



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS
« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr

RECOMMANDATIONS PROFESSIONNELLES

**ISOLATION THERMIQUE
ET ÉTANCHÉITÉ DES POINTS
SINGULIERS DE TOITURES
AVEC ÉLÉMENTS PORTEURS
EN MAÇONNERIE**

MARS 2014

NEUF

ÉDITO

Le Grenelle Environnement a fixé pour les bâtiments neufs et existants des objectifs ambitieux en matière d'économie et de production d'énergie. Le secteur du bâtiment est engagé dans une mutation de très grande ampleur qui l'oblige à une qualité de réalisation fondée sur de nouvelles règles de construction.

Le programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » a pour mission, à la demande des Pouvoirs Publics, d'accompagner les quelque 370 000 entreprises et artisans du secteur du bâtiment et l'ensemble des acteurs de la filière dans la réalisation de ces objectifs.

Sous l'impulsion de la CAPEB et de la FFB, de l'AQC, de la COPREC Construction et du CSTB, les acteurs de la construction se sont rassemblés pour définir collectivement ce programme. Financé dans le cadre du dispositif des certificats d'économies d'énergie grâce à des contributions importantes d'EDF (15 millions d'euros) et de GDF SUEZ (5 millions d'euros), ce programme vise, en particulier, à mettre à jour les règles de l'art en vigueur aujourd'hui et à en proposer de nouvelles, notamment pour ce qui concerne les travaux de rénovation. Ces nouveaux textes de référence destinés à alimenter le processus normatif classique seront opérationnels et reconnus par les assureurs dès leur approbation ; ils serviront aussi à l'établissement de manuels de formation.

Le succès du programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » repose sur un vaste effort de formation initiale et continue afin de renforcer la compétence des entreprises et artisans sur ces nouvelles techniques et ces nouvelles façons de faire. Dotées des outils nécessaires, les organisations professionnelles auront à cœur d'aider et d'inciter à la formation de tous.

Les professionnels ont besoin rapidement de ces outils et « règles du jeu » pour « réussir » le Grenelle Environnement.

Alain MAUGARD

Président du Comité de pilotage du Programme
« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »
Président de QUALIBAT



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS

« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

Ce programme est une application du Grenelle Environnement. Il vise à revoir l'ensemble des règles de construction, afin de réaliser des économies d'énergie dans le bâtiment et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr

AVANT- PROPOS

Afin de répondre au besoin d'accompagnement des professionnels du bâtiment pour atteindre les objectifs ambitieux du Grenelle Environnement, le programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » a prévu d'élaborer les documents suivants :

Les **Recommandations Professionnelles** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents techniques de référence, préfigurant un avant-projet NF DTU, sur une solution technique clé améliorant les performances énergétiques des bâtiments. Leur vocation est d'alimenter soit la révision d'un NF DTU aujourd'hui en vigueur, soit la rédaction d'un nouveau NF DTU. Ces nouveaux textes de référence seront reconnus par les assureurs dès leur approbation.

Les **Guides** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents techniques sur une solution technique innovante améliorant les performances énergétiques des bâtiments. Leur objectif est de donner aux professionnels de la filière les règles à suivre pour assurer une bonne conception, ainsi qu'une bonne mise en œuvre et réaliser une maintenance de la solution technique considérée. Ils présentent les conditions techniques minimales à respecter.

Les **Calepins de chantier** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des mémentos destinés aux personnels de chantier, qui illustrent les bonnes pratiques d'exécution et les dispositions essentielles des Recommandations Professionnelles et des Guides « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 ».

Les **Rapports** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » présentent les résultats soit d'une étude conduite dans le cadre du programme, soit d'essais réalisés pour mener à bien la rédaction de Recommandations Professionnelles ou de Guides.

Les **Recommandations Pédagogiques** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents destinés à alimenter la révision des référentiels de formation continue et initiale. Elles se basent sur les éléments nouveaux et/ou essentiels contenus dans les Recommandations Professionnelles ou Guides produits par le programme.

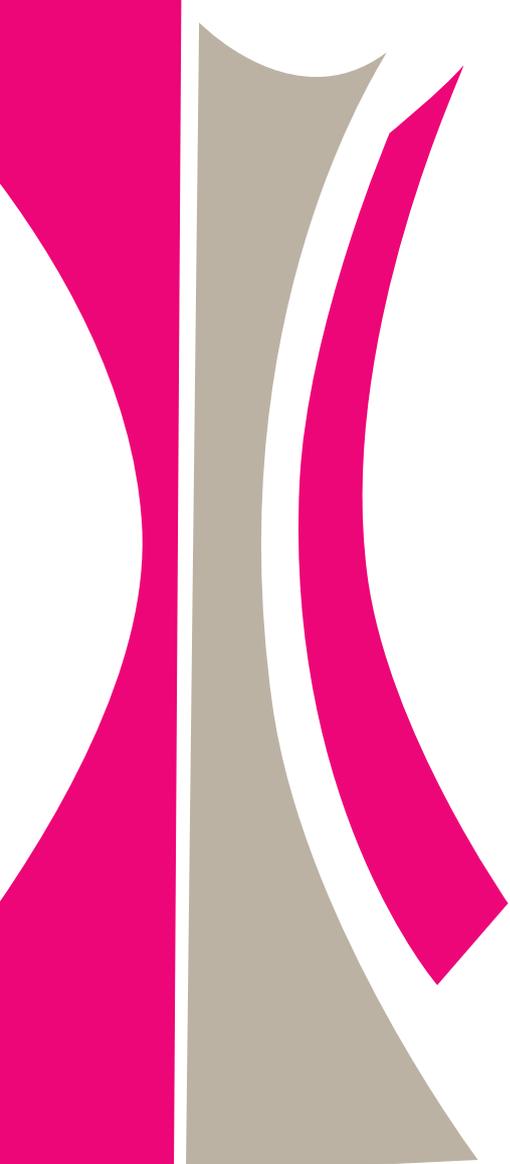
L'ensemble des productions du programme d'accompagnement des professionnels « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » est mis gratuitement à disposition des acteurs de la filière sur le site Internet du programme : <http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr>



Sommaire

1 - Domaine d'application	7
2 - Objectifs de la performance énergétique des bâtiments	9
3 - Matériaux	10
4 - Rappel des dispositions générales en partie courante	12
5 - Ouvrages verticaux, dispositions spécifiques d'isolation thermique	14
5.1. • Principes généraux.....	14
5.2. • Solutions constructives.....	19
5.3. • Raccordement du relevé d'étanchéité isolé en pied de façade isolée par l'extérieur	35
5.4. • Étanchéité et isolation thermique des retombées sur parois enterrées.....	38
6 - Ouvrages particuliers, dispositions spécifiques d'isolation thermique	41
6.1. • Étanchéité et isolation thermique des joints de gros œuvre	41
6.2. • Étanchéité et isolation thermique des caniveaux et des chéneaux	45
6.3. • Étanchéité et isolation thermique des ressauts, gradins et escaliers.....	45
7 - Équipements permanents de sécurité collective (garde-corps)	48
7.1. • Généralités	48
7.2. • Fixation sur la face supérieure de l'acrotère	50
7.3. • Fixation en applique sur face intérieure d'acrotère	53
8 - Profilés pour protection en tête des relevés d'étanchéité, principe de dimensionnement et de mise en œuvre.....	56
8.1. • Couvertines étanches pour acrotères avec isolation thermique répartie.....	56
8.2. • Bande de rive, bande de solin pour relevés isolés thermiquement.....	60
9 - Pieds d'équipements techniques	61

10 - Rives de toitures avec isolation thermique	63
11 - Dispositions spécifiques des émergences hautes en toiture (locaux techniques)	66
12 - Dispositions spécifiques d'isolation thermique des traversées	68
12.1. • Crosse, principe de mise en œuvre des fourreaux et platines sur isolant non porteur.....	68
12.2. • Trop-pleins, sorties latérales, principe de dimensionnement sur relevé et façade isolés.....	69
12.3. • Entrées des eaux pluviales, principe de conception avec gaines techniques intérieures isolées	70
13 - Annexe climatique neige et vent	72
13.1. • Charge de neige	73
13.2. • Charge de vent	76
13.3. • Cas des toitures-terrasses	79
14 - Dispositions d'usage, d'entretien, de réfection des ouvrages.....	83
15 - Références.....	86
Glossaire	88



PRÉAMBULE

L'objectif de ce document est de proposer des solutions pour traiter les ponts thermiques responsables des déperditions qui peuvent dépasser, pour certains bâtiments, 40 % des déperditions thermiques totales à travers l'enveloppe, et pour prendre en compte le risque de condensation superficielle côté intérieur.



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS

« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

Ce programme est une application du Grenelle Environnement. Il vise à revoir l'ensemble des règles de construction, afin de réaliser des économies d'énergie dans le bâtiment et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr



Domaine d'application

1



Ce document complète les solutions constructives traditionnelles définies dans le NF DTU 43.1 et NF DTU 20.12 ainsi que les solutions nouvelles proposées dans les récentes Recommandations professionnelles de la CSFE n°4 portant sur les relevés d'acrotères.

Les présentes Recommandations professionnelles ont pour objectif de définir les bonnes pratiques en matière de conception et de mise en œuvre des complexes d'étanchéité et de l'isolation thermique au niveau des principaux points singuliers présents en toitures-terrasses étanchées (pente au plus égale à 5 %) et en toitures inclinées étanchées (pente supérieure à 5 %), établies sur éléments porteurs en maçonnerie définis dans la norme NF DTU 20.12. Elles traitent également les rampes, les escaliers et les gradins.

Les toitures visées sont celles avec éléments porteurs en maçonnerie définies dans le NF DTU 43.1.

Les dispositions des présentes Recommandations professionnelles sont valables pour les toitures des bâtiments d'usage courant (hormis celles sur locaux à température contrôlée inférieure à 0°C) réalisées en France métropolitaine en climat de plaine (altitude \leq 900 m), en travaux neufs.



▲ Figure 1 : Vue d'ensemble des points singuliers en toitures-terrasses

Objectifs de la performance énergétique des bâtiments

2



Les exigences de résultats de la réglementation thermique 2012 imposent, d'une part, de renforcer l'isolation thermique des parois opaques et, d'autre part, de traiter les ponts thermiques.

Les parois séparant des parties de bâtiment à occupation continue de parties de bâtiments à occupation discontinue doivent présenter un coefficient de transmission thermique, U , tel que défini dans la méthode Th-BCE 2012, qui ne peut excéder $0,36 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ en valeur moyenne.

Le ratio de transmission thermique moyen global des ponts thermiques du bâtiment ne doit pas dépasser $0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ de } SHON_{RT} \cdot \text{K})$ ou $(\text{m}^2 S_{RT} \cdot \text{K})$.

Les coefficients linéiques et ponctuels des ponts thermiques servent au calcul des déperditions par transmission à travers les parois du bâtiment.

Les déperditions à travers les ponts thermiques ponctuels se calculent en pondérant les coefficients ponctuels par leurs nombres respectifs.

Les liaisons courantes avec un plancher haut et les autres parois du bâtiment peuvent être soit des liaisons périphériques soit des liaisons intermédiaires. Le fascicule 5/5 de la réglementation thermique indique les valeurs de ponts thermiques linéiques en fonction du type de mur et de toiture.

Observation

Le présent document ne fournit pas d'indication sur les performances thermiques des solutions constructives proposées. Ces solutions devront faire l'objet d'études thermiques particulières tenant compte des matériaux et produits utilisés et de leur mode de mise en œuvre.



3

Matériaux



Pour un emploi en toitures-terrasses ou toitures inclinées, les matériaux sont ceux définis dans le NF DTU 43.1, complétés par la liste non exhaustive ci-dessous.

Feuille pare-vapeur : conforme à la NF EN 13970 ou NF EN 13984 dont les spécifications pour un emploi en toitures-terrasses et toitures inclinées sont indiquées dans les Avis Techniques ou les Documents Techniques d'Application des revêtements d'étanchéité.

Matériaux d'étanchéité : produits d'étanchéité des toitures-terrasses et toitures inclinées définis dans le NF DTU 43.1 et ceux dont les spécifications sont définies dans un Avis Technique ou Document Technique d'Application.

Asphalte : conforme à la norme NF EN 12970. La dénomination des asphaltes est définie dans le « Cahier des charges de l'Office des Asphaltes » selon leur emploi et leur qualité (exemple : AP1, AS1, AG1...), et dont les spécifications pour un emploi en toitures-terrasses ou toitures inclinées sont définies dans le NF DTU 43.1.

Membrane bitumineuse : conforme à la norme NF EN 13707. Il existe essentiellement deux grandes familles de bitumes modifiés, les bitumes SBS et APP. Les spécifications pour un emploi en toitures-terrasses ou toitures inclinées sont définies dans un Document Technique d'Application particulier.

Membrane synthétique : conforme à la norme NF EN 13956. Il existe essentiellement deux grandes familles de feuilles : les feuilles de polymères thermoplastiques (les PVC plastifiés et les polyoléfines thermoplastiques TPO) et les feuilles élastomères (EPDM = éthylène-propylène-diène monomère). Les spécifications pour un emploi en toitures-terrasses ou toitures inclinées sont définies dans un Document Technique d'Application particulier.

Étanchéité liquide : résines polymériques essentiellement à base de polyuréthane, méthacrylate, polyester, époxy, dont les spécifications pour un emploi en toitures-terrasses ou toitures inclinées sont définies dans un Avis Technique ou un Document Technique d'Application.

Matériaux isolants thermiques : produits manufacturés sous forme de panneaux conformes aux normes particulières

- NF EN 13162 laines minérales (laine de roche [MWR] et Laine de verre [MWG]) ;
- NF EN 13163 Polystyrène expansé (EPS) ;
- NF EN 13164 Polystyrène extrudé (XPS) ;
- NF EN 13165 Polyuréthane (PUR), Polyisocyanurate (PIR) ;
- NF EN 13167 Verre cellulaire (CG) ;
- NF EN 13169 Perlite expansée (EPB).

Les spécifications pour un emploi en toitures-terrasses ou toitures inclinées sont définies dans leurs Documents Techniques d'Application particuliers.

Observation

Les informations techniques des produits et des matériaux sont fournies par le fabricant dans le cadre de ses obligations réglementaires ou de démarches volontaires. Peuvent être cités de façon non limitative le marquage CE, la certification ACERMI, la marque NF, les Avis Techniques et Documents Techniques d'Application.



Rappel des dispositions générales en partie courante

4



La mise en œuvre d'une isolation thermique au-dessus de l'élément porteur en maçonnerie constitue les règles de l'art en la matière car ce mode de mise en œuvre assure la meilleure pérennité de l'ouvrage et présente également de nombreux avantages tels que la protection du bâti contre les chocs thermiques, la gestion des phénomènes de condensation, l'optimisation du traitement thermique apporté par tous les systèmes d'isolation par l'extérieur, et par conséquent la limitation des ponts thermiques.



Les solutions conduisant à poser l'isolation en sous-face de l'élément porteur de toitures sont proscrites en l'absence d'une étude thermique particulière de l'ouvrage.

À noter

Les dispositions de mise en œuvre des complexes d'étanchéité et d'isolation sur élément porteur en maçonnerie sont décrites dans le NF DTU 43.1 et dans les Avis Techniques et DTA particuliers aux procédés d'étanchéité et d'isolation examinés par le Groupe Spécialisé n° 5 du CSTB.

On peut citer de façon non limitative d'autres documents d'accompagnement dans la définition des solutions constructives telles que les CPTC (Cahier de prescriptions techniques communes), les Règles professionnelles, les Guides techniques.

Les familles de procédés cités dans le présent document et bénéficiant d'Avis Techniques et de Documents Techniques d'Application au jour de la rédaction du présent document sont :

- les éléments porteurs en dalles de béton cellulaire autoclavé armé ;
- les isolants thermiques supports d'étanchéité en panneaux en verre cellulaire (CG), en laine de roche (MWR), en laine de verre



(MWG), en perlite expansée (EPB), en polystyrène expansé (EPS), en polyuréthane (PUR), en polyisocyanurate (PIR) ;

- les isolants thermiques pour isolation inversée en polystyrène extrudé (XPS) ;
- les revêtements d'étanchéité de toitures à base d'asphalte, de feuilles en bitume élastomère modifié SBS ou APP, de membranes synthétiques monocouches en PVC, en EPDM, en EVAC, en polyisobutylène (PIB), en polyoléfines flexibles (FPO/TPO) ;
- les procédés d'étanchéité liquide élaborée *in situ* à base de résines en polyuréthane, méthacrylate, polyester, ou epoxy ;
- les accessoires de toitures, comme les bandeaux saillants à larmier préfabriqués, les bandes de solin métalliques, les protections lourdes par dalles sur plots, les systèmes d'étanchéité des joints de gros œuvre pour toitures, les systèmes de nappe de désolidarisation drainante sur revêtement d'étanchéité ;
- les procédés de végétalisation de toitures-terrasses.

Les isolants thermiques sont mis en œuvre selon leur Document Technique d'Application sur l'élément porteur par pose libre, collage, ou fixation mécanique.

Les revêtements d'étanchéité à base de bitume SBS ou APP sont mis en œuvre selon leur Document Technique d'Application sur leur support ou sur une couche de désolidarisation si nécessaire, par pose libre ou soudés à la flamme au chalumeau, ou fixés mécaniquement ou par autoadhésivité, puis soudage à la flamme au chalumeau.

Les membranes d'étanchéité synthétiques monocouches sont mises en œuvre selon leur Document Technique d'Application sur leur support ou sur une couche de désolidarisation éventuelle, par pose libre ou par des fixations mécaniques si nécessaire, puis soudure à l'air chaud, ou soudure au solvant.

Les systèmes d'étanchéité liquide à base de résine sont mis en œuvre selon leur Avis Technique ou Document Technique d'Application sur l'élément porteur en maçonnerie ou sur autre support avec préparation adaptée au procédé par application au rouleau, au pistolet ou avec une machine de projection. En conséquence dans la suite du document, les systèmes d'étanchéité liquide ne sont applicables que dans les cas avec isolation inversée.



Ouvrages verticaux, dispositions spécifiques d'isolation thermique

5



Les ouvrages verticaux rencontrés en toitures-terrasses à éléments porteurs en maçonnerie sont des ouvrages filants (acrotères, pieds de façade, retombées) ou ponctuels (sorties latérales, ressauts, escaliers, massifs, joints de dilatation, naissances d'eaux pluviales, crosses).

Les ponts thermiques des toitures-terrasses et toitures inclinées ne peuvent être traités efficacement au niveau des acrotères qu'en présence d'une isolation thermique par l'extérieur en façade.

Ces ponts thermiques peuvent être traités par une isolation thermique pertinente des faces appropriées des acrotères .

5.1. • Principes généraux

Observation

Le présent document apporte en ce sens des explications sur les principes d'isolation thermique raisonnés des acrotères et sur les choix constructifs possibles.

Il existe dans les NF DTU de la série 43, des solutions traditionnelles d'isolation thermique des acrotères. Ces solutions ne visent que des procédés avec isolants aptes à recevoir des revêtements d'étanchéité soudables à la flamme.

Il apparaît donc nécessaire de présenter au travers de ces Recommandations professionnelles des solutions d'isolation thermique répondant aux exigences actuelles et futures, avec les différents matériaux isolants usuellement mis en œuvre sur les toitures-terrasses, et plus particulièrement les solutions qui ne sont pas encore visées par un référentiel technique commun comme un NF DTU, un CPTC ou un Document Technique d'Application particulier.

Les Recommandations professionnelles n° 04 de la CSFE sont le premier référentiel technique sur le sujet. Le présent document vient apporter un complément technique nécessaire pour illustrer les solutions applicables aux autres points singuliers générant un pont thermique.

5.1.1. • Règles fondamentales d'isolation thermique des acrotères

Les acrotères ne sont isolés sur leur face intérieure que si la façade est elle-même isolée par l'extérieur. L'isolant est toujours appliqué sur un relief en béton conforme au NF DTU 20.12. Des solutions conduisant à supprimer l'élément porteur dans la zone du relevé sont interdites.

L'isolation sur la face intérieure de l'acrotère n'est justifiée thermiquement que sur une hauteur de 0,60 m maximum au-dessus du plan de l'isolant en partie courante de toiture. Au-delà, l'incidence sur le calcul du coefficient de transmission linéique Ψ est faible.

En conséquence des points précédents :

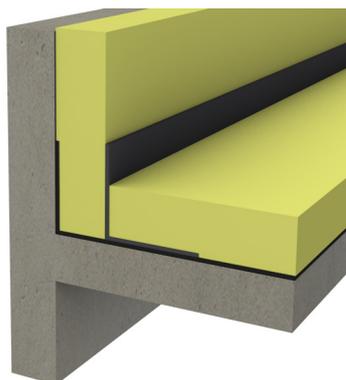
- si l'acrotère fait moins de 0,60 m de hauteur au-dessus de l'isolant de la partie courante, il est isolé en totalité, y compris la face supérieure ; l'isolant est toujours posé en une seule couche ;
- si l'acrotère fait plus de 0,60 m de hauteur au-dessus de l'isolant de partie courante, il est isolé au moins jusqu'à 0,60 m de hauteur, l'isolant est toujours posé en une seule couche.

Au-delà de cette hauteur, si une isolation est réalisée, elle n'est pas nécessairement du ressort de l'entreprise d'étanchéité. L'isolation de la face supérieure de l'acrotère n'a pas d'incidence significative.

L'isolant thermique vertical est mis en œuvre de façon à toujours conserver un compartimentage de l'isolant de partie courante, pour se prémunir des risques d'infiltration accidentels au travers des acrotères.

Pour respecter ce principe de compartimentage, l'isolant thermique vertical contre l'acrotère est :

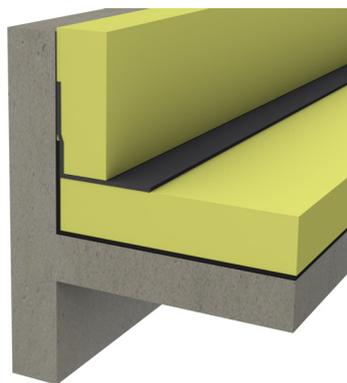
- soit posé directement sur l'élément porteur de la toiture (Figure 2) ;



▲ Figure 2 : Principe de compartimentage n° 1



- soit posé sur le revêtement de partie courante ou sur la première couche d'étanchéité (Figure 3).



▲ Figure 3 : Principe de compartimentage n° 2

Compléments

- L'isolation thermique du relevé seul (face intérieure de l'acrotère), sans isolation de la façade par l'extérieur ne permet pas de diminuer le pont thermique plancher haut/acrotère.
- L'isolation thermique de la façade par l'extérieur seule, est possible avec mise en œuvre de rupteurs thermiques au niveau de la liaison plancher haut/acrotère.
- L'isolation thermique de la façade seule, est à proscrire en raison des chocs thermiques, dans le cas d'un acrotère haut ne surmontant pas un mur de façade en béton armé ou à ossature en béton armé avec maçonnerie de remplissage (Cf. NF DTU 20.12 – CCT – 7.2.4.1.2).
- Le compartimentage obligatoire permet de limiter les conséquences dommageables en cas de blessures accidentelles du relevé d'étanchéité isolé.

5.1.2. • Nature des isolants en relevés

Les isolants thermiques admis sont ceux utilisables en toitures-terrasses. Ils doivent être compatibles avec la destination de la toiture-terrasse.

Comme pour l'isolation thermique de la partie courante des toitures-terrasses, l'isolation des relevés suit les mêmes règles de compatibilité entre les différents produits constituant la paroi (pare-vapeur, colle, isolant, revêtement d'étanchéité) et les différents modes de mise en œuvre.

On distingue :

Les isolants thermiques utilisables en relevé sous feuilles bitumineuses

Tous les isolants admis en partie courante, aptes à recevoir un revêtement soudé à la flamme, également dits isolants soudables : laines minérales (MW) dont laine de verre (MWG) et laine de roche (MWR), perlite expansée (EPB), verre cellulaire (CG).

Tous les isolants en polyuréthane (PUR) et polyisocyanurate (PIR) admis en partie courante et aptes à recevoir un revêtement autoadhésif.

Les isolants thermiques utilisables en relevé sous membrane synthétique

Tous les isolants admis en partie courante sous revêtement d'étanchéité synthétique apparent : laines minérales (MW), dont laine de verre (MWG) et laine de roche (MWR), perlite expansée (EPB), verre cellulaire (CG), polyuréthane (PUR), polyisocyanurate (PIR) et polystyrène expansé (EPS).

Dans le cas d'interposition d'un écran de séparation en partie courante entre l'isolant et le revêtement, cette disposition sera également appliquée en relevé.

Les isolants thermiques utilisables en relevé sur le revêtement d'étanchéité (pose inversée)

Les isolants en polystyrène extrudé (XPS) admis en partie courante.

En relevé, une protection fonction du domaine d'emploi de la toiture ou de l'exposition aux UV peut être intégrée à l'isolant.

5.1.3. • Performances thermiques minimales des isolants en relevés

L'isolation thermique des points singuliers a pour objectif de réduire les ponts thermiques linéaires. Le choix des natures d'isolants et de leur épaisseur détermine la performance définitive de la paroi.

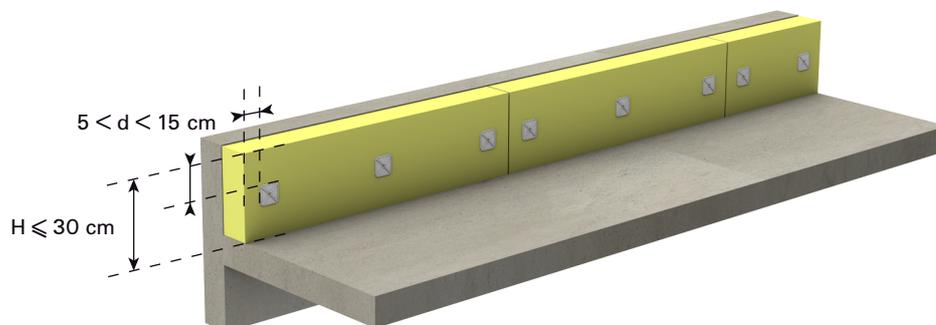
À défaut d'une valeur particulière définie par une étude thermique, une résistance thermique de l'ordre de $R = 2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ est de nature à répondre à l'exigence de réduction des ponts thermiques.

Cette résistance thermique peut être atteinte avec les isolants précités en épaisseurs de 50 à 100 mm suivant leur nature.

Dans le cadre de la réglementation thermique, une étude thermique globale prenant en compte la performance de la façade et de la partie courante en toiture-terrasse doit être établie.



5.1.4. • Rappel du mode de pose selon NF DTU 43.1 pour des panneaux isolants de format 120 cm x 60 cm selon la hauteur du relevé



▲ Figure 4 : Panneau isolant en relevé : hauteur panneau isolant ≤ 30 cm. Une ligne horizontale de fixation par panneau de hauteur ≤ 30 cm. Les fixations sont placées en respectant une distance du bord du panneau comprise entre 5 et 15 cm



▲ Figure 5 : Panneau isolant en relevé : $30 < \text{hauteur} < 60$ cm. Deux lignes horizontales de fixation par panneau de hauteur comprise entre 30 et 60 cm



▲ Figure 6 : Panneau isolant en relevé, hauteur ≥ 60 cm. Trois lignes horizontales de fixation par rangée de panneau

Compléments

Dans le cas des isolants supports d'étanchéité, d'autres dispositions de fixation des panneaux en relevé, par collage, fixation préalable ou pose libre pourront être envisagées par le fabricant et faire l'objet d'une justification technique selon le mode de mise en œuvre, selon la nature de l'isolant, du revêtement d'étanchéité et la destination de la toiture-terrasse.



Dans le cas des isolants posés en inversé, le maintien des panneaux ne doit pas conduire au percement de l'étanchéité. Ils sont maintenus en pied par calage et en tête par des dispositifs de maintien ponctuel sans percer l'étanchéité.

5.1.5. • Solutions techniques par type de revêtement d'étanchéité de relevé

		Destination de la toiture							
		Inaccessible	Technique	Végétalisée	Accessible aux piétons		Accessible aux véhicules	Jardin	Rampe
					Dalles sur plots	Autre protection			
Isolation des relevés		Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Type de revêtement d'étanchéité du relevé	Membrane bitumineuse	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
	Membrane synthétique	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Non
Protection des relevés	Autoprotection apparente	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Non
	Protection dure adhérente (enduit grillagé)	Oui ⁽¹⁾	Oui ⁽¹⁾	Oui ⁽¹⁾	Oui ⁽¹⁾	Oui ⁽¹⁾	Oui ⁽¹⁾	Oui ⁽¹⁾	Oui ⁽¹⁾
	Protection rapportée (écran démontable)	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

(1) sous bandeau saillant

▲ Tableau 1 : Choix des solutions techniques

5.2. • Solutions constructives

5.2.1. • Acrotères des toitures-terrasses inaccessibles avec revêtement apparent, protection meuble ou végétalisée

5.2.1.1. • Acrotères de hauteur < 60 cm au-dessus de l'isolation thermique de partie courante

La hauteur de l'acrotère doit pousser les concepteurs vers des solutions d'isolation thermique pertinentes d'un point de vue de la

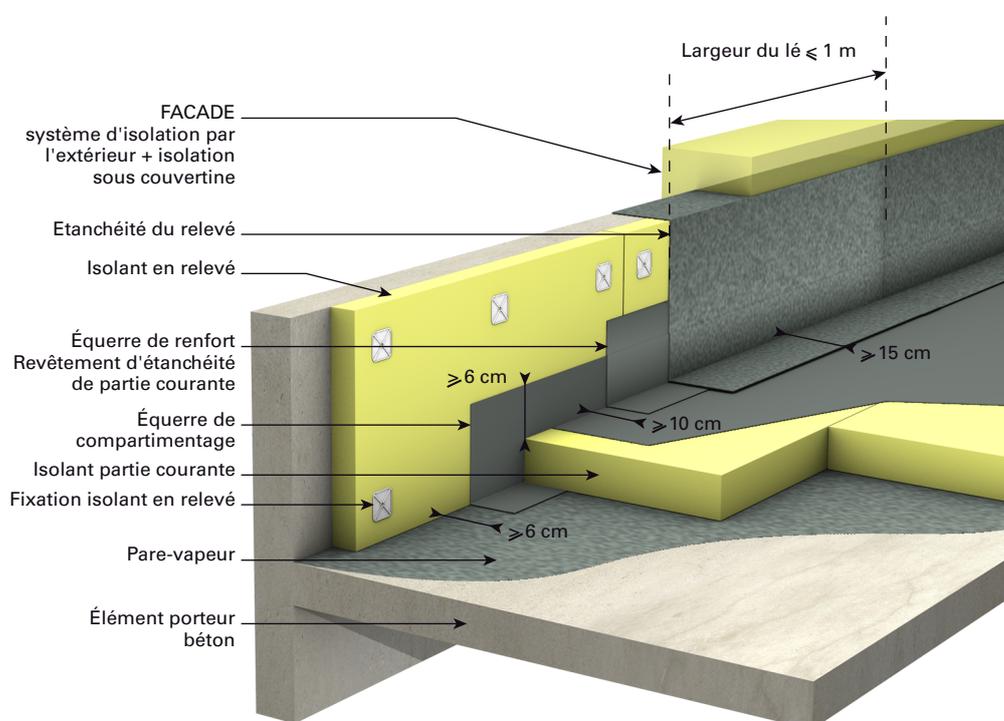


réduction efficace du pont thermique et du respect des principes fondamentaux de mise en œuvre de l'étanchéité.

Dans ce premier paragraphe, la hauteur réduite justifie l'isolation thermique intégrale de l'acrotère. Les solutions décrites ont donc pour objet de définir les modes de raccordement de l'étanchéité et de l'ouvrage de façade isolé par l'extérieur.

Les ouvrages concernés sont généralement les acrotères bas (dont la hauteur au-dessus de la protection de l'étanchéité ne dépasse pas 30 cm). L'épaisseur minimale du gros œuvre de l'acrotère est de 10 cm. Ils sont obligatoirement en béton armé.

Cas des revêtements d'étanchéité bitumineuse / Relevé avec isolant thermique support d'étanchéité



▲ Figure 7 : Schéma de principe d'un relevé isolé avec étanchéité apparente en feuilles bitumineuses. La liaison pare-vapeur/équerre de compartimentage/équerre de renfort ou première couche d'étanchéité permet de séparer l'isolant de la partie courante de celui du relevé

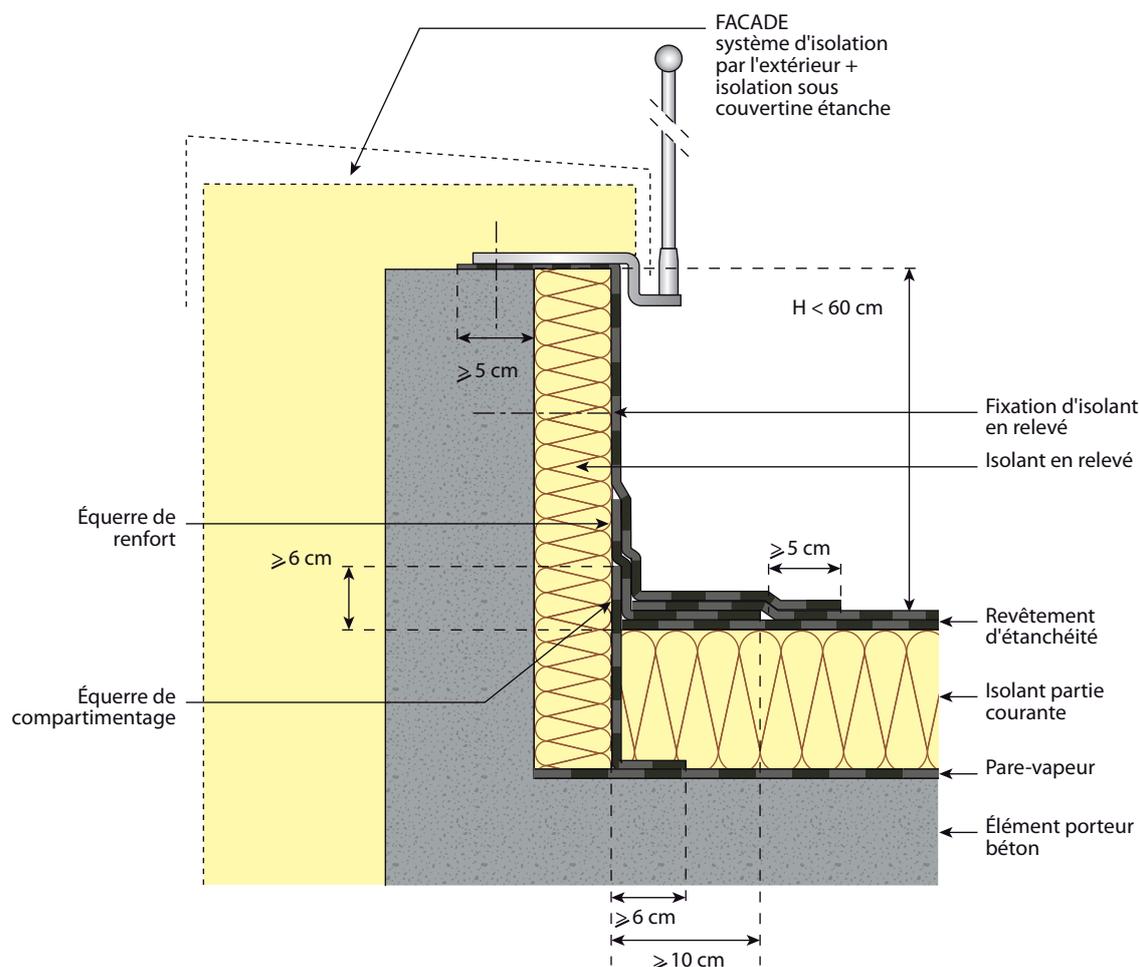
La remontée du pare-vapeur sur isolant avec équerre décrite au § 6.3 du NF DTU 43.1 – Partie 1-1, initialement prévue pour se prémunir des risques d'infiltration au travers des acrotères est conservée afin de créer un compartimentage de l'isolant de partie courante.

L'équerre de compartimentage est réalisée avec une feuille définie dans le NF DTU 43.1 pour la remontée du pare-vapeur. Elle est soudée sur le pare-vapeur en respectant un talon de minimal de 6 cm et est remontée sur l'isolant de relevé en respectant une hauteur égale à l'épaisseur d'isolant en partie courante majorée de 6 cm minimum.

Le revêtement d'étanchéité du relevé est soudé en plein depuis la partie courante en respectant un talon dépassant d'au moins 5 cm celui

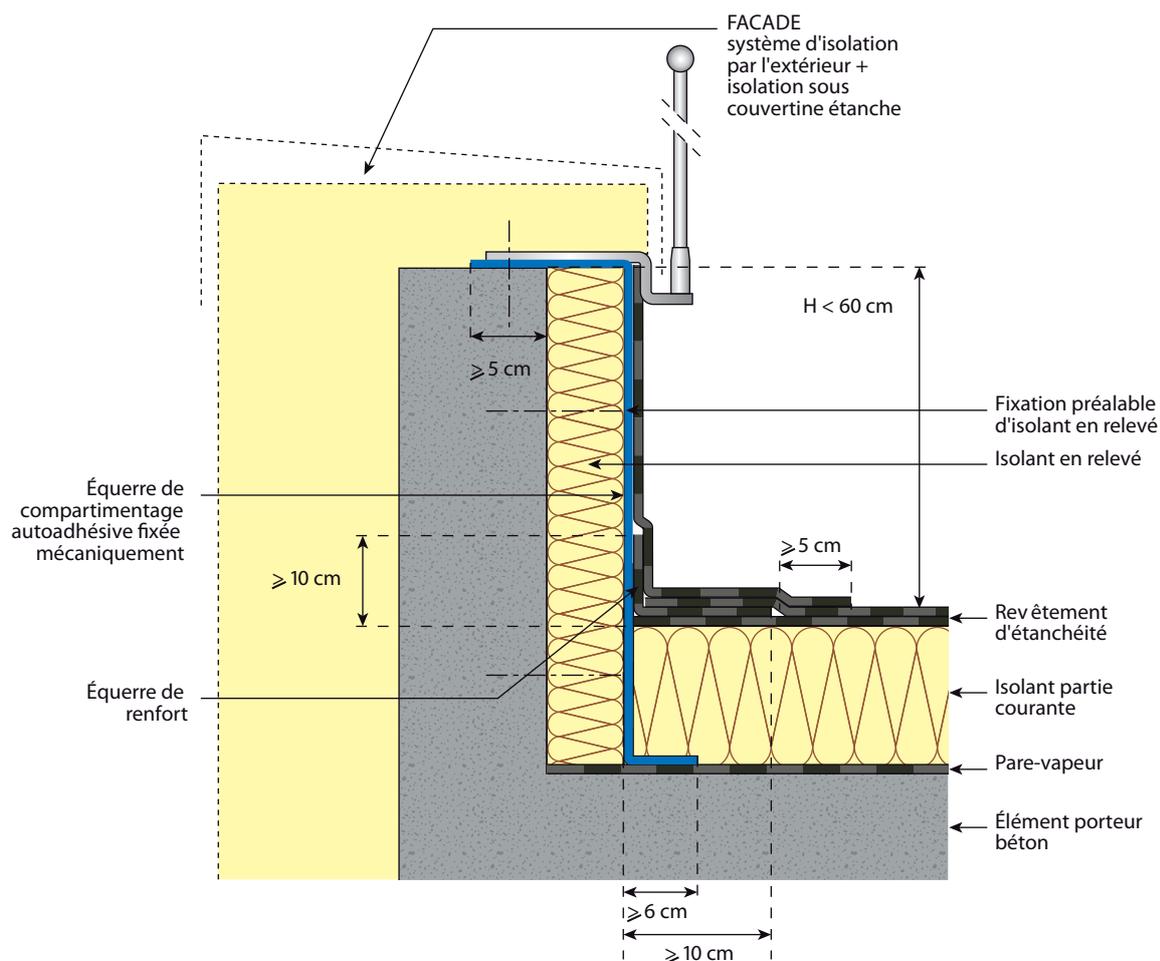


de l'équerre de renfort et jusque sur la face supérieure de l'acrotère avec un retour de 5 cm minimum soudé sur la maçonnerie.



▲ Figure 8 : Coupe sur relevé isolé avec isolant soudable et étanchéité bitumineuse

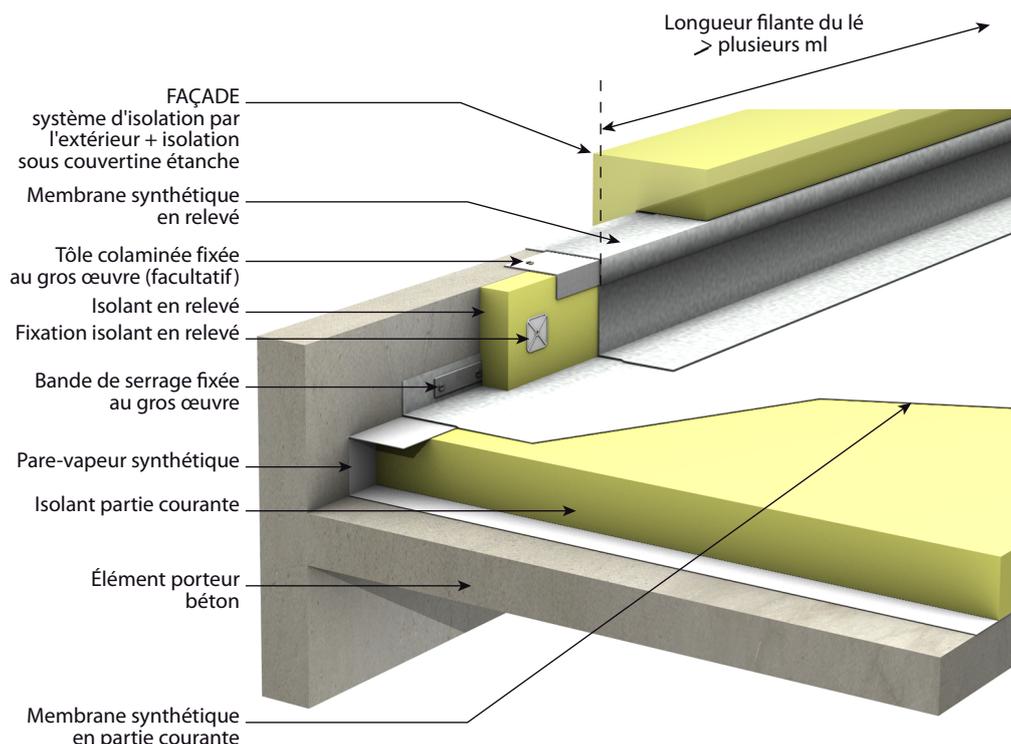
Dans le cas où l'isolant en relevé est en PUR ou PIR, l'équerre de compartimentage est réalisée par une feuille bitumineuse autoadhésive pour permettre la pose du revêtement soudé. Dans ce cas, elle est remontée sur la totalité de l'acrotère jusqu'à sa face supérieure.



▲ Figure 9 : Coupe sur relevé isolé avec isolant (PUR/PIR) apte à recevoir un revêtement d'étanchéité autoadhésif

Cas des revêtements d'étanchéité synthétique / Relevé avec isolant support d'étanchéité

L'isolation thermique du relevé doit être réalisée après l'isolation en partie courante dans la mesure où le pare-vapeur situé sous l'isolant de partie courante doit être liaisonné au revêtement de partie courante sur une largeur minimale de 15 cm.



▲ Figure 10 : Schéma de principe d'un relevé isolé avec étanchéité apparente en membrane synthétique. Le rabat du pare-vapeur sur l'isolant, sous la membrane de partie courante permet de séparer l'isolant de la partie courante de celui du relevé. Les revêtements d'étanchéité synthétique permettent une mise en œuvre des lés parallèlement à l'acrotère

L'isolant vertical contre l'acrotère est posé sur le rabat du pare-vapeur synthétique ou sur le revêtement d'étanchéité synthétique de partie courante.

La pose directement sur l'élément porteur de la toiture n'est pas visée.

Le compartimentage de l'isolant de partie courante est assuré :

- soit dans le cas d'un pare-vapeur synthétique, par le retour de celui-ci sur le dessus de l'isolant de partie courante ;
- soit dans le cas d'un pare-vapeur bitumineux, par une équerre de compartimentage avec talon soudé sur le pare-vapeur et revêtement d'étanchéité de partie courante remonté et fixé sur la remontée de l'équerre de compartimentage.

La membrane est maintenue en pied de relevé par un dispositif adapté, par exemple une bande de serrage métallique fixée mécaniquement sur le gros œuvre.

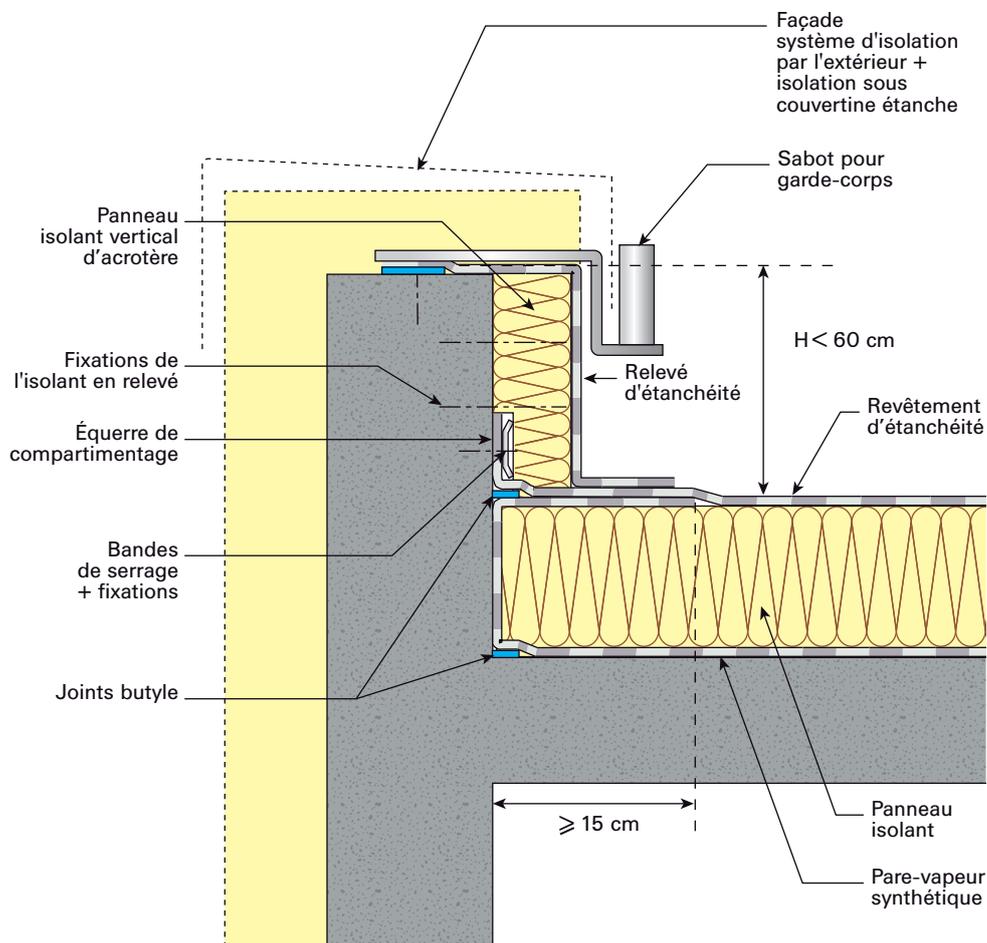
Le Document Technique d'Application du revêtement peut prévoir d'autres dispositions de fixation.

Les panneaux d'isolant de toute nature compatible avec le revêtement sont positionnés et maintenus fixés mécaniquement verticalement contre l'acrotère.

Le revêtement d'étanchéité du relevé est mis en œuvre par soudure à l'air chaud ou collé à froid en pied sur le revêtement de partie courante en respectant un talon de 10 cm dont 3 cm soudés.



Le revêtement d'étanchéité du relevé doit être remonté sur la face supérieure de l'acrotère. La membrane est soudée sur un support apte, par exemple une tôle colaminée préalablement fixée sur la face supérieure de l'acrotère. Un joint d'étanchéité, par exemple une bande butyle, doit être placé entre la tôle et la maçonnerie.

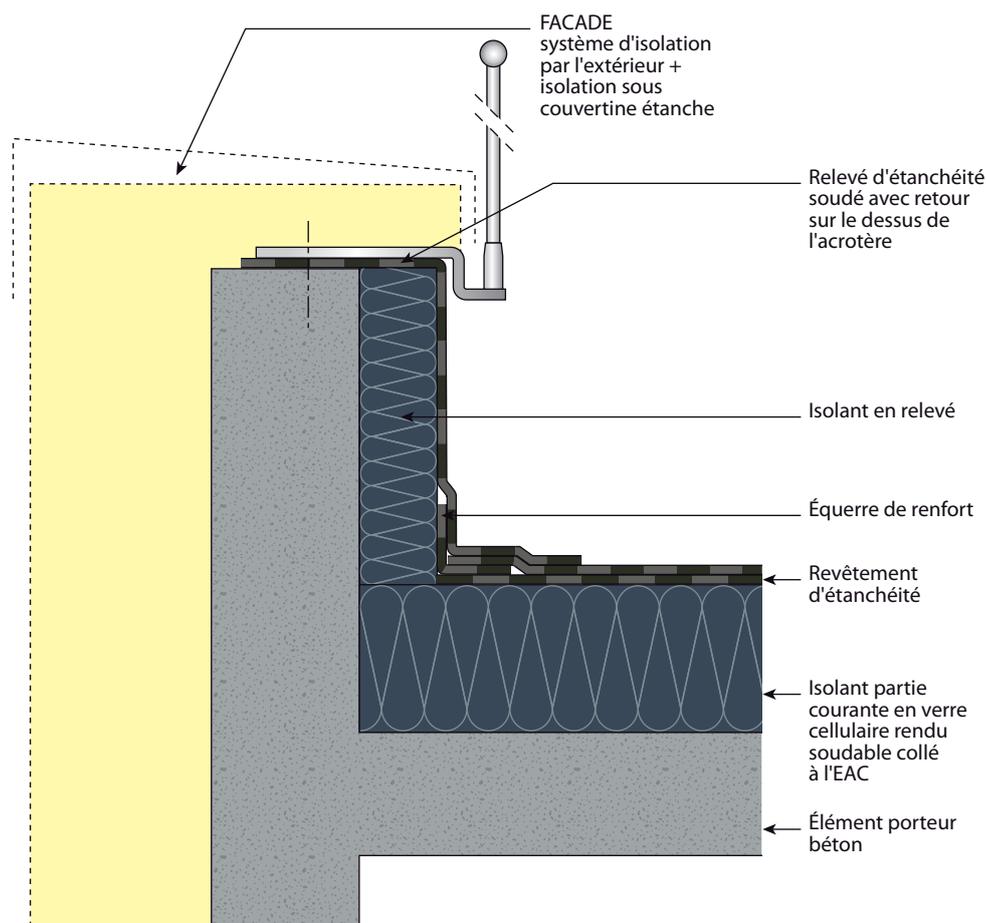


▲ Figure 11 : Coupe sur relevé isolé et étanchéité en membrane synthétique

Cas des isolants en verre cellulaire collés en plein à l'EAC

Les panneaux isolants en verre cellulaire de par leurs spécificités de mise en œuvre, par collage, sont admis sans adoption du principe de compartimentage.

L'isolation thermique verticale du relevé est mise en œuvre directement sur l'isolant de partie courante.



▲ Figure 12 : Coupe sur relevé avec isolation en verre cellulaire

Cas des isolants en polystyrène extrudé posés en isolation inversée

La technique de pose en isolation inversée n'est pas modifiée par les dispositions des présentes Recommandations professionnelles.

En partie courante, il est fréquent d'interposer un non-tissé spécifique entre l'isolant et la protection afin de limiter le ruissellement d'eau au travers de la couche isolante. Ceci permet d'améliorer la performance thermique du complexe d'isolation.

Observation

Au niveau des relevés, le panneau n'étant pas soumis à l'effet de ruissellement des eaux pluviales, la mise en place d'un non-tissé n'est pas requise.

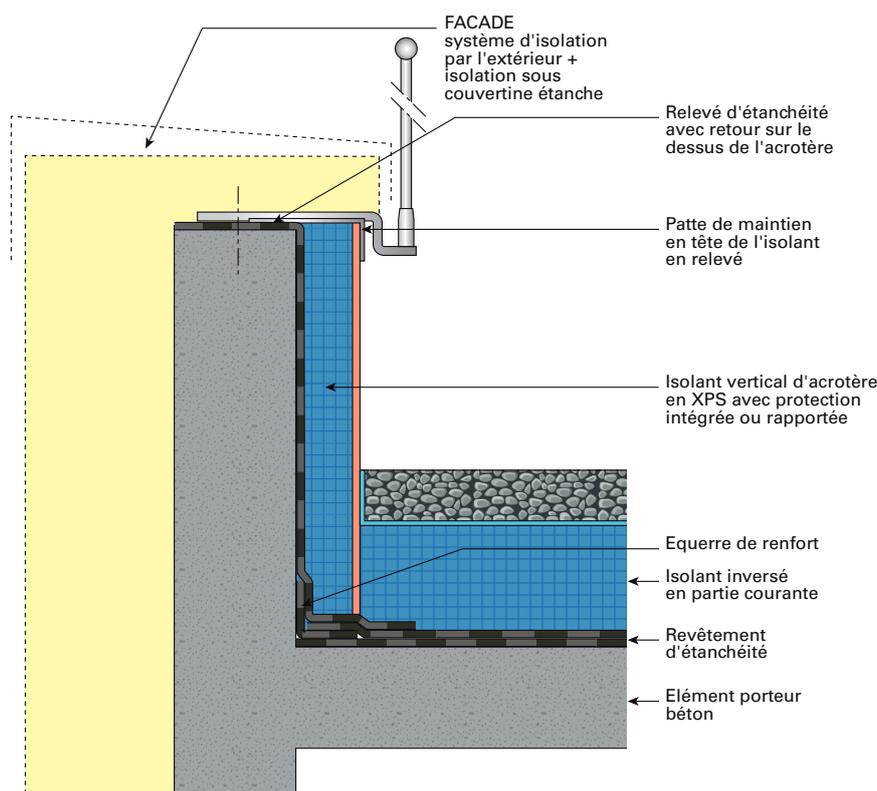
Les panneaux isolants en polystyrène extrudé (XPS) sont mis en œuvre contre le revêtement d'étanchéité. En fonction de la nature chimique du revêtement d'étanchéité, une couche de désolidarisation peut être nécessaire. Il convient de vérifier ce point dans les Documents Techniques d'Application particuliers des procédés.

Une protection (intégrée ou rapportée) de la face extérieure des panneaux en relevé est requise dès lors qu'elle est totalement ou partiellement apparente.



Le maintien du panneau isolant et de sa protection est assuré :

- en tête par un dispositif ponctuel au minimum par panneau (par exemple une patte de dimensions minimales 0,05 m x 0,05 m x [0,10 m + ép. Isolant]) ;
- en pied, par la protection de la partie courante ou par un dispositif ponctuel (au minimum par 2 pattes par panneau par exemple en aluminium de dimensions minimales 0,05 m x 0,05 m x 0,05 m retenues par un plastron soudé sur l'étanchéité).



▲ Figure 13 : Coupe sur relevé avec isolation inversée

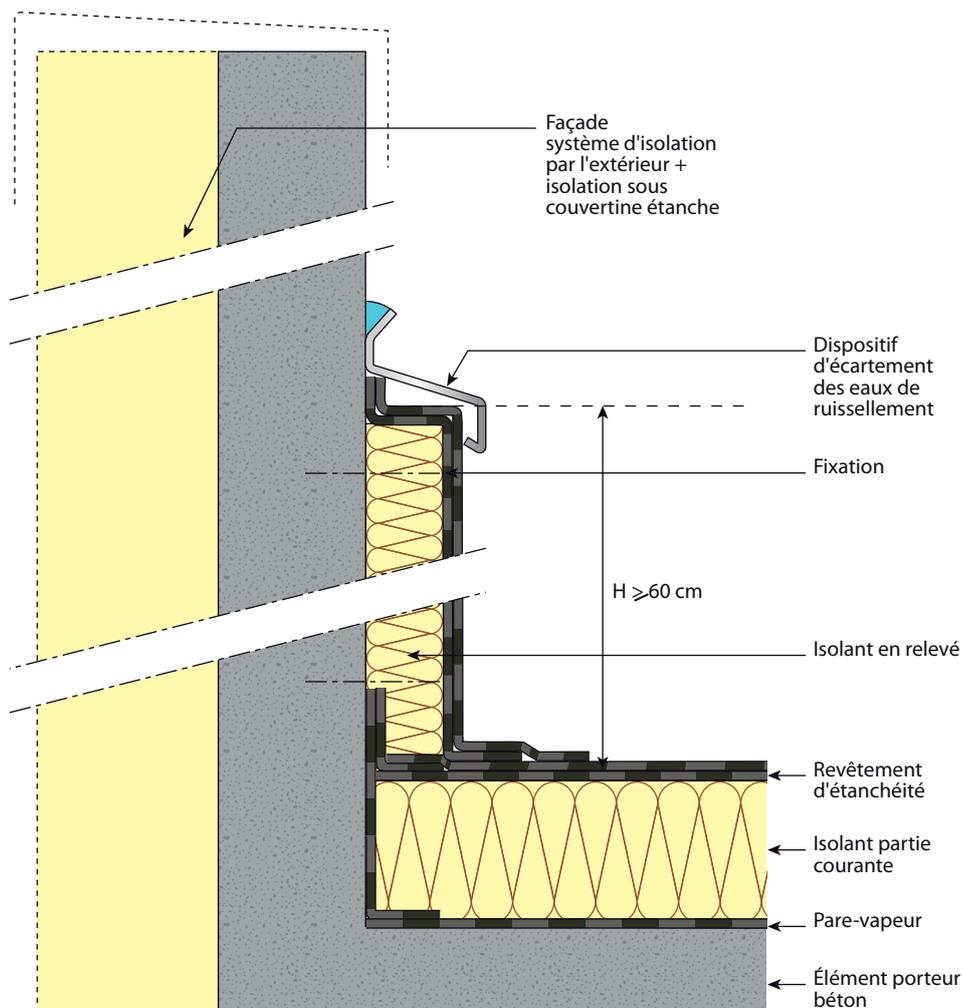
5.2.1.2. • Acrotères de hauteur ≥ 60 cm au-dessus de l'isolation thermique de partie courante

Dans ce second paragraphe, la hauteur de l'acrotère doit toujours pousser les concepteurs vers des solutions d'isolation thermique pertinentes d'un point de vue de la réduction efficace du pont thermique et du respect des principes fondamentaux de mise en œuvre de l'étanchéité.

À la différence du chapitre précédent, l'isolation thermique de l'intégralité de l'acrotère n'est pas requise.



Les dispositifs d'arrêt haut des systèmes d'ITE décrits dans les référentiels techniques des systèmes d'isolation par l'extérieur ne sont pas applicables aux relevés d'étanchéité isolés.



▲ Figure 14 : Coupe sur acrotère isolé. Hauteur ≥ 60 cm

5.2.2. • Acrotères de toitures-terrasses accessibles aux piétons avec protection par dalles sur plots

Dans ce chapitre, le principe de réalisation de l'isolation des relevés est le même que celui adopté pour les toitures-terrasses inaccessibles.

La destination de la toiture-terrace implique de choisir les produits (isolants, complexes d'étanchéité, dispositifs d'écartement des eaux de ruissellement, protections...) ayant des caractéristiques adaptées à une utilisation en terrasses accessibles aux piétons.

Les solutions décrites ont pour but de définir les dispositions à adopter pour assurer la protection mécanique des relevés d'étanchéité visibles et du dispositif visant à écarter les eaux de ruissellement de la tête du relevé d'étanchéité.



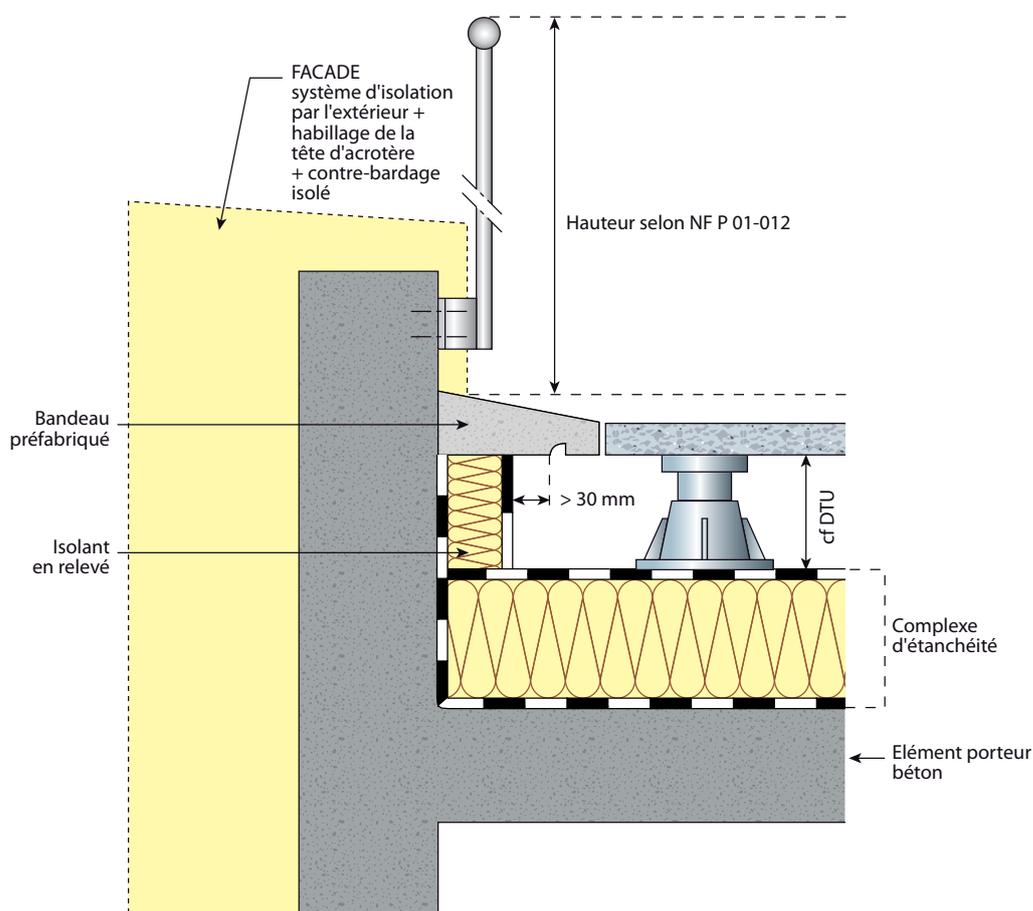
De par l'incidence de l'épaisseur de l'isolation nécessaire en relevé, la solution traditionnelle définie par les NF DTU 43.1 et NF DTU 20.12 consistant à réaliser une engravure dans la paroi verticale n'est plus adaptée et conduirait à une épaisseur totale de gros œuvre excessive.

Les solutions décrites par le NF DTU 43.1, partie 1-1, paragraphes 7.1.4.3 et 7.1.4.4, ne sont pas modifiées par les présentes Recommandations professionnelles.

La protection des relevés des toitures-terrasses accessibles aux piétons (hors jardins) peut être réalisée par :

- une protection dure des relevés constituée d'un enduit en mortier dosé à 400 kg environ de ciment par mètre cube de sable sec lorsque le niveau fini de la protection est au-dessous du relevé d'étanchéité. L'épaisseur de protection minimale est de 3 cm pour les relevés de hauteur ≤ 40 cm et de 5 cm pour les hauteurs > 40 cm, dans le cas d'isolant support d'étanchéité ;
- une protection rapportée par un écran continu, rapporté, démontable dans la hauteur du relevé, fixée au-dessus du relevé, dans le cas d'isolant support d'étanchéité et d'isolant inversé.

L'isolation thermique des relevés est placée sous le bandeau filant en veillant à respecter la goutte d'eau.



▲ Figure 15 : Coupe sur acrotère isolé en totalité – Exemple d'une toiture-terrace accessible aux piétons avec protection par dalles sur plots



Comme le prévoit le NF DTU 20.12, la dimension du dispositif d'écartement des eaux de ruissellement, ici un bandeau préfabriqué en béton, doit tenir compte de l'épaisseur de l'isolant thermique vertical disposé en relevé, majorée de 30 mm au droit de la goutte d'eau.

Dans le cas d'acrotère de hauteur inférieure à 60 cm entre le dessus de l'isolant de partie courante et la face supérieure de l'acrotère et en présence d'une isolation thermique par l'extérieur, il convient d'isoler thermiquement l'acrotère sur toutes ses faces y compris la face supérieure et la face intérieure au-dessus du bandeau.

Compléments

Des solutions innovantes, sous réserve d'une évaluation particulière, consistent à concevoir des bandeaux en béton isolant afin de réduire l'impact du pont thermique linéique du bandeau.

Observation

L'isolation thermique au-dessus du bandeau ne faisant pas partie de l'ouvrage d'étanchéité est en général définie par le système d'isolation par l'extérieur.



En présence d'une isolation thermique verticale en relevé, le dispositif d'écartement des eaux de ruissellement (bande de solin spécifique ou bandeau préfabriqué) peut constituer une zone de stationnement précaire.

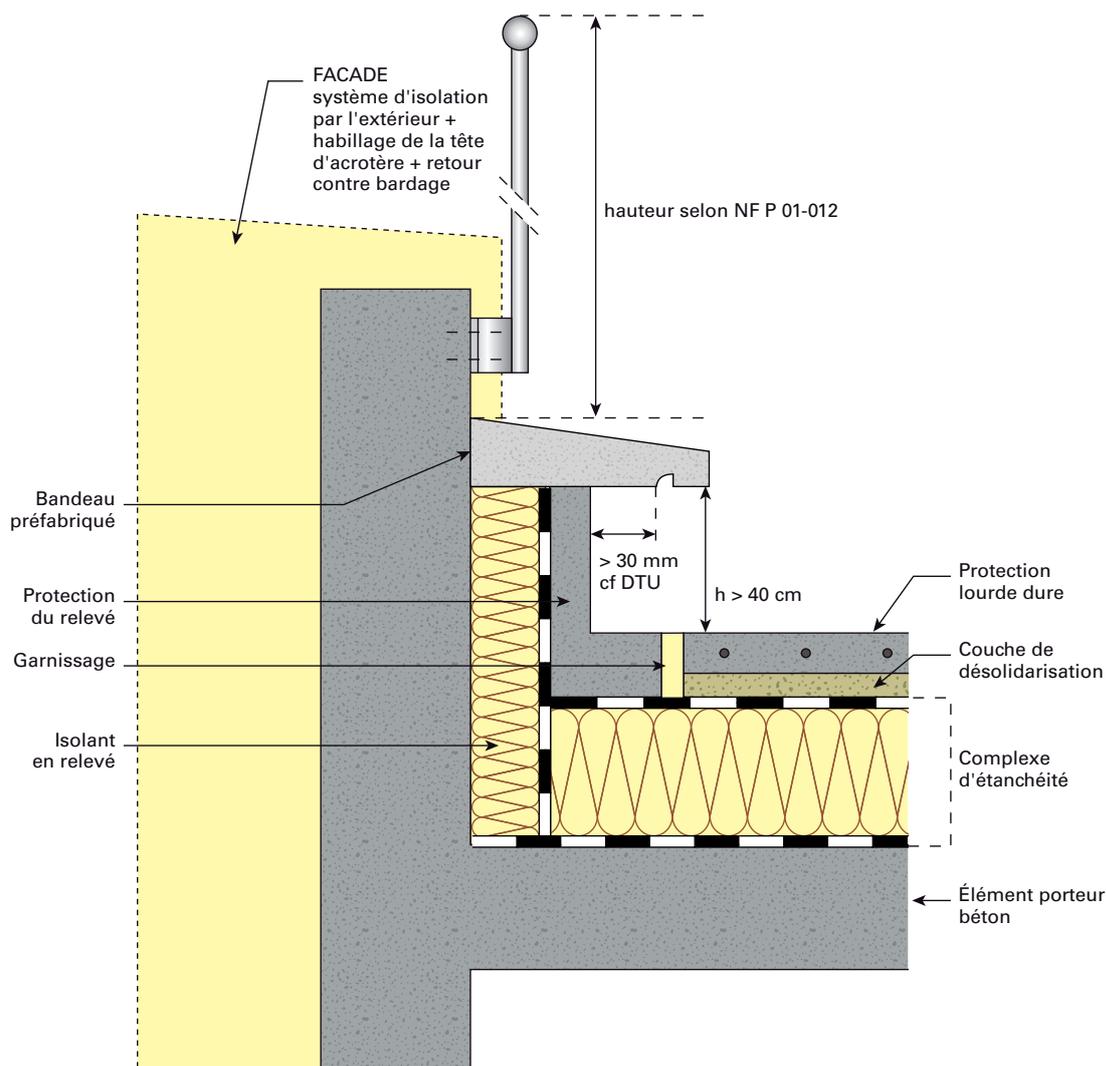
5.2.3. • Acrotères de toitures-terrasses accessibles aux véhicules avec protection lourde dure

Seuls sont visés les revêtements d'étanchéité bitume ou asphalte ou mixte.

L'aménagement contre les relevés des toitures-terrasses accessibles aux véhicules est décrit au paragraphe 7.1.4 de la partie du NF DTU 43.1. Les protections de l'isolation thermique de ces relevés de toitures-terrasses accessibles sont du type protection dure en parement dur rapporté ou écran démontable.

L'autoprotection est exclue.

Dans le cas de hauteur de relevé supérieure à 40 cm, la solution enduit en mortier de 5 cm armé d'un métal déployé fixé au support par 3 fixations/ml définie dans le NF DTU 43.1 est possible.



▲ Figure 16 : Coupe sur acrotère isolé en totalité – Toitures-terrasses accessibles aux véhicules. Exemple avec une protection lourde dure



En présence d'une isolation thermique verticale en relevé, le dispositif d'écartement des eaux de ruissellement (bande de solin ou bandeau préfabriqué) peut constituer une zone de stationnement précaire.

5.2.4. • Acrotères de toitures-terrasses jardins

Ce paragraphe a pour but de présenter les solutions d'isolation thermique des relevés d'étanchéité des toitures-terrasses jardins. La hauteur de terre implique des choix particuliers concernant la conception et la mise en œuvre de cette isolation thermique, qui ne peut être que selon la technique de l'isolation inversée.

Deux configurations principales sont envisageables, fonction des deux contraintes essentielles de réduction du pont thermique (hauteur d'isolation conseillée de 60 cm) et de respect des principes

fondamentaux de conception des terrasses jardins (épaisseur de terre minimale de 30 cm) :

- 1^{re} configuration proposée : l'isolant thermique vertical en relevé dépasse le niveau fini de la terre végétale, une protection mécanique et aux UV est nécessaire ; c'est le cas des terrasses avec une faible hauteur de terre ;
- 2^e configuration proposée : l'isolant thermique vertical en relevé est complètement enterré ; c'est le cas des hauteurs de terre importantes.

Considérant que la terre participe au maintien définitif de l'isolant thermique inversé en paroi verticale, la mise en œuvre de celui-ci est réalisée sans fixation afin de ne pas percer le revêtement d'étanchéité.

Dans le cas d'une isolation inversée en partie courante

L'isolation en relevé est posée avant l'isolation en partie courante. L'isolant inversé en partie courante participe au blocage des panneaux en relevé avant la mise en place de la terre végétale.

Dans le cas d'une isolation support d'étanchéité en partie courante

L'isolation en relevé est posée sur le revêtement d'étanchéité. L'isolant inversé en relevé est positionné par collage par plot au préalable. Le maintien définitif des panneaux est assuré par la protection jardin.

5.2.4.1. • Cas des faibles épaisseurs de terre (sans être inférieures à 30 cm)

L'isolation des relevés de parois verticales des terrasses et toitures jardins est conforme au NF DTU 43.1.

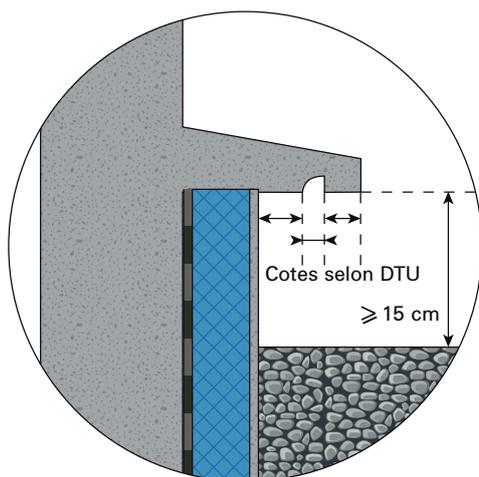
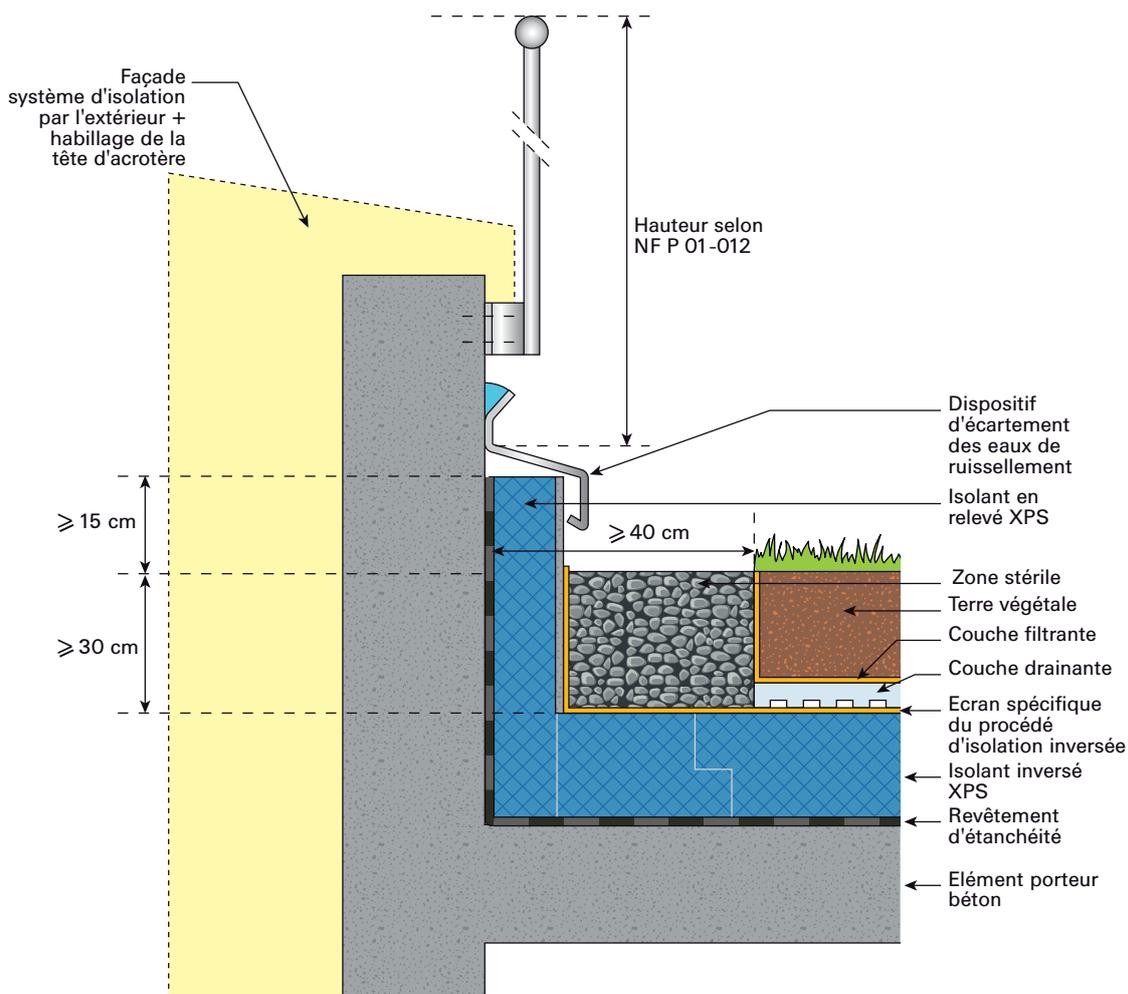
Le relevé d'étanchéité doit dépasser de 15 cm minimum le niveau fini du sol de la zone stérile ou de la terre.

L'isolant en relevé de hauteur nominale de 60 cm doit être protégé sur ses faces apparentes par une protection dure.

Cette protection peut être rapportée sur chantier ou intégrée au panneau en usine pour les panneaux bénéficiant d'un Document Technique d'Application ou Avis Technique validant cet emploi.

La protection de la tête du relevé contre les eaux de ruissellement et de la tranche supérieure de l'isolant peut être réalisée soit :

- par une bande de solin métallique pour relevés d'étanchéité isolés thermiquement bénéficiant d'un Avis Technique pour l'emploi considéré ;
- par un bandeau préfabriqué rapporté compatible avec des relevés d'étanchéité isolés thermiquement bénéficiant d'un Avis Technique favorable pour l'emploi considéré.



▲ Figure 17 : Coupe sur relevé isolé thermiquement – Toitures et terrasses jardins.
Hauteur de terre < Hauteur isolant de relevé. L'isolant de relevé est visible, il doit donc être protégé

Dans le cas des revêtements d'étanchéité en membranes synthétiques, les dispositions de réalisation du relevé sont décrites dans le Document Technique d'Application du revêtement. Elles consistent par exemple :

- dans le cas des bandeaux préfabriqués en béton, à fixer au préalable sous le becquet filant, une tôle colaminée apte à recevoir le revêtement soudé à l'air chaud ;
- dans le cas de bandes de solin pour relevés isolés thermiquement : à fixer le revêtement en tête par une bande de serrage et à assurer sa protection par la bande de solin.

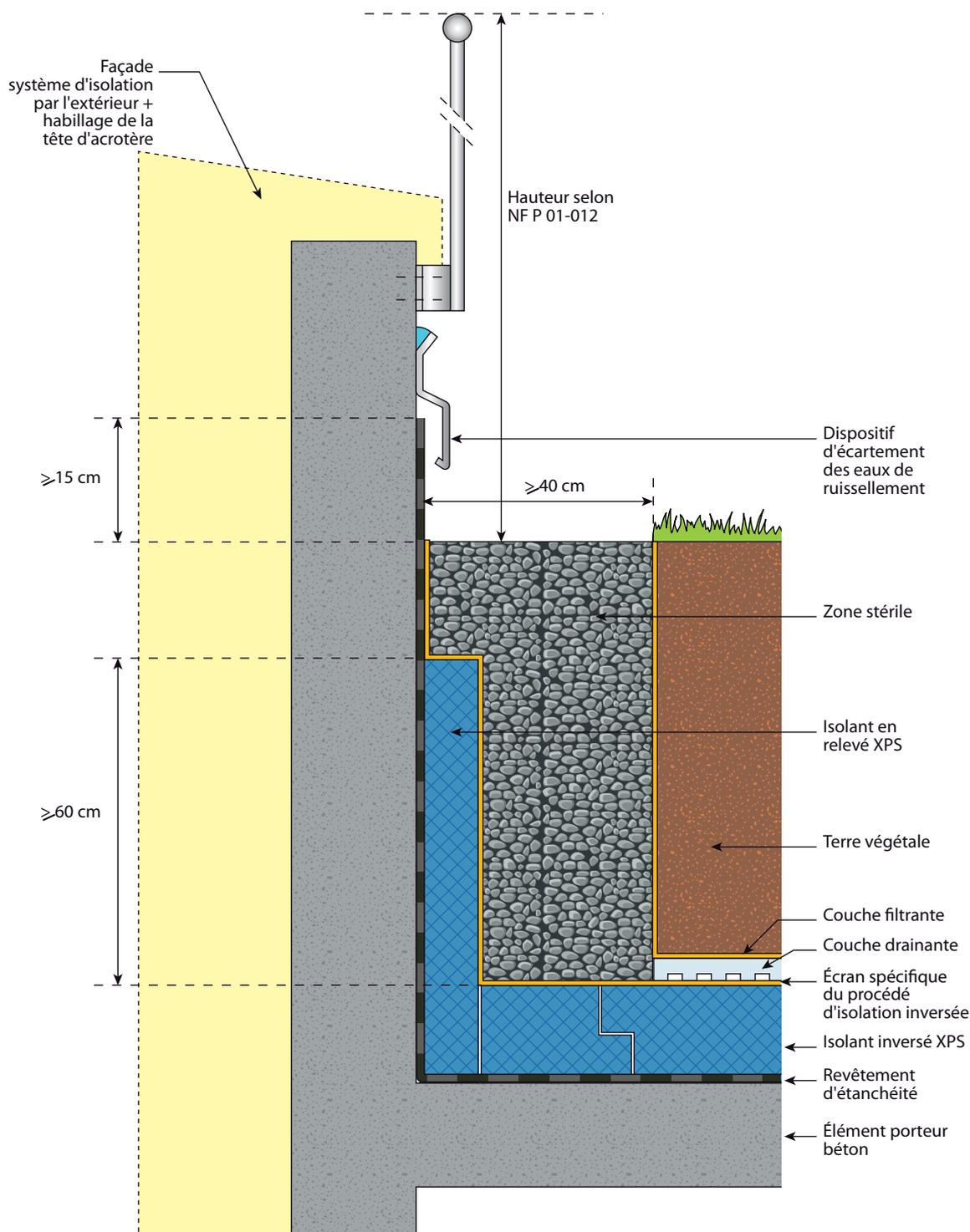
5.2.4.2. • Cas des fortes épaisseurs de terre

L'isolation thermique des relevés de parois verticales des toitures et terrasses jardins est conforme au NF DTU 43.1.

L'isolant thermique en relevé de hauteur nominale de 60 cm complètement enterré ne nécessite pas de protection particulière.

Le relevé d'étanchéité doit dépasser de 15 cm minimum le niveau fini du sol de la zone stérile ou de la terre et être surmonté d'une bande de solin ou d'un bandeau préfabriqué dont l'Avis Technique vise son emploi en terrasse jardin. Ce dispositif assure l'écartement des eaux de ruissellement ou de rejaillement du relevé.





▲ Figure 18 : Coupe sur relevé isolé thermiquement – Toitures et terrasses jardins. Hauteur de terre > Hauteur isolant de relevé. L'isolant en relevé est totalement enterré, aucune protection n'est requise

5.2.4.3. • Cas des toitures et terrasses dont la zone plantée est de surface inférieure à 100 m² au sens du NF DTU 43.1, Annexe B

La mise en place de plaques drainantes en polystyrène moulé et d'une couche filtrante visée pour cet emploi dans un Avis Technique est réalisée contre l'isolant thermique de relevé.

Dans ce cas, la zone stérile n'est pas requise.

Observation

D'un point de vue isolation thermique des relevés, les toitures et terrasses végétalisées sont traitées comme les terrasses inaccessibles avec protection lourde meuble. Les principes de conception et de mise en œuvre des toitures-terrasses végétalisées sont définis dans les Règles professionnelles TTV ainsi que dans les Avis Techniques particuliers des procédés.

5.3. • Raccordement du relevé d'étanchéité isolé en pied de façade isolée par l'extérieur

Le référentiel technique NF DTU 43.1 prévoit une hauteur de relevé minimale au-dessus du niveau de l'étanchéité ou du niveau de protection finie en partie courante.

Une coordination doit être assurée entre l'entreprise d'étanchéité et celle chargée des travaux d'ITE.

Les solutions conduisant à réduire l'épaisseur d'isolant en partie courante en pied de façade sont à proscrire.

L'isolation thermique en relevé de pied de façade est placée contre la paroi et maintenue par collage au support ou par fixation mécanique préalable.

L'isolation thermique en partie courante des toitures-terrasses est mise en œuvre selon les dispositions du Document Technique d'Application de l'isolant non porteur support d'étanchéité.

Le revêtement d'étanchéité bitumineux ou synthétique en partie courante est mis en œuvre selon les dispositions des Documents Techniques d'Application du revêtement.

En pied de façade, le relevé d'étanchéité est réalisé sur l'isolant thermique en relevé, avec un retour sur la maçonnerie.

La réalisation du relevé isolé est définie dans les chapitres précédents du présent document.

Le revêtement d'étanchéité est remonté sur le mur de façade (support du gros œuvre).



Les systèmes d'isolation thermique par l'extérieur ne doivent en aucun cas percer l'étanchéité.

En pied de façade donnant sur une terrasse, dès lors que la façade sera isolée par l'extérieur, en pied de façade, un dispositif provisoire d'écartement des eaux de ruissellement est mis en œuvre en tête de relevé et peut être constitué de :

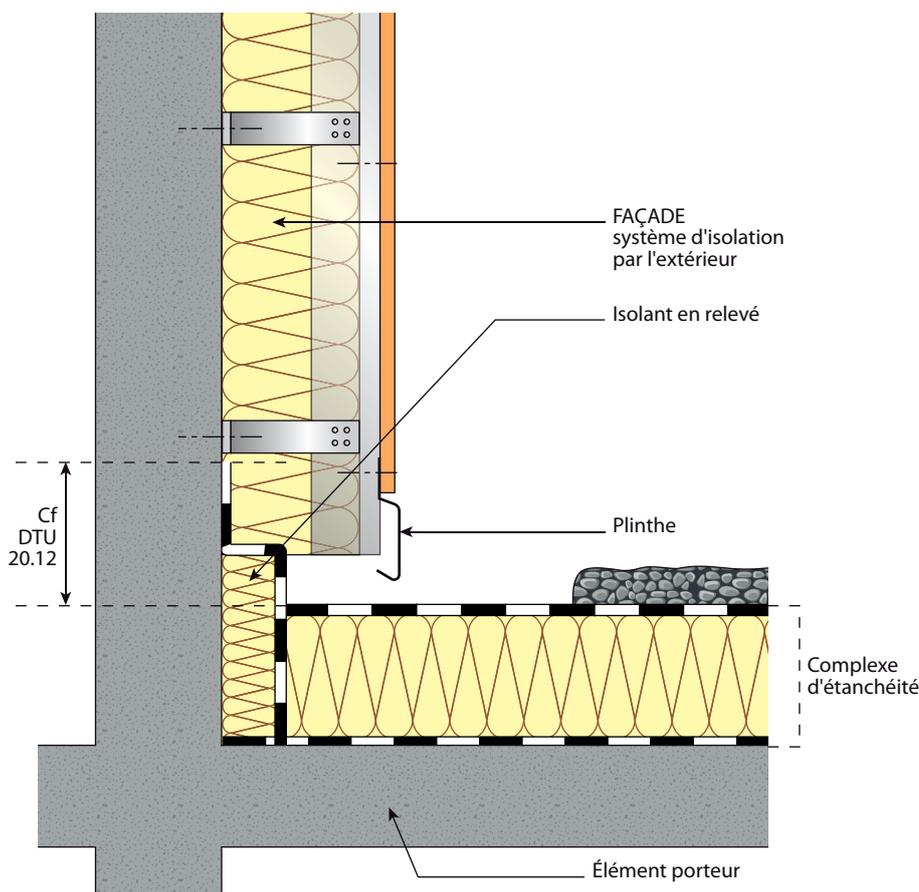
- feuille d'étanchéité bitumineuse ;
- bande de solin ;
- système d'étanchéité liquide.



Observation

À défaut d'une isolation thermique par l'extérieur, seuls les dispositifs d'écartement des eaux de ruissellement tels que bandes de solin ou bandeaux préfabriqués en béton sont admis.

Les dispositifs de rejet d'eau du système de façade sont obligatoires et assurent l'écartement des eaux de ruissellement définitif.



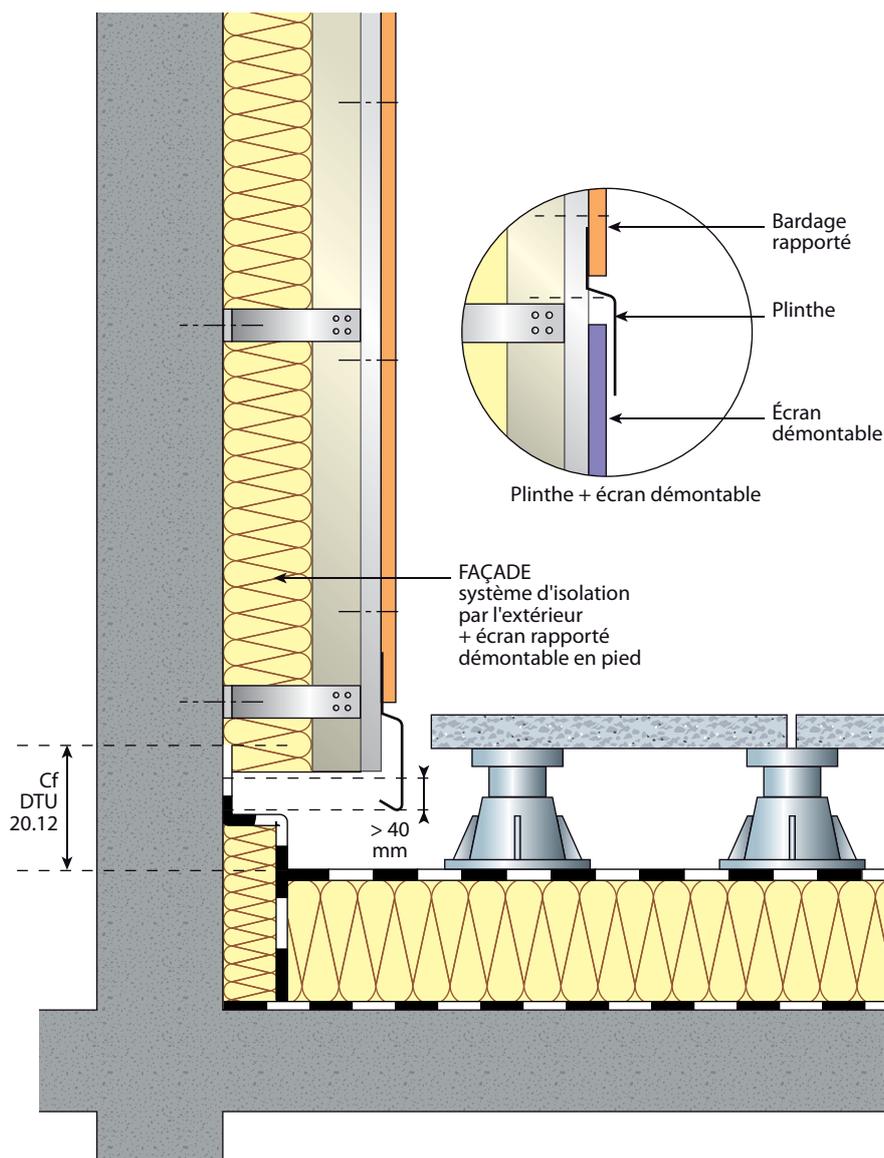
▲ Figure 19 : Coupe en pied de façade isolée par l'extérieur donnant sur terrasse inaccessible – Exemple de solution

Dans le cas des toitures-terrasses accessibles aux piétons, la protection du complexe d'étanchéité du relevé est assurée par une plinthe ou un écran démontable en pied de façade fixé sur l'ossature de bardage au-dessus du relevé d'étanchéité.

À défaut d'un écran démontable spécifique, le premier rang de parement de bardage rapporté assure la protection du relevé isolé et sera démontable facilement par l'entreprise d'étanchéité afin d'assurer l'entretien ou la réfection des relevés.

Observation

La lame d'air ventilée du bardage rapporté, entre l'isolant et le parement de bardage rapporté, doit être conservée.



▲ Figure 20 : Coupe en pied de façade isolée par l'extérieur donnant sur une toiture-terrasse accessible aux piétons avec écran démontable



Dans le cas d'un raccordement sur un système d'isolation thermique sous enduit, le rail de départ du système d'isolation thermique par l'extérieur sous enduit sera fixé au-dessus du relevé.

Compléments

Les dispositions relatives à la réglementation sécurité incendie vis-à-vis des risques incendie doivent satisfaire aux lois et règlements en vigueur. Les dispositions à considérer pour les toitures-terrasses à éléments porteurs en maçonnerie ont trait à la tenue au feu venant de l'extérieur et de l'intérieur.

Vis-à-vis du feu venant de l'extérieur : le comportement au feu des toitures mises en œuvre sous une protection lourde conformes à celles de l'arrêté du 14 février 2003 satisfait aux exigences vis-à-vis du feu extérieur (art. 5 de l'arrêté du 14 février 2003). Les procédés avec d'autres protections rapportées doivent faire l'objet de classement particulier délivré par un organisme notifié.



Le classement de tenue au feu des matériaux composant l'ouvrage (isolation, revêtements d'étanchéité, protection) lorsqu'ils sont soumis au marquage CE doit faire l'objet d'un classement Euroclasse selon la norme 13501-1 ou indiquer la mention « Euroclasse F » ou « performance non déterminée » dans leur Déclaration de performances.

Vis-à-vis du feu intérieur : les dispositions réglementaires à considérer sont fonction de la destination des locaux, de la nature et du classement de réaction au feu de l'isolant et de son support.

Vis-à-vis d'un feu de façade : les dispositions réglementaires à considérer sont fonction de la destination des locaux, de la nature et du classement de réaction au feu des composants de la façade.

5.4. • Étanchéité et isolation thermique des retombées sur parois enterrées

Les ouvrages concernés sont les jonctions entre toitures-terrasses en rez-de-chaussée, et les parois enterrées avec revêtement d'étanchéité.

Les parois enterrées à considérer sont celles bordant des locaux pour lesquels, conformément au NF DTU 20.1, aucune trace d'humidité n'est acceptée sur la face intérieure de leurs parois (locaux habitables en sous-sol). Ce sont les murs de catégorie 1 tels que définis dans ce DTU.

Observation

Les ouvrages de cuvelage ne sont pas visés.

La mise en œuvre du complexe d'étanchéité et de l'isolant de la paroi verticale est réalisée conformément aux Recommandations professionnelles n° 2 de la CSFE : « L'isolation thermique par l'extérieur des parois enterrées avec revêtement d'étanchéité ». Seules sont visées les parois verticales enterrées avec étanchéité adhérente à la paroi et avec isolation thermique positionnée entre l'étanchéité et le terrain. L'étanchéité est ainsi mieux protégée des contraintes mécaniques dues aux remblais.

Selon la nature du terrain, la paroi verticale comporte ou non un système de drainage et/ou une protection mécanique complémentaire.

La mise en œuvre de l'isolation thermique et du complexe d'étanchéité de la toiture-terrasse doit respecter les dispositions du NF DTU 43.1 et des DTA de l'isolant thermique et du revêtement d'étanchéité, selon la destination.

Le principe de récupération et/ou d'évacuation des eaux pluviales et la pente de la terrasse ont une incidence sur les conditions de drainage de la paroi verticale, indépendamment de l'exigence de drainage liée à la nature du terrain.

Cas des toitures sans pente et avec pente en direction de la paroi enterrée

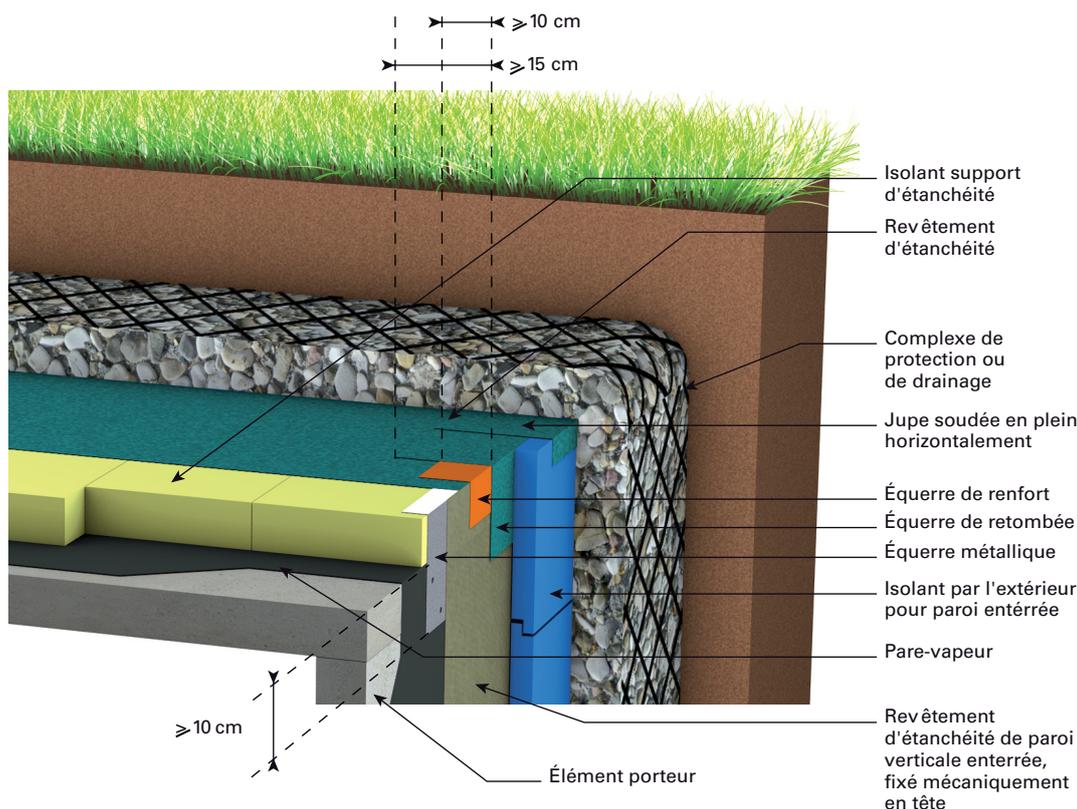
La toiture peut ne pas comporter d'entrées d'eaux pluviales (EEP) si tout point de la terrasse se trouve à moins de 30 m (20 m dans le cas de protection par dalles sur plots) de la paroi enterrée. La paroi verticale doit, dans ce cas, comporter un système de drainage.

Cas des toitures avec pente dans la direction opposée à la paroi enterrée

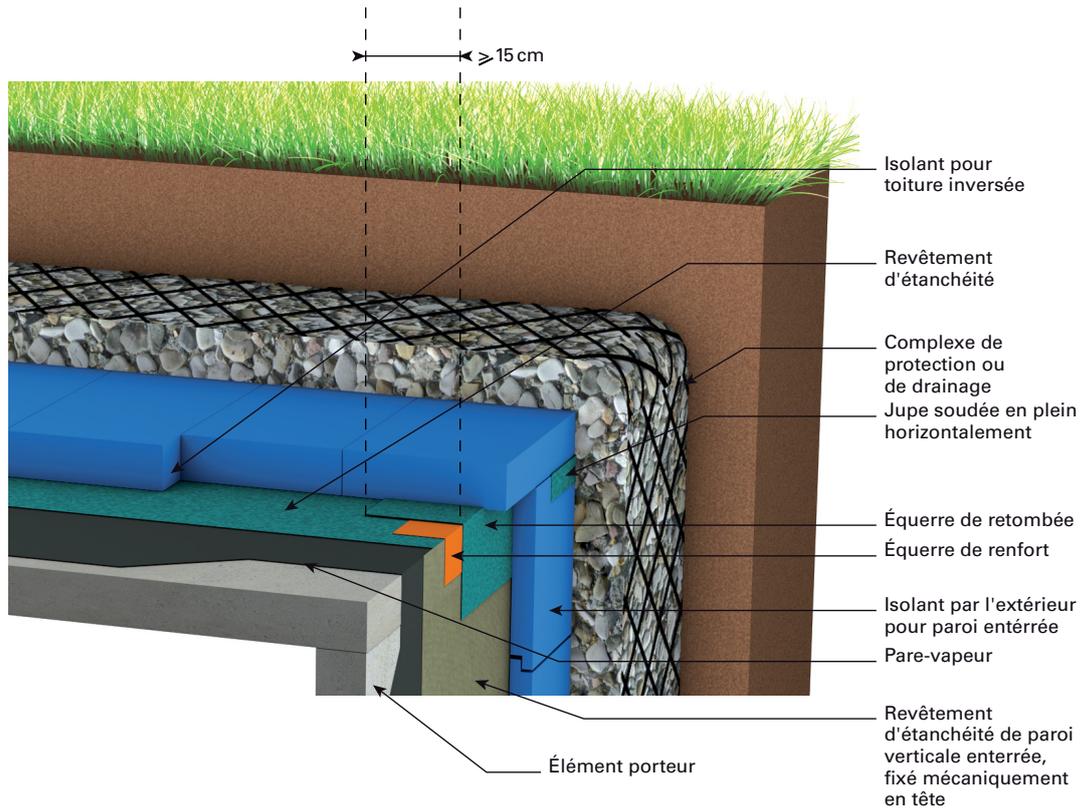
Dans ce cas, les EEP sont obligatoires.

Particularités de la mise en œuvre

Une jupe, de même constitution que la 2^e couche du complexe d'étanchéité de partie courante de la terrasse, soudée en plein horizontalement et laissée libre verticalement, vient recouvrir la tête de l'isolant de la paroi enterrée, afin d'éviter que l'eau de la terrasse ne s'infilte et/ou que divers gravats tombent derrière l'isolant.



▲ Figure 21 : Principe d'isolation thermique des parois en retombées sur paroi enterrée isolée – Isolant support d'étanchéité en toiture



▲ Figure 22 : Principe d'isolation thermique des parois en retombées sur paroi enterrée isolée – Isolant inversé en toiture

Complément

Les solutions particulières de conception sont définies dans les Recommandations professionnelles n° 5 de la CSFE.



Ouvrages particuliers, dispositions spécifiques d'isolation thermique

6



6.1. • Étanchéité et isolation thermique des joints de gros œuvre

Les ouvrages concernés sont les joints de dilatation des toitures terrasses en éléments porteurs en maçonnerie définis dans le NF DTU 20.12 :

- joints saillants courants ;
- joints plats surélevés ;
- joints plats.



Sont interdits : les joints dans les chéneaux, caniveaux, noues, au droit des EEP, poteaux, etc.

6.1.1. • Isolation thermique des joints sur costières en maçonnerie

Le NF DTU 20.12 prévoit que les costières de joints de dilatation soient revêtues par une isolation thermique sans décrire de solution. Les présentes Recommandations professionnelles ont pour objectif de définir quelques unes des solutions techniques envisageables pour réduire le pont thermique dû aux joints de dilatation.

Les solutions de réalisations de joints de dilatation sont décrites dans les Documents Techniques d'Application du revêtement ou des Avis Techniques de système de joints de gros œuvre.

Les isolants thermiques admis rapportés en relevé sur la costière sont les panneaux isolants dont le Document Technique d'Application vise la pose en relevé d'acrotère.



Les dispositions particulières du système de joints de dilatation sous Avis Technique peuvent prévoir la réalisation d'un chanfrein d'au moins $0,03 \text{ m} \times 0,03 \text{ m}$ sur l'arête supérieure de la costière ou dans l'isolant.

Cas proposé avec isolation inversée sur costière

L'isolation thermique de la face supérieure de la costière est réalisée en pose inversée collée sur le revêtement d'étanchéité avec une colle compatible. En conséquence, un dispositif rapporté amovible doit assurer la protection et le lestage de cet isolant.

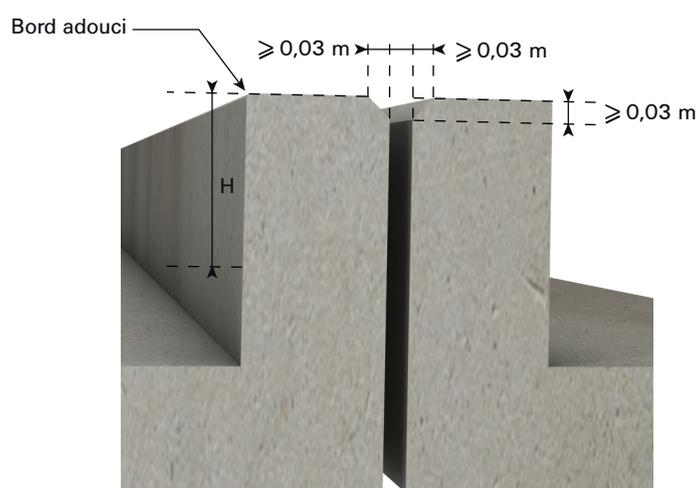
La retombée verticale de ce dispositif est au moins égale à l'épaisseur d'isolant inversé majorée de 4 cm et assure la protection de la tranche de cet isolant.

L'isolation thermique de la face verticale de la costière est réalisée avec un isolant thermique support d'étanchéité posé libre contre la costière.

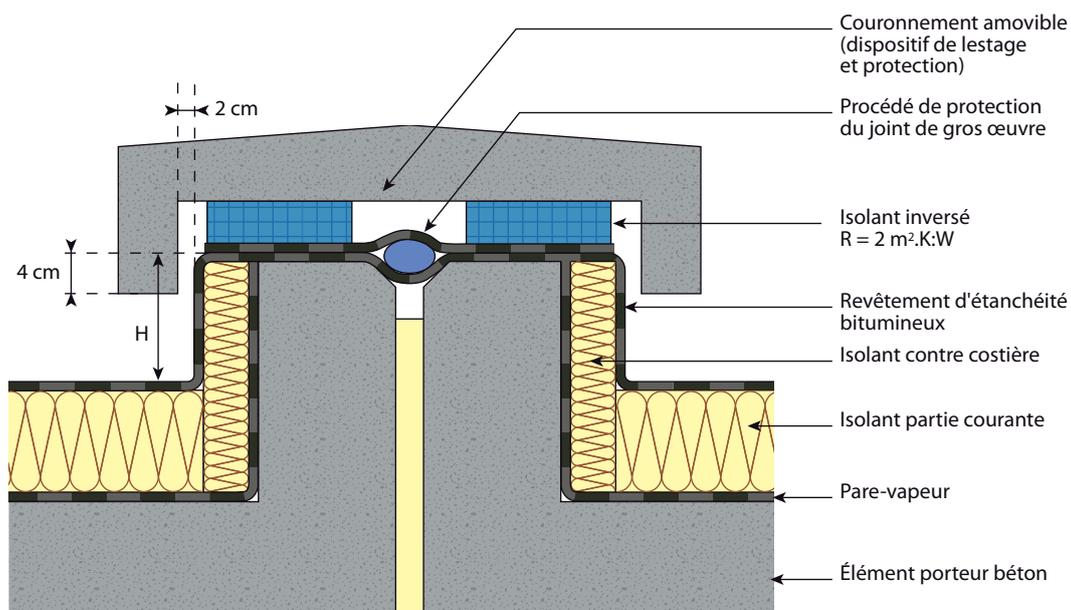
Cas proposé avec isolant support d'étanchéité

L'isolation thermique de la face supérieure de la costière de joint de dilatation est réalisée par la technique classique support d'étanchéité décrite dans le DTA de l'isolant utilisable en relevé.

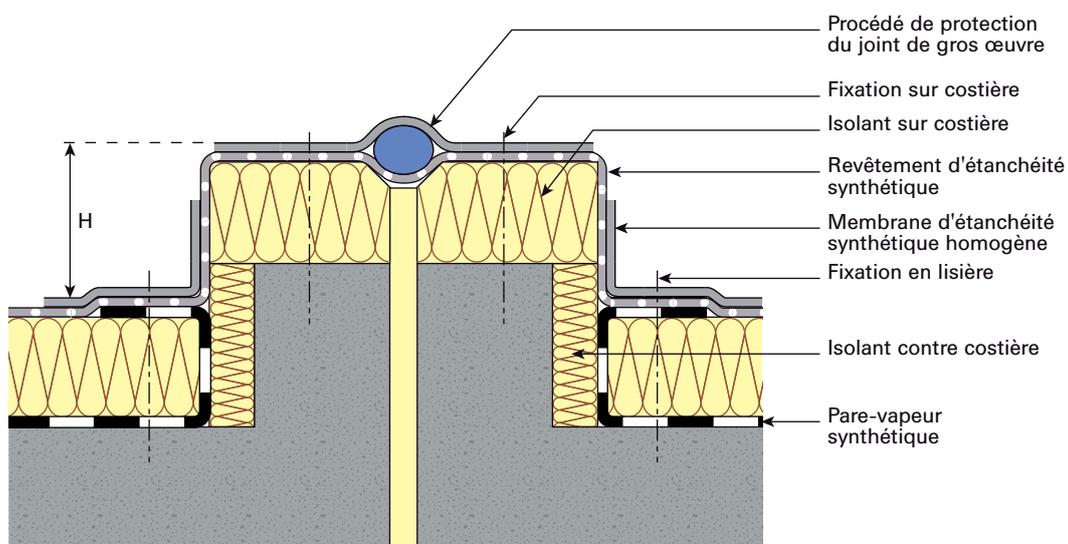
Les solutions de réalisation de joints de dilatation sont décrites dans les Documents Techniques d'Application du revêtement ou des Avis Techniques de système de joints de gros œuvre.



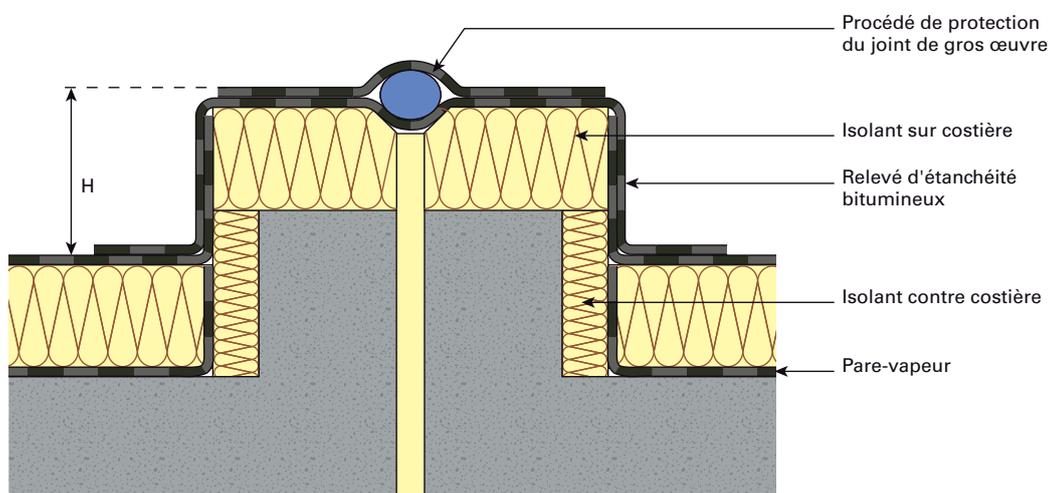
▲ Figure 23 : Gros œuvre du joint de dilatation selon NF DTU 20.12



▲ Figure 24 : Coupe sur joint de dilatation isolé thermiquement avec couronnement en béton posé sur isolant inversé – Exemple réalisé avec un revêtement bitumineux



▲ Figure 25 : Coupe sur joint de dilatation isolé thermiquement – Exemple avec revêtement synthétique



▲ Figure 26 : Coupe sur joint de dilatation isolé thermiquement – Exemple avec revêtement bitumineux

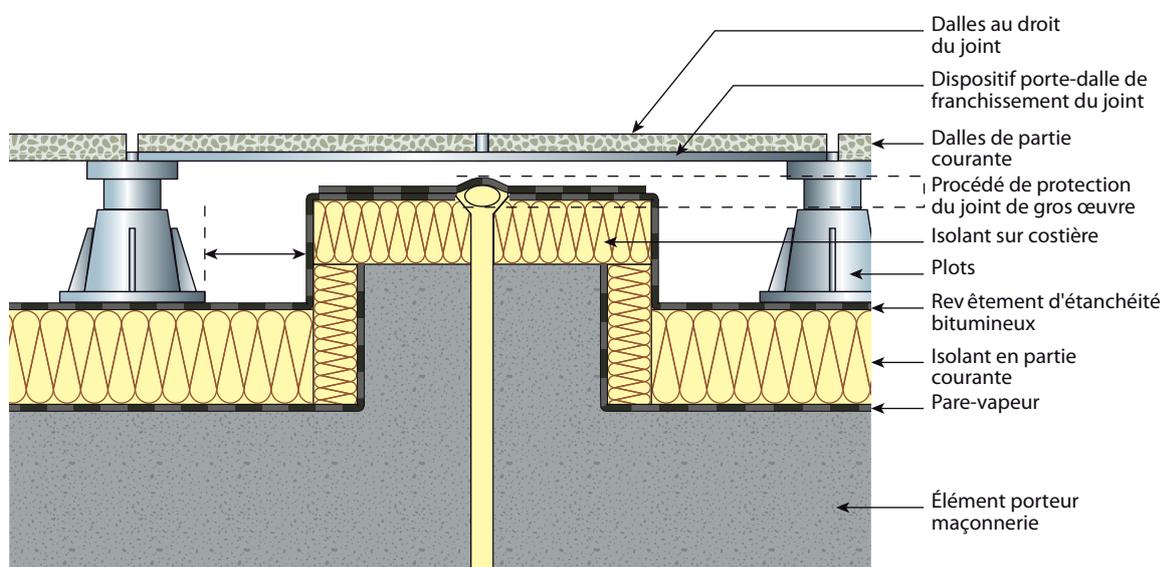


6.1.2. • Joint plat surélevé : cas des protections par dalles sur plots

L'isolation thermique des joints de dilatation augmente la largeur de l'ouvrage. Dans le cas d'une protection par dalles sur plots, une solution particulière de franchissement du joint de dilatation doit être prévue.

Les formats des dalles utilisées sont usuellement de 40 × 40 cm ou 50 × 50 cm selon l'usage de la terrasse (privatif ou public).

Un dispositif particulier de franchissement doit être étudié avec le fabricant de dalles (exemple : dalles en béton armé grand format, ossature métallique porte-dalle, cornière ou cadre...). Ce dispositif doit être compatible avec l'amplitude du joint de dilatation.



▲ Figure 27 : Coupe en partie courante sur joint de dilatation – Franchissement du joint par la protection par dalles sur plots

Observations

L'isolation des joints de dilatation plats des toitures-terrasses accessibles aux piétons est décrite dans les Avis Techniques des systèmes de joint de gros œuvre.



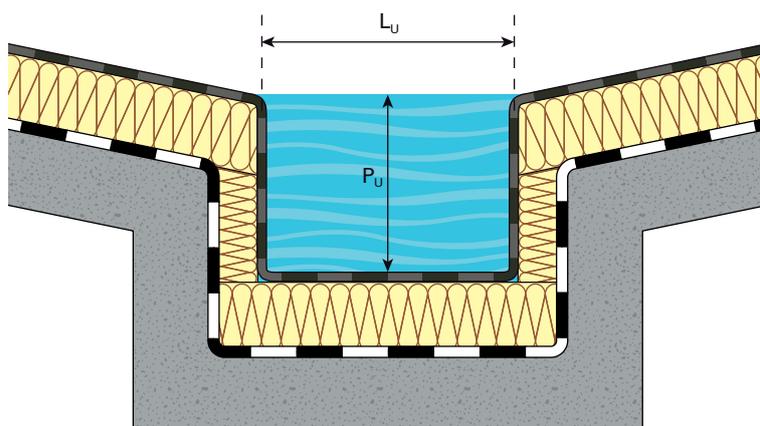
Les points singuliers tels que les joints en croix et le raccordement des joints sur façade ne sont pas décrits dans le présent document et doivent faire l'objet d'une attention particulière.

6.2. • Étanchéité et isolation thermique des caniveaux et des chéneaux

Le gros œuvre, l'implantation, les pentes et le dimensionnement des chéneaux et caniveaux revêtus d'étanchéité sont conformes aux dispositions de la norme NF DTU 20.12.

Ils ne doivent comporter ni joints plats ni joints plats surélevés.

Les ouvrages sont dimensionnés en tenant compte des épaisseurs d'isolant thermique en partie courante et dans le chéneau.



▲ Figure 28 : Chéneau avec isolation thermique et revêtement d'étanchéité autoprotégé – Extrait du NF DTU 20.12



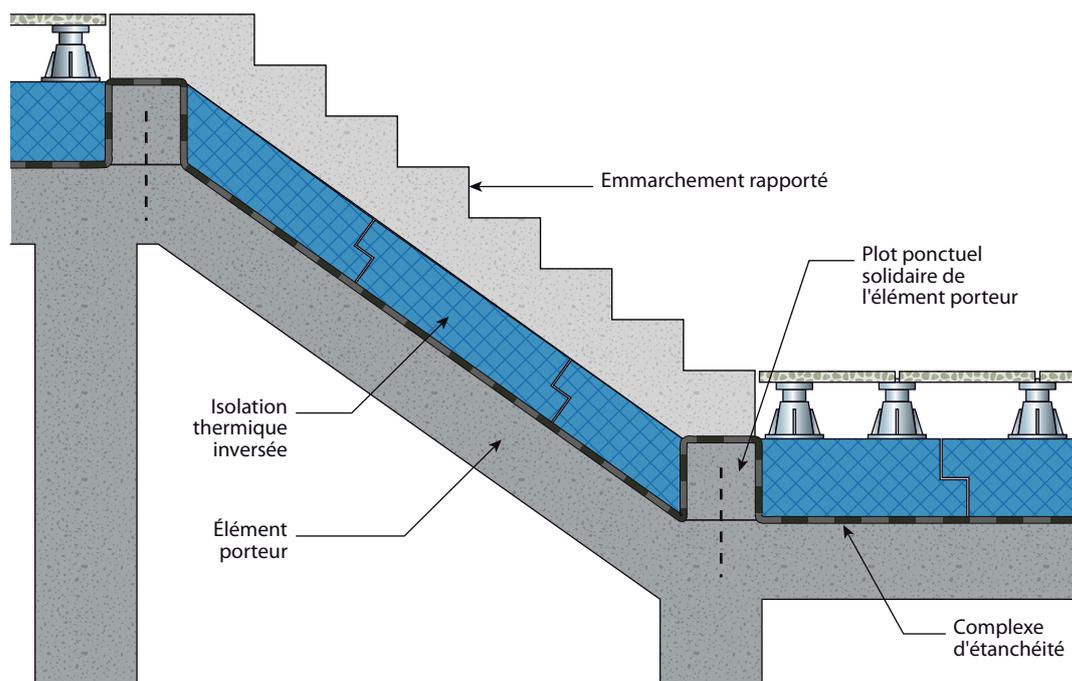
À l'attention du gros œuvre : il est important de tenir compte de l'épaisseur d'isolant dans le chéneau pour la réservation de celui-ci par le gros œuvre.

6.3. • Étanchéité et isolation thermique des ressauts, gradins et escaliers

Les principes énoncés dans le NF DTU 43.1 sont conservés et complétés comme suit :

6.3.1. • Escalier rapporté sur plots solidaires avec emmarchements rapportés sur isolation inversée

La solution consiste à rapporter un emmarchement sur des plots ponctuels solidaires de l'élément porteur. L'isolant en inversé n'est pas porteur de l'emmarchement.



▲ Figure 29 : Principe de conception d'un escalier étanché et isolé. Exemple avec emmarchement rapporté sur isolation inversée

Observation

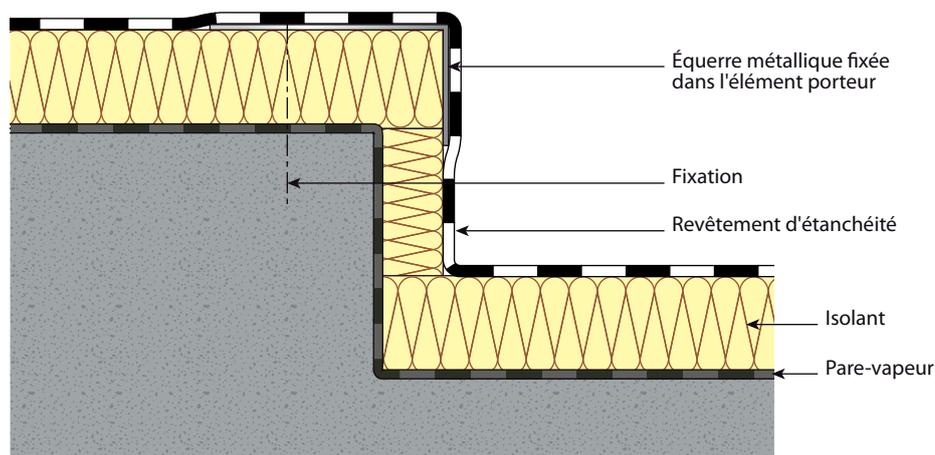
Les solutions des escaliers de petites dimensions et faiblement sollicités pour lesquels le complexe isolation–revêtement d'étanchéité est réalisé sur les marches et contremarches n'apporte pas de solutions d'isolation thermique.



Les solutions conduisant à poser l'isolation en sous-face de pailleuse sont proscrites.

Les solutions avec isolation support d'étanchéité ne sont pas applicables.

6.3.2. • Cas des ressauts en toitures-terrasses inaccessibles

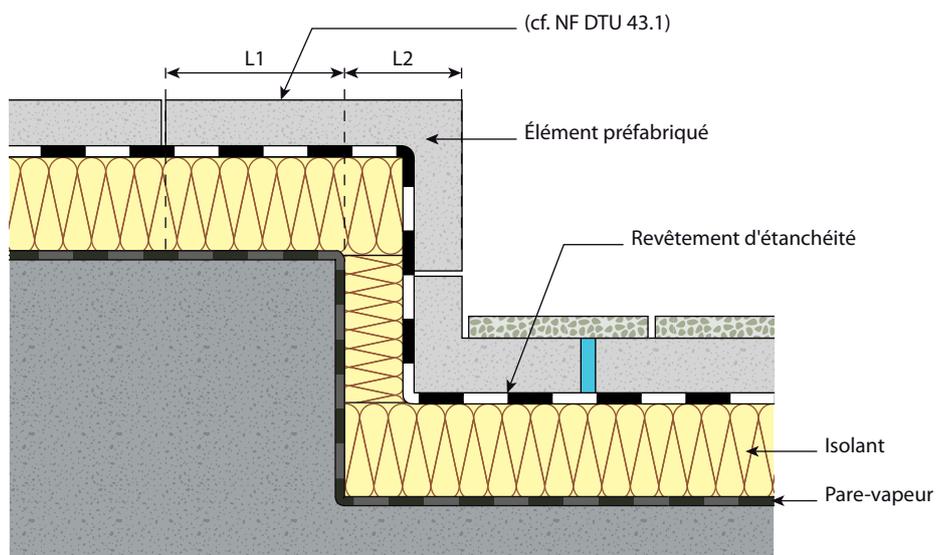


▲ Figure 30 : Ressauts des terrasses inaccessibles aux piétons

6.3.3. • Cas des ressauts des terrasses accessibles aux piétons

La solution proposée consiste à réaliser la protection du ressaut par la pose d'éléments préfabriqués en béton posés sur le revêtement d'étanchéité ou sur l'isolant inversé.

Les cotes L1 et L2 doivent être dimensionnées pour assurer la stabilité de la protection.



▲ Figure 31 : Ressauts des terrasses accessibles aux piétons



Équipements permanents de sécurité collective (garde-corps)

7



7.1. • Généralités

7.1.1. • Priorité à la protection collective des personnes

Au jour de la rédaction des présentes Recommandations professionnelles, deux lois ont considérablement modifié les données en matière de sécurité au travail :

- d'une part, la loi n° 91-1414 de décembre 1991, qui favorise la prévention des risques professionnels et précise qu'il faut donner la priorité à la protection collective des personnes (par la mise en place de garde-corps par exemple) sur les équipements de protection individuelle (lignes de vie ou potelets) ;
- d'autre part, la loi n° 93-1418 de décembre 1993, qui définit les responsabilités de chaque intervenant en matière de sécurité et fait mention d'une obligation d'assurer la sécurité et de protéger les travailleurs du bâtiment.

Ces deux lois ont institué le Dossier d'intervention ultérieure sur l'ouvrage (DIUO). Le maître d'ouvrage a maintenant l'obligation d'élaborer un DIUO prévoyant les équipements indispensables à l'accès aux toitures et cela en fonction des travaux à réaliser : interventions de courte durée, plus importantes ou fréquentes.

Tous ces éléments sont confirmés dans le décret n° 2004-924 de septembre 2004 qui impose le recours à la protection collective dès lors que sa mise en œuvre est rendue techniquement possible.



7.1.2. • Priorité aux garde-corps fixés à la structure de l'ouvrage

En 1992, la directive 92/572001, puis la directive 2001/45/CE du 27 juin ont été édictées dans le but de réduire le nombre d'accidents. Elles définissent, entre autres, les règles à observer lors de travaux pouvant occasionner des chutes de hauteur. Ces directives européennes ont été transposées en droit français en 2004 et ont donné lieu à la publication du décret n° 2004-924 du 1^{er} septembre 2004 complété par un décret d'application en juin 2005, abrogé depuis par le décret n°2008-244 du 7 mars 2008.

Ce décret est notamment l'occasion de réviser et de moderniser le décret de 1965 et de rappeler aux maîtres d'ouvrages et aux chefs d'établissements leurs obligations en matière de prévention des risques et de sécurité de leurs personnels et intervenants.

Article R. 4323-59 : « La prévention des chutes de hauteur est assurée par des garde-corps intégrés ou fixés de manière sûre, rigides et d'une résistance appropriée, placés à une hauteur comprise entre 1 mètre et 1,10 mètre et comportant au moins une plinthe de butée de 10 à 15 cm en fonction de la hauteur retenue pour les garde-corps, une main courante et une lisse intermédiaire à mi-hauteur ou par tout autre moyen assurant une sécurité équivalente. »

Par ailleurs, la norme NF E85-015 précise au chapitre (cf. 7.1.12) (extrait) :

« Les garde-corps doivent être fixés à l'installation. Dans les cas exceptionnels de réhabilitation ou rénovation d'installations existantes, où il n'est pas possible de réaliser une telle fixation, les garde-corps de type autoportant, qui respectent les autres prescriptions du présent document, peuvent être envisagés. »



L'évolution des exigences thermiques des bâtiments, et l'augmentation induite des épaisseurs d'isolants en toitures-terrasses ne doivent en aucun cas faire oublier cette exigence réglementaire de fixer les garde-corps à la structure et ne doivent donc pas être le prétexte de l'utilisation des garde-corps autoportants en neuf.

7.1.3. • Références normatives des garde-corps

- Toitures-terrasses inaccessibles :
 - NF E85-015 : éléments d'installations industrielles – moyens d'accès permanents – escaliers, échelles à marches et garde-corps.
- Toitures-terrasses accessibles et balcons :
 - NF P01-012 : dimensions des garde-corps – règles de sécurité relatives aux dimensions des garde-corps et rampes d'escalier ;
 - NF P01-013 : essais des garde-corps – méthodes et critères.



7.1.4. • Principes généraux de conception

En construction neuve, afin d'assurer la pérennité de l'étanchéité de l'ouvrage, seules sont autorisées les solutions de mise en œuvre des garde-corps :

- par fixation sur la face supérieure de l'acrotère avec sabot déporté ;
- par fixation en applique sur l'intérieur de l'acrotère, au-dessus du relevé d'étanchéité.

Sont donc à proscrire les solutions :

- par fixation en applique sur l'intérieur de l'acrotère isolé, à travers le relevé d'étanchéité ;
- par fixation sur dalle à travers le complexe d'étanchéité de partie courante ;
- par fixation sur la face supérieure de l'acrotère au travers de la couverture ;
- par pose directe sur le complexe d'étanchéité de garde-corps autoportés.

	Solutions possibles		Solutions à proscrire
	Fixation sur face supérieure de l'acrotère (cf. 7.2)	Fixation en applique au-dessus du relevé (cf. 7.3)	Fixation en applique à travers le relevé Fixation sur dalle
Hauteur de l'acrotère	Toutes hauteurs	Hauteur minimum de 70 cm au-dessus du dessus de l'isolant de la partie courante	Fixation au travers de la couverture Garde-corps autoporté
Isolation en face intérieure d'acrotère	Possible sur toute la hauteur de l'acrotère	Partielle, recommandée sur 60 cm au-dessus du dessus de l'isolant de la partie courante	
Isolation sur face supérieure d'acrotère	Oui	Non	
Type de sabot	Sabot déporté de type « Z »	Sabot droit en applique	
Couverture	Couverture étanche	Couverture étanche	
Relevé d'étanchéité	Remonté sur le dessus de l'acrotère, sous l'isolation de la face supérieure	Traditionnel, protégé en tête par une bande soline	
Performance thermique	Épaisseur d'isolant en relevé dépendante du modèle de sabot	Compatible avec toute épaisseur d'isolant en relevé	

▲ Tableau 2 : Type de garde-corps pour les bâtiments neufs

7.2. • Fixation sur la face supérieure de l'acrotère

La fixation des garde-corps sur le dessus de l'acrotère est à privilégier, cette disposition permettant de limiter les ponts thermiques tout

en assurant une étanchéité pérenne dans le temps. Par ailleurs, elle permet une mise en œuvre des garde-corps indépendante des lots étanchéités et façade, ce qui simplifie le phasage du chantier.

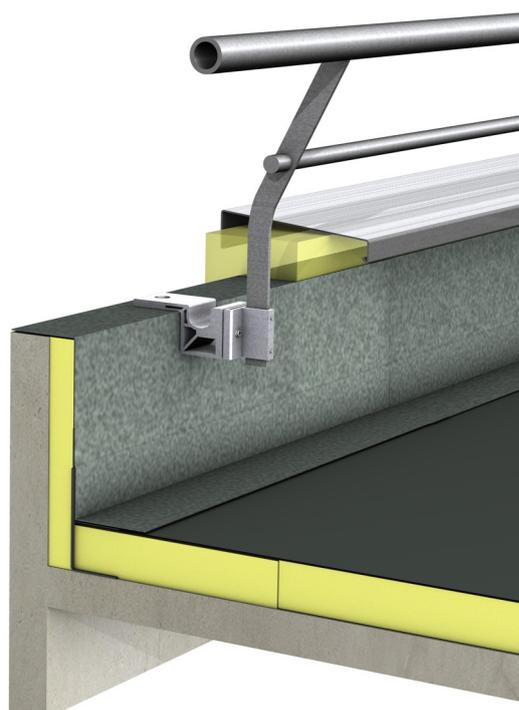
7.2.1. • Principe

La mise en œuvre des relevés d'étanchéité est conforme aux dispositions énoncées dans les chapitres précédents. Le revêtement d'étanchéité est remonté directement sur la face supérieure de l'acrotère, sous l'isolant thermique de la face supérieure de l'acrotère.

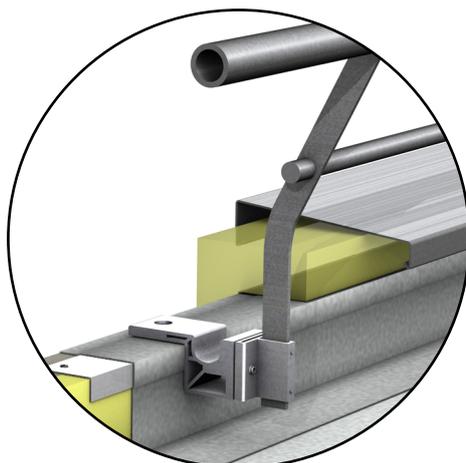
Le garde-corps est fixé sur un sabot de type « Z », lui-même fixé mécaniquement directement sur la face supérieure de l'acrotère. Afin d'assurer une bonne stabilité mécanique du garde-corps, à défaut de justifications particulières, le revêtement d'étanchéité sera découpé à la cote précise du sabot et enlevé, pour permettre un contact direct maçonnerie/sabot.



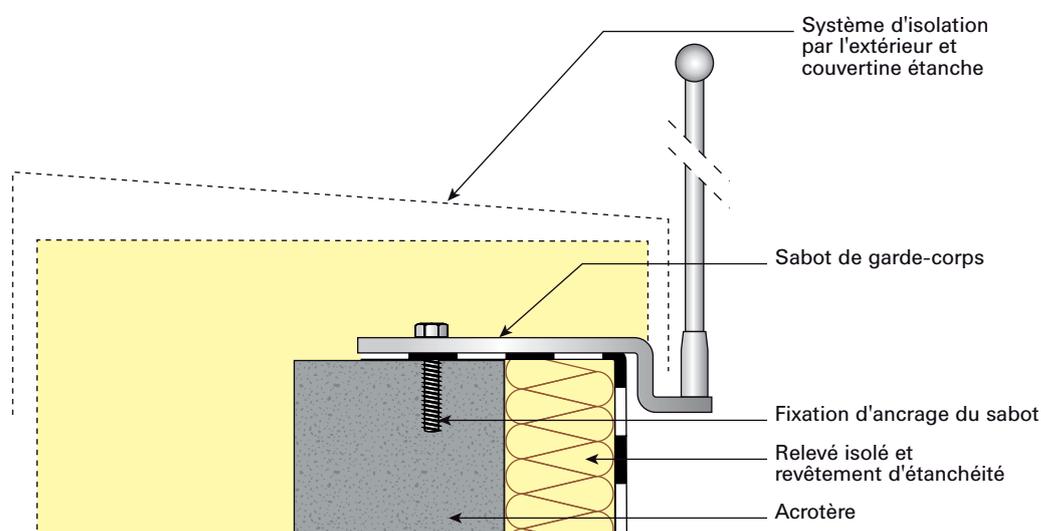
▲ Figure 32 : Exemple de sabot de type Z



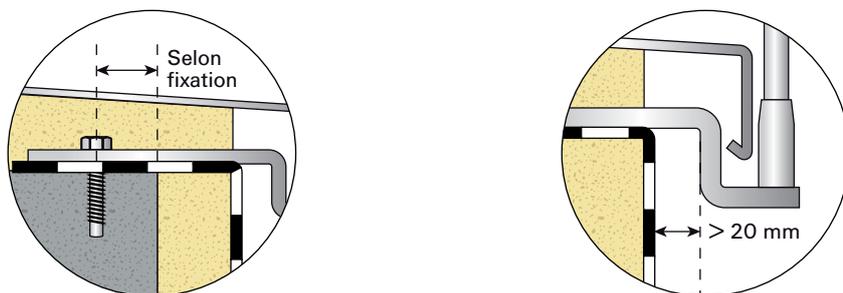
▲ Figure 33 : Vue d'ensemble de la mise en œuvre du sabot de garde-corps sur relevé isolé en totalité – Revêtement bitumineux



▲ Figure 34 : Vue d'ensemble de la mise en œuvre du sabot de garde-corps sur relevé isolé en totalité – Revêtement synthétique



▲ Figure 35 : Coupe de détail sur tête d'acrotère – Sabot de garde-corps type « Z » fixé sur la face supérieure de l'acrotère. L'ancrage du sabot est réalisé dans le gros œuvre. Le type « Z » évite la traversée de la couvertine



▲ Figure 36 : Coupe sur garde-corps type sabot déporté

Le sabot de type « Z » peut être monobloc ou composé de plusieurs pièces. Sa longueur est fonction de l'épaisseur de l'isolation thermique de l'acrotère.

La nature, le nombre, la position et l'ancrage des fixations sont fonction des procédés et doivent être détaillés dans la notice du fournisseur.

Une couvertine étanche vient impérativement compléter le dispositif.



7.2.2. • Mise en œuvre

La mise en œuvre des sabots sera conforme à la notice du fabricant de garde-corps, en respectant les principes suivants :

- Respecter les plans de calepinage des garde-corps fournis par le fabricant à l'entreprise de pose précisant notamment :
 - l'épaisseur de la maçonnerie de l'acrotère ;
 - l'épaisseur d'isolant en relevé ;
 - le type de fixations préconisé ;
 - le nombre, la position et les modalités de mise en œuvre des fixations ;
 - les entraxes entre sabots.
- Fixer les sabots de type « Z » mécaniquement sur la face supérieure de l'acrotère, après découpe et retrait éventuels du revêtement d'étanchéité au droit de la surface du sabot en contact avec l'acrotère. La distance minimale entre les fixations et le bord de l'acrotère sera fonction du type de fixation utilisée. Se référer aux prescriptions du fournisseur de fixations. Une distance minimale de 2 cm utiles doit être respectée entre le relevé d'étanchéité vertical et le coude des sabots de type « Z ».
- Le repérage des perçages doit être précis.
- Assurer l'étanchéité de la liaison sabot/acrotère au moyen d'une couverture étanche.

7.3. • Fixation en applique sur face intérieure d'acrotère

7.3.1. • Principe

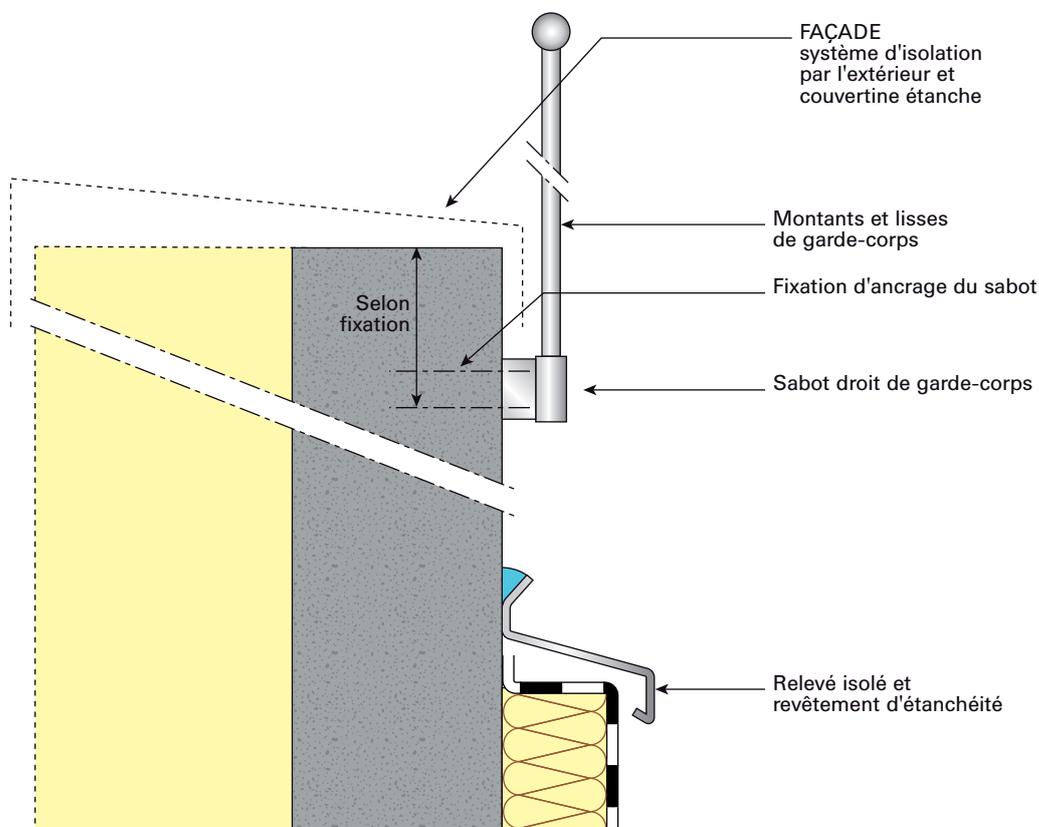
Le percement des relevés d'étanchéité étant exclu, la fixation des garde-corps en applique sur la face intérieure des acrotères n'est envisageable que sur des acrotères de 60 cm au moins (cote entre le dessus de l'isolant de la partie courante et le haut de l'acrotère), partiellement isolé.



▲ Figure 37 : Exemple de sabot droit

Observation

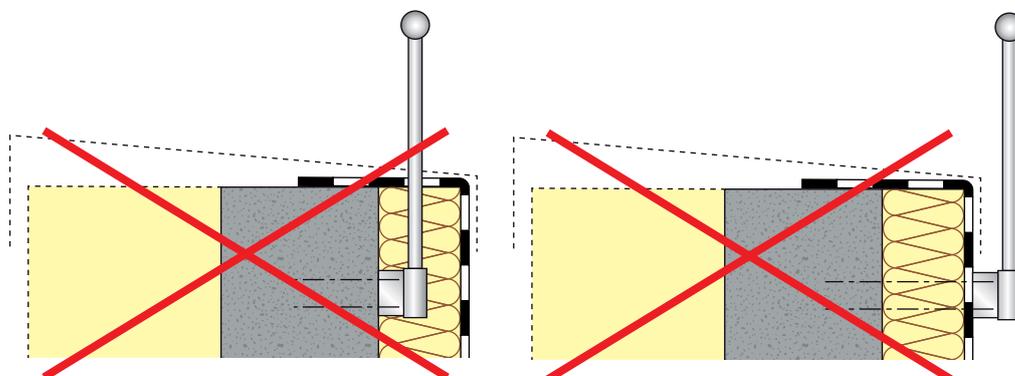
Pour rappel, l'isolation thermique des acrotères de plus de 60 cm au-dessus de l'isolant de partie courante n'est pas nécessaire sur toute leur hauteur.



▲ Figure 38 : Coupe de détail – Sabot de garde-corps type droit fixé sur la face verticale de l'acrotère. Le garde-corps est fixé sur un sabot de type « droit »

Le sabot est fixé mécaniquement sur la face intérieure de l'acrotère, au-dessus du dispositif d'écartement des eaux de ruissellement. La nature, le nombre, la position et l'ancrage des fixations sont fonction des procédés et doivent être détaillés dans la notice du fournisseur.

Une couverture étanche vient impérativement compléter le dispositif.



▲ Figure 39 : Exemples de cas à proscrire. Les montages conduisant à traverser la couche isolante en relevé et à percer le revêtement d'étanchéité sont à proscrire, y compris les solutions avec fourreau ou entretoise étanchée

7.3.2. • Mise en œuvre

La mise en œuvre des relevés d'étanchéité est conforme aux dispositions énoncées dans les chapitres précédents.

La mise en œuvre des sabots sera conforme à la notice du fabricant de garde-corps, en respectant les principes suivants :

- respecter les plans de calepinage des garde-corps fournis par le fabricant à l'entreprise de pose précisant notamment :
 - le type de fixations préconisé,
 - le nombre, la position et les modalités de mise en œuvre des fixations,
 - les entraxes entre sabots ;
- les sabots droits sont fixés mécaniquement sur la face intérieure de l'acrotère au-dessus du dispositif empêchant les eaux de ruissellement de s'introduire les relevés d'étanchéité.



Profilés pour protection en tête des relevés d'étanchéité, principe de dimensionnement et de mise en œuvre

8



8.1. • Couvertines étanches pour acrotères avec isolation thermique répartie

8.1.1. • Généralités

Les systèmes de couvertines sont déterminants pour la pérennité des ouvrages, puisqu'elles assurent à la fois l'étanchéité et la protection des relevés d'étanchéité, des dessus d'acrotères et des systèmes d'isolation de façade.

À la jonction des deux ouvrages de façade et d'étanchéité, il est impératif que des DPM indiquent la répartition des travaux, la responsabilité des entreprises et la coordination entre les corps d'état.

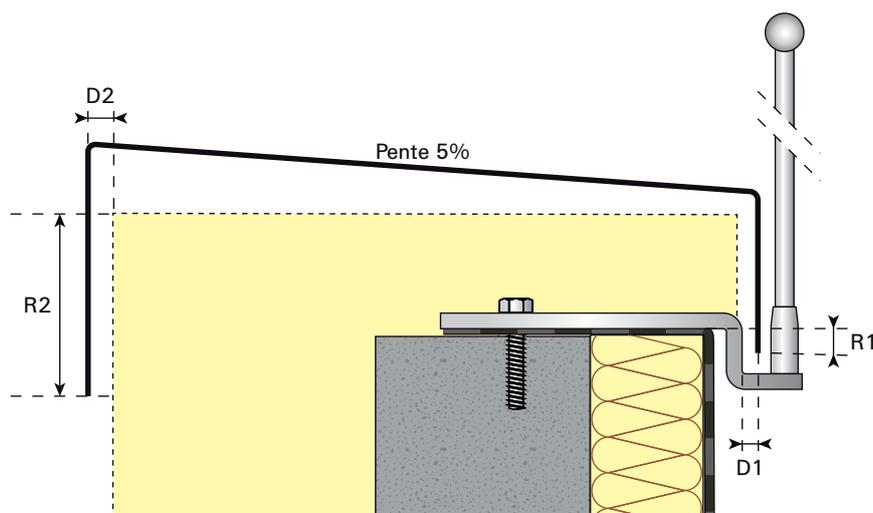
8.1.1.1. • Fonctions

Les systèmes de couvertines remplissent quatre fonctions principales :

- l'étanchéité du dessus de l'acrotère ;
- la protection aux UV et mécanique des isolants thermiques et du revêtement d'étanchéité ;
- le rabattement de l'eau vers la toiture-terrasse ;
- l'éloignement de la goutte d'eau de la façade.



8.1.1.2. • Géométrie



▲ Figure 40 : Détail de couverture – Cotes à respecter

La géométrie du système de couverture doit être adaptée à l'acrotère.

Côté toitures-terrasses

- Horizontalement, un espace de 10 mm minimum (cote D1) doit être préservé entre la retombée de la couverture et le sabot.
- Verticalement, la retombée de la couverture doit être de 40 mm minimum (cote R1) entre le dessus du relevé et le bas de la couverture.

Côté façade

La géométrie de la couverture dépendra du type de système d'isolation par l'extérieur. Il convient de respecter les prescriptions de chaque système.

Pour les ETICS (système avec enduit sur isolant), le cahier CSTB 3035 préconise :

- horizontalement, un espace de 25 mm minimum (cote D2) doit être préservé entre la retombée de la couverture et le nu de la façade ;
- verticalement, entre le dessus de la façade et le bas de la couverture, la retombée de la couverture doit être de 50 mm minimum pour des hauteurs de bâtiment inférieures à 28 m et de 100 mm minimum pour des hauteurs de bâtiment supérieures à 28 m et en front de mer (cote R2).

8.1.1.3. • Pente

Une pente de 5 % minimum, orientée vers la toiture-terrace, est impérative.

Cette pente peut être obtenue par la géométrie de l'acrotère béton (dessus d'acrotère penté et couverture parallèle au-dessus de l'acrotère) ou



par le système de fixation de la couvertine (dessus d'acrotère horizontal et couvertine non parallèle au-dessus de l'acrotère).

8.1.1.4. • Matériaux et dimensions

Les dimensions des couvertines sont fonction du matériau constitutif.

- Couvertine en aluminium :
 - épaisseur :
 - 15/10^e mm minimum si largeur ≤ 500 mm,
 - 20/10^e mm minimum si 500 mm < largeur ≤ 850 mm,
 - longueur maximum des couvertines : 3 000 mm maximum.
- Couvertine en acier :
 - épaisseur :
 - 10/10^e mm minimum si largeur ≤ 500 mm,
 - 15/10^e mm minimum si 500 mm < largeur ≤ 850 mm,
 - longueur maximale des couvertines : 6 000 mm maximum.

Observation

La résistance à la corrosion des couvertines et de leurs supports doit être adaptée à l'ambiance atmosphérique de l'ouvrage.

8.1.1.5. • Étanchéité

L'étanchéité du système de couvertine doit être assurée par :

- d'une part, un système de récupération des eaux pluviales à la jonction entre 2 éléments, avec drainage de l'eau vers la toiture-terrace (tout en tenant compte de la dilatation des couvertines). L'étanchéité des couvertines ne peut reposer sur de simples joints mastic entre recouvrements, dont la pérennité et l'entretien ne peuvent être assurés ;
- d'autre part, un système de fixation des couvertines sur leur support excluant le percement des couvertines sur leur face supérieure (fixation par vis en retombée ou clipsage des éléments sans vis).

Par ailleurs, pour le traitement des jonctions (angle en « L », en « T », angle courbe ou à facettes), l'emploi de pièces préfabriquées en usine est à favoriser plutôt que le façonnage de tôle sur chantier dont la fiabilité est aléatoire.

8.1.1.6. • Gestion de la dilatation

Le système de fixation des couvertines doit permettre la libre dilatation des éléments.



8.1.1.7. • Tenue au vent

La nature, le nombre et la position des fixations et des différents constituants sont fonction des procédés et doivent être détaillés dans la notice du fournisseur et être dimensionnés et justifiés, notamment vis-à-vis des effets du vent.



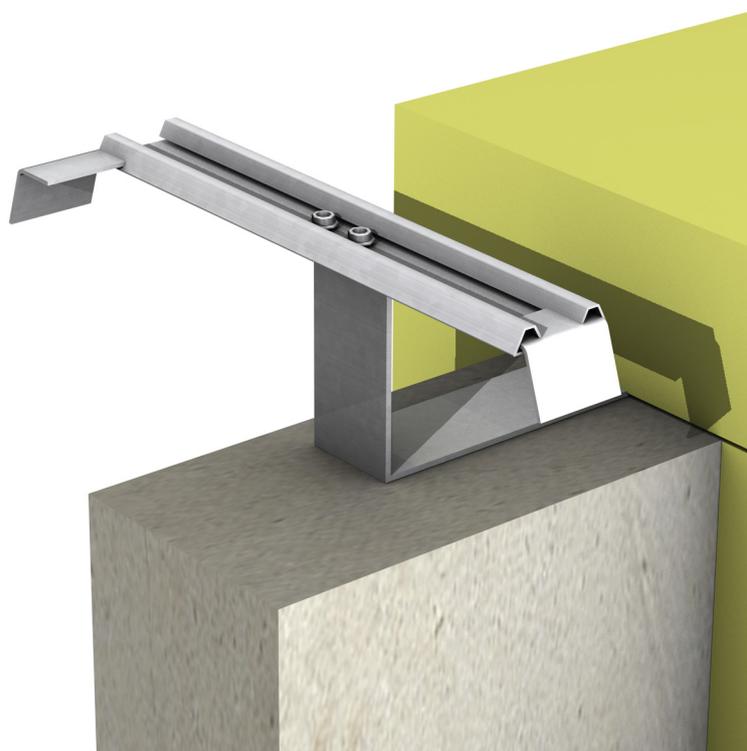
L'isolation thermique des acrotères conduit à des largeurs de couvertines très importantes, l'absence de dimensionnement spécifique conduit à des risques d'arrachement.

8.1.1.8. • Tenue mécanique

Si le système de réhausse n'est pas rigide, la tenue mécanique en compression du système de montage vis-à-vis des charges descendantes doit être justifié.

Observation

La tenue au vent doit tenir compte des spécificités de l'environnement (zone de vent, hauteur du bâtiment, exposition,...), des spécificités et géométries des composants.



▲ Figure 41 : Exemple de mode de fixation de la couvertine sur pate équerre

8.1.2. • Mise en œuvre

La mise en œuvre des relevés d'étanchéité est conforme aux dispositions du présent document. Le revêtement d'étanchéité est remonté



directement sur la maçonnerie sur la face supérieure de l'acrotère, sous l'isolant thermique de la face supérieure de l'acrotère, s'il existe.

La nature, le nombre, la position et l'ancrage des fixations sont fonction des procédés et doivent être détaillés dans la notice du fournisseur.

Les systèmes de fixation des couvertines doivent être indépendants des systèmes de fixation des garde-corps fixés sur la face supérieure de l'acrotère.

8.2. • Bande de rive, bande de solin pour relevés isolés thermiquement

Tel que décrit dans les chapitres précédents, l'ajout d'une isolation thermique introduit l'utilisation de nouveaux composants et l'adaptation de composants existants.

À ce titre, les dispositifs d'écartement des eaux de ruissellements évoluent dans leur géométrie pour écarter l'eau au-delà du relevé ainsi isolé.

Les bandes de solin pour relevé isolé thermiquement apportent une solution répondant aux dispositions décrites ci-avant dans le présent document.

Les bandeaux préfabriqués aux dimensions élargies sont également adaptés pour ces nouveaux principes de réalisation des ouvrages de protection des relevés.

Complément

Dans le cas d'une isolation de façade par l'extérieur à l'aplomb du relevé isolé, l'utilisation systématique des dispositifs d'écartement des eaux de ruissellement n'est plus nécessaire. Une protection provisoire doit être réalisée par renforcement et pontage complémentaire avec les matériaux d'étanchéité.

Ce mode de réalisation de relevé autoprotégé est admis sous réserve que le système constructif de la façade assure la protection définitive et la fonction d'écartement des eaux de ruissellement vis-à-vis de l'ouvrage d'étanchéité.

Pieds d'équipements techniques



Les ouvrages concernés sont les potelets métalliques ou les massifs émergents en maçonnerie, solidaires de l'élément porteur tels que définis dans le NF DTU 43.1.

Les Recommandations professionnelles n° 03 de la CSFE, février 2011, apportent également des prescriptions complémentaires dans la mesure où les questions liées aux installations actuelles de production d'énergie ne sont pas spécifiquement traitées dans le DTU.

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.

L'isolation thermique de ces massifs et potelets ne doit pas nuire à la fonction porteuse.



L'objectif de réduction des ponts thermiques ne doit pas conduire à la mise en place des équipements directement sur le revêtement d'étanchéité. Compte tenu des fortes charges ponctuelles induites par les équipements sur le complexe d'étanchéité sous-jacent (revêtement d'étanchéité et panneaux isolant), sans une évaluation spécifique des procédés validant les types de complexes d'étanchéité admissibles, la pose d'équipements ou de pieds d'équipement sur le revêtement est à proscrire en dehors des dispositions prévues par le NF DTU 43.1 chapitre 9.1.

Observations

Le présent document n'apporte pas de solutions techniques nouvelles pour l'isolation thermique de ces ouvrages.

La mise en œuvre d'équipements techniques lourds tout en supprimant les ponts thermiques ne saurait être envisageable que sur un complexe d'étanchéité protégé par une protection lourde dure conforme au NF DTU 43.1, dallage en béton armé sur couche de désolidarisation, sur le principe de la protection des terrasses accessibles aux véhicules légers (cf. 6.6.3.4.2 du NF DTU 43.1).



Rives de toitures avec isolation thermique

10



Les ouvrages concernés sont les rives de toiture avec et sans débord conformément au NF DTU 20.12.

Par définition, il s'agit des toitures-terrasses sans acrotère.

Les solutions conduisant à réaliser une butée de rive avec les panneaux isolants sont à proscrire.

Seules les butées solidaires du gros œuvre telles que définies dans le NF DTU 20.12 sont admises.

Les solutions décrites s'appliquent dans le cas d'une isolation thermique des murs de façades par l'intérieur.

Observation

D'autres solutions innovantes existent qui consistent à combiner des profils de rives métalliques avec des supports de fixations directement sur l'élément porteur ou par l'intermédiaire de butée rigide fixée à l'élément porteur.

Les dispositifs d'écartement des eaux pluviales ne sont pas modifiés par le présent document, on distingue :

- les rives avec débord et présentant un larmier béton ;
- les rives avec débord sans larmier béton présentant une bande de rive pour la finition de l'étanchéité ;
- les rives sans débord traitées exclusivement par les bandes de rives.

La résistance au vent des ouvrages de rives doit être justifiée pour permettre le dimensionnement de l'ouvrage selon les règles de calculs en vigueur.

Le NF DTU 20.12 prévoit la réalisation d'une butée au droit des rives lors de la réalisation des ouvrages de rives en présence d'un isolant thermique mis en œuvre en partie courante.



Cette butée doit être rigide, continue et solidaire de l'élément porteur et dimensionnée par le gros œuvre en fonction de l'épaisseur d'isolant.

Dans le cas d'une butée inexistante ou de hauteur insuffisante ou inférieure à l'épaisseur d'isolant mis en œuvre en partie courante, il convient de rehausser la butée avec une butée rigide solidaire du gros œuvre.



Les solutions conduisant à modifier l'épaisseur d'isolant thermique au droit des rives sont à proscrire (ex : décaissé, forme de pente, etc.).

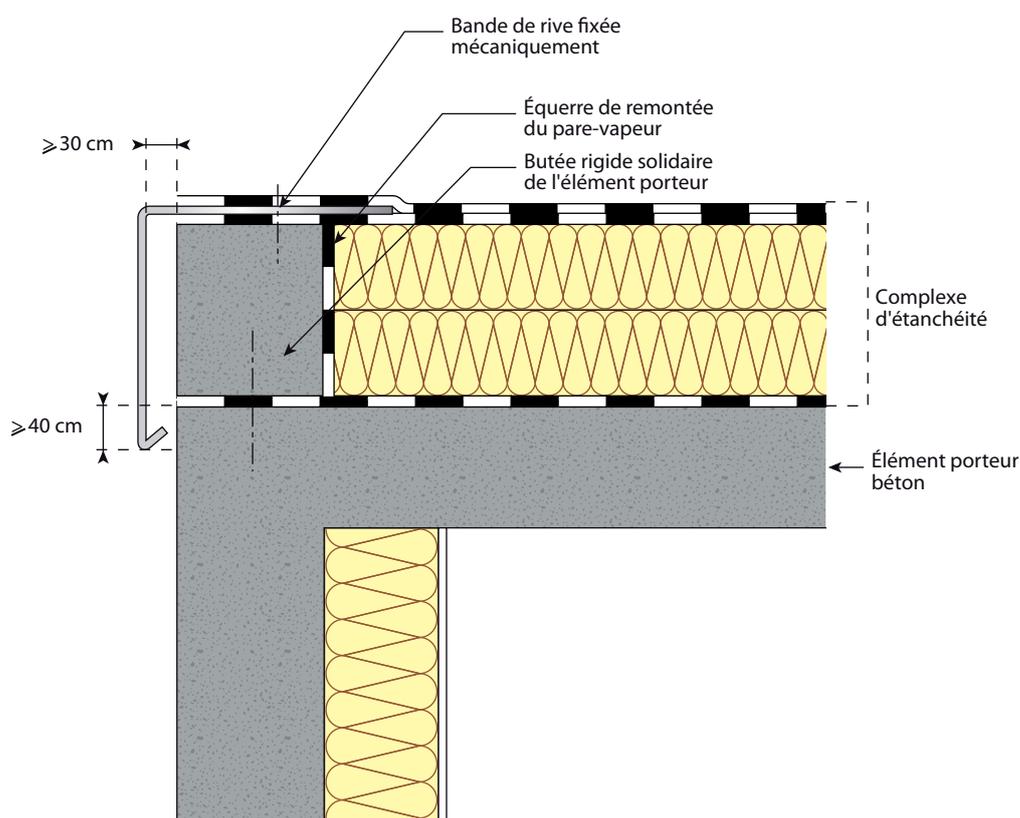
Dans le cas d'une butée de hauteur supérieure à l'épaisseur d'isolant, se référer au chapitre « Principes généraux d'étanchéité et d'isolation thermique des acrotères et relevés » du présent document.

Le pare-vapeur est appliqué en plein sur l'élément porteur.

Une équerre de compartimentage doit être prévue et remontée sur la butée rigide. Le revêtement d'étanchéité doit être soudé en plein sur le pare-vapeur.

Observation

Dans le cas d'une isolation de façade par l'extérieur s'arrêtant au niveau fini de la rive, les solutions ci-dessus ne sont pas applicables car elles n'apportent pas d'amélioration pour la réduction du pont thermique. Il convient de définir au cas par cas une solution de protection de la rive et du système d'ITE.



▲ Figure 42 : Ouvrage de rive isolée avec butée rigide rapportée en béton ou bois classe 4

Complément

D'autres dispositions de conception peuvent être prévues par les fabricants de profil de rives ou de revêtement d'étanchéité.

Avertissement

L'absence de dimensionnement spécifique du profil de rives conduit à un risque d'arrachement.



Le traitement du pont thermique induit par la rive peut être assuré par la mise en place de rupteur thermique.



Dispositions spécifiques des émergences hautes en toiture (locaux techniques)

11



Les ouvrages concernés sont les murs et toitures des locaux techniques en toiture-terrasse dont la hauteur vis-à-vis du plancher haut de terrasse est supérieure à 1 m. Ces locaux ne sont pas situés à l'aplomb des façades.

La solution d'isolation thermique et d'étanchéité de ces ouvrages non chauffés a pour objectif d'isoler l'enveloppe extérieure par opposition à la solution d'isolation des parois intérieures de ces locaux en contact avec les locaux chauffés attenants (isolation sous chape du dernier plancher, doublage des murs de cages d'escalier...).

L'élément porteur de ces ouvrages est constitué de béton armé ou de maçonnerie défini par le NF DTU 20.12.

L'isolation thermique support d'étanchéité du plancher haut du local est mise en œuvre selon les dispositions des Documents Techniques d'Application de l'isolant. Les panneaux situés en rives sont fixés mécaniquement sur le plancher en respectant une distance au bord supérieure à 15 cm + épaisseur de l'isolant vertical.

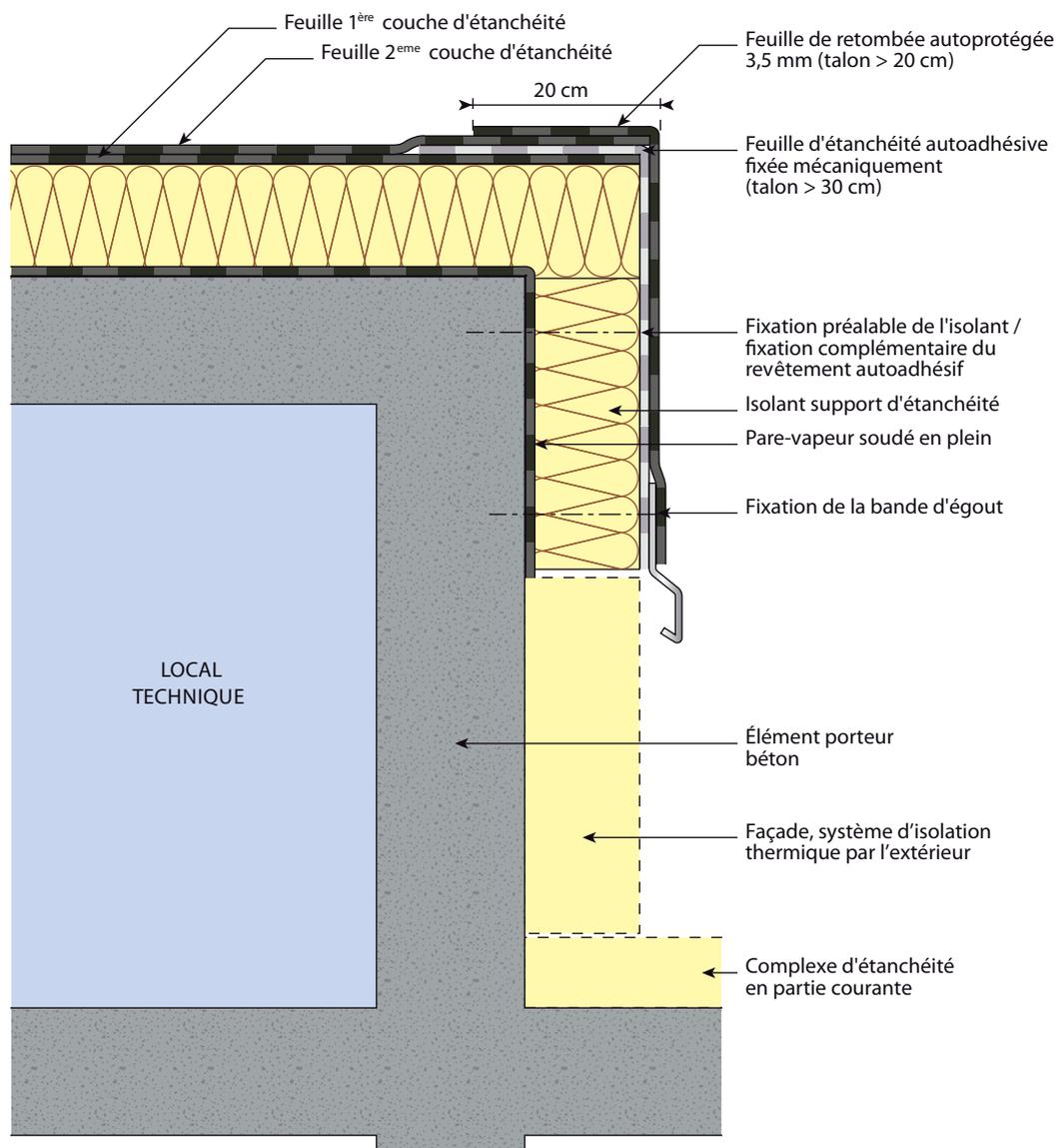
Cas d'une solution avec système bitumineux

La première couche du revêtement d'étanchéité est fixée sur l'isolant horizontal selon les dispositions des Documents Techniques d'Application du revêtement.

L'équerre de renfort en rive et en retombée verticale est réalisée avec une feuille bitumineuse autoadhésive posée sur l'isolant et fixée mécaniquement sur la partie verticale en respectant un talon de 20 cm + l'épaisseur de l'isolant vertical. Une bande d'égout est soudée sur l'équerre de renfort en partie basse de retombée.

La protection est réalisée avec un revêtement d'étanchéité en feuille autoprotégée soudée sur l'équerre de renfort et sur le revêtement en partie courante du plancher haut en respectant un talon d'au moins

30 cm sur le revêtement d'étanchéité de plancher haut. La protection en partie basse est soudée sur la bande de rive.



▲ Figure 43 : Ouvrage émergent en toiture – Local technique



Dispositions spécifiques d'isolation thermique des traversées

12

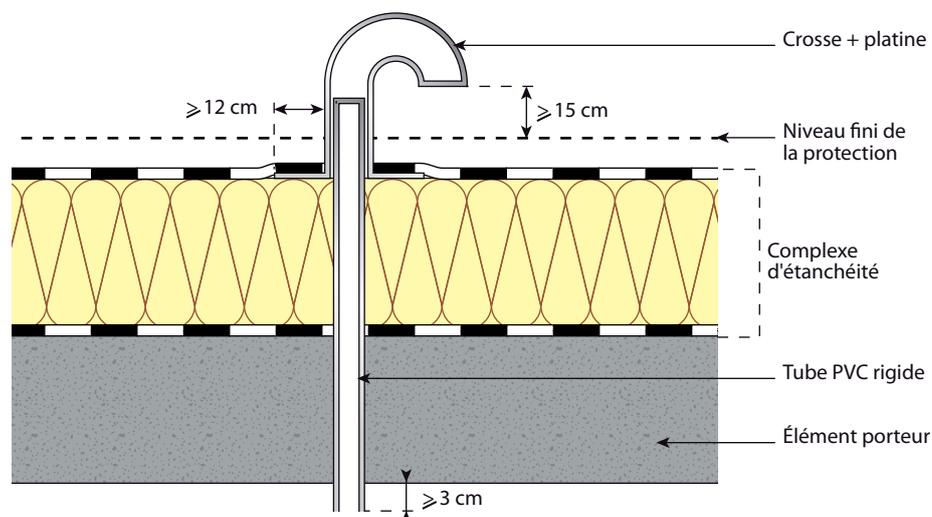


12.1. • Crosse, principe de mise en œuvre des fourreaux et platines sur isolant non porteur

La traversée des câbles s'effectue par l'intermédiaire d'une crosse métallique (aluminium, cuivre) avec platine raccordée au revêtement d'étanchéité.

La distance entre le bord de la platine et la crosse est d'au moins 0,12 m.

La stabilité de la crosse est renforcée par la mise en place d'un fourreau en PVC rigide solidaire du gros œuvre.



▲ Figure 44 : Traversée de câble – raccordement par crosse avec platine – Exemple

Le calfeutrement à l'air entre les câbles et le fourreau n'est pas dû par l'entreprise d'étanchéité.



Le diamètre du fourreau doit être adapté au diamètre de la crosse.

	Diamètre (mm)						
Fourreau (PVC)	32	50	70	80	90	110	140
Crosse	40	60	80	90	100	125	150

▲ Tableau 3 : Dimensions usuelles de couples fourreau PVC/crosse aluminium

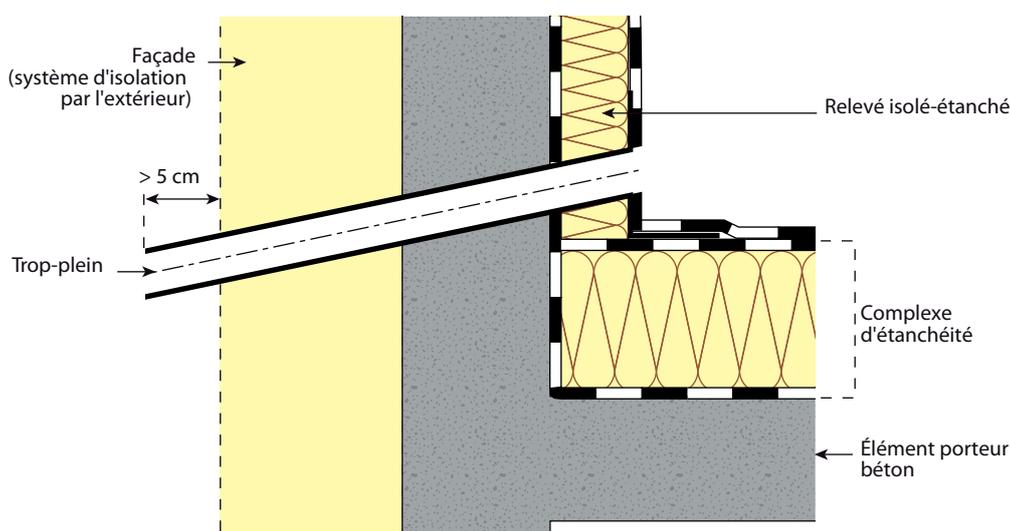
12.2. • Trop-pleins, sorties latérales, principe de dimensionnement sur relevé et façade isolés

Les trop-pleins doivent être monolithiques et de longueur suffisante tenant compte de la somme de :

- l'épaisseur du gros œuvre ;
- l'épaisseur totale d'isolation (en façade et en relevé) ;
- l'épaisseur des lames d'air éventuelles ;
- l'épaisseur des parements ou enduits de façade ;
- la majoration de débord de 5 cm.

Observation

Les dimensions des trop-pleins (diamètre et longueur) doivent impérativement permettre de respecter la cote de débord de 5 cm à l'extérieur de la façade finie.



▲ Figure 45 : Trop-plein

12.2.1. • Matériaux

Les trop-pleins sont usuellement réalisés en :

- platine plomb et tube cuivre ;
- platine et tube aluminium ;
- platine et tube en PVC rigide.



12.2.2. • Dimensions

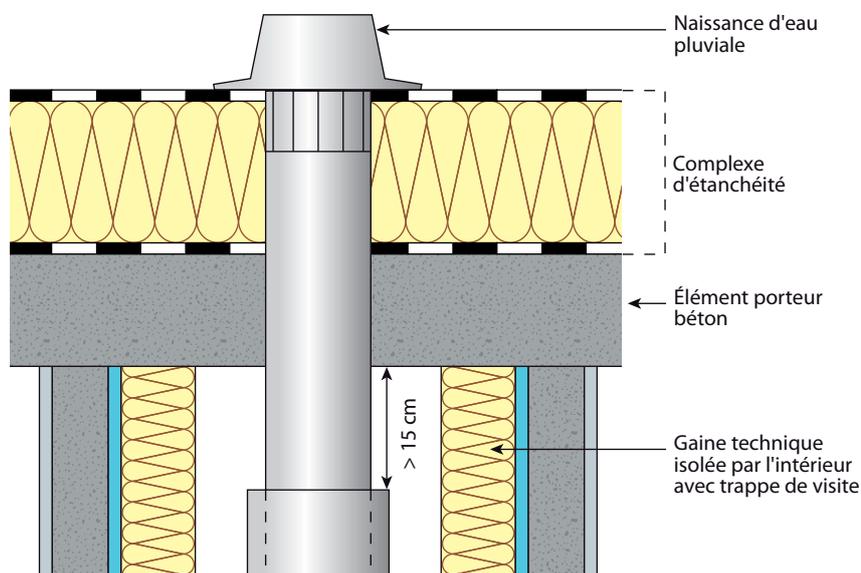
Les dimensions usuelles des trop-pleins sont décrites dans le NF DTU 43.1.

Dans le cas des fortes épaisseurs d'isolants en façade et d'une isolation des relevés telle que décrite dans le présent document, les fabricants proposent des dimensions adaptées jusqu'à 500 mm.

Le choix de la dimension du trop-plein doit permettre de respecter la cote de 5 cm de débord au nu extérieur de la façade.

12.3. • Entrées des eaux pluviales, principe de conception avec gaines techniques intérieures isolées

Les dispositifs d'évacuation des eaux pluviales doivent être conçus en tenant compte de l'épaisseur importante d'isolant en partie courante. Les dimensions des naissances et moignons (diamètre et longueur) doivent être compatibles et doivent impérativement permettre de respecter la cote de débord de 15 cm en sous-face de l'élément porteur et d'assurer la fonction d'évacuation des eaux de la zone collectée.



▲ Figure 46 : Naissance eau pluviale – Principe d'isolation par l'intérieur avec gaine technique isolée

12.3.1. • Matériaux

Les EEP sont usuellement réalisées en :

- platine plomb et tube cuivre ;
- platine et tube aluminium ;
- platine et tube en PVC rigide.

12.3.2. • Dimensions

Les dimensions usuelles des EEP sont décrites dans le NF DTU 43.1.

Dans le cas des fortes épaisseurs d'isolants, les fabricants proposent des dimensions adaptées jusqu'à 800 mm.

Les dispositions relatives à la sécurité incendie selon la destination du bâtiment doivent être respectées pour le choix des matériaux.



Annexe climatique neige et vent

13



Le dimensionnement des structures est encadré par les normes Eurocodes. L'Eurocode 0 (NF EN 1990 et son annexe nationale NF EN 1990/NA) définit les charges qui s'appliquent sur un bâtiment ainsi que les combinaisons de charges à considérer pour le dimensionnement à l'Etat Limite de Service (ELS) et à l'Etat Limite Ultime (ELU). L'Eurocode 1 définit les charges de neige et de vent à considérer. La suite de ce document donne une interprétation des Eurocodes pour le dimensionnement au vent et à la neige des procédés d'étanchéité pour les toitures terrasses.

La méthode décrite par la suite est une simplification enveloppe de la définition des charges sur une toiture terrasse. Ce document se limite à une altitude de 900 m pour la considération des charges. Le climat de montagne (au-dessus de 900 m) est spécifique et engendre des dispositions constructives non couvertes par ce document.

L'Eurocode 0 définit des charges et des combinaisons de charges à appliquer pour le dimensionnement des systèmes à l'ELS et à l'ELU et donne des coefficients de pondération pour chacune de celle-ci.

Les charges à considérer sont :

- le poids propre G , en charge permanente répartie en [Pa] ;
- le vent W , en charge répartie en [Pa], à déterminer selon la norme NF EN 1991-1-4 ;
- la neige S , en charge répartie en [Pa], à déterminer selon la norme NF EN 1991-1-3 ;
- la neige accidentelle S_a , en charge répartie en [Pa], à déterminer selon la norme NF EN 1991-1-3.



Plusieurs situations de chargement sont explicitées :

État Limite de Service, combinaison caractéristique :	$F = G + Q + \sum_i \psi_{0_i} Q_i$
État Limite Ultime, combinaison caractéristique :	$= \gamma_G \cdot G + \gamma_Q \cdot Q + \sum_i \gamma_{Q_i} \cdot \Psi_{0_i} Q_i$
État Limite Ultime, combinaison accidentelle :	$F = G + Q$

Les combinaisons résultantes sont les suivantes :

ELS	ELU
$F = G$	$F = 1,35 \times G$
$F = G + W$	$F = 1,35 \times G + 1,5 \times W$
$F = G - W$	$F = 1,35 \times G - 1,5 \times W$
$F = G + S$	$F = 1,35 \times G + 1,5 \times S$
$F = G + W + 0,5 \times S$	$F = 1,35 \times G + 1,5 \times W + 0,5 \times 1,5 \times S$
$F = G - W + 0,5 \times S$	$F = 1,35 \times G - 1,5 \times W + 0,5 \times 1,5 \times S$
$F = G + S + 0,6 \times W$	$F = 1,35 \times G + 1,5 \times S + 0,6 \times 1,5 \times W$
$F = G + S - 0,6 \times W$	$F = 1,35 \times G + 1,5 \times S - 0,6 \times 1,5 \times W$
	$F = G + S_a$

Du fait de la multitude de combinaisons possibles entre les charges de vent et de neige sur tout le territoire français, la méthode simplifiée suivante s'appuie sur des charges individuelles de neige et de vent. Par ailleurs, le poids propre des systèmes d'étanchéité peut être considéré comme négligeable. Le dimensionnement des systèmes d'étanchéité étant réalisé uniquement selon leur résistance en compression et en dépression, seules les combinaisons à l'ELU seront dimensionnantes. On estime de plus que la charge de vent en pression sera inférieure à la charge de neige. En conséquence, les cas de charges à considérer sont les suivants :

$$F = -1,5 \times W$$

$$F = 1,5 \times S$$

$$F = S_a$$

13.1. • Charge de neige

L'Eurocode 1 (NF EN 1991-1-3/NA) définit 8 zones géographiques auxquelles correspondent une charge caractéristique de neige au sol S_k ainsi qu'une charge exceptionnelle de neige au sol S_{Ad} . La charge caractéristique de neige au sol varie en fonction de l'altitude. Le tableau 4 donne des exemples de charges pour différentes altitudes.

	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D	E
Altitude (m)	Charge caractéristique de neige au sol S_k [Pa]							
200	450	450	550	550	650	650	900	1400
500	750	750	850	850	950	950	1200	1850



	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D	E
700	1050	1050	1150	1150	1250	1250	1500	2550
900	1350	1350	1450	1450	1550	1550	1800	3250
	Charge exceptionnelle de neige au sol S_{Ad} [Pa]							
		1000	1000	1350		1350	1800	

▲ Tableau 4 : Charges de neige au sol en fonction de l'altitude

La charge de neige sur la toiture est ensuite déterminée en fonction de la charge de neige au sol et des caractéristiques du bâtiment pour les différentes situations de chargement. Des effets d'accumulation peuvent ensuite être pris en compte en fonction de la forme de la toiture et de la présence d'émergences. En France, on considère les situations suivantes :

- Une situation dite durable, sans ou avec accumulation, pour laquelle la charge de neige S est donnée par :

$$S = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k$$

- Une situation dite accidentelle, sans ou avec accumulation, pour laquelle la charge de neige S est donnée par :

$$S_a = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_{Ad}$$

A noter

En France, la seule situation accidentelle à considérer est celle constituée par une chute de neige exceptionnelle (les accumulations exceptionnelles ne sont pas à prendre en compte).

Avec

μ_i le coefficient de forme dont la valeur dépend de la forme de la toiture (distances, acrotères, émergences, ...),

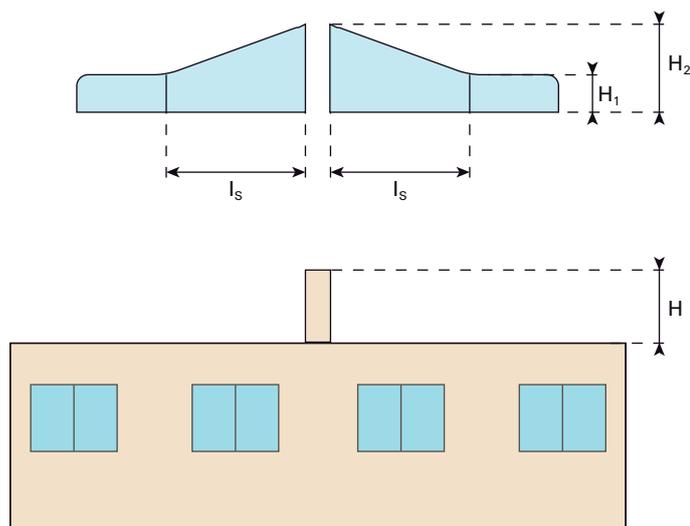
C_e le coefficient d'exposition, fixé à 1 dans la suite du document (site normal),

C_t le coefficient thermique, fixé à 1 dans la suite du document (valeur maximale).

Le coefficient de forme permet de définir la charge de neige dans la partie courante de la toiture terrasse et de considérer les effets locaux d'accumulation liés à la présence d'obstacles (acrotères, cage d'escalier, ...).

Le coefficient de forme a une valeur comprise entre 0,8 et 2. Dans un cas sans accumulation de neige (partie courante de la toiture terrasse), $\mu_1 = 0,8$.

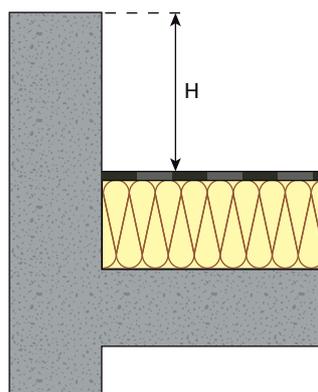
Lors d'une accumulation de neige, l'accumulation atteint au maximum $\mu_2 = \gamma \cdot h S_k$.



▲ Figure 47 : Schéma de principe d'accumulation de neige autour d'un obstacle

La longueur d'accumulation $l_s = 2H$ est au minimum de 5 m et au maximum de 15 m.

Avec H la hauteur de l'émergence en [m]. La hauteur à considérer est la distance de la surface de l'étanchéité à l'extrémité de l'émergence.



▲ Figure 48 : Schéma représentant la hauteur à prendre en compte dans les calculs

En appliquant ces règles de calcul, considérant des hauteurs d'émergence, on obtient les tableaux de charges de neige à considérer sur la toiture :

▲ Tableau 5 : Charges de neige à considérer sur la toiture en fonction de la hauteur d'émergence (en m)

	Zones géographique															
	A1				A2				B1				B2			
	Altitude [m]															
	200	500	700	900	200	500	700	900	200	500	700	900	200	500	700	900
Hauteur d'émergence [m]	Charge de neige S [Pa]															
0,3	360	600	840	1080	360	600	840	1080	440	680	920	1160	440	680	920	1160
0,6	540	900	1260	1620	540	900	1260	1620	660	1020	1380	1740	660	1020	1380	1740
1 et plus	900	1500	2100	2700	900	1500	2100	2700	1100	1700	2300	2900	1100	1700	2300	2900



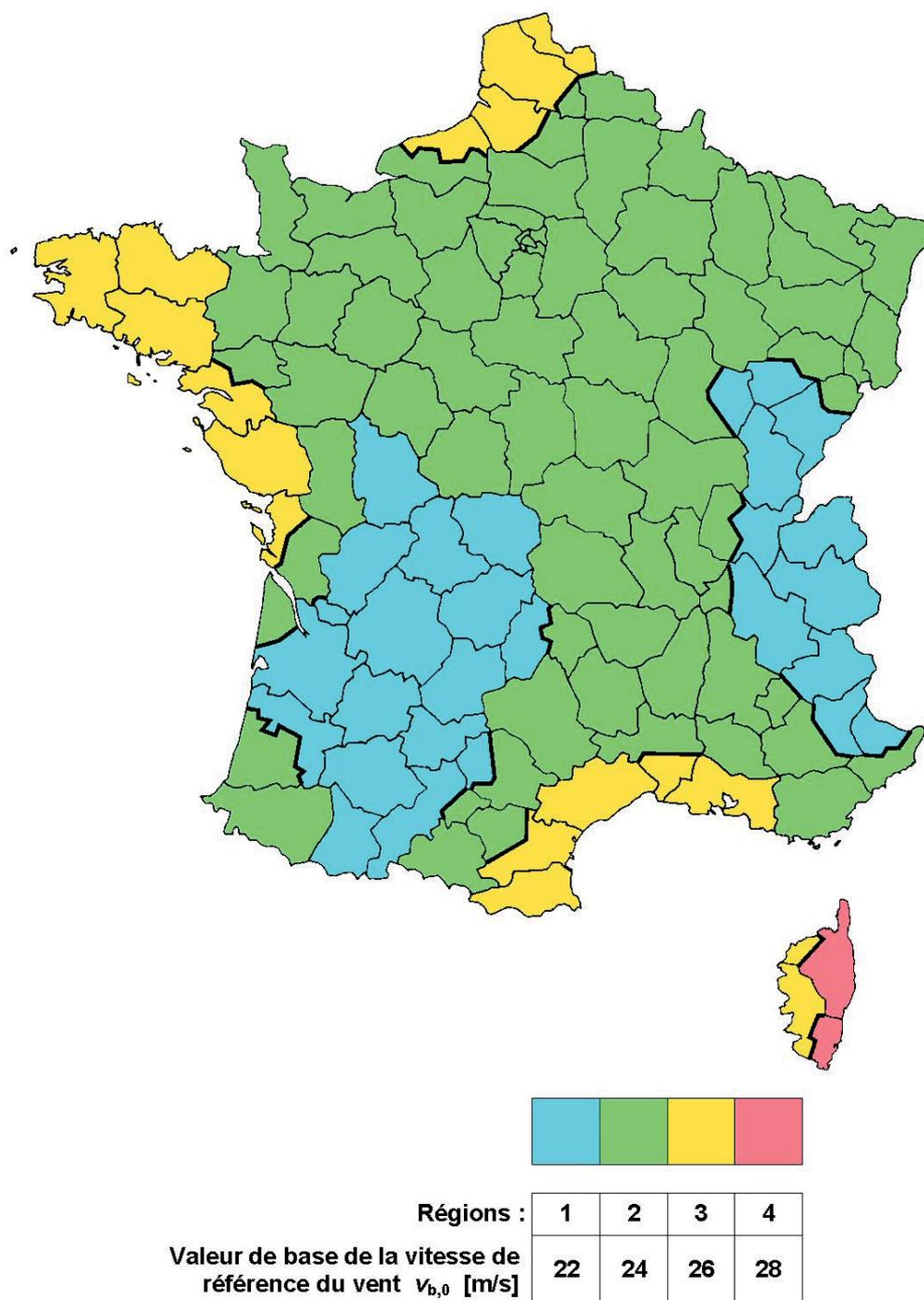
	Zones géographique															
	A1				A2				B1				B2			
	Charge de neige exceptionnelle Sa [Pa]															
0,3	-	-	-	-	800	800	800	800	800	800	800	800	1080	1080	1080	1080
0,6	-	-	-	-	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1620	1620	1620	1620
1 et plus	-	-	-	-	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2700	2700	2700	2700

▲ Tableau 5 : (suite)

	Zones géographique															
	C1				C2				D				E			
	Altitude [m]															
	200	500	700	900	200	500	700	900	200	500	700	900	200	500	700	900
Hauteur d'émergence [m]	Charge de neige S [Pa]															
0,3	520	760	1000	1240	520	760	1000	1240	720	960	1200	1440	1120	1480	2040	2600
0,6	780	1140	1500	1860	780	1140	1500	1860	1080	1440	1800	2160	1680	2220	3060	3900
1 et plus	1300	1900	2500	3100	1300	1900	2500	3100	1800	2400	3000	3600	2800	3700	5100	6500
	Charge de neige exceptionnelle Sa [Pa]															
0,3	-	-	-	-	1080	1080	1080	1080	1440	1440	1440	1440	-	-	-	-
0,6	-	-	-	-	1620	1620	1620	1620	2160	2160	2160	2160	-	-	-	-
1 et plus	-	-	-	-	2700	2700	2700	2700	3600	3600	3600	3600	-	-	-	-

13.2. • Charge de vent

L'Eurocode 1 (NF EN 1991-1-4/NA) définit 4 zones géographiques (Figure 5349) auxquelles correspondent une valeur de base de la vitesse de référence de vent établie sur une étude statistique des données météorologiques enregistrées dans un grand nombre de station.



▲ Figure 49 : Zones de vent

Il y a lieu ensuite de déterminer la pression dynamique de pointe $q_p(z)$ à la hauteur z qui est induite par la vitesse moyenne et les fluctuations rapides de vitesse. Il s'agit de prendre en compte les différentes catégories de terrain (Tableau 6) et d'appliquer les coefficients d'exposition en fonction de la hauteur du bâtiment.



	Catégorie de terrain	z_0 (m)	z_{min} (m)
0	Mer ou zone côtière exposée aux vents de mer ; lacs et plans d'eau parcourus par le vent sur une distance d'au moins 5 km	0,005	1
II	Rase campagne, avec ou non quelques obstacles isolés (arbres, bâtiments, etc.) séparés les uns des autres de plus de 40 fois leur hauteur	0,20	5
IIIa	Campagne avec des haies ; vignobles ; bocage ; habitat dispersé		
IIIb	Zones urbanisées ou industrielle ; bocage dense ; vergers	1,0	15
IV	Zones urbaines dont au moins 15% de la surface sont recouvertes de bâtiments dont la hauteur moyenne est supérieure à 15 m ; forêts		

▲ Tableau 6 : Catégories et paramètres de terrain

Le tableau ci-dessus a été modifié en regroupant certaines catégories de terrain afin de simplifier l'ensemble des résultats. Les catégories IV et IIIb ont été regroupées ainsi que les catégories IIIa et II. Ce sont les valeurs les plus défavorables de z_0 et z_{min} qui ont été considérées.

On détermine ainsi la pression dynamique de référence selon ces étapes :

Vitesse moyenne de vent :

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b$$

Avec :

$c_r(z)$ le coefficient de rugosité qui tient compte de la variabilité de la vitesse du vent

$c_o(z)$ le coefficient orographique égal à 1

v_b la vitesse de référence du vent

Pression dynamique de référence :

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$$

Avec :

ρ la masse volumique de l'air

v_b la vitesse de référence du vent

Pression dynamique de pointe :

$$q_p(z) = \left[1 + 7 \cdot I_v(z) \right] \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2 = c_e(z) \cdot q_b$$

Avec :

$c_e(z)$ le coefficient d'exposition

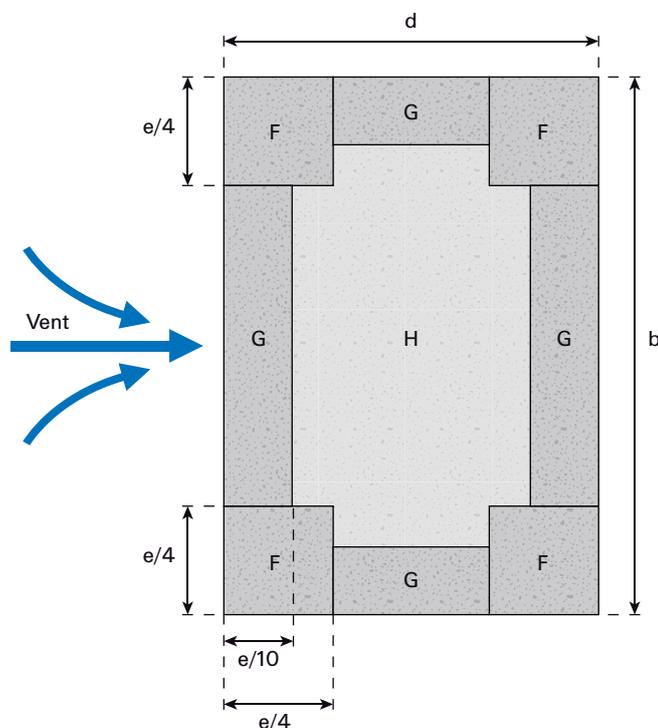
$I_v(z)$ l'intensité de turbulence



13.3. • Cas des toitures-terrasses

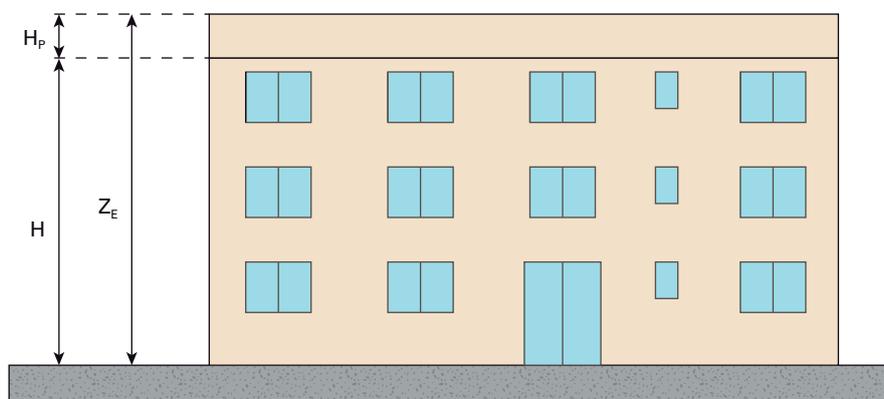
Les toitures-terrasses sont définies comme ayant une pente (α) telle que $-5^\circ < \alpha < 5^\circ$.

Il convient de diviser la toiture en zones telles que représentées sur (Figure 540).



▲ Figure 50 : Position des zones en toitures (F=angles, G=rives, H=partie courante)

La hauteur de référence qu'il convient d'utiliser pour les toitures terrasses avec acrotères est égale à $H + H_p$. La hauteur H correspond à la hauteur du bâtiment. La hauteur H_p correspond à la hauteur de l'acrotère.



▲ Figure 51 : Position des hauteurs H et H_p

Définitions particulières

Rives : zones de périphérie de toitures, elles concernent une largeur minimale de 2 m et maximale égale à $1/10$ de la hauteur.

Angles : zones de rencontre entre deux rives.

13.3.1. • Tableaux de dépressions calculées pour un acrotère de 30 cm (Tableau 7a et 7b)

Type de toiture	Hauteur (m)	Position	
		Angles (F) Cpe,1	Rives (G) Cpe,1
Avec acrotères 30 cm	10	2,16	1,76
	20	2,2	1,8
	30	2,2	1,8
	40	2,2	1,8
	50	2,2	1,8

▲ Tableau 7 : Tableaux de dépressions calculées pour un acrotère de 30 cm

Catégorie de terrain	Hauteur (m)																			
	Région 1			Région 2			Région 3			Région 4										
Position	<10m	<20m	<30m	<10m	<20m	<30m	<10m	<20m	<30m	<40m	<50m	<10m	<20m	<30m	<40m	<50m				
Ville (IV et IIIb)	827	963	1143	1277	1386	984	1146	1360	1520	1649	1155	1345	1596	1784	1935	1340	1560	1851	2069	2245
Rives	674	788	935	1045	1134	802	938	1113	1244	1349	941	1100	1306	1460	1584	1092	1276	1514	1693	1837
Courante	460	525	623	697	756	547	625	742	829	900	642	734	870	973	1056	744	851	1010	1128	1224
Campagne (IIIa et II)	1175	1473	1660	1798	1908	1399	1786	2012	2179	2313	1642	2096	2361	2558	2715	1904	2430	2739	2966	3148
Rives	958	1200	1353	1465	1555	1140	1461	1646	1763	1893	1338	1715	1932	2093	2221	1551	1989	2241	2427	2576
Courante	653	818	922	999	1060	777	974	1097	1189	1262	912	1143	1288	1395	1481	1058	1326	1494	1618	1717
Mer (0)	1858	2124	2287	2406	2500	2212	2575	2772	2916	3031	2596	3022	3254	3423	3557	3010	3505	3773	3970	4125
Rives	1514	1770	1906	2005	2084	1802	2107	2268	2386	2480	2115	2472	2662	2800	2910	2453	2867	3087	3248	3375
Courante	1032	1180	1271	1337	1389	1229	1404	1512	1591	1653	1442	1648	1775	1867	1940	1672	1912	2058	2165	2250

13.3.2. • Tableaux de dépressions calculées pour un acrotère de 60 cm (Tableau 8a et 8b)

Type de toiture	Hauteur (m)	Position			
		Angles (F)		Rives (G)	
		C _{pe,1}	C _{pe,1}	C _{pe,1}	C _{pe,1}
Avec acrotères 60 cm	10	2,12	1,72	1,2	1,2
	20	2,16	1,76	1,2	1,2
	30	2,2	1,8	1,2	1,2
	40	2,2	1,8	1,2	1,2
	50	2,2	1,8	1,2	1,2

▲ Tableaux 8 : Tableaux de dépressions calculées pour un acrotère de 60 cm

Catégorie de terrain	Position	Hauteur (m)																				
		Région 1				Région 2				Région 3				Région 4								
		<10m	<20m	<30m	<40m	<50m	<10m	<20m	<30m	<40m	<50m	<10m	<20m	<30m	<40m	<50m	<10m	<20m	<30m	<40m	<50m	
Ville (IV et IIIb)	Angles	812	945	1143	1277	1386	966	1125	1360	1520	1649	1134	1320	1596	1784	1935	1315	1531	1851	2069	2245	1837
	Rives	659	770	935	1045	1134	784	917	1113	1244	1349	920	1076	1306	1460	1584	1067	1248	1514	1693	1837	
	Courante	460	525	623	697	756	547	625	742	829	900	642	734	870	973	1056	744	851	1010	1128	1224	
Campagne (IIa et II)	Angles	1154	1473	1691	1831	1944	1373	1753	2012	2179	2313	1611	2058	2361	2558	2715	1869	2386	2739	2966	3148	
	Rives	936	1200	1383	1498	1590	1114	1429	1646	1783	1893	1307	1677	1932	2093	2221	1516	1944	2241	2427	2576	
	Courante	653	818	922	999	1060	777	974	1097	1189	1262	912	1143	1288	1395	1940	1058	1326	1494	1618	1717	
Mer (0)	Angles	1824	2124	2329	2451	2547	2171	2528	2772	2916	3031	2548	2967	3254	3423	3715	2955	3441	3773	3970	4125	
	Rives	1480	1731	1906	2005	2084	1761	2060	2268	2386	2480	2067	2417	2662	2800	2910	2397	2804	3087	3248	3375	
	Courante	1032	1180	1271	1337	1389	1229	1404	1512	1591	1653	1442	1648	1775	1867	1940	1672	1912	2058	2165	2250	

13.3.3. • Tableaux de dépressions calculées pour un acrotère de 100 cm (Tableau 9a et 9b)

Type de toiture	Hauteur (m)	Position			
		Angles (F)		Rives (G)	
		Cpe,1		Cpe,1	
Avec acrotères 100 cm	10	1,8	1,4	1,2	
	20	2	1,6	1,2	
	30	2,14	1,74	1,2	
	40	2,2	1,8	1,2	
	50	2,2	1,8	1,2	

▲ Tableaux 9 : Tableaux de dépressions calculées pour un acrotère de 100 cm

		Hauteur (m)																			
		Région 1				Région 2				Région 3				Région 4							
Catégorie de terrain	Position	<10m	<20m	<30m	<40m	<50m	<10m	<20m	<30m	<40m	<50m	<10m	<20m	<30m	<40m	<50m	<10m	<20m	<30m	<40m	<50m
	Ville (IV et IIb)	689	875	1111	1277	1386	820	1042	1323	1520	1649	963	1223	1552	1784	1935	1117	1418	1800	2069	2245
	Rives	536	700	904	1045	1134	638	833	1075	1244	1349	749	978	1262	1460	1584	868	1134	1464	1693	1837
	Courante	460	525	623	697	756	547	625	742	829	900	642	734	870	973	1056	744	851	1010	1128	1224
Campagne (IIIa et II)	Angles	979	1364	1645	1831	1944	1166	1623	1957	2179	2313	1368	1905	2297	2558	2715	1587	2210	2664	2966	3148
	Rives	762	1091	1337	1498	1590	907	1299	1591	1783	1893	1064	1524	1868	2093	2221	1234	1768	2166	2427	2576
	Courante	653	818	922	999	1060	777	974	1097	1189	1262	912	1143	1288	1395	1481	1058	1326	1494	1618	1717
Mer (0)	Angles	1549	1967	2266	2451	2547	1843	2341	2697	2916	3031	2163	2747	3165	3423	3557	2509	3186	3670	3970	4125
	Rives	1205	1573	1842	2005	2084	1434	1873	2193	2386	2480	1682	2198	2573	2800	2910	1951	2549	2984	3248	3375
	Courante	1032	1180	1271	1337	1389	1229	1404	1512	1591	1653	1442	1648	1775	1867	1940	1672	1912	2058	2165	2250

Dispositions d'usage, d'entretien, de réfection des ouvrages

14



À l'attention du maître d'ouvrage :

Les principes d'entretien et de surveillance des ouvrages d'étanchéité ne changent pas par rapport aux principes déjà existants. Néanmoins la complexité constructive des relevés ainsi que l'augmentation du coût global de l'ouvrage, notamment de l'isolation due à la réglementation thermique, peuvent augmenter de façon significative les conséquences dommageables de sinistres éventuels en cas d'inobservation des consignes d'entretien.

Les dispositions d'usage et d'entretien des toitures-terrasses sont fonction de leur destination.

Toitures inaccessibles

Toitures qui ne reçoivent qu'une circulation réduite à l'entretien normal des ouvrages d'étanchéité et d'appareils ou installations nécessitant des interventions peu fréquentes (de l'ordre d'une à deux fois par an) tels que : lanternaux, exutoires de fumées, dispositifs de ventilation mécanique contrôlée, antennes, enseignes.

Ces toitures peuvent comporter des chemins ou aires de circulation. Le repérage des chemins de circulation doit être matérialisé par le revêtement d'étanchéité de nature ou de couleur différentes. Les dispositifs de matérialisation par pieds lestés et chaîne plastique sont déconseillés.

L'entretien consiste en un contrôle visuel des ouvrages, un nettoyage des évacuations d'eaux pluviales et une remise en place de la protection lourde meuble éventuelle.

Toitures inaccessibles à rétention temporaire des eaux pluviales

Toitures destinées à la retenue temporaire des eaux pluviales. La toiture est à pente nulle. La structure porteuse doit prendre en compte, en plus des charges habituelles, la charge d'eau supplémentaire



déterminée par la hauteur de « l'évacuation déversoir ». Les dispositions particulières à cette destination sont définies dans le NF DTU 43.1. Elles concernent l'isolant, le revêtement d'étanchéité, la hauteur de relevé ou des sorties diverses, le dimensionnement et l'implantation des évacuations d'eaux pluviales.

L'entretien consiste en un contrôle visuel des ouvrages, un nettoyage des évacuations d'eaux pluviales et une remise en place éventuelle de la protection lourde meuble.

Toitures-terrasses techniques ou à zones techniques

Toitures qui reçoivent une circulation due à la présence d'appareils ou d'installations nécessitant des interventions fréquentes (entretien, etc.), tels que aéro-réfrigérants (conditionnement d'air), dispositifs permettant le nettoyage des façades, capteurs solaires, locaux de machineries d'ascenseurs ou monte-charge accessibles exclusivement à la terrasse, jardinières, etc. Si l'installation technique ne concerne qu'une partie de la toiture-terrasse, seule cette partie peut être considérée comme toiture-terrasse technique (« zone technique »). En plus de l'entretien minimal prévu en terrasse inaccessible, les ouvrages de terrasses techniques doivent faire l'objet d'un contrôle poussé et d'une vigilance accrue pour vérifier que l'entretien des équipements en toitures n'altère pas le complexe d'étanchéité.

Toitures-terrasses accessibles aux piétons

Toitures-terrasses qui reçoivent une circulation piétonne éventuellement assortie d'un séjour. Par séjour on entend la présence de charges statiques autres que celles liées à la circulation.

En plus de l'entretien précédent, les ouvrages de terrasses accessibles aux piétons, doivent faire l'objet d'une surveillance continue permettant d'identifier et de réparer les aléas dus à l'accessibilité privative ou publique avant que celle-ci n'altère le revêtement d'étanchéité. On peut citer à titre d'exemple la remise en place d'une dalle sur plots, la vérification des mastics de bandes de solin.

Toitures-terrasses accessibles aux véhicules légers

Toitures-terrasses qui reçoivent une circulation et/ou un stationnement de véhicules légers. Les véhicules légers sont conventionnellement caractérisés par une charge maximale de 20 kN par essieu (environ 2 tonnes/essieu). Les parties de toitures accessibles exceptionnellement aux véhicules de lutte contre l'incendie et aux camions de déménagement peuvent être comprises dans cette catégorie.

Toitures-terrasses accessibles aux véhicules lourds

Toitures-terrasses qui reçoivent une circulation et/ou un stationnement de véhicules lourds. Les véhicules lourds sont conventionnellement caractérisés par une charge comprise entre 20 kN par essieu et 135 kN par essieu (environ 2 et 13,5 tonnes/essieu). En plus de l'entretien précédent, les ouvrages de terrasses accessibles aux véhicules doivent faire l'objet d'une surveillance continue permettant d'identifier et de réparer les aléas dus à la présence de véhicules. On peut

citer à titre d'exemple la vérification des protections de joints de dilatation, l'intégrité des chasse-roues, les mastics au droit des émergences (candélabres, dés en béton, etc.).

Toitures-terrasses jardins

Toitures-terrasses qui reçoivent une végétation (gazon, plantations, etc.). Si la zone plantée ne concerne qu'une partie de la toiture-terrasse, la totalité ou seulement cette partie peut être considérée comme toiture-terrasse jardin. Les ouvrages de terrasses jardins doivent faire l'objet d'un entretien de la végétation et de la surveillance des ouvrages particuliers (fosses à arbres, zone stérile, etc.).

Toitures-terrasses végétalisées

Toiture recevant un complexe de végétalisation extensive. Les dispositions particulières à cette destination sont définies dans les Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses végétalisées, décembre 2002, éditées par la CSFE, le SNPPA, l'UNEP et l'ADIVET.

Les zones traitées en végétalisation sont inaccessibles.

Les ouvrages de terrasses végétalisées doivent faire l'objet d'un entretien limité aux consignes prévues par l'Avis Technique du procédé et respectant les Règles professionnelles Toitures-Terrasses végétalisées.



15

Références

- NF DTU 20.12 : 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 P01-012 : Dimensions des garde-corps – Règles de sécurité relatives aux dimensions des garde-corps et rampes d'escalier.
- NF P01-013 : Essais des garde-corps – Méthodes et critères.
- NF E85-015 : Éléments d'installations industrielles – Moyens d'accès permanents – Escaliers, échelles à marches et garde-corps.
- NF EN ISO 10211 : Ponts thermiques dans le bâtiment – Flux thermiques et températures superficielles – Calculs détaillés.
- Décret n° 2010-1269 du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des constructions.
- Arrêté du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments.
- Décret n° 2011-544 du 18 mai 2011 relatif aux attestations de prise en compte de la réglementation thermique et de réalisation d'une étude de faisabilité relative aux approvisionnements en énergie pour les bâtiments neufs ou les parties nouvelles de bâtiments.
- Arrêté du 11 octobre 2011 relatif aux attestations de prise en compte de la réglementation thermique et de réalisation d'une étude de faisabilité relative aux approvisionnements en énergie pour les bâtiments neufs ou les parties nouvelles de bâtiments.

- Règles Th-U pour la détermination du coefficient moyen de déperdition par transmission à travers les parois déperditives du bâtiment.
- Décret n° 2008-244 du 7 mars 2008 relatif au code du travail.
- Décret n° 2012-1530 du 28 décembre 2012 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des constructions de bâtiments.
- Arrêté du 28 décembre 2012 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments autres que ceux concernés par l'article 2 du décret du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des constructions.
- Recommandations Professionnelles de la CSFE n°04 – Mai 2012 – Pour la conception de l'isolation thermique des toitures-terrasses et toitures inclinées avec étanchéité.
- Recommandations Professionnelles de la CSFE n°02 – Octobre 2010 – L'isolation thermique par l'extérieur des parois enterrées avec revêtement d'étanchéité.
- Recommandations Professionnelles de la CSFE n°03 – Février 2011 – Mise en œuvre traditionnelle de capteurs solaires rapportés sur revêtement d'étanchéité en toiture-terrasse.
- Règles professionnelles Toitures-Terrasses végétalisées, ADIVET, CSFE, SNPPA, UNEP, édition 2007.



Glossaire



Les définitions ci-après sont celles des termes utilisés dans le présent document dans le contexte de leur emploi particuliers pour les travaux d'étanchéité et d'isolation des toitures-terrasses.

Acrotère

Élément de gros œuvre établi à la périphérie de la toiture d'un bâtiment.

Bande de solin

Élément manufacturé destiné à écarter les eaux de ruissellement en tête de relevé. Elle peut selon sa géométrie assurer d'autres fonctions (protection de relevé, support de dalle sur plots, etc.).

Bandeau

Bande de béton horizontale disposée en saillie d'une paroi verticale destinée à écarter les eaux de ruissellement en tête de relevé. Les bandeaux préfabriqués sont des bandeaux rapportés sur la paroi verticale et fixés mécaniquement.

Bardage rapporté

Système de revêtement extérieur composé d'un parement maintenu sur une ossature réglable (bois, acier galvanisé, aluminium) elle-même liaisonnée à une structure porteuse continue par l'intermédiaire de pattes ponctuelles (équerre métallique).

Chaperon (ou couronnement)

Ouvrage de maçonnerie couronnant une émergence.

Chéneau

Ouvrage de collecte des eaux pluviales, de section généralement rectangulaire, implanté sur une toiture inaccessible.



Coefficient linéique

Coefficient qui exprime les déperditions dues à un pont thermique linéaire en W/K.m.

Coefficient ponctuel

Coefficient qui exprime les déperditions dues à un pont thermique ponctuel en W/K.

Conductivité thermique

Quantité de chaleur W/(m.K) traversant un matériau. C'est une valeur déclarée ou certifiée pour les produits isolants thermiques.

Costière

Relief destiné à recevoir le relevé d'étanchéité au bord d'une trémie ou d'un joint de la structure. La costière peut être en béton coulé en place ou dans certains cas particuliers en métal.

Couvertine

Élément, généralement en tôle pliée, couvrant la partie supérieure d'un élément en saillie par rapport à une toiture (acrotère, pignon, émergence, etc.).

Crapaudine/garde-grève

Ouvrages destinés à éviter la pénétration des éléments de protection ou des déchets (feuilles mortes, etc.) dans les descentes d'eau pluviale.

Crosse

Élément tubulaire recourbé à son extrémité extérieure permettant le passage des câbles ou gaines au travers d'une paroi de façon étanche.

Entrées d'eaux pluviales

Les eaux pluviales tombant sur les toits sont évacuées par ces ouvrages qui les conduisent dans les descentes verticales.

Élément porteur

Partie supérieure résistante du gros œuvre de la toiture.

Émergence

Élément en saillie par rapport à la surface d'une couverture ou d'une toiture-terrasse (souche de cheminée, ventilations, etc.).

Engravure

Dispositif situé en tête de relevé destiné à écarter les eaux de ruissellement constitué par une tranchée dans la maçonnerie présentant un becquet en partie haute.



Équerre de compartimentage

Élément d'étanchéité empêchant le passage de l'eau accidentelle en provenance de l'émergence dans l'isolant de partie courante.

ETICS

Anglicisme « External Thermal Insulation Composite System », ce terme est utilisé pour définir les systèmes de revêtement extérieur de façade composés d'une isolation thermique collée ou fixée mécaniquement sur une structure porteuse continue. L'isolation reçoit ensuite un complexe d'enduit et d'armature assurant la protection de l'isolation et la finition esthétique de la façade.

Garde-corps

Système d'éléments formant une barrière destinée à protéger les intervenants et usagers du risque de chute et, dans certains cas, à retenir les objets.

Isolation inversée

Principe de mise en œuvre de l'isolation thermique au-dessus du revêtement d'étanchéité.

Isolation thermique par l'extérieur

Principe de mise en œuvre d'isolation thermique d'une façade ; il peut s'agir d'un bardage rapporté, d'un vêtage, d'une vêtiture, d'un ETICS...

Lame d'air

Espace ventilé situé dans le cas du bardage entre le parement et l'isolation thermique.

Larmier ou goutte d'eau

Partie évidée en sous-face d'un bandeau empêchant l'eau de pluie d'atteindre le relevé.

Local chauffé

Au sens de la réglementation thermique, local dont la température normale en période d'occupation est supérieure à 12 °C.

Manchon

Conduit inséré dans le gros œuvre.

Pare-vapeur

Écran positionné sur l'élément porteur et sous l'isolation thermique de la toiture empêchant la migration de la vapeur d'eau dans l'isolant.

Partie courante

Zone d'une paroi composée de différents composants organisés de façon homogène. La partie courante est conçue et mise en œuvre selon des dispositions connues.

Point singulier

Zones situées à la jonction de parois de natures ou de compositions différentes ou correspondant à des ouvrages ponctuels traversant une paroi. Les points singuliers nécessitent des dispositions de conception et de mise en œuvre particulières.

Ponts thermiques

Partie de l'enveloppe du bâtiment où la résistance thermique est modifiée de façon sensible par : la pénétration totale ou partielle de l'enveloppe du bâtiment par des matériaux ayant une conductivité thermique différente, comme par exemple les systèmes de fixations mécaniques qui traversent une couche isolante ; et/ou un changement local de l'épaisseur des matériaux de la paroi, ce qui revient à changer localement la résistance thermique.

Profil de départ

Élément constitutif d'un système d'isolation par l'extérieur en pied de parois.

Protection lourde dure (par abréviation « protection dure »)

Protection rapportée à base de mortier ou béton coulé sur le chantier ou constituée d'éléments préfabriqués (dalles, pavés, etc.).

Protection lourde meuble (par abréviation « protection meuble »)

Protection rapportée constituée par un lit de granulats.

Relevé

Ouvrage d'étanchéité appliqué sur tout ou partie de la hauteur d'un relief, et raccordé aux parties courantes du revêtement d'étanchéité. Il est toujours constitué par un élément distinct du revêtement de partie courante.

Relief

Ouvrage émergent sur lequel l'étanchéité est relevée, ce relevé pouvant être exécuté sur tout ou partie de la hauteur du relief.

Résistance thermique

Résistance aux flux de chaleur traversant un matériau exprimée en $m^2/K.W$. C'est une valeur déclarée ou certifiée pour les produits isolants thermiques.

Revêtement d'étanchéité

Ouvrage continu destiné à assurer l'étanchéité à l'eau, tant en partie courante que sur les ouvrages particuliers.

Support d'étanchéité

Élément de la construction sur lequel est appliqué directement le revêtement d'étanchéité. Il peut s'agir de l'élément porteur en maçonnerie ou de la forme de pente ou de la couche d'isolation thermique.



Trop-plein

Dispositif destiné à évacuer l'eau lorsqu'elle atteint un certain niveau pour éviter une accumulation excessive d'eau.

Zone de stationnement précaire (ZSP) et normal (ZSN)

Elles sont définies et illustrées dans la norme NF P 01-012.

PARTENAIRES du Programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

- Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) ;
- Association des industries de produits de construction (AIMCC) ;
- Agence qualité construction (AQC) ;
- Confédération de l'artisanat et des petites entreprises du bâtiment (CAPEB) ;
- Confédération des organismes indépendants de prévention, de contrôle et d'inspection (COPREC Construction) ;
- Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) ;
- Électricité de France (EDF) ;
- Fédération des entreprises publiques locales (EPL) ;
- Fédération française du bâtiment (FFB) ;
- Fédération française des sociétés d'assurance (FFSA) ;
- Fédération des promoteurs immobiliers de France (FPI) ;
- Fédération des syndicats des métiers de la prestation intellectuelle du Conseil, de l'Ingénierie et du Numérique (Fédération CINOV) ;
- GDF SUEZ ;
- Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie ;
- Ministère de l'Égalité des Territoires et du Logement ;
- Plan Bâtiment Durable ;
- SYNTEC Ingénierie ;
- Union nationale des syndicats français d'architectes (UNSFA) ;
- Union nationale des économistes de la construction (UNTEC) ;
- Union sociale pour l'habitat (USH).

Les productions du Programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont le fruit d'un travail collectif des différents acteurs de la filière bâtiment en France.



ISOLATION THERMIQUE
ET ÉTANCHÉITÉ DES POINTS
SINGULIERS DE TOITURES
AVEC ÉLÉMENTS PORTEURS
EN MAÇONNERIE

OCTOBRE 2013

NEUF

L'évolution des exigences de performances thermiques au niveau de l'enveloppe des bâtiments toujours plus élevées, conduit à l'augmentation des épaisseurs d'isolants thermiques utilisés en toiture et en façade. Si l'on ajoute à cela les nombreuses techniques et composants formant d'une part la façade (bardage rapporté, enduit,...) et d'autre part l'étanchéité de toiture et sa protection (revêtements, gravillons, dalle béton, végétalisation,...), les ouvrages à l'interface de ces parois (acrotère, pieds de façade,...) sont le lieu de nombreuses modifications qu'il faut savoir prendre en considération dès la conception pour permettre une réalisation sur chantier sans difficulté.

Le présent document s'adresse à l'ensemble des intervenants dans l'acte de concevoir, de construire et de rénover les bâtiments. Il a pour objectif de proposer des solutions d'isolation thermique des interfaces que l'on retrouve sur une toiture-terrasse avec élément porteur en maçonnerie. Interfaces, que nous appellerons « points singuliers » pour reprendre le terme des Documents Techniques Unifiés (DTU) du domaine.

Ce document complète les solutions constructives traditionnelles définies dans le NF DTU 43.1 et les solutions nouvelles proposées dans les récentes Recommandations Professionnelles de la CSFE n°4 portant sur les relevés d'acrotères. Il met en avant le principe fondamental de compartimentage entre l'ouvrage de partie courante et les ouvrages singuliers et propose une déclinaison par usage et par localisation des interfaces.



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS

« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

Ce programme est une application du Grenelle Environnement. Il vise à revoir l'ensemble des règles de construction, afin de réaliser des économies d'énergie dans le bâtiment et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr

