

ALPES CONTRÔLES

Construction & Exploitation

Bureau Alpes Contrôles

etn@alpes-contrôles.fr

Membre de Filiance

CTC R440 V2

RAPPORT D'ENQUETE DE TECHNIQUE NOUVELLE

| | |
|--|---|
| REFERENCE : | A27T210L indice 04 |
| NOM DU PROCEDE : | MINIRAIL |
| MODULES PHOTOVOLTAIQUES ASSOCIES : | LISTE COMPLETE AU CHAPITRE 5 Module(s) objet du présent indice : - MYLIGHT SYSTEMS CRYSTAL MYL-xxx-BMD-HV 1730x1134x35 mm de 400 W ; - MYLIGHT SYSTEMS BLACK CRYSTAL G2 MYL-xxx-BMB-HV 1755x1038x35 mm de 375 W ; - MYLIGHT SYSTEMS CRYSTAL G2 MYL-xxxM54-HLV 1724x1134x35 mm de 400 W ; - MYLIGHT SYSTEMS QUARTZ BIFACIAL MYLxxx-M60-HE/BF-DG 1755x1038x30 mm de 375 W. |
| TYPE DE PROCEDE : | PHOTOVOLTAÏQUE SUR COUVERTURE BACS ACIER |
| DESTINATION : | TOITURES DE BATIMENTS |
| DEMANDEUR : | K2 SYSTEMS GMBH Industrie Strasse 72272 RENNINGEN ALLEMAGNE |
| PERIODE DE VALIDITE : | DU 03 FEVRIER 2022 AU 14 JUIN 2024 |

Le présent rapport porte la référence A27T210L indice 04 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 | 15 juin 2021 | Version initiale |
| 01 | 08 septembre 2021 | Ajout de 4 modules AEG SOLAR SOLUTIONS |
| 02 | 04 novembre 2021 | Ajout de 2 modules MÜNCHEN ENERGIEPRODUKTE |
| 03 | 06 décembre 2021 | Ajout de 1 module HYUNDAI |
| 04 | 03 février 2022 | Ajout de 4 modules MYLIGHT SYSTEMS |

Sommaire :

| | |
|--|----|
| PREAMBULE | 3 |
| 1. OBJET DE LA MISSION | 3 |
| 2. DESCRIPTION DU PROCEDE | 5 |
| 3. DOMAINE D'EMPLOI | 6 |
| 4. DOCUMENT DE REFERENCE | 8 |
| 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 MINIRAIL. Cette mission est détaillée dans notre contrat référence A27-T-2021-000T/0 et avenant(s) éventuels(s).

La mission confiée vise à donner un Avis de Principe sur le Cahier des Charges relatif au procédé MINIRAIL, 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 MINIRAIL 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 MINIRAIL.

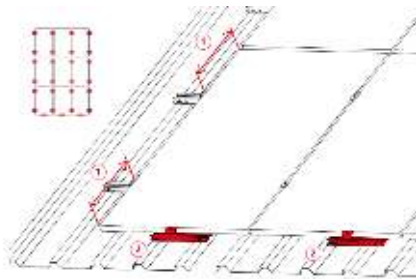
La présente Enquête ne vise pas les ouvrages relevant d'une étude spécifique.

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

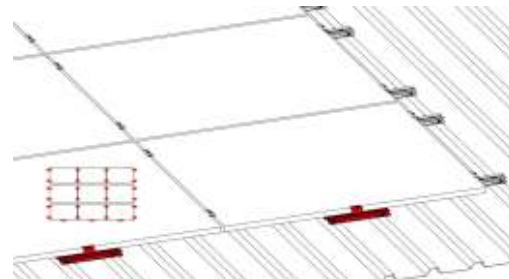
Pour mémoire, la présente Enquête de Technique Nouvelle ne vise pas la vérification de la tenue de la structure porteuse associée au procédé MINIRAIL ; vérification sous poids propre, charges permanentes et sollicitations climatiques ; cette étude préalable de stabilité étant à réaliser systématiquement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

2. DESCRIPTION DU PROCEDE

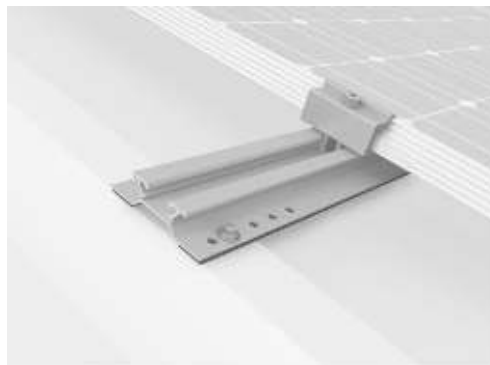
Le procédé MINIRAIL est un procédé associant un système de montage spécifique permettant une mise en œuvre en toiture à des modules photovoltaïques cadrés référencés. Les modules photovoltaïques sont posés en mode portrait (fixation par les grands côtés des modules) ou en mode paysage (fixation par les petits côtés des modules).



Pose Portrait



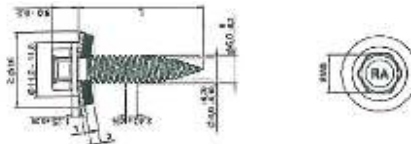
Pose Paysage



MiniRail et étrier final

Ce procédé se compose principalement de (liste non exhaustive) :

- Support en bac acier, conforme au DTU 40.35 et spécifiquement référencé pour cette application ;
- Rail MiniRail, de longueur 385 mm, muni en sous-face d'un joint EPDM toute longueur d'épaisseur 3 mm mis en œuvre en usine. Le rail MiniRail est orienté perpendiculairement à la pente de la toiture, et est fixé au moyen de quatre vis autoperceuses spécifiquement référencées sur deux nervures du bac acier ;
- Vis autoperceuses Ø6 x 25 mm, pour la fixation du rail MiniRail au bac acier, spécifiquement référencées : (REISSER, référence RP-T2 Ø6 x 25 mm avec rondelle métallique et joint EPDM) ;



- Etriers intermédiaires et finaux, associés à des écrous prisonniers et vis à tête cylindrique M8, pour la fixation des modules photovoltaïques aux rails MiniRail ;
- Modules photovoltaïques cadrés, de marques et de types référencés.

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 :

- Emploi sur tous types de bâtiments, à l'exclusion des parois de toiture directement en contact avec une chambre froide ;
- Emploi en France Européenne :
 - ✓ En climat de plaine, 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 : à une distance supérieure à 10 km du littoral en configuration standard de revêtement ;
 - ✓ Uniquement au-dessus de locaux à faible ou moyenne hygrométrie au sens de l'annexe D du DTU 40.35 ;
 - ✓ En ambiance intérieure saine.
- Mise en œuvre en toitures planes (non cintrées) de bâtiments, exclusivement sur des charpentes métal, bois avec pannes bois ou acier conformes au DTU 40.35, d'un entraxe maximum de 2000 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% minimum et de 75°/373% maximum ; avec dispositions supplémentaires pour les recouvrements longitudinaux et transversaux ;
- Utilisation pour des longueurs de rampant de 40 m maximum ;
- Réalisation de toitures froides ventilées ou de toitures chaudes conformément aux différents cas prévus dans le DTU 40.35 ;

- Résistances aux sollicitations climatiques normales du procédé hors modules photovoltaïques, au sens des règles NV65 modifiées (en Pascals) :

| RESISTANCE AUX SOLLICITATIONS CLIMATIQUES^(*) NORMALES EN POSE PORTRAIT (2 MiniRails par longueur de module photovoltaïque) | | | |
|---|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Surface de module photovoltaïque associé | S ≤ 1,70 m² | S ≤ 1,75 m² | S ≤ 1,85 m² |
| Résistance aux sollicitations ascendantes normales | 550 Pa | 523 Pa | 505 Pa |
| Résistance aux sollicitations descendantes normales | 1200 Pa | 1142 Pa | 1100 Pa |
| <p>Nota 1. Ces valeurs correspondent à la configuration suivante :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entraxe de panne de 2000 mm ; • Bac acier spécifiquement référencé, épaisseur 0,63 mm ; 3 ondes/ml ; hauteur de nervure de 45 mm ; pose sur 3 appuis ; • Pose Portrait avec 2 Minirails par longueur de module photovoltaïque. <p>2. Ces valeurs peuvent être limitées par la résistance des modules photovoltaïques ;</p> <p>3. Un montage renforcé avec 3 Minirails par longueur de module photovoltaïque peut être envisagé.</p> <p>^(*) Perpendiculaires au plan de la couverture</p> | | | |

| RESISTANCE AUX SOLLICITATIONS CLIMATIQUES^(*) NORMALES EN POSE PAYSAGE (2 MiniRails par largeur de module photovoltaïque) | | | |
|---|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Surface de module photovoltaïque associé | S ≤ 1,70 m² | S ≤ 1,75 m² | S ≤ 1,85 m² |
| Résistance aux sollicitations ascendantes normales | 550 Pa | 523 Pa | 505 Pa |
| Résistance aux sollicitations descendantes normales | 920 Pa | 875 Pa | 845 Pa |
| <p>Nota 1. Ces valeurs correspondent à la configuration suivante :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entraxe de panne de 2000 mm ; • Bac acier spécifiquement référencé, épaisseur 0,63 mm ; 3 ondes/ml ; hauteur de nervure de 45 mm ; pose sur 3 appuis ; • Pose Paysage avec 2 Minirails par largeur de module photovoltaïque. <p>2. Ces valeurs peuvent être limitées par la résistance des modules photovoltaïques.</p> <p>^(*) Perpendiculaires au plan de la couverture</p> | | | |

| RESISTANCE AUX SOLLICITATIONS CLIMATIQUES^(*) NORMALES EN POSE PORTRAIT AVEC MONTAGE RENFORCE (3 Minirails par longueur de module photovoltaïque) | | | |
|--|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Surface de module photovoltaïque associé | S ≤ 1,70 m² | S ≤ 2,11 m² | S ≤ 2,20 m² |
| Résistance aux sollicitations ascendantes normales | 825 Pa | 665 Pa | 637 Pa |
| Résistance aux sollicitations descendantes normales | 1800 Pa | 1450 Pa | 1390 Pa |
| <p>Nota 1. Ces valeurs correspondent à la configuration suivante :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entraxe de panne de 2000 mm ; • Bac acier spécifiquement référencé, épaisseur 0,63 mm ; 3 ondes/ml ; hauteur de nervure de 45 mm ; pose sur 3 appuis ; • Pose Portrait avec 3 Minirails par longueur de module photovoltaïque (montage renforcé). <p>2. Ces valeurs peuvent être limitées par la résistance des modules photovoltaïques.</p> <p>^(*) Perpendiculaires au plan de la couverture</p> | | | |

4. DOCUMENT DE REFERENCE

La société K2 SYSTEMS GMBH a rédigé un Cahier des Charges version 05 du 08 décembre 2021, intitulé « Cahier des Charges / Système MiniRail », et comportant 65 pages.

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

5. MATERIAUX/COMPOSANTS

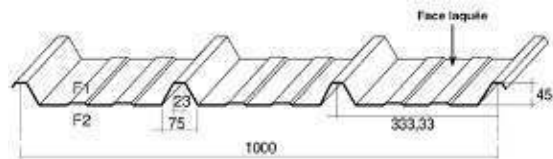
Les composants entrant dans le procédé MINIRAIL sont définis au Chapitre 3 du Cahier des Charges. Ce procédé se compose principalement des éléments suivants (liste non exhaustive) :

- Support en bac acier, en acier S320GD, d'épaisseur 0,63 mm minimum, conforme au DTU 40.35 et spécifiquement référencé pour cette application :

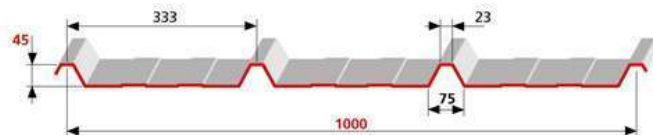
- BACACIER, référence COVEO 3.45, avec revêtement selon atmosphère extérieure ;



- MONOPANEL, référence COBACIER 1003, avec revêtement selon atmosphère extérieure ;



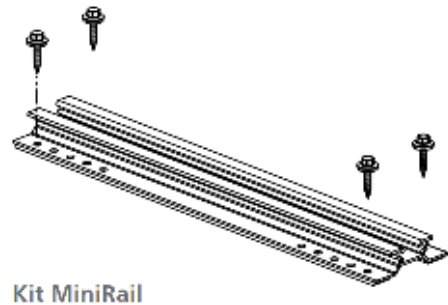
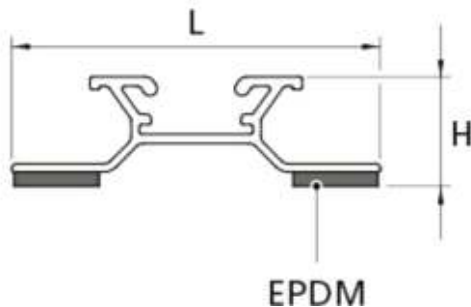
- BATIROC, référence BATIBAC 45T, avec revêtement selon atmosphère extérieure ;



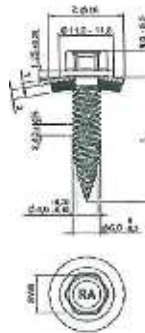
- ARCELOR MITTAL, référence EKLIPS® K 45, avec revêtement selon atmosphère extérieure ;



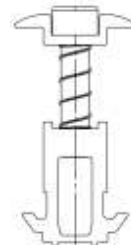
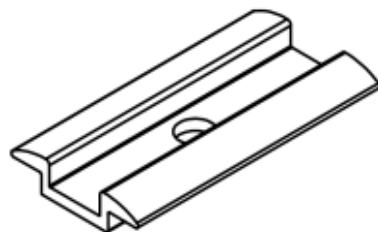
- Rail MiniRail, en aluminium EN AW-6063 T66, de longueur 385 mm, de section 78x20 mm et de largeur d'appui en partie haute de 11 mm. Le rail MiniRail est muni en sous-face d'un joint EPDM toute longueur d'épaisseur 3 mm mis en œuvre en usine. Il est orienté perpendiculairement à la pente de la toiture, et est fixé au moyen de quatre vis autoperceuses spécifiquement référencées sur deux nervures du bac acier ;



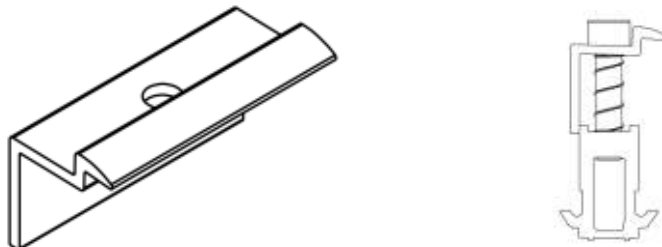
- Joint EPDM, de référence WH3-0175 FOX2 (dureté Shore 32-48, élongation $\geq 180\%$), de dimensions 380 x 20 x 3 mm, est pré-monté en usine en sous-face du rail MiniRail
- Vis autoperceuses $\varnothing 6 \times 25$ mm, en acier inoxydable A2, pour la fixation du rail MiniRail au bac acier référencé, spécifiquement référencées (REISSER, référence RP-T2 $\varnothing 6 \times 25$ mm avec rondelle métallique et joint EPDM) ;



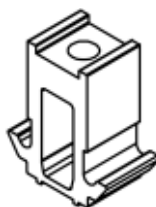
- Etrier intermédiaire, en aluminium EN AW-6063 T66, associé à un écrou prisonnier et à une vis à tête cylindrique M8, pour la fixation des modules photovoltaïques situés en milieu de champ aux rails MiniRail. L'étrier intermédiaire a une longueur de 65 mm et une section de 34 x 9 mm (largeur x hauteur). Sa profondeur d'attache est de 8,1 mm.



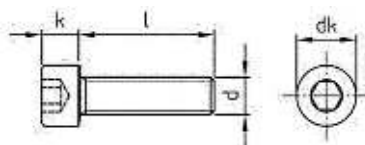
- Etrier final, en aluminium EN AW-6063 T66, associé à un écrou prisonnier et à une vis à tête cylindrique M8, pour la fixation des modules photovoltaïques situés en extrémité de champ aux rails MiniRail. L'étrier final a une longueur de 65 mm et une section de 30 x 34 mm (largeur x hauteur). Sa profondeur d'attache est de 8,1 mm.



- Ecrou prisonnier, en aluminium EN AW-6063 T66, pré-monté en atelier aux étriers. L'écrou prisonnier est de dimensions 16 x 30 x 35 mm (longueur x largeur x hauteur).



- Vis à tête cylindrique Ø8 x 35 mm, en acier inoxydable A2-70, pour la fixation de l'étrier intermédiaire ou final à l'écrou prisonnier.



- Manchon d'étanchéité pour sortie de toiture (cas de la pénétration des câbles vers l'intérieur du bâtiment), conforme au DTU 40.35, paragraphe 6.2.2.6.3.

- Modules photovoltaïques cadrés, de marques et de types référencés ci-dessous :

| MODULES PHOTOVOLTAÏQUES DC REFERENCES | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------|------------------------|---|-----------------------|
| DETENEUR DU CERTIFICAT IEC 61215 | MARQUE COMMERCIALE | DESIGNATION | DIMENSIONS [mm] | PLAGE DE PUISSANCE [W] | REFERENCE CERTIFICAT IEC 61215 | FIXATION PETITS COTES |
| | AXITEC | AXI PREMIUM AC-xxxM/156-60S | 1695x992x35 | 300-320 | TÜV NORD SHV04002/16 | OUI |
| | HANWHA QCELLS | Q PEAK DUO G5 XXX | 1685x1000x32 | 315-330 | VDE 40030222 | OUI |
| | RECOM SILLIA | 60Mxxx | 1660x990x40 | 265-290 | CERTISOLIS CC0108-20160618 | NON |
| | SUNPOWER | E20-327-COM | 1559x1046x46 | 327 | TÜV RHEINLAND PV 60107326 | OUI |
| | SUNTECH | STPXXX-20/ Wfw | 1650x992x35 | 265-285 | VDE 40039765 | OUI |
| | VOLTEC | TARKA 60 VSPS | 1660x998x42 | 250-280 | ELIOSYS ELIOCERT ID20160319 du 17/03/2016 | OUI |
| | VOLTEC | TARKA VSMS 60 | 1660x998x42 | 290-320 | ELIOSYS ELIOCERT ID20170510 du 10/05/2017 | OUI |
| | VOLTEC | BIVA VSPB 60 | 1680x998x42 | 250-280 | ELIOSYS ELIOCERT ID20161012 du 12/10/2016 | OUI |
| | VOLTEC | BIVA VSMB 60 | 1680x998x42 | 280-300 | CERTISOLIS CC0099-20161020 du 03/08/2018 | OUI |
| | GCL | GCL-M6/60Hxxx | 1666x1000x35 | 300-325 | TÜV RHEINLAND PV 50333216 du 29/05/2018 | NON |
| | GCL | GCL-P6/60Hxxx | 1666x1000x35 | 270-320 | TÜV RHEINLAND PV 50333216 du 11/12/2017 | NON |
| | AUO | PM060MW4_xxx | 1696x1022x40 | 320-330 | TÜV RHEINLAND PV 50406713 du 04/05/2018 | OUI |
| | AUO | PM060MB4_xxx | 1696x1022x40 | 320-330 | INTERTEK TP13010099-ETS(R3) du 03/07/2015 | OUI |
| | ALEO SOLAR | P19Lxxx | 1660x990x35 | 295-310 | VDE 40048086 du 03/04/2019 | OUI |
| | ALEO SOLAR | X59Lxxx | 1660x990x42 | 300-320 | VDE 400480486 du 03/04/2019 | OUI |
| | ALEO SOLAR | X79Lxxx | 1660x990x42 | 295-315 | VDE 40048086 du 03/04/2019 | OUI |
| SANYO ELECTRIC | PANASONIC | VBHNxxxSJ47 HIT | 1590x1053x35 | 325 | JET PV05-53203-1059 du 06/10/2015 | NON |
| SANYO ELECTRIC | PANASONIC | VBHNxxxSJ53 HIT | 1590x1053x40 | 325-330 | JET PV05-53203-1071 du 21/12/2017 | NON |
| SANYO ELECTRIC | PANASONIC | VBHNxxxKJ01 HIT | 1590x1053x40 | 320-325 | JET PV05-53203-1066 du 12/12/2016 | NON |
| SANYO ELECTRIC | PANASONIC | VBHNxxxSJ53 HIT+ | 1590x1053x40 | 335-340 | JET PV05-53203-1074 du 15/01/2019 | NON |
| SANYO ELECTRIC | PANASONIC | VBHNxxxKJ01 HIT+ | 1590x1053x40 | 335 | JET PV05-53203-1074 du 15/01/2019 | NON |
| | MYLIGHT SYSTEMS | QUARTZ YLxxxDG2530F-2 | 1664x998x32 | 300 | TÜV RHEINLAND PV 50455958 du 03/01/2020 | OUI |
| | MYLIGHT SYSTEMS | BLACK CRYSTAL YLxxxD-30b | 1650x992x35 | 300-310 | TÜV RHEINLAND PV 50455950 du 03/01/2020 | OUI |

| | | | | | |
|---------------------------------|--|--------------|---------|---|-----|
| ALEO SOLAR | P23LXXX | 1716x1023x35 | 320-340 | VDE 40048086 du 22/10/2019 | OUI |
| ALEO SOLAR | X59LXXX | 1660x990x42 | 315-325 | VDE 40048086 du 22/10/2019 | OUI |
| ALEO SOLAR | X63LXXX | 1716x1023x42 | 330-340 | VDE 40048086 du 22/10/2019 | OUI |
| ALEO SOLAR | X83LXXX | 1716x1023x42 | 330-340 | VDE 40048086 du 22/10/2019 | OUI |
| CANADIAN SOLAR | CS3K-XXXP | 1675x992x35 | 295-310 | VDE 40045991 du 26/11/2019 | OUI |
| CANADIAN SOLAR | CS3L-XXXP | 1765x1048x40 | 350-365 | VDE 40045991 du 26/11/2019 | NON |
| CANADIAN SOLAR | CS3K-XXXMS | 1675x992x35 | 315-330 | VDE 40045991 du 26/11/2019 | OUI |
| CANADIAN SOLAR | CS1H-XXXMS | 1700x992x35 | 320-345 | VDE 40045991 du 26/11/2019 | OUI |
| CANADIAN SOLAR | CS3L-XXXMS | 1765x1048x40 | 350-370 | VDE 40045991 du 26/11/2019 | NON |
| EURENER (European Energy World) | PEPVxxx 60 cellules « SUPERIOR » | 1640x992x35 | 270-285 | TÜV SÜD Z2 18 06 90404 008 du 13/06/2018 | OUI |
| EURENER (European Energy World) | MEPVxxx 60 cellules « TURBO SUPERIOR » | 1640x992x35 | 300-320 | TÜV SÜD Z2 17 03 90404 005 du 31/03/2017 | OUI |
| EURENER (European Energy World) | MEPVxxx BLACK 60 cellules « TURBO SUPERIOR » | 1640x992x40 | 300-320 | TÜV SÜD Z2 17 03 90404 005 du 31/03/2017 | OUI |
| EURENER (European Energy World) | MEPVxxx 120 demi-cellules « HALF CUT » | 1675x992x40 | 325-335 | TÜV SÜD Z2 17 03 90404 005 du 31/03/2017 | OUI |
| EURENER (European Energy World) | MEPVxxx BLACK 120 demi-cellules « HALF CUT » | 1675x992x35 | 325-335 | TÜV SÜD Z2 17 03 90404 005 du 31/03/2017 | OUI |
| REC | RECxxxNP | 1675x997x30 | 305-330 | VDE 40046983 du 21/08/2019 | NON |
| REC | RECxxxNP Black | 1675x997x30 | 305-325 | VDE 40046983 du 21/08/2019 | NON |
| REC | RECxxxTP2M | 1675x997x38 | 300-330 | VDE 40046983 du 21/08/2019 | OUI |
| REC | RECxxxAA | 1721x1016x30 | 360-380 | VDE 40046983 du 21/08/2019 | NON |
| REC | RECxxxAA Black | 1721x1016x30 | 355-375 | VDE 40046983 du 21/08/2019 | NON |
| BISOL | BMU-xxx | 1649x991x35 | 255-295 | OVE 49368-001 Rev. 09 | OUI |
| BISOL | BMO-xxx 1649x991x35 mm | 1649x991x35 | 290-330 | TÜV SÜD Z2 085982 0001 Rev. 00 | OUI |
| BISOL | BMO-xxx 1665x1002x35 mm | 1665x1002x35 | 305-330 | TÜV SÜD Z2 085982 0001 Rev. 00 | OUI |
| LG E. | LGxxxN1K-V5 | 1686x1016x40 | 330-340 | VDE 40048078 du 15/07/2019 | OUI |
| LG E. | LGxxxN1C-V5 | 1686x1016x40 | 345-355 | VDE 40048078 du 15/07/2019 | OUI |

| | | | | | |
|----------|----------------------|--------------|-----------------|--|-----|
| LG E. | LGxxxN1T-V5 | 1686x1016x40 | 335-340 | VDE 40048078 du 15/07/2019 | OUI |
| LG E. | LGxxxN1C-A5 | 1686x1016x40 | 330-340 | VDE 40048078 du 15/07/2019 | OUI |
| LG E. | LGxxxN1K-A5 | 1686x1016x40 | 315-325 | VDE 40045983 du 13/06/2017 | OUI |
| LG E. | LGxxxN2T-J5 | 2024x1024x40 | 400-410 | VDE 40048078 du 21/02/2020 | NON |
| LG E. | LGxxxN1C-N5 | 1700x1016x40 | 360 | VDE 40048078 du 21/02/2020 | OUI |
| LG E. | LGxxxQ1C-A5 | 1700x1016x40 | 360-370 | VDE 40048078 du 21/02/2020 | OUI |
| LG E. | LGxxxQ1C-V5 | 1700x1016x40 | 365-380 | VDE 40048078 du 21/02/2020 | OUI |
| DMEGC | DMxxxG1-60HBB | 1684x1002x35 | 320-330 | TÜV SÜD Z2 076043 0089 Rev. 05 | OUI |
| DMEGC | DMxxxG1-60HBW | 1684x1002x35 | 325-335 | TÜV SÜD Z2 076043 0089 Rev. 05 | OUI |
| DMEGC | DMxxxM6-60HBB | 1776x1052x35 | 345-360 | TÜV SÜD Z2 076043 0089 Rev. 05 | OUI |
| DMEGC | DMxxxM6-60HSW | 1776x1052x35 | 360-370 | TÜV SÜD Z2 076043 0089 Rev. 05 | OUI |
| LONGI | LR4-60HPB-xxxM | 1755x1038x35 | 345-365 | TÜV SÜD Z2 099333 0052 Rev. 03 | OUI |
| LONGI | LR4-60HPH-xxxM | 1755x1038x35 | 350-380 | TÜV SÜD Z2 099333 0053 Rev. 03 | OUI |
| LONGI | LR4-60HPH-xxxM | 1776x1052x35 | 350-370 | TÜV SÜD Z2 099333 0045 Rev. 03 | OUI |
| LONGI | LR4-72HPH-xxxM | 2094x1038x35 | 425-455 | TÜV SÜD Z2 099333 0053 Rev. 03 | NON |
| LONGI | LR4-60HBD-xxxM | 1755x1038x30 | 350-375 | TÜV SÜD Z2 099333 0042 Rev. 06 | OUI |
| TRINA | TSM-xxxDE06M.08(II) | 1690x996x35 | 325-340 | TÜV RHEINLAND PV 50397214 du 09/04/2020 | OUI |
| LONGI | TSM-xxxDD06M.05(II) | 1690x996x35 | 310-335 | TÜV RHEINLAND PV 50357713 du 05/05/2019 | OUI |
| LONGI | TSM-xxxDE08M.08(II) | 1763x1040x35 | 360-375 | TÜV RHEINLAND PV 50397214 du 10/01/2020 | OUI |
| LONGI | TSM-xxxDE08M(II) | 1763x1040x35 | 355-375 | TÜV RHEINLAND PV 50397214 du 10/01/2020 | OUI |
| LONGI | TSM-xxxDEG8MC.20(II) | 1773x1046x30 | 355-375 | TÜV SÜD Z2 070321 0097 Rev. 14 | OUI |
| SUNPOWER | SPR-P19-xxx-COM | 2067x998x40 | 385 - 410 | TUV SUD Z2 070321 0097 Rev. 14 | NON |
| SUNPOWER | SPR-MAX3-xxx | 1690x1046x40 | 390 - 400 | TUV Rheinland PV 60145777 du 09/01/2020 | OUI |
| SUNPOWER | SPR-MAX3-xxx-BLK | 1690x1046x40 | 355 ; 375 | TUV Rheinland PV 60145777 du 09/01/2020 | OUI |
| SUNPOWER | SPR-MAX3-xxx-COM | 1690x1046x40 | 370 ; 390 ; 400 | TUV Rheinland PV 60145777 du 09/01/2020 | OUI |

| | | | | | |
|-----------------|---|--------------|-----------|--|-----|
| SUNPOWER | SPR-P3-xxx-COM-1500 | 2066x998x35 | 405 - 420 | TUV Rheinland PV 60145777 du 09/01/2020 | NON |
| DUALSUN | FLASH xxxM-60-00 | 1658x996x35 | 300 - 340 | TUV SUD Z2 103216 0004 Rev.00 | OUI |
| DUALSUN | FLASH DSxxxM6-120SW-01 | 1765x1048x35 | 345 - 370 | TUV SUD Z2 103216 0006 Rev. 00 | OUI |
| DUALSUN | FLASH xxxM-60-0BBP | 1650x991x35 | 300 - 315 | TUV SUD Z2 103216 0001 Rev. 00 | OUI |
| DUALSUN | SPRING xxxM-60-3BBPN (hybride) | 1650x991x35 | 300 - 315 | Kiwa 16429 Rev.2 | NON |
| DUALSUN | SPRING xxxM-60-3BBPI (hybride) | 1650x991x35 | 300 - 315 | Kiwa 16429 Rev.2 | NON |
| VOLTEC SOLAR | TARKA 120 VSMS | 1685x1000x42 | 310-335 | ELIOSYS ELIOCERT ID20200702 | OUI |
| SOLUXTEC | DMMFSXXX DAS MODUL Mono Serie FS | 1665x1005x35 | 320-340 | VDE 40052653 du 12/11/2020 | OUI |
| SOLUXTEC | DAS MODUL Mono Serie FR60 xxx Wp | 1665x1005x35 | 290-315 | TUV Rheinland PV 60126620 du 26/01/2018 | OUI |
| SOLUXTEC | DAS MODUL Multi Serie FR60 xxx Wp | 1665x1005x35 | 270-285 | TUV Rheinland PV 60126620 du 26/01/2018 | OUI |
| AXITEC | AC-xxxMH/120V | 1755x1038x35 | 360-370 | TÜV SÜD Z2 096640 0008 Rev. 00 du 14/07/2020 | OUI |
| AXITEC | AC-xxxMH/120S | 1776x1052x35 | 350-365 | TÜV SÜD Z2 096640 0008 Rev. 00 du 14/07/2020 | OUI |
| MYLIGHT SYSTEMS | BLACK CRYSTAL MYL-xxx- BMB retour de cadre 35 mm / 24,5 mm (grand / petit côté) | 1690x1002x35 | 330 | TÜV SÜD Z2 1111 300001 Rev. 00 | OUI |
| MYLIGHT SYSTEMS | QUARTZ BIFACIAL MYL- xxx-BMB-BG retour de cadre 13 mm | 1720x1008x30 | 330 | TÜV SÜD Z2 1111 300001 Rev. 00 | NON |
| MYLIGHT SYSTEMS | QUARTZ BIFACIAL MYL- xxx-BMB-BG retour de cadre 35 mm | 1755x1038x30 | 370 | TÜV SÜD Z2 1111 300001 Rev. 00 | NON |
| MYLIGHT SYSTEMS | BLACK CRYSTAL MYLxxx- 120SW retour de cadre 28 mm | 1755x1038x35 | 375 | TÜV RHEINLAND PV 50497838 du 19/03/2021 | NON |
| QCELLS | Q.PEAK DUO ML-G9 XXX | 1840x1030x32 | 375-390 | TÜV RHEINLAND PV 60149904 du 19/08/2020 | NON |
| QCELLS | Q.PEAK DUO BLK-G9 XXX | 1673x1030x32 | 330-345 | TÜV RHEINLAND PV 60149904 du 26/08/2020 | OUI |
| QCELLS | Q.PEAK DUO-G8 XXX | 1740x1030x32 | 340-360 | TÜV RHEINLAND PV 60149904 du 23/07/2020 | OUI |
| QCELLS | Q.PEAK DUO-G6 XXX | 1740x1030x32 | 345-360 | TÜV RHEINLAND PV 60149904 du 23/07/2020 | OUI |
| QCELLS | Q.PEAK DUO-G7 XXX | 1685x1000x32 | 325-335 | TÜV RHEINLAND PV 60149904 du 15/06/2020 | OUI |
| SUNRISE | SR-M660xxx retour de cadre 30 mm | 1640x992x35 | 285-300 | TÜV NORD 44 780 20 406749 - 019 du 13/01/2020 | OUI |
| SUNRISE | SR-M660xxxHL retour de cadre 35 mm | 1684x1002x35 | 315-335 | TÜV NORD 44 780 20 406749 - 019 du 13/01/2020 | OUI |
| SUNRISE | SR-M672xxxHL retour de cadre 35 mm | 2008x1002x40 | 395-405 | TÜV NORD 44 780 20 406749 - 019 du 13/01/2020 | NON |
| SUNRISE | SR-M660xxxHLP retour de cadre 27 mm | 1776x1052x35 | 360-375 | TÜV NORD 44 780 20 406749 - 218 du 05/11/2020 | OUI |

| | | | | | | |
|-------------------------|-----|--|--------------|---------|--|-----|
| TRINA SOLAR | | TSM-xxxDE09.08 | 1754x1096x30 | 390-405 | TÜV RHEINLAND PV 50397214 du 30/12/2020 | OUI |
| TRINA SOLAR | | TSM-xxxDE09.05 | 1754x1096x30 | 380-395 | TÜV RHEINLAND PV 50397214 du 30/12/2020 | OUI |
| TRINA SOLAR | | TSM-xxxDE09 | 1754x1096x30 | 390-405 | TÜV RHEINLAND PV 50397214 du 30/12/2020 | OUI |
| SOLAR SOLUTIONS | AEG | AS-M1202-H(M6)-xxx | 1755x1038x35 | 370-375 | TÜV SÜD Z2 099312 0054 Rev. 00 du 05/03/2021 | OUI |
| SOLAR SOLUTIONS | AEG | AS-M1202Z-H(M6)-xxx | 1755x1038x35 | 370-375 | TÜV SÜD Z2 099312 0054 Rev. 00 du 05/03/2021 | OUI |
| SOLAR SOLUTIONS | AEG | AS-M1202B-H(M6)-xxx | 1755x1038x35 | 365-375 | TÜV SÜD Z2 099312 0054 Rev. 00 du 05/03/2021 | OUI |
| SOLAR SOLUTIONS | AEG | AS-M1202B-H(G1)-xxx | 1684x1002x35 | 320-330 | TÜV SÜD Z2 099312 0054 Rev. 00 du 05/03/2021 | OUI |
| MÜNCHEN ENERGIEPRODUKTE | | MSMDxxxM6-60 | 1765x1048x35 | 360-370 | TÜV SÜD Z2 084752 0030 Rev. 00 | OUI |
| MÜNCHEN ENERGIEPRODUKTE | | MSMDxxxM6-72 | 2108x1048x40 | 430-450 | TÜV SÜD Z2 084752 0030 Rev. 00 | NON |
| HYUNDAI | | HiE-SxxxVG | 1719x1140x35 | 390-400 | TÜV NORD 44 780 20 406749 - 017R1M2 du 10/07/2020 | OUI |
| MYLIGHT SYSTEMS | | CRYSTAL MYL-xxx-BMD-HV retour de cadre 35 mm / 24,5 mm (grand / petit côté) | 1730x1134x35 | 400 | TÜV SÜD Z2 111130 0001 Rev. 01 | NON |
| MYLIGHT SYSTEMS | | BLACK CRYSTAL G2 MYL-xxx-BMB-HV retour de cadre 35 mm / 24,5 mm (grand / petit côté) | 1755x1038x35 | 375 | TÜV SÜD Z2 111130 0001 Rev. 01 | OUI |
| MYLIGHT SYSTEMS | | CRYSTAL G2 MYL-xxxM54-HLV retour de cadre 30 mm | 1724x1134x35 | 400 | VDE 40053619 du 15/06/2021 | NON |
| MYLIGHT SYSTEMS | | QUARTZ BIFACIAL MYL-xxxM60-HE/BF-DG retour de cadre 30 mm | 1755x1038x30 | 375 | VDE 40053619 du 15/06/2021 | OUI |

| MODULES PHOTOVOLTAÏQUES AC REFERENCES | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|-----------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| FABRICANT / MARQUE COMMERCIALE | DESIGNATION | DIMENSIONS [mm] | PLAGE DE PUISSANCE [W] | DOCUMENT DE REFERENCE | FIXATION PETITS COTES |
| / | / | / | / | / | / |

6. FABRICATION ET CONTROLE

La fabrication des éléments constitutifs du système d'intégration est assurée par diverses sociétés référencées. Ces sociétés disposent de procédures d'autocontrôles et de systèmes qualité, avec certifications externes pour certaines.

La société K2 SYSTEMS GMBH fait l'objet de certifications KIT, VDE, RAL et ISO 9001 avec suivi de production.

7. JUSTIFICATIONS/ESSAIS

Pour la mise au point du procédé MINIRAIL, différents calculs et essais ont été réalisés.

Ces justifications sont référencées dans le Cahier des Charges au Chapitre 7.

8. MISE EN ŒUVRE

La mise en œuvre est décrite au Chapitre 4 du Cahier des Charges ; et illustrée dans la notice de pose jointe en annexe.

Les étapes importantes de la mise en œuvre sont les suivantes (liste non exhaustive) :

- Mise en œuvre des bacs aciers référencés conformément au DTU 40.35 et aux dispositions supplémentaires suivantes :
 - Recouvrements transversaux :

| <i>Valeurs et dispositions minimales à respecter pour les recouvrements transversaux (en mm) :</i> | | |
|--|-------------------|-------------|
| Pentes en % | Zone I et Zone II | Zone III |
| $7 \leq P < 10$ | 300 mm + CE | Non prévu |
| $10 \leq P < 15$ | 300 mm | 300 mm + CE |
| $15 \geq P$ | 300 mm | 300 mm |

Nota
* 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

- Recouvrements longitudinaux : les plaques nervurées sont couturées tous les 60 cm à l'aide de vis de couture.
- Mise en œuvre des rails fixés avec les vis REISSER fournies, munies de leur rondelle d'étanchéité (4 vis par rail), après vérification de la présence du joint EPDM en sous-face de rail. Dans le cas de recouvrements avec plus de 2 tôles superposées, un pré-perçage est nécessaire ;
- Mise en œuvre des manchons d'étanchéité pour sortie de toiture éventuels à l'aplomb de l'intersection des diagonales d'un module, si pénétration des câbles à l'intérieur du bâtiment ;

- Mise en œuvre et fixation des modules photovoltaïques référencés, en mode portrait (fixation par leurs grands côtés) ou en mode paysage (fixation par leurs petits côtés) ;
- Fixation des câbles électriques sur les rails à l'aide de dispositifs adaptés, de façon à ne pas perturber le bon écoulement des eaux de ruissellement sur les plages de bacs notamment.

La mise en œuvre du procédé MINIRAIL doit être assurée par des entreprises qualifiées et formées aux 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 6 000 m² ont été mis en œuvre en France depuis 2013.

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

a. Résistance aux sollicitations climatiques

Précédé d'une vérification systématique de la stabilité de la structure porteuse du bâtiment, la résistance aux sollicitations climatiques dans le Domaine d'Emploi revendiqué peut être considérée comme convenablement assurée, compte tenu des justifications apportées permettant un dimensionnement au cas par cas.

b. Etanchéité à l'eau

L'étanchéité à l'eau peut être considérée comme assurée de façon satisfaisante dans le Domaine d'Emploi revendiqué.

c. Condensation

La maîtrise des risques de condensation, 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, en fonction des atmosphères permises, permettent d'escompter une durabilité satisfaisante du procédé en termes de résistance à la corrosion, dans le cadre du Domaine d'Emploi.

e. Maintien des caractéristiques initiales

L'ensemble des contrôles internes et externes réalisés par les fournisseurs de la société K2 SYSTEMS GMBH, 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.

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 MINIRAIL** 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 **14 JUIN 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 03 FEVRIER 2022,

| L'Ingénieur Evaluation, | Le Responsable Activité, |
|---|--|
|  |  <small>Signé numériquement par VINCENT NANCHE SD / C/PR/04/BUREAU ALPES CONTROLES / CA-0002 351812038: CN=VINCENT NANCHE, SN=NANCHE, O=VINCENT, SERIALNUMBER=3038AC5C10144F48320A7110ca00008626, OU=2.5.4.97-INTFR-351812038</small> |
| Marie BONNET | Vincent NANCHE |

FIN DU RAPPORT