

CTC R440 V3

RAPPORT D'ENQUETE DE TECHNIQUE NOUVELLE

REFERENCE :	A27T250R indice 0
NOM DU PROCEDE :	K2 SOLARFASTENER PLAQUES ONDULÉES (DROM)
MODULES PHOTOVOLTAIQUES ASSOCIES :	<u>Modules photovoltaïques objet du présent indice :</u> - DMEGC DMxxxG12RT-B54HBT 1977x1134x30 mm de 505 à 530 W - LONGI LR7-54HVH-xxxM 1800x1134x30 mm de 480 à 500 W - HUANSHENG PHOTOVOLTAIC (JIANGSU) – TCL SOLAR HSM-ND48-DRxxx 1762x1134x30 mm de 440 à 455 W - TRINA SOLAR TSM-xxxNEG18R.28 1961x1134x30 mm de 490 à 520 W - VOLTEC SOLAR TARKA S 100R VSMP xxx 1868x1115x35 mm de 455 à 485 W
TYPE DE PROCEDE :	Procédé photovoltaïque sur couverture en plaques ondulées issues de tôles d'acier revêtues
DESTINATION :	Toitures à versants plans de bâtiments situés dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM) suivants : - Guadeloupe - Martinique - Réunion - Guyane - Mayotte
DEMANDEUR :	K2 SYSTEMS GMBH HALDENSTRASSE 1 71272 RENNINGEN (ALLEMAGNE)
PERIODE DE VALIDITE :	DU 27 JUILLET 2026 AU 26 JUILLET 2029

Le présent rapport porte la référence A27T250R indice 0 rappelée sur chacune des 22 pages. Il ne doit être utilisé que dans son intégralité.

Historique des indices :

INDICE ETN	DATE DEBUT VALIDITE	OBJET
0	27 juillet 2026	Version initiale

Sommaire :

PREAMBULE	3
1. OBJET DE LA MISSION	3
2. DESCRIPTION DU PROCEDE	5
3. DOMAINE D'EMPLOI	8
4. DOCUMENT DE REFERENCE	12
5. MATERIAUX/COMPOSANTS	13
6. FABRICATION ET CONTROLE	18
7. JUSTIFICATIONS/ESSAIS	18
8. MISE EN ŒUVRE	19
9. REFERENCES	20
10. ANALYSE TECHNIQUE DE L'APTITUDE A L'EMPLOI	21
11. AVIS DE PRINCIPE DE BUREAU ALPES CONTROLES	22

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 K2 SOLARFASTENER PLAQUES ONDULÉES (DROM). Cette mission est détaillée dans notre contrat référence A27-T-2025-000S/0 et avenant(s) éventuel(s).

La mission confiée vise à donner un Avis de Principe sur le Cahier des Charges relatif au procédé K2 SOLARFASTENER PLAQUES ONDULÉES (DROM), 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.
- la mission objet de ce rapport ne s'apparente en aucune façon à une certification de produit de construction.
- le présent rapport ne vaut pas vérification des critères d'intégration paysagère.

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 K2 SOLARFASTENER PLAQUES ONDULÉES (DROM) dans son caractère non traditionnel. Les dispositions traditionnelles du procédé relèvent des documents de référence les concernant.

La présente Enquête vise la résistance aux sollicitations climatiques du procédé ; mais pas le mode de calcul de ces sollicitations climatiques en elles-mêmes.

La présente Enquête ne vise pas les ouvrages qui ne seraient réalisés qu'avec une partie des matériaux/éléments constitutifs du procédé K2 SOLARFASTENER PLAQUES ONDULÉES (DROM).

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.

La présente Enquête ne vise pas la fonction « Production d'énergie » liée 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 K2 SOLARFASTENER PLAQUES ONDULÉES (DROM) ; 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

K2 SOLARFASTENER PLAQUES ONDULÉES (DROM) est un procédé photovoltaïque pour toitures planes de bâtiments, avec couverture en plaques ondulées issues de tôles d'acier revêtues.

Des goujons à double filetage (dits « vis de fixation panneaux solaires » dans la suite du présent rapport), référencés, en acier inoxydable, sont fixés aux pannes de la toiture en sommet d'onde de la plaque ondulée et munis d'un système d'étanchéité, composé d'une plaquette à étanchéité intégrée et d'une rondelle d'étanchéité.

Une 1^{ère} couche de rails est fixée aux vis de fixation panneaux solaires au moyen d'un adaptateur et d'un crapaud dit « Climber 36/50 M10 ».

Une 2^{ème} couche de rails peut être mise en œuvre, fixée à la 1^{ère} couche au moyen d'un système de crapautage.

Les modules photovoltaïques associés au procédé sont mis en œuvre sur cette simple ou double couche de rails, en mode portrait ou paysage, Ils sont maintenus aux rails au moyen d'étriers de fixation positionnés sur leurs grands côtés.

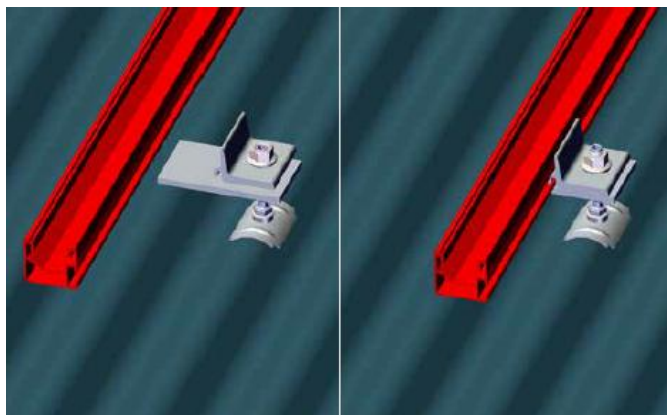


Illustration de l'assemblage {vis de fixation panneaux solaires + adaptateur + Climber 36/50 M10 + rail 1^{ère} couche}

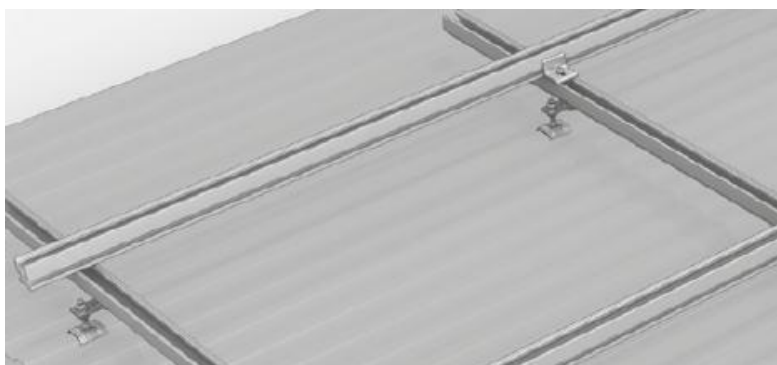
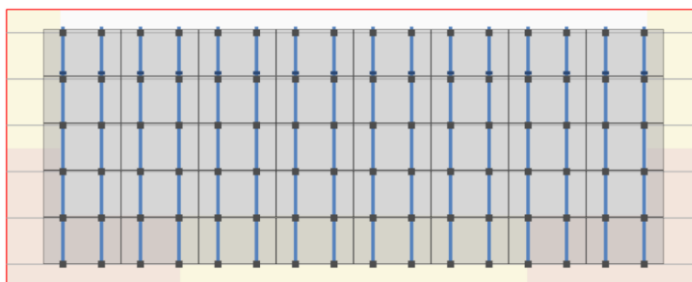


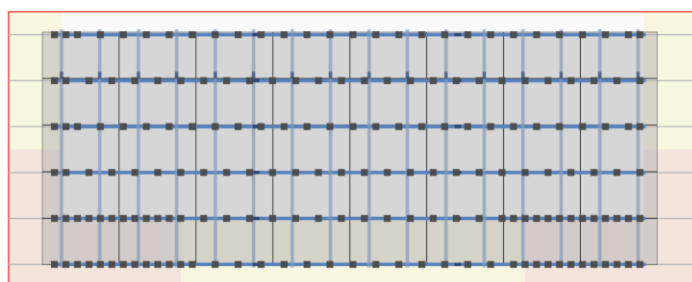
Illustration du procédé K2 SOLARFASTENER PLAQUES ONDULÉES (DROM) avec double couche de rails

Trois configurations de mise en œuvre du procédé K2 SOLARFASTENER PLAQUES ONDULÉES (DROM) se distinguent :

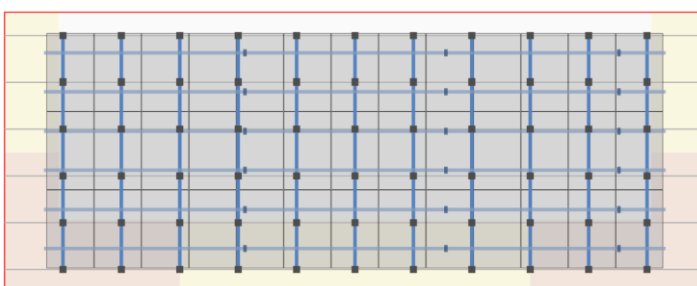
1. **Configuration A (paysage monocouche).** Seule une couche de rails est mise en œuvre, perpendiculairement aux pannes de la toiture. Les modules photovoltaïques sont posés en mode paysage (grands côtés parallèles aux pannes) et fixés par leurs grands côtés.



2. **Configuration B (paysage bicouche).** Deux couches de rails croisées sont mises en œuvre. Les rails de la 1^{ère} couche sont parallèles aux pannes de la toiture. Les rails de la 2^{ème} couche sont perpendiculaires aux rails de la 1^{ère} couche. Les modules photovoltaïques sont posés en mode paysage (grands côtés parallèles aux pannes) et fixés par leurs grands côtés. Cette configuration permet d'avoir une densité plus importante de vis de fixation pour panneaux solaires.



3. **Configuration C (portrait bicouche).** Deux couches de rails croisées sont mises en œuvre. Les rails de la 1^{ère} couche sont perpendiculaires aux pannes de la toiture. Les rails de la 2^{ème} couche sont perpendiculaires aux rails de la 1^{ère} couche. Les modules photovoltaïques sont posés en mode portrait (grands côtés perpendiculaires aux pannes) et fixés par leurs grands côtés.



Le procédé K2 SOLARFASTENER PLAQUES ONDULÉES (DROM) se compose principalement de (liste non exhaustive) :

- Vis de fixation panneaux solaires, référencée au Chapitre 5 du présent rapport, fixée à une panne de la toiture en sommet d'onde des plaques ondulées. Elle est munie d'une rondelle d'étanchéité et d'une plaquette à étanchéité intégrée référencée. Les écrous et rondelles métalliques d'origine sont remplacés par des écrous à embase crantée M10.
- Adaptateur, fixé à la vis de fixation panneaux solaires, support des rails de la 1^{ère} couche ;
- Rail ;
- Connecteur de rails et éléments de visserie associés ;
- Climber et éléments de visserie associés, pour la fixation des rails SingleRails aux vis de fixation panneaux solaires et pour l'assemblage à 90° des rails de la 2^{ème} couche aux rails de la 1^{ère} couche ;
- Etrier et éléments de visserie associés, pour le maintien des modules photovoltaïques ;
- Dispositif anti-glissement ;
- Module photovoltaïque cadré, référencé, certifié conforme à la norme IEC 61215, et référencé au Chapitre 5 du présent rapport, posé en mode portrait ou paysage et fixé au moyen d'étriers positionnés sur ses grands côtés.

3. DOMAINE D'EMPLOI

Le Domaine d'Emploi du procédé K2 SOLARFASTENER PLAQUES ONDULÉES (DROM) se trouve au Chapitre 2 du Cahier des Charges, et est précisé comme suit dans le cadre de la présente Enquête de Technique Nouvelle, l'ensemble des dispositions explicitées dans le Cahier des Charges s'appliquant par ailleurs :

- Emploi en zones géographiques situées :
 - ▶ dans les Départements et Régions d'Outre-Mer français (DROM) suivants :
 - Guadeloupe ;
 - Guyane ;
 - Martinique ;
 - Mayotte ;
 - Réunion.
 - ▶ en atmosphères extérieures rurales non polluées, industrielles ou urbaines normales ;
 - ▶ en atmosphères extérieures marines, pour le procédé hors modules photovoltaïques :
 - ouvrages situés « sous le vent » en zones cycloniques, et tout ouvrage hors zone cyclonique (Guyane) au sens des Recommandations Professionnelles PACTE « Couverture en plaques ondulées issues de tôles d'acier revêtues en climat tropical ou équatorial humide et conditions cycloniques », version 1.0, décembre 2021 :
 - ✓ à une distance supérieure ou égale à 300 m du littoral : avec vis de fixation panneaux solaires en acier inoxydable A2 protégées/ventilées ;
 - ✓ à une distance supérieure ou égale à 100 m du littoral : avec vis de fixation panneaux solaires en acier inoxydable A2 protégées/ventilées ; sur étude spécifique.
 - ouvrages situés « au vent » en zones cycloniques au sens des Recommandations Professionnelles PACTE « Couverture en plaques ondulées issues de tôles d'acier revêtues en climat tropical ou équatorial humide et conditions cycloniques », version 1.0, décembre 2021 :
 - ✓ à une distance supérieure ou égale à 1 km du littoral : avec vis de fixation panneaux solaires en acier inoxydable A2 protégées/ventilées ;
 - ✓ à une distance supérieure ou égale à 300 m du littoral : avec vis de fixation panneaux solaires en acier inoxydable A2 protégées/ventilées ; sur étude spécifique.
- Emploi en toitures de bâtiments, sur des charpentes acier ou bois :
 - ▶ en pannes répondant aux exigences suivantes :
 - pannes acier : largeur continue d'appui minimale de 40 mm et épaisseur minimale de 1,5 mm ;
 - pannes bois résineux : classe de résistance C24 minimum au sens de la norme NF EN 338, classe d'emploi 3.1 minimum au sens de la norme NF EN 335, largeur d'appui minimale de 60 mm et hauteur minimale de 80 mm.
 - ▶ entraxe de pannes de 2,25 m maximum ;
 - ▶ porte-à-faux des rails de la première couche de 0,30 m maximum ;
 - ▶ porte-à-faux des rails de la seconde couche de 0,50 m maximum.
- Emploi sur des couvertures en plaques ondulées issues de tôles d'acier revêtues conformes aux Recommandations Professionnelles PACTE « Couverture en plaques ondulées issues de tôles d'acier revêtues en climat tropical ou équatorial humide et conditions cycloniques », version 1.0, décembre 2021 ;

- Réalisation de versants complets ou partiels de toitures, en raccordement latéral à des plaques ondulées issues de tôles d'acier revêtues conformes aux Recommandations Professionnelles PACTE « Couverture en plaques ondulées issues de tôles d'acier revêtues en climat tropical ou équatorial humide et conditions cycloniques », version 1.0, décembre 2021. Le procédé doit toujours être continu du faîtage à l'égout et peut relier les rives. Les porte-à-faux ne sont pas visés ;
- Implantation sur des versants plans de pente imposée par la toiture, avec :
 - ▶ une pente minimale respectant les Recommandations Professionnelles PACTE « Couverture en plaques ondulées issues de tôles d'acier revêtues en climat tropical ou équatorial humide et conditions cycloniques », version 1.0, décembre 2021 ;
 - ▶ une pente maximale de 60° (173%) ; et sur étude spécifique de 75° (373%).
- Emploi pour une longueur de rampant respectant les Recommandations Professionnelles PACTE « Couverture en plaques ondulées issues de tôles d'acier revêtues en climat tropical ou équatorial humide et conditions cycloniques », version 1.0, décembre 2021.

- Résistances de calcul du procédé hors modules photovoltaïques aux sollicitations climatiques au sens de l'Eurocode 1 :

Tableau 1 : <u>Configuration A</u> (paysage monocouche)		
Résistances de calcul R_d aux sollicitations <u>ascendantes</u> au sens de l'Eurocode 1		
R_d assemblage {rail SingleRail + climber + adaptateur + vis de fixation panneaux solaires + panne}		
- Rail SingleRail (36 ou 50) ; - Climber 36/50 M10 ; - Adaptateur M10 ; - Vis de fixation panneaux solaires EJOT JT3-SB-3-8.0/M10 ou JA3-SB-8.0/M10 avec écrous à embase crantée M10 ; - Pannes de caractéristiques suivantes :		
Panne acier	asymétrique d'épaisseur $\in [1,5 \text{ mm} ; 2,0 \text{ mm}]$	$R_d = 1,16 \text{ kN}$
	symétrique épaisseur $\geq 1,5 \text{ mm}$ ou asymétrique épaisseur $\geq 2,0 \text{ mm}$	$R_d = 1,66 \text{ kN}$
Panne bois	profondeur d'ancrage $\in [32 \text{ mm} ; 40 \text{ mm}]$	$R_d = 1,44 \text{ kN}$
	profondeur d'ancrage $\geq 40 \text{ mm}$	$R_d = 1,66 \text{ kN}$
Caractéristiques géométriques des rails SingleRail		
Rail SingleRail 36	$I_x = 4,02 \text{ cm}^4$ $I_y = 6,37 \text{ cm}^4$	$W_x = 2,14 \text{ cm}^3$ $W_y = 3,09 \text{ cm}^3$
Rail SingleRail 50	$I_x = 10,47 \text{ cm}^4$ $I_y = 8,46 \text{ cm}^4$	$W_x = 3,98 \text{ cm}^3$ $W_y = 4,23 \text{ cm}^3$
R_d assemblage {étrier + écrou prisonnier MK2 + rail SingleRail}		
- Kit étrier final avec écrou prisonnier MK2 en acier inoxydable + vis M8 ; - Rail SingleRail (36 ou 50).	$R_d = 3,76 \text{ kN}$ (valeur pour 1 étrier)	
- Kit étrier final avec écrou prisonnier MK2 en aluminium + vis M8 ; - Rail SingleRail (36 ou 50).	$R_d = 3,76 \text{ kN}$ (valeur pour 1 étrier)	
- Kit étrier intermédiaire XS avec écrou prisonnier MK2 en acier inoxydable + vis M8 ; - Rail SingleRail (36 ou 50).	$R_d = 6,82 \text{ kN}$ (valeur pour 1 étrier)	
- Kit étrier intermédiaire XS avec écrou prisonnier MK2 en aluminium + vis M8 ; - Rail SingleRail (36 ou 50).	$R_d = 7,27 \text{ kN}$ (valeur pour 1 étrier)	
- Kit étrier K2 Clamp EC 25-40 ; - Rail SingleRail (36 ou 50).	$R_d = 3,17 \text{ kN}$ (valeur pour 1 étrier)	
- Kit étrier K2 Clamp MC 25-40 ; - Rail SingleRail (36 ou 50).	$R_d = 4,99 \text{ kN}$ (valeur pour 1 étrier)	

Tableau 2 : <u>Configuration A</u> (paysage monocouche)	
Résistances de calcul R_d aux sollicitations <u>descendantes</u> au sens de l'Eurocode 1	
R_d assemblage {rail SingleRail + climber + adaptateur + vis de fixation panneaux solaires + panne}	
- Rail SingleRail (36 ou 50) ; - Climber 36/50 M10 ; - Adaptateur M10 ; - Vis de fixation panneaux solaires EJOT JT3-SB-3-8.0/M10 ou JA3-SB-8.0/M10 avec écrous à embase crantée M10 ; - Panne acier épaisseur $\geq 1,5 \text{ mm}$ ou panne bois ancrage $\geq 32 \text{ mm}$.	$R_d = 0,71 \text{ kN}$
Caractéristiques géométriques des rails SingleRail	
Voir Tableau 1	

Tableau 3 : <u>Configurations B et C</u> (paysage bicouche et portrait bicouche) Résistances de calcul R_d aux sollicitations <u>ascendantes</u> au sens de l'Eurocode 1		
R _d assemblage {rail 1 ^{ère} couche SingleRail + climber + adaptateur + vis de fixation panneaux solaires + panne}		
voir Tableau 1		
Caractéristiques géométriques des rails de la 1 ^{ère} couche SingleRail		
voir Tableau 1		
R _d assemblage {rail 2 ^{ème} couche SingleRail + climber + vis + écrou prisonnier MK2 + rail 1 ^{ère} couche SingleRail}		
- Rail 2^{ème} couche SingleRail (36 ou 50 ou 63) ; - Climber 36/50 ; - Vis M8 + écrou prisonnier MK2 en acier inoxydable ; - Rail 1^{ère} couche SingleRail (36 ou 50).	R_d = 3,61 kN	
Caractéristiques géométriques des rails de la 2 ^{ème} couche SingleRail		
Rail SingleRail 36	I_x = 4,02 cm⁴ I_y = 6,37 cm⁴	W_x = 2,14 cm³ W_y = 3,09 cm³
Rail SingleRail 50	I_x = 10,47 cm⁴ I_y = 8,46 cm⁴	W_x = 3,98 cm³ W_y = 4,23 cm³
Rail SingleRail 63	I_x = 26,03 cm⁴ I_y = 14,60 cm⁴	W_x = 7,63 cm³ W_y = 5,62 cm³
R _d assemblage {kit étrier + rail 2 ^{ème} couche SingleRail}		
- Kit étrier final avec écrou prisonnier MK2 en acier inoxydable + vis M8 ; - Rail SingleRail (36 ou 50 ou 63).	R_d = 3,76 kN (valeur pour 1 étrier)	
- Kit étrier final avec écrou prisonnier MK2 en aluminium + vis M8 ; - Rail SingleRail (36 ou 50 ou 63).	R_d = 3,76 kN (valeur pour 1 étrier)	
- Kit étrier intermédiaire XS avec écrou prisonnier MK2 en acier inoxydable + vis M8 ; - Rail SingleRail (36 ou 50 ou 63).	R_d = 6,82 kN (valeur pour 1 étrier)	
- Kit étrier intermédiaire XS avec écrou prisonnier MK2 en aluminium + vis M8 ; - Rail SingleRail (36 ou 50 ou 63).	R_d = 7,27 kN (valeur pour 1 étrier)	
- Kit étrier K2 Clamp EC 25-40 ; - Rail SingleRail (36 ou 50 ou 63).	R_d = 3,17 kN (valeur pour 1 étrier)	
- Kit étrier K2 Clamp MC 25-40 ; - Rail SingleRail (36 ou 50 ou 63).	R_d = 4,99 kN (valeur pour 1 étrier)	

Tableau 4 : <u>Configurations B et C</u> (paysage bicouche et portrait bicouche) Résistances de calcul R_d aux sollicitations <u>descendantes</u> au sens de l'Eurocode 1		
R_d assemblage {rail 1 ^{ère} couche SingleRail + climber + adaptateur + vis de fixation panneaux solaires + panne}		
voir Tableau 2		
Caractéristiques géométriques des rails de la 1 ^{ère} couche SingleRail		
voir Tableau 1		
Caractéristiques géométriques des rails de la 2 ^{ème} couche SingleRail		
voir Tableau 3		

4. DOCUMENT DE REFERENCE

La société K2 SYSTEMS GMBH a rédigé un Cahier des Charges intitulé « Procédé K2 SolarFastener Plaques Ondulées (DROM) », version 01 du 21/07/2026, et comportant 121 pages.

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

5. MATERIAUX/COMPOSANTS

Les matériaux/composants du procédé K2 SOLARFASTENER PLAQUES ONDULÉES (DROM) sont définis au Chapitre 3 du Cahier des Charges.

Le procédé K2 SOLARFASTENER PLAQUES ONDULÉES (DROM) est constitué principalement de (liste non exhaustive) :

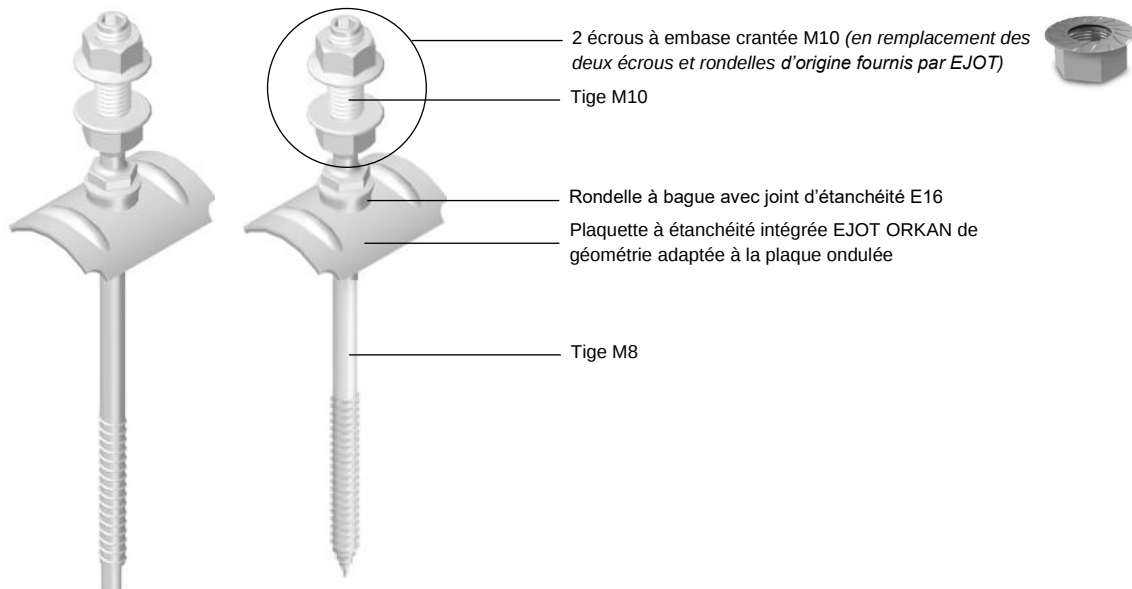
- Vis de fixation panneaux solaires, fixée à une panne de la toiture, en sommet d'onde de plaque ondulée. Les constituants de la vis de fixation panneaux solaires sont les suivants :

- une vis à double filetage en acier inoxydable A2 1.4301 ;
 - un écrou de fixation M10 DIN 985 en acier inoxydable A2 ;
 - un écrou support M10 DIN 985 en acier inoxydable A2 ;
 - deux rondelles support en acier inoxydable A2 ;
 - une rondelle d'étanchéité E16 en acier inoxydable A2 et EPDM ;
 - une plaquette à étanchéité intégrée EJOT ORKAN storm washer en aluminium et EPDM **de géométrie adaptée à la géométrie de l'onde de la plaque ondulée**. Cette plaquette a fait l'objet de l'évaluation Zulassung n°Z-14.4-814 auprès du DIBt (Deutsches Institut für Bautechnik).
- ces éléments sont remplacés par deux écrous à embase crantée M10 DIN 6923 en acier inoxydable A2*

Les vis de fixation panneaux solaires référencées sont de marque EJOT et visées par l'Agrément Technique Européen ETA 22-0762 du 20/12/2022. Les références visées dans le présent rapport sont les suivantes :

- Pour les pannes acier : JT3-SB-8.0xL/M10x50 + rondelle E16 ou JT3-SB-8.0xL/M10x70 + rondelle E16 ;
- Pour les pannes bois : JA3-SB-8.0xL/M10x50 + rondelle E16 ou JA3-SB-8.0xL/M10x70 + rondelle E16.

L correspond à la longueur de la tige inférieure, adaptée à la configuration visée. Pour les pannes acier, la vis de fixation panneaux solaires doit dépasser de 25 mm à 67 mm de la panne. Pour les pannes bois, l'ancrage dans la panne doit être de 32 mm minimum.



Vis de fixation pour panneaux solaires et éléments associés : (gauche) pour pannes en acier ; (droite) pour pannes en bois

- Adaptateur : plaque en aluminium EN AW 6063 T66, fixée à la vis de fixation panneaux solaires et support des rails de 1^{ère} couche, de dimensions 90 x 50 x 5 mm.



- Climber 36/50 M10 pour fixer la 1^{ère} couche de rails : crapaud en aluminium EN AW 6063 T66, pour fixer le rail de 1^{ère} couche à l'adaptateur et à la vis de fixation panneaux solaires. Ses dimensions hors tout sont de 45 x 50 x 27 mm (largeur x longueur x hauteur).



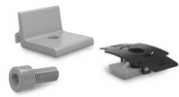
- Rails, en aluminium EN AW 6063 T66, déclinés en trois références :

Référence	Mise en œuvre		Illustration	Section largeur x hauteur Longueur maximale	Moments et modules d'inertie	
	Couche inférieure (1 ^{ère} couche)	Couche supérieure (2 ^{ème} couche)				
SingleRail 36	oui	oui		Section : 39 x 36 mm Longueur maximale : 5,5 m	$I_x = 4,02 \text{ cm}^4$ $I_y = 6,37 \text{ cm}^4$	$W_x = 2,14 \text{ cm}^3$ $W_y = 3,09 \text{ cm}^3$
SingleRail 50	oui	oui		Section : 39 x 50 mm Longueur maximale : 5,5 m	$I_x = 10,47 \text{ cm}^4$ $I_y = 8,46 \text{ cm}^4$	$W_x = 3,98 \text{ cm}^3$ $W_y = 4,23 \text{ cm}^3$
SingleRail 63	non	oui		Section : 47 x 63 mm Longueur maximale : 6,1 m	$I_x = 26,03 \text{ cm}^4$ $I_y = 14,60 \text{ cm}^4$	$W_x = 7,63 \text{ cm}^3$ $W_y = 5,62 \text{ cm}^3$

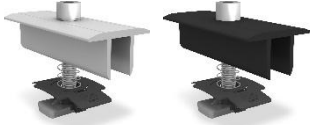
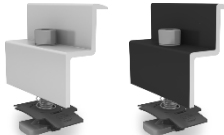
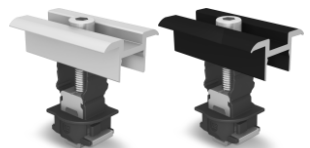
- Connecteurs de rails, en aluminium, déclinés en trois références, associés à des éléments de visserie en acier inoxydable A2 :

Référence	Rails associés	Illustration	Nature de matériau	Dimensions largeur x hauteur x longueur x épaisseur	Visserie associée
Connecteur SingleRail 36	SingleRail 36		EN AW 6063 T66	49 x 50 x 250 mm épaisseur 4 mm	4 vis à tête marteau M8x20 mm + 4 écrous M8 à embase avec cran d'arrêt
Connecteur SingleRail 50	SingleRail 50		EN AW 6063 T66	48 x 38 x 250 mm épaisseur 4 mm	
Connecteur SingleRail 63	SingleRail 63		EN AW 6063 T66	37 x 35 x 300 mm épaisseur 3 mm	2 vis autotaraudeuses à tête hexagonale 5,5x25 mm

- Climbers pour assemblage à 90° de la 2^{ème} couche de rails (configurations B et C uniquement), en aluminium EN AW 6063 T66, et éléments de fixation associés, déclinés en deux références :

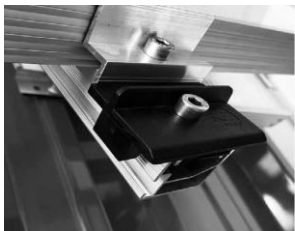
Référence	Rails associés, fixés par le climber	Illustration	Dimensions <i>largeur x hauteur x longueur</i>	Visserie associée
Climber 36/50	Rail 1 ^{ère} couche : SingleRail 36 ou 50 Rail 2 ^{ème} couche : SingleRail 36 ou 50		50 x 24 x 60 mm	1 vis avec rondelle intégrée M8x20 en acier inoxydable A2 + 1 écrou prisonnier MK2 en acier inoxydable A2 et en polyamide
Climber 63	Rail 1 ^{ère} couche : SingleRail 36 ou 50 Rail 2 ^{ème} couche : SingleRail 63		45 x 27 x 42 mm	1 vis avec rondelle intégrée M8x30 en acier inoxydable A2 + 1 écrou prisonnier MK2 en acier inoxydable A2 et en polyamide

- Etrier, en aluminium EN AW 6063 T66, et éléments de fixation associé, décliné en huit références :

Référence	Illustration	Dimensions <i>largeur x hauteur x longueur</i> <i>profondeur d'attache</i> <i>hauteur de cadre de module associé</i>	Visserie associée
Etrier intermédiaire XS (brut ou noir anodisé)		Dimensions étrier : 28x17x65 mm Profondeur d'attache : 8 mm Hauteur de cadre de module : 30 à 44 mm	1 vis avec rondelle intégrée M8xL en acier inoxydable A2 <i>L selon hauteur de cadre du module PV</i> + 1 écrou prisonnier MK2 en acier inoxydable A2 et en polyamide
Etrier final standard (brut ou noir anodisé)		Dimensions étrier : 28xHx65 mm <i>H selon hauteur du cadre du module PV</i> Profondeur d'attache : 8 mm Hauteur de cadre de module : 30 à 41 mm	
Etrier intermédiaire K2 Clamp MC 25-40 (brut ou noir anodisé)		Dimensions étrier : 40x20x65 mm Profondeur d'attache : 10 mm Hauteur de cadre de module : 25 à 40 mm	1 vis avec rondelle intégrée M8x35 mm en acier inoxydable A2 + 1 bride de positionnement en aluminium EN AW 6063 T66 + 1 connecteur plastique
Etrier final K2 Clamp EC 25-40 (brut ou noir anodisé)		Dimensions étrier : 33x28x65 mm Profondeur d'attache : 10 mm Hauteur de cadre de module : 25 à 40 mm	1 vis avec rondelle intégrée M8x35 mm en acier inoxydable A2 + 1 bride de positionnement en aluminium EN AW 6063 T66 + 1 connecteur plastique + 1 plaque de support en acier inoxydable 1.4301 + 1 rondelle M8 en acier inoxydable A2

- Dispositif anti-glissement :

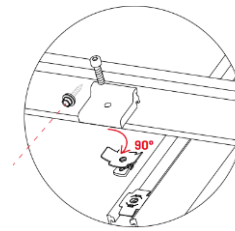
- Dispositif anti-glissement pour étrier final : AddON, écrou prisonnier MK2 en acier inoxydable A2 et en polyamide et vis M8x20 mm à tête cylindrique en acier inoxydable A2 ;
- Dispositif anti-glissement pour SingleRail 36 ou SingleRail 50 (en tant que rail de 1^{ère} ou de 2^{ème} couche) : vis à tête marteau M8x20 mm et écrou à embase crantée M8, mis en œuvre en amont du Climber 36/50 M10 ou du Climber 36/50 respectivement ;
- Dispositif anti-glissement pour SingleRail 63 : vis Ø6x25 mm, mise en œuvre en amont du Climber 63.



Dispositif anti-glissement pour étrier final



Dispositif anti-glissement pour SingleRail 36 ou SingleRail 50



Dispositif anti-glissement pour SingleRail 63

- Modules photovoltaïques cadrés, de marques et de types référencés ci-après, posés en mode portrait ou paysage et fixés au moyen d'étriers positionnés sur leurs grands côtés :

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
DMEGC		DMxxxG12RT-B54HBT FT V. EN DS-G12RT-B54HBT-20260513	1977x1134x30 E.V. 2,0 mm / 2,0 mm R.C. 30 mm / 15 mm	27,1	505-530	TÜV SÜD Z2 076043 0134 Rev. 03 du 19/05/2026
LONGI		LR7-54HVH-xxxM FT V. BGV03 20260509	1800x1134x30 E.V. 3,2 mm R.C. 30 mm / 15 mm	21,6	480-500	TÜV SÜD Z2 099333 0045 Rev. 36 du 30/06/2025
HUANSHENG PHOTOVOLTAÏC (JIANGSU)	TCL SOLAR	HSM-ND48-DRxxx FT V. 555349 REV B / A4_EN Dec. 2025	1762x1134x30 E.V. 2,0 mm / 2,0 mm R.C. 28 mm / 11,5 mm	24,5	440-455	TÜV RHEINLAND PV 50620338 0006 du 30/12/2024 + TÜV RHEINLAND PV 50620338 0008 du 06/0505/06 /2025
TRINA SOLAR		TSM-xxxNEG18R.28 FT V. TSM_EN_2025_B	1961x1134x30 E.V. 1,6 mm / 1,6 mm R.C. 28,5 mm / 18 mm	23,5	490-520	TÜV SÜD Z2 070321 0169 Rev. 07 du 05/01/2026
VOLTEC SOLAR		TARKA S 100R VSMP XXX FT V. TARKA S 100R VSMP 455- 485Wc_v1	1868x1115x35 E.V. 3,2 mm R.C. 30 mm / 30 mm	21,8	455-485	TÜV SÜD Z2 127197 0001 Rev. 02 du 19/03/2026
Légendes : - FT V. : Version de la fiche technique - E.V. : Epaisseur de verre avant / arrière (si module bi-verre) - R.C. : Longueur de retour de cadre grands côtés / petits côtés						

6. FABRICATION ET CONTROLE

La fabrication des matériaux/composants du procédé K2 SOLARFASTENER PLAQUES ONDULÉES (DROM) est assurée par diverses sociétés sous-traitantes de la société K2 SYSTEMS GMBH.

Toutes les pièces constituant le procédé K2 SOLARFASTENER PLAQUES ONDULÉES (DROM) sont contrôlées régulièrement par le service qualité interne de la société K2 SYSTEMS GMBH. Sur chaque livraison, un certain nombre de pièces sont contrôlées. Les fréquences de contrôle dépendent de chaque pièce et sont réparties en niveaux, comme indiquée dans le tableau suivant :

Pièce	Niveau de contrôle
Vis de fixation panneaux solaires	2
Adaptateurs	2
Rails	1
Climbers	2
Vis à tête marteau	3
Ecrou à embase crantée	3
Ecrous prisonniers	2
Etriers	2
Vis à tête cylindrique	2
Connecteurs	3

7. JUSTIFICATIONS/ESSAIS

Pour la mise au point et la justification du procédé K2 SOLARFASTENER PLAQUES ONDULÉES (DROM), des essais mécaniques et des notes de calcul ont été réalisés.

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

8. MISE EN ŒUVRE

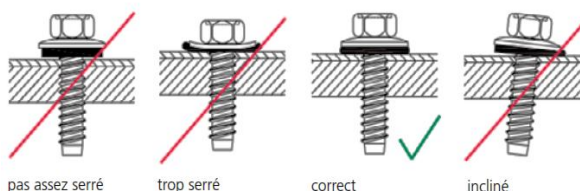
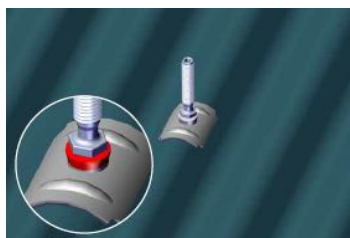
La mise en œuvre du procédé K2 SOLARFASTENER PLAQUES ONDULÉES (DROM) est décrite dans le Cahier des Charges au Chapitre 4.

Les principales étapes de mise en œuvre sont les suivantes :

- Pré-perçage en sommet d'onde de la plaque ondulée ainsi que de la panne sous-jacente ; à effectuer avec une bonne perpendicularité par rapport à la surface de la plaque ondulée. Le diamètre de pré-perçage doit respecter le tableau suivant :

Type de panne	Acier					Bois
Epaisseur e de la panne acier ou ancrage a dans la panne bois [mm]	$1,5 \leq e < 3,0$	$3,0 \leq e < 5,0$	$5,0 \leq e < 7,5$	$7,5 \leq e < 10$	$e \geq 10$	$a \geq 32$
Diamètre de pré-perçage [mm]	aucun	6,8 mm	7,0 mm	7,2 mm	7,4 mm	5,5 mm

- Mise en œuvre de la plaquette à étanchéité intégrée EJOT ORKAN en sommet d'onde de la plaque ondulée au niveau du trou de pré-perçage. La plaquette à étanchéité intégrée doit être de géométrie adaptée à la géométrie de l'onde de la plaque ondulée (hauteur et largeur de l'onde) ;
- Mise en œuvre de la vis de fixation panneaux solaires dans le trou de pré-perçage à travers la plaquette à étanchéité intégrée. Le vissage doit être effectué avec une bonne perpendicularité par rapport à la surface de la plaque ondulée. La rondelle d'étanchéité doit être comprimée d'environ 25% (couple de serrage de 1 à 5 N.m à appliquer).



- Mise en œuvre de l'adaptateur :
 - ▶ Les écrous et rondelles métalliques d'origine associés à la vis de fixation panneaux solaires en partie supérieure sont remplacés par 2 écrous à embase crantée M10 ;
 - ▶ L'adaptateur est orienté perpendiculairement aux ondes de la plaque ondulée ;
 - ▶ Une distance d'au moins 28 mm entre le sommet d'onde et le bas de l'écrou de serrage doit être laissée ;
 - ▶ La tige de la vis de fixation panneaux solaires doit dépasser d'au moins 5 mm par rapport à l'écrou supérieur.
- Mise en œuvre de la 1^{ère} couche de rails :
 - ▶ Assemblage au moyen du Climber 36/50 M10 ;
 - ▶ Une distance d'au moins 50 mm doit être respectée entre l'extrémité du rail et le Climber ;
 - ▶ Le couple de serrage à appliquer est de 16 N.m ;
 - ▶ Le nombre minimum de vis de fixation panneaux solaires par mètre linéaire de rail est de 2 ;

- En bas de pente, mise en œuvre d'un dispositif anti-glissement en amont du Climber.

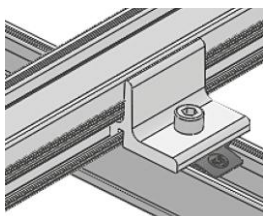


Montage du rail



Dispositif anti-glissement en bas de pente

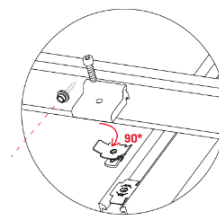
- Dans les cas concernés, mise en œuvre des connecteurs de rails.
- Pour les configurations B et C uniquement : Mise en œuvre de la 2^{ème} couche de rails perpendiculairement aux rails de la 1^{ère} couche au moyen des Climbers 36/50 (couple de serrage de 16 N.m). En bas de pente, mise en œuvre des dispositifs anti-glissement en amont des Climbers.



Mise en œuvre du Climber 36/50



Dispositif anti-glissement pour le Climber 36/50



Dispositif anti-glissement pour le Climber 63

- Mise en œuvre des modules photovoltaïques au moyen des kits étriers (couple de serrage de 14 N.m). Les modules photovoltaïques sont posés en mode paysage pour les configurations A et B, et en mode portrait pour la configuration C. Les étriers sont positionnés sur les grands côtés des modules photovoltaïques. Une distance d'au moins 50 mm doit être respectée entre l'extrémité du rail et le cadre du module photovoltaïque situé en extrémité du champ.
- Mise en œuvre du dispositif anti-glissement constitué d'un AddON, d'un écrou prisonnier MK2 et d'une vis M8 au niveau de chaque étrier final situé en bas de pente (couple de serrage de 16 N.m).



La mise en œuvre du procédé K2 SOLARFASTENER PLAQUES ONDULÉES (DROM) doit être assurée par des entreprises au fait des particularités de mise en œuvre du procédé.

La fiche d'auto-contrôle (exemple en Annexe du Cahier des Charges) doit être complétée pour chaque chantier.

9. REFERENCES

D'après les informations fournies par la société K2 SYSTEMS GMBH, environ 4 620 m² du procédé K2 SOLARFASTENER PLAQUES ONDULÉES (DROM) ont été mis en œuvre en France dans les DROM depuis 2013.

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

a. Tenue aux charges climatiques

La tenue aux sollicitations climatiques dans le Domaine d'Emploi du procédé peut être considérée comme convenablement assurée compte tenu des justifications apportées.

b. Etanchéité à l'eau

L'étanchéité à l'eau peut être considérée comme assurée de façon satisfaisante, compte tenu de la mise en œuvre des vis de fixation panneaux solaires à double filetage spécifiquement référencées, ayant été testées pour cette application et équipées d'une rondelle d'étanchéité et d'un cavalier.

c. Condensation

Le procédé n'apporte pas de modification particulière sur les questions de condensation.

d. Résistance à la corrosion

Les protections anti-corrosion retenues pour les différents constituants du système, en fonction des atmosphères extérieures 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 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.

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 K2 SOLARFASTENER PLAQUES ONDULÉES (DROM) 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 **26 JUILLET 2029**.

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 27 JUILLET 2026,

	L'Ingénieur Evaluation,
	Marie LEGUILLON

FIN DU RAPPORT