Remplacé le : 20/06/2018 par le n° 14.4/14-1986_V1

Avis Technique 14/14-1986

Annule et remplace l'Avis Technique 14/11-1648

Capteurs plans vitrés à circulation de liquide – Posés indépendamment sur support

Capteur solaire thermique
Solar thermal collector
Thermischer Sonnenkollektor

Ne peuvent se prévaloir du présent Avis Technique que les productions certifiées, marque CSTBat, dont la liste à jour est consultable sur Internet à l'adresse :

www.certita.fr

SKR500 / SKR500L

Titulaire : SONNENKRAFT France SAS
16 rue Saint Exupéry
ZA de l'aérodrome
FR- 67500 HAGUENAU

Tél. : +33 (0)3 90 59 05 20
Fax : +33 (0)3 90 59 05 30
E-mail : france@sonnenkraft.com
Internet : www.sonnenkraft.fr

Distributeur : SONNENKRAFT France SAS
16 rue Saint Exupéry
ZA de l'aérodrome
FR- 67500 HAGUENAU

Tél. : +33 (0)3 90 59 05 20
Fax : +33 (0)3 90 59 05 30
E-mail : france@sonnenkraft.com

Internet : www.sonnenkraft.fr

Commission chargée de formuler des Avis Techniques et Documents Techniques d'Application
(arrêté du 21 mars 2012)

Groupe Spécialisé n° 14

Installations de Génie Climatique et Installations Sanitaires

Vu pour enregistrement le 19 décembre 2014

Avis Technique non valide

Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Fax : 01 60 05 70 37 - Internet : www.cstb.fr

Les Avis Techniques sont publiés par le Secrétariat des Avis Techniques, assuré par le CSTB. Les versions authentifiées sont disponibles gratuitement sur le site internet du CSTB (http://www.cstb.fr)
© CSTB 2014

Le Groupe Spécialisé n°14 « Installations de Génie Climatique et Installations Sanitaires » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné le 12 juin 2014, la demande relative aux capteurs "SKR500" et "SKR500L" présentée par la société SONNENKRAFT France SAS. Il a été formulé, sur ce procédé, l'Avis ci-après. Cet Avis annule et remplace l'Avis 14/11-1648. L'Avis Technique formulé n'est valable que si la certification visée dans le Dossier Technique est effective.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

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

- d'un isolant en laine minérale,
- d'un absorbeur en tôle d'aluminium soudée au laser sur une grille hydraulique à méandre ; la tôle d'aluminium est revêtue d'un revêtement sélectif,
- d'une couverture transparente en verre trempé, à faible teneur en fer.

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

Les capteurs se déclinent en une version verticale et une version horizontale :

- version verticale (*"portrait"*) : SKR500,
- version horizontale (*"paysage"*) : SKR500L.

1.2 Identification

Les capteurs sont identifiables par un marquage conforme aux exigences de la marque de certification effective visée dans le Dossier Technique.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Identique au domaine d'emploi proposé au § 1.2 du Dossier Technique.

2.2 Appréciation sur le produit

2.21 Aptitude à l'emploi

Projection de liquide surchauffé

La Directive 97/23/CE du Parlement et du Conseil du 27 mai 1997, relative au rapprochement des législations des états membres concernant les équipements sous pression, porte sur le marquage CE des équipements sous pression.

Par conception, les capteurs "SKR500" et "SKR500L" ne sont pas soumis à l'obligation de marquage CE.

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

Matériaux en contact avec des produits destinés à l'alimentation humaine

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.

Règlementation thermique

Les paramètres nécessaires au calcul règlementaire, aux calculs de dimensionnement et aux calculs de prédiction de performances figurent dans le tableau ci-dessous ; ils sont applicables à l'ensemble de la famille (hors superficie d'entrée).

Dénomination commerciale	SKR500L
Superficie d'entrée (m²)	2,394
Débit ($l.h^{-1}.m^{-2}$ - rapporté au m² de superficie d'entrée du capteur)	72 en eau
Rendement optique η_0 (sans dimension)	0,758
Coefficient de perte thermique du premier ordre a_1 ($W.m^{-2}.K^{-1}$)	4,213
Coefficient de perte thermique du second ordre a_2 ($W.m^{-2}.K^{-2}$)	0,083
Facteur d'angle d'incidence à 50° K_θ (sans dimension)	0,95
Température conventionnelle de stagnation T_{stg} (°C)	200

Résultats d'essais selon la norme EN 12975-2.

L'utilisation du capteur à un débit différent du débit testé peut entraîner une modification des performances thermiques.

Pertes de charge : cf. Dossier Technique établi par le demandeur.

Stabilité

La tenue mécanique de la couverture transparente (vitrage du capteur) a été vérifiée sans rupture jusqu'à une valeur de 3 200 Pa.

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.

Etanchéité à l'eau

L'étanchéité des capteurs vis-à-vis de l'eau pluie est normalement assurée par un collage silicone entre la couverture transparente et le coffre.

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

Sécurité au feu

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

En fonction des exigences, un essai peut s'avérer nécessaire.

Dans le cas d'ensemble de capteurs dont la plus grande dimension est inférieure à 4 m ou couvrant moins de 50% de la surface de la couverture, les caractéristiques de sécurité incendie à prendre en compte sont les caractéristiques propres de la couverture.

Sécurité en cas de séisme en neuf et en rénovation

Les zones et catégories de bâtiment s'entendent au sens de l'arrêté relatif à la prévention du risque sismique du 22 octobre 2010 modifié par les arrêtés du 19 juillet 2011 et du 25 octobre 2012.

Conformément au guide DHUP « Dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti – Justifications parasismiques pour le bâtiment 'à risque normal' » de juillet 2013, l'implantation des capteurs en pose indépendante sur support n'est pas visée par la réglementation.

2.22 Durabilité - Entretien

La durabilité propre des composants et 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.

2.23 Fabrication et contrôles

La production des capteurs solaires fait l'objet d'un contrôle interne de fabrication systématique régulièrement surveillé par un organisme tiers, permettant d'assurer une constance convenable de la qualité.

Le titulaire du présent Avis Technique doit être en mesure de justifier du droit d'usage d'une certification attestant la régularité et le résultat satisfaisant des contrôles internes de fabrication.

Les produits bénéficiant d'un certificat valide sont identifiables par la présence de la marque de certification effective visée par le Dossier Technique (cf. § 6).

2.24 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.

Remplacé le : 20/06/2018 par le n° 14.4/14-1986_V1

Cette disposition, complétée par le respect des consignes du Cahier des Prescriptions Techniques ci-dessous, permet d'assurer une bonne réalisation des installations.

2.25 Données environnementales et sanitaires

Il n'existe pas de PEP (Profil Environnemental Produit) pour ce produit. Il est rappelé que le PEP n'entre pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du produit.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.31 Prescriptions communes

Les prescriptions à caractère général pour l'installation des capteurs solaires sur toitures inclinées sont définies dans les documents suivants :

- Cahier du CSTB 1827 : « Cahier des Prescriptions Techniques communes aux capteurs solaires plans à circulation de liquide »,
- NF DTU 65.12 : « Réalisation des installations de capteurs solaires plans à circulation de liquide pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire ».

Les prescriptions à caractère général pour l'installation des capteurs solaires sur toitures-terrasses sont définies dans la norme NF P 84-204 (Réf DTU 43.1) « Travaux d'étanchéité des toitures-terrasses avec éléments porteurs en maçonnerie - Cahier des Clauses Techniques complété de son amendement ».

2.32 Prescriptions techniques particulières

2.321 Mise en œuvre

Généralités

La notice d'installation doit être systématiquement fournie à la livraison.

Le nombre maximum de capteurs installés dans une même ligne est de :

- pour la version verticale (SKR500) :
  - 12 capteurs avec boucle de Tichelmann,
  - 10 capteurs départ et retour sur le même côté,
- pour la version horizontale (SKR500L) :
  - 10 capteurs avec boucle de Tichelmann,
  - 8 capteurs départ et retour sur le même côté.

Les règles de mise en œuvre décrites au Dossier Technique doivent être respectées. L'installation doit en particulier être réalisée :

- à l'aide des supports et accessoires de liaison à la couverture fournis par le fabricant,
- avec le kit de raccordement hydraulique intercapteur fourni lors de la livraison.

- Pour le raccordement hydraulique des capteurs, il convient d'utiliser les joints fournis.

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.

Les conduites de raccordement en acier galvanisé, en acier carbone zingué et en matériaux de synthèse ne sont pas autorisées.

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

Le passage des canalisations au travers de la couverture devra se faire au travers d'éléments prévus à cet effet (chatières, passe-barres,…).

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.

Vérification de la tenue des supports

En complément des prescriptions définies dans le Dossier Technique et dans la notice d'installation du capteur, le prescripteur devra vérifier que la surcharge occasionnée par l'installation de ce capteur n'est pas de nature à affaiblir la stabilité des ouvrages porteurs (charpente, toiture-terrasse, …). Le maître d'ouvrage devra, le cas échéant, faire procéder au renforcement de la structure porteuse avant mise en place du capteur.

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.

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 la norme NF P 24-351 – Annexe A.

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.

Sécurité des intervenants

La mise en œuvre du procédé en hauteur impose les dispositions relatives à la protection et la sécurité des personnes contre les risques de chutes telles que :

- 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 ».

Ventilation

Sans objet car capteur non incorporé.

Mise hors d'eau

Sans objet car capteur non incorporé.

2.322 Sécurité sanitaire

Le liquide caloporteur utilisé dans le circuit solaire a reçu de la Direction Générale de la Santé (DGS) l'approbation pour son 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), après avis de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA).

La désignation commerciale du liquide caloporteur utilisé doit figurer de manière lisible et indélébile sur l'installation.

2.323 Conditions d'entretien

Les conditions d'utilisation et d'entretien sont précisées dans les notices du titulaire. Ces préconisations doivent, a minima, définir des périodicités d'intervention et porter, notamment, sur les points suivants :

- vérification de la propreté des capteurs solaires,
- contrôle et remplacement éventuel des joints et raccords,
- contrôle de l'intégrité et remplacement éventuel de l'isolation des conduites,
- contrôle de la pression dans le circuit primaire,
- contrôle du point de gel du fluide caloporteur (de préférence à l'entrée de la période hivernale),
- contrôle du pH du liquide caloporteur afin de prévenir tout risque de corrosion du circuit primaire ainsi que de sa densité,
- contrôle des supports, de leur propreté et de leur intégrité.

L'ensemble des contrôles à effectuer doit être spécifié dans la notice d'entretien et de maintenance fournie lors de la livraison.

2.324 Assistance technique

La société Sonnenkraft France SAS est tenue d'apporter son assistance technique à toute entreprise, installant ou réalisant la maintenance du procédé, qui en fait la demande.

Conclusions

Appréciation globale

Pour les fabrications bénéficiant d'une certification visée dans le Dossier Technique, l'utilisation des capteurs solaires "SKR500" et "SKR500L" dans le domaine d'emploi accepté et complété par le Cahier des Prescriptions Techniques de l'Avis est appréciée favorablement.

Validité

Jusqu'au 30 juin 2019

Pour le Groupe Spécialisé n°14
Le Président
Alain FILLOUX

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Dans l'attente du résultat de l'essai de vieillissement en exposition naturelle en cours d'exécution, le Groupe ne peut se prononcer formellement sur le maintien dans le temps des performances annoncées. Il propose néanmoins, compte tenu de l'expérience acquise pour des équipements équivalents, de préjuger favorablement de la durabilité des caractéristiques, tout en se réservant le droit de remettre en cause cet Avis en fonction des résultats obtenus après essai.

Ce système faisait déjà l'objet de l'Avis Technique 14/11-1648. A l'occasion de cette révision, le Dossier Technique a fait l'objet de quelques modifications, en particulier :

- ajout d'un doigt de gant au niveau de l'absorbeur,
- modification des raccords hydrauliques,
- sécurisation de la tenue mécanique du verre par des clips,
- évolution du système de montage des capteurs,
- évolution des pattes de fixation pour toiture inclinée,
- évolution du système de montage pour surface horizontale.

La pose indépendante sur support n'est pas visée par la réglementation parasismique complétée par le guide DHUP « Dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti – Justifications parasismiques pour le bâtiment 'à risque normal' » de juillet 2013 ; 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,
- dans le cas de capteurs en pose indépendante sur couverture inclinée, de vérifier la tenue des supports selon les spécifications suivantes :

  Le système de fixation doit résister notamment à la charge sismique horizontale suivante Fa = a x M x g avec a choisi dans le tableau ci-dessous :

		Catégorie d'importance du bâtiment			
		I	II	III	IV
Zone de sismicité	Zone 1				
	Zone 2			0,43	0,49
	Zone 3		0,56	0,67	0,78
	Zone 4		0,81	0,97	1,13
	Zone 5		1,18	1,41	1,65

M, masse du capteur en kg, g = 9,81 m.s^{-2},

Fa, charge sismique horizontale dans la direction la plus défavorable en N.

Nota :

Selon EN1998-1, § 4.3.5 avec les hypothèses suivantes :

Classe de sol E pour la valeur du paramètre de sol S,

Coefficient d'importance γa=1, coefficient de comportement qa = 2

z/H = 1, Ta/T_1=1.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 14
Coralie NGUYEN

Remplacé le : 20/06/2018 par le n° 14.4/14-1986_V1

Dossier Technique
établi par le demandeur

A. Description

1. Description générale

1.1 Présentation

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

- d'un isolant en laine minérale,
- d'un absorbeur en tôle d'aluminium soudée au laser sur une grille hydraulique à méandre ; la tôle d'aluminium est revêtue d'un revêtement sélectif,
- d'une couverture transparente en verre trempé, à faible teneur en fer.

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

Les capteurs se déclinent en une version verticale et une version horizontale :

- version verticale (*"portrait"*) : SKR500,
- version horizontale (*"paysage"*) : SKR500L.

1.2 Domaine d'emploi

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

Les installations suivantes ne sont pas visées par le présent Avis Technique :

- passage direct d'eau sanitaire dans le capteur,
- fonctionnement en installation autovidangeable.

b) Utilisation sous un angle compris entre 15° (26 %) et 75° (373 %) correspondant à la limite d'emploi des capteurs.

c) Utilisation dans les atmosphères extérieures suivant les indications du tableau 1 en annexe.

d) Implantation réalisée de manière dite « indépendante sur support » en France européenne, Guadeloupe, Martinique et à La Réunion :

- □ sur toitures inclinées revêtues de tuiles en terre cuite ou en béton à emboîtement ou à glissement à relief, tuiles canal, tôle ondulée,
- □ sur toiture-terrasse,
- □ au sol,
- □ sur paroi verticale.

L'implantation en toiture inclinée pour les couvertures en petits éléments est limitée aux situations pour lesquelles la charge de neige maximale est de s_k = 1,25 kN/m² (s_k au sens de l'Eurocode EN 1991-1-3).

Note : en tout état de cause, les pentes minimales des toitures sont définies dans les normes NF DTU de la série 40 ou dans un les Avis Techniques des éléments de couverture concernés.

2. Eléments constitutifs

Les éléments décrits dans ce paragraphe font partie de la livraison assurée par la société Sonnenkraft France SAS.

2.1 Coffre

Le coffre du capteur est composé d'un bac en aluminium brut obtenu par emboutissage d'une tôle en aluminium d'épaisseur 0,8 mm (*voir figure 3*).

- Matériau utilisé : AlMg3 (EN AW-5754 H111).
- Dimensions du bac : 2074 mm x 1235 mm x 91,2 mm.
- La ventilation du coffre est assurée par 4 orifices réalisés dans les brides de raccordement. Chaque trou a une surface de 18,5 mm² (*voir figure 4*).

Le bac est collé à la couverture transparente (voir § 2.8).

Le coffre est équipé de 4 inserts en aluminium EN AW-5457 (2 en partie haute + 2 en partie basse). Ces inserts permettent la liaison mécanique avec les rails haut et bas.

2.2 Isolant

L'isolant est réalisé à base de laine minérale de 50 mm d'épaisseur et dont les caractéristiques sont les suivantes :

Isolant	Fond de coffre
Matériau constitutif	Laine minérale
Référence normative	EN 14303
Classement de réaction au feu (EN 13501-1)	A1
Masse volumique (kg/m^3)	50
Epaisseur de l'isolation (mm)	50
Conductivité thermique (W.m^{-1}.K^{-1})	0,035
Dimensions (mm)	1980 +0/-10 x 1141 +0/-10
Température maxi admise (°C)	220

2.3 Absorbeur

L'absorbeur du capteur est constitué d'une seule pièce de tôle d'aluminium (EN 485) sous laquelle est soudé au laser un tube de cuivre en forme de méandre *(voir figure 5).*

Absorbeur	Caractéristiques
Nature et épaisseur	Aluminium (Al 99,7) - 0,4 mm
Dimensions (mm)	1988 ± 1 x 1156 ± 1
Revêtement	Alanod-Solar type "Mirotherm" BlueTec type "Eta plus Al" Almeco Tinox type "Tinox Energy Al"
Absorption	0,95 ± 0,02
Emissivité	0,05 ± 0,02

Grille hydraulique	Caractéristiques
Matériau	Cuivre
Géométrie	méandre – 4 raccords
Diamètre du tube x épaisseur	8 mm x 0,4 mm
Longueur du méandre	SKR500 : 21,39 m SKR500L : 20,13 m
Distance entre les tubes	96 mm
Diamètre des collecteurs x épaisseur	18 mm x 0,7 mm
Contenance	SKR500 : 1,45 l SKR500L : 1,72 l
Pression de service maximale	10 bars

Les collecteurs sont fixés au bac par des brides de raccordement en polyamide (PA66 GF30).

L'absorbeur est maintenu dans le coffre grâce à 4 clips en inox.

Les sorties hydrauliques sont constituées de tubes de cuivre lisses de diamètre 18 mm ; l'absorbeur comporte 4 raccords.

2.4 Couverture transparente

La couverture transparente est en verre trempé (EN 12150) à faible teneur en fer.

Couverture transparente	Caractéristiques
Dimensions	2079 x 1240 mm
Epaisseur	3,2 mm
Facteur de transmission énergétique	90 ± 0,5 %

- Le verre est collé sur le coffre au moyen d'une machine automatique.
- La colle est une colle silicone bicomposant ; ses caractéristiques ont été fournies confidentiellement au Secrétariat de la Commission Chargée de Formuler les Avis Techniques.

Remplacé le : 20/06/2018 par le n° 14.4/14-1986_V1

- Le collage n'a pas de caractère structurel. Un complément de maintien est assuré par 4 (SKR500L) ou 8 (SKR500) clips de fixation par capteur.

  Les clips de fixation sont fixés au coffre par des rivets aveugles (en inox A2) – *voir figure 7*.

2.5 Raccords hydrauliques

Raccords intercapteurs (voir figure 9)

Le raccordement entre capteurs est réalisé à l'aide de connecteurs à emboitement en laiton. L'étanchéité est assurée par 2 joints toriques EPDM sur chaque raccordement.

Raccords en entrée et sortie de champs capteur

Le raccordement au réseau hydraulique se fait à l'aide de connecteurs à emboitement en laiton. L'étanchéité est assurée par 2 joints toriques EPDM sur chaque raccordement.

Le blocage axial des raccords est réalisé grâce à des épingles en inox (1.4310).

Les éléments fournis sont les suivants :

- bouchons, (bouchon avec purgeur manuel en option),
- sortie / sortie du fluide : raccord droit – sortie raccord à vis à joint plat 1'' mâle (ou coude simple en option).

2.6 Eléments de supportage et de fixation à la structure porteuse (implantation « indépendante »)

Voir figure 10 à figure 13.

Tous les kits de montage sont composés des éléments suivants :

- un système de fixation à la structure porteuse (fonction du type de support),
- des profilés support en aluminium (dans le sens de la pente),
- des rails hauts et bas en aluminium,
- une visserie M8 en inox A2-70 et entretoise en aluminium,
- suivant la taille du champ de capteurs : kit de couplage des rails (désigné « connecteur TSV-B »),

Dans tous les composants des systèmes de fixation, les matériaux suivants ont utilisés :

- profilés en aluminium de qualité EN AW-6060 T66,
- entretoises en aluminium EN AW-6012,
- visserie en inox A2-70,
- élastomères TPE-S (élastomère thermoplastique à base de styrène) de dureté : 61 shore A.

Les kits de montage permettent de monter jusqu'à :

- 12 capteurs SKR500 en mode portrait,
- 10 capteurs SKR500L en mode paysage.

2.61 Toiture inclinée en petits éléments

Ce kit permet une fixation sur les toitures recouvertes de tuiles à emboitement ou à glissement à relief.

Le kit de montage pour ce type de couverture est désigné :

- « DBPR » pour un montage en mode portrait (SKR500),
- « DBPRL » pour un montage en mode paysage (SKR500L).

Le système de fixation est constitué de pattes (*voir figure 14*) composées :

- d'une platine de fixation à la charpente en aluminium d'épaisseur 6 mm, avec 4 vis à bois Ø 6 x 120 mm en acier bichromaté,
- d'une patte de support des profilés de soutien en aluminium, réglable en hauteur de 0 à 20 mm,
- d'un tampon en élastomère installé en usine sous la patte de support,
- d'une visserie M8 en inox A2.

- Visserie bois (Evaluation du DiBt Z-9.1-235 / ATE 12/0114) : 4 vis fournies par patte – Ø 6 mm x 120 en acier zingué.

En version standard, ce kit de fixation permet d'assurer une résistance :

- aux charge de neige jusqu'à s_k = 1,25 kN/m².
- aux charges de vent (perpendiculairement au plan du capteur) jusqu'à w_e = 1,2 kN/m².

2.62 Toiture à tuiles à fort galbe

Pour les tuiles à fort galbe, des pattes de fixation en acier inoxydable sont fournies (1.4301).

Ces pattes existent en 3 versions :

- version fixe,
- version réglable,
- version pour installation en sommet d'onde.

Voir figure 15.

Chaque patte est fournie avec 4 vis (Ø 6 mm x 120 en acier zingué, évaluation du DiBt Z-9.1-235 / ATE 12/0114).

2.63 Toiture inclinée en tôle ondulée

Ce kit permet une fixation sur les toitures recouvertes de tôle métallique ondulée sur charpente bois.

Le kit de montage pour ce type de couverture est désigné :

- « SSPR » pour un montage en mode portrait (SKR500),
- « SSPRL » pour un montage en mode paysage (SKR500L).

Le système de fixation est constitué de pattes (*voir figure 16*) composées :

- d'une tige de fixation M12 en inox A2 avec écrous et joint en EPDM,
- d'une vis M8 en inox.

En version standard, ce kit de fixation permet d'assurer une résistance :

- aux charge de neige jusqu'à s_k = 1,86 kN/m² à 4 kN/m² en fonction des configurations.
- aux charges de vent (perpendiculairement au plan du capteur) jusqu'à w_e = 1,2 kN/m².

2.64 Surface horizontale

Ce kit permet une fixation des capteurs avec une inclinaison réglable de 35° à 50° par rapport à l'horizontale, sur supports en béton :

- au sol,
- sur toiture-terrasse.

Le kit de montage pour ce type de couverture est désigné :

- « SSA35-50-N » pour un montage en mode portrait (SKR500),
- « SSA35-50-L » pour un montage en mode paysage (SKR500L).

Le système de fixation est constitué de supports inclinés (*voir figure 17*) composés de :

- 2 tiges de fixation de diamètre 12 mm (150 mm filetage M12 + 100 mm filetage de vis à bois) en inox A2-70 avec écrous et joint en EPDM ou 2 vis diamètre 12 en inox A2 de tenue mécanique au moins équivalente fournies par l'installateur,
- 2 pattes de support en aluminium, d'épaisseur 10 mm,
- un support triangulé en aluminium, avec 3 goupilles en inox A2 de diamètre 10 mm (*voir figure 19*),
- des vis M8 en inox.

Les tiges filetées peuvent être remplacée par des vis de diamètre 12, au minimum en inox A2-70 fournies par l'installateur ; ces vis doivent être adaptées au type de support. A titre d'exemple, l'installateur peut utiliser les chevilles de marque HILTI, type HST-R pour un ancrage dans le béton.

En version standard, ce kit de fixation permet d'assurer une résistance :

- aux charge de neige jusqu'à s_k = 4,0 kN/m²,
- aux charges de vent (perpendiculairement au plan du capteur) :
  - □ jusqu'à w_e = 1,34 kN/m² pour des inclinaisons de 40° et moins,
  - □ jusqu'à w_e = 1,54 kN/m² pour des inclinaisons de 45° et plus.

Dans ces conditions, le nombre de supports est :

- pour 1 ou 2 capteurs : 2 supports,
- pour 3 capteurs : 4 supports,
- pour 4 capteurs et plus : 1 support par capteur.

2.65 Paroi verticale

Ce kit permet une fixation des capteurs avec une inclinaison réglable de 45° à 60° par rapport à l'horizontale.

La composition de ce kit est identique au kit pour montage sur surface horizontale.

En version standard, ce kit de fixation permet d'assurer une résistance :

- aux charges de neige :
  - □ jusqu'à sk = 3,51 kN/m² pour les capteurs SKR500,
  - □ jusqu'à sk = 4 kN/m² pour les capteurs SKR500L,
- aux charges de vent (perpendiculairement au plan du capteur) :
  - □ jusqu'à w_e = 0,96 kN/m².

Les vis ne sont pas fournies. Le titulaire a défini les réactions aux appuis maximales (*voir figure 22*).

Remplacé le : 20/06/2018 par le n° 14.4/14-1986_V1

2.7 Liquide caloporteur

Le fluide fourni est désigné « Fluide solaire FS ».

C'est un fluide concentré qui doit être dilué avec l'eau de réseau dans les proportions : 60% eau / 40% Fluide solaire FS.

Le fluide a reçu de la Direction Générale de la Santé (DGS) l'approbation pour son 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), après avis de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA).

Ce fluide a été évalué sous la référence commerciale « Tyfocor L » (saisine 2005-SA-0202).

La Fiche de Données de Sécurité (FDS) est intégrée à la notice des capteurs.

3. Autres éléments

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

3.1 Dispositif de sécurité

Le circuit capteur doit obligatoirement comporter une soupape de sécurité tarée à la pression maximale de service du capteur.

Dans les installations de production d'ECS en simple échange, la pression de tarage de la soupape doit être inférieure ou égale à 6 bars.

3.2 Eléments de traversée de couverture

Il est indispensable d'utiliser des tuiles passe-barre ou des chatières pour le passage des tuyauteries.

3.3 Accessoires

Pontets servant d'entretoise pour le montage des rails sur tôle ondulée.

Accessoires hydrauliques : flexibles, canalisations,…

Ces éléments ne sont pas examinés dans le cadre de l'Avis Technique.

4. Caractéristiques

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

Capteur	**SKR500**	
Type	SKR500	SKR500L
Surface hors-tout (m^2)	2,57	
Superficie d'entrée (m^2)	2,26	
Surface de l'absorbeur (m^2)	2,30	
Contenance en eau de l'absorbeur (l)	1,45	1,72
Pression maximale de service (bars)	10	
Poids à vide (kg)	38	38,5
Dimensions hors-tout: l x h x ép. (mm)	2079 x 1240 x 95	1240 x 2079 x 95
Pertes de charge	Cf. graphe(s) en annexe	

5. Fabrication et contrôles

L'assemblage des capteurs est réalisé sur le site de fabrication de GREENoneTEC à St Veit an der Glan en Autriche certifié selon l'ISO 9001.

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

6. Conditionnement, marquage, étiquetage, stockage et transport

Conditionnement

Pour le transport, les capteurs sont conditionnés :

- soit de 1 à 5 capteurs, séparés par une feuille de carton puis palettisés sur chant dans des ensembles complets. Chaque lot de capteurs est livré avec l'ensemble des accessoires nécessaires à leur installation (raccords hydrauliques, accessoires de fixation, …). Sont joints également un livret de montage et une notice d'entretien,
- soit horizontalement, l'un sur l'autre, séparé par une feuille de carton sur une palette de 10 capteurs maximum. Est joint également un livret de montage et d'utilisation.

Marquage

Reprend les informations telles que prévues dans le référentiel de la certification CSTBat « Procédés solaires ».

Etiquetage

Chaque capteur est étiqueté avec :

- l'identité du fabricant,
- le type de capteur,
- la surface hors tout,
- le poids à vide,
- les dimensions hors tout,
- le volume de fluide,
- la température de stagnation,
- la pression maximale de service,
- le numéro de série.

Cet étiquetage reprend également les informations telles que prévues dans le règlement particulier de la marque CSTBat «Procédés solaires».

Stockage

Les capteurs solaires doivent être stockés à l'abri des intempéries et du gel.

7. Mise en œuvre

7.1 Conditions générales de mise en œuvre

La mise en œuvre des capteurs doit être effectuée par des entreprises formées aux spécificités du procédé, ayant les compétences requises en génie climatique, plomberie et en couverture.

La mise en service de l'installation doit intervenir au plus tard 4 semaines après l'installation des capteurs.

Les essais de mise en pression ne doivent pas être réalisés avec l'eau de réseau ; utiliser impérativement le fluide caloporteur ou de l'air.

Fluide caloporteur

Pour le remplissage des installations utilisant les capteurs solaires SKR500, il est obligatoire d'utiliser le fluide caloporteur fourni par la société Sonnenkraft France SAS. Le fluide est livré concentré ; il est nécessaire de le diluer en appliquant la procédure décrite ci-dessous et dans le manuel de mise en service.

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 et en tous les cas, à une température inférieure à 60°C.

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

Mélange du fluide caloporteur

- S'assurer auparavant que l'eau a une teneur en chlorure inférieure à 100 mg/l.
- Il est nécessaire d'utiliser un bac d'un volume suffisant pour réaliser le mélange avant son introduction dans l'installation.
- Mélanger dans le bac le fluide caloporteur concentré fourni avec l'eau : 40 % de fluide / 60 % d'eau en volume.
- Contrôler les caractéristiques du fluide : pH et point de congélation.
- Si les mesures sont satisfaisantes, il est possible d'utiliser le mélange pour remplir l'installation.
- Il est interdit de rejeter à l'égout le mélange non utilisé.
- la société Sonnenkraft France SAS peut fournir :
  - des bandelettes de mesures de pH,
  - un réfractomètre,
  - dans le cas d'installations individuelles : une station de remplissage équipée d'un bidon de 50 litres.

Réseau primaire

Les conduites de raccordement utilisées peuvent être en cuivre, en inox, en acier noir.

Les canalisations en matériau synthétique ou en acier galvanisé ne peuvent pas être employées sur le circuit primaire.

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.

Remplacé le : 20/06/2018 par le n° 14.4/14-1986_V1

Pour les installations de petites dimensions (<20m²), il est possible d'utiliser un dispositif de remplissage et de purge d'air de type pompe de remplissage à haut débit.

La pression maximum de service est de 10 bars. Le débit nominal au niveau du circuit primaire est de 30 $l.h^{-1}.m^{-2}$ de capteur, il peut varier de 20 à 50 $l.h^{-1}.m^{-2}$ de capteur.

7.2 Conditions spécifiques de mise en œuvre

Nombre maximum de capteurs connectés sur une rangée (*voir figure 23 et figure 24*) :

- Version verticale (SKR500) :
  - 12 capteurs avec boucle de Tichelmann,
  - 10 capteurs, départ et retour sur le même côté.
- Version horizontale (SKR500L) :
  - 10 capteurs avec boucle de Tichelmann,
  - 8 capteurs, départ et retour sur le même côté.

7.21 Montage des capteurs indépendants sur supports

Les supports fournis doivent être utilisés.

Les entraxes des pattes de fixation sont indiqués *figure 13*.

7.211 Installation sur couverture en tuiles à emboîtement ou à glissement

L'installation doit être réalisée à l'aide du kit DBPR.

Mise en œuvre des pattes de fixation (*voir figure 14*) :

- les pattes de fixation doivent être fixées sur les chevrons à l'aide des 4 vis fournies ;
- les pattes de fixation doivent être adaptées aux dimensions des tuiles ;
- les pattes doivent être installées au niveau le plus bas de la tuile ;
- les tuiles doivent être rognées à l'emplacement du passage des pattes de fixation.
- Les rails d'appui sont ensuite assemblés et fixés sur les pattes de fixation, puis les profilés supports sont fixés sur les rails d'appui. Les capteurs sont ensuite vissés sur les profilés support.

7.212 Installation sur couverture en tôle ondulée

L'installation doit être réalisée à l'aide du kit SSPR.

Mise en œuvre des pattes de fixation (*voir figure 16*) :

- les pattes de fixation doivent être installées en tête d'onde ;
- après repérage, l'emplacement des pattes de fixation doit être prépercé ;
- les tiges filetées doivent être installées dans les pannes ; l'étanchéité doit être réalisée à l'aide du joint et de l'écrou fournis ;
- afin d'empêcher l'écrasement de l'onde, il est nécessaire d'utiliser un pontet ou une cale d'onde adaptés (non fournis) ;
- les pattes de support doivent ensuite être fixées sur les tiges filetées à l'aide des écrous fournis.
- Les rails sont ensuite assembles et fixés sur les pattes de fixation (1 vis par patte de fixation), puis les capteurs sont montés sur les rails et maintenus par les pinces (4 pinces simples aux extrémités de la batterie et 2 pinces doubles entre chaque capteur).

7.213 Installation sur surface horizontale

Le montage doit être réalisé à l'aide du kit SSA35-50R.

Le montage est réalisé sur un support rigide : bloc de béton ou plot en béton solidaire de la structure du bâtiment.

Installation sur des blocs en béton

Le lestage des capteurs devra être effectué au cas par cas selon la zone géographique et la nature de la structure. Les supports avec planches de charges devront reposer sur un matériau de répartition (fourni par l'installateur).

Le DTU 43.1 (NF P84-204-1-1) §9.1 doit être respecté.

Il est également nécessaire de vérifier que le maintien par lestage n'est pas de nature à endommager le complexe d'étanchéité existant ou la structure de l'ouvrage porteur.

Installation sur des plots en béton solidaires de la structure

L'installation doit être réalisée conformément aux DTU 43.1 (NF P84-204-1-1) §9.1 et au DTU 65.12.

Mise en œuvre des capteurs (voir figure 20)

- Les pattes support doivent être fixées dans le support à l'aide des tiges filetées fournies ou à l'aide de vis de diamètre 12 fournies par l'installateur,
- les supports triangulés sont ensuite installés, puis les rails et les capteurs sont assemblés à l'aide des accessoires fournis.

7.214 Installation sur paroi verticale

Le montage doit être réalisé à l'aide du kit fourni.

La procédure de montage est semblable à celle des installations sur surface horizontale.

Fixation dans le support

Le mode de fixation (sélection, dimensionnement, adaptation et renforcement éventuel du support) doit être défini par le concepteur de l'installation, en fonction de la nature du support et des charges mécaniques à reprendre. Les charges résultantes maximales aux appuis sont fournies par le titulaire de l'Avis Technique (*voir figure 22*).

Le concepteur doit également tenir compte des différentes fonctions assurées par le support :

- la stabilité du support ne doit être dégradée,
- l'étanchéité à l'air et à l'eau ne doit pas être dégradée,
- les éventuels ponts thermiques générés par l'installation doivent être pris en compte.

8. Utilisation et entretien

Une notice d'utilisation et d'entretien du capteur est fournie aux utilisateurs. Elle rassemble les informations suivantes :

- les mesures de sécurité à respecter,
- les contrôles élémentaires et les conditions à remplir pour un fonctionnement sûr de l'installation,

Les points de contrôles suivants doivent être vérifiés tous les ans :

- vérification de la propreté des capteurs solaires,
- contrôle visuel de toute l'installation,
- contrôle visuel des fixations,
- contrôle de la pression dans le circuit primaire,
- contrôle du point de congélation du fluide,
- contrôle du pH du liquide caloporteur : valeur de référence 7,5, remplacer le fluide si pH ≤ 7,
- contrôle du fonctionnement général de l'installation hydraulique.

9. Assistance technique

Sonnenkraft France France SAS assure la formation et/ou l'assistance au démarrage sur chantier, auprès des installateurs qui en font la demande.

Nota : cette assistance ne peut être assimilée ni à la conception d'ouvrage, ni à la réception des supports, ni à un contrôle de la mise en œuvre.

B. Résultats expérimentaux

Performances thermiques.

Essais réalisés suivant les modalités de la norme EN 12975-2 :

- Laboratoire : CSTB.
- N° du compte rendu d'essai : VAL 14-26048488.
- Date du compte rendu d'essai : juin 2014.

Résistance aux efforts d'arrachement de la couverture transparente

Essai basé sur les modalités définies dans la norme NF EN 12975-2 :

- Laboratoire : FraunHofer ISE.
- N° du compte rendu d'essai : KBT 2014/11.
- Date du compte rendu d'essai : mars 2014.

C. Références

Ces capteurs solaires sont fabriqués et mis en œuvre depuis 2010 et de nombreuses références existent en Allemagne et en Autriche.

Environ 12 500 m² ont été commercialisés.

Ce capteur faisait l'objet de l'Avis Technique 14/11-1648. Cette révision intègre les modifications suivantes :

- ajout d'un doigt de gant au niveau de l'absorbeur,
- modification des raccords hydrauliques,
- sécurisation de la tenue mécanique du verre par des clips,
- évolution du système de montage des capteurs,
- évolution des pattes de fixation pour toiture inclinée,
- évolution du système de montage pour surface horizontale.

Remplacé le : 20/06/2018 par le n° 14.4/14-1986_V1

Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 1 - Compatibilité du procédé avec les atmosphères extérieures

			Atmosphère extérieure								
			Rurale non polluée (E11)	Urbaine ou industrielle		Marine			Mixte		Particulière (E19)
Elément du procédé	Désignation des matériaux	Référence normative		Normale (E12)	Sévère (E13)	10 à 20 km du littoral (E14)	3 à 10 km du littoral (E15)	< 3 km du littoral* (E16)	Normale (E17)	Sévère (E18)	
Capteur (coffre, fond de coffre, inserts,...)	EN AW-6060 EN AW-5754 Inox A2	EN 1999-1-1	■	■	O	■	■	O	■	O	O
Système de fixation DBP (tuiles)	EN AW-6060 EN AW-6012 A2	NF P24-351	■	■	O	■	■	O	O	-	-
Système de fixation tuiles à fort galbe (tuiles)	EN AW-6060 EN AW-6012 Inox 1.4301 A2	NF P24-351	■	■	O	■	■	O	O	-	-
Système de fixation SSP (tôle ondulée)	EN AW-6060 A2	NF P24-351	■	■	O	■	■	O	O	-	-
Système de fixation SSA (toiture-terrasse et façade)	EN AW-6060 A2	NF P24-351	■	■	O	■	■	O	O	-	-

Notes et légende :

* : sauf front de mer

Définition des ambiances suivant NF P 24-351 – Annexe A / DTU 40.35 (NF P34-205-1) Annexe D

■ : emploi accepté

O : emploi possible après étude spécifique et accord du titulaire

- : emploi interdit

Remplacé le : 20/06/2018 par le n° 14.4/14-1986_V1

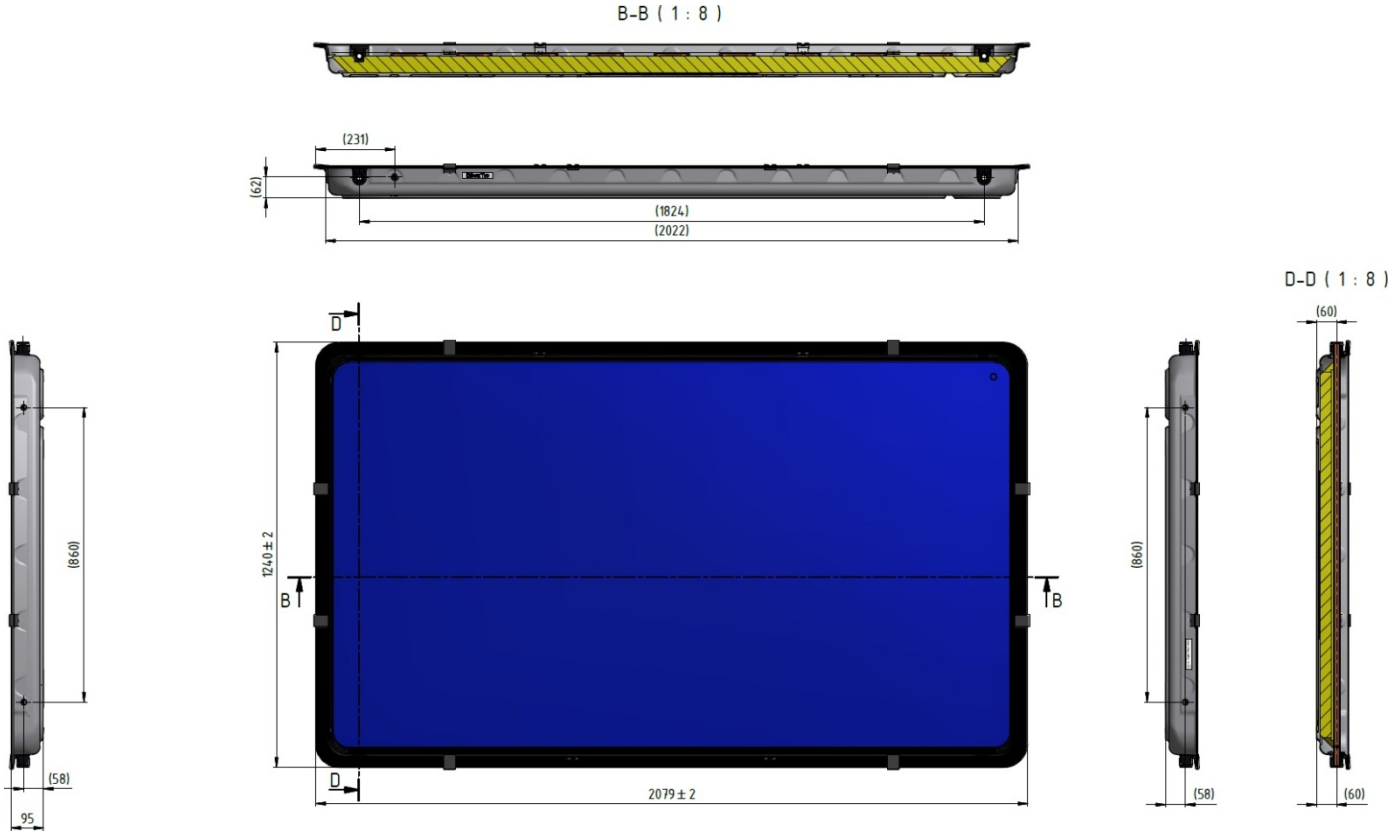


Figure 1 – Vue d'ensemble du capteur SKR500

Remplacé le : 20/06/2018 par le n° 14.4/14-1986_V1

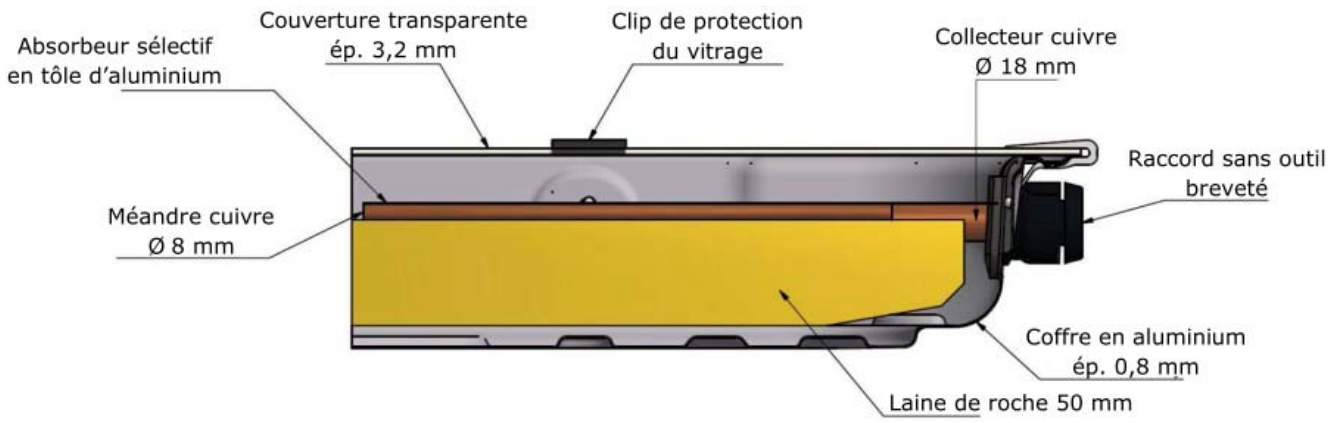


Figure 2 – Coupe de principe du capteur

Figure 3 – Coffre

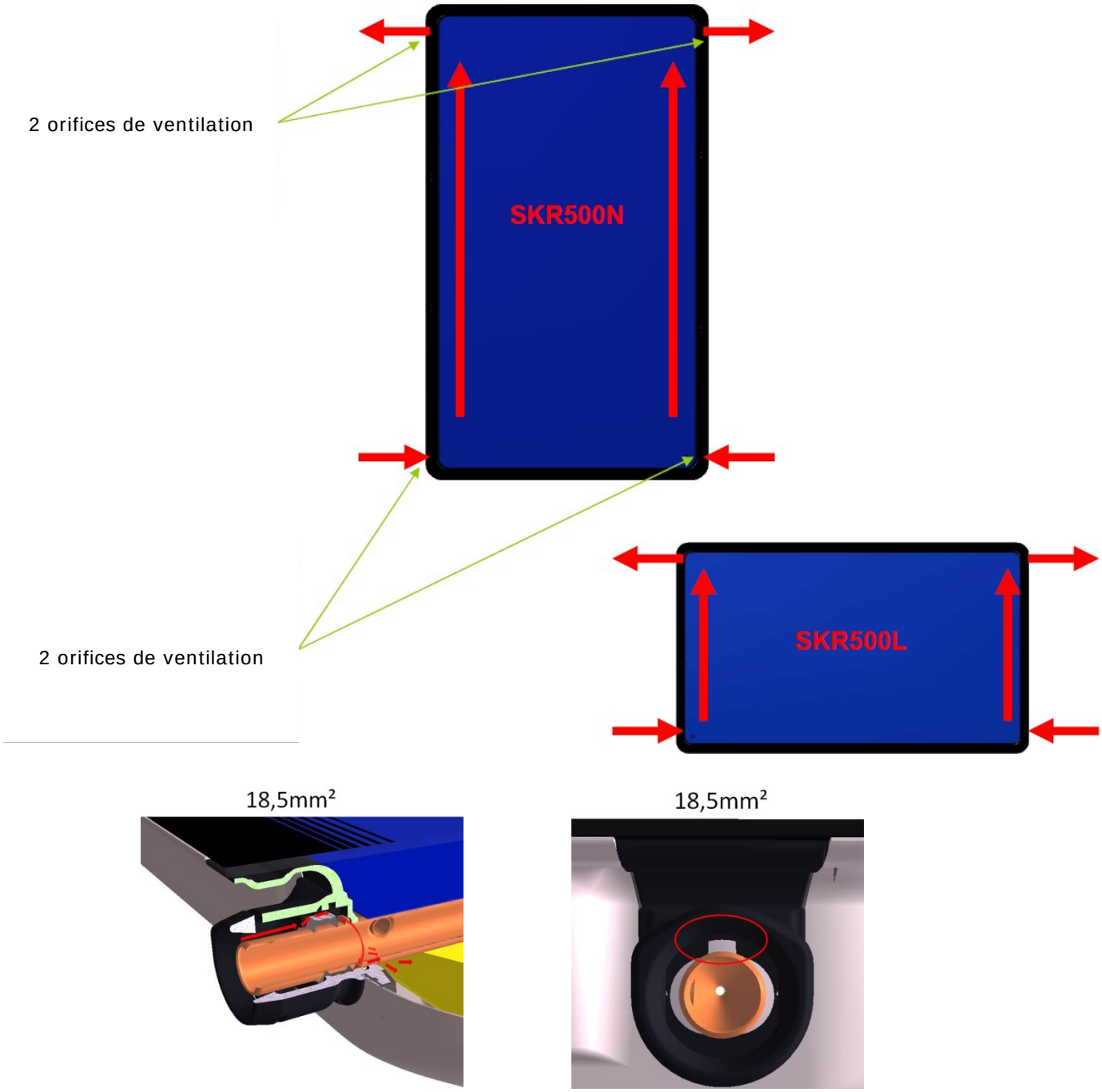


Figure 4 – Ventilation du coffre

Remplacé le : 20/06/2018 par le n° 14.4/14-1986_V1

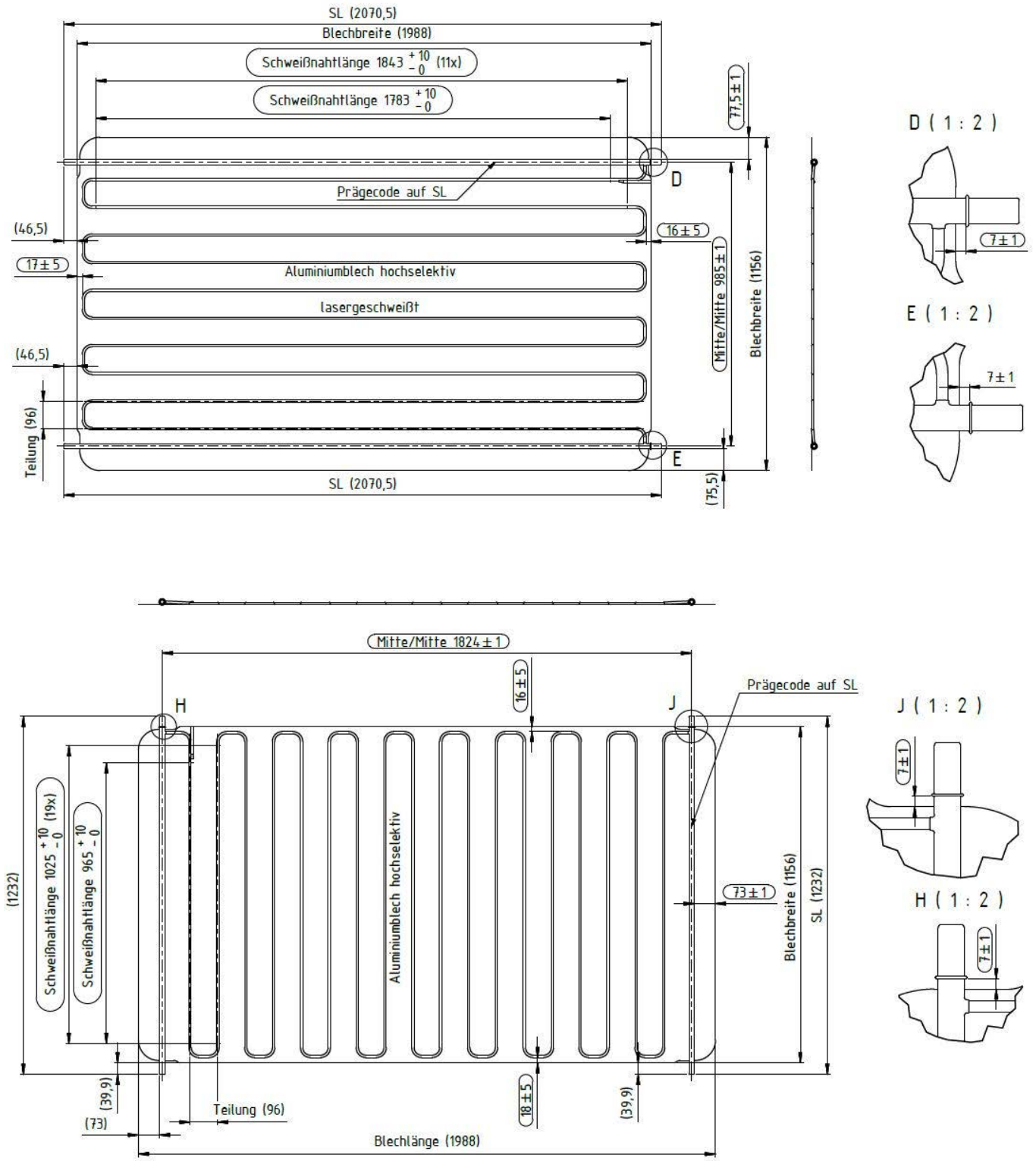


Figure 5 – Absorbeur du capteur SKR500 et du capteur SKR500L

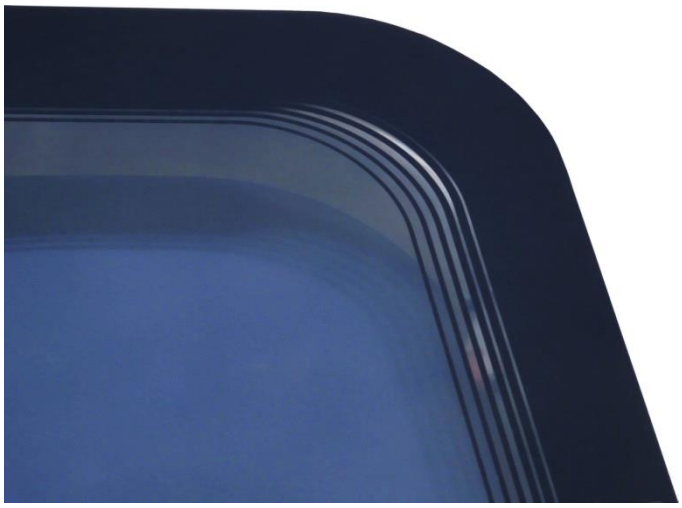
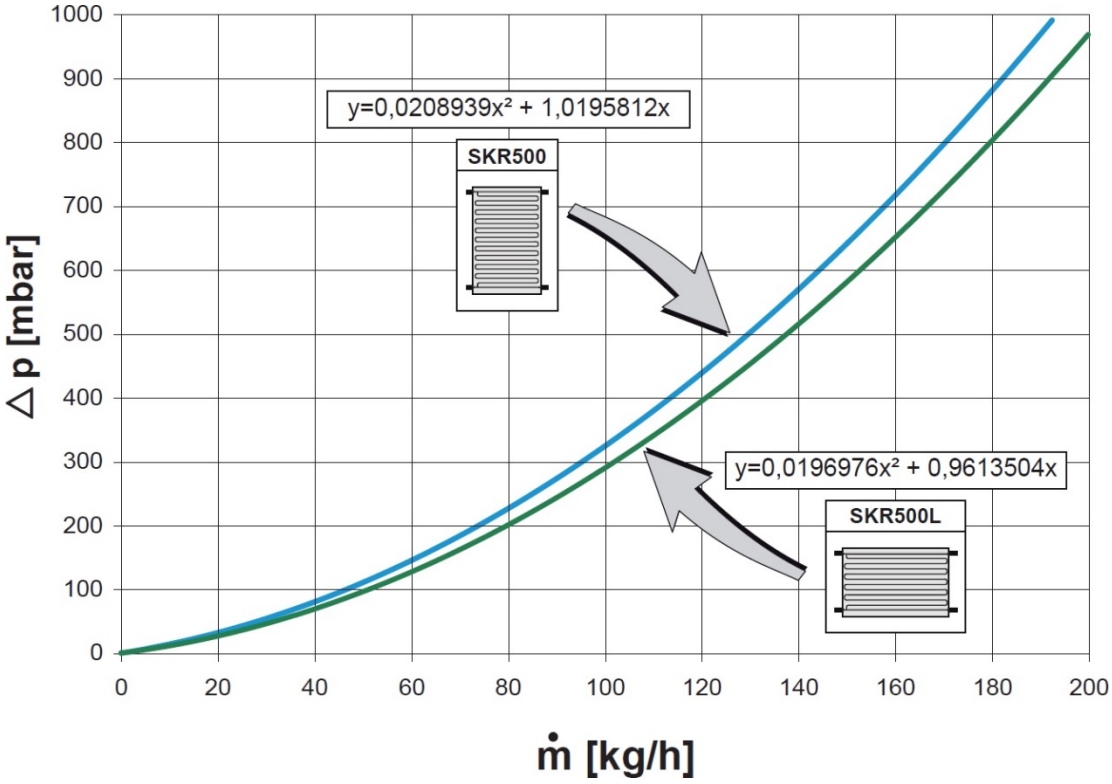


Figure 6 – Photo de la sérigraphie du verre

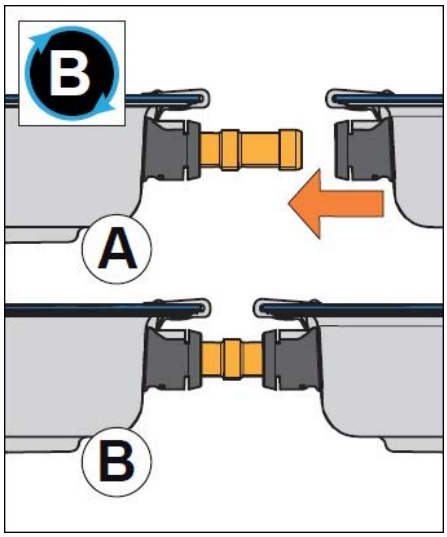
Figure 7 – Clips de fixation du vitrage

Remplacé le : 20/06/2018 par le n° 14.4/14-1986_V1

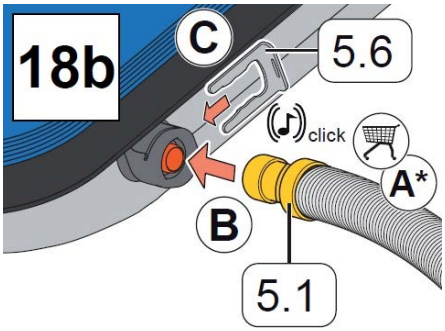


Pertes de charges pour un mélange eau / glycol (60% / 40%) à 50°C

Figure 8 – Pertes de charge

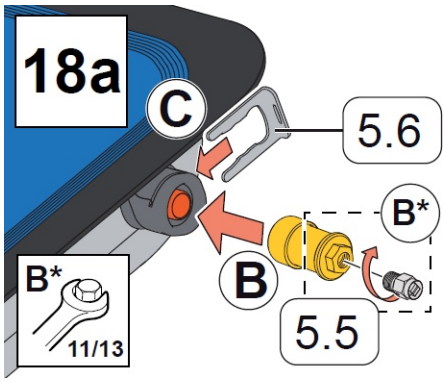


Raccord intercapteurs



Raccord avec le circuit primaire

(raccord coudé en option)

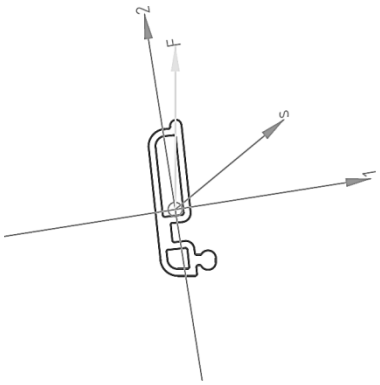


Bouchon

(bouchon avec purgeur manuel en option)

Figure 9 – Raccords hydrauliques : raccord droit entrée/sortie 1''

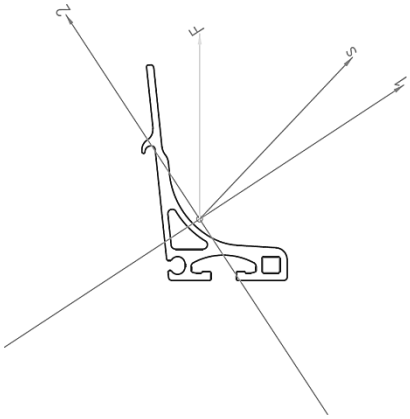
Remplacé le : 20/06/2018 par le n° 14.4/14-1986_V1



I_1 = 0,273 cm^4

I_2 = 0,025 cm^4

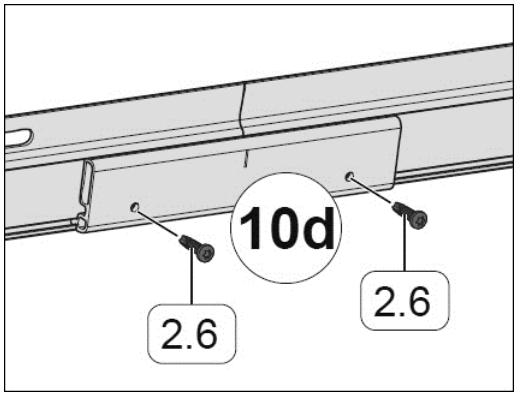
Profilé de couplage des rails



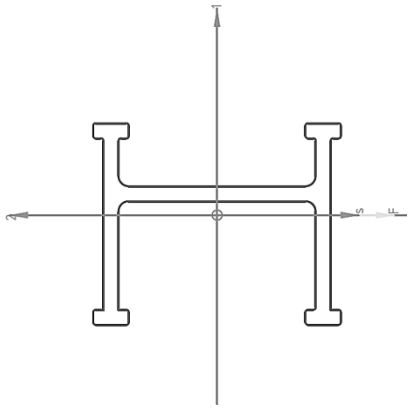
I_1 = 25,02 cm^4

I_2 = 3,89 cm^4

Rails hauts et bas



Mise en œuvre du profilé de couplage



I_1 = 14,33 cm^4

I_2 = 5,14 cm^4

Profilé support

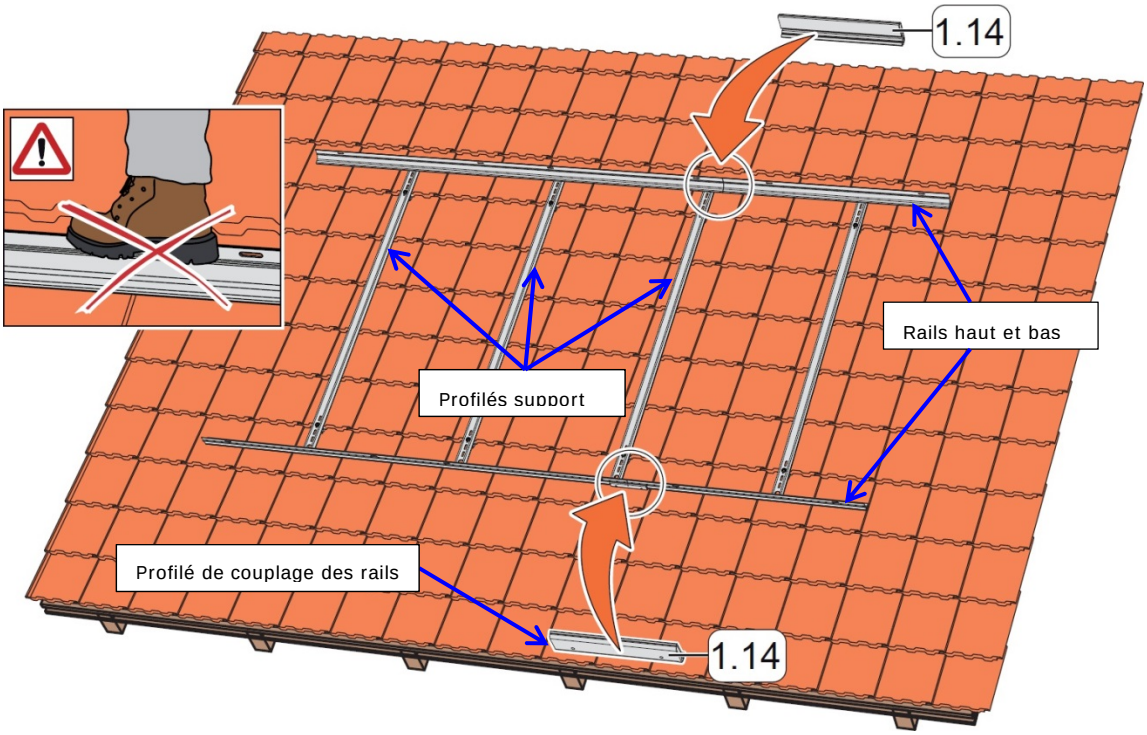
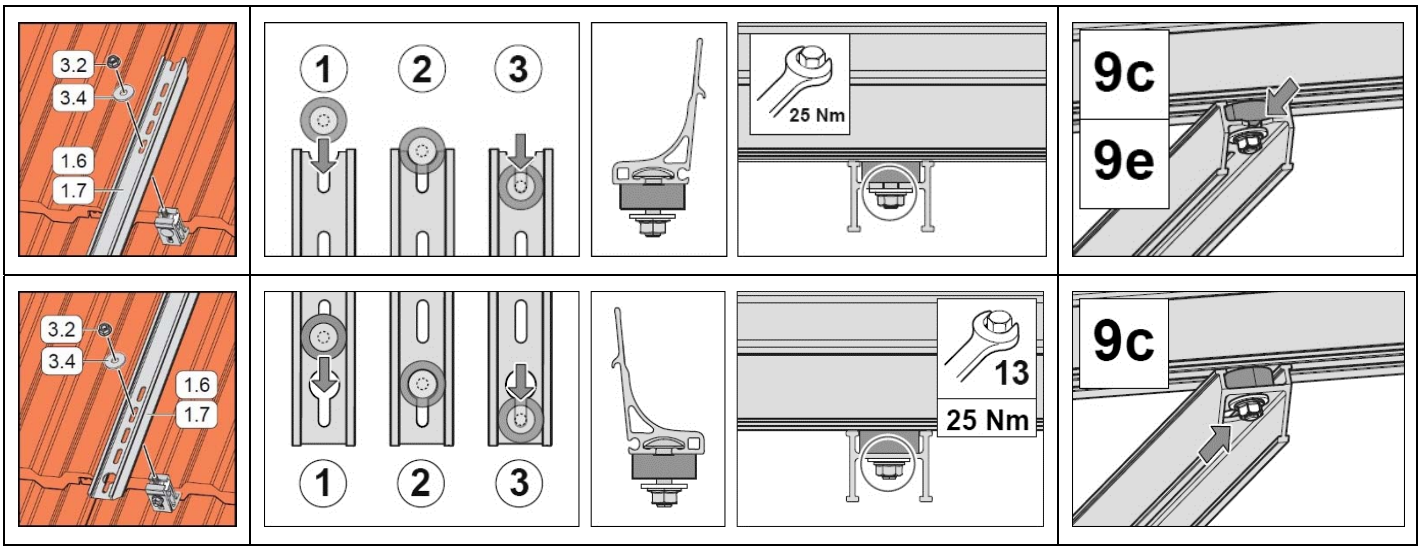


Figure 10 – Caractéristiques des rails et des profilés support



Les valeurs de couples sont indicatives – L'utilisation d'une clé dynamométrique n'est pas obligatoire.

Figure 11 – Assemblage des rails et des profilés support

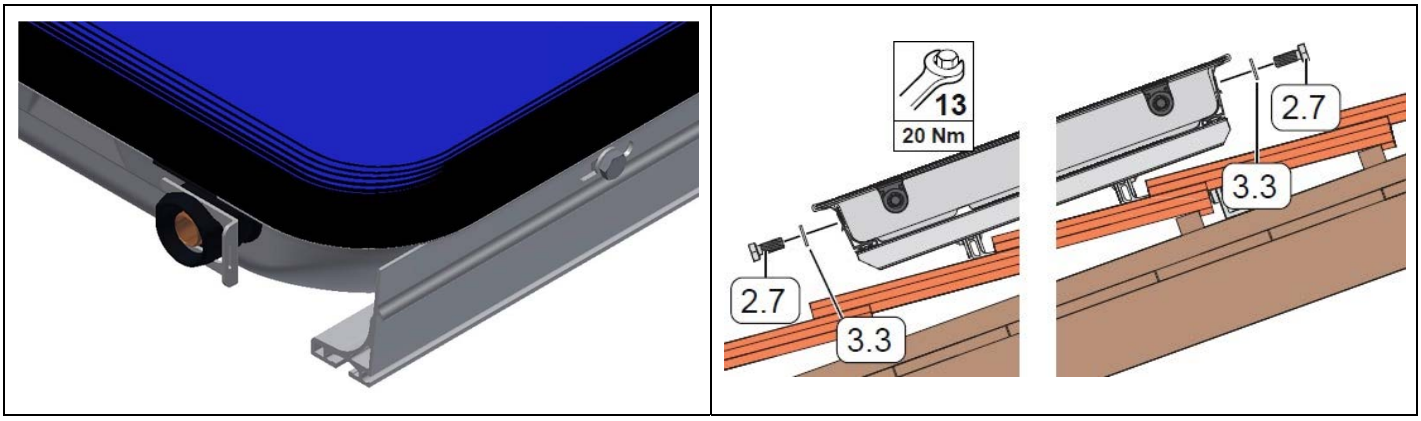
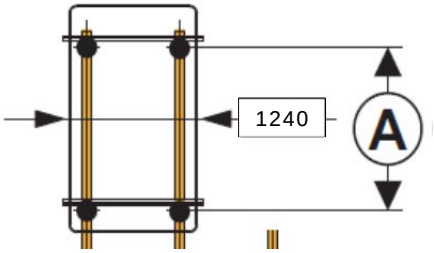
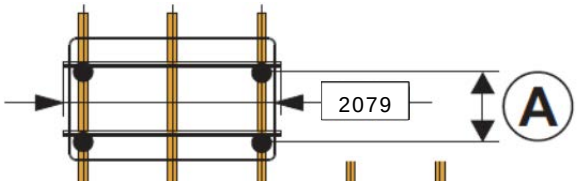


Figure 12 – Fixation du capteur aux rails haut et bas



Montage	Entraxe standard (A en mm)	Minimum	Maximum
Surimposition en toiture inclinée	1753	1545	1869
Sur châssis inclinable	1620	1610	1630



Montage	Entraxe standard (A en mm)	Minimum	Maximum
Surimposition en toiture inclinée	834	626	950
Sur châssis inclinable	1020	1010	1030

Figure 13 – Entraxe des pattes de fixation

Remplacé le : 20/06/2018 par le n° 14.4/14-1986_V1

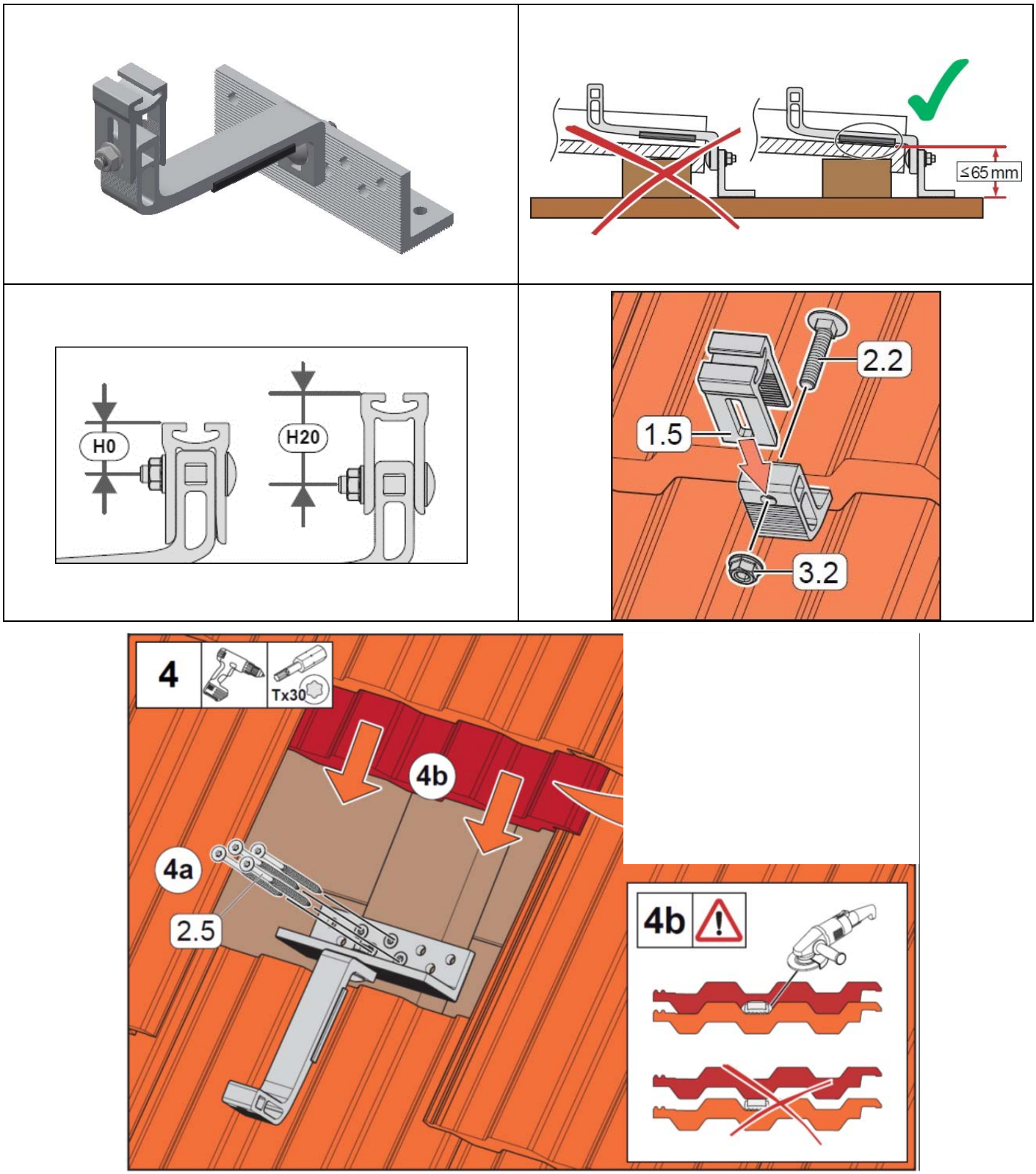
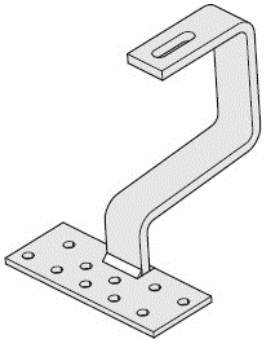
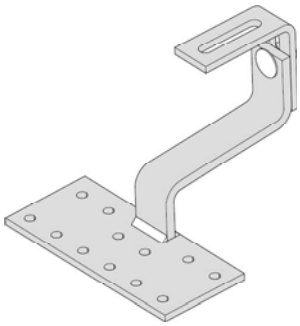


Figure 14 – Patte de fixation pour tuiles mécaniques



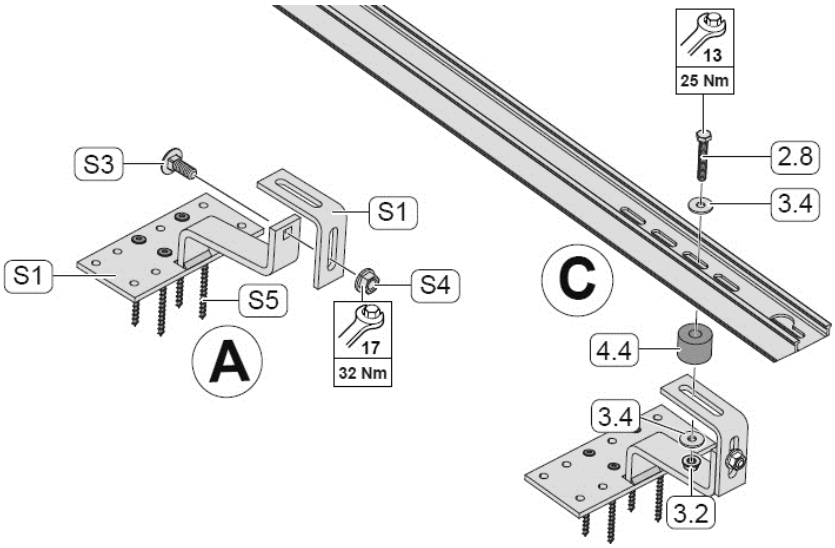
Epaisseur de la platine : 5 mm
Epaisseur du crochet : 6 mm
Hauteur totale : 165 mm

Patte fixe



Epaisseur de la platine : 6 mm
Epaisseur du crochet : 8 mm
Hauteur totale : 125 à 165 mm

Patte réglable



Raccordement de la patte aux profilés support

Patte pour fixation en creux d'onde

Epaisseur de la platine : 5 mm
Epaisseur du crochet : 6 mm
Hauteur totale : 185 à 215 mm

Patte pour fixation en sommet d'onde

Figure 15 – Pattes de fixation pour tuiles à fort galbe

Remplacé le : 20/06/2018 par le n° 14.4/14-1986_V1

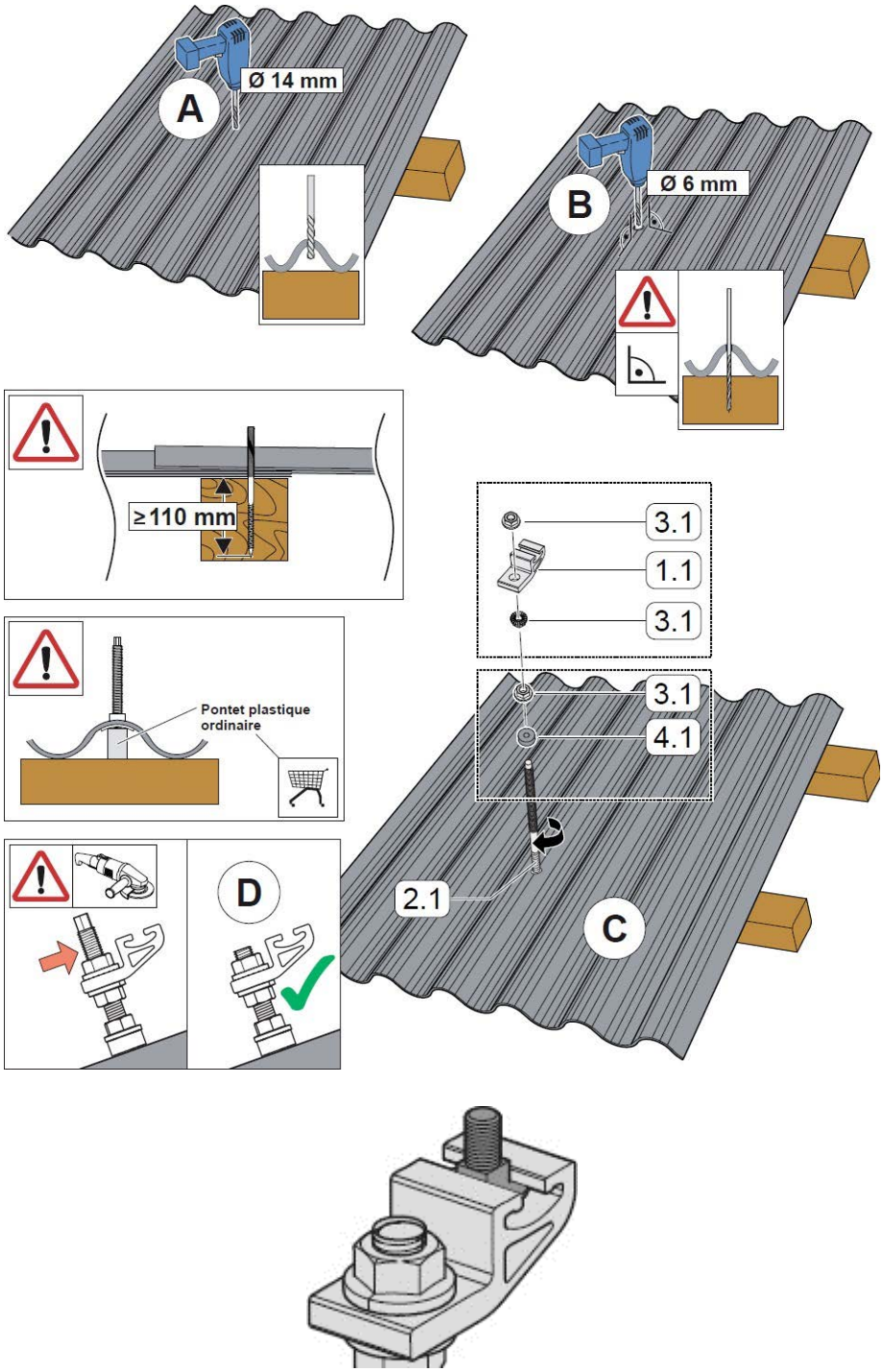
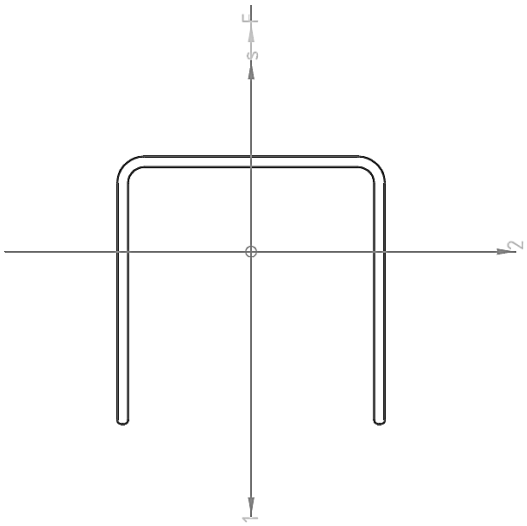


Figure 16 – Pattes de fixation pour plaques et tôles ondulées

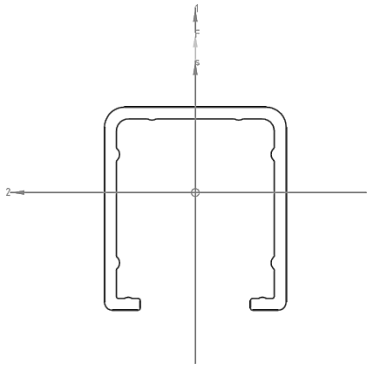
Figure 17 – Support triangulé



I_1 = 12,7 cm^4

I_2 = 7,54 cm^4

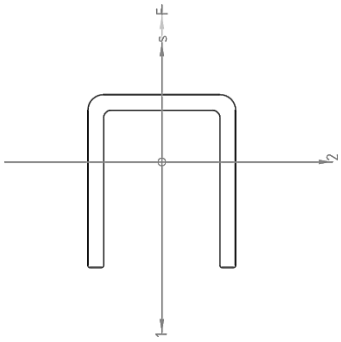
Profilé support capteur



I_1 = 16,81 cm^4

I_2 = 14,87 cm^4

Profilé arrière extérieur



I_1 = 11,04 cm^4

I_2 = 9,40 cm^4

Profilé arrière intérieur

Figure 18 – Caractéristiques des profilés du support triangulé

Remplacé le : 20/06/2018 par le n° 14.4/14-1986_V1

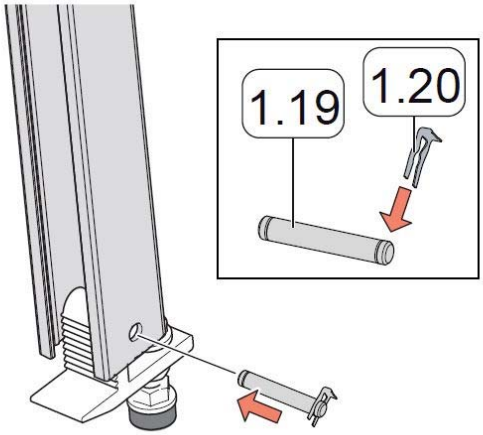


Figure 19 – Fixation du support triangulé par goupille

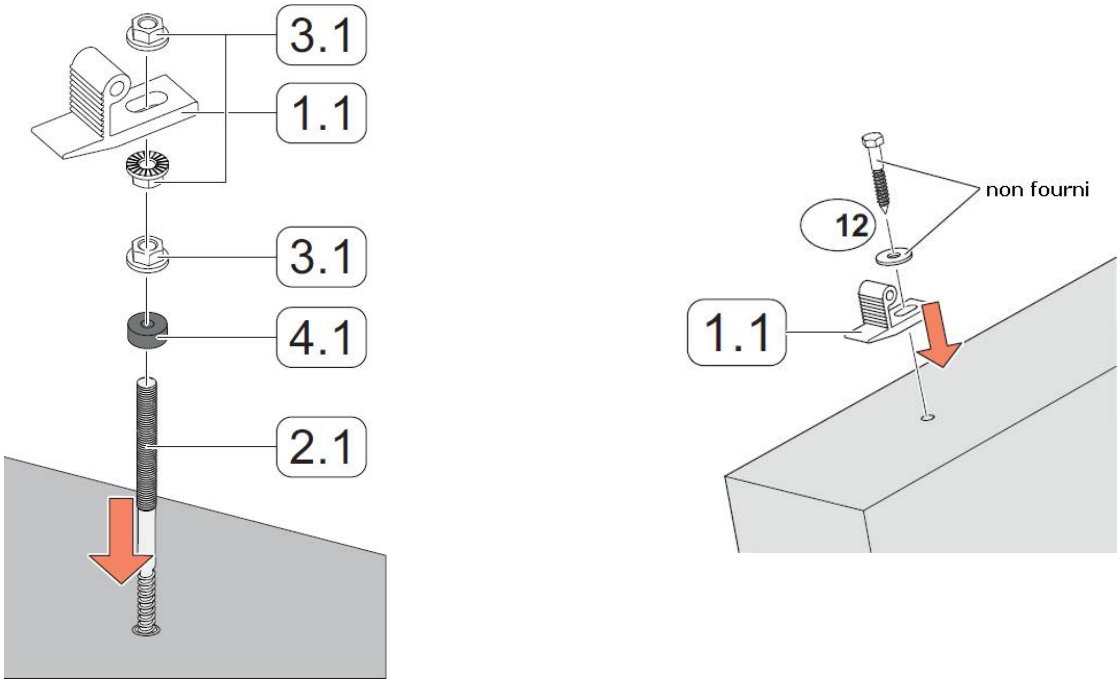
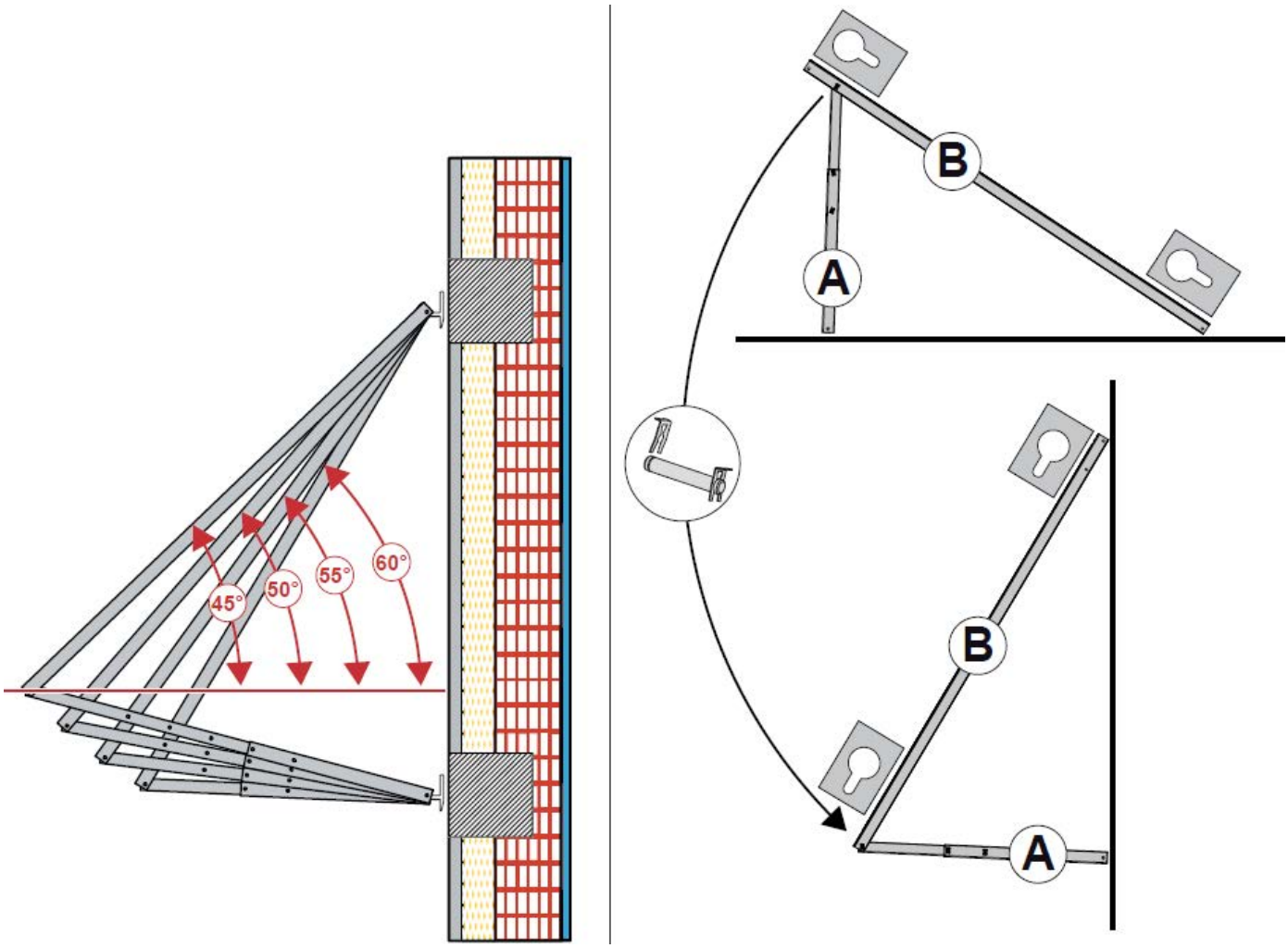


Figure 20 – Installation avec support triangulé – Mise en œuvre des pattes support



Exemple de montage sur un support – les fixations et le renforcement éventuel du support doivent être définis par le concepteur.

Figure 21 – Installation avec support triangulé – Mise en œuvre sur paroi verticale

		Min (kN)	Max (kN)
SKR500	**Av 1**	-2,62	7,75
	Ah 1	-1,74	-0,62
	Av 2	-0,61	1,19
	Ah 2	-2,50	4,79
SKR500 L	**Av 1**	-2,63	6,12
	Ah 1	-1,04	-0,99
	Av 2	-0,74	1,02
	Ah 2	-2,66	3,62

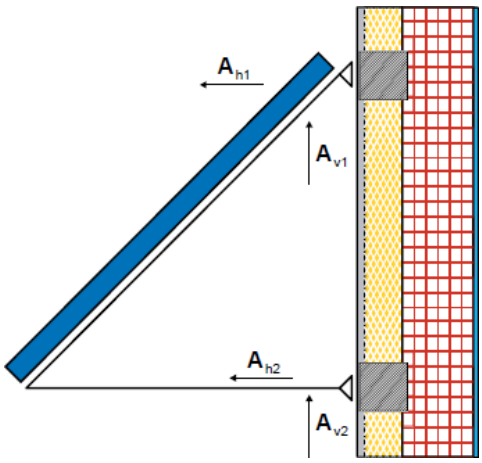
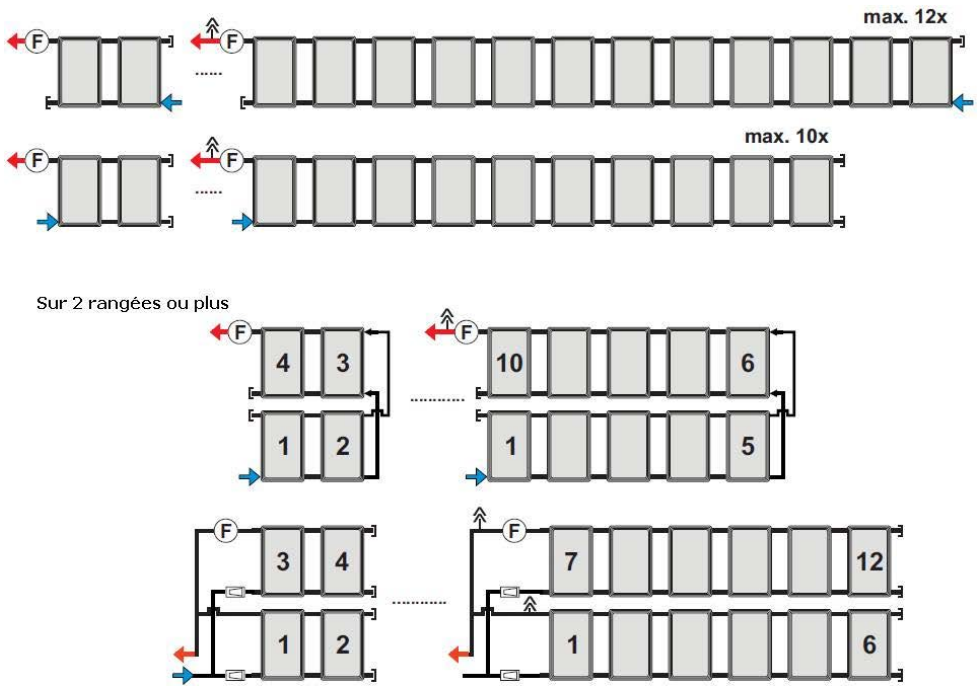


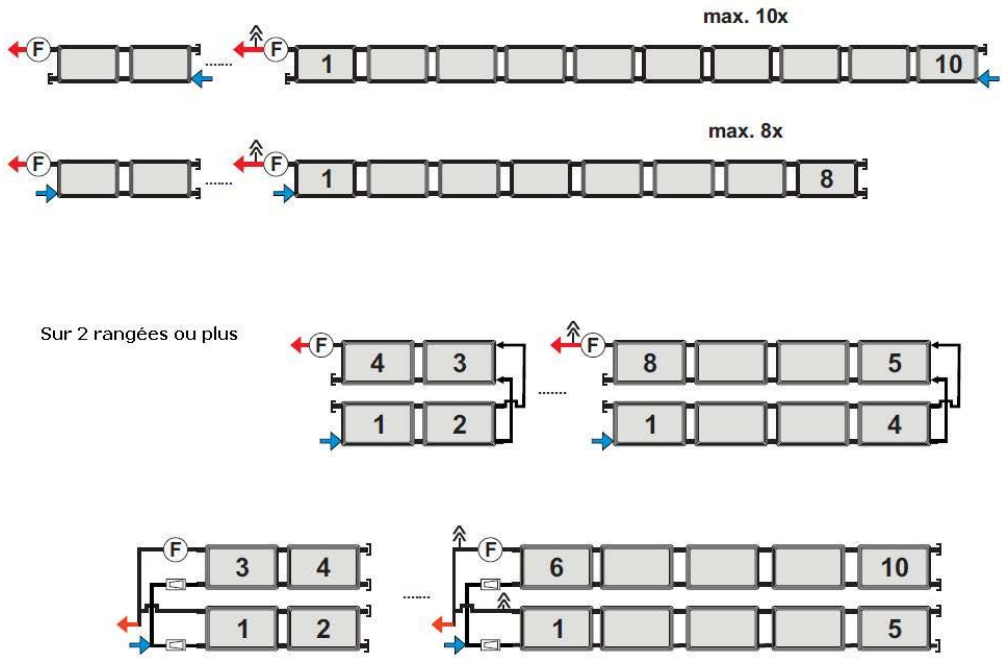
Figure 22 – Installation avec support triangulé – réactions aux appuis maximales

Remplacé le : 20/06/2018 par le n° 14.4/14-1986_V1



	Purgeur
F	Sonde de température
	débitmètre

Figure 23 – Raccordements hydrauliques capteurs SKR500 – Exemples de raccordement



	Purgeur
F	Sonde de température
	débitmètre

Figure 24 – Raccordements hydrauliques capteurs SKR500L – Exemples de raccordement