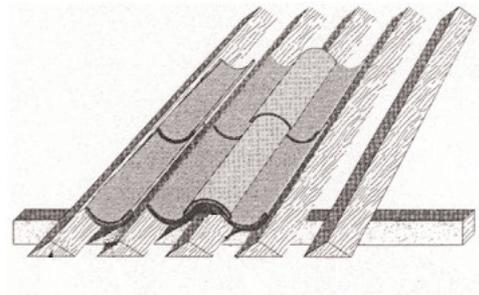


Mémento technique du bâtiment

pour le chargé d'opération de constructions publiques

Les toitures



| Certu

MEMENTO TECHNIQUE DU BATIMENT

pour le chargé d'opération de constructions publiques.

LES TOITURES

Juillet 2003

**Ministère de l'Équipement, des Transports,
du Logement, du Tourisme et de la Mer.**

**Centre d'études sur les réseaux, les transports,
l'urbanisme et les constructions publiques.**



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



ministère
de l'Équipement
des Transports
du Logement
du Tourisme
et de la Mer

SOMMAIRE

1.	LES ENJEUX.....	5
2.	GENERALITES SUR LES TOITURES.....	6
3.	LES CHARPENTES.....	6
3.1.	Les charpentes en bois.....	6
3.2.	Les charpentes métalliques.....	8
3.3.	Les charpentes légères à poutrelles en I.....	8
4.	LES TOITURES INCLINEES.....	9
4.1.	Les couvertures en petits éléments.....	9
4.1.1.	Les ardoises naturelles.....	10
4.1.2.	Les tuiles.....	10
4.1.3.	Points de vigilance.....	11
4.2.	Les couvertures en grands éléments.....	12
4.2.1.	Couvertures en plaques métalliques.....	12
4.2.2.	Couvertures en feuilles et longues feuilles métalliques.....	14
4.2.3.	Points de vigilance.....	14
4.3.	Le choix d'un matériau de couverture.....	15
5.	LES TOITURES TERRASSES.....	16
5.1.	La classification des toitures terrasses en fonction de leur accessibilité et de leur utilisation.....	16
5.2.	Conception globale.....	17
5.3.	Les matériaux employés et leurs particularités d'emploi.....	18
5.3.1.	L'élément porteur ①.....	18
5.3.2.	Le pare-vapeur ②.....	19
5.3.3.	L'isolant thermique ③.....	19
5.3.4.	Le système de liaisonnement du revêtement d'étanchéité à l'isolant ④.....	20
5.3.5.	Le revêtement d'étanchéité ⑤.....	21
5.3.6.	La protection du revêtement d'étanchéité ⑥.....	25
5.4.	Les points singuliers des toitures-terrasses.....	26
5.4.1.	Leur rôle important dans la qualité.....	26

5.4.2.	Différents types de points singuliers	27
5.4.3.	Implantation et espacement entre ces points singuliers.....	28
5.5.	Les toitures jardins et les toitures végétalisées.....	29
5.5.1.	Généralités.....	29
5.5.2.	Constitution d'une toiture terrasse jardin ou végétalisée	31
5.5.3.	Entretien spécifique des toitures terrasse jardin ou végétalisées.....	32
5.6.	L'entretien des toitures terrasse.....	32
5.6.1.	Nécessité de l'entretien	32
5.6.2.	Fréquence et teneur	33
5.7.	La réfection des toitures-terrasse.....	34
6.	L'Évacuation DES EAUX PLUVIALES	35
6.1.	Les gouttières	35
6.2.	Les chéneaux	36
6.3.	Les descentes d'eaux pluviales.....	36
6.4.	L'entretien	37
6.5.	La génoise.....	37
7.	GLOSSAIRE	39
8.	BIBLIOGRAPHIE ET SITES INTERNET.....	41

1. LES ENJEUX

En tant que paroi extérieure, la toiture est une composante de l'enveloppe d'un bâtiment; elle en est en quelque sorte la « cinquième façade » et les qualités qui lui sont demandées rejoignent celles des façades.

Stabilité et résistance structurelle à toutes les actions susceptibles d'intervenir pendant la durée de vie. La toiture doit présenter une bonne résistance mécanique aux surcharges atmosphériques : neige et vent ; aux chocs : grêle ; aux circulations du personnel d'entretien.

Sécurité au feu : réaction et résistance au feu provenant soit d'un feu intérieur soit d'un feu extérieur voisin, dictées par la réglementation incendie.

Isolation thermique. Cette fonction concerne principalement les toitures terrasses mais les toitures inclinées peuvent également y participer.

Isolation acoustique : La toiture peut constituer un point faible dans l'enveloppe d'un bâtiment. Les points de vigilance concernent notamment l'isolement vis à vis des bruits aériens provenant de l'extérieur, les bruits d'impacts que la pluie est susceptible de générer (couvertures en tôle) ou encore les sifflements provoqués par le vent.

Imperméabilité à l'eau. En complément de cette imperméabilité, la couverture est chargée de diriger cette eau rapidement vers les dispositifs d'évacuation.

Étanchéité à la neige poudreuse et à la poussière. Celles-ci étant susceptibles de pénétrer entre les éléments de couverture sous l'effet du vent, il est nécessaire, dans certains cas, de recourir à des dispositions particulières (écrans de sous-toiture) assurant un complément d'étanchéité.

Stabilité au vent. Le poids de la toiture doit être tel que le vent ne puisse la soulever par la dépression qu'il crée ; toutefois ce poids ne doit pas surcharger la charpente.

Image (esthétique). A l'instar des revêtements de façade, les divers matériaux de couverture apportent une contribution à l'architecture de par leur variété de couleurs, de formes, d'aspects et de texture. Mais les règles d'urbanisme imposent souvent de recourir à un matériau local afin de ne pas être en opposition avec les constructions voisines.

Durabilité et maintenabilité. Les matériaux de couverture doivent avoir une aptitude correcte au vieillissement sans altération notable et surtout irrégulière des couleurs. Ils doivent également présenter une bonne tenue au gel et aux chocs thermiques successifs, tels qu'un brusque refroidissement après un orage à la fin d'une journée ensoleillée d'été.

Respect de l'environnement :

La qualité environnementale de l'enveloppe d'un bâtiment (et des constructions en général) se traduit par une démarche globale intégrant notamment l'utilisation de matériaux et procédés économes en matière première et en énergie pour leur fabrication, de matériaux locaux, de matériaux produisant peu de déchets lors de leur mise en oeuvre, de matériaux dont le recyclage est possible après déconstruction. Il n'existe pas pour le moment de certification concernant les produits respectueux de l'environnement.

2. GENERALITES SUR LES TOITURES

La toiture d'un immeuble se décompose en deux sous-ensembles : la charpente, d'une part, et la couverture, d'autre part.

En outre, une distinction est faite entre deux catégories de toiture : les toitures inclinées, qui proposent de nombreux matériaux de couverture, et les toitures-terrasse qui sont ainsi nommées lorsqu'elles présentent une pente inférieure à 15% (Cf *Dicobat*).

3. LES CHARPENTES

La charpente, support de la couverture, est la plupart du temps en bois mais les charpentes métalliques sont également rencontrées.

3.1. Les charpentes en bois

Il existe trois types différents de charpente en bois :

- La charpente en bois *traditionnelle* qui est composée d'un assemblage d'éléments en bois constituant des fermes, elles mêmes soutenant des [pannes](#) et des [chevrons](#) en bois.
- La charpente en bois *industrialisée*, dénommée *fermette*. Préfabriquée et plus légère que la charpente en bois traditionnelle, elle ne comporte ni pannes ni chevrons, la couverture est directement posée sur ces fermettes. Les fermettes sont de faible épaisseur (36 à 47 mm environ) et sont reliées par des pièces de contreventement et d'antiflambement. Ce type de charpente permet des portées plus importantes que la précédente.
- La charpente en bois *lamellé-collé*. Cette technique permet de constituer des équarrissages introuvables naturellement par collage de lamelles de bois avec des mises en forme particulières. Les portées possibles sont très importantes.

	Charpente bois <i>traditionnelle</i>	Charpente bois <i>industrialisée</i>	Charpente bois <i>lamellé-collé</i>
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> - Technique maîtrisée et bien connue. - Gage de pérennité. - Esthétique si elle est destinée à rester apparente. - Meilleure résistance au feu que les charpentes métalliques. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les sections de bois sont réduites ce qui entraîne moins de charges et, ainsi, des murs porteurs moins conséquents qu'en charpente bois traditionnelle. - Les faibles sections de bois sont le gage d'un traitement à cœur. 	<ul style="list-style-type: none"> - Adaptée aux grandes portées, elle permet de dégager des surfaces au sol sans porteurs verticaux intermédiaires (poutres, refends) ce qui est intéressant pour la construction de vastes halls (gymnase, hangars,...). - Multiples possibilités architecturales. - Meilleure résistance au feu que les charpentes métalliques.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> - Assemblages bois sur bois à entailles, plus performants en compression qu'un traction. - Reconduction empirique d'équarrissages prédimensionnés par des habitudes locales de sciage. 	<ul style="list-style-type: none"> - Avec les fermettes pour combles perdus, l'aménagement ultérieur des combles est difficile et coûteux, voire impossible. La surface en combles est alors perdue car encombré par les éléments de triangulation des fermettes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessite une étude particulière, surtout pour les charpentes extérieures (exposées aux intempéries). - Doit faire l'objet d'une fabrication particulière en usine. - Les contraintes de transport des grands éléments entre l'usine et le lieu de pose renchérissent les coûts. - Pour de très grandes portées, les poutres peuvent atteindre 2 m de large.
Portée	<p>Les inconvénients précités conduisent à un surdimensionnement créant des ouvrages lourds ainsi que des murs porteurs conséquents.</p> <p>Dès lors, cette charpente n'est utilisée que pour des portées n'excédant pas 10 mètres.</p>	<p>La portée peut atteindre 40 mètres.</p>	<p>Théoriquement illimitée, des portées supérieures à 100 m peuvent être atteintes.</p>
Espacement des éléments	<p>Entre fermes : jusqu'à 4 m</p> <p>Entre pannes : jusqu'à 2,50 m</p> <p>Entre chevrons : 0,35 à 0,40 m</p>	<p>Entre fermettes, l'entraxe est de l'ordre de 0,5 à 1,5 m maximum.</p>	<p>De 5 à 10 m environ.</p>
Points de vigilance	<ul style="list-style-type: none"> - utiliser des bois secs afin d'éviter les retraites, déformations et fentes importantes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Concernant les transport des fermettes, il est conseillé de les transporter verticalement afin d'éviter leur désarticulation (DTU 31.1 art 7.1) 	

Attention en ce qui concerne l'utilisation des charpentes bois industrialisées (fermettes), des pathologies récurrentes sont observées par l'Agence Qualité Construction (AQC) ; il s'agit de

déformations des fermettes pouvant aboutir à l'effondrement de la toiture. Elles sont dues à l'absence ou la mauvaise mise en place des barres de contreventement et d'antiflambement ; ces défauts de mise en oeuvre sont surtout le fait d'entreprises non spécialisées dans la technique. En conséquence, il faut veiller à ce qu'un plan de pose détaillé et explicite quant à la position et aux liaisons des barres rapportées soit établi et joint à la livraison.

En matière de résistance au feu, il est admis que la vitesse de destruction en profondeur par le feu est de l'ordre de 0,7 mm par minute et par face exposée dans le cas de bois résineux utilisés couramment en charpente (DTU 31.1 art 4.1.3.2). Ce qui explique que les charpentes en bois massif aient une meilleure résistance au feu que les charpentes métalliques, l'acier devenant mou au-dessus de 600°C lorsqu'il n'est pas protégé.

3.2. Les charpentes métalliques

Il s'agit pour l'essentiel de charpentes en acier mais elles peuvent également être réalisées en alliage d'aluminium pour obtenir des charpentes plus légères.

L'utilisation de charpentes métalliques pour certains types de constructions repose sur les particularités suivantes :

- * leurs qualités mécaniques de résistance, de fiabilité et de tenue ;
- * leur facilité de fabrication et de mise en oeuvre ;
- * leur légèreté ;
- * leur coût.

En revanche, elles entraînent des contraintes particulières pour les protéger de l'élévation de température lors d'un incendie. On protège l'acier en le recouvrant de peintures intumescentes, de flocage, de plâtre ou de laine de roche ou en l'isolant à l'aide de coffrages de protection.

Les profilés constituant les charpentes métalliques sont assemblés par l'intermédiaire de goussets, pattes, équerres et à l'aide de boulons haute résistance (HR) à serrage contrôlé, par rivetage ou par soudage.

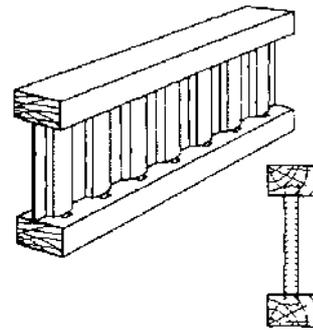
L'attention doit surtout être portée à la phase chantier où l'on peut rencontrer des erreurs de montage telles que :

- * défaut de contreventement ;
- * inobservation, lors de soudage sous intempéries, des précautions adéquates à prendre ;
- * emploi de boulons ordinaire à la place de boulons HR (d'aspect identique, seul le marquage permet de les différencier) ;
- * serrage des boulons HR ne respectant pas l'ordre prescrit.

3.3. Les charpentes légères à poutrelles en I

Les poutrelles à section en I de ce type de charpente sont constituées de deux membrures de section rectangulaires et d'une âme mince. Leur portée dépasse rarement 10m.

Le procédé le plus couramment rencontré est la poutre NAIL-WEB qui est réalisée avec des membrures en bois massif et une âme ondulée en tôle, les dents de cette âme étant enfoncée par pressage dans les membrures (voir ci-contre).



D'autres procédés existent qui associent des membrures en bois massifs ou lamellé-collé et des âmes métalliques ou en panneau de particules ou encore en panneau de fibres (Nordex, Poutralpa, Mega Poutre, Trica, Optipanne, Solipanne,...).

L'emploi de ces poutrelles est du domaine non traditionnel et n'est donc pas visé par une norme (DTU). En conséquence, il est préférable de s'assurer que le procédé envisagé a un avis technique favorable et de prendre connaissance de ce dernier notamment en ce qui concerne le comportement en cas d'incendie.

Pour information, ces poutrelles sont également utilisées pour la réalisation de planchers.

4. LES TOITURES INCLINEES

Il s'agit des toitures de pente supérieure à 15%. Les matériaux de ces couvertures sont nombreux, la mise en oeuvre de la plupart d'entre eux est normalisée à travers les DTU de la série 40 qui comporte actuellement 18 DTU.

Mais attention, la majorité de ces DTU ne traite pas des couvertures prévues à une altitude supérieure à 900m. Dans ce cas il convient de faire une étude particulière ; sinon, il existe également un *guide des couvertures en climat de montagne* (voir les références dans la bibliographie).

Ne sont cités ci-après que les matériaux de couvertures du domaine traditionnel (sous DTU). Il s'agit des matériaux les plus fréquemment rencontrés mais il en existe d'autres pour lesquels il convient de consulter leur avis technique afin de connaître leurs particularités et domaine d'emploi (ex : les tuiles en terre cuite canal à épaulement).

La manière la plus classique de classer les matériaux de couverture est de retenir les dimensions des éléments : couvertures en petits éléments d'une part et en grands éléments d'autre part.

4.1. Les couvertures en petits éléments

Suivant leur nature et dimensions unitaires, il faut compter de 7 à 80 éléments au mètre carré.

Par ailleurs, leur mise en oeuvre implique une main d'œuvre qualifiée. Ces deux éléments entraînent des coûts de pose relativement élevés.

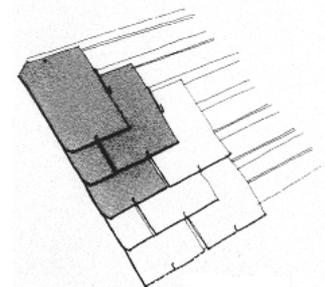
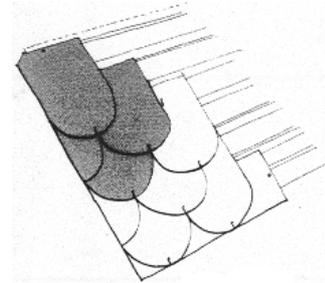
4.1.1. Les ardoises naturelles

Elles sont découpées dans une roche schisteuse (le phyllade) qui a comme particularité d'avoir une structure lamellaire entièrement orientée dans un même plan. La roche est débitée en plaques de faibles épaisseurs dans lesquelles sont découpés les éléments de couverture.

Les gisements se trouvent en Anjou (Angers-Trélazé), dans les Ardennes, en Bretagne, dans les Alpes et également dans les Pyrénées. Les ardoises sont la plupart du temps de couleur gris-bleu, plus rarement violettes ou verdâtres mais toujours avec un fond gris et cette teinte dépend du gisement.

Carrées ou rectangulaires, avec ou sans bords arrondis, un grand nombre de dimensions est disponible et le choix est surtout fonction de la région d'utilisation ainsi que de la pente et l'exposition de la toiture.

Les ardoises sont posées de telle manière qu'il y ait un recouvrement de trois épaisseurs quelque soit le point de la couverture. Elles sont toutes fixées à leur support soit par clouage soit par l'intermédiaire de crochets en acier galvanisé ou inoxydable ou encore en cuivre.

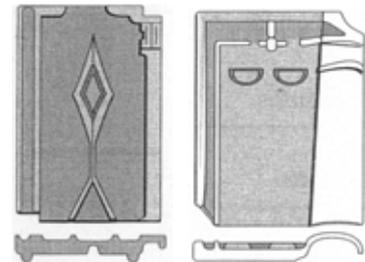


Ardoise en écaillage et modèle rectangulaire

4.1.2. Les tuiles

On peut différencier trois grandes familles.

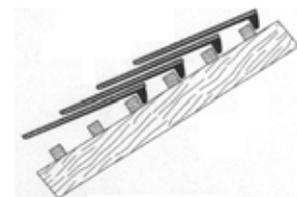
Les tuiles à emboîtement ou à glissement, également appelées tuiles mécaniques. Fabriquées en terre cuite ou en béton, il en existe deux grandes familles de format : les tuiles *grand moule* dont le nombre au mètre carré est inférieur ou égal à 15 et les tuiles *petit moule* pour lesquels ce nombre est strictement supérieur à 15.



Tuile losangée et tuile romane

Les tuiles plates. En terre cuite ou en béton, elles se posent de manière similaire à l'ardoise à la différence qu'elles sont munies d'un nez leur permettant de s'accrocher aux litageux.

En général de forme rectangulaire, elles ont des dimensions qui sont d'environ 16x27 cm. ; leur nombre au mètre carré est variable de 40 à 80 environ, il est fonction des dimensions des tuiles et du recouvrement réalisé.

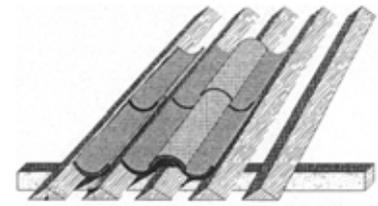


Principe de recouvrement des tuiles plates



Il existe des modèles de tuiles plates en terre cuite qui sont vernissés, on les rencontre plus particulièrement en monuments historiques et bâtiments religieux.

Les tuiles canal (ou tuiles creuses ou romaines ou encore tiges de botte). Exclusivement en terre cuite, leur origine remonte à l'antiquité ; elles ont une forme tronconique demi-ronde. De longueur 25 à 60 cm, leur largeur évasée est de 16 à 21 cm. et leur nombre au mètre carré va de 20 à 40.



Tuiles canal posées sur chevrons rectangulaires

La tuile de couvert (*imbrex*) est placée concavité vers le bas et est posée à cheval sur deux tuiles contiguës appelées tuiles de courant (*tégula*) disposées concavité vers le haut.

4.1.3. Points de vigilance

Pour les couvertures en ardoises :

- * Outre la mise en oeuvre, il convient également de prendre garde à ce que les ardoises proviennent bien du même gisement car leur couleur varie en fonction de celui-ci. Toutefois, pour un gisement donné, le ton et le reflet peuvent varier légèrement ; ces différences sont dues au caractère naturel du matériau et sont prises en compte par les norme NF P 32-301 et 302 qui définissent les caractéristiques générales et les spécifications des ardoises de couverture.
- * Les ardoises qui ont des inclusions de pyrite (sulfure de fer) oxydable entraînent des coulures de rouille sur les toitures. La norme NF P 32-302 répartit les ardoises en trois classes A, B et C en fonction, notamment, de l'importance de ces inclusions. Les ardoises de classe C sont les plus sujettes à des coulures de rouille dues aux inclusions de pyrites mais il faut savoir que ce défaut n'est qu'esthétique, il n'enlève rien à la fonction couverture et le choix d'ardoises de classe A entraîne une plus-value.
- * La fixation par crochet, bien qu'esthétique, est préférable au clouage car elle présente l'avantage de faciliter les travaux de réparation de couverture. En revanche, ce mode de fixation n'est pas toujours autorisé en bâtiments historiques pour lesquelles une pose par clouage s'impose souvent.
- * Il existe sur le marché des ardoises en fibre-ciment, sous avis technique, sans DTU. Attention, ce matériau présente des risques de décoloration, les ardoises devenant blanches.

Pour les couvertures en tuiles :

- * Contrairement aux ardoises et d'une manière générale, toutes les tuiles ne sont pas obligatoirement fixées. Cela permet aux tuiles non fixées de jouer un rôle de fusible en cas de tempête : elles sont emportées par le vent et permettent au restant de la couverture de ne pas être arrachée. Si toutes les tuiles étaient fixées, la dépression créée par une tempête risquerait d'emporter la totalité de la couverture. Ce sont les DTU qui fixent, en fonction de la pente et de la région climatique, le nombre et la répartition des tuiles à fixer ainsi que les cas particuliers, il en existe néanmoins, où toutes les tuiles doivent être fixées. En conséquence, il

faut faire attention de bien respecter ces prescriptions de fixation, ni plus ni moins, et ne pas accepter d'un Maître d'Oeuvre qu'il exige, par sécurité, que l'entreprise fixe toutes les tuiles si le DTU ne le demande pas.

* Avec les tuiles en béton il n'y a pas de problèmes de gélivité que l'on peut quelquefois rencontrer avec les tuiles en terre cuite qui n'ont pas le marquage NF.

D'une manière générale, pour les couvertures en ardoises et en tuiles :

* Ces matériaux, et en particulier les ardoises, sont fragiles et des précautions sont à prendre pour circuler sur les toitures qui en sont recouvertes afin de ne pas les casser : interposition d'échelles plates, de planches,...

* Faire en sorte que l'entrepreneur laisse au Maître d'Ouvrage ou au gestionnaire du bâtiment un stock d'éléments de remplacement provenant du même lot que les ardoises ou tuiles qui ont été posées. Si possible, les entreposer dans les combles.

* Les DTU prévoient que dans certaines régions un écran de sous-toiture soit disposé sous les éléments de couverture. Cet écran sert à créer une barrière d'étanchéité à la neige poudreuse qui s'infiltrerait entre les joints et recouvrements des couvertures en petits éléments. On peut toutefois recommander de prévoir la pose d'un écran de sous-toiture même dans les cas où le DTU ne l'exige pas, cela permet d'avoir une étanchéité à l'eau correcte en cas d'envol de tuiles par exemple. Mais il faut également prendre garde à ce que cette disposition n'aille pas à l'encontre de la ventilation de la sous-toiture. D'une manière générale, il convient de choisir un écran qui est sous avis technique.

* Concernant l'entretien de ces couvertures il faut notamment veiller à l'enlèvement régulier des mousses. La présence de mousses, phénomène inesthétique, en arrive également à occasionner des infiltrations lorsque des amas importants se créent, notamment au droit des jonctions d'éléments.

4.2. Les couvertures en grands éléments

D'une manière générale, il s'agit des toitures du type industriel, de grande surface et peu tourmentées mais certains bâtiments publics de conception récente utilisent maintenant ces grands éléments de couverture. On distingue les plaques (nervurées) et les feuilles (non nervurées).

4.2.1. Couvertures en plaques métalliques

Ces plaques sont nervurées et, selon la forme de ces nervures, on peut en distinguer deux types :

Les plaques de grande longueur à nervures longitudinales

Plus connus sous le nom de bac acier, ce système est constitué de plaques nervurées en acier galvanisé, prélaquées ou non, dont la longueur des éléments peut aller jusqu'à 8m pour une

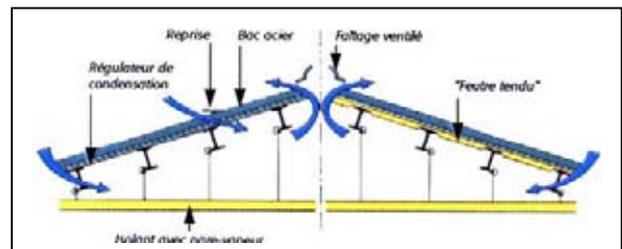
largeur de 0,6 à 1,10m. Les nervures longitudinales sont destinées à améliorer la tenue en flexion ; les éléments reposent directement sur les pannes.

Pour la mise en oeuvre, le DTU 40.35 fait la distinction entre « toiture froide » et « toiture chaude » :

La « toiture froide » est caractérisée par la présence, entre la plaque nervurée et l'isolation, d'une lame d'air ventilée avec l'air extérieur.

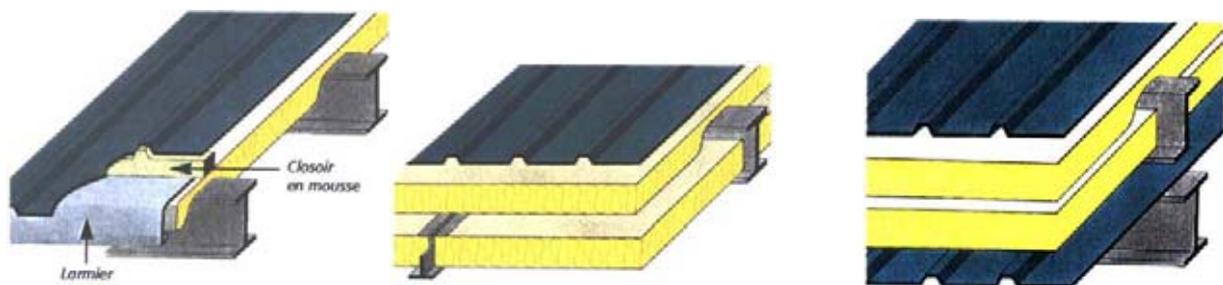
Dans ce cas on a l'isolation qui est suspendue sous pannes (voir ci contre).

Source : site de l'Agence Qualité Construction



La « toiture chaude » n'a, dans la plupart des cas, pas de lame d'air entre la plaque nervurée et l'isolant. Toutefois, lorsque qu'une lame d'air existe, elle n'est pas ventilée avec l'extérieur et est réputée immobile.

Ainsi, dans la configuration « toiture chaude », on peut rencontrer une isolation posée sur pannes, ou posée entre pannes ou encore une isolation posée entre deux plaque nervurées à trame parallèle (système plus couramment appelé double-peau) (voir ci-dessous).



Isolation posée sur pannes

Isolation posée entre panne

Double-peau

Source : site de l'Agence Qualité Construction

Le choix entre ces différentes solutions est fonction principalement de l'hygrométrie des locaux concernés, de la performance du pare-vapeur et du taux de renouvellement d'air des locaux. L'annexe A du DTU 40.35 contient un guide de choix des matériaux et revêtements selon l'exposition atmosphérique.

Ces grandes plaques nervurées existent également en aluminium, leur mise en oeuvre est alors traitée par le DTU 40.36.

Les plaques de grandes longueurs ondulées

Les matériaux employés pour la tôle ondulée sont l'acier galvanisé, l'acier inoxydable, le zinc ou l'aluminium. Les plaques sont disponibles en différentes longueurs pouvant aller jusqu'à 3,00 m pour une largeur d'environ 0,9 m. Les ondes ont un pas de 76 mm pour une hauteur de 18 mm. Ce type de plaque prend également appui directement sur les [pannes](#).

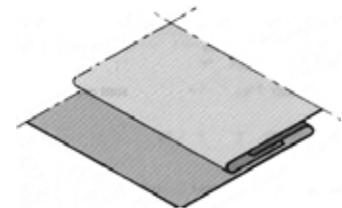
4.2.2. Couvertures en feuilles et longues feuilles métalliques

Les matériaux utilisés pour ces feuilles sont le zinc, le cuivre, l'aluminium, l'acier galvanisé ou inoxydable ainsi que le plomb. Les éléments de ces couvertures ne sont pas nervurés.

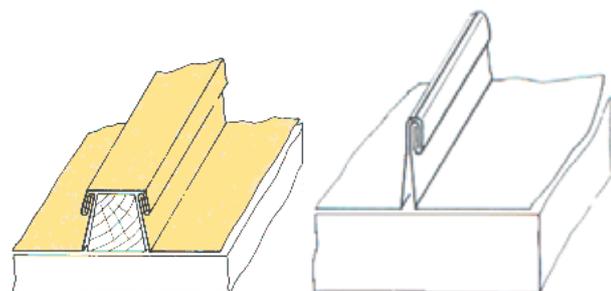
Les feuilles ont une largeur de 0,50 à 1 m et leur longueur est de 2 m. tandis que les longues feuilles ont une longueur qui peut aller de 15 à 20 m. et qui correspond à la longueur du rampant des toitures courantes. Les longues feuilles permettent ainsi d'obtenir des couvertures sans recouvrement transversal des éléments.

La faible épaisseur des éléments (de 4 à 10/10 de mm) ainsi que l'absence de nervures implique que leur pose doit se faire sur un support continu (voligeage, parquet ou panneau de particules).

Pour le recouvrement transversal (perpendiculaire à la ligne de pente) des feuilles, trois techniques sont employées en fonction de la pente de la couverture : l'agrafure simple (ci-contre), la double agrafure et la couverture à ressauts.



Quant au recouvrement longitudinal des feuilles, deux types d'assemblage sont employés : la technique du couvre-joint sur tasseau (ci-contre à gauche) et celle du joint debout (à droite).



4.2.3. Points de vigilance

Pour les couvertures en bacs acier :

* En toiture chaude, des sinistres sont causés par une lame d'air parasite qui est supposée immobile mais qui, en réalité, ne l'est pas par la suite de l'absence des closoirs ou d'une erreur de conception.

* Attention aux découpes effectuées dans les plaques, notamment en réhabilitation : la coupure doit être nettoyée des copeaux et de la limaille et être protégée afin que la corrosion

ne soit amorcée. De même, l'article 6.1.4.1 du DTU 40.35 attire l'attention sur le perçage des plaques et indique que les particules métalliques chaudes issues de perçage doivent être enlevées afin de ne pas risquer leur oxydation sur le revêtement.

* Des plaques éclairantes (translucides) en polyester, PVC ou encore polycarbonate sont disponibles pour ces couvertures. Dans tous les cas, il convient de s'assurer que leur profil est exactement analogue à celui des bacs acier sinon, il se produit un bûillement au recouvrement des plaques qui occasionne d'inévitables infiltrations d'eau. Les plaques translucides en PVC sont sujettes à changement de teintes et déformations sous l'effet des UV, d'où également des risques d'infiltrations d'eau.

Pour les couvertures ondulées :

* Pour la pose de plaques ondulées métalliques sur une charpente également métalliques, cette dernière doit être peinte afin d'éviter le contact bimétal (DTU 40.32 art. 3.5).

* Lors d'une réhabilitation de ce type de couverture, il faut s'interroger sur le matériau constitutif, il peut s'agir d'amiante-ciment (plaques Eternit) qui nécessite des précautions pour la dépose et l'évacuation. Le diagnostic amiante du bâtiment doit permettre de lever le doute. A titre informatif, le DTU (aujourd'hui abrogé) qui s'appliquait à la pose de ces matériaux était le 40.31 ; il peut être utile de le garder en bibliothèque car en cas de réhabilitation il permet d'appréhender la manière dont les plaques ont été posées.

Pour les couvertures en feuilles et longues feuilles métalliques :

* A la date de rédaction du présent document, les DTU s'appliquant aux feuilles et longues feuilles de zinc et de cuivre (respectivement DTU 40.41 et 40.45) sont en cours de révision.

* Concernant la pose des longues feuilles en zinc et en cuivre, il existe peu d'entreprises spécialisées sur le marché.

4.3. Le choix d'un matériau de couverture

Ce choix ne doit pas seulement se faire en fonction d'habitudes locales, il est également dicté par la pente et l'exposition de la toiture, la longueur des rampants ainsi que la région climatique (zone) concernée. Ainsi, afin de savoir si un matériau est adapté au projet, il convient de consulter les DTU de mise en oeuvre qui indiquent la pente minimale admissible pour le matériau concerné en fonction notamment de la zone climatique dans laquelle on se trouve. La France est divisée en trois zones climatiques dont les limites sont détaillées aux DTU.

Les feuilles et longues feuilles métalliques sont parfaitement adaptées aux faibles pentes mais peuvent également être utilisées en pente verticale.

Les ardoises s'accommodent également de presque toutes les pentes sous réserve d'adapter leur mode de fixation.

En revanche, les tuiles se posent dans une fourchette de pente plus réduite, centrée autour de 45°.

La pente a également un impact économique : une faible pente demande moins de matériau pour une même surface couverte ; le temps et les contraintes de mise en oeuvre sont également sensiblement réduits.

5. LES TOITURES TERRASSES

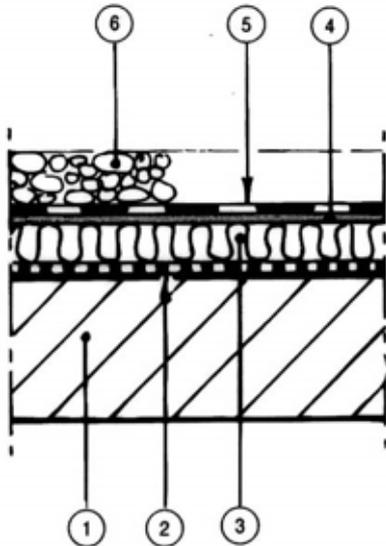
5.1. La classification des toitures terrasses en fonction de leur accessibilité et de leur utilisation

La conception des toitures terrasses est liée à l'utilisation qui en sera faite. En effet, l'importance de la circulation – en quantité et qualité – sur la terrasse va influencer sur le choix des matériaux, leur épaisseur, sur les caractéristiques de la protection de l'étanchéité, etc. Ainsi, on catégorise les toitures terrasses de la manière suivante :

- * **Inaccessibles** : toitures non accessible sauf pour l'entretien courant du revêtement d'étanchéité et des accessoires tels que lanterneaux d'éclairage ou de désenfumage, antennes, etc.
- * **Techniques** ou **à zones techniques** : l'accessibilité est seulement liée à l'entretien des installations placées en terrasse (chaufferie, dispositifs de ventilation ou de traitement d'air, machineries d'ascenseurs, etc.
- * **Accessibles aux piétons** : elles permettent la circulation et le séjour des personnes qu'elle qu'en soit la raison (entretien, loisir, circulation,...).
- * **Accessibles aux véhicules légers** (charge maximale inférieure à 2t/essieu) : ces véhicules peuvent y circuler et y stationner. Il s'agit, par exemple, des parkings aériens situés en terrasse de grands magasins. Les règles de conception de ces toitures permettent l'accès exceptionnel aux véhicules de défense contre l'incendie et aux camions de déménagement mais ne prennent pas en compte celui des bennes à ordures.
- * **Accessibles aux véhicules lourds** (charge maximale supérieure à 2t/essieu) : ces véhicules peuvent y circuler et y stationner.
- * **Toitures terrasses jardins** : elles sont recouvertes de terres végétales et de plantations. Un paragraphe spécifique de ce document leur est consacré (voir infra).

5.2. Conception globale

La partie courante d'une toiture terrasse est composée de trois parties superposées qui permettent chacune de garantir une fonction différente de la toiture.



* **la partie porteuse** (fonction de stabilité et résistance structurelle):

① l'élément porteur

* **l'isolation thermique:**

② le pare-vapeur

③ l'isolant thermique

* **l'étanchéité:**

④ le système de liaisonnement du revêtement d'étanchéité à l'isolant

⑤ le revêtement d'étanchéité proprement dit

⑥ la protection du revêtement d'étanchéité contre les chocs et les UV

Il s'agit là de la manière traditionnelle de réaliser une toiture terrasse mais on peut également rencontrer des toitures terrasses dont l'isolant est placé au dessus de la couche d'étanchéité mais cette disposition est assez rare. En terme de vocabulaire il s'agit alors d'une *toiture inversée*. L'inconvénient majeur de ce type de toiture est que l'étanchéité ne protège pas l'isolant de l'eau de pluie et qu'alors ce dernier perd tout pouvoir isolant lorsqu'il est gorgé d'eau.

5.3. Les matériaux employés et leurs particularités d'emploi

Les constituants ci-après sont cités dans l'ordre et avec la numérotation de la coupe figurant dans le paragraphe « conception globale ».

5.3.1. L'élément porteur ①

Il peut être principalement de deux types :

* en **maçonnerie de béton armé** dont la mise en oeuvre est décrite par le DTU 20.12

* ou en acier. Il s'agit de **tôles d'acier nervurées** (abrégiées TAN dans les documents techniques) posées sur une ossature (généralement une charpente en acier) selon le DTU 43.3. Les matériaux employés pour les TAN sont l'acier galvanisé ou prélaqué.

☞ Le bois est aussi utilisé comme élément porteur mais de manière de plus en plus rare. Sa mise en oeuvre est traitée par le DTU 43.4.

Elément porteur	Avantages	Inconvénients	Points de vigilance
BETON ARME	<ul style="list-style-type: none"> - Rigide ; - Contribue à l'inertie thermique des locaux ; - Adapté à toutes les toitures terrasses, quelle que soit leur degré d'accessibilité. 		
TÔLES D'ACIER NERVUREES TAN	<ul style="list-style-type: none"> - Légères ; - Faciles à mettre en oeuvre 	<ul style="list-style-type: none"> - Seulement destinées aux toitures inaccessibles ou à zone technique ; - Nécessité d'un faux-plafond en locaux nobles afin de masquer la sous-face des tôles. 	<ul style="list-style-type: none"> - L'étude des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales et leur entretien : risque d'effondrement si l'eau est mal évacuée ; - Les équipements disposés en toiture doivent l'être au droit des éléments de l'ossature ; - Attention aux découpes et percements de chantier qui peuvent entraîner la corrosion des tôles. La limaille doit être évacuée.

Les supports béton représentent 60% du marché, les supports acier 40% (source : magazine SYCODES Information septembre / octobre 2001).

5.3.2. Le pare-vapeur ②

Il peut être :

- * en chape souple de bitume avec une armature en carton feutre ou en tissu de verre ou encore en polyester. Le matériau se présente sous forme de rouleaux d'environ 20x1 m environ et est normalisé (voir NF P 84-3xx).
- * appliqué in situ, sous forme liquide : un bitume chaud que les documents techniques nomment EAC (enduit d'application à chaud).

La pose du pare-vapeur doit précéder immédiatement, dans le temps, celle de l'isolant ; en aucun cas il ne constitue une mise hors d'eau provisoire du bâtiment et ne doit pas être considéré comme un revêtement d'étanchéité.

5.3.3. L'isolant thermique ③

Trois familles peuvent être distinguées :

* Les isolants à base de mousse plastique alvéolaire

- **Polystyrène** expansé ou extrudé.
- **Polyuréthane**
- **Mousses phénoliques RESOL** (ou résine RESOL).

☞ En *toiture inversée* (isolant au-dessus de l'étanchéité), le matériau isolant qui est exclusivement employé est le polystyrène extrudé.

* Les isolants à base minérale

- **Laine minérale** (laine de roche exclusivement).
- **Verre cellulaire** (à l'aspect de la pierre ponce, il s'agit de l'isolant de toiture le plus cher du marché, seule la société FOAMGLAS le fabrique).

* Les isolants à base de matériaux cellulosiques

- **Perlite fibrée**
- **Liège aggloméré** (peu utilisé)

Des avis technique existent pour chacun de ces matériaux, hormis le liège aggloméré pour lequel il existe la norme NF B 57-054.

Si le revêtement d'étanchéité envisagé est sous avis technique, il faut alors veiller à ce que l'isolant soit également sous avis technique et que ces deux avis techniques soient compatibles.

☞ D'une manière générale et lorsque qu'il en existe, il est vivement recommandé de n'employer que des matériaux sous avis technique.

Un isolant support d'étanchéité est notamment caractérisé par sa classe de compressibilité qui comporte quatre stades (A, B, C et D) que l'on peut relier à la destination de la toiture (voir

tableau ci-dessous). On trouve l'indication de la classe de compressibilité d'un isolant support d'étanchéité dans son avis technique en même temps que les limites d'utilisation de cet isolant.

TOITURE	Uniquement accessible pour son entretien		Accessible aux piétons	Accessible aux véhicules
CLASSE DE COMPRESSIBILITE	A (Etude particulière)	B	C	D
ISOLANT THERMIQUE CONCERNE		- Laine minérale - Mousse RESOL	- Polystyrène - Polyuréthane - Mousse RESOL	- Verre cellulaire - Perlite fibrée

5.3.4. Le système de liaisonnement

du revêtement d'étanchéité à l'isolant ④

Ce mode de liaison entre l'étanchéité et l'isolant peut connaître différents degrés : **adhérent** (soudage ou collage au bitume chaud EAC), **semi-adhérent** (soudage sur feutre perforé ou collage par point) ou **pose en indépendance** (papier kraft ou voile de verre).

Ce sont les DTU qui en fixent le choix, celui-ci est fonction de l'élément porteur, de la pente, du revêtement d'étanchéité, des conditions climatiques, de l'accessibilité de la toiture terrasse.

5.3.5. Le revêtement d'étanchéité ⑤

Les différents revêtements que l'on peut rencontrer

Matériaux manufacturés en feuilles			Matériaux appliqués in situ
A base de bitume oxydé.	A base de bitumes modifiés par polymères.	Membranes à base exclusivement de polymères (ne contiennent pas de bitume).	
<p>Un seul type :</p> <p>Multicouche en bitume oxydé. Quasiment plus utilisé, on le trouve encore dans les magasins de bricolage. A éviter.</p> <p>Nota : beaucoup utilisés jusqu'aux années 80, ils sont depuis remplacés par les bitumes SBS (ci-contre) qui présentent de meilleures qualités élastiques et de tenue dans le temps.</p>	<p>De deux types :</p> <p>Bicouche en bitume modifié SBS. Le plus utilisé.</p> <p>Bicouche en bitume modifié APP. Emploi restreint en France, on les trouve principalement en Italie et en Belgique.</p> <p>Nota : SBS et APP sont le nom des polymères utilisés pour améliorer les caractéristiques du bitume :</p> <p>SBS = styrène-butadiène-styrène</p> <p>APP = polypropylène atactique</p>	<p>Les plus utilisés sont (liste non exhaustive) :</p> <p>PVC P (plastifié). Le plus répandu, il représente 80 à 90% du marché des membranes.</p> <p>TPO (thermoplastique oléfine). En progression, commence à s'implanter sur le marché.</p> <p>EPDM (éthylène-propylène-diène-monomère). Très employé aux USA pour les toitures, c'est le caoutchouc également utilisé pour les zodiacs.</p> <p>PIB (polyisobutylène).</p> <p>CSPE (polyéthylène chlorosulfoné).</p>	<p>Il en existe deux :</p> <p>Asphalte</p> <p>Systèmes d'étanchéité liquide (SEL). Egalement appelés résine, ils sont appliqués sur les balcons, loggias ou garages.</p>

Les commentaires suivants peuvent être apportés à ce tableau :

- Les revêtements d'étanchéité peuvent être classés en deux grandes familles : les matériaux manufacturés en feuilles (livrés en rouleau sur le chantier) et les matériaux appliqués in situ (sous forme liquide).
- La majeure partie des revêtements d'étanchéité sont à base de bitume (environ les trois quarts, voir tableau ci-dessous), l'asphalte est également employé pour l'étanchéité des toitures terrasses. Ce sont des matériaux d'étanchéité très anciens, déjà utilisés dans l'antiquité ; on trouve des citations du bitume dans l'Ancien Testament.
- Néanmoins, les matériaux de synthèse sont largement utilisés dans la technique des revêtements d'étanchéité : les polymères (assemblage de plusieurs monomères) servent à doper les bitumes afin d'améliorer leurs caractéristiques. Mais ces polymères servent également à fabriquer des membranes d'étanchéité qui ne contiennent pas de bitume mais exclusivement des matériaux synthétiques.

Le marché des revêtements d'étanchéité

Répartition des procédés en France (source : magazine SYCODES Information septembre / octobre 2001) :

Matériaux manufacturés en feuilles 88%			Matériaux appliqués in situ 12% répartis ainsi : Asphalte 10% SEL 2%
A base de bitume oxydé.	A base de bitumes modifiés par polymères.	Membranes à base exclusivement de polymères (ne contiennent pas de bitume).	
€, non significatif	76%	12%	

Bitume, bitume oxydé, asphalte. Quelle est la différence ?

Le bitume se trouve sous forme naturelle (le **bitume natif**) au sein de formations géologiques calcaires, mais il est également et surtout fabriqué industriellement par raffinage de pétrole brut (le **bitume de distillation direct**). Inutilisable en l'état pour servir d'étanchéité aux toitures terrasses, le bitume est modifié soit par ajout de polymères soit par oxydation (le **bitume oxydé**), technique qui consiste à faire réagir le bitume avec de l'oxygène en insufflant de l'air dans le bitume fondu.

☞ Le bitume et l'asphalte n'ont rien à voir avec le **goudron** qui, lui, provient de la distillation de la houille.

L'asphalte naturel est une roche sédimentaire poreuse, généralement calcaire, imprégnée naturellement de bitume natif (NF B 13-001).

L'asphalte coulé, qui répond à la norme NF P 84-305, est un mélange de bitume, de poudre d'asphalte naturel et de granulats.

Le classement F.I.T. des revêtements d'étanchéité

Créé par le CSTB et la Chambre Syndicale Nationale de l'Etanchéité (CSNE), le classement F.I.T. est un classement performanciel des étanchéités de toitures ; il constitue un complément aux Avis Techniques. Les bitumes oxydés et les revêtements d'étanchéité à appliquer in situ n'ont pas de classement F.I.T.

La signification de ses trois critères est :

F : résistance à la **F**atigue (endurance aux mouvements des supports) de F1 à F5

I : résistance à l'**I**ndentation (poinçonnements statique et dynamique) de I1 à I5

T : **T**empérature (tenue au glissement sous l'action de la température) de T1 à T4

L'indication du classement F.I.T. d'un revêtement d'étanchéité se trouve dans les Avis Techniques.

En phase études, afin d'aider à la prescription d'un revêtement d'étanchéité, le document de présentation du classement F.I.T. présente un tableau indiquant le classement minimal à retenir pour un revêtement d'étanchéité, en fonction de l'accessibilité de la toiture, de la pente, du support et de la protection de l'étanchéité. Ce document se trouve dans le cahier du CSTB n°2358, livraison 302 de septembre 1989.

Principales caractéristiques des revêtements d'étanchéité

Revêtement d'étanchéité	Avantages	Inconvénients	Points de vigilance
Multicouche en bitume oxydé		<ul style="list-style-type: none"> - Son élasticité est largement plus faible que celle des bitumes modifiés par polymères : ils sont sensibles aux grands intervalles de températures ; - Sa durabilité (10 ans) est plus faible que celle des autres revêtements ; - Faible résistance aux poinçonnements. 	<ul style="list-style-type: none"> - A ne plus utiliser. De toute façon, il a quasiment disparu du marché.
Bicouche en bitumes modifiés par polymères	<ul style="list-style-type: none"> - Durabilité présumée supérieure à 25 ans ; - Les polymères incorporés leur permettent d'avoir une assez bonne élasticité ; - Bon marché. 	<ul style="list-style-type: none"> - Faible résistance aux poinçonnements. 	<ul style="list-style-type: none"> - Attention aux négligences lors de la pose, lorsque la protection n'est pas encore réalisée: la circulation de personne ou le dépôt d'outils percent facilement le revêtement.
Membranes polymères	<ul style="list-style-type: none"> - Durabilité présumée supérieure à 25 ans ; - Nombreux accessoires préfabriqués : angles, déversoirs, passages de câbles, etc. ; - Rapidité de mise en oeuvre ; - Esthétique : aspect lisse, coloris possibles ; - Respect de l'environnement : les 4 principaux fabricants s'engagent à reprendre les matériaux en fin de vie et à les recycler. 	<ul style="list-style-type: none"> - Main d'œuvre spécialisée : le soudage des membranes nécessite que les étancheurs possèdent une qualification spécifique à la technique ; - Glissantes par temps de pluie. 	<ul style="list-style-type: none"> - En cas de réhabilitation de toiture, attention aux incompatibilités : il faut une séparation chimique entre le PVC P et le bitume, l'asphalte ou le polystyrène expansé ; - Vérifier que l'entreprise emploie du personnel formé et qualifié pour le soudage des membranes.
Asphalte	<ul style="list-style-type: none"> - Durabilité présumée supérieure à 25 ans. 	<ul style="list-style-type: none"> - Au fil du temps, il devient gris blanc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sur les toitures à partir de 3% de pente, lors de journées très chaudes, il a tendance à s'écouler sous l'effet de l'élévation de températures.
Systèmes d'Étanchéité Liquide (SEL)	<ul style="list-style-type: none"> - Étanchéité continue, sans joints ; - Mise en oeuvre sans flamme ni air chaud ; - Permet de réaliser des surfaces complexes (courbes, ondulées) ou d'accès difficile (chéneaux) ; - Finitions décoratives variées. <p>Les résines transparentes permettent d'étancher des structures transparentes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Le système d'étanchéité le plus cher du marché ; - Ne s'appliquent pas sur isolant : limités aux toitures non isolées thermiquement, aux balcons ou loggias ; - Fortes contraintes de mise en oeuvre : support adhérent (propre et sec), température, aucune humidité ; - Demande une main d'œuvre très spécialisée 	<ul style="list-style-type: none"> - A réserver pour de faibles surfaces, où les flammes sont interdites et la pose de lès difficile ; - Vérifier que l'entreprise emploie du personnel formé et qualifié pour l'application de résines.

5.3.6. La protection du revêtement d'étanchéité ©

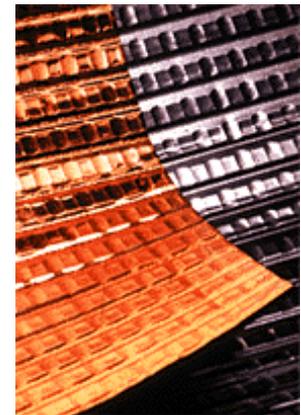
Cette protection est la partie visible de la toiture terrasse ; son rôle est de protéger le revêtement d'étanchéité contre les effets naturels des rayons ultraviolets, des écarts de température, du vent ainsi que contre les effets mécaniques de la circulation, des charges et des chocs.

On peut distinguer:

* **L'auto-protection** : la protection est intégrée en usine sur la face externe du revêtement d'étanchéité, on parle alors de revêtement auto-protégé.

La couche d'auto-protection est solidaire du revêtement et n'a que quelques millimètres d'épaisseur, elle peut être soit métallique (d'aspect gaufré en cuivre ou en aluminium, voire en inox) soit minérale (paillettes d'ardoise ou graviers fins de divers coloris).

Les revêtements auto-protégés ne sont destinés qu'aux terrasses inaccessibles ou aux relevés d'étanchéité.



Revêtement d'étanchéité
avec auto-protection métallique

* **La protection rapportée** : également nommée **protection lourde**, elle est mise en oeuvre immédiatement après la pose du revêtement d'étanchéité. Cet impératif d'absence de délai entre la pose des deux matériaux est du au fait que le revêtement d'étanchéité est extrêmement fragile lorsqu'il n'est pas protégé, il peut facilement être percé par la circulation des ouvriers, l'utilisation de leurs outils ou le dépôt provisoire de matériels en toiture.

On différencie la protection lourde « meuble » et la protection lourde « dure » :

La protection « meuble » : elle est constituée d'un lit de gravillons de 4 à 6 cm d'épaisseur.

Elle est destinée aux toitures-terrasse inaccessibles car la circulation sur les gravillons aboutit à des infiltrations d'eau par percement du revêtement d'étanchéité. Pour accéder aux équipements techniques de la toiture sans percer l'étanchéité, des chemins techniques sont créés à l'aide de dalles ou de caillebotis métalliques par exemple.

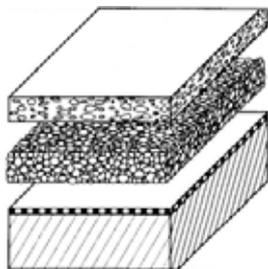
A éviter, si possible, en site venteux car les tourbillons déplacent les gravillons.

☞ Préférer les gravillons roulés que concassés afin de réduire les risques de poinçonnement de l'étanchéité.

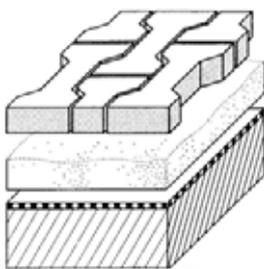
☞ Les gravillons doivent être de qualité « lavés », c'est à dire sans trace de sable afin de ne pas favoriser le développement de végétation.

La protection « dure » : obligatoire sur toutes les toitures-terrasse circulables, elle se présente le plus souvent sous l'une des formes suivante :

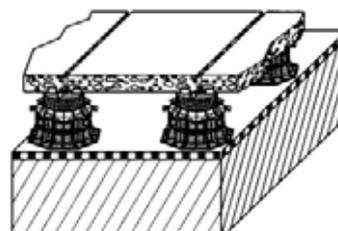
☞ Ce type de protection doit comporter des joints de fractionnement afin de permettre le libre jeu des dilatations.



une dalle de béton armé posée sur une couche de 3 cm de gravier



des pavés posés sur un lit de sable



des dalles en béton ou en bois, de 50 cm de côté, posées sur des plots réglables en hauteur

Source : www.siplast.fr

5.4. Les points singuliers des toitures-terrasse

5.4.1. Leur rôle important dans la qualité

La qualité et la durabilité d'une toiture terrasse dépend, pour la plus grande part, de la bonne exécution de ses points singuliers et de l'attention qui y est portée lors de l'entretien périodique (voir § 5.6 pour ce qui concerne l'entretien). En effet, les statistiques sur les pathologies des toitures terrasses indiquent que la grande majorité (70%) des désordres sont localisés aux points singuliers (source : Agence Qualité Construction).

La phase de conception nécessite une étude préalable complète avec plan de repérage des points particuliers, schémas de détails et rédaction des prescriptions de pose. La mise en oeuvre est évidemment à effectuer en accord avec les DTU, en utilisant des éléments ou procédés sous avis techniques.

☞ L'interdiction de pose par temps de pluie doit impérativement être respectée.

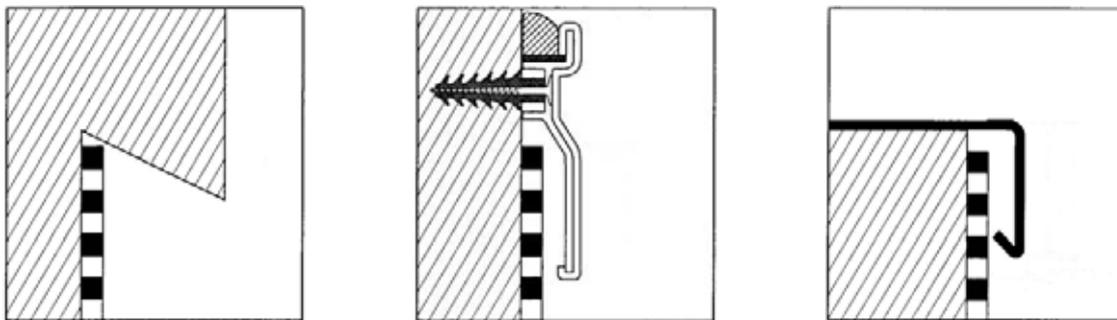
A noter : les DTU décrivent une épreuve qui n'est que très rarement effectuée – voire jamais - d'étanchéité à l'eau : la terrasse est mise en eau pendant plusieurs heures selon un processus bien défini afin de détecter d'éventuelles défauts d'étanchéité.

5.4.2. Différents types de points singuliers

* **Les reliefs** : ouvrages émergents, solidaires des éléments porteurs et sur lesquelles l'étanchéité est relevée.

On trouve dans cette catégorie les acrotères, les seuils, les ressauts, les souches, les poutres en allège, les supports de nacelles de nettoyage, les édicules et locaux divers tels que machineries d'ascenseurs par exemple.

L'étanchéité doit être remontée verticalement sur ces reliefs et une protection doit être prévue en tête de l'étanchéité afin d'éviter que l'eau ne pénètre sous le revêtement d'étanchéité. Cette protection en tête est généralement réalisée par un retrait ou par la pose d'une bande de solin métallique ou encore par une couverture métallique.



Source : www.siplast.fr

Protection en tête par retrait

... par bande de solin

... par couvertine

En cas d'utilisation de bande de solin, il ne faut utiliser que du matériel sous avis technique ; à l'heure actuelle, seuls deux procédés sont sous avis technique : Solinet (fabriqué par DANI ALU) et Bande Trapco (fabriqué par TRAPCO). Ces bandes de solin doivent être impérativement associés aux éléments spéciaux prévus par leur fabricant pour les angles sans quoi des infiltrations se produiront sous le revêtement d'étanchéité.

* **Les joints de structure** : joints de dilatation, de tassement.

Ces joints doivent être continus à travers les différents matériaux de construction, il ne faut donc pas passer par dessus avec l'isolant et l'étanchéité de la toiture car cette dernière sera inmanquablement déchirée par les mouvements de dilatation et retrait de la structure. Les dispositions décrites par les DTU permettent de traiter correctement ces joints, les DTU rappellent également qu'il ne faut utiliser que des accessoires sous avis techniques pour ce traitement.

Pour les terrasse accessibles aux véhicules des joints plats sont à mettre en oeuvre. Leur description en est faite par les DTU ainsi qu'un rappel de quelques principes à observer : « *ils doivent être organisés de façon à recevoir une circulation la plus réduite possible. Dans le cas, où il est impossible d'éviter les joints plats, l'organisation des joints de dilatation doit être menée de façon que le plus petit linéaire possible de joint soit circulé (par exemple en orientant les places de stationnement de part et d'autre des joints, en plaçant des barrières de séparation au droit de ceux-ci...).* Leur tracé doit être tel qu'il ne coupe pas les rampes d'accès. »

* **Les ouvrages d'évacuation des eaux pluviales :** ils comprennent les entrées d'eaux pluviales (EEP) et les trop-pleins (TP). Leur nombre et leurs dispositions figurent aux DTU.

Si la terrasse ne comporte qu'une seule descente d'eaux pluviales, un ou plusieurs trop-plein sont obligatoires afin d'assurer l'évacuation de l'eau lorsque la descente est obstruée. Ce trop-plein évite la mise en charge de la terrasse et son éventuel effondrement.

De manière générale, les trop pleins doivent être de préférence de forme rectangulaire avec le grand côté horizontal car cette disposition permet une meilleure évacuation de l'eau que celle permise par un trop-plein circulaire ayant la même surface d'ouverture.

Néanmoins, en ce qui concerne les toitures terrasses avec élément porteur en tôles d'acier nervurées (TAN), le DTU 43.3 rend obligatoire la mise en oeuvre de trop-pleins rectangulaires car lorsque l'eau s'y accumule, elles présentent un fort risque d'écroulement par la suite de phénomène itératif : la charge d'eau creuse la terrasse (les TAN sont souples), ce creux s'emplit alors d'une nouvelle hauteur d'eau qui enfonce un peu plus la terrasse et ainsi de suite jusqu'à la rupture des tôles et la ruine de la toiture. Pour l'éviter il faut d'une part observer les dispositions du DTU et d'autre part assurer l'entretien régulier de la toiture (voir §5.6 ci-dessous).

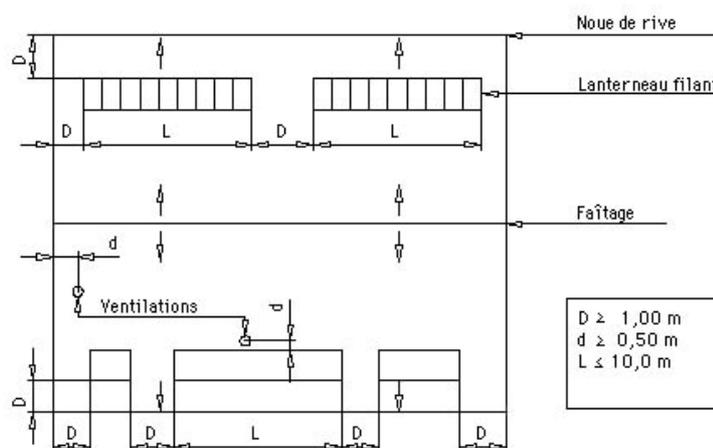
* **Les pénétrations diverses :** elles correspondent aux traversées de la toiture par des ouvrages tels que les conduits de fumées ou de ventilation.

* **Les lanterneaux et exutoires de fumées**

5.4.3. Implantation et espacement entre ces points singuliers

Des dispositions impératives sont à prendre en ce qui concerne l'implantation des points singuliers et notamment la distance minimale à respecter entre deux ouvrages émergents voisins.

Cette prescription découle des exigences de réalisation, d'entretien et de réfection des ouvrages d'étanchéité et figure sous forme de schémas et tableaux dans les DTU de mise en oeuvre (voir ci-contre, un extrait du DTU 43.3) mais elle n'est que trop rarement respectée par les concepteurs.



5.5. Les toitures jardins et les toitures végétalisées

5.5.1. Généralités

Il convient de distinguer les **toitures-terrasse jardin** et les **toitures-terrasse végétalisées** :

Les toitures terrasse jardin

Elles sont en général accessibles à la circulation piétonnière et présentent un aspect traditionnel de jardin.

Elles ne sont réalisables que sur élément porteur en maçonnerie. L'épaisseur de terre végétale est adaptée à la nature des végétaux plantés, elle peut varier de 0,30 à 1,00 m. Il en résulte une surcharge importante sur la structure, de l'ordre de 600 kg/m² et au-delà.

La végétation nécessite généralement un entretien fréquent et un arrosage ponctuel, comme pour toute végétation traditionnelle.

Les toitures terrasse végétalisées

Ce sont, quant à elles, des toitures inaccessibles ; la circulation y est réduite à l'entretien du revêtement d'étanchéité et des végétaux.

Les végétations implantées sont choisies pour nécessiter une fréquence d'arrosage et un entretien plus réduit que pour les toitures terrasse jardin. Il s'agit de végétation basse (25 cm maximum) économe en ressources nutritionnelles, résistante et colonisatrice. Le mixage de plusieurs variétés sélectionnées conduit à un aspect multicolore variant au gré des saisons.

L'épaisseur de terre végétale est faible (de 3 à 20 cm) et n'entraîne qu'une surcharge réduite sur la structure (115 à 135 kg/m²). Les toitures terrasse végétalisées sont réalisables sur élément porteur en maçonnerie, acier ou bois.

Quel qu'en soit le type, ces terrasses « vertes » ont les caractéristiques communes suivantes :

<p>Confort thermique</p> <p>L'isolation et l'inertie thermique sont améliorés.</p>	<p>Confort acoustique</p> <p>La couche végétale filtre les bruits extérieurs.</p>	<p>Aspect visuel, bien-être</p> <p>L'esthétique de ces toitures participe au climat de détente et de repos nécessaire dans certains établissements. Elles influent sur le bien-être ressenti ou inconscient.</p>
<p>Environnement</p> <p>Ces systèmes améliorent la qualité de l'air extérieur car ils fixent le gaz carbonique et produisent de l'oxygène.</p> <p>Les végétaux fixent également les poussières liées à la pollution.</p> <p>Ils ont un effet régulateur sur l'évacuation des eaux pluviales : cette eau est restituée à l'environnement par l'intermédiaire des plantes et par évaporation directe.</p>	<p>Protection de la construction</p> <p>Le revêtement d'étanchéité est protégé des risques de poinçonnement et du rayonnement UV.</p> <p>La régulation des écarts de température par la végétation évite les chocs thermiques et réduit les effets de dilatation ou de retrait sur la structure.</p>	<p>Coût</p> <p>Par rapport à une toiture-terrasse simplement revêtue d'une étanchéité autoprotégée, le surcoût d'une toiture-terrasse jardin varie de 75 à 750 euros HT/m². Celui d'une toiture-terrasse végétalisée est de l'ordre de 25 à 75 euros HT/m².</p>
<p>Urbanisme</p> <p>La plupart des POS et des PLU acceptent que ces terrasses soient assimilées à des espaces verts.</p>		

En ce qui concerne leur conception et mise en oeuvre, il faut se reporter aux règles professionnelles établies par la chambre syndicale nationale de l'étanchéité (CSNE) et l'union nationale des entrepreneurs du paysage (UNEP) :

- Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées (CSNE, UNEP, juillet 2001).
- Règles professionnelles pour l'aménagement des toitures-terrasses-jardins (CSNE, UNEP, juin 1997).

Elles précisent notamment les essences interdites ou déconseillées sur ces ouvrages, comme le bambou par exemple qui y est totalement proscrit.

Une prochaine refonte des DTU est prévue et devra englober ces règles professionnelles.

5.5.2. Constitution d'une toiture terrasse jardin ou végétalisée

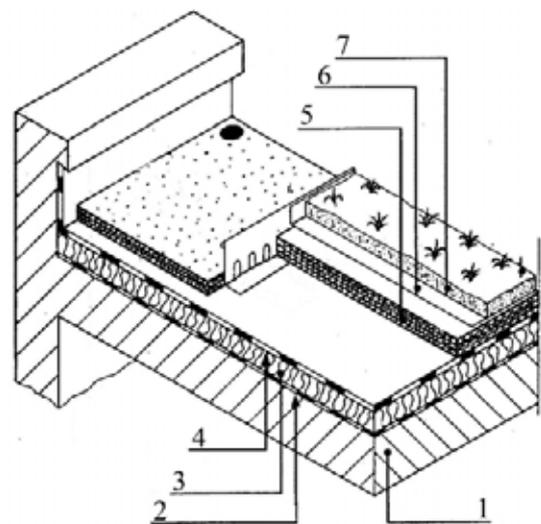
De bas en haut, on retrouve des éléments communs à toutes les toitures terrasses :

- ① Un élément porteur ;
- ② Un pare-vapeur ;
- ③ Un isolant thermique. Tous les types d'isolants usuellement utilisés sous étanchéité sont admis, ils doivent être au moins de classe C en compressibilité.
- ④ Un revêtement d'étanchéité. Au delà de son rôle d'étanchéité classique, il doit résister à la pénétration des racines et contenir des adjuvants anti-racines. Afin de savoir si un revêtement d'étanchéité est agréé comme tel, il convient de consulter son avis technique.

Viennent ensuite des éléments spécifiques à ce type de toiture terrasses :

- ⑤ Une couche drainante chargée de conduire l'eau vers les dispositifs d'évacuation et de permettre aux racines de respirer. Elle peut être constituée soit de granulats d'argile expansé, pouzzolane, cailloux, gravier ou encore de plaques de polystyrène alvéolées et nervurées. Son épaisseur varie de 6 à 10 cm.

- ⑥ Une couche filtrante qui a pour fonction de retenir les éléments fins de la terre végétale afin d'éviter qu'ils ne colmatent la couche drainante. Cette couche doit être très perméable à l'eau, résistante au déchirement et au poinçonnement et être imputrescible. Il s'agit habituellement de nappes de laine de verre ou de non tissés synthétiques en polyester ou polypropylène.



Source : www.soprema.fr

- ⑦ Une couche de terre végétale d'épaisseur variable de 0,03 à 1,00 m. en fonction du type de végétation retenue.

Deux particularités figurées sur le dessin ci-dessus et introduites par les règles professionnelles sont à prendre en compte :

- la réalisation d'une zone stérile (ou bande de pourtour) en périphérie de la toiture. D'une largeur minimale de 40 cm, elle permet le contrôle des relevés d'étanchéité et des évacuations d'eaux pluviales ainsi que respect de la hauteur des relevés conformément aux DTU. Le revêtement d'étanchéité antiracine doit être continu et ne présenter aucune interruption entre la zone végétalisée et la zone stérile. La protection de ce revêtement est du même type que celle des toitures terrasses non végétalisées : autoprotégé, gravillons ou dalles sur plots.

- la mise en place d'un dispositif de séparation entre la zone végétalisée et la zone stérile. Il peut s'agir soit de bandes métalliques ajourées (voir dessin), soit de bordures en béton ou en brique qui retiennent la couche de culture mais permettent le passage de l'eau.

5.5.3. Entretien spécifique des toitures terrasse jardin ou végétalisées

En plus de l'entretien classique du revêtement d'étanchéité et des points singuliers (voir § 5.6), les toitures terrasse jardin ou végétalisées nécessitent un entretien propre à leurs particularités.

Pour ce faire, la chambre syndicale nationale de l'étanchéité (CSNE) associée à l'union nationale des entrepreneurs du paysage (UNEP) proposent un contrat type d'entretien qui prévoit des recommandations à destination des entrepreneurs paysagiste qui interviennent en toiture-terrasse.

Les points de vigilance lors de l'entretien sont :

- Éviter l'utilisation de bêche, fourche et crochet susceptibles d'endommager l'étanchéité ;
- Vérifier que les produits fertilisants et phytosanitaires utilisés sont compatibles avec les ouvrages présents en toiture (revêtement d'étanchéité, isolation, ...) ;
- Ne pas négliger l'arrosage en période de sécheresse. Des racines non agressives en temps normal peuvent le devenir par une recherche de survie de la plante : si, en période de sécheresse, elles flairent des condensats dans l'isolant, les racines s'efforceront d'atteindre cette zone et perforeront le revêtement d'étanchéité pour y parvenir.

5.6. L'entretien des toitures terrasse

5.6.1. Nécessité de l'entretien

Tous les efforts accomplis pour bien concevoir une toiture-terrasse puis mener à bien sa mise en oeuvre peuvent être réduits à néant si aucun entretien n'est effectué par la suite.

L'entretien est indispensable afin de garantir le maximum de durabilité aux constituants et aux systèmes. Le défaut d'entretien entraîne des infiltrations qui finissent par dégrader l'isolant thermique et le pare-vapeur et entraînent des sinistres en chaîne dans les locaux sous-jacents.

Cet entretien doit être défini et pris en compte dès l'origine du projet. Le Maître d'Ouvrage doit en être conscient et prévoir son financement ; il ne peut faire l'impasse sur l'entretien de sa toiture sans prendre de grands risques.

5.6.2. Fréquence et teneur

Une terrasse doit être contrôlée et entretenue au minimum une à deux fois par an ainsi qu'après un gros orage ou une tempête.

Les contrôles doivent particulièrement porter sur la bonne tenue des relevés d'étanchéité et de leur protection en tête, des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales, des couvre-joints et de la protection du revêtement d'étanchéité (gravier, dalles, autoprotection,...).

L'entretien consiste principalement à remettre en place les éléments décollés, déplacés ou dégradés (protections en tête, couvertines, ...), à régaler et régulariser la couche de gravillons, repérer et traiter les cloques, éliminer les détritrus, mousses, feuilles et végétations, nettoyer les crapaudines d'évacuation d'eaux pluviales et les dalles sur plots.

☞ La remise en place du gravier doit exclusivement se faire avec un râteau en bois ou en plastique, les dents métalliques risquant de percer l'étanchéité.

☞ Ne pas employer de produits désherbants pour éliminer les mousses et végétaux afin de préserver l'étanchéité des agressions chimiques. Le mieux est d'utiliser un râteau en bois ou en plastique ou encore de désherber à la main.

Un point particulier auquel il faut prendre garde lors des visites de contrôle et d'entretien, surtout sur les terrasses non accessibles, est le dépôt de matériels qui n'ont rien à y faire tels qu'échelles métalliques, salons de jardin ou jardinières qui percent remarquablement les étanchéités. Il convient également d'y détecter d'éventuels travaux pirates accomplis en dehors des règles de l'art, comme la pose d'antennes haubanées par exemple, ou l'usage abusif par les utilisateurs d'une toiture inaccessible.

L'idéal est de mettre en place un contrat d'entretien avec l'entreprise qui a réalisé les travaux. Dans ce cas, il est judicieux de demander la proposition de contrat d'entretien lors de la phase de consultation des entreprises et, éventuellement, d'en faire un critère de choix prévu dans le Règlement de Consultation.

Pour mettre en place cet entretien, les documents suivants sont des sources indispensables :

- Chacun des DTU de la série 43 consacre un article à l'entretien des toitures-terrasse ;
- Les avis techniques des systèmes utilisés donnent les prescriptions d'entretien de ce système ainsi que des mises en garde aux utilisateurs ;
- Les *recommandations EPEBAT pour l'entretien des toitures-terrasses non accessibles* (voir bibliographie).

5.7. La réfection des toitures-terrasse

Actuellement, on peut estimer que la durée de vie moyenne des revêtements d'étanchéité à la valeur suivante :

- asphalte : 25 à 30 ans
- bitume multicouches autoprotégé : 10 ans
- bitume élastomère (modifiés SBS ou APP) : plus de 25 ans
- membranes polymères : plus de 25 ans

☞ Attention, ces valeurs s'entendent pour une toiture-terrasse mise en oeuvre dans les conditions des DTU et des avis techniques mais surtout dont l'entretien a été correctement réalisé.

La réfection de l'étanchéité d'une terrasse doit, d'une part, être précédée d'un diagnostic du gros oeuvre, surtout si la réfection s'accompagne d'un changement d'usage – d'inaccessible à accessible, par exemple – afin de s'assurer que les structures porteuses supporteront les nouvelles charges.

Les entreprises d'étanchéité ne sont pas compétentes pour mener à bien ce diagnostic, il relève d'un bureau d'études de structures.

D'autre part, il est également nécessaire de réaliser un diagnostic de l'ouvrage d'étanchéité dont le champ doit recouvrir l'isolant, le revêtement d'étanchéité et sa protection afin de déterminer les causes des désordres subis ou attendus. Ce diagnostic permet également d'éviter la pose d'un nouveau revêtement qui soit incompatible avec l'ancien.

Les étancheurs sont le plus souvent compétents pour ce genre de diagnostic.

En matière de compatibilité des matériaux, il faut savoir que les membranes polymères à base de PVC sont totalement incompatibles avec les revêtements à base de bitume ou d'asphalte, leurs huiles agressant chimiquement le PVC.

La réfection des étanchéités de toitures-terrasse est maintenant traitée par un DTU. Il s'agit du DTU 43.5 (NF P 84-208-1) récemment paru en novembre 2002.

6. L'Évacuation DES EAUX PLUVIALES

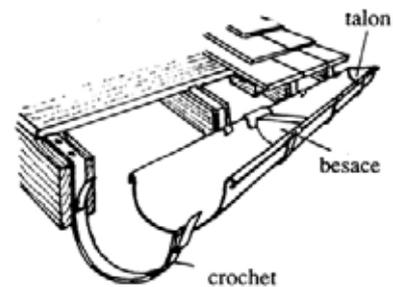
6.1. Les gouttières

Une gouttière est un collecteur d'eaux pluviales qui est apparent – contrairement au chéneau qui est masqué – et supporté par des crochets.

Les matériaux employés sont l'acier, l'aluminium laqué, le cuivre, le zinc ou le PVC. Leur mise en oeuvre est régie par le DTU 40.5. La pente minimale à respecter est d'au moins 5 mm/m et l'on peut distinguer trois modes de pose (illustrations : Dicobat) :

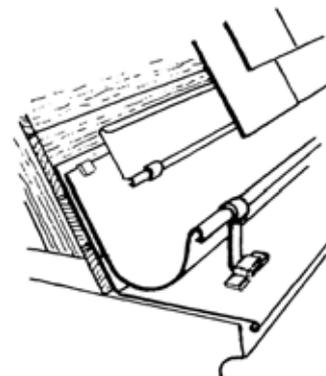
La gouttière pendante :

C'est la plus courante, elle ne prend appui que du côté du toit par l'intermédiaire de crochets reliés aux chevrons. Les extrémités sont fermées par un talon et une besace de dilatation est disposée au raccord de deux éléments.



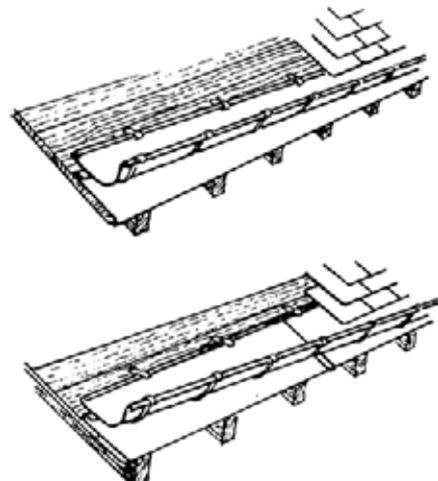
La gouttière à l'anglaise (ou gouttière anglaise) :

De section demi-ronde, elle est façonnée avec un développement variable de manière à laisser l'ourlet horizontal malgré la pente. Elle repose sur un entablement ou une corniche.

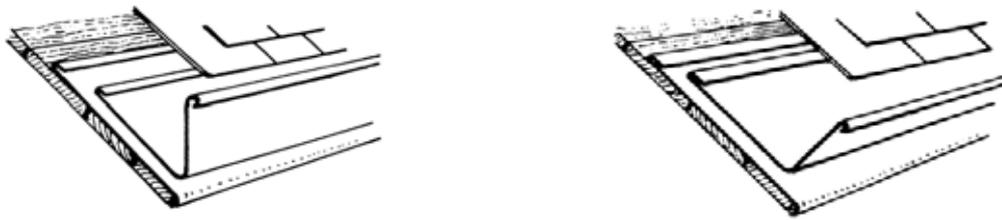


La gouttière havraise :

La gouttière est mise en place au bas du versant de la toiture, sur une feuille de zinc, et est recouverte par les derniers rangs de tuiles ou d'ardoises. Le collecteur est de forme cylindrique à développement constant (ci-contre en haut) ou variable (en bas, également dénommé « portant sa pente »).



Selon un mode de pose similaire à la gouttière havraise, il existe la **gouttière Laval** (à gauche) et la **gouttière nantaise** qui ont un profil triangulaire :

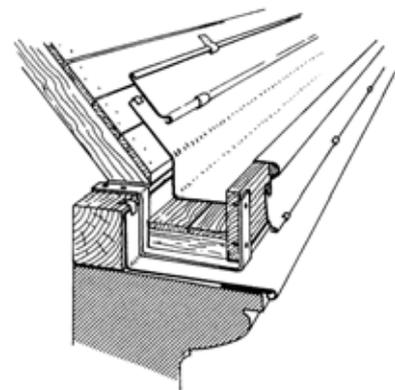


6.2. Les chéneaux

Un chéneau est de dimensions plus grandes que la gouttière et est supporté par un encaissement, généralement en bois.

Il peut-être métallique (zinc, cuivre, acier inoxydable, plomb, acier galvanisé), en PVC, en béton ou en bois ; avec ces derniers matériaux il reçoit alors un revêtement d'étanchéité.

Le chéneau prend appui directement soit sur la maçonnerie, soit sur la charpente. Il est beaucoup plus discret qu'une gouttière.



Un chéneau est appelé **chéneau encaissé** lorsqu'il est situé entre deux versants de toiture de manière à recueillir les eaux de ces deux pans de toiture. Il a également cette appellation lorsqu'il est situé entre un versant et un mur vertical.

6.3. Les descentes d'eaux pluviales

Les tuyaux de descente sont la plupart du temps de forme ronde mais aussi carrée ou rectangulaire. Ils sont métalliques ou en PVC, le matériau employé devant être identique à celui des gouttières de manière à éviter les incompatibilités de matériaux et les dilatations différentielles.

Les principales précautions à prendre sont les suivantes :

- * La descente doit être verticale et ne comporter, si possible, aucun coude. Ces dispositions, outre le fait d'optimiser l'écoulement, permettent d'éviter leur obstruction par les déchets entraînés par l'eau.
- * A la jonction de la descente et de la gouttière (ou du chéneau), une crépine (également nommée crapaudine) est à mettre en place. Il s'agit d'une sorte de panier métallique ou plastique qui fait office de filtre et évite l'obturation de la descente par des corps étrangers, feuilles mortes ou balle de tennis par exemple.
- * Les tuyaux ne doivent pas être appuyés sur les murs mais écartés de 2 cm minimum.

* La partie basse de la descente doit être protégée des chocs mécanique, le plus souvent on y trouve un dauphin en fonte.

* Le pied de la descente doit être reliée à un regard. Celui ci comporte parfois un siphon, surtout lorsque la gouttière se trouve sous un niveau habité (mansarde) ou lorsque la descente dessert une toiture-terrasse accessible ; ceci afin d'éviter les retours d'odeurs désagréables.

D'une manière générale, il convient de ne pas faire passer les descentes d'eaux pluviales à l'intérieur des bâtiments. Hormis le fait que cela entraîne des nuisances acoustiques dans les locaux traversés, il est en effet plus que prudent de canaliser les eaux pluviales à l'extérieur des bâtiments afin de réduire les risques d'infiltration d'eaux dans les locaux.

Une disposition originale consiste à remplacer le tuyau de descente par une chaîne qui conduit la veine liquide mais l'inconvénient est que par temps venteux le flux d'eau peut être dirigé contre la façade et/ou à l'extérieur du regard de pied de chute.

6.4. L'entretien

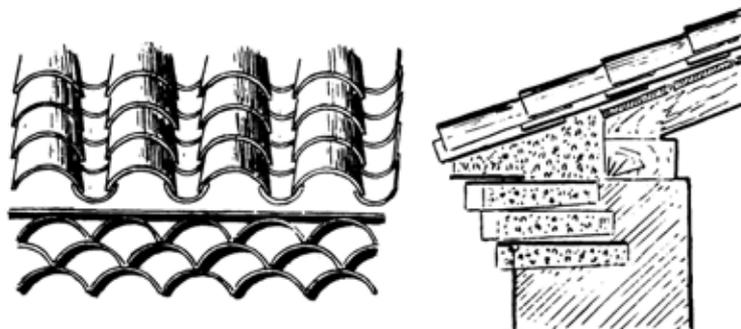
Une gouttière n'est pas une jardinière : une à deux fois par an et au moins à l'automne, les gouttières et les chéneaux doivent être visités et dégagés de tout ce qui les encombre (feuilles mortes, mousses, objets,...). C'est également l'occasion de vérifier qu'il n'y ait pas de contre pente qui se soient formées.

L'absence d'entretien conduit à des débordements de collecteurs et des ruissellements abondants sur les façades puis, petit à petit, des infiltrations à l'intérieur des murs de façades.

6.5. La génoise

On appelle égout la ligne basse d'un pan de toiture, là où l'eau s'égoutte. Le rôle d'une gouttière ou d'un chéneau est de récupérer cette eau afin qu'elle ne ruisselle pas sur le mur de façade mais il existe une disposition – la génoise - qui permet également d'éviter ce ruissellement et de protéger la façade.

Il s'agit d'une corniche composée de tuiles canal disposées en plusieurs rangs décalés qui surplombent la façade. Cette disposition est propre aux régions méditerranéennes.



7. GLOSSAIRE

Arêtier

Angle saillant formé par l'intersection de deux versants de toiture. L'arêtier est l'inverse de la *noue*.

Cache-moineaux

Lattes ou lambris situés entre les *chevrons*, au droit du mur ou à l'égout pour interdire l'accès aux oiseaux et aux rongeurs à l'intérieur du comble.

Chanlatte

Liteau de section triangulaire ou trapézoïdale destiné à recevoir le premier rang de tuiles ou d'ardoises.

Chatière

Ouvrage servant à l'aération des combles. Il peut s'agir de tuile chatière ou, pour les couvertures en ardoises, d'ouvrage métallique façonné.

Chevêtre

Dispositif de charpente qui permet d'interrompre un ou plusieurs *chevrons* afin de faire passer un ouvrage au travers de la couverture (une cheminée par exemple).

Chevrons

Pièces de charpente disposées suivant la ligne de pente, sur les *pannes*. Les chevrons supportent les *liteaux*.

Douille

Orifice d'une tuile spéciale dite *tuile à douille* et destiné au passage d'un conduit de ventilation.

Égout

C'est la ligne la plus basse d'un pan de toiture, là où l'eau de pluie ruisselle (ou s'égoutte)

Épi

Accessoire de finition et d'étanchéité en zinc ou terre cuite placé à la rencontre de plusieurs ligne de *faîtage*.

A l'origine, il correspondait à la marque des couvreurs lorsque la couverture était terminée.

Faîtage

Ligne de jonction supérieure de deux pans de toiture inclinés, il constitue la ligne de partage des eaux pluviales.

Faîtière

Tuile spéciale placée au *faîtage*.

Voir également à *Pannes*

Fourrure

Pièce de bois ou de métal enserrant une pièce de charpente pour la renforcer.

Génoise

Voir § 6.4.

Liteaux

Pièces de bois, de section carrée ou rectangulaire, placées horizontalement sur les *chevrons* pour recevoir les tuiles ou les ardoises.

Noue

Angle rentrant formé par l'intersection de deux versants de toiture. La noue est l'inverse de l'*arétier*.

C'est, avec l'*égout*, la ligne de couverture qui reçoit le plus d'eau.

Pannes

Pièces de charpente horizontale supportant les *chevrons* ou des panneaux rigides de couverture. On distingue :

- la **panne sablière**, la plus basse, placée au dessus du mur de façade.
- la **panne faîtière**, la plus haute, placée au droit de la ligne de faîte de la toiture.
- les **pannes intermédiaires**.

Pannetonnage

Fixation des tuiles mécaniques aux *liteaux* par un fil de métal galvanisé.

Sablière

Voir *Pannes*

Solin

Voir § 5.4.2.

Tabatière

Fenêtre placé sur une toiture en pente et s'ouvrant par projection. Sa largeur correspond à l'espacement de deux *chevrons*.

Tuile à douille

Voir *douille*.

8. BIBLIOGRAPHIE ET SITES INTERNET

Ouvrages et sites généraux :

Dicobat (dictionnaire général du bâtiment) - Ed. Arcatures

Anatomie de l'enveloppe des bâtiments - Ed. du Moniteur, 1997.

Encyclopédie du bâtiment (12 tomes) – Ed. Weka, mises à jour trimestrielles.

Guide technologique du clos et couvert – réalisé par le CETE Méditerranée, le CETE du Sud-Ouest et la Direction de l'Habitat et de la Construction, janvier 1996.

Le site du CSTB (www.cstb.fr). On y trouve notamment en consultation libre l'ensemble des avis technique ainsi que la page de garde et le sommaire de chacun des D.T.U.

Le site de l'Agence Qualité Construction (www.qualiteconstruction.com). Il donne un aperçu des sinistres dans les bâtiments, des statistiques sur leur fréquence et édite des recommandations afin de les prévenir. Cette agence édite le magazine SYCODES Informations.

Charpente :

La charpente industrialisée en bois, livre réalisé à l'initiative de la Fédération Nationale des Industries du Bois pour le Bâtiment, éd. Eyrolles, 1998, ISBN 2-212-11835-X. Ouvrage produit par les membres de la profession qui traite de manière didactique et illustrée des fermettes, de la façon de les concevoir, les calculer, les mettre en œuvre, les contreventer, etc..

Guide pratique de conception et de mise en oeuvre des charpentes en bois lamellé-collé, éd. Eyrolles. Guide qui intègre les règles professionnelles du Syndicat National des Constructeurs et Fournisseurs de Charpentes en Bois Lamellé-Collé.

Pour en savoir plus sur le lamellé-collé, le site réalisé par le Syndicat National des Constructeurs et Fournisseurs de Charpentes en Bois lamellé-collé : www.glulam.org

www.nailweb.com le site du fabricant de poutrelles en I à âme mince métallique.

Toitures inclinées :

Les couvertures en pente, Michel JAILLER, E.G. éditeur, 1993, ISBN 2-905423-34-X. Il s'agit d'une publication de l'Agence Qualité Construction qui traite des pathologies de ces couvertures et propose des recommandations techniques pour les éviter.

Guide des couvertures en climat de montagne, publié dans les Cahiers du CSTB, n° 2267/1, livraison 292 de septembre 1988.

Toitures-terrasses :

Recommandations EPEBAT pour l'entretien des toitures-terrasses non accessibles, CSTB, avril 1982, 30 pages. Recueil de recommandations destinées aux gestionnaires de patrimoine, ce guide permet également d'appréhender le problème de l'entretien d'une toiture-terrasse au stade de la conception. Ses annexes contiennent un exemple de contrat d'entretien simple. Indispensable.

Sa diffusion n'étant plus assurée par le CSTB, il est difficile d'en trouver des exemplaires. Toutefois, le CETE Nord Picardie peut en réaliser des copies à la demande.

Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées (Chambre Syndicale Nationale de l'Étanchéité (CSNE) et Union Nationale des Entrepreneurs du Paysage (UNEP), juillet 2001).

Règles professionnelles pour l'aménagement des toitures-terrasses-jardins (CSNE, UNEP, juin 1997).

www.etancheite.com site proposé par la société Siplast (étanchéité de toitures terrasses) qui donne de manière imagée beaucoup de précisions sur les toitures terrasses : historique, évolution des techniques, réglementation, matériaux utilisés ainsi qu'un vaste lexique. Le site de la société Siplast : <http://www.siplast.fr/>

www.soprema.fr le site de cette société possède un petit outil d'aide à la décision (lien « décision étanchéité ») qui permet de déterminer, en fonction de l'accessibilité de la terrasse et de la protection de l'étanchéité, les matériaux à mettre en oeuvre. Evidemment, seuls les matériaux Soprema sont proposés mais l'intérêt est que la solution proposée est décrite mais surtout visualisable grâce à un écorché et une perspective.

www.sopranature.com est un site créé par Soprema qui est dédié à leurs procédés de toiture végétale.

www.meple.com là aussi, cette société propose des solutions aux prescripteurs (lien « prescri+ »). En fonction de l'accessibilité de la terrasse, la solution proposée est illustrée d'une coupe en perspective.

www.sika-trocal.fr le site de l'un des fabricants de membranes d'étanchéité polymères.

<http://www.etancheite.asso.fr/> le site la chambre syndicale française de l'étanchéité (CSFE)

<http://www.unep-fr.com/> le site de l'union nationale des entrepreneurs du paysage (UNEP)

Ce mémento sur les toitures représente l'un des quatre premiers documents synthétiques relatifs aux ouvrages et systèmes techniques du bâtiment. Ils ont pour objet d'apporter rapidement des informations de base utiles aux chargés d'opérations des services des constructions publiques des DDE.

Tous les mémentos comportent une structure commune : rappel des enjeux, présentation des définitions élémentaires ou description des systèmes selon les cas, mise en exergue des points de vigilance à surveiller, un glossaire et une bibliographie.

Les trois autres documents concernent :

- Les façades*
- Le confort thermique*
- Le confort acoustique*