

Sur le procédé

ST 2000 AL SEL et ST 2500 AL SEL

Famille de produit/Procédé : Capteur solaire thermique à circulation de liquide - Posé indépendamment sur support

Titulaire(s) : Société **HELIOAKMI SA**

AVANT-PROPOS

Les avis techniques et les documents techniques d'application, désignés ci-après indifféremment par Avis Techniques, sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction **des éléments d'appréciation sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés** dont la constitution ou l'emploi ne relève pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Le présent document qui en résulte doit être pris comme tel et n'est donc **pas un document de conformité ou à la réglementation ou à un référentiel d'une « marque de qualité »**. Sa validité est décidée indépendamment de celle des pièces justificatives du dossier technique (en particulier les éventuelles attestations réglementaires).

L'Avis Technique est une démarche volontaire du demandeur, qui ne change en rien la répartition des responsabilités des acteurs de la construction. Indépendamment de l'existence ou non de cet Avis Technique, pour chaque ouvrage, les acteurs doivent fournir ou demander, en fonction de leurs rôles, les justificatifs requis.

L'Avis Technique s'adressant à des acteurs réputés connaître les règles de l'art, il n'a pas vocation à contenir d'autres informations que celles relevant du caractère non traditionnel de la technique. Ainsi, pour les aspects du procédé conformes à des règles de l'art reconnues de mise en œuvre ou de dimensionnement, un renvoi à ces règles suffit.

Groupe Spécialisé n° 14.4 - Equipements / Solaire thermique et récupération d'énergie par vecteur eau

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V2	<p>Ce procédé faisait déjà l'objet de l'Avis Technique 14/16-2236_V1.</p> <p>La révision porte sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mise à jour densité isolant et type, • Ajout d'une option support en acier galvanisé Z140 laqué, • Ajout d'une option d'inclinaison du support à 15°, • Ajout du rapport d'essais de performance thermique CSTB SE2 22-13237 du 3/7/2023 sur ST 2500 AL SEL. <p>Une mise à jour de la trame et de la jurisprudence a été effectuée.</p>	Coralie NGUYEN	Alain FILLOUX

Descripteur :

Capteur solaire thermique plan vitré à circulation de liquide caloporteur en pose indépendante sur support.

Le procédé comporte également les éléments support et les éléments de fixation destinés à sa mise en œuvre sur la structure porteuse.

Les dénominations commerciales « ST2000 AL SEL et ST2500 AL SEL » se déclinent en fonction de leur taille :

- ST 2000 AL SEL : 2,10 m²,
- ST 2500 AL SEL : 2,62 m².

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé	4
1.1.	Domaine d'emploi accepté	4
1.1.1.	Zone géographique	4
1.1.2.	Ouvrages visés	4
1.2.	Appréciation	4
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé	4
1.2.2.	Fabrication et contrôles	6
1.2.3.	Mise en œuvre	6
1.2.4.	Durabilité- Entretien	6
1.2.5.	Réglementation thermique et impacts environnementaux	6
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	7
2.	Dossier Technique.....	8
2.1.	Mode de commercialisation.....	8
2.1.1.	Identification	8
2.2.	Description.....	8
2.2.1.	Principe.....	8
2.2.2.	Caractéristiques principales des composants fournis	8
2.2.3.	Autres composants	9
2.3.	Dispositions de conception	10
2.3.1.	Conception générale de l'installation.....	10
2.4.	Dispositions de mise en œuvre	11
2.4.1.	Généralités	11
2.4.2.	Montage des capteurs indépendants sur supports.....	11
2.5.	Maintien en service du produit ou procédé	12
2.6.	Traitement en fin de vie	12
2.7.	Assistance technique.....	12
2.8.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	12
2.9.	Mention des justificatifs	13
2.9.1.	Résultats expérimentaux	13
2.9.2.	Références chantiers	13
2.10.	Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre.....	14
2.10.1.	Compatibilité avec les atmosphères extérieures	14
2.10.2.	Performances thermiques	15
2.10.3.	Vues générales.....	15
2.10.4.	Pertes de charge et raccordements hydrauliques.....	16
2.10.5.	Mise en œuvre - Vues générales	17
2.10.6.	Caractéristiques détaillées des capteurs.....	23

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre 2 « Dossier Technique » ci-après a été examiné par le Groupe Spécialisé qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

Voir § 1.1.2.

1.1.2. Ouvrages visés

Capteurs solaires plans à circulation de liquide caloporteur destinés à la réalisation d'installations de génie climatique à circuit bouclé.

Ce capteur permet le passage direct de l'eau sanitaire, uniquement dans les régions où il n'existe pas de risque de gel.

- Les installations en fonctionnement autovidangeable ne sont pas visées par le présent Avis Technique.
- Utilisation sous un angle compris entre 10° et 50°, correspondant à la limite d'emploi des capteurs.
- Utilisation dans les atmosphères extérieures suivant les indications du tableau 1 en annexe.
- Implantation réalisée de manière dite « indépendante sur support » en France métropolitaine :
 - sur toitures inclinées revêtues de tuiles en terre cuite ou en béton à emboîtement ou à glissement à relief (DTU 40.21 et 40.24), tuiles canal (DTU 40.22), tuiles plates (DTU 40.23 et 40.25), ardoises (DTU 40.11 et 40.13), plaques nervurées ou ondulées en acier, plaques ondulées en fibre-ciment (DTU série 40.3),
 - sur toiture-terrasse,
 - au sol.
- Implantation réalisée de manière dite « indépendante sur support » en Guadeloupe, en Martinique, à Mayotte, en Guyane et à la Réunion :
 - sur toitures inclinées revêtues de plaques nervurées ou ondulées en acier (DTU série 40.3),
 - sur toiture-terrasse,
 - au sol.

Note : en tout état de cause, les pentes minimales des toitures sont définies dans les normes NF DTU de la série 40, dans les règles professionnelles « pose à faible pente des tuiles de terre cuite à emboîtement ou à glissement à relief » ou dans le DTA des éléments de couverture concernés.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

D'une façon générale, la mise en œuvre des capteurs solaires « ST2000 AL SEL et ST2500 AL SEL » ne présente pas de difficulté particulière pour la réalisation des ouvrages visés dans le domaine d'emploi.

1.2.1.1. Tenue mécanique

Tenue mécanique de la couverture transparente du capteur

La tenue mécanique de la couverture transparente (vitrage du capteur) a été vérifiée sans rupture jusqu'à une valeur de 3000 Pa.

Tenue mécanique du procédé

Le maintien en place des capteurs solaires est considéré comme normalement assuré en partie courante de couverture au sens des règles NV65 modifiées, compte tenu de la conception des supports et de l'expérience acquise en ce domaine.

1.2.1.2. Étanchéité à l'eau

L'étanchéité des capteurs vis-à-vis de l'eau pluie est normalement assurée par l'application en usine d'un joint en EPDM.

L'étanchéité de la couverture est, quant à elle, normalement assurée dans le domaine d'emploi accepté, par la mise en œuvre du procédé conformément au Dossier Technique.

1.2.1.3. Sécurité au feu

Les critères de réaction et de résistance au feu prescrits par la réglementation doivent être appliqués en fonction du bâtiment concerné (habitations, établissements recevant du public).

Aucune performance de comportement au feu n'a été déterminée sur ce procédé.

1.2.1.4. Sécurité en cas de séisme

L'implantation des capteurs solaires thermiques en pose indépendante sur support n'est pas limitée par l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié, relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal » ni par le guide DHUP « Dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti ».

Ce procédé peut être mis en œuvre dans toutes les zones et sur toutes les catégories de bâtiments de la classe dite « à risque normal ».

L'objectif de bon fonctionnement dans le cadre des bâtiments de catégorie d'importance IV n'est pas examiné dans ce paragraphe.

1.2.1.5. Projection de liquide surchauffé

La protection contre les projections de liquide surchauffé est considérée comme normalement assurée compte tenu des dispositions décrites au Dossier Technique.

1.2.1.6. Aspects sanitaires

Généralités

Le présent avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux produits pouvant contenir des substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci.

Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent avis. Le titulaire du présent avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

Matériaux en contact avec l'eau sanitaire

Pour l'application de l'arrêté du 29 mai 1997 modifié relatif aux matériaux et objets utilisés dans les installations fixes de production, de traitement et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine, les matériaux métalliques doivent être conformes à la liste positive annexée à l'arrêté du 25 juin 2020.

L'annexe de l'arrêté du 25 juin 2020 comporte notamment les aciers inoxydables et le cuivre Cu-DHP.

Le liquide caloporteur utilisé dans le circuit solaire doit être conforme à l'arrêté du 14 janvier 2019 relatif aux conditions de mise sur le marché des produits introduits dans les installations utilisées pour le traitement thermique des eaux destinées à la consommation humaine.

1.2.1.7. Sécurité des intervenants - Prévention, maîtrise des accidents

Risque de brûlure

Le risque de brûlure des intervenants lors de la pose, de l'entretien et de la maintenance est normalement maîtrisé grâce aux dispositions de mise en œuvre, notamment par la mise en place de dispositifs d'ombrage lors des opérations de montage et de maintenance et par l'identification des points chauds.

Risque de chute de hauteur

Le risque de chute de hauteur lors de la pose, de l'entretien et de la maintenance est normalement maîtrisé grâce aux dispositions de mise en œuvre, notamment :

- la mise en place de dispositifs permettant la circulation des personnes sans appui direct sur les capteurs,
- la mise en place de dispositifs antichute selon la réglementation en vigueur, d'une part pour éviter les chutes sur les capteurs et d'autre part, pour éviter les chutes depuis la toiture.

Lors de l'entretien et de la maintenance, la sécurité des intervenants doit être assurée par la mise en place de protections contre les chutes grâce à des dispositifs de garde-corps ou équivalents (se reporter aux préconisations indiquées dans la fiche pratique de sécurité ED137 de l'INRS « Pose et maintenance de panneaux solaires thermiques et photovoltaïques »).

Attention, le procédé et son système de montage ne peuvent en aucun cas servir de point d'ancrage à un système de sécurité antichute ou à une ligne de vie.

Fluide caloporteur à base de glycol

Lors des opérations de remplissage et de maintenance, le risque lié à la présence d'un fluide glycolé est normalement maîtrisé moyennant :

- le respect des dispositions du Dossier Technique (mise à disposition de la Fiche de Données de Sécurité),
- le respect des consignes de la FDS (port des EPI...),
- le respect de la réglementation relative aux déchets (interdiction de jeter le fluide à l'égout ou dans la nature).

1.2.1.8. Sécurité des usagers - Prévention, maîtrise des accidents

Bris de glace

La sécurité des usagers au bris de glace des capteurs est normalement assurée grâce à l'utilisation de verre trempé dans la fabrication des capteurs.

Risque de brûlure

La sécurité des usagers aux risques de brûlure par contact est normalement assurée par :

- la mise en œuvre dans des zones inaccessibles au public,
- la mise en œuvre de protections mécaniques contre le contact sur les parties accessibles.

Risques sanitaires en cas de mise en contact accidentel avec un circuit d'eau sanitaire dans les installations en simple échange

Les matériels du circuit hydraulique des capteurs répondent aux exigences de l'arrêté du 29 mai 1997 modifié relatif aux matériaux et objets utilisés dans les installations fixes de production, de traitement et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine.

Dans une installation de production d'ECS en simple échange le risque lié au contact accidentel avec le circuit d'eau sanitaire est normalement assuré par :

- la mise en œuvre d'une soupape de sécurité tarée à 6 bars maximum,
- l'utilisation d'un fluide caloporteur conforme aux dispositions de l'arrêté du 14 janvier 2019 relatif aux conditions de mise sur le marché des produits introduits dans les installations utilisées pour le traitement thermique des eaux destinées à la consommation humaine.

Le fluide caloporteur doit disposer d'une Fiche de Données de Sécurité (FDS). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce produit sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port des Equipements de Protection Individuels (EPI).

1.2.1.9. Performances thermiques

Prédictions de performances

Les essais réalisés permettent de préjuger favorablement de l'aptitude à l'usage des capteurs solaires thermiques.

Il est courant que les conditions de débit en utilisation soient différentes des conditions d'essais. En fonction de la précision recherchée dans les études de prédictions de performances, il peut être nécessaire de tenir compte de ces écarts et/ou de disposer de résultats d'essais complémentaires.

Surface de référence

Les paramètres de performance thermique sont indissociables de la surface de référence qui leur est associée (superficie d'entrée ou surface hors-tout).

Lors de l'utilisation des paramètres de performances, la cohérence avec leur surface de référence doit être conservée.

Les formules de conversion sont disponibles en annexe G de la norme NF EN ISO 9806:2017.

1.2.2. Fabrication et contrôles

Cet Avis ne vaut que pour les fabrications pour lesquelles les autocontrôles et les modes de vérifications, décrits dans le dossier technique établi par le demandeur sont effectifs (cf. § 2.8).

Ces contrôles permettent de préjuger favorablement de la constance de qualité de la fabrication des capteurs et des systèmes de montage.

1.2.3. Mise en œuvre

La mise en œuvre des capteurs est effectuée par des entreprises formées aux spécificités du procédé, ayant les compétences requises en génie climatique, plomberie et en couverture, conformément aux préconisations du Dossier Technique, et en utilisant les accessoires décrits dans celui-ci.

Cette disposition, complétée par le respect des consignes du Dossier Technique ci-après, permet d'assurer une bonne réalisation des installations.

1.2.4. Durabilité– Entretien

La durabilité propre des composants, leur compatibilité, la nature des contrôles effectués tout au long de leur fabrication ainsi que le retour d'expérience permettent de préjuger favorablement de la durabilité des capteurs solaires dans le domaine d'emploi prévu.

En respectant le tableau 1 de compatibilité avec les atmosphères extérieures et moyennant un entretien conforme aux indications portées dans la notice de montage et dans le Dossier Technique, la durabilité de ce procédé peut être considérée comme satisfaisante.

Il est impératif de remplacer la visserie de nuance d'acier inoxydable A2 préconisée par de la visserie de nuance d'acier inoxydable A4 pour les installations situées à moins de 3 km du littoral ainsi qu'en front de mer ou en zone mixte, selon les normes NF P34□301:2017 et NF P34□310:2017

1.2.5. Réglementation thermique et impacts environnementaux

Réglementation thermique

Les performances thermiques des capteurs peuvent constituer des données d'entrée des réglementations thermiques en vigueur en France Métropolitaine. Le passage de la performance du système à la performance de l'ouvrage doit être réalisé suivant les règles définies dans ces textes, en utilisant les données issues des certifications de produits lorsque nécessaire.

Impacts environnementaux

Ce procédé ne dispose d'aucune déclaration environnementale (DE) – pour le domaine d'emploi revendiqué – et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

Démontabilité et réparabilité

Les systèmes de montage étant constitués d'assemblages de pièces métalliques, leur démontage et leur réparation ne posent pas de difficulté particulière.

Le démantèlement et la réparation des capteurs doivent être réalisés en atelier.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Fin du classement en liste « A » des fluides caloporteurs

L'arrêté du 14 janvier 2019 relatif aux conditions de mise sur le marché des produits introduits dans les installations utilisées pour le traitement thermique des eaux destinées à la consommation humaine a remplacé les dispositions précédentes, en particulier le classement en liste « A » des fluides caloporteurs pouvant être utilisés dans les installations de traitement thermique des eaux destinées à la consommation humaine (cf. circulaire du 2 juillet 1985).

Depuis le 31 décembre 2024, les classements préexistants en liste « A » ne sont plus valides.

Mise en œuvre

S'agissant d'un procédé destiné à être installé dans des Départements d'outre-mer ou à moins de 3 km du littoral, l'attention de l'installateur est attirée sur la nécessité de rétablir la protection contre la corrosion des supports en acier revêtu lorsque ceux-ci ont été percés ou sciés lors de la mise en œuvre.

La pose indépendante sur support n'est pas concernée par la réglementation parasismique complétée par l'arrêté relatif à la prévention du risque sismique du 22 octobre 2010 modifié ; néanmoins, dans les zones et catégories de bâtiments visés par les exigences parasismiques, le Maître d'ouvrage peut demander dans les DPM :

- Dans le cas des capteurs posés en toiture-terrasse, de disposer la sous-face du châssis au maximum à 1 m au-dessus de la protection d'étanchéité et à au moins 1 m des bords de la toiture-terrasse.
- De vérifier la tenue des supports, par exemple en appliquant les prescriptions du cahier du CSTB n°3797.

Adaptations aux contraintes de certains chantiers

Sur certains chantiers, si des adaptations spécifiques (en ce qui concerne la structure, le clos et couvert, le passage de canalisations...), sont nécessaires pour permettre la mise en œuvre d'un procédé solaire, ces particularités doivent être identifiées au moment des études, notamment lors des opérations de reconnaissance préalable.

Si ces adaptations sont en écart par rapport à ce qui est décrit dans l'Avis Technique, elles n'ont pas été examinées par le GS n°14.4 et ne relèvent pas du présent Avis.

2. Dossier Technique

Issu des éléments fournis par le titulaire et des prescriptions du Groupe Spécialisé acceptées par le titulaire

2.1. Mode de commercialisation

Le procédé est commercialisé par le titulaire.

Titulaire et distributeur :

HELIOAKMI S.A.

Nea Zoi

GR-19300 ASPROPYRGOS-ATTIKI

Tél. : +30 10 5595624 - 625 - 626

Email : megasun@heliokmi.com

Internet : www.heliokmi.com

2.1.1. Identification

Étiquetage

Les capteurs solaires « ST2000 AL SEL et ST2500 AL SEL » sont identifiés par leur étiquetage conforme à la norme EN 12975-1.

Certification QB

Un marquage conforme au référentiel QB 39 « Procédés solaires ». atteste de la mise en œuvre effective de cette certification, y compris la réalisation régulière des dispositions de suivi de fabrication.

Marquage CE

Par conception, les capteurs « ST2000 AL SEL et ST2500 AL SEL » ne sont pas soumis à l'obligation de marquage CE au sens de la directive « équipements sous pression » (directive 2014/68/UE).

En l'absence de norme harmonisée, les capteurs solaires thermiques ne sont pas soumis à l'obligation de marquage CE au sens du Règlement des Produits de Construction (RPC – Règlement 305/2011).

Déclaration environnementale

Il n'existe pas de Déclaration Environnementale – vérifiée par tierce partie indépendante selon l'arrêté du 31 août 2015 – qui soit associée à ce procédé, pour le domaine d'emploi revendiqué.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Capteur solaire plan vitré à circulation de liquide caloporteur constitué d'un coffre composé d'un cadre en aluminium. Ce coffre est équipé successivement, du fond vers la surface :

- d'un fond de coffre en tôle d'acier galvanisé,
- d'un isolant de fond de coffre et d'un isolant latéral en laine de verre,
- d'un absorbeur à grille hydraulique en tubes de cuivre soudés par ultrasons sur une feuille de aluminium revêtu de d'un traitement sélectif de marque « Almeco»,
- d'une couverture transparente en verre trempé, à faible teneur en fer. Le volume délimité par l'absorbeur et la couverture transparente est rempli d'air.

Les caractéristiques détaillées des composants sont précisées en annexe.

Le procédé comporte également les éléments supports et les éléments de fixation destinés à sa mise en œuvre sur la structure porteuse.

Les dénominations commerciales « ST2000 AL SEL et ST2500 AL SEL » se déclinent en fonction de leur taille :

- ST 2000 AL SEL : 2,10 m²,
- ST 2500 AL SEL : 2,62 m².

2.2.2. Caractéristiques principales des composants fournis

Ces composants du procédé font partie de la livraison assurée par la société Heliokmi S.A.

Les caractéristiques détaillées des composants sont précisées en annexe.

2.2.2.1. Capteurs

Les capteurs solaires se déclinent en 2 variantes dont les caractéristiques sont les suivantes :

Capteur	ST 2000 AL SEL	ST 2500 AL SEL
Surface hors-tout (m ²)	2,07	2,62
Superficie d'entrée (m ²)	1,80	2,33
Surface de l'absorbeur (m ²)	1,84	2,36
Contenance en eau de l'absorbeur (l)	1,70	2,10
Pression maximale de service (bars)	7	7
Poids à vide (kg)	36	45
Dimensions hors-tout: l x h x ép. (mm)	1010 x 2050 x 90	1275 x 2050 x 90
Pertes de charge	Cf. graphes en annexe	

Voir figures 18 à 21 en annexe.

2.2.2.2. Accessoires hydrauliques fournis

Les raccords hydrauliques utilisés pour la connexion des capteurs et du circuit hydraulique sont des raccords olive en laiton avec bagues de serrage et filetage type B.S.P.

2.2.2.3. Systèmes de montage – mise en œuvre indépendante sur support

Pattes de fixation rigides

Des pattes de fixations rigides sont disponibles en acier galvanisé Z140 et en acier galvanisé Z140 laqué polyester d'épaisseur de 80 à 120 microns (*figure 5*). L'épaisseur de ces pattes est de 6 mm.

Cadre support

Le cadre support des capteurs est un support universel, conçu de manière à être installé sur tout type de toiture, que ce soit sur toiture inclinée ou surface plane. Ses dimensions varient en fonction du nombre de capteurs qu'il peut supporter (de 1 à 3).

Le cadre support peut être fourni :

- en profilé acier galvanisé à chaud Z140 d'épaisseur 3 mm,
- ou en profilé acier galvanisé à chaud Z140 d'épaisseur 3 mm laqué,
- ou en aluminium EN AW-6063.

Les dimensions des différents éléments (cornières) pour les supports figurent en annexe.

2.2.3. Autres composants

La fourniture ne comprend pas les éléments suivants, toutefois indispensables à la réalisation de l'installation et au bon fonctionnement des capteurs.

2.2.3.1. Eléments de traversée de couverture

Les canalisations pour les liaisons solaires (fluide et sonde de température) doivent traverser la toiture au moyen d'accessoires de couverture adaptés.

Pour les installations sur toiture terrasse ou sur couverture en petits éléments, ils doivent être conformes au NF DTU 65.12 (NF DTU 65.12 P1-1 § 5.1.2.3 et § 5.1.3.3).

Afin de ne pas modifier la ventilation de la couverture, l'utilisation de chatières existantes est interdite.

2.2.3.2. Dispositif de sécurité

Le circuit capteur doit obligatoirement comporter une soupape de sécurité tarée à la pression maximale de service du capteur, et dans tous les cas inférieure ou égale à 6 bars.

Le circuit doit comporter un vase d'expansion correctement dimensionné (voir DTU 65.12 ou guide RAGE).

2.2.3.3. Liquide caloporteur

Dans les installations en circuit fermé et dans les régions où il existe un risque de gel, un fluide caloporteur antigel doit être utilisé. Ce fluide doit être à base de propylèneglycol.

Le fluide caloporteur utilisé dans le circuit solaire doit être conforme à l'arrêté du 14 janvier 2019 relatif aux conditions de mise sur le marché des produits introduits dans les installations utilisées pour le traitement thermique des eaux destinées à la consommation humaine.

En option, Helioakmi peut fournir un fluide caloporteur répondant à ces exigences.

2.2.3.4. Pontets, tire-fond et crochets

Ces éléments, nécessaires pour la mise en œuvre sur plaque ondulée, ne sont pas fournis.

2.2.3.5. Autres accessoires

Les autres éléments nécessaires à la réalisation du circuit primaire (vannes, clapets, vase d'expansion...) ne sont pas examinés dans le cadre de l'Avis Technique.

2.3. Dispositions de conception

Les prescriptions à caractère général pour la conception des installations de capteurs solaires sur toitures inclinées sont définies dans le NF DTU 65.12 : « Travaux de bâtiment - Installations solaires thermiques avec des capteurs vitrés ».

Les prescriptions à caractère général pour la conception des capteurs solaires sur toitures-terrasses sont définies dans le NF DTU 43.1 « Travaux de bâtiment - Etanchéité des toitures-terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie en climat de plaine ».

On notera également le Cahier du CSTB 3797 : « Application des Eurocodes au domaine du solaire thermique ».

Sont également applicables les recommandations professionnelles issues des programmes RAGE « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » : 16 recommandations professionnelles RAGE relatives au solaire thermique.

Ces recommandations professionnelles sont disponibles sur le site internet <https://www.proreno.fr/>.

Cette partie décrit les dispositions complémentaires applicables.

2.3.1. Conception générale de l'installation

Implantation

Les capteurs doivent être implantés dans des endroits non accessibles au public, de façon à se prémunir des risques liés aux bris de verre éventuels et aux risques de brûlure.

Le nombre maximum de capteurs installés dans une même batterie est de 6 capteurs montés en parallèle.

Pente des capteurs

La conception doit permettre de vérifier que la pente de l'installation est compatible avec la pente de fonctionnement des capteurs.

Dans le cas des installations sur toiture inclinée les capteurs doivent être mis en œuvre parallèlement à la couverture.

La pente de fonctionnement des capteurs ne doit pas contraindre la pente de la toiture support. Les pentes minimales des toitures sont définies dans les normes NF DTU de la série 40 ou dans les Avis Techniques ou les DTA des éléments de couverture concernés.

Reconnaissance préalable des ouvrages supports

Une reconnaissance préalable des ouvrages servant de support au procédé (couverture, charpente, toiture terrasse...) est nécessaire pendant les études, avant la mise en œuvre.

Cette reconnaissance préalable a pour objet :

- d'identifier les contraintes et particularités du chantier (structure, clos et couvert, passage de canalisations...),
- de vérifier la compatibilité du domaine d'emploi du procédé avec le chantier (zone géographique, type d'installation, mode de mise en œuvre, pente...).

Cette reconnaissance doit notamment permettre de vérifier la capacité du support à accueillir le procédé, y compris que la surcharge occasionnée par l'installation de ce procédé n'est pas de nature à affaiblir la stabilité des ouvrages porteurs. Le maître d'ouvrage devra, le cas échéant, faire procéder au renforcement de la structure porteuse avant mise en œuvre du procédé. En particulier, la reconnaissance de la géométrie de la charpente doit permettre d'identifier la nécessité éventuelle de faire réaliser des chevêtres avant la pose du procédé.

La compatibilité de la charpente avec les sections des vis doit être vérifiée notamment par rapport aux règles définies dans l'Eurocode 5.

Tenue à la corrosion

Le tableau 1 précise la compatibilité du procédé avec les atmosphères extérieures.

En fonction du lieu d'implantation, il est nécessaire de choisir les options adaptées du système de montage – notamment au niveau du choix de la visserie.

Maintien en place

L'ensemble [support + capteur] doit être lui-même ancré, lesté ou haubané conformément aux règles de l'art, et de manière à résister aux efforts des charges climatiques.

Lors de l'installation du capteur sur tôle ondulée ou fibre-ciment, une cale d'onde (pontet) sera interposée entre la sous-face de la tôle et le chevron au niveau de chaque tire-fond. Cette cale, de dimension compatible avec la sous-face de la tôle, réalisée en matériau durable dans le temps, conformément à l'annexe K du DTU 40.35, devra permettre de reprendre les efforts de serrage du tire-fond.

Installation sur surface horizontale

Dans le cas de lestage des capteurs en toiture-terrasse, un calcul au cas par cas tenant compte de la configuration de l'ouvrage devra systématiquement être réalisé par un bureau d'études agréé OPQIBI ou équivalent.

Le maintien des capteurs par lestage en toiture-terrasse est limité aux toitures-terrasses techniques dont la classe de compressibilité de l'isolant est C au minimum.

Le prescripteur devra également s'assurer que le maintien par lestage ne risque pas d'endommager le complexe d'étanchéité existant ou la structure de l'ouvrage porteur.

Règles d'accès

Un accès doit être prévu pour permettre la réparation et l'entretien du ou des capteurs. Cette accessibilité doit être réalisée conformément aux dispositions des différents DTU de toiture concernés.

Le choix de l'implantation des capteurs doit être tel que leur installation et les opérations de maintenance puissent s'effectuer sans contrevenir à la réglementation générale de sécurité des travailleurs.

Conception du circuit hydraulique

Les conduites de raccordement utilisées doivent être en cuivre ou en inox.

L'isolation de la tuyauterie extérieure doit être résistante aux hautes températures, au rayonnement ultraviolet, aux attaques aviaires et aux attaques des rongeurs.

Les points hauts de l'installation doivent être équipés d'un dispositif de purge. Lorsque ce dispositif est automatique, celui-ci doit être isolé à l'aide d'une vanne d'isolement.

La pression maximum de service est de 7 bars. La plage de débit recommandée au niveau du circuit primaire est de 81 l/h.m² pour le capteur ST2000 AL SEL et 55 l/h.m² pour le capteur ST2500 AL SEL.

Passage direct de l'eau sanitaire

Ce type d'installation n'est possible que dans les régions sans risque de gel et dans lesquelles la dureté de l'eau est inférieure ou égale à 1000 ppm (100°f).

Il est alors nécessaire d'installer un filtre à tamis à l'entrée de l'eau froide du système (référence Honeywell type mini plus FF 06 ou de qualité égale ou supérieure).

L'ensemble des accessoires hydrauliques de la boucle primaire doit être compatible avec l'eau sanitaire.

2.4. Dispositions de mise en œuvre

Les prescriptions à caractère général pour la mise en œuvre des installations de capteurs solaires sur toitures inclinées sont définies dans le NF DTU 65.12 : « Travaux de bâtiment - Installations solaires thermiques avec des capteurs vitrés ».

Les prescriptions à caractère général pour la mise en œuvre des capteurs solaires sur toitures-terrasses sont définies dans le NF DTU 43.1 « Travaux de bâtiment - Etanchéité des toitures-terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie en climat de plaine ».

En présence d'écran de sous-toiture, leur traversée doit être réalisée conformément au DTU 40.29 « Travaux de bâtiment - Mise en œuvre des écrans souples de sous-toiture ».

Sont également applicables les 16 recommandations professionnelles relatives au solaire thermique issues des programmes RAGE « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

Ces recommandations professionnelles sont disponibles sur le site internet <https://www.proreno.fr/>.

Cette partie décrit les dispositions complémentaires applicables.

2.4.1. Généralités

La mise en œuvre des capteurs solaires doit être réalisée par des entreprises ayant les compétences requises en génie climatique, en plomberie et en couverture, formées aux particularités du procédé et aux techniques de pose.

La mise en œuvre doit être réalisée :

- suivant la notice de mise en œuvre fournie,
- après réalisation des études de conception décrites au § 2.3,
- en utilisant les systèmes de montage et accessoires fournis (cf. §2.2.2), complétés par les composants supplémentaires approvisionnés par l'installateur (cf. §2.2.3).

Pour des raisons de sécurité, le remplissage de l'installation ne peut avoir lieu que pendant les heures de non ensoleillement ou, le cas échéant, après avoir recouvert les capteurs.

La marque et le type de liquide caloporteur utilisé doivent être indiqués sur l'installation de manière visible, permanente et indélébile.

Le nombre maximum de capteurs installés dans une même batterie est de 6 capteurs montés en parallèle.

Pour des installations avec plus de 3 capteurs en batterie, il est nécessaire d'assembler 2 supports de façon rigide. Cet assemblage doit être réalisé par l'installateur.

2.4.2. Montage des capteurs indépendants sur supports

2.4.2.1. Installation sur toiture inclinée (support acier galvanisé Z140 laqué ou aluminium)

Sur les toitures couvertes de petits éléments

Les 4 pattes de fixation rigides doivent être utilisées, elles sont fixées à la charpente suivant les figures 9 à 12.

Les pattes de fixation rigides sont utilisables pour une hauteur de tuiles jusqu'à 3 cm. Au-dessus il est nécessaire, soit de surélever la charpente au niveau de la fixation, soit de fixer la patte rigide en ajoutant un morceau de latte en bois.

S'il est nécessaire de raboter les tuiles pour permettre le passage des pattes, il est impératif de ne pas compromettre l'étanchéité.

Sur les toitures couvertes de plaques nervurées (ou ondulées)

L'installateur doit utiliser 4 tiges filetées (en cas de charpente bois) ou 4 crochets (en cas de charpente métallique) en inox A2-70 ou A4-70 suivant l'atmosphère extérieure, de diamètre M8, munis de rondelle d'étanchéité EPDM d'épaisseur égale ou supérieure à 3 mm et de diamètre 25 mm. Il est interdit de fixer les capteurs à l'emplacement des fixations existantes de la couverture.

Le cadre doit être fixé à une hauteur minimale de 30 mm au-dessus du sommet des ondes.

L'installateur doit utiliser des pontets adaptés à la forme de la nervure (ou de l'onde) pour empêcher l'écrasement de celle-ci (voir figure 13).

Principe du montage

Un cadre est réalisé à l'aide des profilés A et E maintenus entre eux par les angles cornières d'assemblages Γ.

Le capteur est fixé sur le cadre à l'aide de clips en aluminium (4 clips par capteurs).

Le serrage final est réalisé lorsque les éléments sont en place.

2.4.2.2. Installation sur surface plane (support acier galvanisé Z140 laqué ou aluminium)

Le cadre support permet de former un support triangulé grâce aux profilés A, C et E et contreventé par les profilés D. Le capteur est ensuite fixé sur un cadre formé par les profilés B et E.

Les différents percements dans les profilés permettent une inclinaison du support entre 32° et 45°. Une inclinaison à 15° est proposée en option.

Fixation mécanique à la structure porteuse

Le cadre support doit être fixé à la structure porteuse conformément au DTU 43.1.

Maintien par lestage

Si le maintien des capteurs est réalisé par lestage, celui-ci doit être réalisé de façon suivante :

- le lest est constitué de blocs de béton préfabriqués, ces blocs sont posés par-dessus les profilés servant d'appui au support capteur,
- les charges appliquées ne doivent pas induire de risque de poinçonnement de l'étanchéité, prévoir éventuellement des systèmes de répartition.

Le dimensionnement de ces blocs doit être déterminé par un calcul au cas par cas en fonction :

- des charges climatiques,
- de la capacité de la structure porteuse à accepter la surcharge,
- de la capacité du complexe d'étanchéité à accepter les surcharges.

2.5. Maintien en service du produit ou procédé

Au cours des opérations de maintenance, il y a lieu d'éviter le renversement de tout fluide susceptible d'incompatibilité avec le revêtement d'étanchéité ou les éléments de couverture.

Les conditions d'utilisation et d'entretien sont précisées dans les notices du titulaire.

A minima, les points de contrôle suivants doivent être vérifiés annuellement :

- vérification de la propreté des capteurs solaires,
- contrôle des pénétrations au travers de la couverture,
- contrôle et remplacement éventuel des joints et raccords,
- contrôle de l'intégrité et remplacement éventuel de l'isolation des conduites,
- contrôle des supports, de leur propreté et de leur intégrité,
- contrôle de la pression dans le circuit primaire et contrôle de la pression nominale du vase d'expansion en fonction de la hauteur statique de l'installation,
- contrôle du point de gel du fluide caloporteur (de préférence à l'entrée de la période hivernale),
- contrôle du débit dans le champ de capteurs.

Fréquence de changement du liquide caloporteur : selon résultat du contrôle, tous les 3 ans, du pH du liquide caloporteur afin de prévenir tout risque de corrosion du circuit primaire ainsi que de sa densité.

2.6. Traitement en fin de vie

Les capteurs solaires font partie des filières soumises à la responsabilité élargie du producteur (Articles L541-10 et suivants du Code de l'Environnement).

Les fluides glycolés doivent faire l'objet d'un traitement en centre spécialisé. Il est interdit de jeter le fluide dans le réseau d'eaux usées ou dans la nature.

2.7. Assistance technique

Le distributeur doit assurer la formation et/ou l'assistance au démarrage sur chantier, auprès des installateurs qui en font la demande.

2.8. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

L'assemblage des capteurs est réalisé sur le site de fabrication de Heliokami SA à Aspropyrgos en Grèce, certifié selon la norme ISO 9001.

La réalisation des contrôles sur matières entrantes, en cours de fabrication et sur produits finis est régulièrement vérifiée par un organisme tiers dans le cadre de la certification QB 39 « Procédés solaires ».

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats expérimentaux

Performances thermiques

Essais réalisés suivant les modalités de la norme NF EN ISO 9806 :

- Laboratoire : CSTB
- N° du compte rendu d'essai : SE2 17-26066088
- Date du compte rendu d'essai : Février 2017

Essais réalisés suivant les modalités de la norme NF EN ISO 9806 :

- Laboratoire : CSTB
- N° du compte rendu d'essai : SE2 22-13237
- Date du compte rendu d'essai : Juillet 2023

Résistance aux efforts d'arrachement de la couverture transparente

Essai basé sur les modalités définies dans la norme NF EN ISO 9806:2017 :

- Laboratoire : DEMOKRITOS
- N° du compte rendu d'essai : 4353 DQ1
- Date du compte rendu d'essai : 5 octobre 2021

Vieillessement d'une durée de 1 an avec comparaison des performances

Essai réalisé selon la procédure d'essais définie par le GS n°14

- Laboratoire : CSTB.
- N° du compte rendu d'essai : VAL 13-26028381
- Date du compte rendu d'essai : décembre 2013

2.9.2. Références chantiers

Ces capteurs solaires sont fabriqués et mis en œuvre depuis 1999 et de nombreuses références existent dans différents pays depuis 1999.

Environ 250 000 m² ont été commercialisés dans toute l'Europe.

2.10. Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre

2.10.1. Compatibilité avec les atmosphères extérieures

Elément du procédé	Désignation des matériaux	Atmosphère extérieure							Particulière
		Rurale non polluée	Urbaine ou industrielle		Marine				
			Normale	Sévère	10 à 20 km du littoral	3 à 10 km du littoral	< 3 km du littoral*	Mixte	
Capteur (coffre, fond de coffre)	EN AW-6060 Inox AISI 410 Acier galvanisé Z140	■	■	□	■	■	□	□	□
Cadre support et pattes de fixation – version acier galva Z140 laqué ou aluminium Avec visserie A2	Acier galvanisé Z140 laqué Aluminium EN AW-6060 Inox 1.4301	■	■	□	■	■	□	□	□
Cadre support et pattes de fixation – version aluminium Avec visserie A4	Aluminium EN AW-6060 Inox 1.4404	■	■	□	■	■	■	□	□
Pattes de fixation version acier galvanisé	Acier galvanisé Z140	-	-	-	-	-	-	-	-
Pattes de fixations version acier galvanisé laqué	Acier galvanisé Z140 laqué	■	■	□	■	■	□	□	□
Tire-fond Avec visserie A2	Acier inoxydable Inox 1.4301	■	■	□	■	■	□	□	□
Tire-fond Avec visserie A4	Acier inoxydable Inox 1.4404	■	■	□	■	■	■	□	□

Notes et légende :

* sauf front de mer

Définition des ambiances suivant NF P34-301:2017 et NF P34-310:2017

■ emploi accepté

□ l'appréciation définitive ou la définition de dispositions particulières doivent être arrêtées après consultation et accord de l'ensemble des parties concernées

- emploi interdit

Tableau 1 - Compatibilité du procédé avec les atmosphères extérieures

2.10.2. Performances thermiques

Dénomination commerciale	ST 2000 AL SEL
Surface hors-tout (m ²)	2,076
Débit (l.h ⁻¹ .m ⁻² - rapporté au m ² de surface hors-tout du capteur)	72 en eau
Rendement optique $\eta_{0, hem}$ fondé sur l'irradiance hémisphérique (sans dimension)	0,61
Coefficient de perte thermique du premier ordre a_1 (W.m ⁻² .K ⁻¹)	4,56
Coefficient de perte thermique du second ordre a_2 (W.m ⁻² .K ⁻²)	0,0011
Facteur d'angle d'incidence à 50° K_θ (sans dimension)	0,79
Température conventionnelle de stagnation T_{stg} (°C)	187

Note :
 Selon la norme EN ISO 9806, $\eta_{0, hem}$ est calculé à partir des paramètres mesurés en incidence directe en utilisant la formule suivante :
 $\eta_{0, hem} = \eta_{0, b}(0,85 + 0,15 K_d)$

Tableau 2 – Paramètres de performance thermique rapportés à la surface hors-tout (EN ISO 9806)

2.10.3. Vues générales

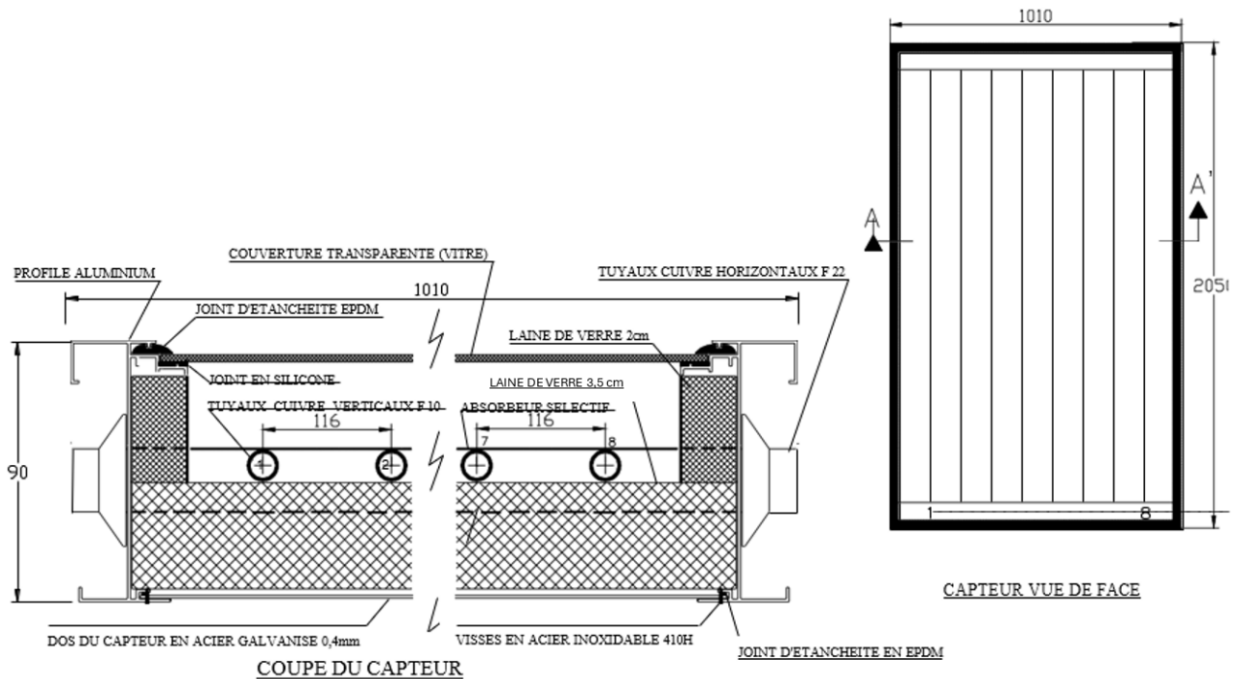


Figure 1 – Vue générale et en coupe

2.10.4. Pertes de charge et raccords hydrauliques

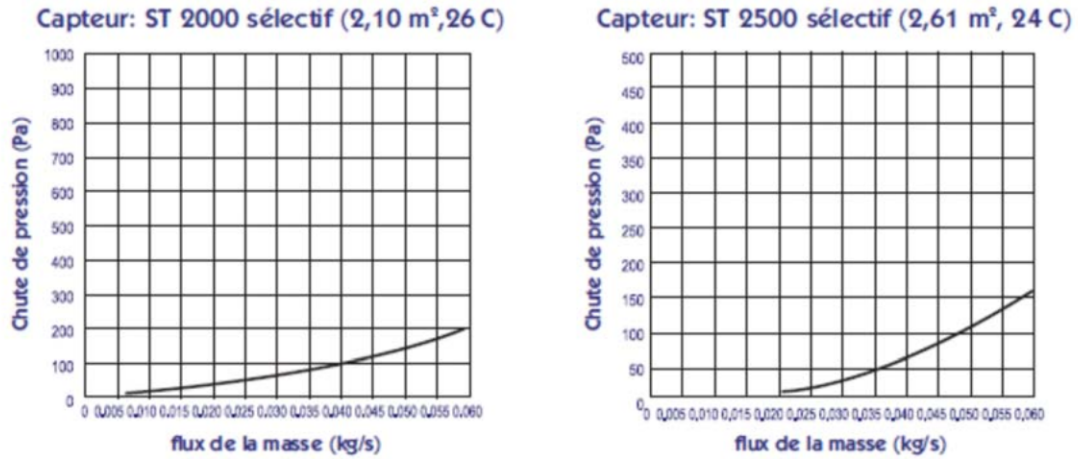


Figure 2 – Pertes de charge des capteurs ST2000 AL SEL et ST2500 AL SEL

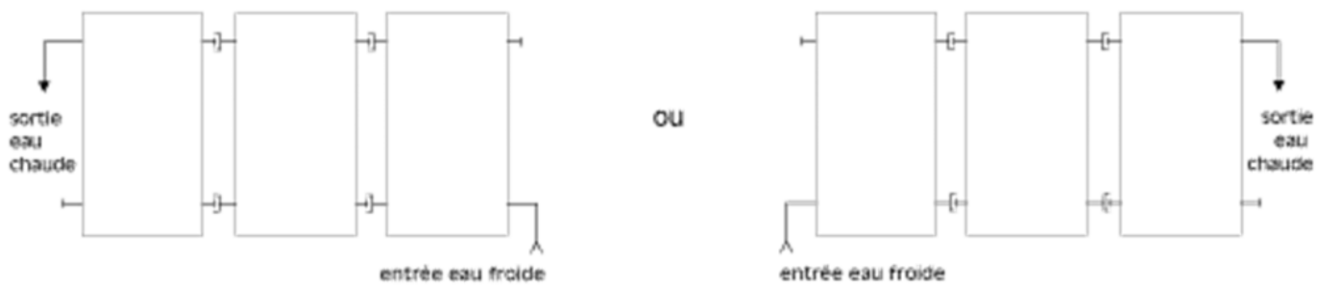


Figure 3 – Raccordement des capteurs : exemple avec 3 capteurs

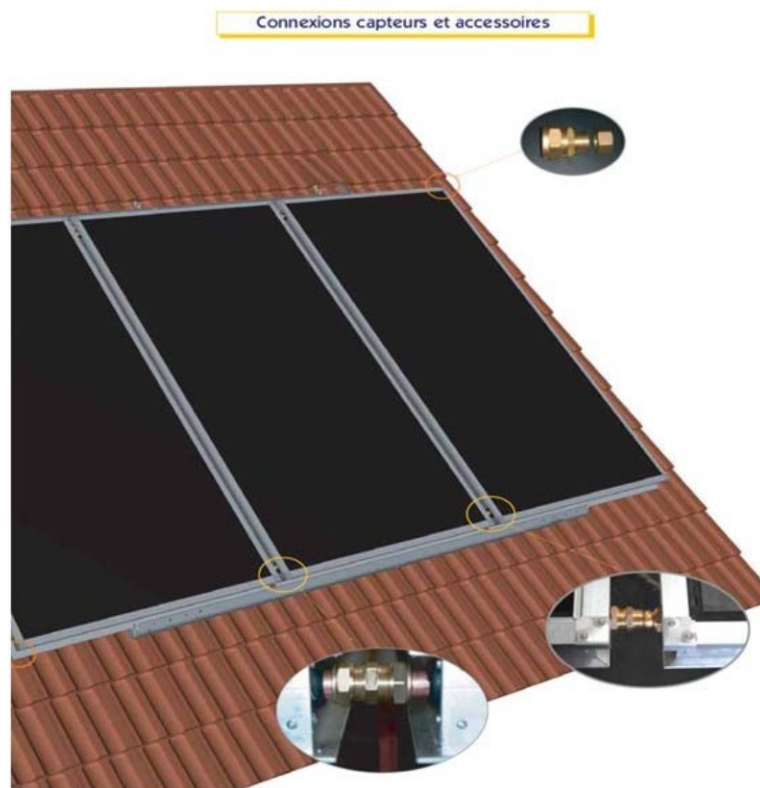


Figure 4 – Raccordements intercapteurs

2.10.5. Mise en œuvre - Vues générales

2.10.5.1. Installation surimposée sur toitures inclinées

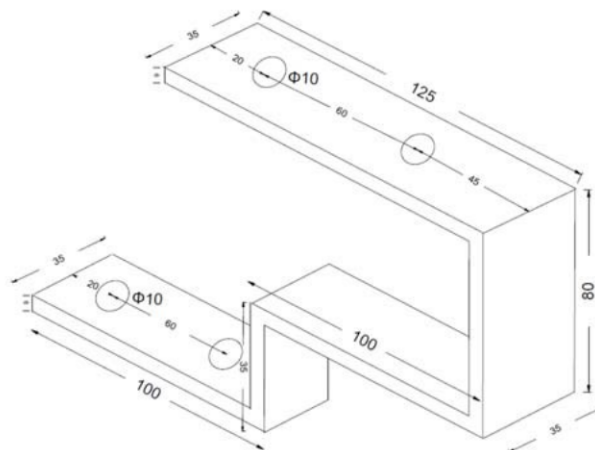


Figure 5 – Patte de fixation rigide

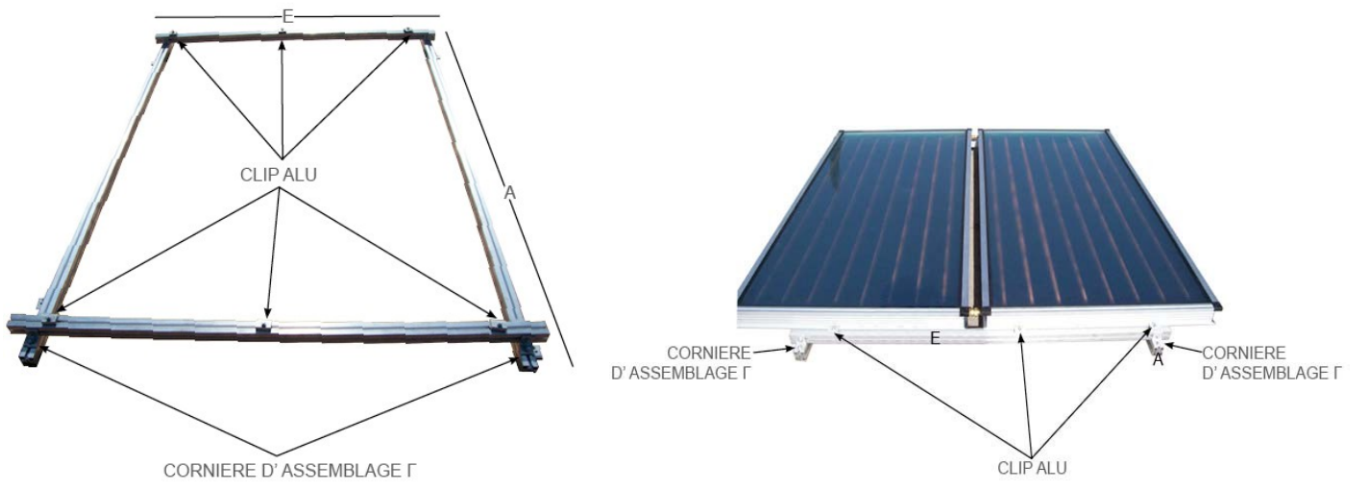


Figure 6 – Support aluminium : vue générale

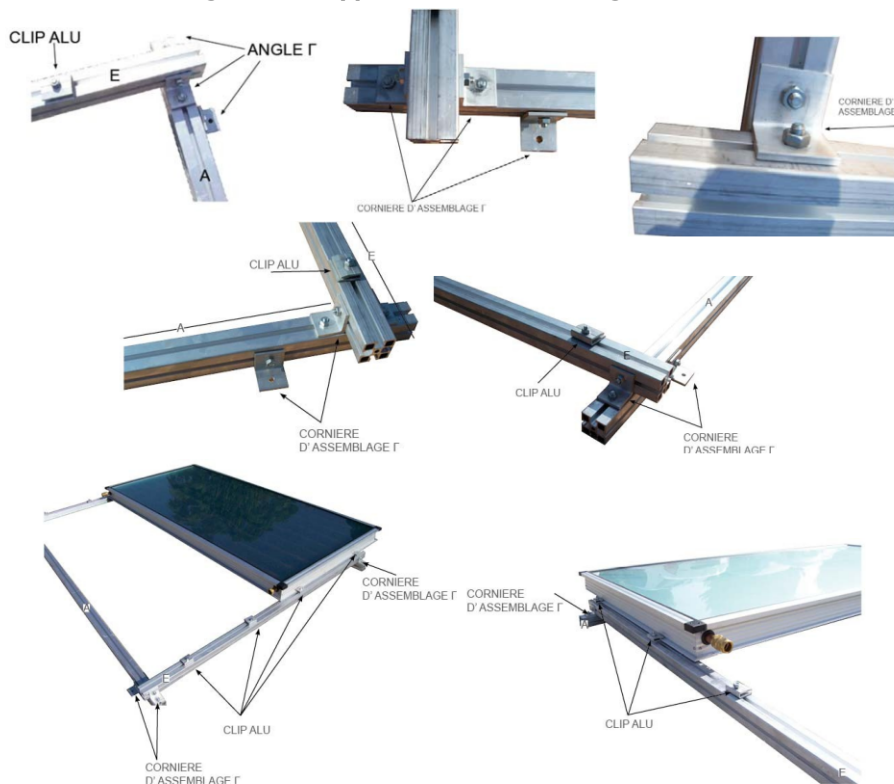


Figure 7 – Support aluminium : détails des assemblages

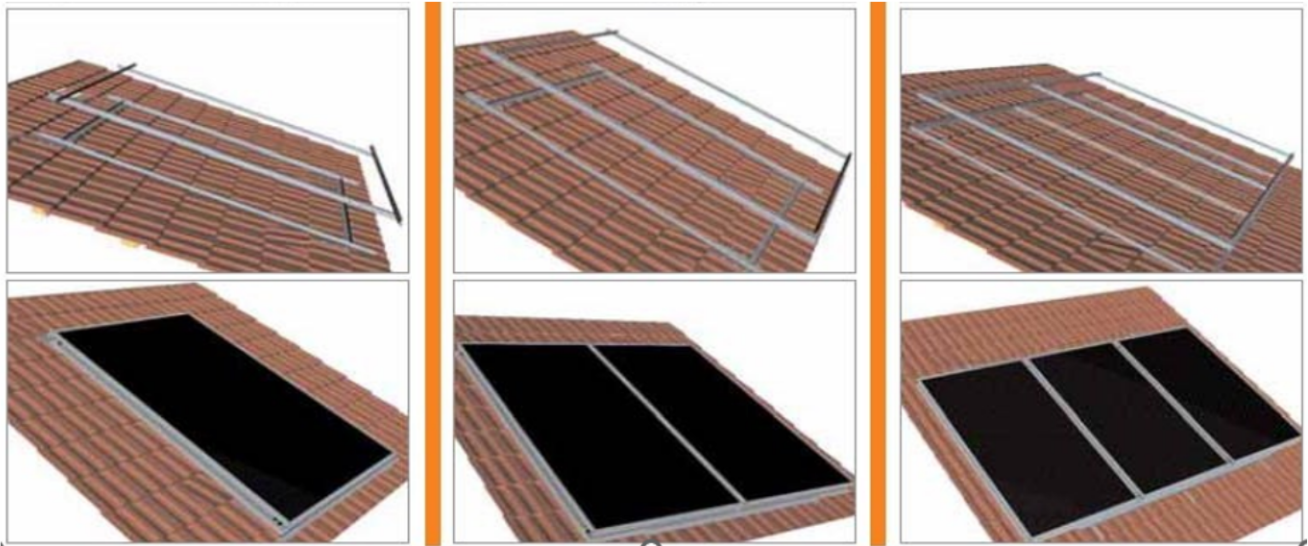


Figure 8 – Structure de montage sur toiture inclinée

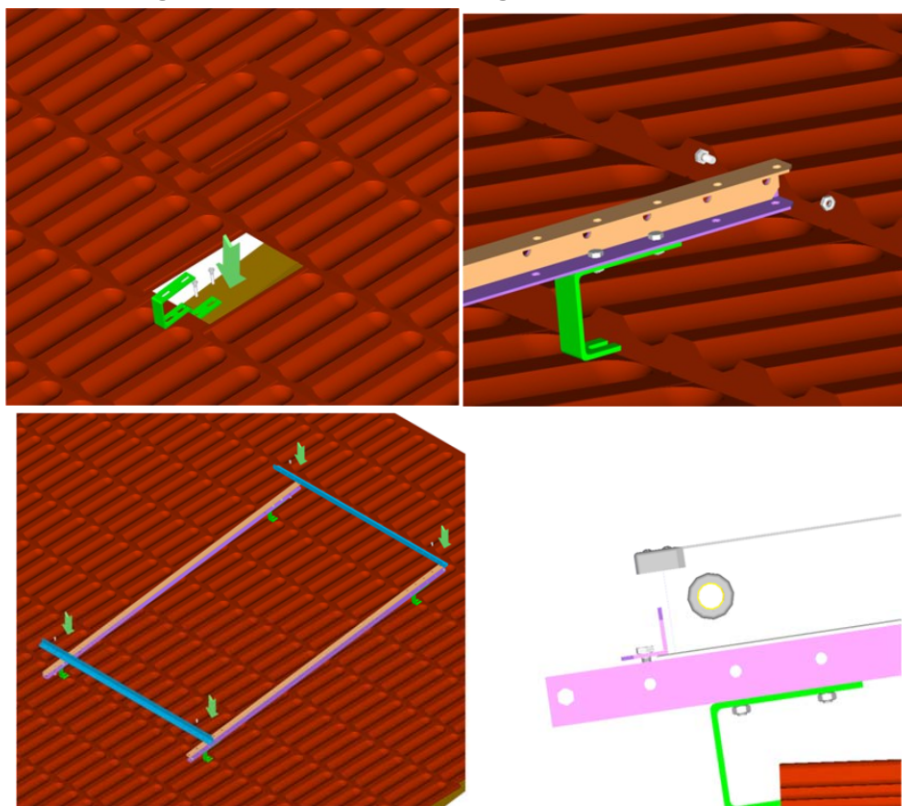


Figure 9 – Mise en place sur toiture inclinée (identique pour 1, 2 ou 3 capteurs)

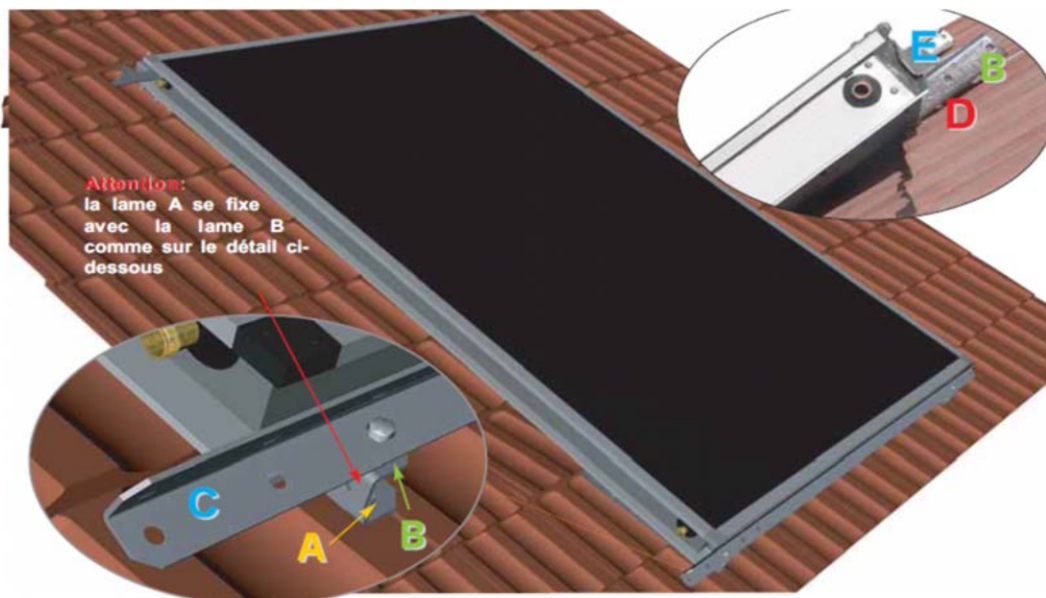


Figure 10 – Détail de fixation du système de montage sur toiture



Figure 11 – Support aluminium : installation sur toitures en tuiles canal ou tuiles plates



Figure 12 – Support aluminium : installation sur toitures en ardoises avec alaise en plomb

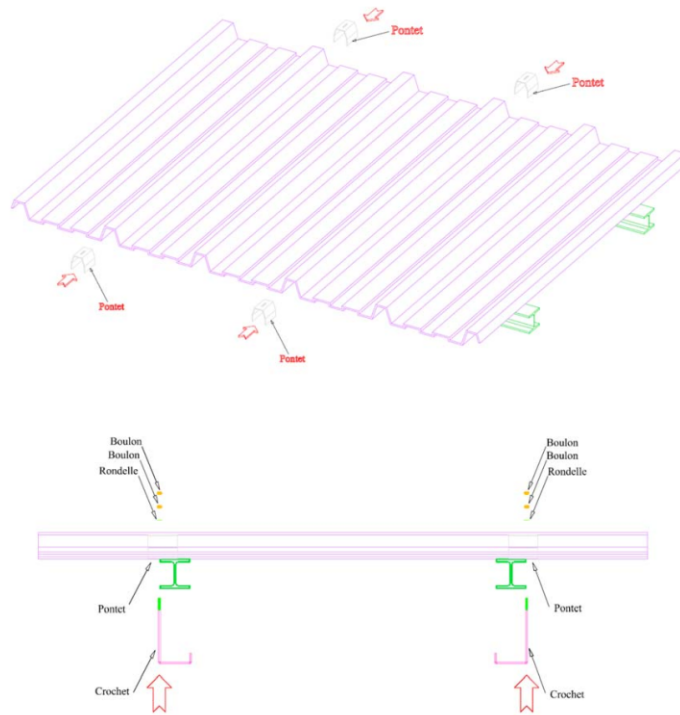


Figure 13 – Support aluminium : mise en œuvre sur toiture plaque nervurée avec pontet

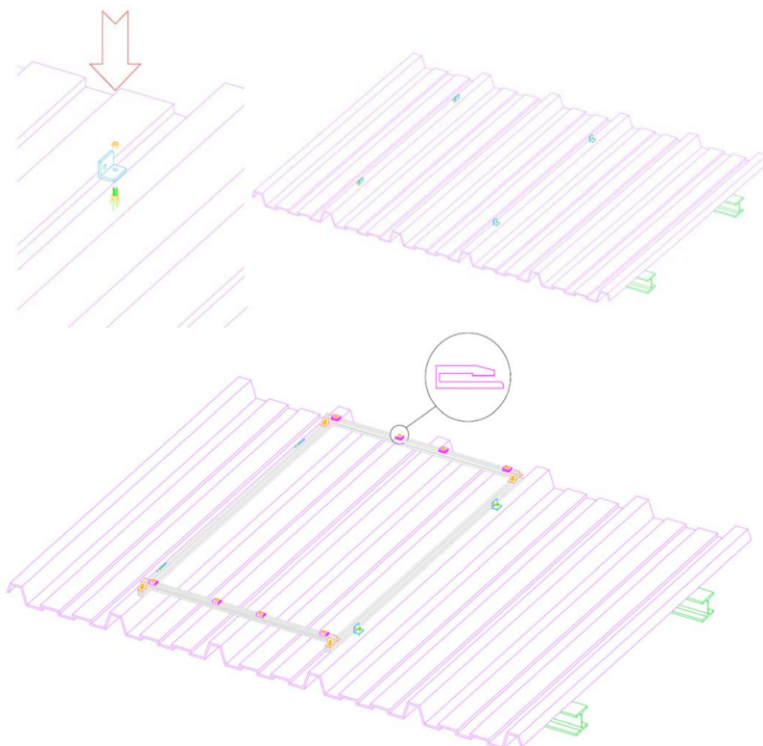


Figure 14 – Support aluminium : mise en œuvre sur toiture plaque nervurée (suite)

2.10.5.2. Installation sur châssis pour support horizontal

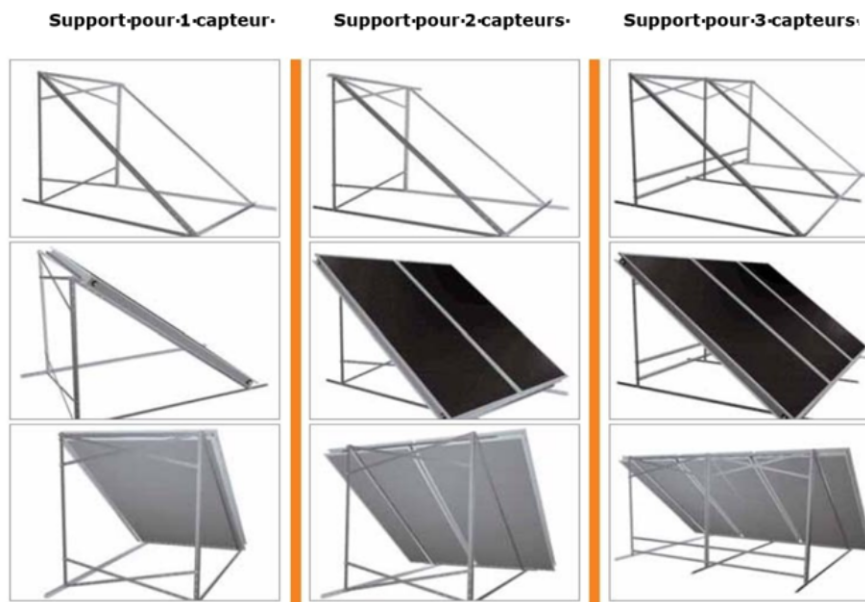


Figure 15 – Système de montage – vue générale

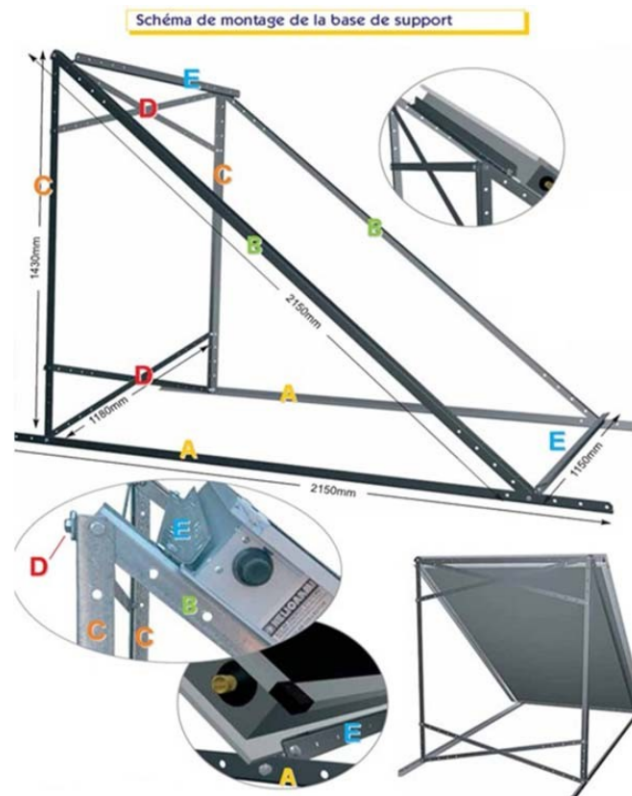


Figure 16 – Système de montage – montage sur support horizontal 1 capteur

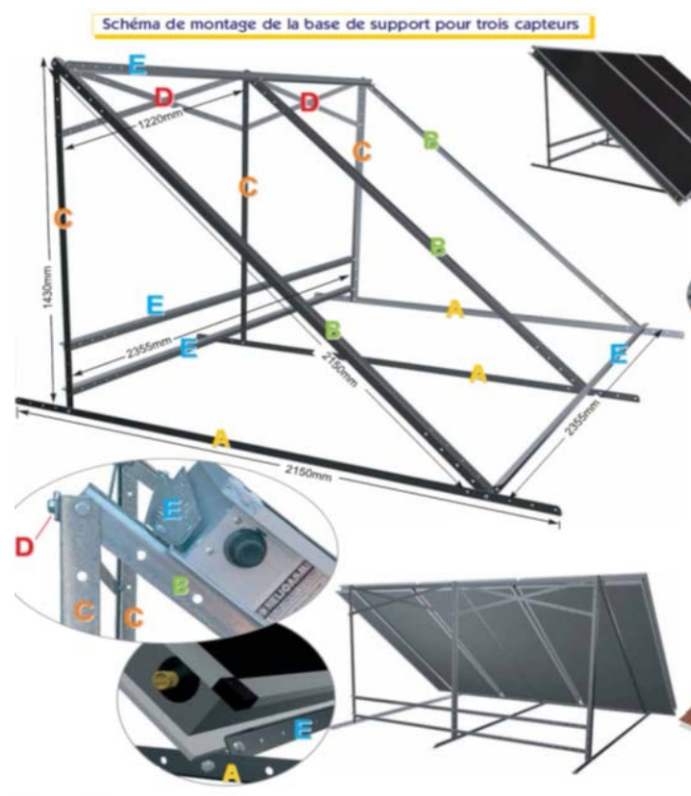


Figure 17 – Système de montage – montage sur support horizontal 3 capteurs

Les dimensions des différents éléments (cornières) pour le support en aluminium sont :

Repère	Section (mm)	Longueur (mm)		
		1 capteur	2 capteurs	3 capteurs
A	L : 35 x 35 x 4	2150		
B	L : 35 x 35 x 4	2150		
C	L : 35 x 35 x 4	1430		
D	Plat : 35 x 4	915	1180	1220
E	L : 35 x 35 x 4	875	1430	2355

Les dimensions des différents éléments pour le support en aluminium en profilé carré sont :

Repère	Section (mm)	Longueur (mm)		
		1 capteur	2 capteurs	3 capteurs
A	L : 35 x 35 x 1	2200		
E	L : 35 x 35 x 1	900	1700	2700
Cornière d'assemblage Γ	Angle 40 x 40 x 30	8	8	12
Clip Alu	45 x 36 x 25	4	8	12

Tableau 3 – Caractéristiques des éléments de support en aluminium

2.10.6. Caractéristiques détaillées des capteurs

2.10.6.1. Coffre

Le coffre du capteur est constitué de profilés en aluminium type EN AW-6060 avec anodisation d'une épaisseur de 10 µm. Les profilés sont assemblés entre eux avec des lamelles de connexion en aluminium et des vis inoxydables 3/8", nuance AISI 410.

Le fond du capteur est constitué d'une tôle d'acier galvanisé type DX51D + Z140.

L'étanchéité inférieure du coffre, entre le fond du capteur et les profilés aluminium, est assurée par un joint en EPDM.

L'étanchéité supérieure, entre le profilé aluminium et la couverture transparente, est assurée par du silicone transparent sur la face inférieure du verre et un joint en EPDM sur sa face extérieure.

Le coffre des capteurs est muni de 16 orifices de ventilation (4 orifices à proximité de chaque sortie du collecteur). L'absorbeur traverse le cadre grâce à des joints en EPDM (marque SO.F.TER type FORPRENE).

Voir figures suivantes.

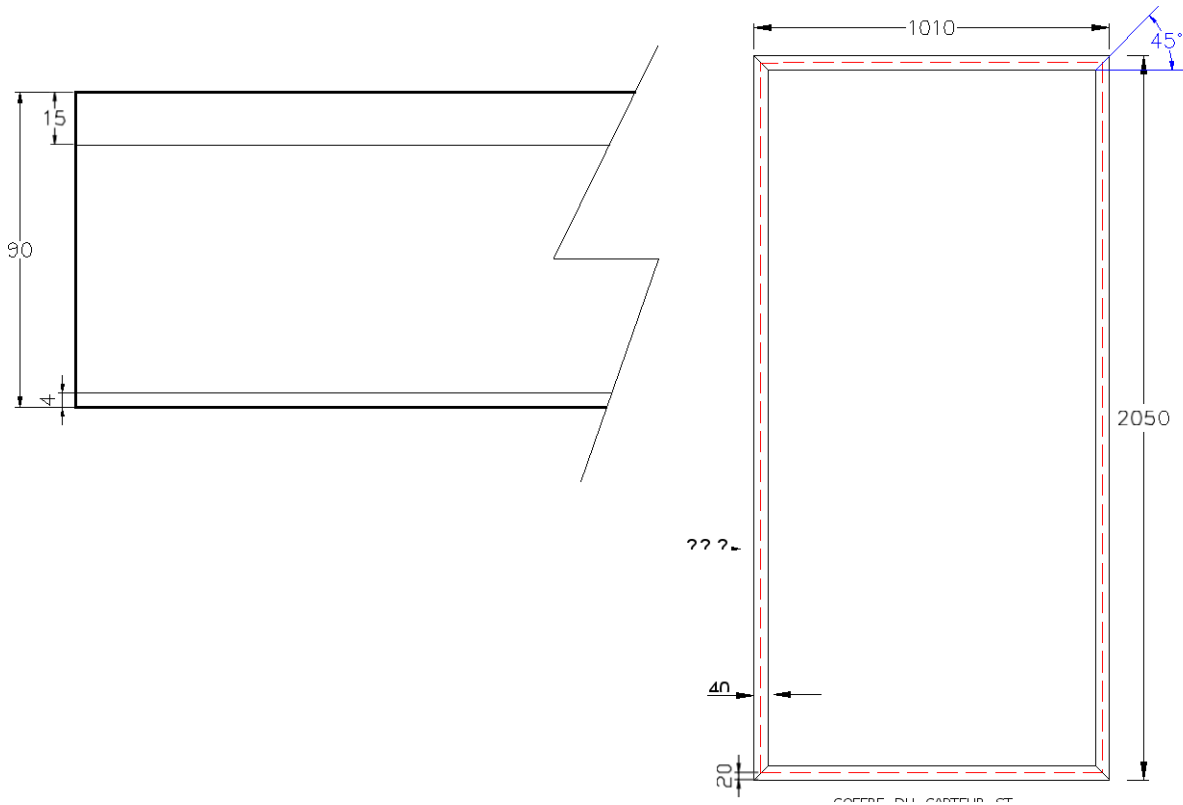


Figure 18 – Coffre du capteur

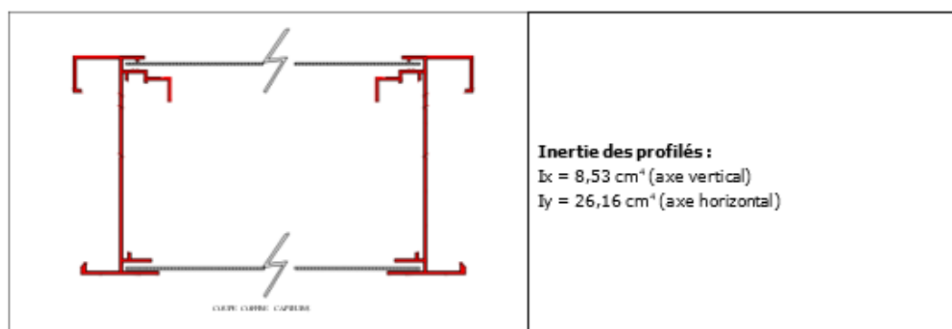


Figure 19 – Coupe des profilés du coffre des capteurs avec indication des inerties

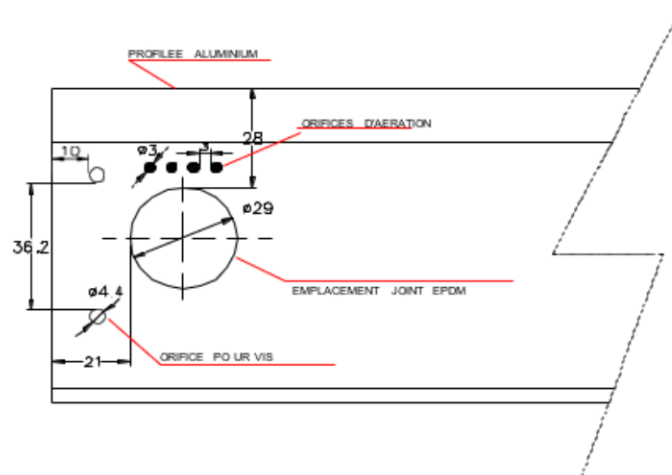


Figure 20 – Orifices de ventilation

2.10.6.2. Isolant

Isolant	Fond de coffre	Latéral
Matériau constitutif	Laine de verre	Laine de verre
Référence normative EN ...	EN 14303+A1	EN 14303+A1
Classement de réaction au feu (EN 13501-1)	A1	A1
Masse volumique (kg/m ³)	28	30
Epaisseur de l'isolation (mm)	35	20
Conductivité thermique (W.m ⁻¹ .K ⁻¹)	0,036 (à 25°C)	0,033 (±0,002)
Dimensions (mm)	ST2000 : 960 x 2000 x 35 ST2500 : 1200 x 2000 x 35	ST2000 : 55 x 6200 x 20 ST2500 : 55 x 6600 x 20
Température maxi admise (°C)	250	200

Les isolations latérales et de fond de coffre sont maintenues en place par l'absorbeur.

Tableau 4 – Caractéristiques de l'isolant

2.10.6.3. Absorbeur

L'absorbeur est constitué d'une feuille unique d'aluminium, épaisseur 0,3 mm, revêtue d'un traitement sélectif à base de titane bleu :

Absorbeur	Caractéristiques
Nature et épaisseur	Aluminium – ép. 0,3 mm
Dimensions	1965 x 1200 / 1965 x 930 mm
Revêtement	Sélectif Titanium bleu
Absorption	0,95 ± 0,02 %
Emissivité	0,05 ± 0,02 %

Grille hydraulique	Caractéristiques
Matériau	Cuivre CU-DHP
Géométrie	Echelle
Diamètre des tubes x épaisseur (collecteur)	22 x 0,7 mm
Diamètre des tubes x épaisseur	10 x 0,5 mm
Nombre de tubes	ST2000 AL SEL : 8 ST2500 AL SEL: 10
Entraxe des tubes	116 mm
Contenance	ST2000 AL SEL : 1,7 l ST2500 AL SEL: 2,10 l
Pression de service maximale	7 bars

Tableau 5 – Caractéristiques de l'absorbeur

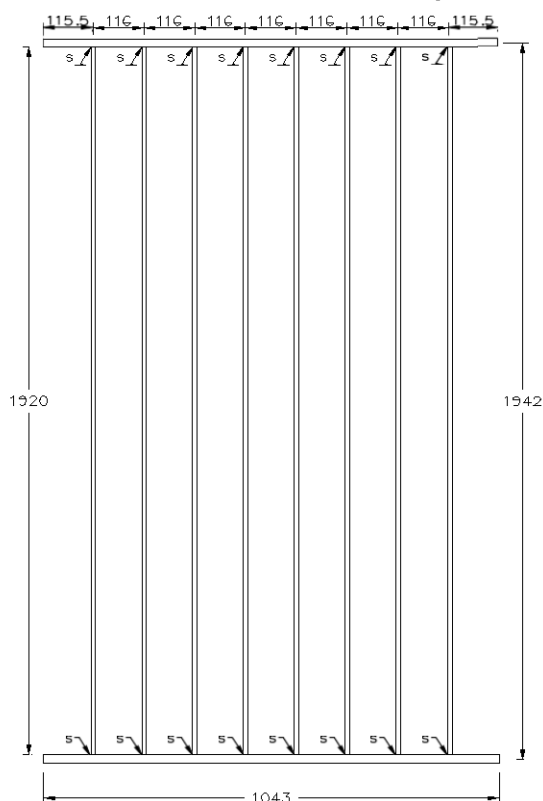


Figure 21 – Grille de circulation de l'absorbeur

2.10.6.4. Couverture transparente

La couverture transparente est constituée d'un verre à faible teneur en fer.

Il est possible de remplacer le vitrage.

Couverture transparente	Caractéristiques
Dimensions	ST 2000 AL SEL : 1987 x 945 mm ST 2500 AL SEL : 1987 x 1210 mm
Epaisseur	3,2 mm
Etat de surface	Texturé
Facteur de transmission énergétique	90,1%

Tableau 6 – Caractéristiques de la couverture transparente du capteur