

Photo DR

CAPTEURS SOLAIRES THERMIQUES

UN CPT POUR ACCOMPAGNER LES EUROCODES

TEXTE : FRANCK GAUTHIER
PHOTOS & ILLUSTRATIONS :
DR, JEAN-MARC LAUBY/AQC

Plus accessible que les Eurocodes, le Cahier de Prescriptions Techniques (CPT) sur la fixation des capteurs solaires thermiques permet de mieux comprendre la manière de dimensionner leurs éléments de fixation. D'ici deux ans, l'essentiel de son contenu devrait être intégré à la nouvelle version du NF DTU 65.12.

Compte tenu des besoins spécifiques de chaque chantier, il est parfois difficile pour un installateur d'avoir la certitude de bien respecter les Règles de l'art en ce qui concerne la fixation des panneaux solaires thermiques. Le texte de référence sur lequel il s'appuie habituellement est la norme NF DTU 65.12 *Installations solaires thermiques avec des capteurs vitrés* de décembre 2012, qui donne assez peu de détails sur les pattes de fixation, sans oublier les informations figurant dans l'Avis Technique (ATec) du procédé choisi.

Mais cette solution ne convient bien qu'aux projets d'installations correspondant exactement aux cas de figure prévus... Dans certains cas, l'installateur s'interroge face à un dilemme épineux : a-t-il surdimensionné les fixations, ce qui accroît le coût global du chantier, ou les a-t-il sous-dimensionnées, ce qui conduit à un risque potentiel d'arrachement des panneaux confrontés, par exemple, à un épisode fortement venteux et de dégradation potentielle de la toiture ? En effet, il sait qu'il doit avoir toujours présent à l'esprit le fait qu'une installation solaire ne doit en aucun cas altérer les fonctions premières d'une toiture.

Il existe pourtant un outil indiquant les principes généraux de détermination des sollicitations en définissant les paramètres à prendre en compte, selon les configurations : les Eurocodes et leurs Annexes nationales. Les charges supportées par les fixations des panneaux solaires thermiques sont, par ailleurs, indiquées par les fabricants de ces fixations.

« Les habitudes de travail des installateurs doivent, en effet, évoluer en tenant compte des Eurocodes, mais nombre d'installateurs les trouvent plutôt difficiles à maîtriser. Il devenait donc nécessaire de les rendre plus accessibles en les simplifiant afin qu'ils puissent connaître et comprendre la méthodologie de calcul des fixations prévue par ces Eurocodes », explique Pierre Mas, expert en solaire thermique de l'association Qualit'ENR (voir encadré ci-contre).

S'appuyant sur l'expertise du Groupe Spécialisé GS14.4 de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques (CCFAT), la solution a été apportée par la mise au point d'un Cahier de Prescriptions Techniques communes (CPT) *Application des Eurocodes au domaine du solaire thermique* (1) en septembre 2018, référencé sous la forme du e-cahier n° 3797 par le CSTB, et d'un moteur de calcul en ligne disponible, début 2019, sur le site de Qualit'ENR.

« Ce CPT vise à faciliter l'appropriation et l'application des Eurocodes en précisant notamment le rôle des différents intervenants et en définissant précisément les règles applicables au domaine du solaire thermique. Il matérialise également un consensus sur les paramètres absents ou difficiles à identifier dans les Eurocodes, devenant ainsi le référentiel de la profession », analyse Pierre Mas.

« Ce document n'est pas là uniquement pour faire du dimensionnement, il a surtout pour but de déclencher chez les installateurs une prise de conscience de l'importance des différents paramètres à prendre en compte dans le dimensionnement des fixations des capteurs. C'est pour eux une précieuse aide à la décision mais aussi un moyen de mieux dialoguer avec leur

fournisseur ou leur bureau d'études sur les caractéristiques des fixations dont ils ont besoin pour un chantier spécifique », ajoute Franck Cheutin, du service « Évaluation – consultance, systèmes énergétiques – silver économie (SE2) » à la direction Énergie environnement du CSTB, responsable de projet (étude/rédaction) pour ce CPT.

Domaine d'application

Les procédés concernés par ce CPT sont les capteurs solaires thermiques plans vitrés à circulation de liquide ainsi que les chauffe-eau solaires individuels à thermosiphon, qu'ils soient individuels ou dans le collectif, en France métropolitaine et dans les Départements et régions d'outre-mer. Quatre types de mise en œuvre sont visés par ce CPT :

- la pose de châssis sur une toiture-terrasse ou au sol. Le montage sur un toit plat repose sur l'utilisation de socles en béton ou de vis à double filetage. Dans ce dernier cas, l'ancrage s'effectue dans des éléments structuraux résistants (murs, piliers, poutres en béton, poutrelles métalliques ou en bois...), ce qui pose néanmoins le problème du percement des différentes couches (y compris étanchéité, isolation) de la toiture ainsi que la création de ponts thermiques... Le lestage par un socle en béton, pour éviter le renversement, le soulèvement ou le glissement du panneau solaire thermique sous l'effet du vent, sous-entend que la toiture a la capacité de supporter cette masse additionnelle ;
 - la surimposition parallèle à une toiture inclinée. Les fixations s'effectuent sur le lattage ou la charpente du toit, à travers les tuiles ou les ardoises. Les fixations sont fixées directement sur un élément structural de la charpente ou dans un élément intermédiaire lui-même ancré dans un élément structural. Contrairement aux tuiles, les ardoises ne supportent pas le passage d'un crochet donc il faut les adapter (découpe) ;
 - la surimposition parallèle à une façade ;
 - l'incorporation en couverture. Le montage dans le toit consiste à intégrer le capteur solaire thermique dans le toit de la maison. Cela convient bien aux constructions neuves ou lors d'importants travaux de toiture en rénovation. Dans ce cas, le capteur remplace en partie la couverture de la toiture. Il est fixé sur l'ensemble des lattes et chevrons. Un grand soin doit être accordé à la jonction entre le système d'encastrement du panneau et le reste de la toiture. En effet, l'étanchéité doit être doublement assurée : vis-à-vis de la pluie mais aussi vis-à-vis d'une fuite éventuelle du capteur lui-même.
- En ce qui concerne les toitures inclinées, les couvertures concernées peuvent être composées de tuiles en terre cuite ou en béton à emboîtement ou à glissement à relief, de tuiles plates, d'ardoises, de plaques en acier ou en aluminium nervurées, de plaques profilées en fibres-ciment. Les types de charpentes pour ces toitures inclinées peuvent être traditionnelles en bois, métalliques ou en béton. >>>

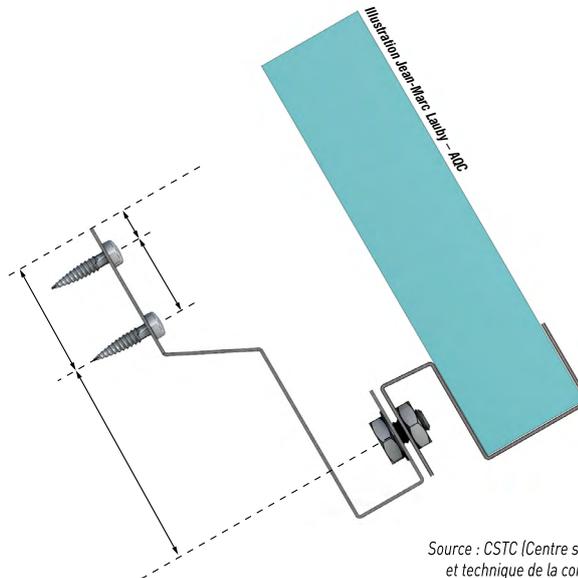
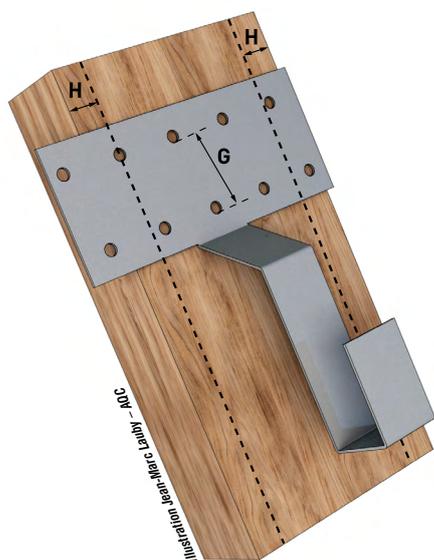
Qualit'ENR : toujours améliorer la qualité des prestations

L'association Qualit'ENR a été créée en 2006 dans le but de stimuler la qualité des installations dans le domaine des énergies renouvelables. Depuis 2013, Qualit'ENR est accréditée par le Comité français d'accréditation (Cofrac) en tant qu'organisme de qualification. Son signe de qualité Qualisol concerne l'installation de panneaux solaires thermiques (chauffe-eau solaire individuel ou collectif, système solaire combiné pour la production d'eau chaude sanitaire et de chauffage). Grâce à cette démarche, le taux de prestations jugées « excellentes ou satisfaisantes » est passé de 68 % en 2007 à 87,4 % en 2016. ■

(1) Ce document est téléchargeable gratuitement sur le site www.qualit-enr.org ou sur le site www.ccfat.fr/groupe-specialise/14-4.

ILLUSTRATION N° 1

Exemple d'ancrage d'une fixation dans un chevron



Source : CSTC (Centre scientifique et technique de la construction)

Si d est le diamètre de la vis, l'Eurocode 5 impose :

- $H \geq 4d$
- $G \geq 5d$
- la profondeur d'ancrage dans le chevron est d'au moins $6d$.

Prendre en compte tous les paramètres

Le CPT considère qu'il est inutile de prendre en compte les effets liés à la température (dilatation des profilés, par exemple). Ses concepteurs partent du principe que, soit les efforts liés aux effets de la dilatation sont négligeables, soit la conception de la structure permet de les absorber (joints de dilatation, par exemple).

En revanche, ce document s'intéresse de près aux autres facteurs. En ce qui concerne le vent, outre les caractéristiques portant sur la localisation géographique du projet (région de vent...) et le bâtiment proprement dit (hauteur du projet...), le CPT rappelle que l'influence de bâtiments de grandes dimensions et/ou de plus grande hauteur situés à proximité doit être prise en compte, dans certains cas.

Les actions du vent sur un capteur sont toujours considérées perpendiculairement au plan du capteur. On considère que la charge de vent s'applique uniformément sur toute la surface du capteur. Pour les capteurs incorporés en couverture, les valeurs des coefficients de vent sont directement issues des tableaux de l'Eurocode EN 1991 en prenant en compte l'Annexe française lorsqu'elle prescrit des valeurs différentes (toitures à deux versants, par exemple). Pour les capteurs en surimposition et parallèles à la couverture, en l'absence de données disponibles dans les Eurocodes, le CPT se base sur les valeurs préconisées par la feuille d'information n° 61 publiée par les organisations professionnelles allemandes BDH (2) et BSW (3). Il en est de même pour les capteurs sur châssis sur toiture-terrasse ou au sol. L'action de la neige sur un capteur est considérée principalement comme verticale et vers le bas. Le

capteur peut aussi faire obstacle à l'écoulement de la neige située en amont. Dans ce cas, une composante supplémentaire apparaît dans le sens de la pente de la toiture et dirigée vers le bas. Les Eurocodes distinguent deux cas : la charge de neige en l'absence d'accumulation (qui s'applique généralement de manière uniforme) et la charge de neige après accumulation (qui n'est pas uniforme). Différents facteurs s'appliquent alors pour le calcul (coefficient d'exposition, coefficient de forme [avec ou sans barre à neige]...).

En ce qui concerne la Réglementation parasismique, les capteurs solaires thermiques sont considérés comme des éléments non structuraux (ENS). À ce titre, ils ne sont pas visés par la Réglementation parasismique sauf s'ils constituent le clos et le couvert (capteurs intégrés ou incorporés en toiture) d'un bâtiment lui-même concerné par la Réglementation parasismique. Précisons également que les capteurs solaires thermiques intégrés ou incorporés en toiture n'assurent pas de rôle structurel : seule leur stabilité sur la couverture sera examinée. Ainsi, par exemple, l'installation d'un capteur intégré en toiture d'une maison individuelle dans la région de Strasbourg ou en toiture d'une école en Bretagne seront toutes deux concernées par la Réglementation parasismique. Dans ce cas, le calcul du poids propre doit prendre en compte le capteur, les éléments de fixation et le contenu en eau. Pour les systèmes auto-vidangeables disposant d'une importante contenance en >>>

(2) BDH : Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V. (association des industries allemandes des technologies de l'habitat, de l'énergie et de l'environnement).

(3) BSW-Solar : Bundesverband Solarwirtschaft e.V. (association allemande de l'industrie solaire).

Photo DR



TABLEAU N° 1

DONNÉES D'ENTRÉE POUR LE CALCUL DES FIXATIONS D'UN PROJET D'INSTALLATION SOLAIRE THERMIQUE

ÉTAPE	DONNÉES D'ENTRÉE	RÉSULTATS
ÉTAPE 1	<ul style="list-style-type: none">• Situation géographique.• Caractéristiques du bâtiment (hauteur).	<ul style="list-style-type: none">• Pression dynamique de pointe.• Charge de neige au sol.• Coefficient des efforts d'inertie.
ÉTAPE 2	<ul style="list-style-type: none">• Mode de mise en œuvre.• Principales caractéristiques dimensionnelles et pondérales des capteurs.	<ul style="list-style-type: none">• Efforts exercés sur les capteurs.• Combinaison d'actions.
ÉTAPE 3	<ul style="list-style-type: none">• Caractéristiques dimensionnelles détaillées.	<ul style="list-style-type: none">• Descente de charge au niveau des pattes de fixation – Méthode simplifiée.• Résistance caractéristique à l'arrachement (en daN)
ÉTAPE 3 BIS⁽¹⁾	<ul style="list-style-type: none">• Caractéristiques dimensionnelles détaillées de toutes les pièces.	<ul style="list-style-type: none">• Descente de charge au niveau des pattes de fixation – Méthode détaillée.• Vérification de la tenue mécanique de la structure.

(1) Cette étape ne peut être réalisée que par un expert du calcul de structure. Elle sort du cadre du CPT.

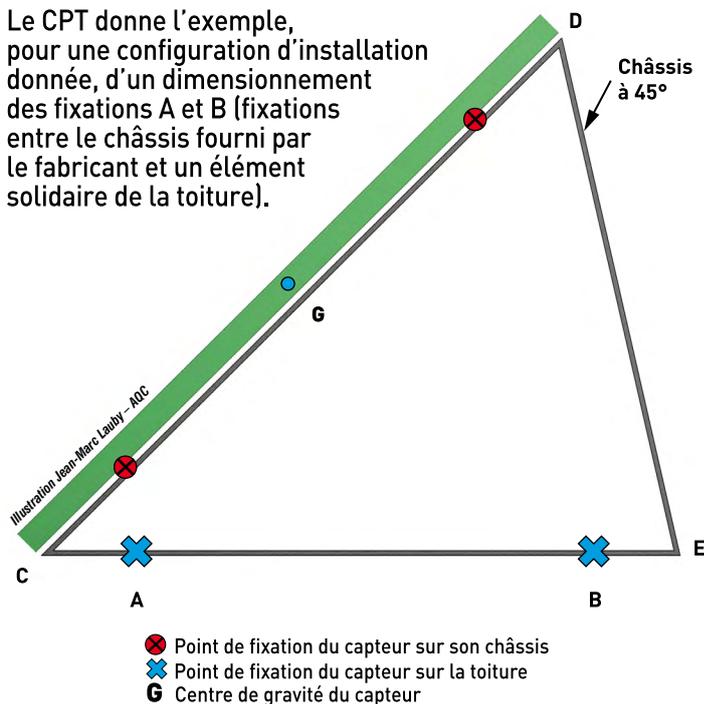
Source : Cahier de Prescriptions Techniques communes (CPT) Application des Eurocodes au domaine du solaire thermique (e-cahier n° 3797 du CSTB – Septembre 2018).

“Les futurs Avis Techniques portant sur les systèmes de fixation de panneaux solaires thermiques seront dorénavant rédigés en se référant à ce CPT. Des remontées du terrain sont aussi attendues pour le faire évoluer”

ILLUSTRATION N° 2

Exemple d'installation d'un panneau solaire thermique par vis en toiture-terrasse

Le CPT donne l'exemple, pour une configuration d'installation donnée, d'un dimensionnement des fixations A et B (fixations entre le châssis fourni par le fabricant et un élément solidaire de la toiture).



Source : Cahier de Prescriptions Techniques communes (CPT) Application des Eurocodes au domaine du solaire thermique (le-cahier n° 3797 du CSTB - Septembre 2018).

eau, le calcul s'effectuera en deux temps : dans le cas où le système est vide mais aussi lorsqu'il est plein. Signalons également qu'outre les fixations proprement dites, le CPT s'intéresse également aux vis employées pour ancrer les pattes des fixations. Leur calcul s'inspire du document publié par un organisme belge, le CSTC (Centre scientifique et technique de la construction), intitulé *Calcul au vent de l'ancrage des structures des capteurs solaires* et de quelques adaptations de l'Eurocode 5.

À partir des différents éléments précédents, il sera possible de se lancer dans le calcul des combinaisons d'actions pour les États limites de service (ELS) et les États limites ultimes (ELU).

Les données générales du site et ces différents calculs donneront la résultante des actions qui s'exercent sur l'installation pour les différents cas de charge. Il sera ainsi possible de vérifier la résistance mécanique des

composants du système de montage prévus (à l'aide d'un logiciel de calcul mécanique, par exemple) et de calculer la descente de charge, autrement dit les efforts qui s'exerceront au niveau des fixations. Le CPT propose des exemples chiffrés détaillés pour différents types d'installations. Ces calculs doivent être réalisés par le bureau d'études ou le fabricant. Attention : celui qui réalise ces calculs prend alors la responsabilité de la tenue mécanique des parties qu'il a calculées et/ou fournies.

Préparer la révision du NF DTU 65.12

L'installateur a deux responsabilités. Il doit vérifier dans l'Avis Technique le domaine d'application formalisé sous la responsabilité de l'industriel en ce qui concerne le dimensionnement et les fixations des pattes aux capteurs (zone de vents, altitude, etc.). De plus, l'installateur est responsable de la fixation des pattes des capteurs à la charpente et doit donc installer des vis de fixations de résistance suffisante, d'où l'utilité d'utiliser ce CPT qui permet de s'adresser au fournisseur de vis correspondant au résultat du calcul effectué.

« Pour l'installateur, ce CPT présente plusieurs avantages. Donnant tous les éléments qui permettent d'établir la note de calcul, il facilite la commande auprès du fournisseur en ayant la certitude d'obtenir les fixations parfaitement adaptées au projet. Cela évite le recours à un bureau d'études pour les petites structures qui n'ont pas les moyens financiers ou l'habitude de le faire. Ensuite, l'installateur disposera d'une note de calcul et du document technique sur les fixations commandées, deux éléments de preuve qu'il pourra fournir à un bureau de contrôle, si nécessaire », signale Pierre Mas.

« Certains chantiers spécifiques peuvent toutefois se trouver hors du domaine d'application de ce CPT. Des dispositions spécifiques différentes peuvent alors être préconisées par le fournisseur ou le fabricant des systèmes de fixation des panneaux à condition qu'elles soient clairement indiquées et explicitées dans la notice du fabricant et dans le dossier technique visé par l'Avis Technique. Dans ce cas, ces préconisations prévalent sur celles de ce CPT », ajoute Pierre Mas.

« Les futurs Avis Techniques portant sur les systèmes de fixation de panneaux solaires thermiques seront dorénavant rédigés en se référant à ce CPT. Des remontées du terrain sont aussi attendues pour le faire évoluer. À terme, c'est-à-dire dans environ deux ans, le contenu de ce CPT est appelé à être intégré à la future version du NFDTU 65.12 qui est actuellement en cours de révision », pronostique Franck Cheutin.

Signalons enfin qu'un autre CPT concernant la fixation des panneaux photovoltaïques en toiture devrait paraître courant 2019. ■

