



DOSSIER 03
FÉV. 2011

RECOMMANDATIONS
PROFESSIONNELLES DE LA CSFE

Mise en œuvre
traditionnelle de capteurs
solaires rapportés
sur revêtement d'étanchéité
en toiture-terrasse



CSFE Chambre Syndicale Française de l'Étanchéité
6-14 rue La Pérouse · 75784 Paris Cedex 16
Tél : 01 56 62 13 20 · Fax : 01 56 62 13 21
www.etancheite.com

RÉDACTION DU DOCUMENT

PRÉSIDENT DE LA COMMISSION PHOTOVOLTAÏQUE

M. BITACH (CHAPELEC)

ANIMATEUR DU GROUPE DE TRAVAIL TECHNIQUE

M. DESGUILLES (SOPREMA SAS)

ONT PARTICIPÉ À LA RÉDACTION DE CE DOCUMENT :

M. BARATIN (SLAMM BERGEROUX)

M. BARAUD (ROCKWOOL FRANCE)

M. BIENS (ROCKWOOL FRANCE)

M. BONNET (SIKA)

M. BOULLING (SMABTP)

M^{me} BOUSSERT (CSFE)

M. CANTA (FIRESTONE)

M. CROZON (TREBISOL)

M. DA SILVA (SITEK)

M. DE BENOIST (ISOTOP ÉTANCHÉITÉ)

M. DECOODT (ETANDEX)

M. DELAMOUR (3T FRANCE)

M. DROUILLY (AXTER)

M. DUMAY (FACE SA)

M. DUTHÉ (AXE ÉTANCHÉITÉ)

M. FERNANDES (JEAN ROSSI SA)

M. FOUGERON (EFISOL)

M. FULCRAND (SOLARDIS)

M. MAIGNÉ (Ent. A. MAIGNÉ)

M. LAÏCHE (MEPLE)

M. LAVASIER (ROUSSEAU MORDRET)

M. LUTZ (SOPREMA SAS)

M. OHLMANN (3T FRANCE)

M. OTERO (DERBIGUM FRANCE)

M. PERRISSOUD (SIPLAST ICOPAL SAS)

M^{me} PINTO (RENOLIT FRANCE)

M. PIQUET (RECTICEL)

M^{me} POUILLAIN (DANI ALU)

M^{me} RACAPÉ (SIPLAST ICOPAL SAS)

M. ROBERT (YVELINES ÉTANCHÉITÉ)

M. ROYER (SMAC)

M. SOLLET (SEO-GCEO)

M. TICHET (AXA)

M. TOLLERET (ETANCO)

M. VERMANDEL (MEPLE)

SOMMAIRE

| | | |
|--|-----|---|
| 01 PRÉAMBULE | P.5 | 6.1 ÉLÉMENT PORTEUR |
| 02 OBJET | P.5 | 6.2 ISOLATION THERMIQUE |
| 03 DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE | P.6 | 6.3 REVÊTEMENT D'ÉTANCHÉITÉ |
| 04 DÉFINITIONS UTILES | P.6 | 07 PRESCRIPTIONS COMPLÉMENTAIRES |
| 4.1 MODULE PHOTOVOLTAÏQUE | | 7.1 COMPORTEMENT DE LA TOITURE VIS-À-VIS DU FEU EXTÉRIEUR |
| 4.2 PANNEAU PHOTOVOLTAÏQUE RIGIDE | | 7.2 RAPPEL SUR LES GARDE-CORPS |
| 4.3 CAPTEUR SOLAIRE THERMIQUE | | 08 DISPOSITIONS DE MISE EN ŒUVRE |
| 05 ORGANISATION DES MARCHÉS DE TRAVAUX | P.6 | 8.1 CAS DE L'ÉLÉMENT PORTEUR EN MAÇONNERIE (voir NF DTU 43.1) |
| 06 CARACTÉRISTIQUES RELATIVES AUX ÉLÉMENTS PORTEURS ET SUPPORTS, ISOLANTS THERMIQUES ET REVÊTEMENTS D'ÉTANCHÉITÉ | P.7 | 8.2 CAS DE L'ÉLÉMENT PORTEUR EN TÔLES D'ACIER NERVURÉES OU EN BOIS ET PANNEAUX DÉRIVÉS DU BOIS (voir NF DTU 43.3 et 43.4) |
| | | 09 ENTRETIEN DE L'ÉTANCHÉITÉ |
| | | 10 ASSURANCES |

01 PRÉAMBULE

Les présentes Recommandations Professionnelles viennent apporter des précisions aux textes réglementaires en matière d'installations de systèmes de production d'énergie tels que capteurs solaires thermiques, panneaux solaires photovoltaïques rapportés sur les toitures-terrasses avec étanchéité.

Le développement rapide de ces procédés mérite de recevoir un cadre afin que les donneurs d'ordres puissent disposer d'ouvrages offrant une durabilité optimale.

Elles ont été établies par la commission photovoltaïque de la CSFE, laquelle a

rassemblé fabricants d'étanchéité et de matériaux associés, entrepreneurs et assureurs.

Les maîtres d'ouvrage et leurs maîtres d'œuvre y trouveront un socle commun de dispositions liées à la conception de l'installation solaire, à sa réalisation et à l'entretien de l'étanchéité de l'ouvrage.

Ces présentes Recommandations ne visent pas les systèmes complets comprenant le complexe d'étanchéité et l'isolant thermique associés directement à un système de production d'énergie qui relèvent dans ce cas, d'une évaluation technique particulière telle qu'avis technique.

02 OBJET

Se référant exclusivement aux dispositions des normes NF DTU, ce document apporte des prescriptions complémentaires dans la mesure où les questions liées aux installations actuelles de production d'énergie n'y sont pas spécifiquement traitées.

Ces installations ne sont pas que des équipements ponctuels, mais généralement des équipements en grand nombre pouvant occuper la quasi totalité de la surface d'une toiture.

Ce document constitue une recommandation à destination des maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, bureaux d'études techniques et entrepreneurs.

Les présentes recommandations visent les toitures-terrasses munies d'un revêtement d'étanchéité, dans le cadre de travaux neufs ou de réfection.

Les toitures visées sont traitées en toitures techniques au sens des NF DTU de la série 43.

03 DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

- **NF DTU 13.3** : Dallages - Conception, calcul et exécution - Partie 2 : cahier des clauses techniques des dallages à usage autre qu'industriel ou assimilés.
- **NF DTU 20.12** : Maçonnerie des toitures et d'étanchéité – Gros œuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité.
- **NF DTU 43.1** : Travaux de bâtiment - Étanchéité des toitures-terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie en climat de plaine.
- **NF DTU 43.3** : Travaux de bâtiment - Mise en œuvre des toitures en tôles d'acier nervurées avec revêtement d'étanchéité.
- **NF DTU 43.4** : Travaux de bâtiment - Toitures en éléments porteurs en bois et panneaux dérivés du bois avec revêtements d'étanchéité.
- **NF DTU 43.5** : Travaux de bâtiment – Réfection des ouvrages d'étanchéité des toitures-terrasses ou inclinées.
- **Loi 91-1414 du 31/12/1991** (J.O. du 07/01/1992) modifiant le code du travail et le code de la santé publique en vue de favoriser la prévention des risques professionnels et portant transposition de directives européennes relatives à la santé et à la sécurité du travail.
- **Loi 93-1418 du 31/12/1993** (J.O. du 01/01/1994) modifiant les dispositions du code du travail applicables aux opérations de bâtiment et de génie civil en vue d'assurer la sécurité et de protéger la santé des travailleurs et portant transposition de la directive du Conseil des communautés européennes n° 92-57 en date du 24 juin 1992.
- **Décret 2004-924 du 01/09/2004** (J.O. du 3/09/2004) relatif à l'utilisation des équipements de travail mis à disposition pour des travaux temporaires en hauteur et modifiant le code du travail (deuxième partie: Décrets en Conseil d'Etat) et le décret n° 65-48 du 08/01/1965.
- **Norme NF E 85-015 (avril 2008)** : Eléments d'installations industrielles – Moyens d'accès permanents - escaliers, échelles à marches et garde-corps.
- **Norme NF P 06-001 (juin 1986)** : Bases de calcul des constructions - Charges d'exploitation des bâtiments
- **Guide technique UEAtc** pour l'agrément des systèmes isolants supports d'étanchéité pour toitures plates et inclinées (février 1993 – cahier CSTB 2662).

04 DÉFINITIONS UTILES

4.1 MODULE PHOTOVOLTAÏQUE

Terme générique pouvant désigner un assemblage, pouvant être cadré ou non, de cellules photovoltaïques interconnectées, complètement protégé de l'environnement.

Un module photovoltaïque peut tout aussi bien désigner un laminé photovoltaïque, un vitrage feuilleté photovoltaïque, un vitrage isolant photovoltaïque ou un film photovoltaïque.

4.2 PANNEAU PHOTOVOLTAÏQUE RIGIDE

Un panneau photovoltaïque rigide est un module photovoltaïque rigide composé de cellules photovoltaïques et de ses dispositifs de liaison à la toiture.

4.3 CAPTEUR SOLAIRE THERMIQUE

Un capteur solaire thermique est un dispositif destiné à recueillir le rayonnement solaire pour le convertir en énergie thermique et le transférer à un fluide caloporteur.

05 ORGANISATION DES MARCHÉS DE TRAVAUX

Le marché des travaux d'installation de systèmes de production d'énergie tel que défini au chapitre 2, fait normalement partie d'un lot indépendant du lot Étanchéité.

06 CARACTÉRISTIQUES RELATIVES AUX ÉLÉMENTS PORTEURS ET SUPPORTS, ISOLANTS THERMIQUES ET REVÊTEMENTS D'ÉTANCHÉITÉ

6.1 ÉLÉMENT PORTEUR

Les éléments porteurs sont les supports maçonnés, en tôles d'acier nervurées, en bois ou panneaux dérivés du bois définis dans les NF DTU de la série 43.

6.1.1 PENTE ADMISE

Ce document ne vise que les toitures de pente maximale 5 %.

6.1.2 CHARGES PRISES EN COMPTE

Il est rappelé qu'il appartient au maître d'ouvrage ou à son représentant de faire vérifier au préalable la stabilité de l'ouvrage dans les conditions de la norme NF DTU 43.5 en travaux de réfection, et selon les NF DTU 43.1, 43.3 et 43.4 en travaux neufs, notamment en prenant bien en compte les charges rapportées permanentes liées aux équipements de produc-

tion d'énergie. Il est rappelé également que la destination en toiture technique implique la prise en compte d'une charge d'entretien majorée (150 daN/m²), selon la norme NF P 06-001.

6.2 ISOLATION THERMIQUE

Sur ouvrages neufs :

Les supports isolants non porteurs admis sont :

- de classe C (compressibilité selon guide UEAtc) minimale à 80° C avec étanchéité apparente,
- de classe C (compressibilité selon guide UEAtc) minimale à 60° C avec étanchéité sous protection lourde.

Sur ouvrages existants :

Il y a lieu de refaire un nouveau revêtement d'étanchéité.

L'interposition d'un écran support de classe C minimale à 80° C est nécessaire si les conditions des alinéas ci-dessus ne sont pas remplies.

Dans le cas d'une nouvelle isolation, toujours avec application des dispositions définies par le NF DTU 43.5, les panneaux isolants répondent aux mêmes spécifications qu'en travaux neufs.

6.3 REVÊTEMENT D'ÉTANCHÉITÉ

Sont admis tous les systèmes d'étanchéité prévus pour les toitures techniques et bénéficiant d'une évaluation technique telle qu'Avis Technique ou Document Technique d'Application.

Dans le cas d'ouvrages existants, il y a lieu de refaire un nouveau complexe d'étanchéité.

07 PRESCRIPTIONS COMPLÉMENTAIRES

7.1 COMPORTEMENT DE LA TOITURE VIS-A-VIS DU FEU EXTÉRIEUR

Il y a lieu de se référer aux prescriptions réglementaires en vigueur.

7.2 RAPPEL SUR LES GARDE-CORPS

La loi 93-1418 du 31/12/1993 renforcée par le décret 2004-924 du 1^{er} septembre 2004, oblige les maîtres d'ouvrage et maîtres

d'œuvre à prévoir à la conception d'un bâtiment (neuf ou rénovation), les dispositifs nécessaires à la prévention des risques de chute concernant toute personne susceptible d'intervenir ultérieurement sur le bâtiment.

C'est par exemple le cas d'opérations de maintenance sur des toitures-terrasses (capteurs solaires, antennes, ventilateurs/extracteurs de désenfumage, étanchéités...).

Ces dispositifs doivent être en priorité des moyens de protections collectives conformément à la loi 91-1414 du 31/12/1991, la mise en place de garde-corps suivant la norme NF E 85-015 est essentielle. De plus, il vaut mieux privilégier les garde-corps fixes aux garde-corps autoportants qui obligent leur démontage pour des interventions en étanchéité, ce qui est contraire à l'objectif recherché.

08 DISPOSITIONS DE MISE EN OEUVRE

8.1. CAS DE L'ÉLÉMENT PORTEUR EN MAÇONNERIE (VOIR NF DTU 43.1)

La distance minimale entre ouvrages émergents voisins définie dans le NF DTU 20.12, doit être respectée. Elle est rappelée dans la figure ci-contre en fonction de la dimension en vis-à-vis de l'équipement.

Note: Cette prescription découle des exigences de réalisation, d'entretien et de réfection des ouvrages d'étanchéité.

8.1.1 1^{er} cas

L'équipement est installé sur un ou plusieurs massifs émergents en maçonnerie, solidaires de l'élément porteur

Ce massif est conforme en ce qui concerne les reliefs, aux dispositions du NF DTU 20.12. L'étanchéité du dessus de ce massif émergent est assurée par l'installateur de l'équipement rapporté.

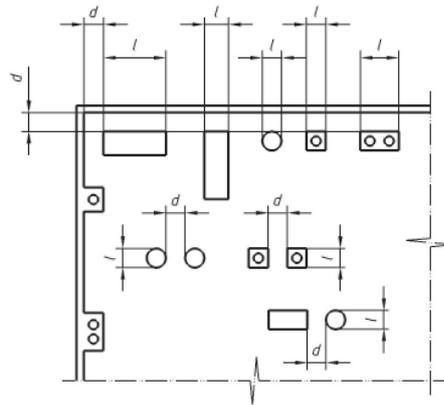
Ce massif peut aussi être constitué de potelets métalliques liaisonnés à l'élément porteur en maçonnerie. L'étanchéité du dessus des potelets est assurée par l'installateur de l'équipement rapporté.

Afin de pouvoir effectuer les opérations d'entretien de la toiture et les éventuelles réfections, il est nécessaire de prévoir une hauteur minimale h entre le bas de l'équipement et la protection du revêtement des parties courantes. Cette hauteur est fonction de la largeur l d'encombrement horizontal de l'équipement :

- si $l \leq 1,20$ m : $h \geq 0,40$ m
- si $l > 1,20$ m : $h \geq 0,80$ m

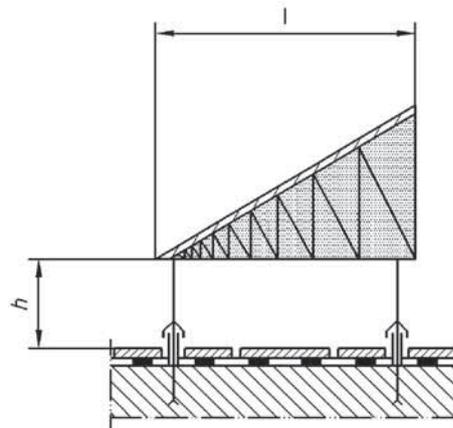
Note: dans le cas de capteurs posés en bandes (distance entre 2 capteurs distincts inférieure à 0,80 m), ils sont à considérer comme un seul équipement.

8.1 Implantations des ouvrages émergents



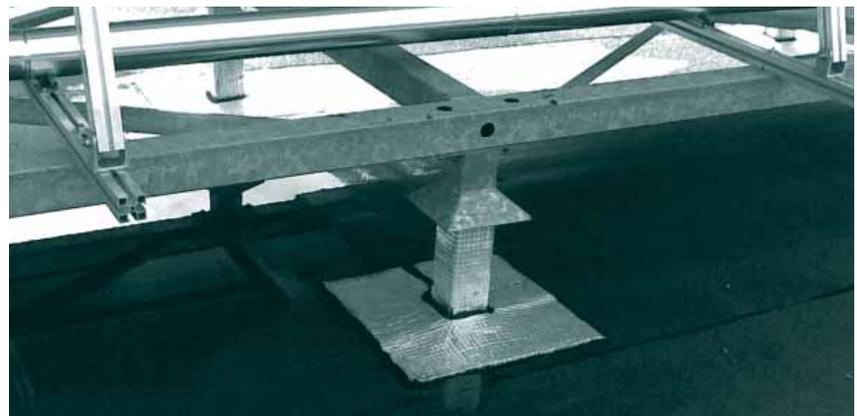
| l (m) | d (m) |
|-------------------------|---------|
| $< 0,40$ | 0,25 |
| $0,40 \leq l \leq 1,20$ | 0,50 |
| $> 1,20$ | 1,00 |

8.1.1 Hauteur libre minimale sous l'équipement



| l (m) | h (m) |
|-------------|-------------|
| $\leq 1,20$ | $\geq 0,40$ |
| $> 1,20$ | $\geq 0,80$ |

8.1.1 Exemple d'équipement posé sur des potelets métalliques



8.1.2 2^e cas

L'équipement est installé sur un dallage en béton armé coulé en place sur couche de désolidarisation: pente nulle admise

L'autoprotection d'un revêtement d'étanchéité seul ou des dalles en béton préfabriquées ou en pierre naturelle posées à sec sur couche de désolidarisation ne peuvent constituer un mode de protection adapté susceptible de recevoir directement les équipements. Ceux-ci nécessitent en effet une répartition des charges et les opérations d'entretien peuvent être gênées par le grand nombre de joints ou par une éventuelle désorganisation des dalles.

De plus il est rappelé que notamment dans le cas de panneaux solaires, il ne s'agit pas d'équipements ponctuels mais d'équipements en grand nombre pouvant occuper la quasi-totalité de la surface d'une toiture.

En conséquence, une protection lourde est requise.

La protection lourde mise en œuvre est un dallage en béton armé coulé en place, sur couche de désolidarisation.

Note: Ce type de protection peut présenter des fissures et des concrétions calcaires.

Ces dernières peuvent entraîner une réduction du diamètre des entrées d'eaux pluviales qui toutefois ne remet pas en cause le bon fonctionnement des ouvrages dès lors que les opérations d'entretien sont réalisées.

8.1.2.1 Couche de désolidarisation

La couche de désolidarisation est constituée de l'ensemble des trois éléments suivants :

- un non-tissé, posé à recouvrement de 0,10 m environ
- un lit de granulats de 0,03 m d'épaisseur minimale
- un non-tissé, posé à recouvrement de 0,10 m environ

8.1.2.2 Dallage en béton armé

Il est réalisé selon les prescriptions du NF DTU 43.1 – A1 - § 6.6.3.4.2.

1. Cas général :

- ▶ Toiture-terrasse sans isolation thermique,
- ▶ Toiture-terrasse avec isolation thermique dont l'isolant a une résistance thermique inférieure à 2 m². K/W,
- ▶ Toiture-terrasse de surface inférieure à 500 m², avec isolation thermique dont l'isolant a une résistance thermique supérieure ou égale à 2 m². K/W,

Les dispositions de la norme NF P 11-213 (DTU 13.3) ne s'appliquent pas. L'épaisseur minimale du dallage est de 0,06 m. Le béton est dosé à 350 kg de ciment par mètre cube de béton.

L'armature est au minimum un treillis soudé 150 × 150, Ø 4 mm ou de section équivalente.

Le dallage est fractionné par des joints de largeur minimale 0,02 m :

- ▶ en partie courante tous les 4 m à 5 m dans les deux sens ;
- ▶ en bordure des reliefs et des émergences.

Les joints intéressent toute l'épaisseur du

dallage ; les armatures sont interrompues au droit des joints. Les joints sont garnis d'un produit ou dispositif imputrescible et apte aux déformations alternées.

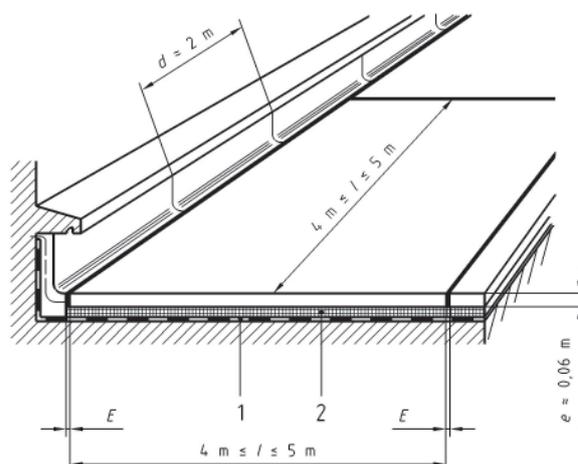
Les tolérances admises sont les suivantes :

- planéité :
 - ▶ flèche maximale de 0,010 m sous la règle de 2 m ;
 - ▶ flèche maximale de 0,003 m sous la règle de 0,20 m ;
- épaisseur moyenne au moins égale à l'épaisseur nominale ;
- épaisseur en tout point au moins égale à l'épaisseur nominale moins 0,010 m ;
- désaffleurement au droit des joints : 0,004 m.

2. Cas particulier de terrasse de surface supérieure à 500 m² avec isolant support d'étanchéité de résistance thermique supérieure ou égale à 2 m².K/W :

Dans ce cas, le dimensionnement (épaisseur, ferrailage, fractionnement dans l'épaisseur du dallage, etc.) n'est plus forfaitaire, mais déterminé conformément à la norme NF P 11-213-2 (NF DTU 13.3 partie 2), en prenant en compte les valeurs «Rcs - ds» indiquées dans le Document Technique d'Application de l'isolant thermique support d'étanchéité.

8.1.2.2 Protection d'étanchéité par dallage en béton armé (cas général)



Légende :

1. Revêtement d'étanchéité
 2. Non-tissé synthétique + couche de granulats ép. 0,03 m + Non-tissé synthétique
- E ≥ 0,02 m - joint garni de produit ou dispositif imputrescible apte aux déformations alternées

8.2 CAS DE L'ÉLÉMENT PORTEUR EN TÔLES D'ACIER NERVURÉES OU EN BOIS ET PANNEAUX DÉRIVÉS DU BOIS (VOIR NF DTU 43.3 ET 43.4)

La mise en œuvre de tels systèmes se fait conformément à ces NF DTU c'est-à-dire exclusivement sur dispositifs (potelets et chandelles) reportant directement les charges de ces équipements sur l'ossature et non sur la tôle d'acier nervurée ou sur l'élément porteur bois.

L'implantation de ces équipements doit permettre la réalisation et l'entretien courant des ouvrages d'étanchéité et, en particulier, des relevés et des entrées d'eaux pluviales.

Deux cas sont à envisager :

- la longueur de l'équipement, mesurée parallèlement à l'émergence voisine, est $\leq 1,20$ m : l'équipement doit être à plus de 0,50 m de l'émergence et de l'entrée d'eaux pluviales ;
- cette longueur est supérieure à 1,20 m : l'équipement doit être à plus de 1 m de l'émergence et de l'entrée d'eaux pluviales.

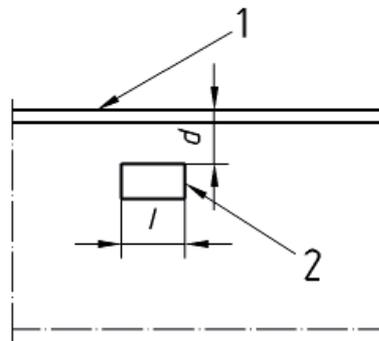
Afin de pouvoir effectuer les opérations d'entretien de la toiture et les éventuelles réfections, il est nécessaire de prévoir une hauteur minimale h entre le bas des équipements et la protection du revêtement d'étanchéité des parties courantes.

Cette hauteur est fonction de la largeur l d'encombrement horizontal de ces équipements :

- si $l \leq 1,20$ m, $h = 0,40$ m ;
- si $l > 1,20$ m, $h = 0,80$ m.

Note : dans le cas d'équipements posés en bandes, Si deux équipements distincts sont distants de moins de 0,80 m, ils sont à considérer comme un seul équipement.

8.2 Implantation de l'équipement - vue en plan

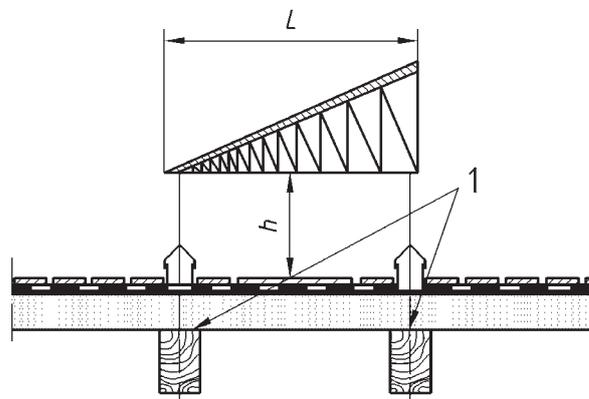


| l (m) | d (m) |
|---------------|---------------|
| $l \leq 1,20$ | $d \geq 0,50$ |
| $l > 1,20$ | $d \geq 1,00$ |

Légende :

1. Acrotère
2. Équipement (capteur solaire...)

8.2 Hauteur libre minimale sous l'équipement



| l (m) | h (m) |
|-------------|-------------|
| $\leq 1,20$ | $\geq 0,40$ |
| $> 1,20$ | $\geq 0,80$ |

Légende :

1. Fixations sur éléments de charpente

Exemple de champ de panneaux photovoltaïques



Exemple de champ de capteurs solaires thermiques



09 ENTRETIEN DE L'ÉTANCHÉITÉ

Rappel : il est recommandé conformément aux NF DTU de la série 43 – Annexe A, qu'un contrat d'entretien du complexe d'étanchéité soit passé entre le maître d'ouvrage et l'entreprise d'étanchéité. En l'absence d'un tel contrat, le maître d'ouvrage peut être amené à justifier de l'entretien régulier des ouvrages qu'il aura diligenté.

10 ASSURANCES

Les travaux visés par les présentes recommandations peuvent selon leur nature et leur destination, relever de fondements juridiques de responsabilités différents et de ce fait de garanties d'assurances différentes.

Toute entreprise doit déclarer à son assureur les activités pour lesquelles elle contracte, que ce marché soit réalisé en propre ou sous-traité.

Il est indispensable qu'elle se rapproche de son assureur afin d'adapter si nécessaire son contrat d'assurance aux activités et aux responsabilités pouvant être engagées par la réalisation de ces travaux. Les travaux d'étanchéité, relèvent de manière classique de la responsabilité civile décennale légale mais pas systématiquement de l'assurance obligatoire (voir l'ordonnance n° 2005-658 du 8 juin 2005-titre I, qui définit les ouvrages non soumis à l'assurance obligatoire, par exemple ceux se rattachant au secteur du génie civil tels que les ouvrages portuaires, ferroviaires, de traitement des déchets industriels ainsi que leurs éléments d'équipements,...).

RECOMMANDATIONS PROFESSIONNELLES DE LA CSFE

Élaborées par les professionnels de l'étanchéité et leurs partenaires, elles viennent pallier l'absence de référentiel dans des domaines techniques innovants ou dans des conceptions de mise en œuvre appelées à se développer.

CSFE Chambre Syndicale Française de l'Étanchéité
6-14 rue La Pérouse · 75784 Paris Cedex 16
Tél : 01 56 62 13 20 · Fax : 01 56 62 13 21
www.etancheite.com

