCE [W]	REFERENCE CERTIFICAT / ATTESTATION IEC 61215
SOLARWATT		SOLARWATT Panel classic AM 2.0 (xxx Wp) pure, low carbon FT V. (*) #04275 Rev 3 21.03.2023	1708x1134x35 Retour de cadre grands / petits côtés 35 mm	19,7	400-410	TÜV SÜD Z2 072071 0020 Rev. 02 du 02/11/2022
SOLARWATT		SOLARWATT Panel classic AM 2.0 (xxx Wp) black FT V. (*) #04285 Rev 6	1708x1134x35 Retour de cadre grands / petits côtés 35 mm	19,7	395-405	TÜV SÜD Z2 072071 0020 Rev. 02 du 02/11/2022
SOLARWATT		SOLARWATT Panel vision GM 3.0 (xxx Wp) pure FT V. (*) #01221 Rev 8 21.07.2023	1780x1052x40 Epaisseur de verre 2,0 mm / 2,0 mm Retour de cadre grands / petits côtés 30 mm	25	370-385	VDE 40049254 du 01/06/2023
SOLARWATT		SOLARWATT Panel vision AM 4.0 (xxx Wp) pure, low carbon	1722x1134x35 Epaisseur de verre 2,0 mm / 2,0 mm Retour de cadre grands / petits côtés 35 mm / 20 mm	25,4	395-410	TÜV NORD 44 780 22 406749 – 156R1M1 du 15/08/2022
SOLARWATT		SOLARWATT Panel vision AM 4.0 (xxx Wp) black, low carbon	1722x1134x35 Epaisseur de verre 2,0 mm / 2,0 mm Retour de cadre grands / petits côtés 35 mm / 20 mm	25,4	395-410	TÜV NORD 44 780 22 406749 – 156R1M1 du 15/08/2022

(*) FT V. : Version de la fiche technique

MODULES PHOTOVOLTAÏQUES AC RÉFÉRENCÉS					
FABRICANT / MARQUE COMMERCIALE	DESIGNATION	DIMENSIONS [mm]	POIDS [kg]	PLAGE DE PUISSANCE [W]	DOCUMENT DE REFERENCE
/	/	/	/	/	/

6. FABRICATION ET CONTROLE

La fabrication des matériaux/composants du procédé MULTIRAIL est assurée par diverses sociétés référencées.

La société K2 SYSTEMS GMBH a fait l'objet de certifications KIT, VDE, RAL et ISO 9001 avec suivi de production référencées au Chapitre 6-B du Cahier des Charges.

7. JUSTIFICATIONS/ESSAIS

Pour la mise au point du procédé MULTIRAIL, des essais de résistance mécanique (essais de fatigue compris) et des essais d'étanchéité à l'eau ont été réalisés.

Ces justifications sont référencées au Chapitre 7 du Cahier des Charges.

8. MISE EN ŒUVRE

La mise en œuvre est décrite dans le Cahier des Charges au Chapitre 4.

Après vérification de la capacité de la structure du bâtiment et des éléments support de couverture à reprendre les charges et surcharges éventuelles liées à la mise en œuvre du procédé, les principales étapes de la mise en œuvre sont les suivantes (liste non exhaustive) :

- Pose des bacs acier sur les pannes à entraxe maximum de 1500 mm. Le sens de recouvrement longitudinal est choisi en fonction du sens des vents dominants, ainsi qu'en fonction du sens du bac lié au traitement anti-condensation lorsque ce dernier est présent ;

Des dispositions supplémentaires à celles prévues par le DTU 40.35 sont à respecter obligatoirement :

- Recouvrement transversal :

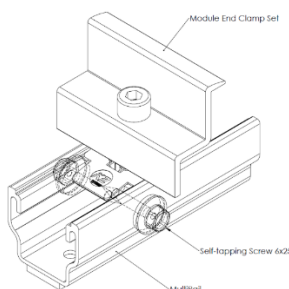
Valeurs et dispositions à respecter pour les recouvrements transversaux		
Pentes (%)	Zone I et Zones II	Zone III
$7 \leq P < 10$	300 mm + CE	Non prévu
$10 \leq P < 15$	300 mm	300 mm + CE
$P \geq 15$	300 mm	300 mm

*CE : Complément d'étanchéité conforme à la norme NF P 30-305
Zones I, II et III : zones de concomitance vent/pluie selon annexe E du DTU 40.35*

- Recouvrement longitudinal :

- ✓ Le recouvrement longitudinal de deux bacs de couverture se fait par le recouvrement de leurs nervures de rives emboîtantes/emboîtées ;
- ✓ Ce recouvrement doit être effectué dans le sens opposé des vents de pluie dominants du site d'implantation ;
- ✓ Disposition particulière de fixation de couture : les plaques nervurées sont couturées tous les 50 cm de leurs recouvrements longitudinaux à l'aide de vis de couture de type 6x25 mm ;

- Fixation du bac acier : le bac acier doit être fixé au niveau de toutes les ondes, et sur chaque panne.
- Mise en œuvre des éléments de raccordement latéraux, de rives et de faîtage (dont faîtage ventilé et pièce de bas de pente ventilée dans le cas d'une toiture froide conformément au DTU 40.35) ;
- Mise en œuvre des rails MULTIRAIL à l'aide des vis REISSER fournies. Dans le cas des recouvrements avec plus de 2 tôles superposées, un pré-perçage est nécessaire ;
- Mise en œuvre des manchons de type Pipeco à l'aplomb de l'intersection des diagonales d'un module, s'il y a pénétration des câbles à l'intérieur du bâtiment ;
- Mise en œuvre des modules photovoltaïques en mode Paysage (petits côtés parallèles à la pente) et fixation au moyen des étriers sur leurs grands côtés ;
- Mise en œuvre d'un dispositif anti-glissement pour les pentes > 30° (58%) en bas de chaque colonne de module :



- Fixation des câbles sur les rails MULTIRAIL permettant de ne pas gêner le bon écoulement des eaux de ruissellement.

La mise en œuvre du procédé MULTIRAIL doit être assurée par des entreprises au fait des particularités de pose de ce procédé.

La fiche d'auto-contrôle jointe en annexe du Cahier des Charges et systématiquement fournie sur chantier doit être complétée et conservée.

9. REFERENCES

D'après les informations fournies par la société K2 SYSTEMS GMBH, environ 140 000 m², soit 21 mégawatts, ont été installés depuis 2013 en France.

10. ANALYSE TECHNIQUE DE L'APTITUDE A L'EMPLOI

a. Tenue aux charges climatiques

Précédée d'une vérification de la stabilité de la structure porteuse, la tenue aux charges climatiques dans le Domaine d'Emploi du procédé peut être considérée comme convenablement assurée compte tenu des justifications apportées, dans les limites énoncées au Chapitre 3 de ce présent document.

b. Etanchéité à l'eau

L'étanchéité à l'eau peut être considérée comme assurée de façon satisfaisante, compte tenu :

- des essais réalisés ;
- des dispositions supplémentaires par rapport au DTU 40.35 au niveau des recouvrements transversaux et longitudinaux, prenant en compte l'interaction bac métallique/structure photovoltaïque ;
- de dispositions prévues pour le cheminement des câbles hors des zones d'écoulement de l'eau ;
- d'un passage éventuel des câbles de connexion vers l'intérieur du bâtiment à l'aide d'un dispositif dédié.

c. Condensation

La maîtrise des risques de condensation en sous-face des bacs métalliques, dans le Domaine d'Emploi du procédé, peut être considérée comme assurée.

d. Résistance à la corrosion

Les protections anti-corrosion retenues pour les différents constituants du système, ou leur nature peu corrodable, permettent d'escompter une durabilité satisfaisante du procédé en termes de résistance à la corrosion, dans le cadre du Domaine d'Emploi du procédé.

e. Maintien des caractéristiques initiales

L'ensemble des contrôles internes et externes réalisés par les fournisseurs et sous-traitants de la société K2 SYSTEMS GMBH, ainsi que les contrôles de réception réalisés par cette société elle-même, permettent d'escompter une constance de qualité des éléments du procédé, et donc un maintien satisfaisant des caractéristiques initiales du procédé lui-même.

11. AVIS DE PRINCIPE DE BUREAU ALPES CONTROLES

Compte tenu de l'ensemble des éléments présentés ci-avant, BUREAU ALPES CONTROLES émet un **AVIS FAVORABLE** de Principe sur le Cahier des Charges relatif au **procédé MULTIRAIL** faisant l'objet de la présente Enquête, dans les limites énoncées au Chapitre « 1–Objet du rapport » du présent rapport, moyennant le respect de l'ensemble des prescriptions prévues dans le Cahier des Charges référencé, et sous réserve de l'existence d'un contrat d'assurance valide en Responsabilité Civile fabricant couvrant le procédé.

Le présent Rapport d'Enquête constitue un ensemble indissociable du Cahier des Charges référencé au Chapitre 4 du présent rapport.

Cet Avis de Principe est accordé pour une période de **trois ans** à compter de la date du rapport indice 0, soit jusqu'au **10 DECEMBRE 2024**.

Cet Avis de Principe deviendrait caduc si :

- une modification non validée par nos soins était apportée au procédé ;
- des évolutions réglementaires ayant une conséquence sur le procédé intervenaient ;
- des désordres étaient portés à la connaissance de BUREAU ALPES CONTROLES.


D'autre part, cet Avis de Principe ne vise pas les ouvrages réalisés :

- avec une partie seulement des matériaux/composants référencés ;
- avec des matériaux/composants non référencés ;
- en dehors du Domaine d'Emploi visé.

La société K2 SYSTEMS GMBH devra obligatoirement signaler à BUREAU ALPES CONTROLES :

- toute modification dans le Cahier des Charges référencé ;
- tout problème technique rencontré ;
- toute mise en cause relative à ce procédé dont elle ferait l'objet.

FAIT A SAINT-DENIS-LES-BOURG, LE 17 NOVEMBRE 2023,

L'Ingénieur Evaluation,	Le Responsable Activité,
	
Gauthier DOUCHEZ	Vincent NANCHE

FIN DU RAPPORT