

## **Greenkraft Expertise**

**SDDCA** - Jean pierre BRISSAUD

Les Aqueducs B3

535 route des lucioles

06560 – SOPHIA ANTIPOLIS VALBONNE

rcs : GRASSE 790 996 243



SEMPERSTYL TECHNOLOGIES

31 rue des Etourneaux

95610 ERAGNY SUR OISE

SOPHIA ANTIPOLIS, le 18 décembre 2017,

A l'attention de Mr REYAL,

Monsieur,

### **I – Lieu, Objet**

A votre demande, je me suis transporté à l'adresse sus indiquée le 18 octobre 2017, en vue de délivrer avis technique sur les caractéristiques de votre procédé constructif innovant d'intégration solaire radiatif et/ou thermique SOLARSTYL. Vous avez souhaité nous faire auditer votre système pour vérifier que d'éventuelles erreurs de conception manifestes ne vous aurait échappé.

### **II – Moyens et Compétences**

Dans le domaine photovoltaïque, ou j'exerce en contrôle et conseil depuis plusieurs années, j'ai été commis à 10 reprises en qualité d'expert judiciaire par les Tribunaux de Grande Instance de GRASSE, DRAGUIGNAN et TOULON, et j'ai été sollicité en sapiteur sur 5 dossiers judiciaires. ( Toulouse, Limoges, Saint Nazaire )

Depuis 2009, j'ai réalisé personnellement plus de 380 contrôles techniques et avis sur des installations photovoltaïques, pour la plupart installées par des « commercialisateurs spécialisés » Cette large expérience de terrain « en situation » m'a permis d'embrasser les anomalies constructives récurrentes rencontrées sur les réalisations courantes.

Par ailleurs, il convient de tenir également compte des informations données par le rapport SARETEC établi en 2013 pour AQC, par Mme F. SONNTAG.

Le rapport d'analyse de Mme SONNTAG porte sur la sinistralité déclarée ( 190 cas) d'installations réalisées par des artisans ou entreprises d'électricité ayant donné lieu à déclaration de sinistre auprès de compagnies françaises d'assurances, comme SMABTP, AXA, etc...

Elle exclut cependant la sinistralité qu'aurait pu recenser des compagnies étrangères comme Elite Insurance Gibraltar ( désengagée fin 2016 du marché de la RC), Gable Insurance Lichtenstein ( en liquidation depuis 2010..) ou Millenium Insurance Company Gibraltar, pourtant très largement présentes dans le secteur de l'assurance RC décennale des entreprises photovoltaïques,

Je m'appuierai donc sur l'expérience de mes contrôles mais également sur certaines conclusions de Mme SONNTAG pour évaluer la pertinence du procédé.

Le procédé SOLARSTYL vise à interdire, par pré-construction en usine, des malfaçons constatées de façon récurrente sur les installations photovoltaïques conventionnelles.

Nous allons donc identifier les malfaçons récurrentes, puis décrire comment le procédé SOLARSTYL

résout ces problèmes.

### III – Les malfaçons récurrentes et leurs conséquences :

Sur les installations conventionnelles, les cablages dépendent du « professionnalisme » et de la compétence des poseurs.

On constate par ailleurs que la pose de « commercialisateurs spécialisés » est réalisée, dans la grande majorité des cas, par des tacherons pour la plupart travailleurs détachés, ne parlant pas ou peu français, dont les compétences en matière de couverture sont limitées, et en matière d'électricité totalement absentes. De plus, la barrière de la langue ne facilite pas le respect des notices de pose constructeur.

Ceci conduit à rencontrer, à des récurrences ahurissantes ( **plus de 90% des cas toutes anomalies confondues**), des malfaçons constructives non conformes aux normes UTE 15-712-1 et -3

Ces malfaçons n'ont pas provoqué systématiquement de sinistres sous garantie décennale avant notre passage, mais contribuent souvent à aggraver les effets d'autres causes ( sinistres incendie, par exemple) , avec possibilités sérieuses de mise en danger de la vie d'autrui.

#### **Note importante :**

Les installations photovoltaïques de particuliers ( de puissance inférieure à 9kWc ) sont contrôlées par CONSUEL suivant une procédure qui laisse à désirer.

En effet, une attestation de conformité sur l'honneur est établie par l'installateur, qui la transmet à CONSUEL.

CONSUEL ne visite réellement l'installation qu'une fois sur 20 ( procédure courante).

Donc dans 19 cas, le visa de conformité est attribué **sans réel contrôle**.

De plus dans le cas de la visite , les personnels de CONSUEL n'étant ni assurés ni équipés pour effectuer des déplacements en toiture , **les anomalies constructives en toiture ne sont donc jamais identifiées par CONSUEL !!!**

#### **A/ Non conformité à la norme UTE 15 712-1 concernant l'équipotentialité des cadres.**

La norme UTE 15 712-1 dispose ( page 18 6-3-1 et page 40 ) que toutes les masses métalliques des cadres et des supports doivent être reliées à la terre par un câblage approprié..

Dans les faits (**85% des cas expertisés**), pour gagner du temps à la pose et de la matière, les tacherons comptent sur les assemblages métalliques par contact des différentes pièces pour assurer l'équipotentialité **sans lier les cadres par des conducteurs appropriés**.

Cette façon non conforme et inappropriée de procéder est lourde de conséquences, car :

- les cadres, les structures de supports et d'assemblages (mors) sont généralement en aluminium.
- l'aluminium n'est jamais pur : c'est toujours un alliage, qui varie d'un usage à l'autre.
- Les différentes pièces liées mécaniquement sont donc des alliages différents provenant de fabricants différents( cadres des panneaux, mors, rails )
- Une des particularité des panneaux photovoltaïques réside dans l'émission de courants ( continus DC) de fuites parasites dans les cadres.
- Ce courant de fuite engendre une corrosion galvanique des liaisons mécaniques.

Aussi est on assuré de voir se développer une **corrosion galvanique** entre les différentes pièces :

- Au jour de la réception de chantier, on pourrait sans doute constater une équipotentialité réelle, mais quelques mois plus tard apparaissent des interfaces de corrosion qui interrompent l'équipotentialité des pièces.

En cas d'incendie d'un bâtiment supportant des panneaux photovoltaïques, incendie qui peut générer des températures supérieures à 1600 °allant jusqu'à faire fondre l'aluminium des cadres et « fritter » les câbles en cuivre, la combustion des isolants des câbles de production, même non raccordés à un onduleur, peut

entraîner la mise sous tension à plus de 500 volts courant continu des cadres.

La qualité de la mise à la terre de ces cadres revêt donc une importance capitale, car en cas de défaillance de celle-ci, l'intervention de pompiers pourrait se solder par une électrocution mortelle, aussi bien dans la phase d'extinction à la lance à incendie, que dans la phase de déblaiement des décombres.

Les câbles de productions ne sont généralement pas directement exposés aux jets des lances ( câbles placés a l'arrière des panneaux), mais, une fois dénudés, peuvent entrer en contact avec les cadres métalliques des panneaux , qui eux sont directement exposés aux jets des lances.

Il apparaît donc que la stricte conformité de l'installation doit être respectée afin de réduire au minimum l'exposition des personnels d'intervention à des risques d'électrocution.

Un pompiers du SDIS 13 a été fortement commotionné lors du déblaiement de décombres ( panneaux toujours actifs même si en partie détruits mal raccordés à la terre)

Nos expertises confirment la fréquence anormalement élevée de ces défauts d'équipotentialité ( contrôlés matériellement avec CATOHM DT 300).

### **B/ Non conformité à la norme UTE 15 712-1 de transitivité de l'équipotentialité.**

Dans les quelques cas ou existent un câblage d'équipotentialité des cadres, on rencontre également des câblages incorrects : pontage d'un panneau à l'autre, de sorte que l'interruption d'une liaison équipotentielle entraîne le défaut de tous les panneaux suivants dans le string.

D'ailleurs, il faut constater que la première norme UTE 15 712 n'avait pas précisé d'interdiction de ce mode de raccordement, mais que la version 2010, UTE 15 712-1 a précisé que le pontage de proche en proche était proscrit : lorsqu'on retire un panneau du string, cela ne doit pas interrompre l'équipotentialité des autres panneaux



Pontage de proche en proche ( proscrit)

Conséquences identiques au cas A : mise en danger de la vie d'autrui.

**C/ Non conformité à la norme UTE 15-712-1 compatibilité galvanique des liaisons métalliques.**

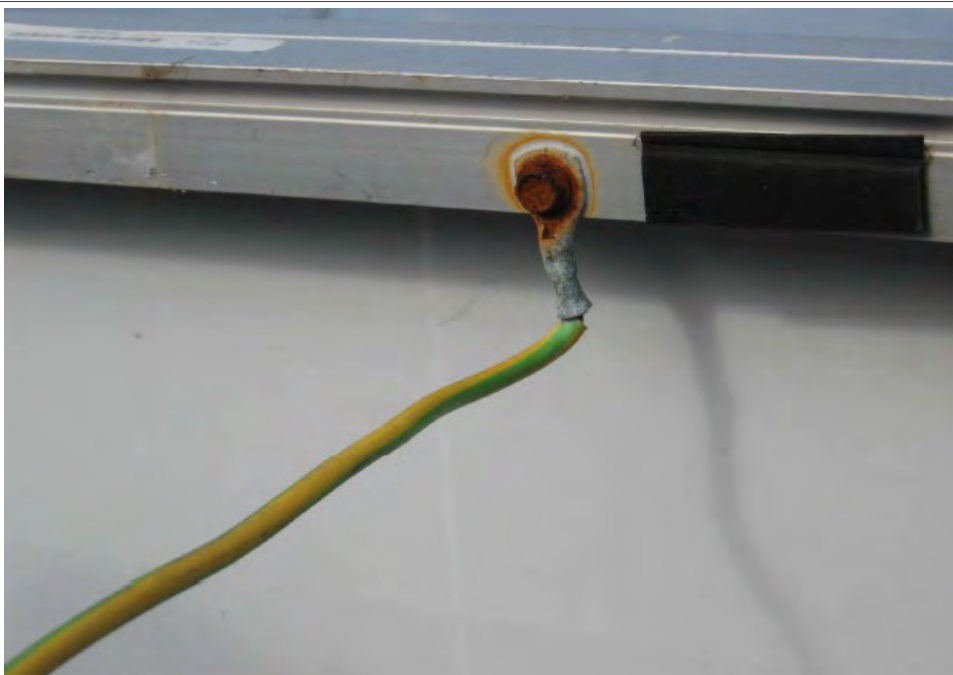
Un autre défaut des liaisons équipotentielles des cadres réside dans l'usage de raccordement de matériaux hétérogènes induisant la corrosion galvanique.

Le cas de câbles de cuivre boulonnés directement sur de l'aluminium est fréquent.



Horreur !

Les cosses galvanisées très couramment utilisées s'avèrent également défectives en seulement 3 à quatre ans.



Guère mieux...

Conséquences identiques au cas A : mise en danger de la vie d'autrui.

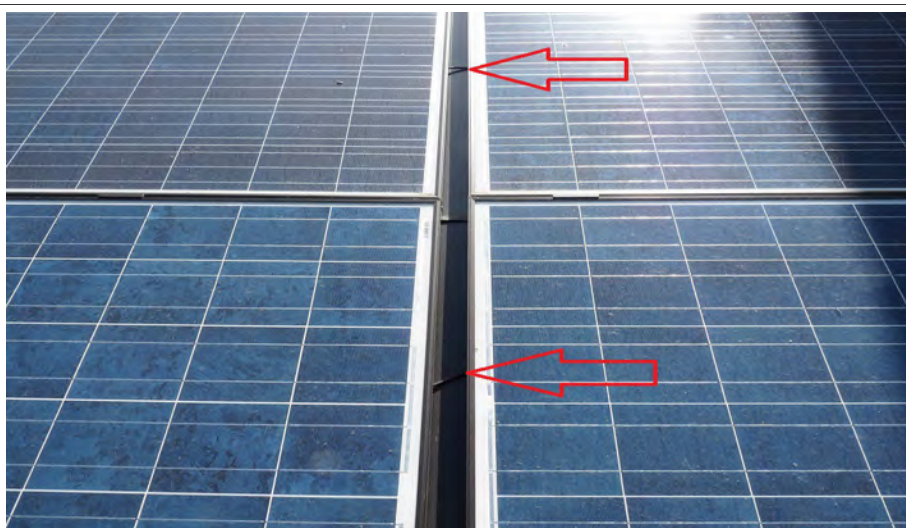
**D/ Non conformité à la norme UTE 15 712-1 boucles inductives.**

La norme UTE 15 712-1 dispose ( page 39 14,2,2) que la mise en œuvre des cablages doit minimiser les boucles inductives et que, pour ce faire, « Les cables D.C et le conducteur d'équipotentialité doivent cheminer côte à côte »

La encore, pour des raisons d'économie de temps et de matière, les tacherons sous traitants « tirent au plus court » et créent , de ce fait, des boucles inductives en toiture.



Les cables des deux strings (haut et bas) ne cheminent pas avec les cables retour de polarité. Le conducteur d'équipotentialité est distant. Ceci entraine la présence de boucles inductives.



Cables DC non appairés, cables retour de polarité distants, cable d'équipotentialité distant

*Conséquences de cette non conformité :*

Les cables de production ainsi que la mise a la terre doivent cheminer attachés côte à côte, sans distances importantes entre eux, sauf à permettre aux conséquences d'un orage ( augmentation brutale du champ magnétique dans un rayon de plusieurs kilomètres) d'engendrer des impulsions destructrices de forte puissance dans le circuit domestique.

Dans un litige, sur lequel j'ai été commis en expertise judiciaire par le Tribunal de Grande Instance de

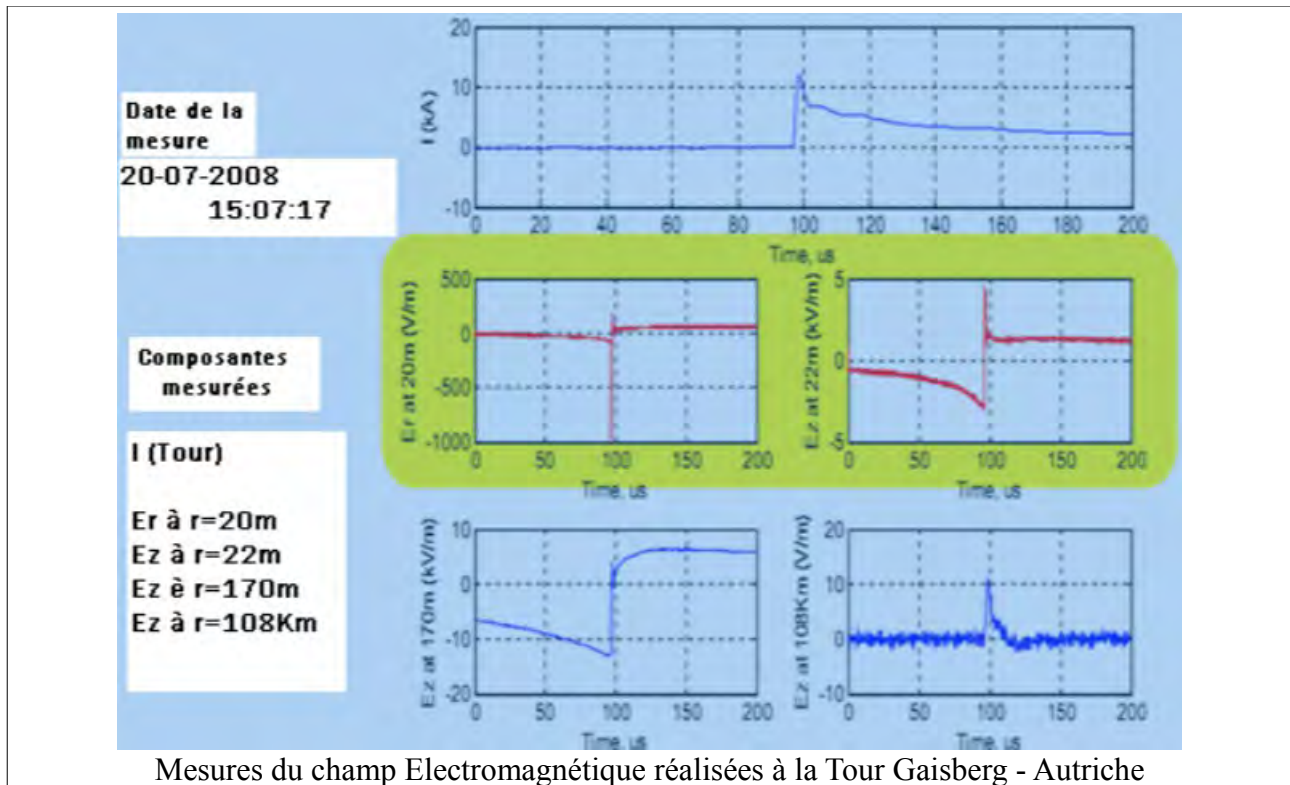
Grasse (06), le plaignant a eu à subir **deux destructions totales des matériels électroniques domestiques** a quelques mois d'intervalle, suite aux impulsions anormalement élevées générées par la boucle formée par le raccordement de câblage des capteurs, en conséquence à survenance d'orages ( sans même que la foudre n'ait directement concerné l'habitation).

Note :

La **décharge d'un éclair** de foudre et la **brutale augmentation du champ électromagnétique** due à un éclair de foudre sont deux phénomènes de nature différente qui ne peuvent être confondus.

- On protège une installation de l'impact de l'éclair de foudre par la pose éventuelle d'un paratonnerre.
- On protège une installation des effets de l'augmentation brutale du champ électromagnétique par la réduction optimale des boucles inductives entre câbles de production et/ou câbles ( ou dispositifs) de mise à la terre .

Lors de la propagation d'un éclair de foudre, le **champ électromagnétique environnant** est brutalement perturbé sur un rayon de plusieurs **kilomètres** autour de l'impact de foudre.



Le tableau ci dessus ( réalisé à la tour Gaisberg, en Autriche – laboratoire d'observation keraunique ) montre qu'à **108 km** d'un impact de foudre, la variation de champ électromagnétique excède encore 10 Volts/m. A **170 m**, la variation excède 15.000 Volts/m. A **20 m**, la variation excède **1.Million de Volts/m !**

Dans les zones à forte densité kéraunique – *fréquence orageuse* - ( environ un tiers du territoire métropolitain), on ne peut absolument pas négliger les impacts potentiels de variation de champ électromagnétique.

Lors d'une variation brutale du champ électromagnétique, les **boucles inductives** qui peuvent subsister dans une installation soit entre les câbles de production, soit entre un ou des câbles de production et les dispositifs de mise à la terre de l'installation ( câbles, tresse métallique, etc..) peuvent entraîner des désordres extrêmement importants dans toute l'électronique domestique installée ( onduleurs compris).

Ce n'est pas l'impact de foudre, mais l'augmentation brutale du champ électromagnétique de l'atmosphère, créé par la foudre **dans un rayon de plusieurs kilomètres** autour du point d'impact, qui sollicite les boucles inductives et génère une brusque surtension potentiellement destructrice !!!

Il suffit, par ailleurs, de se référer à l'énoncé du guide UTE 15-712-1 page 39 paragraphe 14,2,2 pour percevoir que ce sont « *les tensions induites dues à la foudre* », les phénomènes d'induction, et non un éventuel impact de foudre qui perturbent les installations présentant des boucles inductives.

Sur plus de 380 avis techniques délivrés à ce jour , nous avons constaté de nombreux cas de désordres provoqués par la présence de boucles inductives ( destruction d'onduleurs, d'appareils électroniques domestiques, etc..), mais jamais ces désordres n'ont relevé d'un **impact de foudre direct** !

De plus, s'il s'agit de boucles établies entre cables de production et cable de mise à la terre , les parasurtenseurs de protection ne sont pas sollicités et ne sont strictement d'aucun effet, dans la mesure ou leur fonction générique consiste à relier les cables de production à la terre :  
Dans l'éventualité d'un bouclage entre cables de production et conducteur d'équipotentialité, rien ne sert, en effet, de tenter de « doubler » la terre existante ( conducteur d'équipotentialité) par une seconde mise à la terre générale !

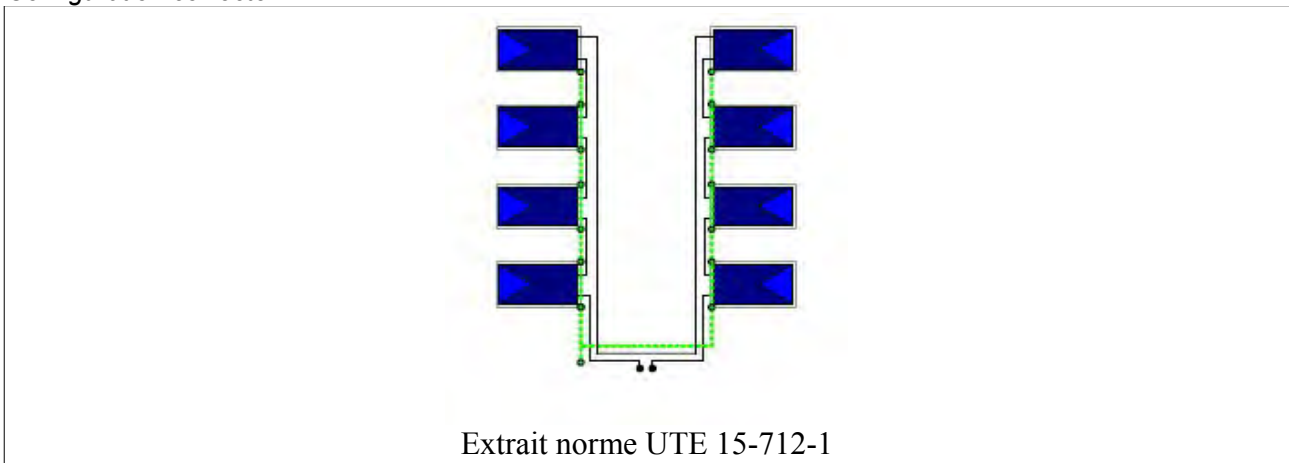
La surtension chemine alors entre cables de production et cable de mise à la terre et vient perturber tous les équipements du batiment reliée à la terre.

Les désordres provoqués peuvent alors se propager à tout appareil électronique de l'installation reliée à la terre, et leur impact varie selon la résistance ohmique de terre.

**Norme UTE 15-712-1 page 39-40 :**

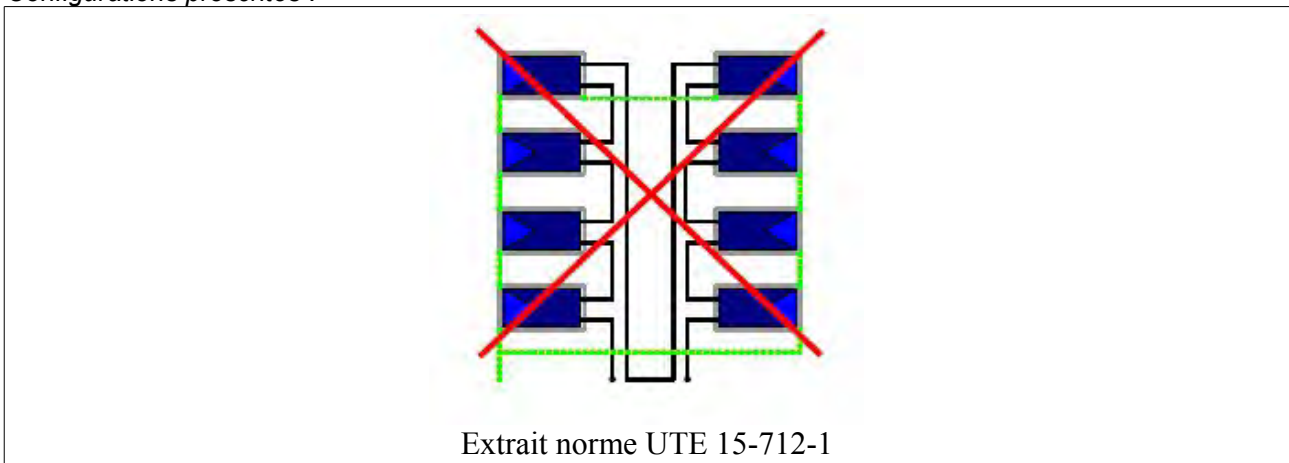
Il y est précisé par des schémas ce qu'il convient de faire et ce qui est proscrit.

*Configuration correcte :*

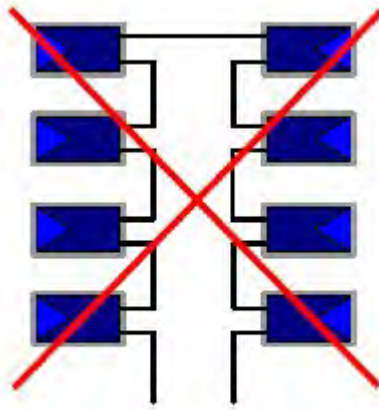


Les cables DC (courant continu) et les liaisons équipotentialielles cheminent cote à cote , sans former de boucles inductives.

*Configurations proscrites :*



Les cables DC (courant continu) cheminent bien cote à cote, mais forment des boucles inductives avec les cables d'équipotentialité. Dans un tel cas, un examen attentif peut montrer des points de « brulure » entre cables de production et liaisons équipotentialielles.



Extrait norme UTE 15-712-1

Les câbles DC ( courant continu) ne cheminent pas côte à côte et forment une importante boucle inductive . Une telle boucle entraîne à court ou moyen terme la destruction de l'onduleur et/ou des matériels électroniques domestiques ( TV, HIFI, PC, régulations réfrigérateur, portail, domotique, etc..)

### E/ Défauts d'étanchéité

Sur les 380 expertises réalisées, les défauts d'étanchéité ne sont pas les plus nombreux ( environ 30% des cas).

A noter que ces défauts sont plus fréquents dans les cas recensés par les compagnies d'assurances, car ces défauts d'étanchéité sont généralement traités dans le cadre des sinistres courants « multirisques habitation », mais n'entraînent pas fréquemment de litiges graves avec les installateurs/vendeurs ( type de litiges conduisant, elles, à nos expertises de partie )

La encore, le défaut de professionnalisme est régulièrement en cause : il est très fréquent de voir des configurations proscrites, par les Règles de l'art : Partie haute du champ trop près de la faîtière ( ne laissant pas trois rangées de tuiles), abergements latéraux très mal ajustés, contre-pente de l'abergement haut, etc.

De plus, les contraintes thermiques subies par les structures en toiture sont très importantes.

Il n'est pas rare, en été, de constater des températures de panneaux de l'ordre de 80° le jour et de 10° la nuit. Ces écarts journaliers de température( Delta T de plus de 50° journalier) peuvent soumettre les matériaux à des efforts anormaux de dilatations différentielles ( plusieurs tonnes force).

#### *Cas des systèmes d'étanchéité en PEBD ( bacs polyethylene basse densité sous les panneaux )*

Dans ces procédés ( type Yandalux, , ou Intersole ), le système d'étanchéité est appliqué généralement sur la structure bois de la charpente.

On y constate alors , au bout de deux ou trois ans, des mouvements des points d'ancrages ( visserie) du fait des coefficients de dilatation des panneaux, nettement plus importants que ceux des structures bois . Ces mouvements créent des arrachement de matière sur le support PEBD d'étanchéité, qui entraînent des fuites.

#### *Cas des systèmes d'étanchéité sur bacs acier.*

On peut y être également confronté à des sinistres conséquences des dilatations différentielles de **l'aluminium** des cadres et de **l'acier** des tôles.

Sur des ancrages tous les mètres ( type Solarsit, par exemple), un delta T de 50° peut entraîner un « ventre » de déformation de 3 cm.

Si ce ventre intervient sur une jointure de tôles à une seule onde ( cas rencontré en Corse sur une série de 10 installations hangars agricoles, dans la zone climatique la plus contraignantes de France), on voit apparaître des déformations suffisantes pour entraîner des fuites majeures.

**A noter que les non conformités A, B , C et D relèvent des vices cachés, de sorte que le recours en responsabilité civile est possible sur 2 ans suivant la découverte des dits vices cachés, même au dela de la couverture biennale.**

**Note sur le rapport SARETEC de Mme SONNTAG.**

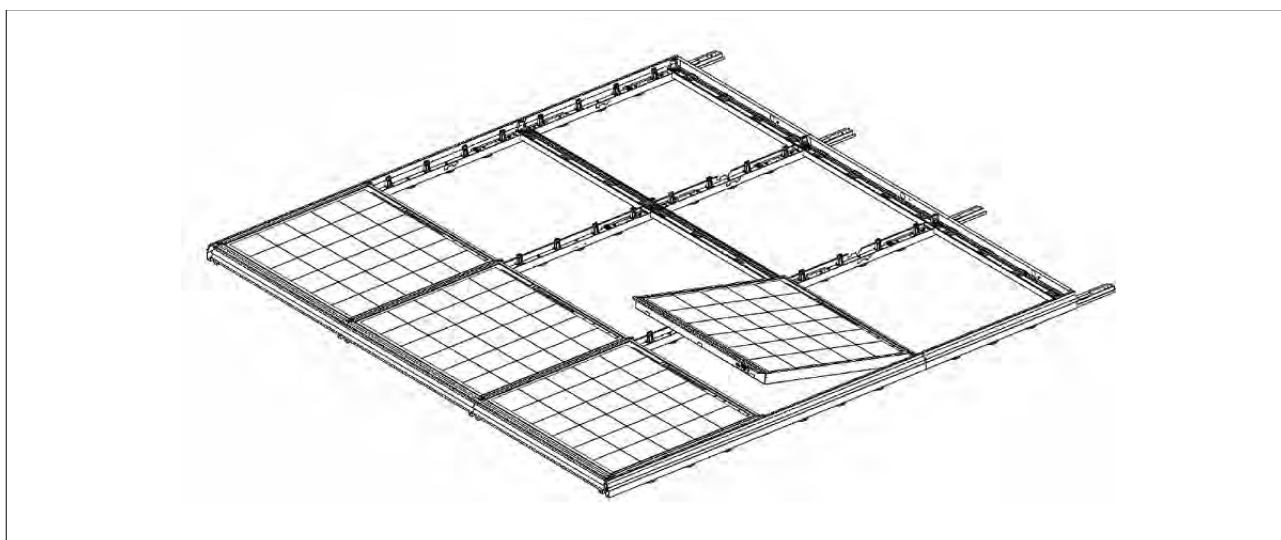
Ce rapport de 2013 met en évidence , en page 17, comme facteurs aggravants :

- L'absence ou l'insuffisance de compétences des entreprises intervenant sur des ouvrages existants.



- Le non-respect des préconisations de conception ou de mise en œuvre figurant aux Avis Techniques, Pass innovation et notices d'installation.....
- Le non-respect de la norme UTE 15 712-1

#### IV – Description du procédé constructif SOLARSTYL

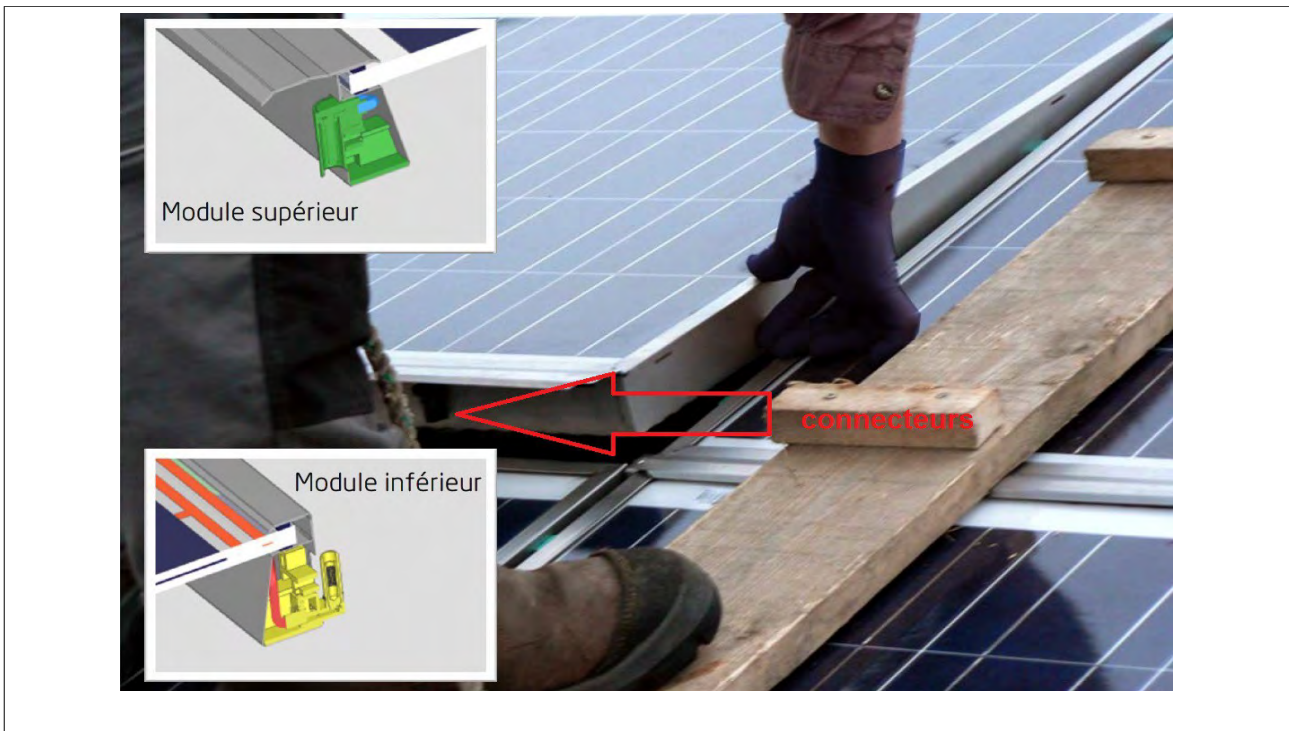


Le procédé constructif SOLARSTYL consiste en un assemblage **pré programmé** d'un kit d'éléments de support de panneaux (solaires photovoltaïques, solaires thermiques, bacs de culture, etc..) **pré-construits en usine**, comprenant , en ce qui concerne les panneaux photovoltaïques, des raccordements électriques rendant **impossible** ( même par des poseurs non qualifiés) les malfaçons suivantes :

- Non conformité aux prescriptions UTE 15-712-1 en matière d'équipotentialité.
- Non conformité aux prescriptions UTE 15-712-1 en matière de transitivité d'équipotentialité
- Non conformité aux prescriptions UTE 15-712-1 en matière de compatibilité galvanique des liaisons électriques
- Non conformité aux prescriptions UTE 15-712-1 en matière de boucles inductives
- Non conformité aux Règles de l'Art en matière d'homogénéité de dilatation des composants.

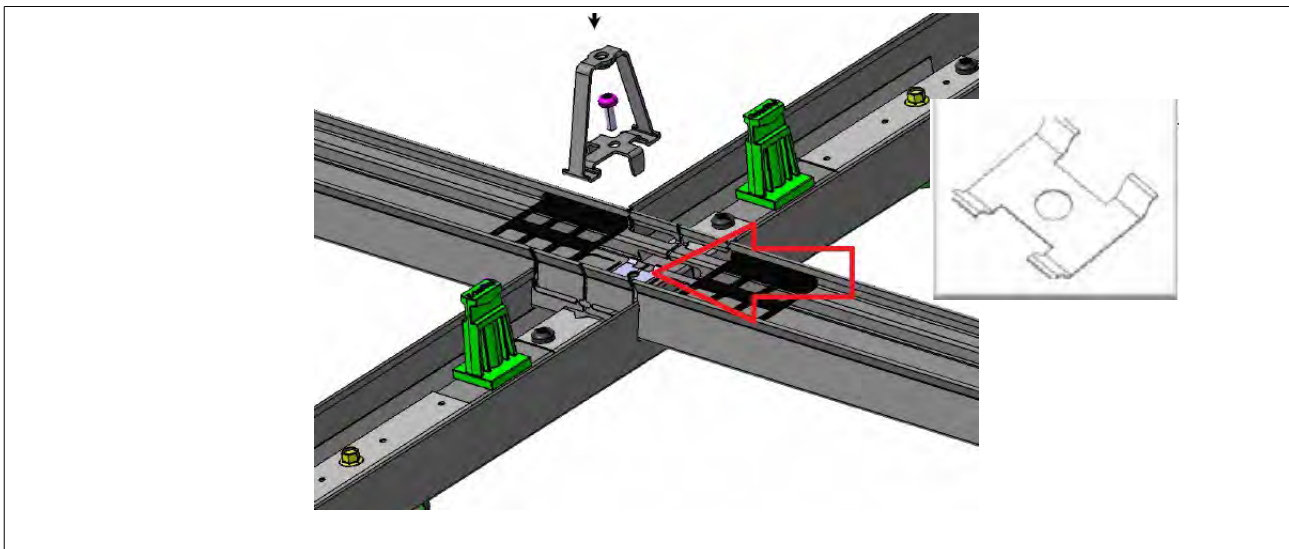
Le principe de câblage retenu consiste à faire circuler les câbles dans les cadres fermés des panneaux. Les câbles sont insérés en usine.

Ces cadres se raccordent les uns aux autres par juxtaposition et enclenchement de connecteurs insérés à la périphérie des cadres.



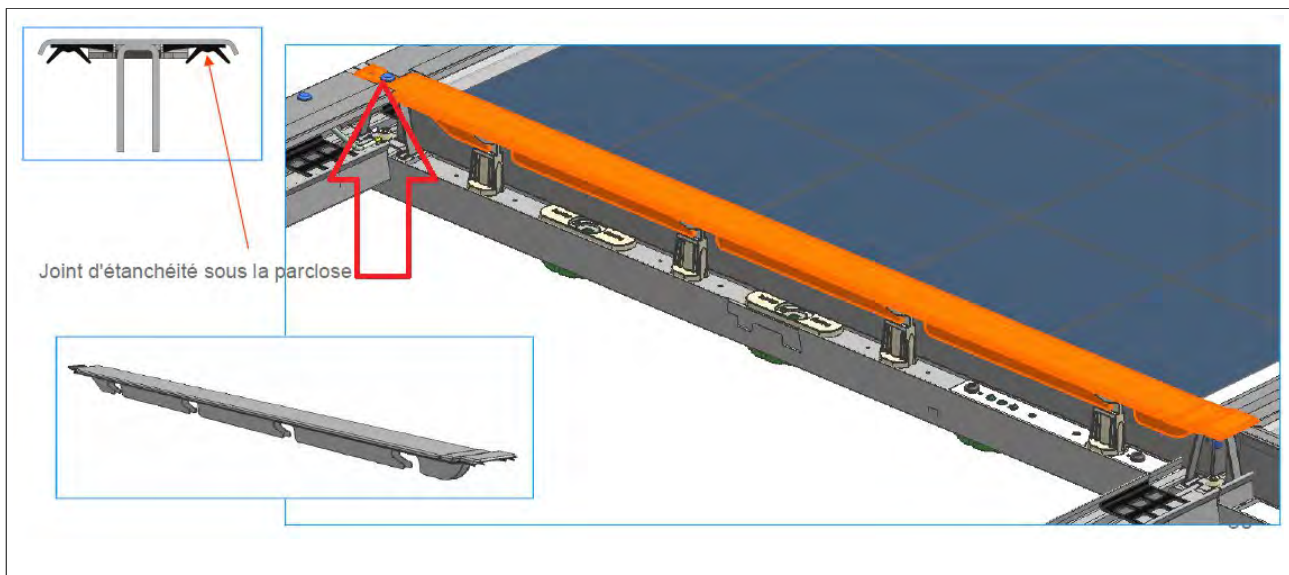
#### A/ L'équipotentialité des masses métalliques et la transitivité selon SOLARSTYL

Le procédé SOLARSTYL assure tout d'abord une redondance (transitivité entre traverses) de liaisons équipotentielles des traverses métalliques par la présence de « croix » de jonction entre les différentes traverses supports.



Une pièce en H (acier inox, comme les traverses) est assujettie (soudée) à chaque intersection des traverses.

Le retrait éventuel du panneau pour travaux n'affecte l'équipotentialité que de ce seul panneau.



L'assemblage final des panneaux est verrouillé par une parclose ( acier inox) supportant des joints de sous face, assujettie par une vis à la traverse correspondante ( acier inox).

*Une telle construction, indépendante de l'habileté et de la compétence du poseur, assure une parfaite équipotentialité des panneaux et masses métalliques en toiture, équipotentialité indépendante de la présence ou non d'un panneau quelconque dans la chaîne.  
Cette construction assure d'une parfaite conformité à la norme UTE 15-712-1 (-3)*

#### **B/ La cohérence galvanique selon SOLARSTYL**

Comme nous l'avons précisé plus avant, les procédés constructifs conventionnels sont composés d'éléments d'aluminium, qui sont des alliages de provenances diverses ( cadres des panneaux, mors, rails de fixation et support).

Les assemblages de ces matériaux créent, de par leur diversité de provenance, des couples galvaniques incompatibles, engendrant des phénomènes de corrosion préjudiciables à l'équipotentialité de ces structures.

Le procédé constructif SOLARSTYL présente la particularité de travailler un seul et unique métal : l'acier inoxydable ferritique K44 d'Aperam Stainless, pour les traverses, les cadres , les parcloses et les vis.

Cette cohérence permet d'échapper aux phénomènes de corrosion galvaniques qui ne se produisent qu'entre métaux ou alliages de compositions différentes sous une tension courant continu.

*Le poseur n'a pas à ( ne peut pas ! ) insérer des composants de liaisons électriques hétérogènes au kit fourni par SOLARSTYL.*

*Cette cohérence assure d'une parfaite conformité à la norme UTE 15-712-1 (-3)*

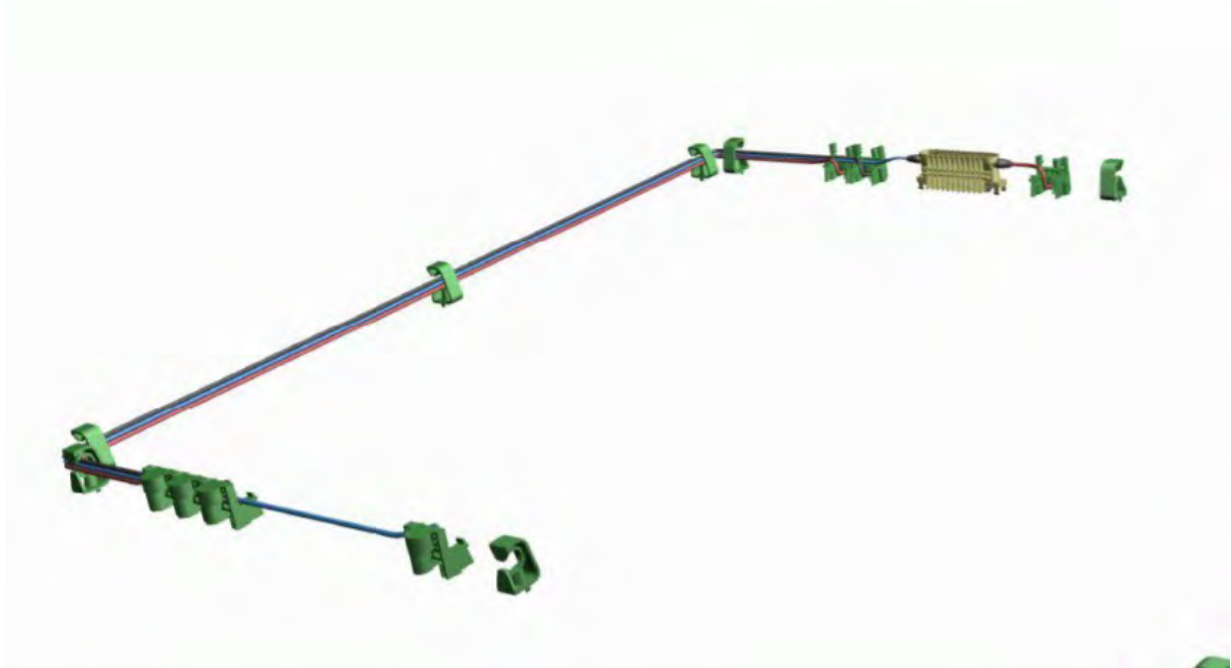
#### **C/ La réduction des boucles inductives selon SOLARSTYL**

Comme décrit plus haut, la conception traditionnelle des installations photovoltaïques laisse libre court à des raccordements de câbles de production sans précautions.

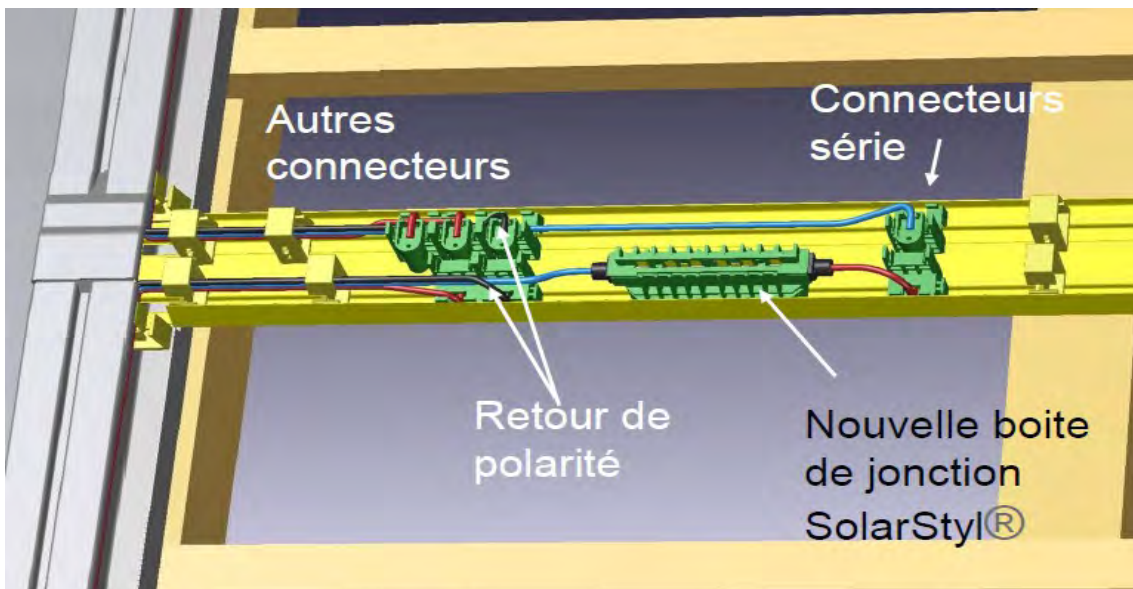
Le plus souvent , le câble de retour de polarité est tiré « tout droit », au plus court, par économie de temps et de matière, provoquant de fait la présence d'importantes boucles inductives.

*Le procédé constructif SOLARSTYL intègre le câble de retour de polarité dans la structure même du cadre du panneau.*

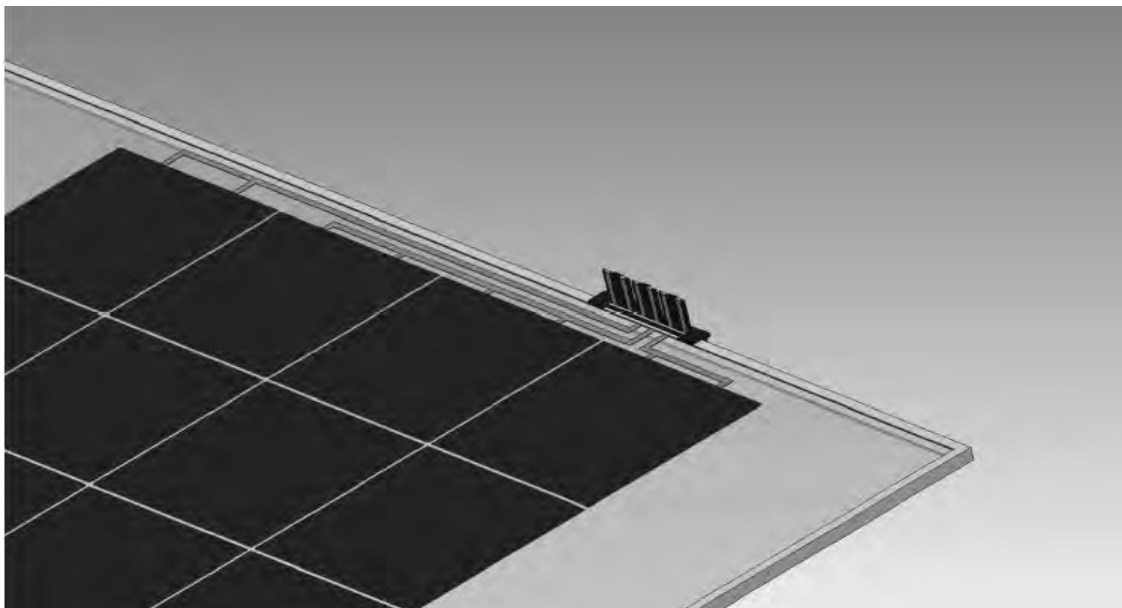
*Le câble de retour de polarité est donc toujours contigu au câble de départ ( norme UTE 15-712-1 -3)*



Câblage inséré dans le cadre des panneaux.



L'assemblage des connections entre panneaux s'effectuera via des contacts prépositionnés sur les cadres.



Sur le panneau, la connexion des cellules photovoltaïques s'effectuera ( version industrielle) via une fiche multibroche se raccordant sur la boîte de jonction insérée dans le cadre.

#### **D/ Gestion de la dilatation selon SOLARSTYL**

Le procédé constructif SOLARSTYL assemble dans des cadres en acier inoxydable, des champs de cellules dont le substrat d'encapsulation présente un coefficient de dilatation très proche de l'acier inoxydable utilisé.

Ainsi, il ne peut y avoir d'efforts anormaux dus à une dilatation différentielle des matériaux.

L'uniformité des coefficients de dilatation protège les collages verre/acier d'efforts de cisaillement préjudiciables à la tenue dans le temps de l'étanchéité propre aux panneaux.

*Cette caractéristique contribue à la pérennité de l'étanchéité globale.*

Par ailleurs, nous notons avec intérêt que le procédé a fait l'objet d'un test CEBTP ( Extrait du rapport en annexe) assurant d'une tenue correcte d'étanchéité au delà de 3000Pa de pression différentielle.

#### **V Conclusions**

Le dispositif constructif SOLARSTYL, de par sa préfabrication en usine, permet d'échapper aux causes connues et récurrentes de malfaçons des champs photovoltaïques domestiques, et de ne plus dépendre de la compétence ou de la maîtrise du poseur pour le respect des normes en toiture.

De plus, la **sécurité passive** des panneaux en cas d'incendie va au delà des normes imposées et renforce la sécurité. ( En cas d'incendie, les câbles insérés dans les cadres se mettront en court circuit par fonte des isolants)

Au plan de la longévité des installations, la possibilité de remplacer les diodes des boîtes de jonction sans déposer l'intégralité des panneaux est une réelle facilité de maintenance .

Enfin l'usage d'une visserie appropriée, dont des vis antivols , imposée dans le kit, renforce la sûreté d'usage.

**Note :** Le câblage du dispositif constructif SOLARSTYL est parfaitement dimensionné pour des installations domestiques ( inférieures à 9kWc) .

Toutefois, dans le cas d'installations importantes composées de nombreux strings, on devra s'assurer de placer les protections contre le courant inverse telles que définies dans la norme UTE 15 712-1 paragraphe 8-1-3 à 8-1-6

Jean Pierre BRISSAUD