

# **La pathologie des toitures avec étanchéité**



Établissement public au service de l'innovation dans le bâtiment, le CSTB, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, exerce quatre activités clés : la recherche, l'expertise, l'évaluation, et la diffusion des connaissances, organisées pour répondre aux enjeux de la transition écologique et énergétique dans le monde de la construction. Son champ de compétences couvre les produits de construction, les bâtiments et leur intégration dans les quartiers et les villes.

Avec plus de 900 collaborateurs, ses filiales et ses réseaux de partenaires nationaux, européens et internationaux, le groupe CSTB est au service de l'ensemble des parties prenantes de la construction pour faire progresser la qualité et la sécurité des bâtiments.



L'Agence Qualité Construction (AQC) est une association loi 1901 d'intérêt général regroupant toutes les organisations professionnelles de la construction autour d'une mission : la prévention des désordres et l'amélioration de la qualité de la construction. Elle conduit cette mission en observant l'évolution des pathologies, en accompagnant les professionnels dans le choix des produits, en rappelant les bonnes pratiques, et en les informant grâce à des plaquettes d'informations, guides pratiques, la revue bimestrielle Qualité Construction, site Internet, Mooc, vidéos, application smartphone.



Fondée en 1929, la Chambre syndicale française de l'étanchéité (CSFE) représente les entreprises et industriels dans les domaines de l'étanchéité et du bardage. Elle compte environ 370 adhérents soit près de 75 % de l'activité du secteur. Affiliée au réseau FFB, la CSFE défend les intérêts de la profession d'étancheur et s'engage pour un rayonnement de la filière étanchéité.

Elle fédère et accompagne ses adhérents dans :

- la promotion des métiers de l'étanchéité et du bardage ;
- les évolutions nécessaires pour répondre aux enjeux de la profession qu'ils soient techniques, environnementaux ou sociétaux ;
- la rédaction et l'appropriation des règles de l'art.



Excellence SMA est une fondation d'entreprise créée en 1994 par SMA BTP. Entièrement vouée à la qualité dans la construction et à la prévention, elle vise à améliorer la sécurité des biens et des personnes, par un accompagnement expert de tous les maillons de la chaîne de Production.

Efficiente et concrète, Excellence SMA s'est distinguée par des réalisations nombreuses auprès de tous les acteurs du BTP. Colloques, outils, événements et études : la fondation a toujours proposé réflexions et solutions, dans une démarche continue d'innovation et d'accompagnement.

Le présent guide est destiné à commenter et à expliquer certaines règles de construction et les documents techniques de mise en œuvre. Il ne se substitue en aucun cas aux textes de référence, qu'ils soient réglementaires (lois, décrets, arrêtés...), normatifs (normes, DTU ou règles de calcul) ou codificatifs (Avis Techniques, « CPT »...) qui doivent être consultés.

Le CSTB décline toute responsabilité quant aux conséquences directes ou indirectes de toute nature qui pourraient résulter de toute interprétation erronée du contenu du présent guide.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre Français d'Exploitation du droit de copie (3, rue Hautefeuille, 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1<sup>er</sup> juillet 1992 - article L 122-4 et L 122-5 et Code Pénal article 425).

# Sommaire

<b>Édito</b> .....	<b>5</b>	2.10 Désordres engendrés par des stagnations d'eau .....	<b>52</b>
<b>Avant-propos</b> .....	<b>9</b>	2.11 Orniérage des revêtements en asphalte .....	<b>53</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>11</b>	2.12 Agressions mécaniques ou chimiques .....	<b>54</b>
1. Un peu d'histoire .....	<b>11</b>	2.13 Instabilité chimique des revêtements .....	<b>55</b>
2. La conception des toitures avec revêtement d'étanchéité .....	<b>11</b>	<b>3. Désordres affectant les supports</b> .....	<b>58</b>
3. Les matériaux d'étanchéité .....	<b>12</b>	3.1 Supports en maçonnerie .....	<b>58</b>
4. Les diverses destinations des toitures avec étanchéité .....	<b>13</b>	3.2 Supports isolants .....	<b>60</b>
5. Les documents techniques de référence .....	<b>16</b>	3.3 Supports à base de bois .....	<b>62</b>
<b>PARTIE 1</b>		<b>4. Désordres affectant les éléments porteurs</b> .....	<b>63</b>
<b>Pathologies lourdes</b> .....	<b>19</b>	4.1 Éléments porteurs en maçonnerie .....	<b>63</b>
1. Introduction .....	<b>19</b>	4.2 Éléments porteurs en TAN .....	<b>63</b>
2. Effondrements de toiture .....	<b>19</b>	4.3 Éléments porteurs à base de bois .....	<b>64</b>
2.1 Charges de neige .....	<b>19</b>	<b>5. Désordres affectant les protections</b> .....	<b>64</b>
2.2 Charges d'eau .....	<b>20</b>	5.1 Protections meubles .....	<b>64</b>
2.3 Charges permanentes .....	<b>21</b>	5.2 Protections dures .....	<b>65</b>
2.4 Condensation dans l'élément porteur en bois .....	<b>21</b>	5.3 Protections sur plots .....	<b>66</b>
<b>3. Envois de toitures</b> .....	<b>22</b>	5.4 Isolation inversée .....	<b>68</b>
3.1 Action du vent .....	<b>22</b>	<b>PARTIE 3</b>	
3.2 Envol des revêtements .....	<b>23</b>	<b>Pathologies affectant les ouvrages établis sur les reliefs</b> .....	<b>71</b>
3.3 Envol des complexes isolants revêtements .....	<b>24</b>	1. Généralités .....	<b>71</b>
3.4 Envol de l'élément porteur .....	<b>24</b>	2. Désordres affectant les revêtements (relevés - retombées) .....	<b>71</b>
<b>PARTIE 2</b>		2.1 Cisaillement du revêtement en pied de relevé .....	<b>71</b>
<b>Pathologies affectant les parties courantes</b> .....	<b>27</b>	2.2 Hauteur insuffisante .....	<b>72</b>
1. Introduction .....	<b>27</b>	2.3 Décollement des relevés bitumineux .....	<b>72</b>
2. Désordres affectant le revêtement .....	<b>27</b>	2.4 Mauvaise exécution des soudures .....	<b>74</b>
2.1 Fissuration, plis .....	<b>27</b>	2.5 Fissurations .....	<b>75</b>
2.2 Retraits .....	<b>31</b>	<b>3. Désordres affectant les protections</b> .....	<b>75</b>
2.3 Cloquages, gonfles .....	<b>34</b>	3.1 Chutes et fissuration des protections dures .....	<b>75</b>
2.4 Pustulages .....	<b>38</b>	3.2 Départ de l'autoprotection – mud-curling .....	<b>76</b>
2.5 Poinçonnements - perforations .....	<b>40</b>	<b>4. Dispositifs écartant les eaux de ruissellement</b> .....	<b>76</b>
2.6 Reptation .....	<b>44</b>	4.1 Bandeaux préfabriqués .....	<b>76</b>
2.7 Faiençages .....	<b>47</b>	4.2 Dispositifs coulés en place .....	<b>76</b>
2.8 Fluage .....	<b>50</b>	4.3 Bandes porte-solin .....	<b>77</b>
2.9 Défaillance des joints .....	<b>51</b>		

**PARTIE 4****Pathologies affectant les points singuliers ..... 79**

1. Évacuation des eaux pluviales .....	79
1.1 Systèmes gravitaires .....	79
1.2 Systèmes à effet siphonide .....	81
1.3 Trop-pleins en système gravitaire .....	81
2. Joints de dilatation .....	82
3. Traversées (ventilations, crosses, etc.).....	83
3.1 Traversées de câbles .....	83
3.2 Traversées de canalisations .....	83
3.3 Défauts de conception .....	83
4. Couvertines .....	84
4.1 Défauts d'étanchéité à l'eau .....	84
4.2 Insuffisance du dimensionnement.....	85

**PARTIE 5****Pathologies liées à des usages spécifiques ..... 87**

1. Toitures avec installations photovoltaïques .....	87
1.1 Pathologie des systèmes avec modules souples .....	88
1.2 Pathologie des systèmes avec modules rigides .....	88
1.3 Pathologies liées à une défaillance électrique .....	88
2. Toitures à retenue temporaire des eaux pluviales.....	89
3. Toitures végétalisées .....	89

**PARTIE 6****Pathologies spécifiques après travaux de réfection ..... 91**

1. Désordres liés à un diagnostic incomplet .....	91
1.1 Incompatibilité chimique entre ouvrages existants et nouveaux ouvrages.....	91
1.2 Absence de traitement des points singuliers.....	91
1.3 Défaillance d'ouvrages périphériques .....	92
2. Désordres liés à l'inobservation des règles.....	92
2.1 Humidité des supports .....	92
2.2 Modification du régime thermique de la toiture .....	92
2.3 Liaisonnement devenu insuffisant d'un des composants de la toiture.....	93
2.4 Charges permanentes trop élevées.....	93
2.5 Raccordement des évacuations d'eaux pluviales .....	93

**Conclusion..... 95**



Figure 2 : Exemple de toiture-terrasse végétalisée

#### 4.4 Toiture « photovoltaïque »

Elle est inaccessible et a une fonction de production d'électricité :

- » soit intégrée, dont le complexe est constitué d'un assemblage entre un système d'étanchéité monocouche ou bicouche et des films photovoltaïques liaisonnés de manière irréversible à cette étanchéité ;
- » soit avec modules photovoltaïques rigides en pose surimposée, fixés au-dessus du revêtement d'étanchéité.

Tous les éléments porteurs sont admis.



Figure 3 : Toiture photovoltaïque – système avec modules surimposés

#### 4.5 Toiture technique ou à zones techniques

Elle reçoit une circulation du fait de la présence d'appareils ou d'installations demandant des interventions fréquentes (entretien, par exemple), tels que :

- » aéroréfrigérants (conditionnement d'air) ;
- » dispositifs permettant le nettoyage des façades (nacelles) ;
- » capteurs solaires ;

- » locaux ou machineries d'ascenseurs ou monte-charge accessibles uniquement depuis la terrasse ;
- » chaufferies ;
- » groupes électrogènes ;
- » etc.

avec protection par dalles en béton préfabriquées ou en pierre naturelle posées à sec ou par dallage en béton armé ou étanchéité apparente ou autoprotégée.

Sa pente peut être nulle ou comprise entre 1 % et 5 %, sous réserve de la pente minimale imposée par l'élément porteur.

Tous les éléments porteurs sont admis.



Figure 4 : Toiture technique avec protection par dallettes posées à sec

#### 4.6 Toiture-terrasse accessible aux piétons

Elle reçoit une circulation piétonne éventuellement assortie d'un séjour (présence de charges statiques), pour un usage public ou privé, avec protection soit :

- » en béton ou en mortier coulé sur place + carrelage ;
- » en carrelage collé directement sur SEL ;
- » par dalles en béton préfabriquées ou en pierre naturelle, ou par pavés en béton, posés sur couche de désolidarisation ;
- » par dalles en béton, en pierre naturelle, en céramique ou en bois posées sur plots ;
- » par platelage en bois sur plots ;
- » par autoprotection asphalte sur étanchéité asphalte ;
- » ou par autoprotection résine sur SEL.

ou courbes), selon que le bâtiment est ouvert ou fermé, que l'on se trouve dans le cas de travaux neufs ou de réfection pour les différents types d'éléments porteurs. Ces données figurent dans chaque DTA de système fixé mécaniquement.

Avec les systèmes collés, l'envol se produit par insuffisance de la quantité de colle, plots en nombre ou de poids unitaire insuffisant, bandes de largeur insuffisante, espacement trop important, voire absence de renforts en périphérie de la toiture, comme spécifié par les données du fabricant dans le DTA du complexe d'étanchéité.

Des envols avec des membranes autoadhésives sont aussi possibles lorsqu'il y a un défaut d'adhérence lié à une application par temps froid sur des panneaux isolants humides.



**Figure 10** : Sous-dimensionnement des fixations de la membrane d'étanchéité au regard de l'exposition du site au vent (soulèvement de 250 à 300 m<sup>2</sup> d'étanchéité ainsi qu'arrachement de 3 bacs métalliques supportant le complexe)

### 3.3 Envol des complexes isolants revêtements

L'envol de l'ensemble isolant-revêtement d'étanchéité se produit avec un système d'étanchéité autoprotégé ou apparent lorsque le système de fixation de l'isolant est sous-dimensionné vis-à-vis des efforts de soulèvement dus au vent et cède.

C'est, par exemple, le cas d'un complexe dont l'isolant et le revêtement d'étanchéité sont fixés mécaniquement, avec une insuffisance de fixations due à la concomitance du non-respect des prescriptions du fabricant de l'isolant relatives au nombre de fixations préalables de l'isolant et de celles du fabricant de la membrane d'étanchéité.

#### Remarque

En phase de travaux, attention aussi à ne pas interrompre la pose de l'isolant en fin de journée sans avoir mis en œuvre le complexe d'étanchéité sur la zone concernée, car le nombre de fixations préalables est insuffisant pour que l'isolant résiste au vent et les risques d'envol sont alors importants.

Un isolant mal collé, support d'une étanchéité auto-adhésive, peut également entraîner l'envol d'une partie du complexe isolant + membrane d'étanchéité, en général au droit des angles de la toiture. Le défaut de collage est lié, comme décrit au § 3.2.2 pour les étanchéités collées, à une mauvaise répartition et à une consommation de colle insuffisante.

C'est le cas également d'un complexe pour lequel le revêtement d'étanchéité est soudé sur un isolant soudable fixé mécaniquement pour lequel le respect de la densité de fixations définie dans le DTA n'est pas assuré. Les causes sont les mêmes que celles décrites au § 3.2.2 pour les étanchéités fixées mécaniquement.

L'envol peut aussi se produire avec une étanchéité collée avec un enduit d'application à chaud (EAC) ou soudée sur un support isolant soudable, comme la perlite, le verre cellulaire ou la laine minérale, après un délaminage de l'isolant au niveau de son parement bitumineux et une rupture cohésive de l'isolant.

### 3.4 Envol de l'élément porteur

Les cas rencontrés concernent uniquement des éléments porteurs légers tels que les tôles d'acier nervurées.

L'envol partiel de la toiture par arrachement des tôles se produit lorsqu'il y a une faiblesse des fixations des tôles sur les pannes, ce qui nuit à la résistance aux efforts de soulèvement du vent. Cet envol survient si le dimensionnement des fixations est insuffisant, avec une nature de fixation inadaptée ou avec une mauvaise mise en œuvre.

Pour éviter ce type de sinistre, il faut respecter la densité des fixations définie dans le NF DTU 43.3 P1-1 en fonction de la résistance caractéristique de la fixation envisagée, avec une densité plus importante au pourtour de la toiture et au droit des ouvrages particuliers qu'en partie courante. La densité varie selon le cas, de une fixation toutes les deux nervures par appui, à une à deux fixations par nervure par appui.

Les fixations doivent par ailleurs être adaptées au matériau constituant les appuis :

- » avec des pannes métalliques ou des poutres en béton avec insert acier, utiliser des vis autoperceuses ou auto-taraudeuses ou des clous à scellement,
- » avec des pannes en bois, utiliser des tire-fonds à visser ou des vis autoperceuses à bois.

La largeur d'appui des tôles doit être d'au moins :

- » 60 mm sur des poutres en béton ou en bois ;
- » 40 mm sur une charpente métallique.

Les plis sont le résultat d'une mise en compression dans le plan du revêtement conduisant à une déformation perpendiculaire à ce plan (phénomène de flambement).

### 2.1.2 Fissuration aux appuis des éléments porteurs de type D



Les éléments porteurs de type D ont la particularité d'être constitués d'éléments préfabriqués de grandes dimensions, généralement en béton précontraint, de largeur 1,20 m et de longueur pouvant atteindre 20 m.

Les éléments sont jointifs sur leur longueur ; ils sont mis en œuvre sur deux appuis à leurs extrémités puis assemblés par un béton de clavetage. Ils peuvent être associés à une dalle de compression coulée en œuvre.

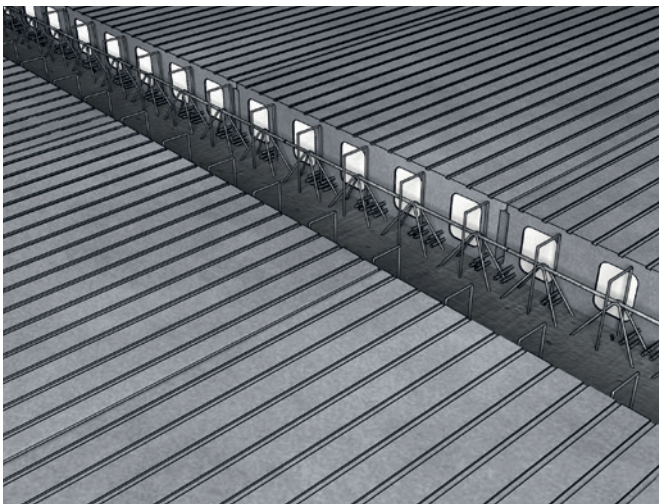
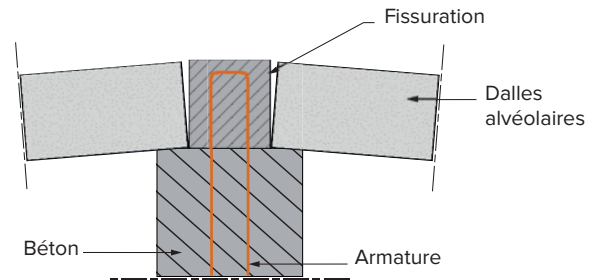


Figure 11 : Détail sur appuis des éléments porteurs de type D avant clavetage

Compte tenu de ces dispositions constructives, la mise en charge des éléments se traduit par une flèche, ou une diminution de la contre-flèche d'origine dans le cas d'éléments en béton précontraint. Aux appuis, ce phénomène s'accompagne d'une rotation de l'extrémité des éléments entraînant la formation d'une fissure.

Dans le cas de planchers soumis à des charges variant de façon continue (charges liées à la circulation de véhicules, notamment), la largeur de la fissure varie avec la même fréquence.

C'est pourquoi la mise en œuvre de ces éléments porteurs doit se conformer aux dispositions du § 5.4.4 du NF DTU 23.2 P3, notamment en ce qui concerne la valeur maximale d'ouverture des fissures dans le cas de planchers utilisés comme supports d'étanchéité.



Fissuration sur appui intermédiaire large

Figure 12 : Fissuration sur appui intermédiaire large (exemple extrait du NF DTU 23.2)

Par ailleurs, le choix et la mise en œuvre des revêtements d'étanchéité doivent être conformes à leur document de référence ; le NF DTU 43.1 prévoit notamment une obligation de pontage des joints sur appuis lorsque le pare-vapeur ou le revêtement est posé en semi-indépendance ou en adhérence.

L'inobservation de ces prescriptions est à l'origine de fissures dans les revêtements installés, notamment sur des terrasses accessibles aux véhicules.

### 2.1.3 Fissuration des revêtements adhérents sur maçonnerie fissurée



Cette pathologie est la conséquence de la transmission de fissures intéressant un support en béton au revêtement d'étanchéité mis en œuvre en adhérence.

Ce cas de figure ne peut théoriquement se rencontrer qu'avec un système d'étanchéité liquide, pour lequel il est recherché des valeurs élevées d'adhérence de manière à prévenir des risques de cloquage liés à la présence d'eau dans le béton, même sec ! (cf. § 3.1.4 « Fissuration excessive »).

Les fissures dans le béton peuvent avoir différentes origines, mais, dans le cas de dalles de toitures-terrasses exposées aux températures extrêmes, les risques de fissures d'origine thermique sont considérablement accrus par la mise en œuvre d'une isolation thermique en sous-face des dalles.

Cette disposition constructive réduit de façon importante les échanges thermiques entre les dalles et les locaux en sous-face ; les dalles sont ainsi portées à des températures extrêmes, entraînant leur fissuration.

### 2.3.8 Cas particulier des SEL



Les systèmes d'étanchéité liquide ont la particularité d'être mis en œuvre en adhérence sur leur support. Le plus fréquemment, ce support est constitué d'un béton dans lequel subsiste toujours une quantité d'eau libre non consommée par la prise du ciment.

La mise en œuvre de ces revêtements fait l'objet de dispositions contraignantes concernant l'humidité maximale du support (cf. § 3.1.5 « Teneur en humidité excessive »). En cas de non-respect de ces dispositions, l'excès d'eau libre dans le support est susceptible, lors de l'élévation de sa température, de se transformer en vapeur d'eau. Lorsque ponctuellement la pression de la vapeur d'eau devient supérieure à l'adhérence du revêtement, des cloques se forment entre le support et le revêtement.

Tant que le revêtement n'est pas sollicité mécaniquement (sur toitures inaccessibles, par exemple), ce phénomène peut ne pas altérer la fonction étanchéité de l'ouvrage car les revêtements mis en œuvre ont pour la plupart un allongement à la rupture élevé.

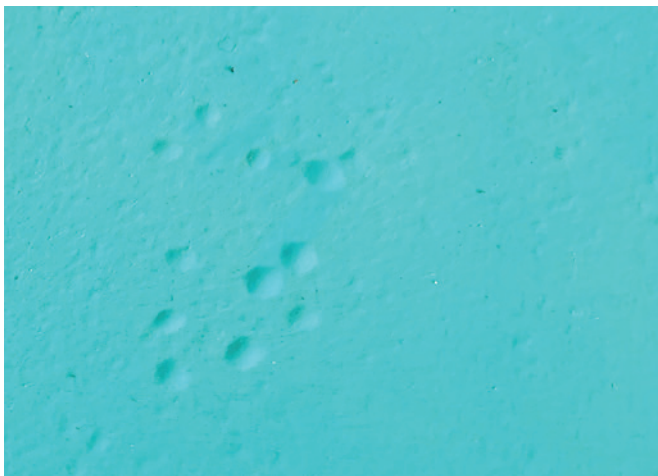


Figure 22 : Cloques sur un revêtement en SEL

Les conséquences sont tout autres dans le cas de toitures-terrasses accessibles aux piétons ou aux véhicules, car les efforts liés à la circulation finissent par perforer les cloques et des infiltrations deviennent probables.



Figure 23 : Revêtement dégradé par la circulation des véhicules.

## 2.4 Pustulages

### 2.4.1 Nature du phénomène

Il s'agit de multiples soulèvements de petites dimensions de la partie supérieure de la surface du revêtement qui sont provoqués par un gaz.

Les gaz impliqués dans l'apparition de ce phénomène sont :

- » soit de la vapeur d'eau provenant d'eau infiltrée dans l'armature de la couche supérieure du revêtement ;
- » soit produits par la putréfaction de composants du revêtement ;
- » soit ceux existant sous forme gazeuse dans certains supports.

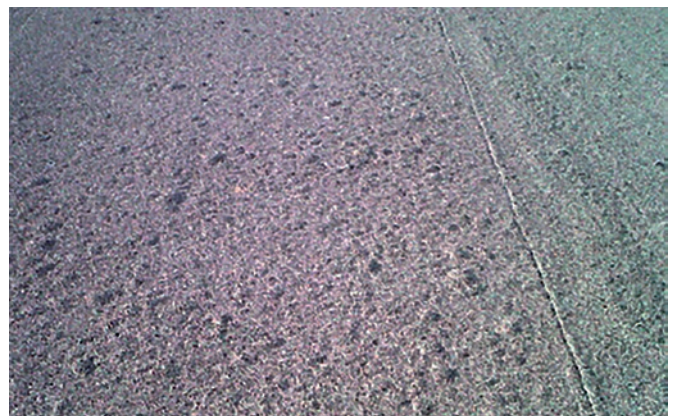


Figure 24 : Pustules à la surface d'un revêtement bitumineux



### 2.9.3 Joints en T



Les jonctions des feuilles de revêtements monocouches en about de lés peuvent entraîner des infiltrations si elles ne sont pas réalisées dans les règles de l'art.

Il est ainsi recommandé de couper l'angle du lé recouvert et de chanfreiner la feuille au droit de cette coupure.

Cette coupe en biais avec chanfrein du bord permet d'éviter que l'éventuel microcanal pouvant exister entre les lés 1 et 2, d'une part, et 3, d'autre part, soit parfaitement horizontal et conduise l'eau de la surface vers la sous-face du revêtement.

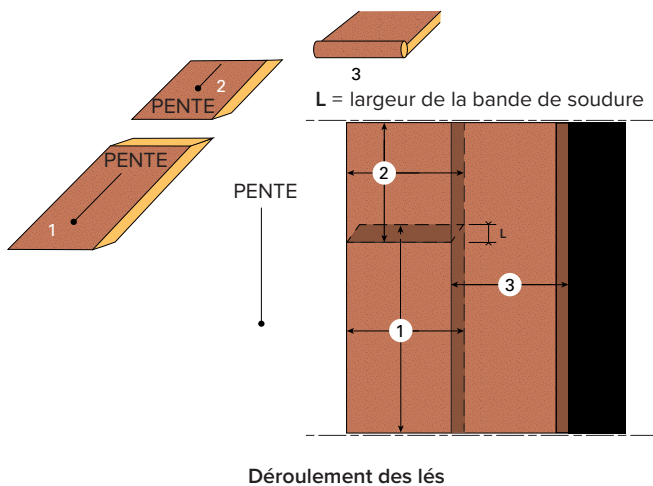


Figure 42 : Déroulement des lés

Cette disposition permet d'accroître de plus de 40 % la longueur du potentiel microcanal reliant la surface du lé 1 et la sous-face du lé 3 et de lui donner une pente ascendante.

Sur certaines toitures où cette disposition n'est pas respectée, on peut observer qu'une liaison plus courte et horizontale conduit à la présence d'un microcanal permettant le cheminement d'infiltrations.

### 2.9.4 Joints en croix



Ils ne sont pas admis dans le cas de revêtements monocouches.

L'inobservation de cette règle conduit localement à une surépaisseur pouvant atteindre 12 mm dans le cas de revêtement bitumineux et à une probabilité accrue de création de microcanaux infiltrants compte tenu de la difficulté de la mise en œuvre.

## 2.10 Désordres engendrés par des stagnations d'eau

### 2.10.1 Nature du phénomène

Ce phénomène se traduit par la présence persistante des eaux sur des surfaces de toiture plus ou moins étendues.

À l'origine de ce phénomène, on peut recenser quatre causes principales, qui peuvent se cumuler :

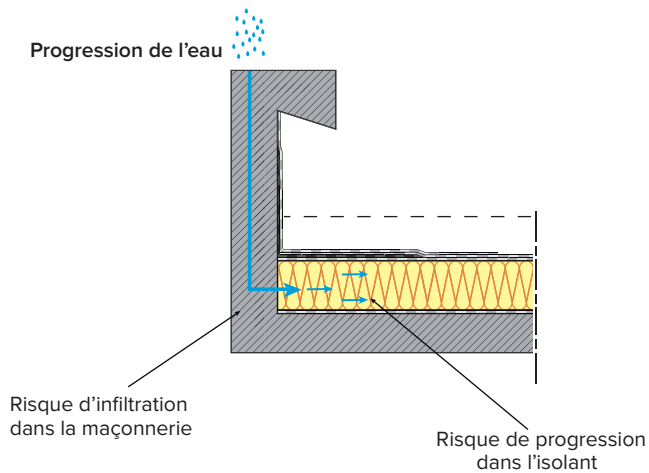
- » de faibles pentes en parties courantes ou dans les noues ;
- » des évacuations pluviales mal positionnées ou trop distantes les unes des autres ;
- » une absence de décaissé au droit des évacuations pluviales ;
- » un manque d'entretien de la toiture, notamment pour maintenir le bon fonctionnement des évacuations pluviales.

Sont particulièrement concernées les toitures-terrasses à pente nulle et les noues de toitures en pente.

Ce n'est en effet qu'à partir d'une pente théorique de 2 %, compte tenu des tolérances de réalisation, qu'on admet qu'une surface ne retient pas l'eau.

Il est donc admis que les toitures-terrasses à pente nulle (inaccessibles, techniques ou accessibles aux piétons avec dalles sur plots) et les terrasses plates (accessibles aux piétons, ou accessibles aux véhicules si construites avant 2005) peuvent présenter des retenues d'eau liées aux caractéristiques de leur horizontalité ou de leur planéité.

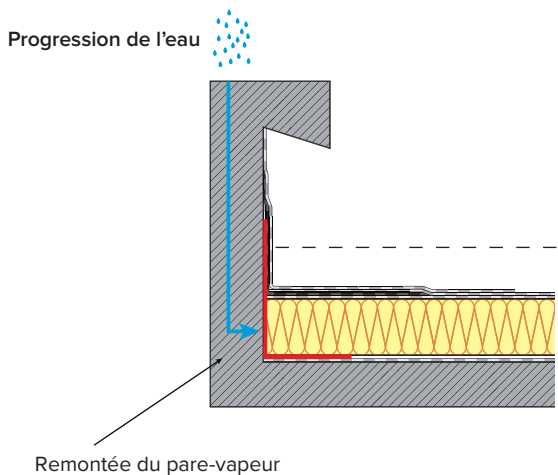
L'épaisseur maximale admise de la retenue d'eau est de 2 cm. Au-delà de cette valeur, l'ouvrage peut être qualifié de non conforme, sans que cette non-conformité soit pour autant à l'origine de désordres majeurs.



**Figure 60 :** Progression de l'eau dans un relief en maçonnerie non compacte

Ces observations ont conduit à de nouvelles dispositions constructives dans les NF DTU 20.12 – amendement A2 de 2007 et NF DTU 43.1 de 2004 qui ont :

- » précisé la composition des maçonneries des reliefs de façon à les rendre compacts en rendant obligatoire la mise en œuvre de béton de classe d'exposition XC4 ;
- » préconisé la mise en œuvre d'une équerre assurant une liaison étanche entre le pare-vapeur et le relevé d'étanchéité pour prévenir de la contamination de la couche isolante par d'éventuelles eaux d'infiltration.



**Figure 61 :** Mise en œuvre d'une équerre pour soustraire les surfaces courantes aux risques d'infiltration dans les reliefs

Le respect de ces nouvelles dispositions est de nature à diminuer les risques de pathologie liés aux éventuelles infiltrations dans les reliefs.

### 2.3.6 Fluage des relevés

Lorsque le relief est constitué d'une costière métallique, sa nature conduit à ce que sa surface soit lisse.

La bonne adhérence est le résultat de l'absence d'un corps étranger entre le métal et le liant bitumineux.

Les costières métalliques, généralement en acier galvanisé, présentent lors de leur approvisionnement sur chantier des surfaces couvertes d'huiles d'usage. L'application d'un EIF est indispensable avant soudage du relevé bitumineux, non pas pour imprégner le support, mais pour le dégraisser. Il est de ce fait important que cet EIF soit solvanté, et non en phase aqueuse.

Lorsque le relief est en béton, un fluage des relevés constitués de feuilles bitumineuses peut être observé dans les configurations suivantes :

- » relevés apparents de hauteur importante (supérieure à 0,50 m) non fixés mécaniquement en tête, tels que requis dans les NF DTU ;
- » relevés apparents dont la composition n'est pas conforme à celle décrite dans les documents de référence ;
- » relevés spécifiques des toitures-terrasses jardins entraînés par le frottement des terres végétales sous l'effet de leur tassement, notamment en l'absence ou en cas de mauvaise réalisation de la zone stérile ;
- » relevés apparents particulièrement exposés à des températures élevées, parce que de couleur foncée, ou situés dans des parties de toiture soumises à la réflexion de façades miroirs, ou à l'abri des vents.

## 2.4 Mauvaise exécution des soudures



Excepté dans le cas de SEL, les relevés et les retombées sont composés d'éléments en feuilles qui doivent être assemblés de manière étanche :

- » entre eux au droit de leur raccordement ;
- » avec la partie courante au droit de leur talon.

Pour les matériaux bitumineux revêtus d'un dispositif d'autoprotection, il est nécessaire de veiller à l'absence de granulats minéraux ou de feuille métallique au droit des recouvrements, ou à leur suppression avant mise en œuvre.



**Figure 67 :** Crapaudine trop petite pour le diamètre de l'EEP, ce qui va favoriser l'accumulation des feuilles et des détritiques au droit de l'EEP

## 1.2 Systèmes à effet siphonide

Contrairement à un système gravitaire traditionnel, un système siphonide assure l'évacuation des eaux pluviales grâce au principe de la dépression. Les canalisations se remplissent entièrement d'eau et s'évacuent avec une forte aspiration, sans nécessiter la présence d'air dans les canalisations. Les naissances de section réduite par rapport à celle d'un système gravitaire comportent un dispositif antivortex et une crapaudine empêchant l'entrée des salissures.

Nous avons vu en partie I § 2.2 « Charges d'eau » que des effondrements de toiture pouvaient se produire avec un système à effet siphonide mal conçu et mal entretenu.

Ces systèmes qui présentent des avantages certains pour de grands bâtiments commerciaux ou industriels, tels que des réseaux d'évacuation avec faibles sections et moins de descentes intérieures, sont très sensibles à un dysfonctionnement au niveau des naissances.

Les risques de ces systèmes sont surtout dus à des bouchages de canalisations et à des obstructions de naissances liés à des défauts d'entretien, dont l'absence peut conduire à la ruine du bâtiment.

Pour éviter tout sinistre, il faut :

- » que la connaissance de l'existence d'un système d'évacuation des eaux pluviales par effet siphonide ne se perde pas lors d'un changement de propriétaire ou d'utilisateur. À cet effet, rappelons comme spécifié dans le Cahier CSTB 3600 (cf. Partie I, § 2.2 « Charges d'eau ») qu'un réseau d'évacuation des eaux par effet siphonide doit être identifié par un étiquetage visible, mis en place dans un ou plusieurs endroits accessibles, mentionnant qu'il s'agit d'un système d'évacuation particulier qui ne peut pas être modifié sans accord du titulaire de l'Avis Technique ;

- » que l'entretien soit régulier, assuré au moins deux fois par an, à la fin de l'automne et au début du printemps, voire plus si le bâtiment est situé à proximité d'arbres. Si le revêtement d'étanchéité est une membrane bitumineuse autoprotégée par granulats ou par paillettes minérales, un nettoyage des dispositifs d'évacuation sera effectué tous les trois mois la première année. Cet entretien doit être assuré en respectant les prescriptions relatives à la maintenance des naissances fournies par le détenteur de l'Avis Technique du système.

## 1.3 Trop-pleins en système gravitaire

Les trop-pleins sont mis en œuvre si, en cas d'engorgement des descentes, la stabilité de l'ossature ou des éléments porteurs peut être remise en cause et/ou pour assurer le rôle d'alerte.

Avec un élément porteur maçonné, un trop-plein est obligatoire en cas de descente unique, avec une section au moins égale à celle de la descente concernée. Elle peut être répartie en plusieurs trop-pleins. La section d'écoulement minimale d'un trop-plein est de 28 cm<sup>2</sup>.

Avec un élément porteur en bois ou en panneaux à base de bois, les trop-pleins sont obligatoires :

- » dans le cas de descente unique ;
- » à l'une des extrémités des noues et chéneaux,

et leur section totale doit être égale au moins à 1,5 fois celle de la plus grosse descente de la noue considérée.

Avec un élément porteur en TAN, ils ne sont pas obligatoires. Ils sont rectangulaires et de dimensions minimales 0,20 m × 0,10 m.

Un mauvais positionnement du niveau du trop-plein est de nature à perturber le bon fonctionnement du système d'évacuation des eaux pluviales :

- » trop haut, il ne palliera pas l'engorgement d'une descente, ne jouera pas son rôle d'alerte, et une mise en charge de la toiture ou d'une portion de la toiture pourra se produire ;
- » trop bas, il fonctionnera comme une EEP normale et ne jouera pas non plus son rôle d'alerte.

Les trop-pleins sont également, comme les EEP, susceptibles de se boucher ; il faut donc prévoir de les contrôler lors des visites d'entretien de la toiture.

La méconnaissance du rôle des trop-pleins par les utilisateurs qui n'interviennent pas lorsque l'eau s'écoule par ces trop-pleins, l'emplacement mal choisi pour leur implantation, à l'écart des zones de circulation afin que l'eau ne goutte pas sur les gens, contribuent au mauvais fonctionnement du système d'évacuation des eaux pluviales avec les risques vus *supra*.

### Remarque

En système à effet siphonide, les trop-pleins ne sont prévus qu'avec les éléments porteurs maçonnés et en béton cellulaire autoclavé, en cas de descente unique (voir précisions dans le Cahier du CSTB n° 3600).