MÉMENTO *illustré*



Ursula Bouteveille

Mise en œuvre des couvertures et des toitures-terrasses

Couvertures en petits éléments, en plaques, régionales, végétalisation de terrasses…

EDITIONS LE MONITEUR

MÉMENTO illustré

Ursula Bouteveille

Mise en œuvre des couvertures et des toitures-terrasses

Couvertures en petits éléments, en plaques, régionales, végétalisation de terrasses…

EDITIONS LE MONITEUR

Sommaire

Introduction 7
Liste des sigles 8
Mode d'emploi 9
1. Conception 11
2. Couverture en tuiles plates 53
3. Couverture en tuiles mécaniques 77
4. Couverture en tuiles canal 103
5. Couverture en ardoises 121
6. Couverture en bardeaux bitumés 153
7. Couvertures régionales 165
8. Couvertures photovoltaïques 179
9. Couverture en feuilles métalliques 187
10. Couverture en plaques ondulées de fibres-ciment 203
11. Couverture en tôles métalliques 215
12. Toitures-terrasses 233
13. Toitures-terrasses jardins et végétalisées 257
14. Travaux en hauteur 269
Références – Bibliographie 277
Index 285

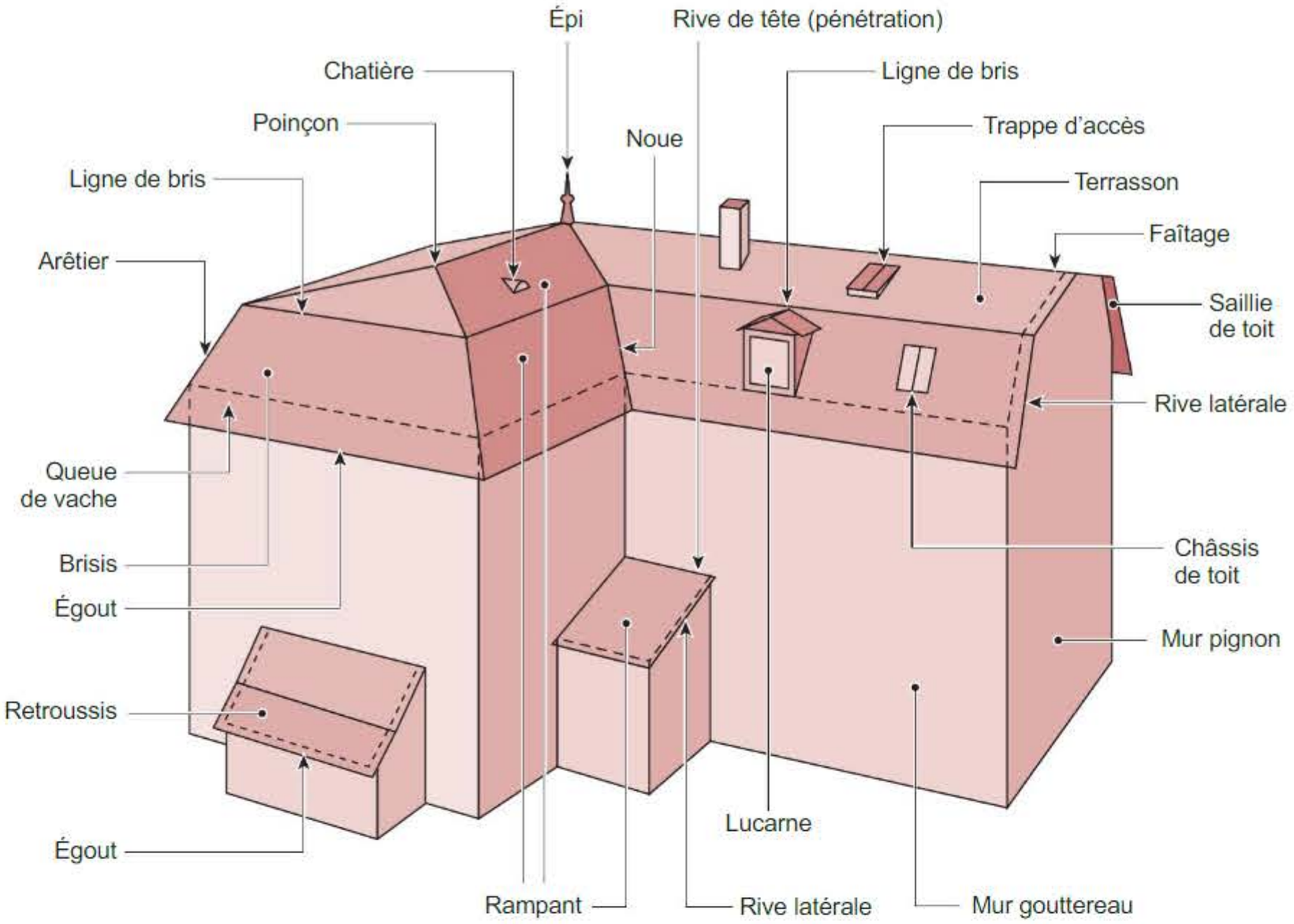
1 Conception

1.01 Terminologie des toitures

La toiture, aussi appelée couverture, couvre la partie supérieure des bâtiments. Elle a pour fonction de les protéger des intempéries et de l'humidité et ne participe généralement pas à leur stabilité. Elle est supportée par une charpente qui peut être en bois, en métal ou en béton. La toiture est conçue et dimensionnée pour faciliter l'écoulement des eaux pluviales et résister aux charges de neige. Elle doit être esthétique et présenter une résistance mécanique adéquate. L'ensemble charpente et couverture est appelé « comble ».

Sont distingués (a) les combles à un, deux ou quatre versants qui peuvent présenter, selon leur configuration, des pentes faibles et d'autres proches de la verticale. Des lucarnes, châssis ou fenêtres de toit permettent l'entrée de la lumière du jour dans les pièces situées en comble aménagé.

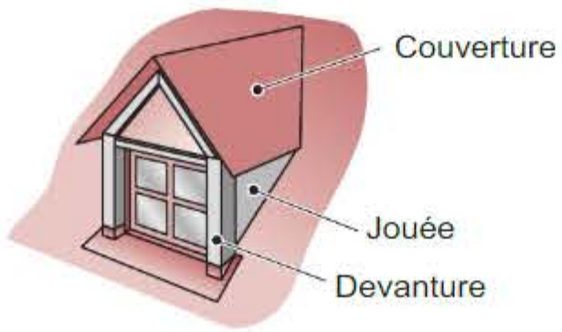
Les plans formant le comble sont limités par des lignes de toiture, classées en trois familles (a) :
- les rives, limites des différents plans du comble avec le vide ;
- les intersections, jonctions de deux plans du comble (noue, etc.) ;
- les pénétrations, jonctions d'un plan du comble avec une partie du bâtiment (trappe d'accès, etc.).



a Vocabulaire des combles et des lignes de toiture

Lucarnes et fenêtres de toit

Une lucarne est une ouverture dans la toiture composée d'une devanture qui reçoit la fenêtre, de deux faces latérales appelées jouées et d'une couverture pouvant être à une, deux ou trois pentes ; la forme de la couverture détermine son appellation. Elle se différencie par la position verticale de sa devanture alors que les châssis et fenêtres de toit sont placés dans le sens de la pente (a).



À deux pans ou jacobine



En croupe ou capucine



En demi-croupe ou normande



À guitare



Pendante, meunière ou gerbière



À fronton triangulaire



Rentrante ou à jouées rentrantes



Œil-de-boeuf, à encadrement et habillage en zinc façonné



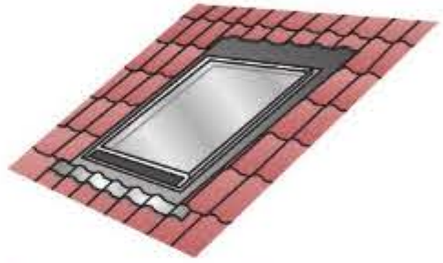
À jouées galbées



En trapèze ou rampante à jouées biaises



Chien-assis ou lucarne retroussée

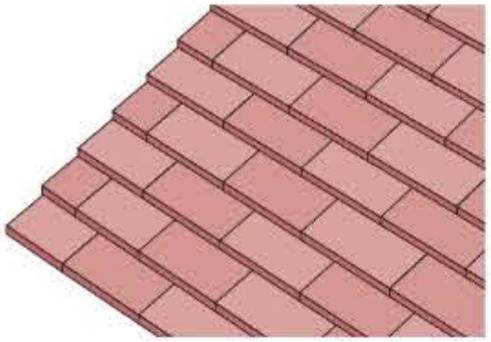


Châssis ou fenêtre de toit

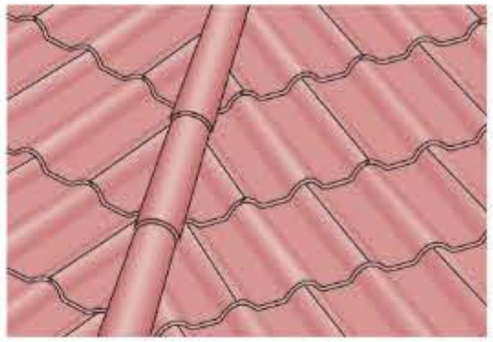
a Lucarnes et fenêtres de toit

1.07 Types de couvertures

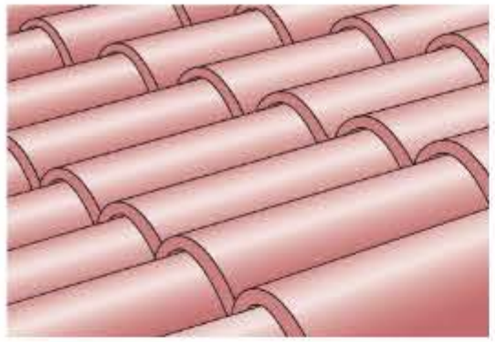
Le type de couverture est choisi par le maître d'œuvre en fonction de l'architecture du bâtiment, des traditions régionales, de la pente de la toiture, mais également en fonction du climat et des matériaux disponibles à proximité. La diversité des constructions et le nombre de matériaux offrent des solutions de couverture qui se distinguent par leurs caractéristiques dimensionnelles et d'aspect. Sont distinguées les tuiles plates en terre cuite (a), les tuiles mécaniques en terre cuite ou en béton (b), les tuiles canal (c), les ardoises naturelles ou en fibres-ciment (d), les feuilles métalliques en zinc, cuivre ou acier inoxydable (e), les bardeaux de bois (f), les lauzes (g), le chaume (h), les tôles nervurées métalliques (i) ou les plaques ondulées métalliques ou en fibres-ciment (j).
Ces types de couverture sont classés selon leur mode de mise en œuvre, à savoir :
- les couvertures en petits éléments, assemblage d'éléments de taille modeste reposant le plus souvent sur des liteaux ou des voliges ;
- les couvertures en feuilles métalliques (zinc) supportées, liaisonnées à un platelage constitué de voliges en bois ;



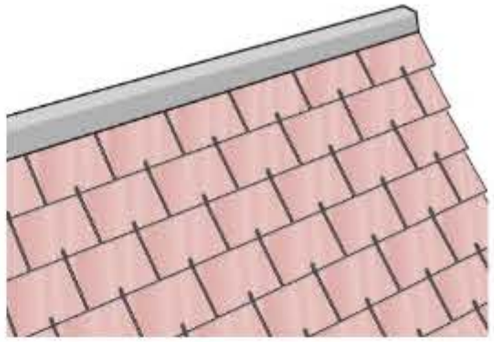
a Tuiles plates



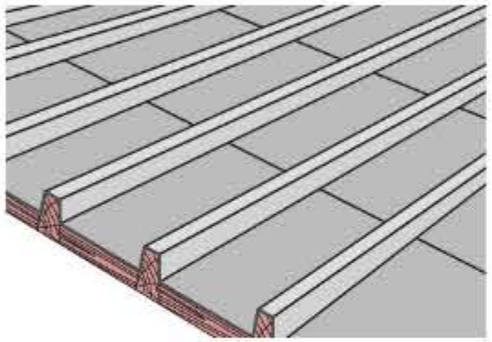
b Tuiles mécaniques



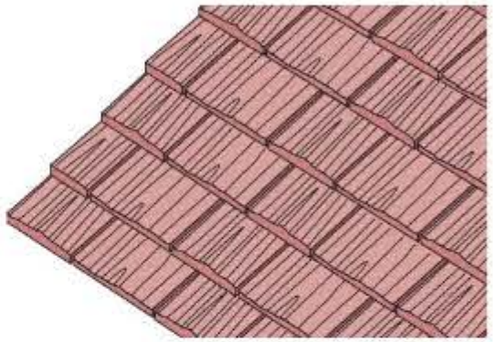
c Tuiles canal



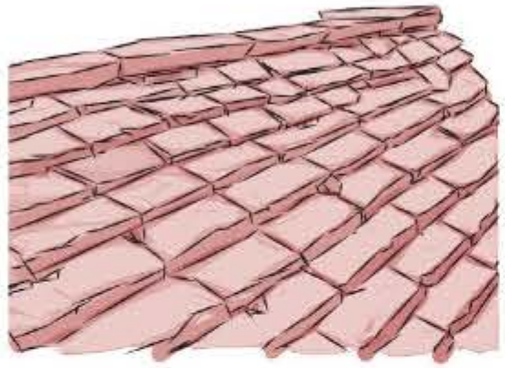
d Ardoises



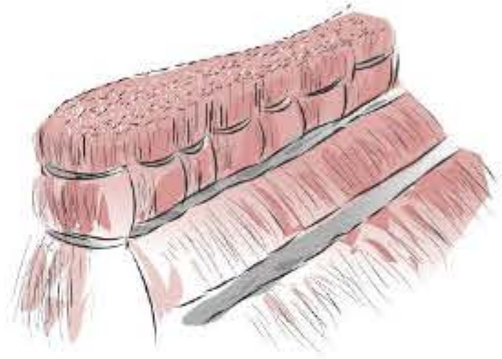
e Feuilles de zinc



f Bardeaux de bois



g Lauzes

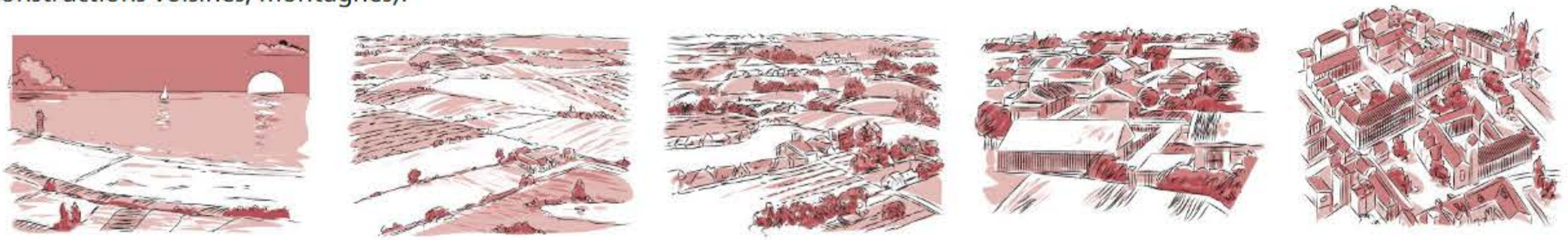


h Chaume

1.09 Longueur et pente de toiture

Règle NV 65 (février 2009)
DTU P 06-002
et DTU de la série 40
Références

La pente des toitures est choisie par le maître d'oeuvre en fonction :
- de la destination des combles (habitables ou non) ;
- de la pente minimale admissible du matériau choisi pour la couverture ;
- des catégories de terrains (a), des pressions de vent et des charges de neige qui y sont associées ;
- de la situation de la construction, de la hauteur de référence (b) et de son environnement (bord de mer, présence de végétation, constructions voisines, montagnes).



Catégorie de rugosité 0
Mer ou zone côtière exposée aux vents de mer.

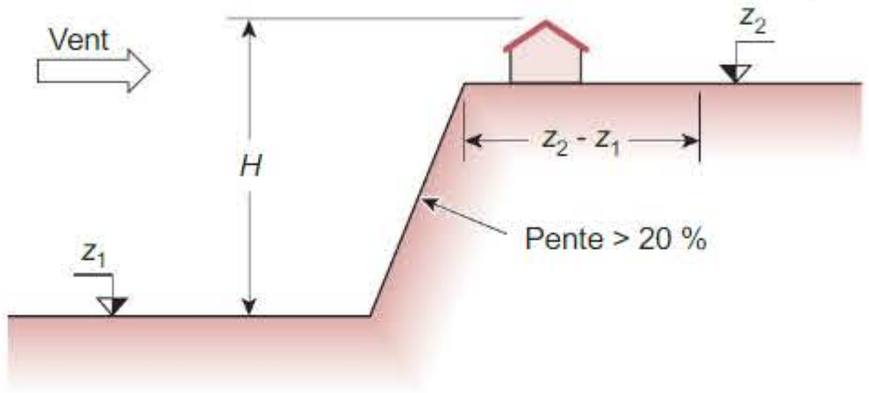
Catégorie de rugosité II
Zone de rase campagne avec ou sans obstacles isolés (arbres, bâtiments, etc.).

Catégorie de rugosité IIIa
Zone de campagne avec haies, vignobles, bocages et zones d'habitat dispersé.

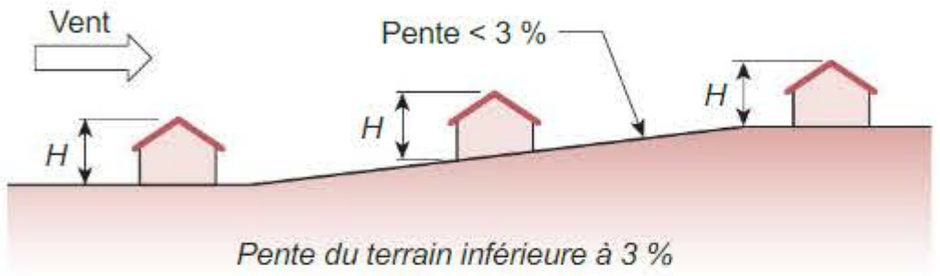
Catégorie de rugosité IIIb
Zone urbanisée ou industrielle, bocage dense, vergers.

Catégorie de rugosité IV
Zone urbaine avec au moins 15 % de la surface construite, dont la hauteur moyenne dépasse 15 m, forêts.

a Catégories de terrains (vent)



Pente du terrain supérieure à 20 %

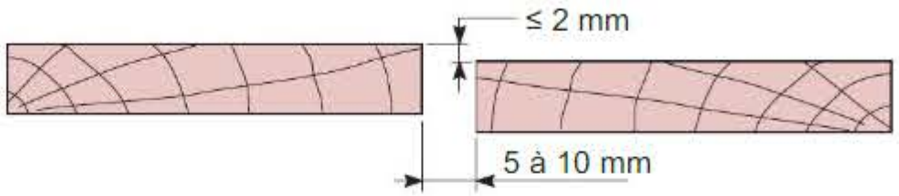


Pente du terrain inférieure à 3 %

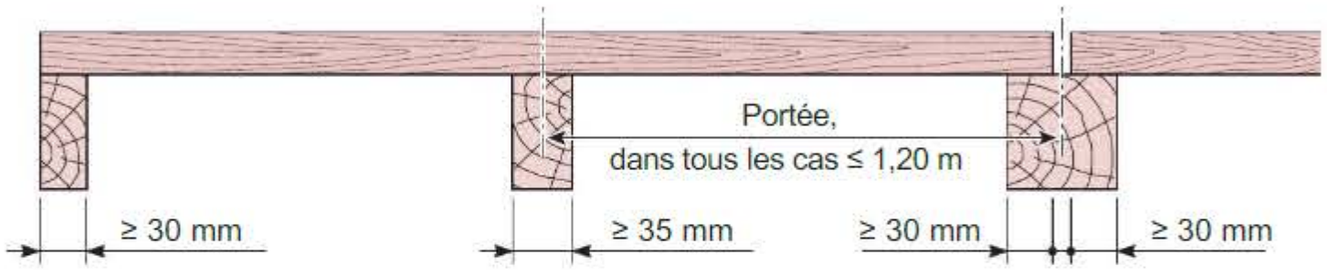
Lorsque la construction se situe sur un terrain de pente supérieure à 20 %, la hauteur H retenue pour l'impact du vent tient compte du dénivelé global.

b Hauteur des maisons individuelles et des petites constructions

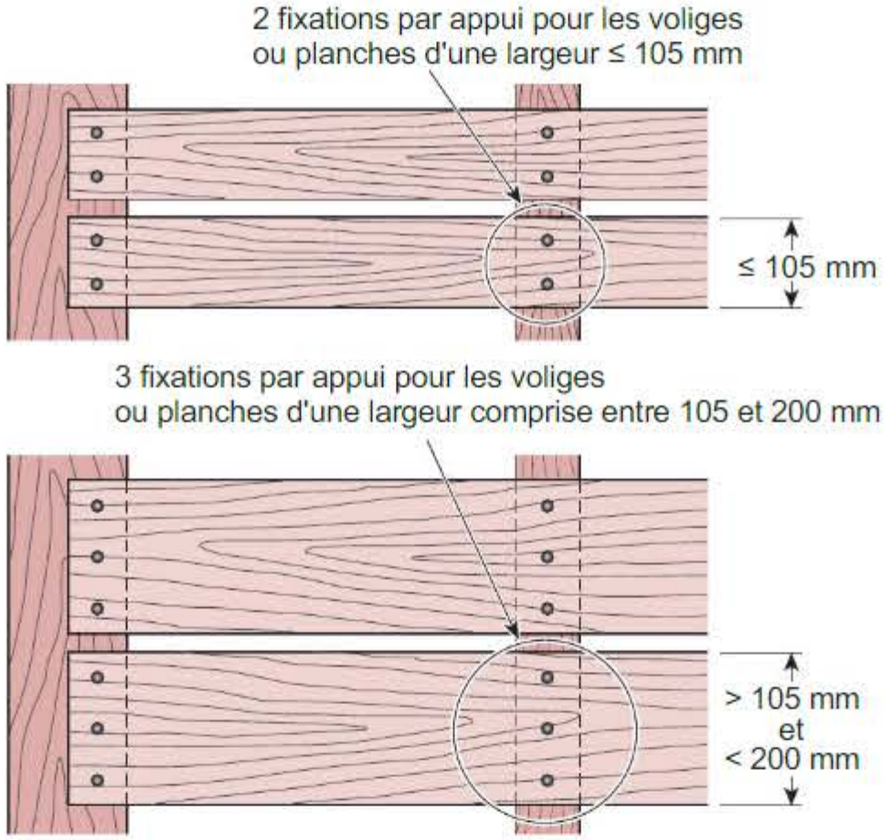
Les voliges sont dites à pose jointive lorsque leur écartement est d'environ 5 mm. Une pose bord à bord conduirait à des mise en butée engendrant des désordres (fentes, arrachement des fixations) dus aux reprises d'humidité et aux phases d'assèchement du bois. La pose jointive s'oppose à la pose à claire-voie, qui laisse une largeur de volige libre entre chaque volige. En partie courante, chaque pièce doit reposer sur au moins trois appuis. On parle de chanlattage lorsque les voliges ont une coupe biaise destinée à permettre l'accrochage des tuiles ou des crochets d'ardoise, par exemple. Pour les couvertures en feuilles métalliques supportées, le désaffleurement sans charge de deux voliges adjacentes est inférieur ou égal à 2 mm (d). La largeur de repos minimale des voliges ou planches est de 35 mm en partie courante et de 30 mm en about (e). Le nombre des fixations est de 2 par appui pour une largeur des voliges ou des planches inférieure ou égale à 105 mm ; 3 par appui pour une largeur comprise entre 105 et 200 mm (f).
Les fixations par pointes lisses, torsadées ou annelées et vis à bois sont admises mais leurs performances à l'arrachement sont différentes (g).



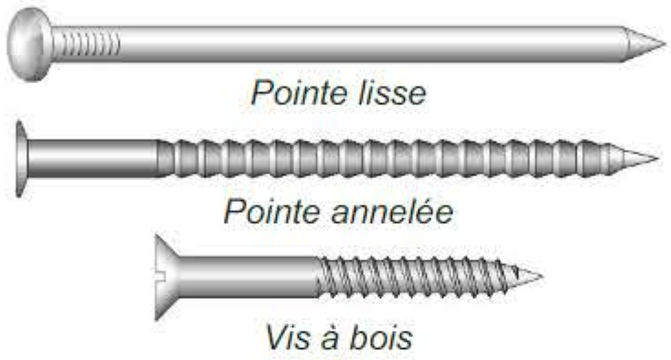
d Désaffleurement admissible



e Largeurs de repos minimales



f Nombre de fixations par appui



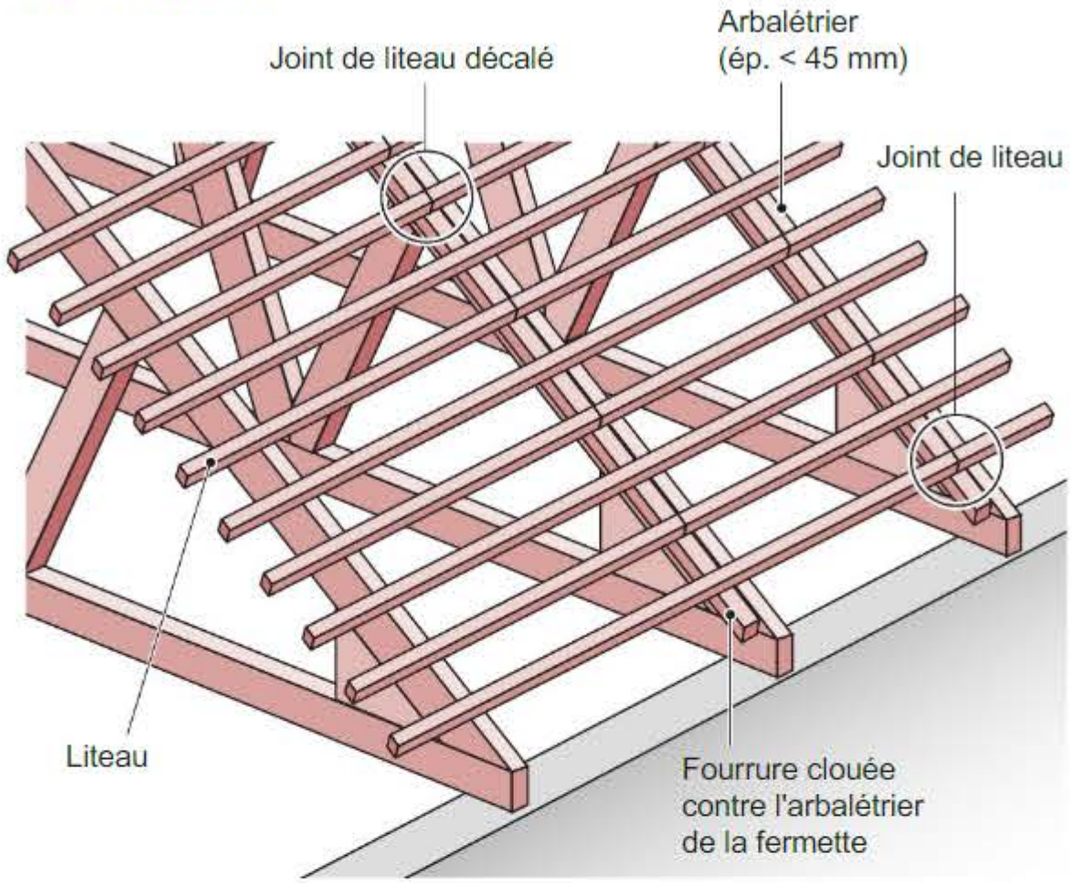
g Types de fixations

Fiche
1.11

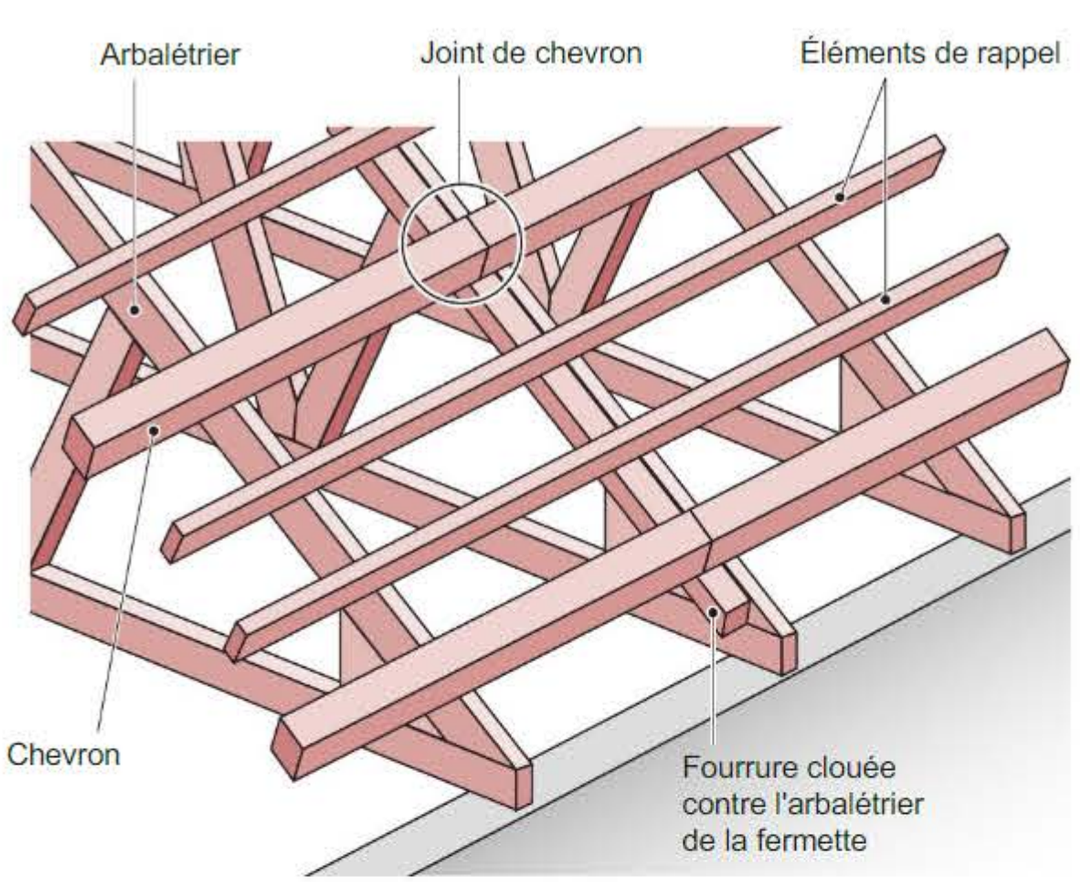
Conception

Supports de couverture

Les supports de couverture constitués de liteaux ou de chevrons portent chacun sur au moins trois appuis :
- **les liteaux** (h) supportent les couvertures en petits éléments (tuiles, ardoises, etc.). Ils ont une section maximale de 40 × 40 mm, calculée en fonction des charges à supporter. Les liteaux sont fixés perpendiculairement aux arbalétriers, de sorte que leur plus grande section soit située dans le sens vertical, trois appuis étant en général suffisants. Leur écartement est égal au pureau de l'élément de couverture (longueur moins le recouvrement) ;
- **les chevrons** (i) supportent les couvertures en plaques (tôles en fibres-ciment ondulées, etc.).
Ils doivent être posés à intervalles réguliers, en général tous les 60 cm. Leur section courante est de 70 × 80 cm ou 80 × 100 mm.
Dans le cas de charpentes industrielles, des éléments de rappels d'une section minimale de 27 × 75 mm doivent être fixés sur chaque fermette.

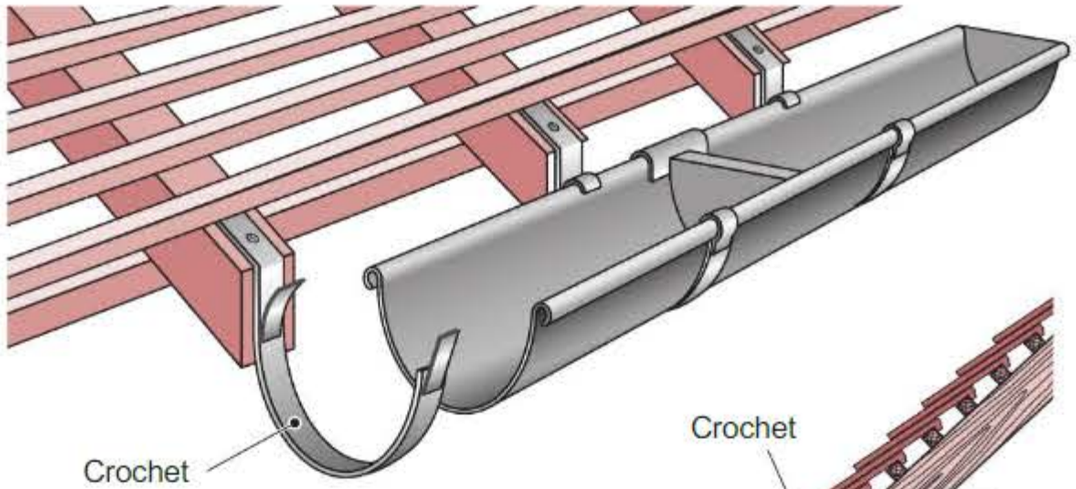


h Support de couverture en liteaux

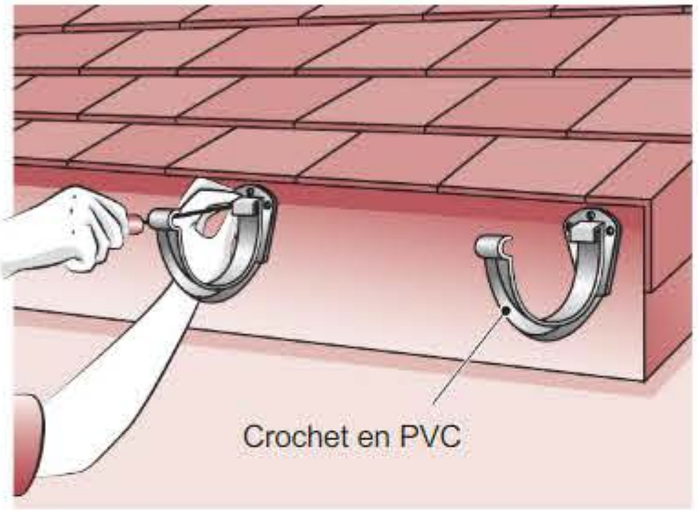


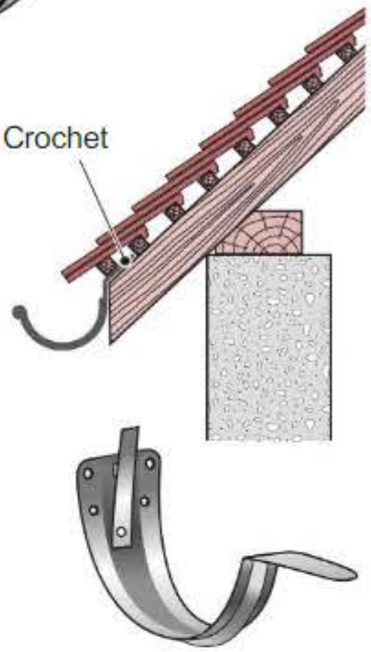
i Support de couverture en chevrons

La gouttière est dite « pendante » quand les crochets sont fixés à l'extrémité des chevrons en saillie, directement ou par l'intermédiaire d'un bandeau d'égout. Elle est dite « rampante » quand les crochets sont fixés à la face supérieure des chevrons ou au voligeage de l'égout (b). Elle peut également être posée sur un entablement à la façon anglaise, ou fixée au moyen de crochets munis d'une chevillette fichée dans le mur.

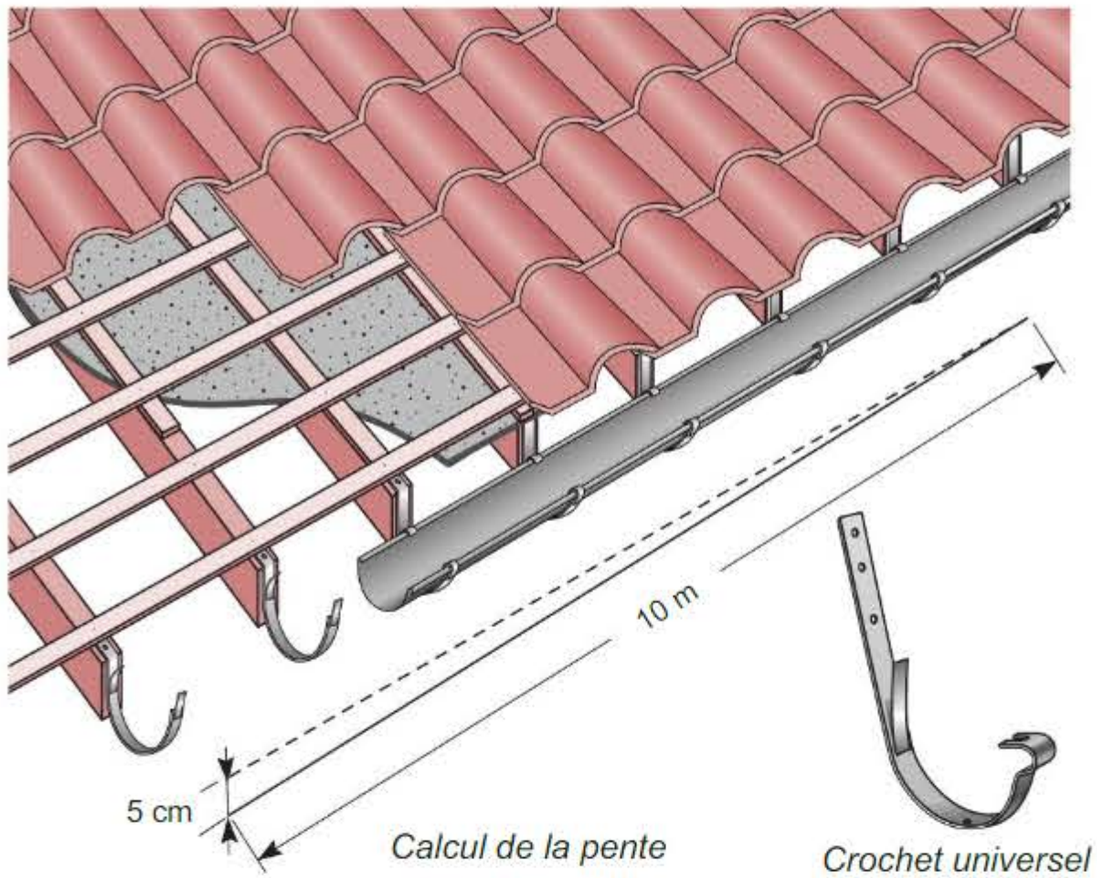


Fixation pour gouttière rampante





Crochet en zinc pour fixation sur le mur ou sur le bandeau



Calcul de la pente

Crochet universel à plier

Le débit d'une gouttière dépend de sa pente, de la surface et de la forme de la section de son écoulement. Pour faciliter l'évacuation de l'eau, il est recommandé que la pente ne soit pas inférieure à cinq millimètres par mètre.

b Crochets et fixations

2 Couverture en tuiles plates

Fiche

Couverture en tuiles plates

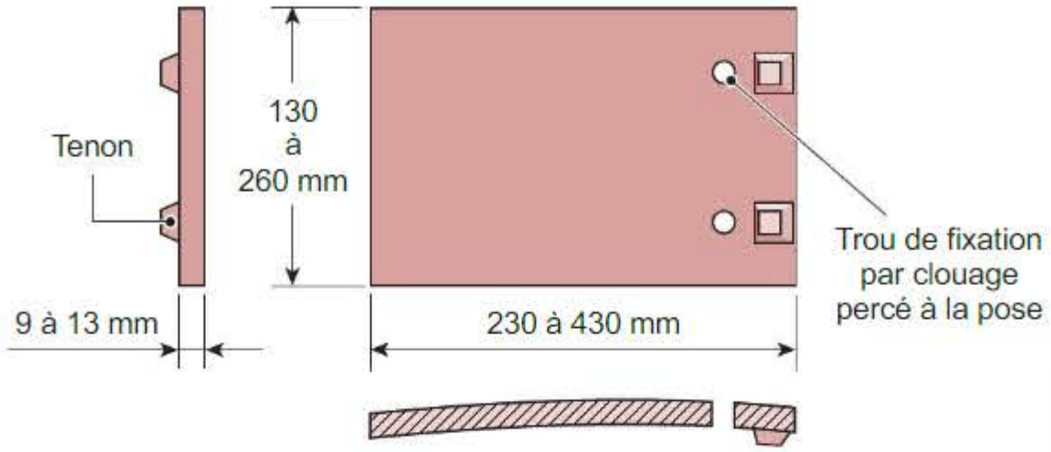
2.01

Dispositions constructives

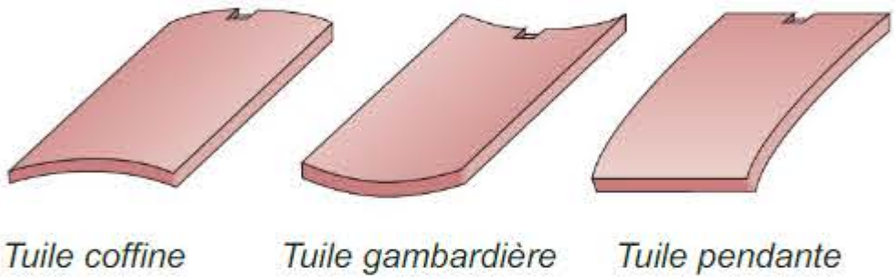
DTU 40.23 (NF P 31-204-1)
DTU 40.25

Références

Ce type de couverture, adapté aux toitures à forte pente (> 60 %), met en œuvre des tuiles planes en terre cuite ou en béton, de forme généralement rectangulaire. Les tuiles reposent sur un ensemble de liteaux en bois, portant chacun sur trois appuis au moins. La pose d'une tuile doit résulter de l'accrochage du ou des tenon(s) sur le liteau. Leur recouvrement permet d'assurer l'étanchéité latérale, les joints latéraux de chaque rang étant décalés d'une demi-tuile par rapport aux rangs voisins. En tête et en sous-face d'une tuile plate sont façonnés un ou deux tenon(s) d'accrochage et un ou deux trou(s) de clouage (a). Des tuiles ayant un galbe spécifique (tuiles pendantes, gambardières, coffines, etc.), sont mises en œuvre pour des couvertures particulières (b).

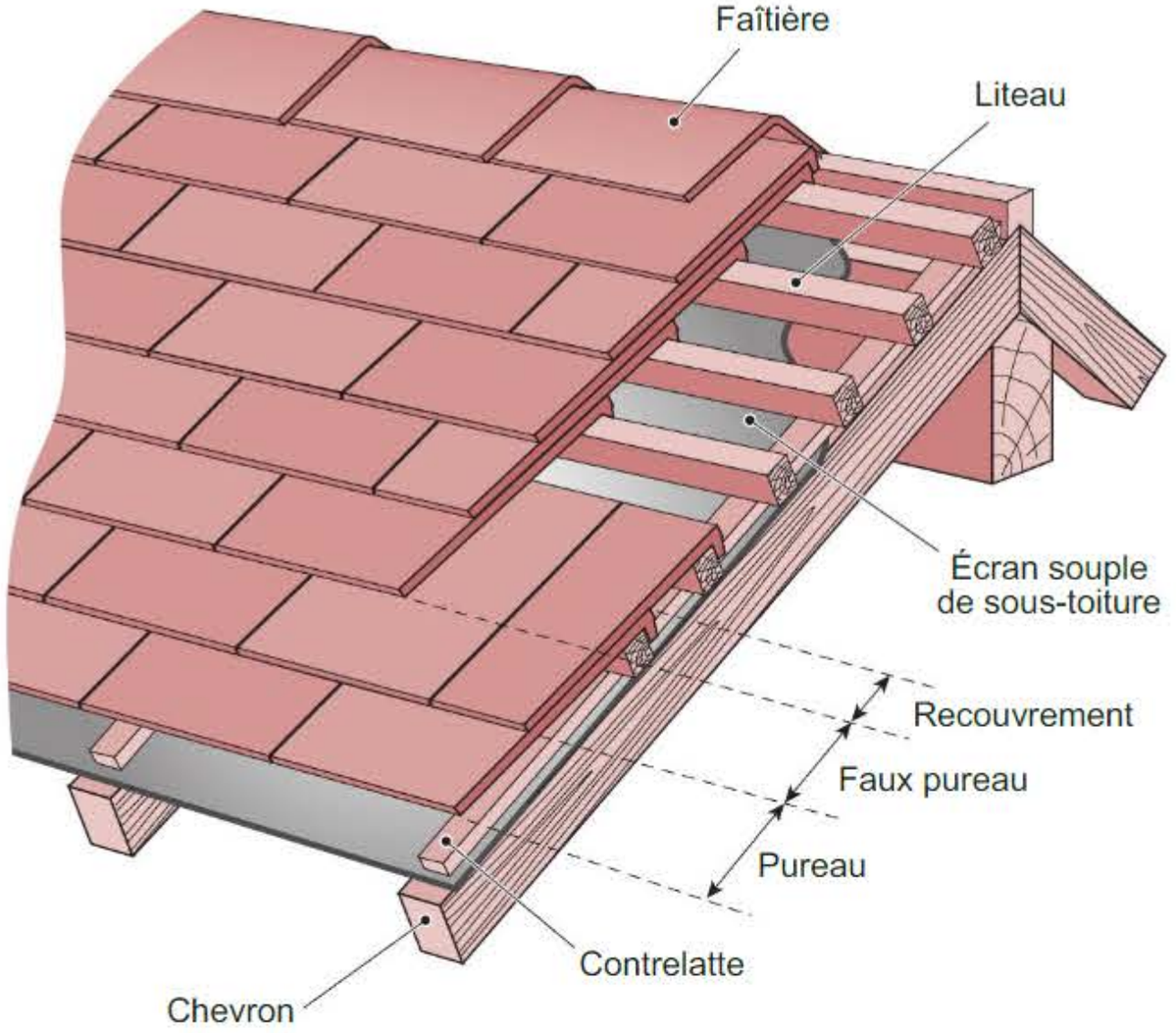


a **Tenons d'accrochage et trous de clouage**



Tuile coffine *Tuile gambardière* *Tuile pendante*

b **Tuiles galbées**



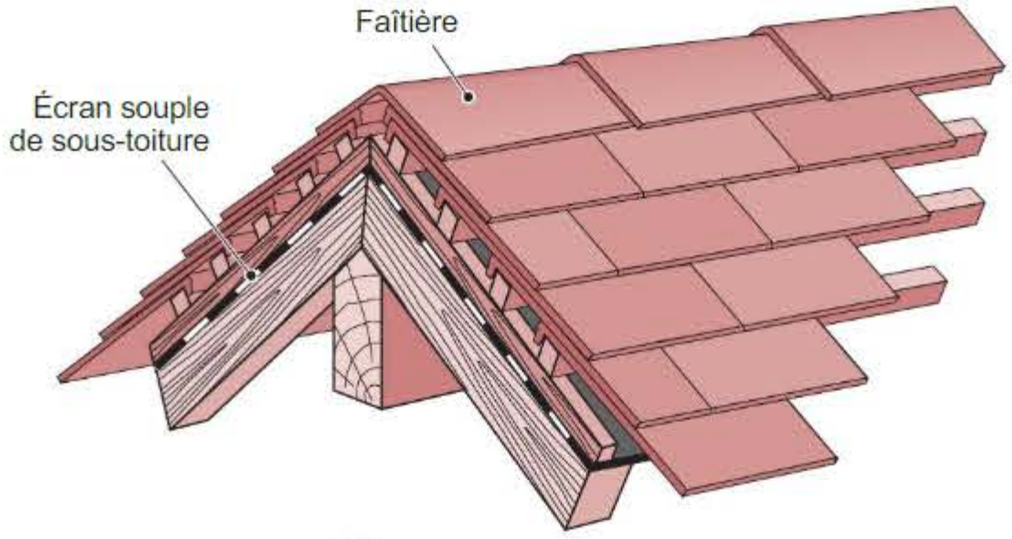
Exemple de couverture en tuiles plates

DTU 40.23 (NF P 31-204-1)
DTU 40.25

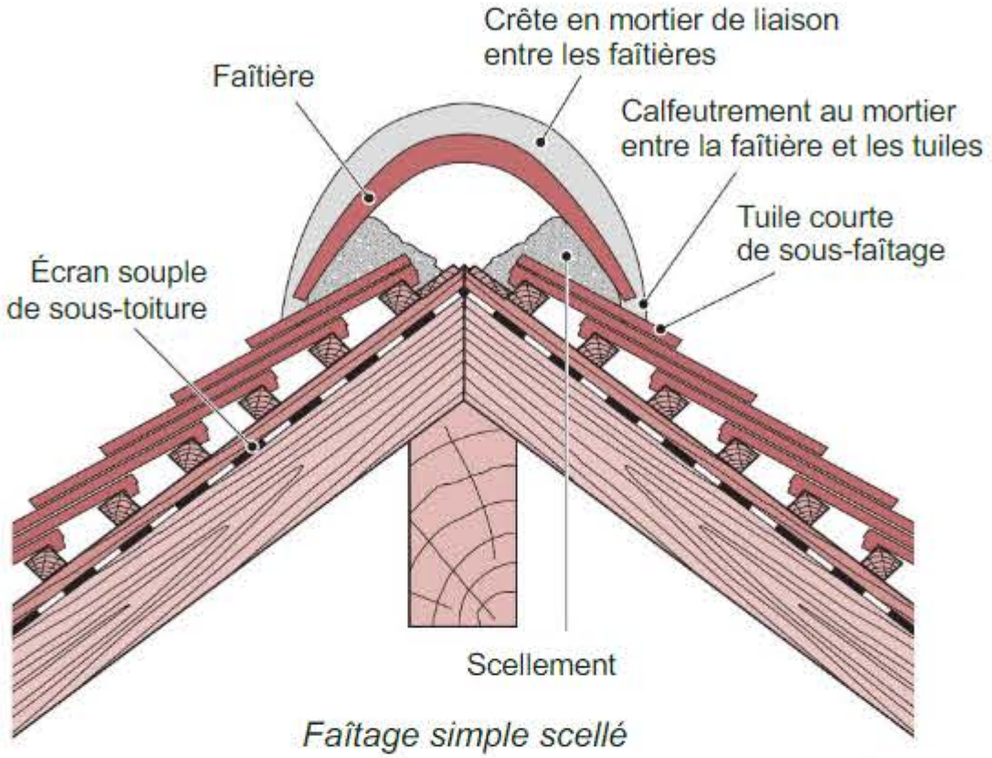
Références

Faîtages et rives de tête

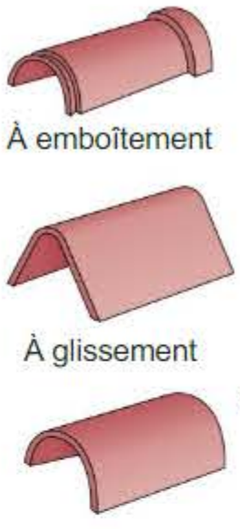
Le faîtage est recouvert de pièces en terre cuite appelées faîtières. Elles sont à emboîtement ou à glissement (a), ou disposées jointivement bout à bout (b) ; dans ce cas, elles peuvent être scellées entre elles. Les joints entre faîtières et tuiles sont calfeutrés à l'aide d'un mortier de chaux ou d'un mortier bâtard. La pose de faîtières à sec permet, à l'aide d'un closoir métallique, d'assurer la ventilation continue de la sous-face de la couverture en faîtage. Elle permet par ailleurs d'absorber les mouvements saisonniers des supports. Le recouvrement des faîtières à emboîtement ou à glissement est assuré dans le sens défavorable à la pénétration de l'eau sous les vents de pluie habituels. La longueur non recouverte de la tuile sous faîtage ne doit pas être supérieure au pureau.



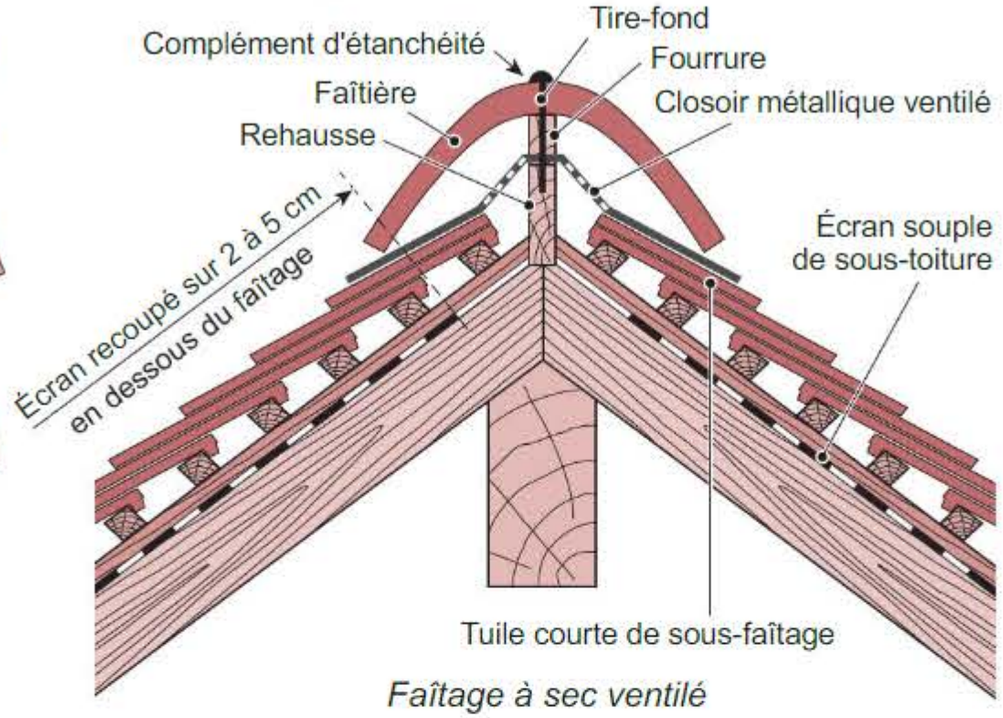
a Disposition à glissement



Faîtage simple scellé



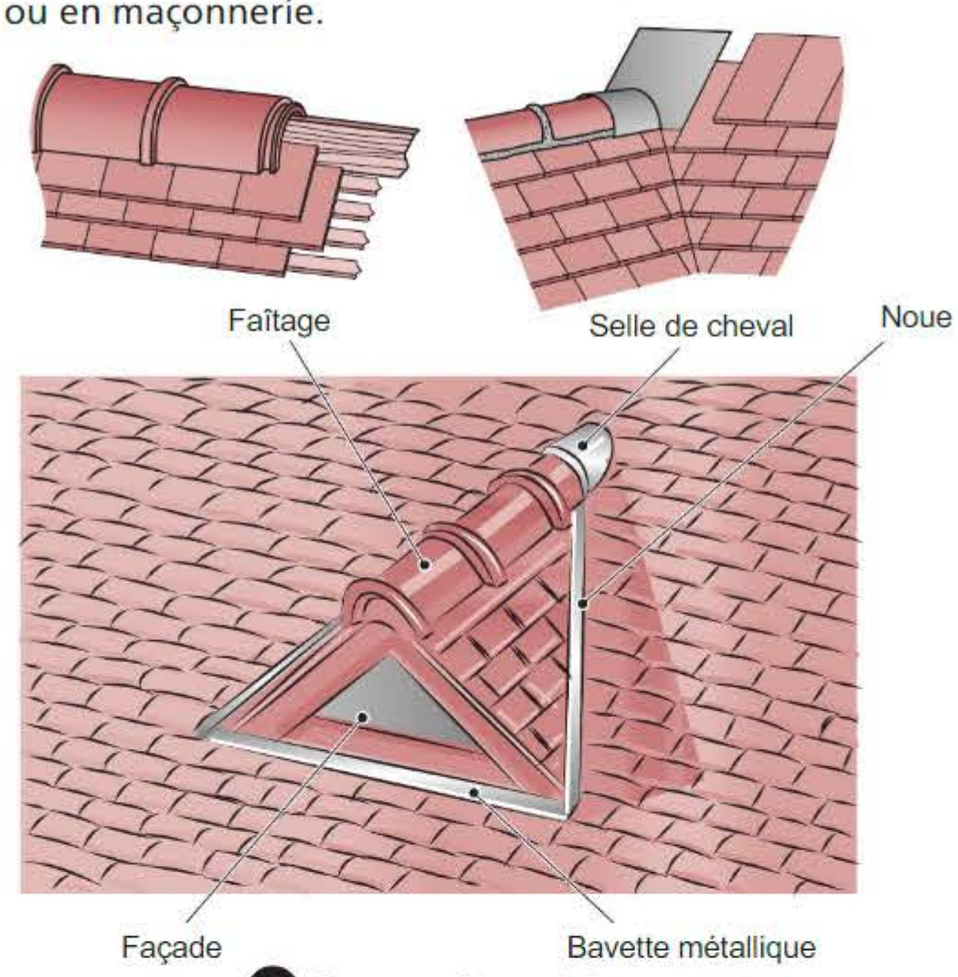
Faîtières



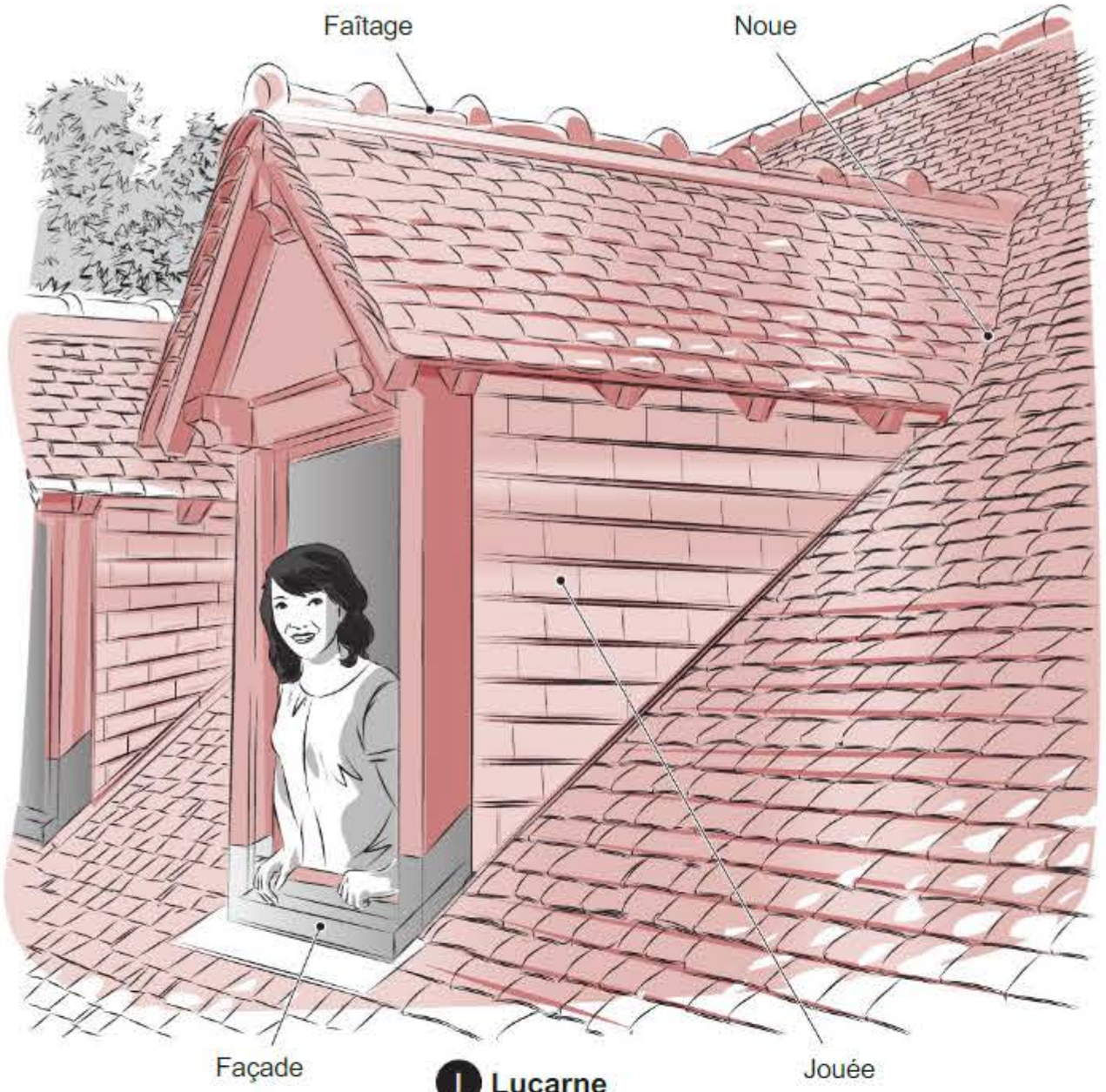
Faîtage à sec ventilé

b Disposition jointive bout à bout

Les outeaux triangulaires (k) permettent l'aération des combles et participent à l'esthétique des toits pentus et longs en tuiles plates. Le raccordement de la façade au versant principal est assuré par une bavette métallique. Les noues sont généralement fermées à noquets soudés en tête, parfois ouvertes à fond métallique. Le raccordement du faîtage de l'outeau au versant principal est réalisé au moyen d'une bande métallique, dite « selle de cheval ».
Les lucarnes (l) assurent l'éclairage des combles aménagés ; elles comportent une façade en bois ou en maçonnerie.



k Outeau triangulaire



l Lucarne

Couverture en tuiles mécaniques



Supports, pentes et recouvrements

La pente minimale admissible d'une toiture et le recouvrement des tuiles mécaniques en terre cuite la composant (pour rempants d'une longueur maximale de 12 m en projection horizontale) est donnée dans les tableaux ci-dessous. A Admis NA Non applicable

Pente minimale admissible (%)	Situation en zone I			Situation en zone II			Situation en zone III		
	Protégée	*Normale*	*Exposée*	*Protégée*	*Normale*	*Exposée*	*Protégée*	*Normale*	*Exposée*
35	A	NA	NA	A	NA	NA	NA	NA	NA
40	A	A	NA	A	NA	NA	NA	NA	NA
45	A	A	NA	A	NA	NA	NA	NA	NA
50	A	A	NA	A	A	NA	A	NA	NA
55	A	A	NA	A	A	NA	A	NA	NA
60	A	A	A	A	A	NA	A	A	NA
65	A	A	A	A	A	NA	A	A	NA
70	A	A	A	A	A	A	A	A	NA
75	A	A	A	A	A	A	A	A	NA
≥ 80	A	A	A	A	A	A	A	A	A

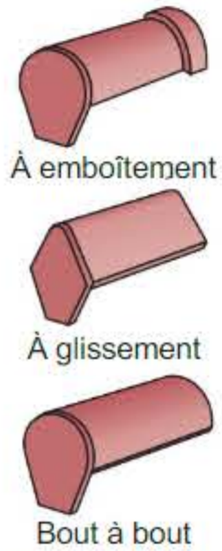
Tuiles en terre cuite à emboîtement ou à glissement à relief, grand moule, pose sans écran

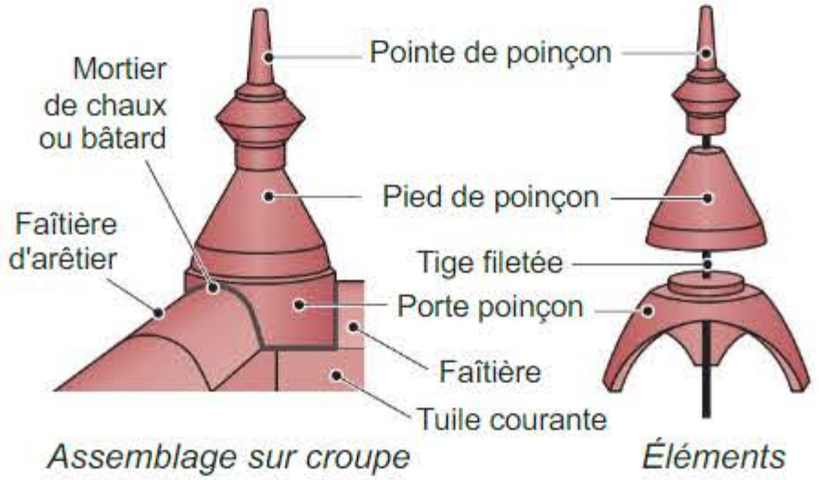
Pente minimale admissible (%)	Situation en zone I			Situation en zone II			Situation en zone III		
	Protégée	*Normale*	*Exposée*	*Protégée*	*Normale*	*Exposée*	*Protégée*	*Normale*	*Exposée*
30	A	NA	NA	A	NA	NA	NA	NA	NA
35	A	A	NA	A	NA	NA	NA	NA	NA
40	A	A	NA	A	NA	NA	NA	NA	NA
45	A	A	NA	A	A	NA	A	NA	NA
50	A	A	A	A	A	NA	A	A	NA
55	A	A	A	A	A	NA	A	A	NA
60	A	A	A	A	A	A	A	A	NA
65	A	A	A	A	A	A	A	A	NA
≥ 70	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Tuiles en terre cuite à emboîtement ou à glissement à relief, grand moule, pose avec écran

Des abouts de faîtages permettent l'obturation du faîtage au niveau des murs pignons (g). Des raccords spéciaux (calottes ou poinçons) en terre cuite, posés dans la continuité du faîtage et recouvrant le premier rang d'arêtiers, assurent sa jonction avec le faîtage au niveau des croupes (h). Les différentes pièces sont assemblées et maintenues en position au moyen d'une tige filetée solidement fixée à la charpente, elles sont scellées au mortier de chaux ou bâtard.
Les rives de tête sont réalisées à l'aide de faîtières en terre cuite (i) ou d'une garniture métallique (j). En cas de dépassement du mur (pénétration), une garniture métallique recouverte d'un solin en mortier est mise en œuvre (k).

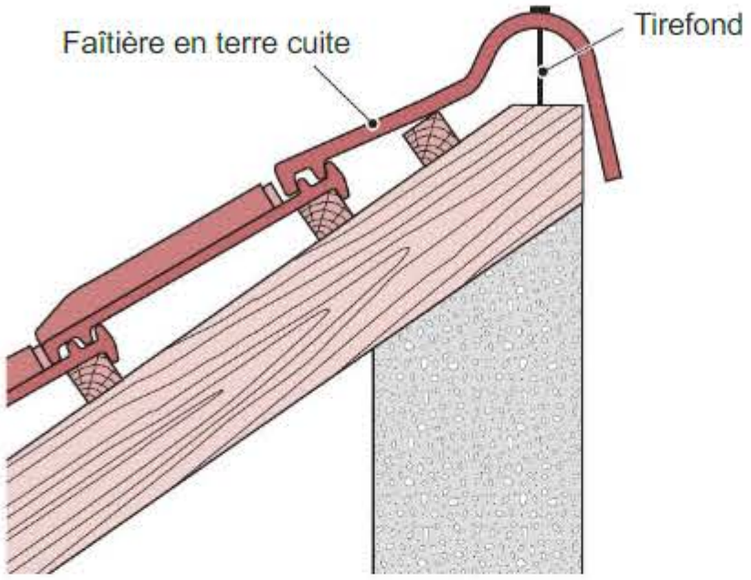
Il est nécessaire de prévoir un complément d'étanchéité sur les parties visibles des tirefonds ou clous de fixation des faîtières.



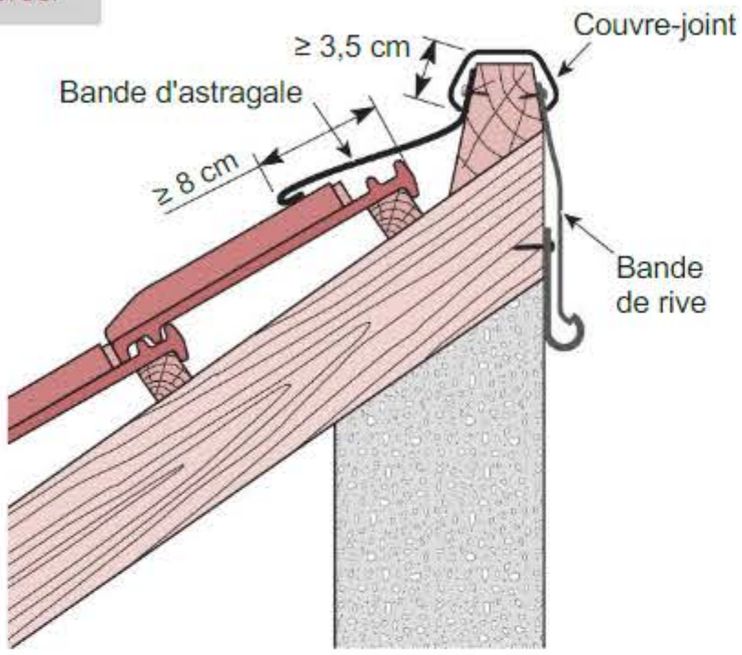


g Abouts de faîtages

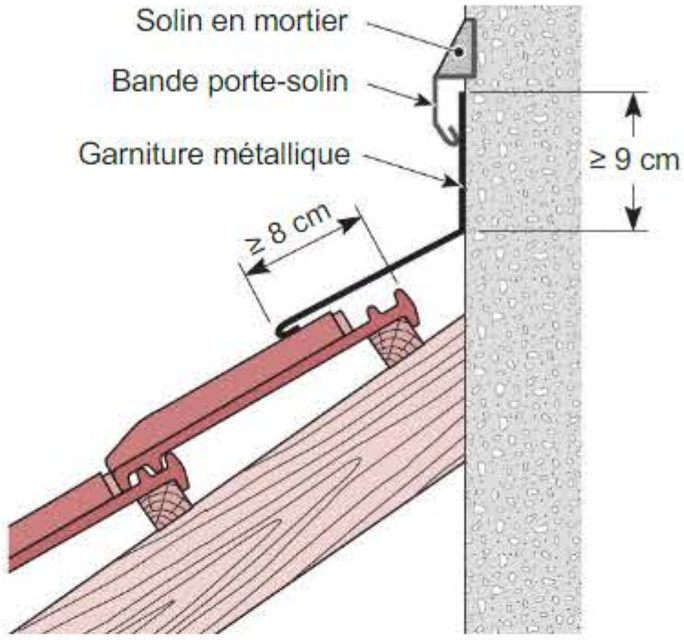
h Poinçon 3 voies



i Faîtière de type shed



j Garniture métallique

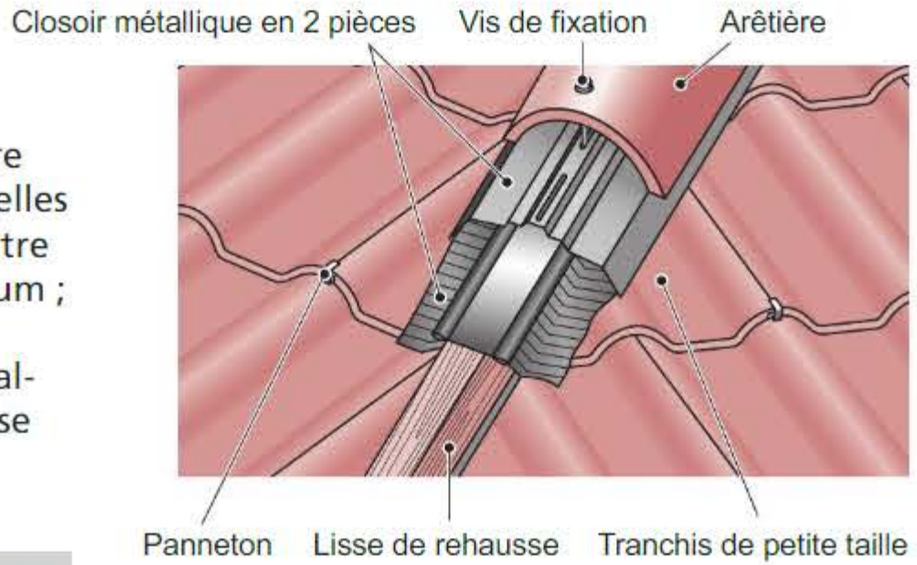


k Garniture métallique et solin (pénétration)

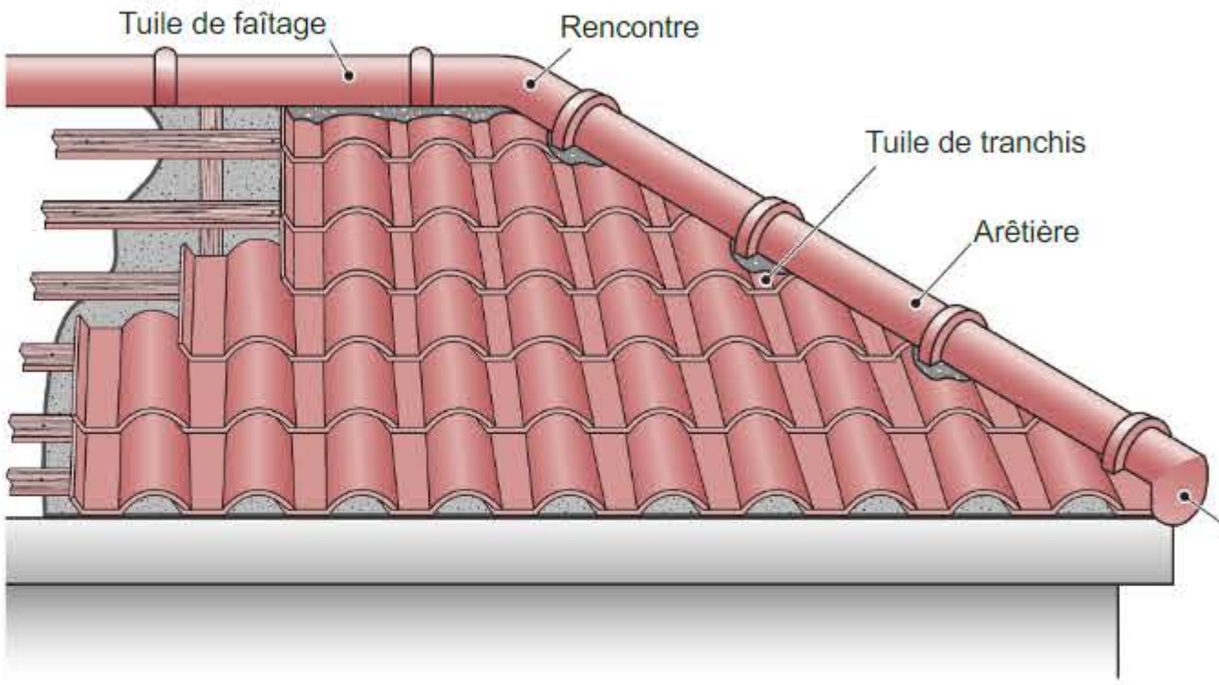
Arêtiers

L'arêtier est formé par des tuiles courantes, tranchées biaises par rapport à la ligne d'arêtier. Sont distingués :
- l'arêtier scellé (a) : les tuiles sont tranchées biaises au plus près de la ligne d'arêtier et scellées entre elles. Elles sont recouvertes de tuiles spéciales en terre cuite ou en béton dénommées « arêtières » qui sont également scellées entre elles et calfeutrées au moyen d'un mortier de chaux ou bâtard. Le recouvrement entre arêtières - si elles ne sont pas à emboîtement -, doit être de 100 mm au minimum ;
- l'arêtier à sec (b) : les tuiles de tranchis sont fixées par pannetonage ou par collage avec la tuile adjacente pour les tranchis de petite taille. Un closoir métallique en une ou deux pièce(s) qui épouse la forme des tuiles est fixé sur une lisse de rehause, elle-même fixée à la charpente. L'ensemble est recouvert par des arêtières posées à sec et fixées au moyen de tirefonds ou de crochets spéciaux.

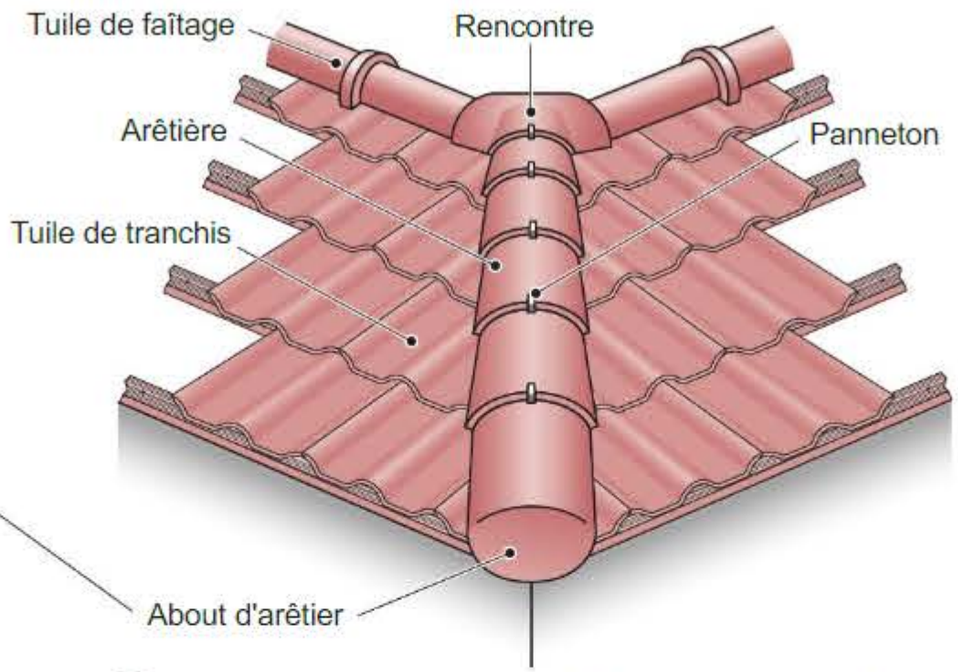
La mise en œuvre de closoirs pour la pose à sec en arêtier relève d'une procédure d'avis techniques.



Détail du closoir métallique



a Arêtier scellé avec tuiles à emboîtement en terre cuite



b Arrêtier à sec avec tuiles à glissement en béton

Fiche

3.09 Noues

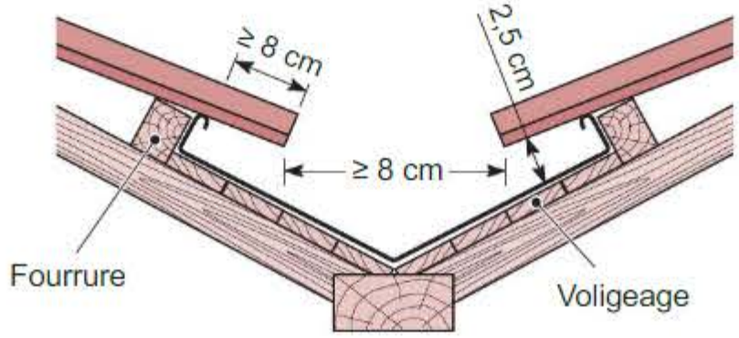
Couverture en tuiles mécaniques

DTU 40.21
DTU 40.211 (NF P 31-203-1)
DTU 40.24 (NF P 31-207-1)
DTU 40.241

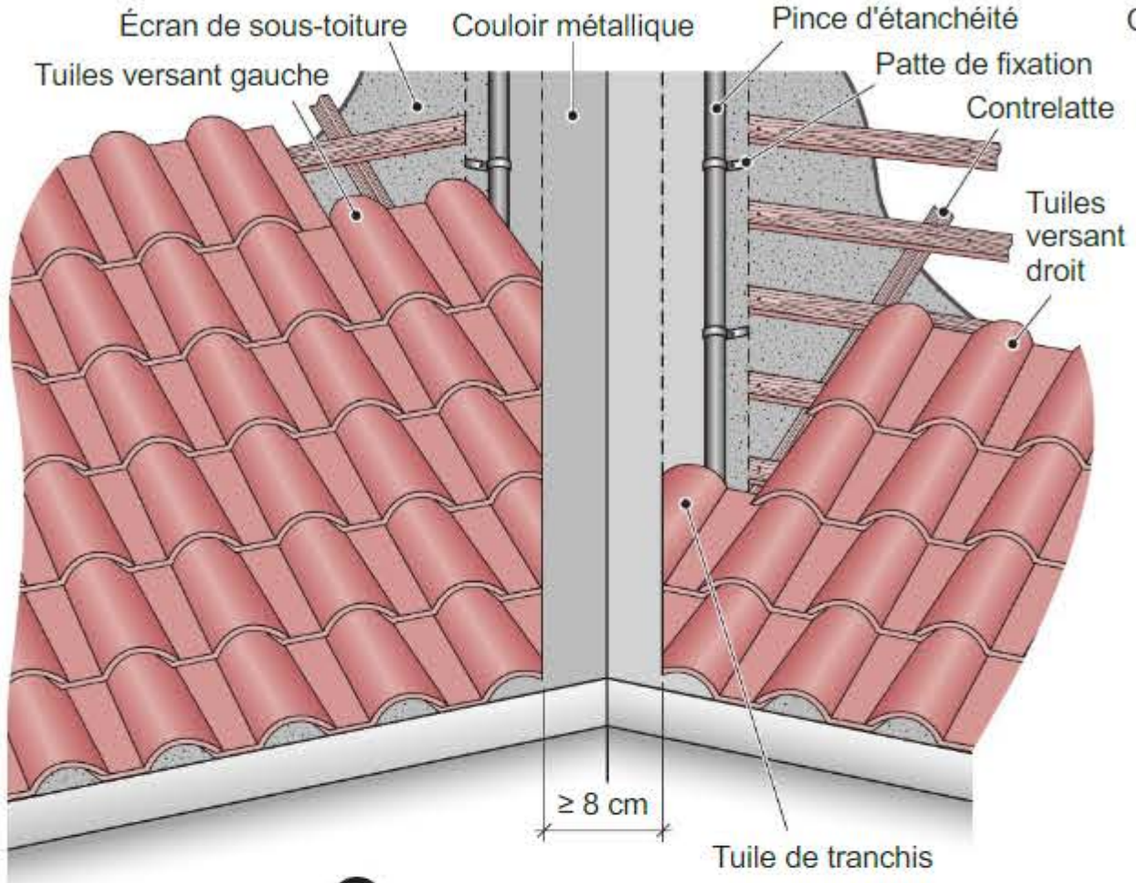
Références

La mise en œuvre d'une noue (a) dépend de sa pente et de la quantité d'eau à évacuer. Elle est constituée d'un couloir métallique en zinc ou acier inoxydable posé sur un voligeage (b). Un relevé de la feuille métallique, muni d'une pince d'étanchéité, est réalisé contre un liteau ou une fourrure en bois de chaque côté de la noue. Les tuiles de chaque versant sont tranchées biaises parallèlement à l'axe de la noue, de sorte que le recouvrement de la tuile sur le métal soit d'au moins 8 cm (mesure prise perpendiculairement à l'axe de la noue).

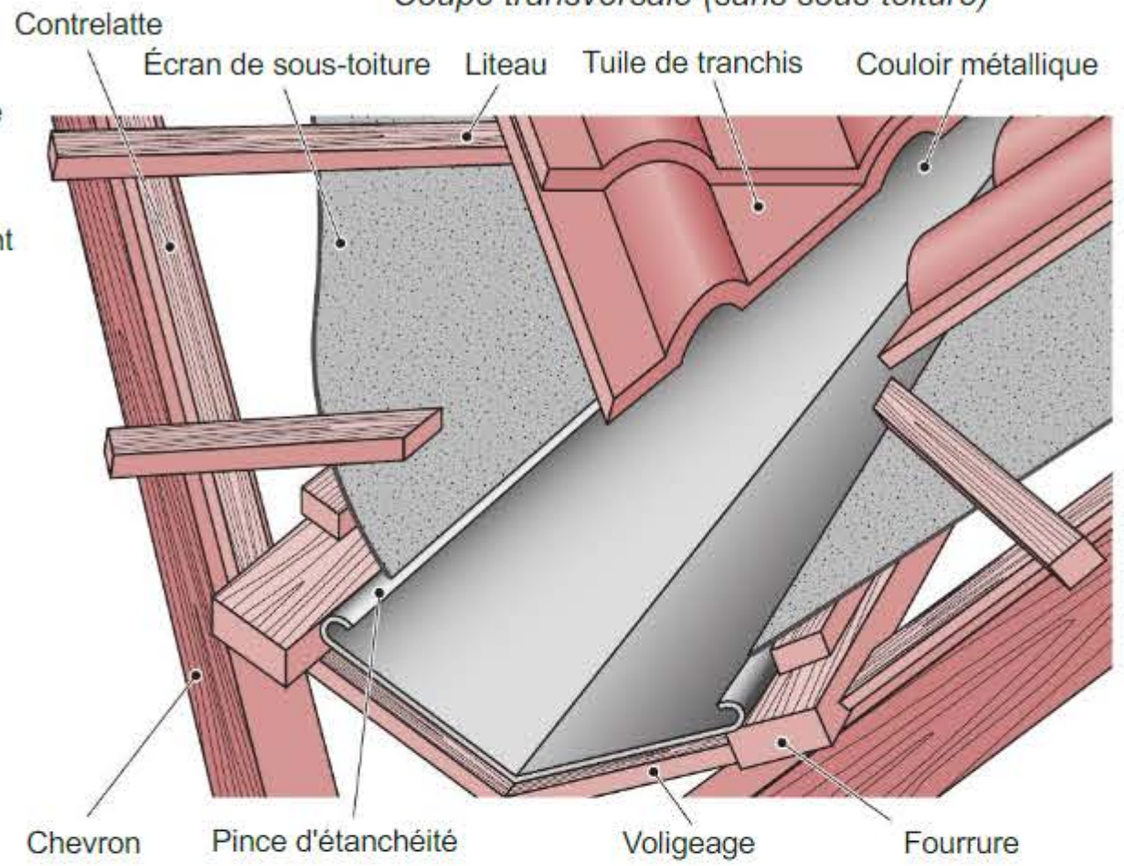
Un espace minimal de 8 cm entre les rives des tuiles constituant la noue est recommandé pour faciliter les opérations d'entretien et de nettoyage et éviter l'accumulation de détritus (feuilles, etc.).



Coupe transversale (sans sous-toiture)



a Noue sur couloir métallique



b Détails de mise en œuvre

4 Couverture en tuiles canal

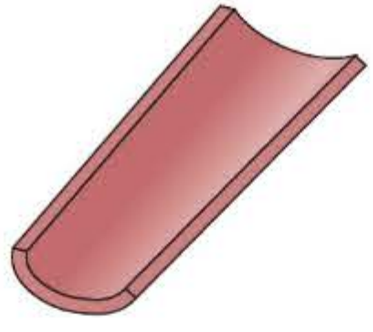
Couverture en tuiles canal

4.01 Dispositions constructives

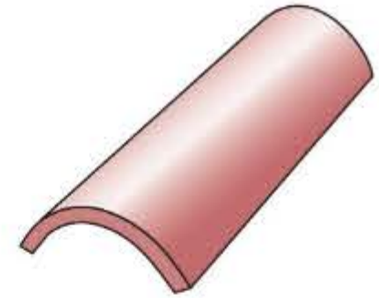
DTU 40.22 (NF P 31-201-1)
Références

La tuile canal, dite « tuile ronde » ou « tige de botte », a l'aspect d'une gouttière de forme légèrement tronconique. Elle sert à la fois de tuile de dessus, appelée « tuile de couvert », et de tuile de dessous, dite « tuile de courant » ; l'étanchéité à l'eau est alors assurée par la pente et le recouvrement. Le recouvrement latéral de la couverture est garanti par la tuile de couvert à cheval sur deux tuiles de courant. Le recouvrement longitudinal est le recouvrement d'une tuile sur une autre. Sont distingués trois types de tuiles en fonction de leur mode de pose :

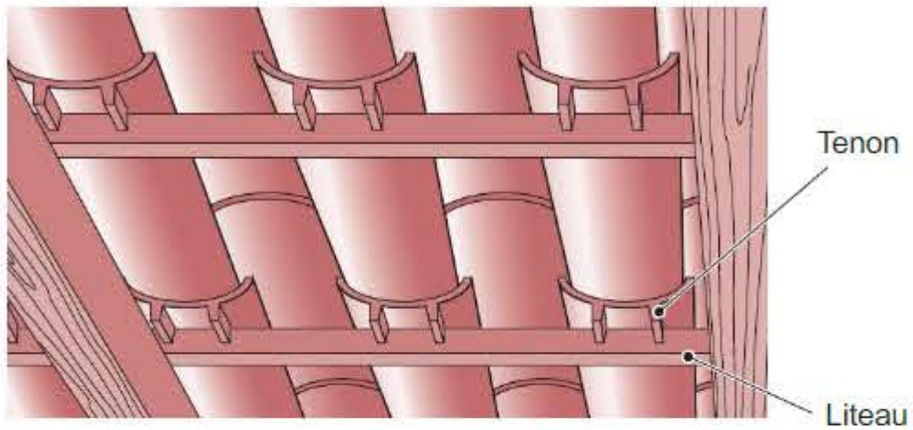
- la tuile de courant (a) ;
- la tuile de couvert (b) ;
- la tuile de courant à tenons pour pose sur liteaux (c).



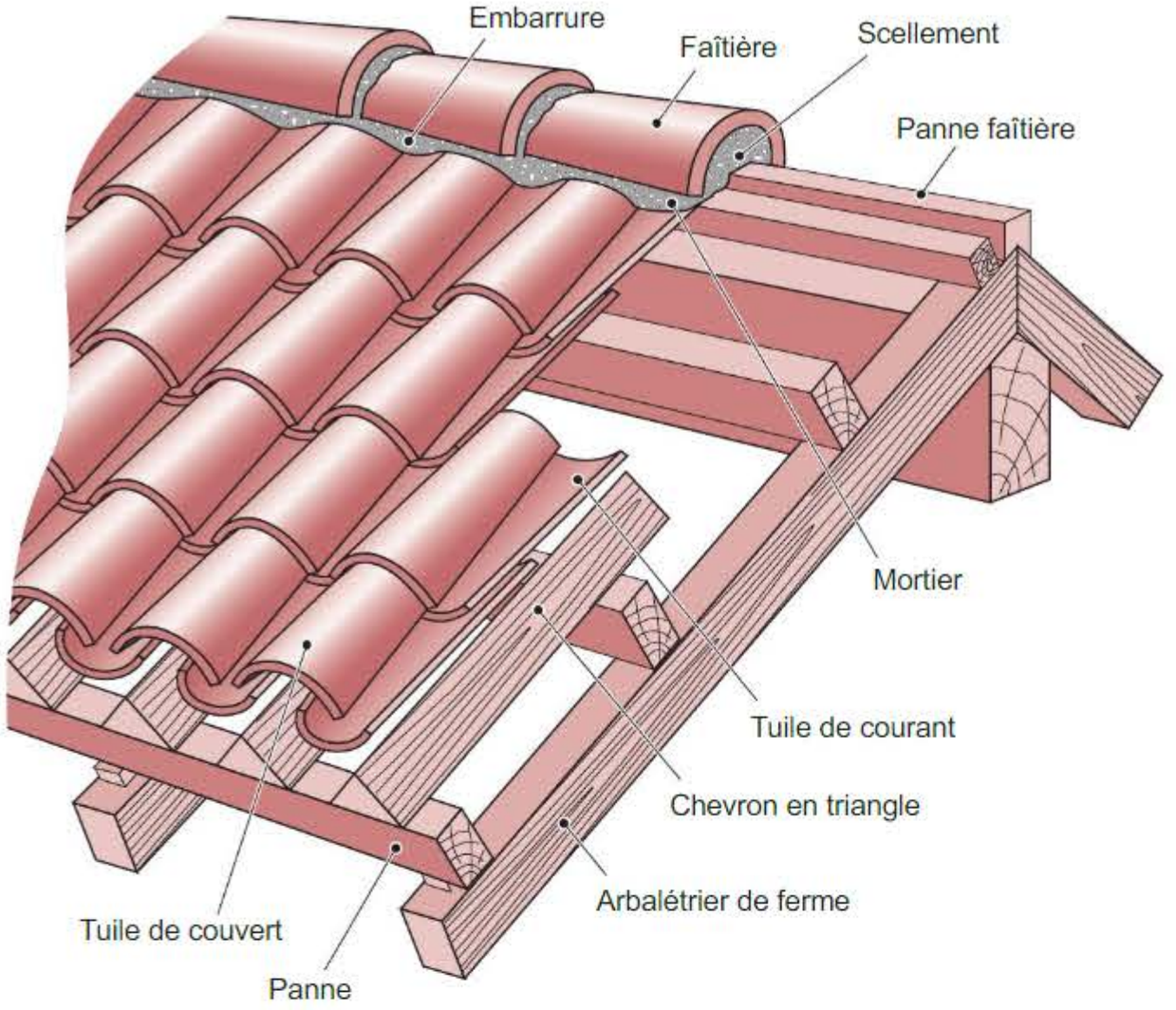
a Tuile de courant



b Tuile de couvert



c Tuiles à tenons pour pose sur liteaux



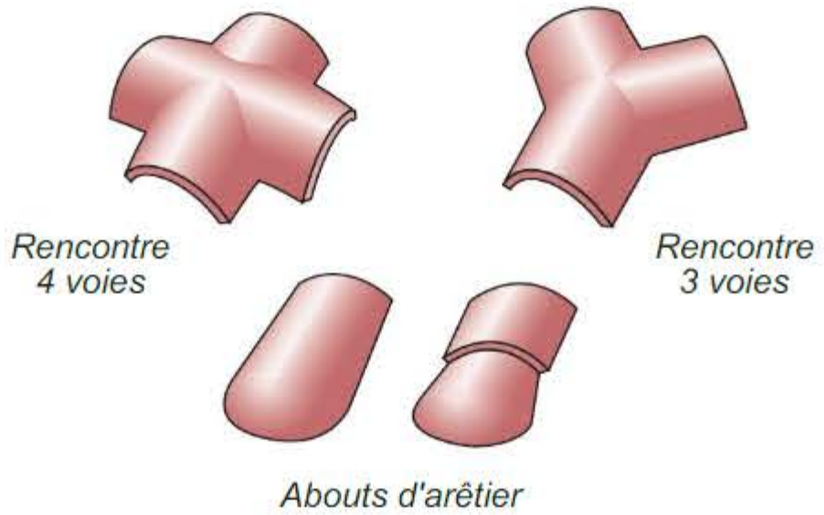
Exemple de couverture en tuiles canal

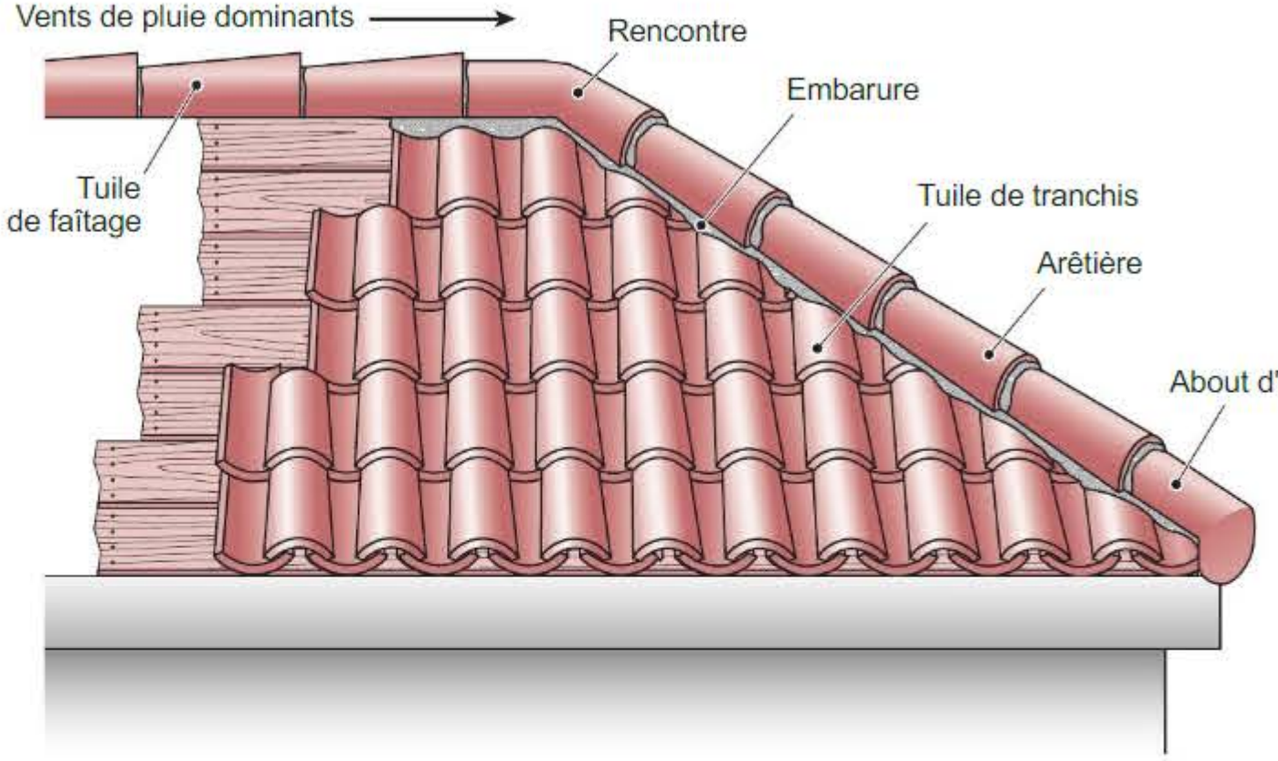
Couverture en tuiles canal

4.08 Arêtiers

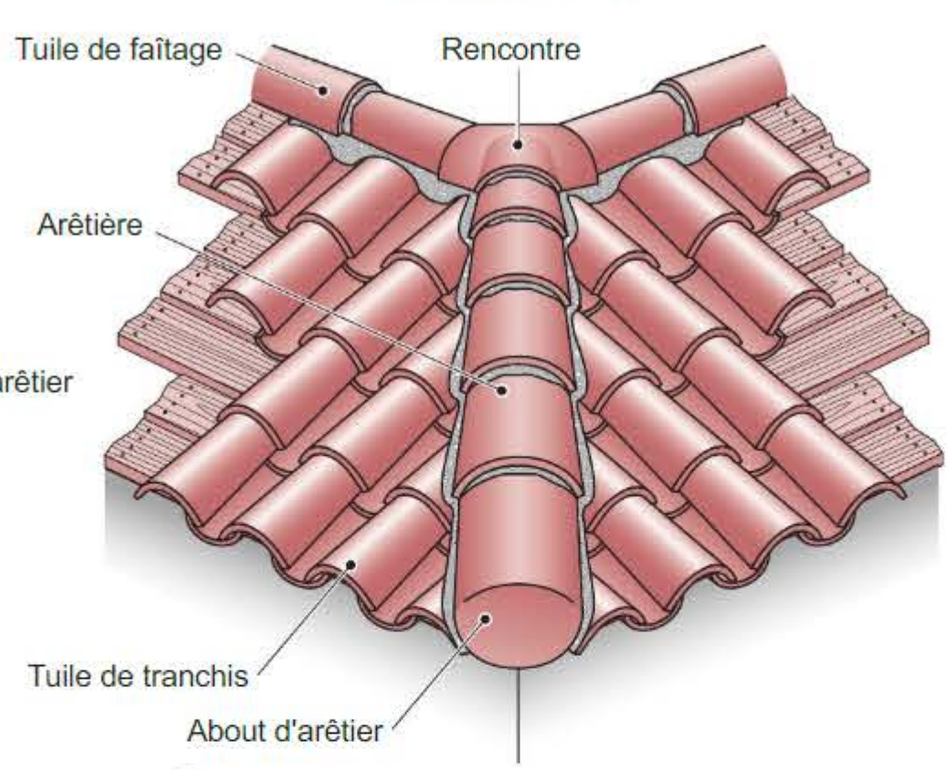
Un arêtier est formé par des tuiles courantes, tranchées biaises au plus près de la ligne d'arêtier et scellées entre elles. Elles sont recouvertes par des tuiles de couvert de même modèle que celles de la couverture ou du faîtage ou par des pièces en terre cuite de plus grande taille dénommées « arêtières » qui sont également scellées entre elles et calfeutrées au moyen d'un mortier de chaux ou bâtard (a). Le recouvrement minimal entre arêtières doit être de 100 mm. Des rencontres en terre cuite permettent le raccordement de deux, trois ou quatre lignes d'arêtiers, des abouts permettant l'obturation de l'arêtier au niveau de l'égout (b).

Toutes les tuiles de tranchis doivent être fixées le long de la ligne d'arêtier. Les tranchis de petite taille sont scellés et maintenus par les embarrures de chaque côté de la ligne d'arêtières.





a Arêtier scellé avec tuiles canal en terre cuite



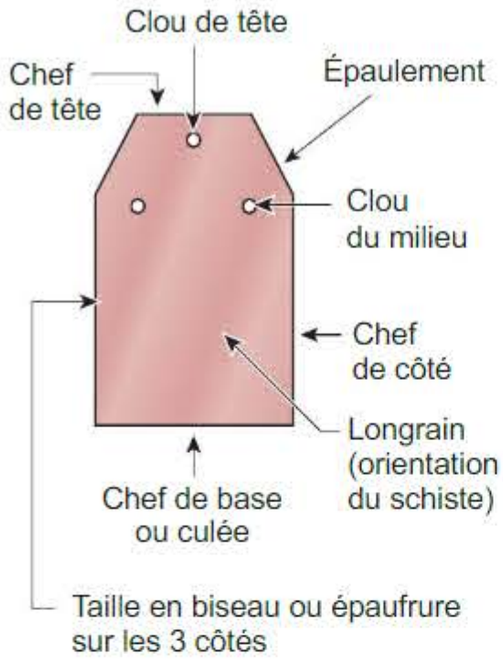
b Détail des rencontres et abouts d'arêtier

5 Couverture en ardoises

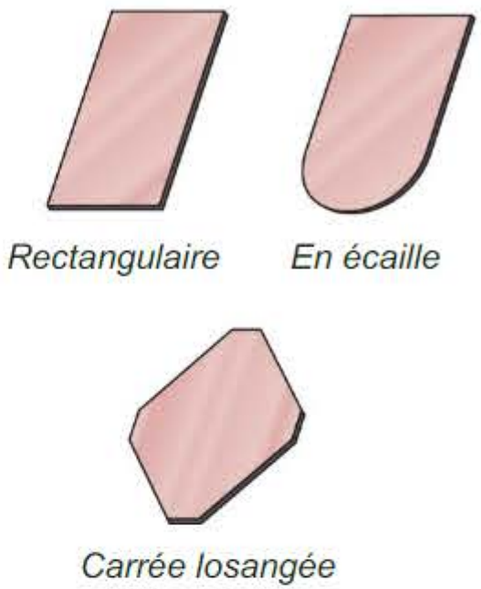
5.01 Dispositions constructives

DTU 40.11 (NF P 32-201-1)
NF DTU 40.13
Références

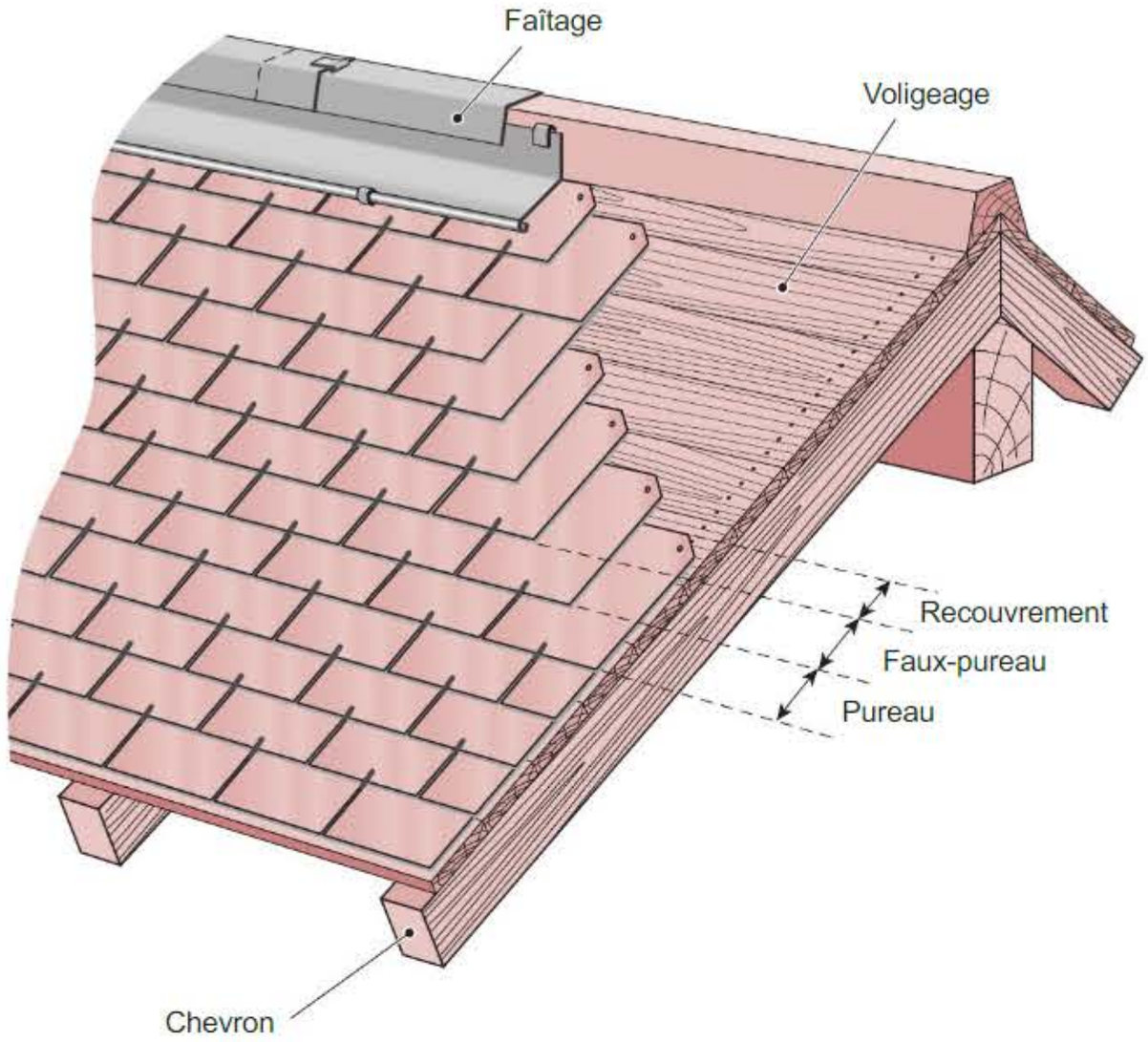
Une ardoise est une plaque de couverture réalisée à partir de schiste ardoisier. Outre les ardoises de schiste, sont également utilisées des ardoises en fibres-ciment, fabriquées à partir d'un mélange homogène de ciment et de fibres organiques ou de synthèse. Elles sont teintées dans la masse et reçoivent en surface une incrustation de pigments minéraux. La formulation de ces produits ne comporte pas de fibres d'amiante. Les côtés de l'ardoise sont appelés « chefs » : sont distingués le chef de base, le chef de tête et les chefs de côté. L'abattement d'un angle crée un épaulement (a). La partie non recouverte de l'ardoise est appelée « pureau ». Il existe différentes formes d'ardoise (b) : rectangulaire (pour la majorité), en écaille, en ogive, carrée losangée. La taille des modèles traditionnels varie de 220 × 160 mm à 355 × 250 mm pour une épaisseur nominale de 3 à 9 mm.
Sa coloration peut être gris-bleu (courant), vert, violet-bleu et noir bleu.



a Désignation des côtés



b Principales formes



Exemple de couverture en ardoises à faîtage simple

Pente minimale admissible (%)	**Zone I** (situation protégée et normale)	**Zone I** (situation exposée) **et Zone II** (situation protégée et normale)	**Zone II** (situation exposée) **et Zone III** (situation protégée et normale)
30 à 34	120	NA	NA
35 à 39	110	130	NA
40 à 44	100	120	NA
45 à 49	100	110	130
50 à 54	90	110	120
55 à 59	90	100	110
60 à 69	80	100	110
70 à 79	80	90	100
80 à 89	80	90	100
90 à 99	70	80	90
100 à 119	70	80	90
120 à 139	70	80	90
140 à 169	60	80	90
170 à 199	60	70	70
200 et plus	60	70	70

Ardoises en fibres-ciment : recouvrements minimaux pour une pose à deux clous (mm)

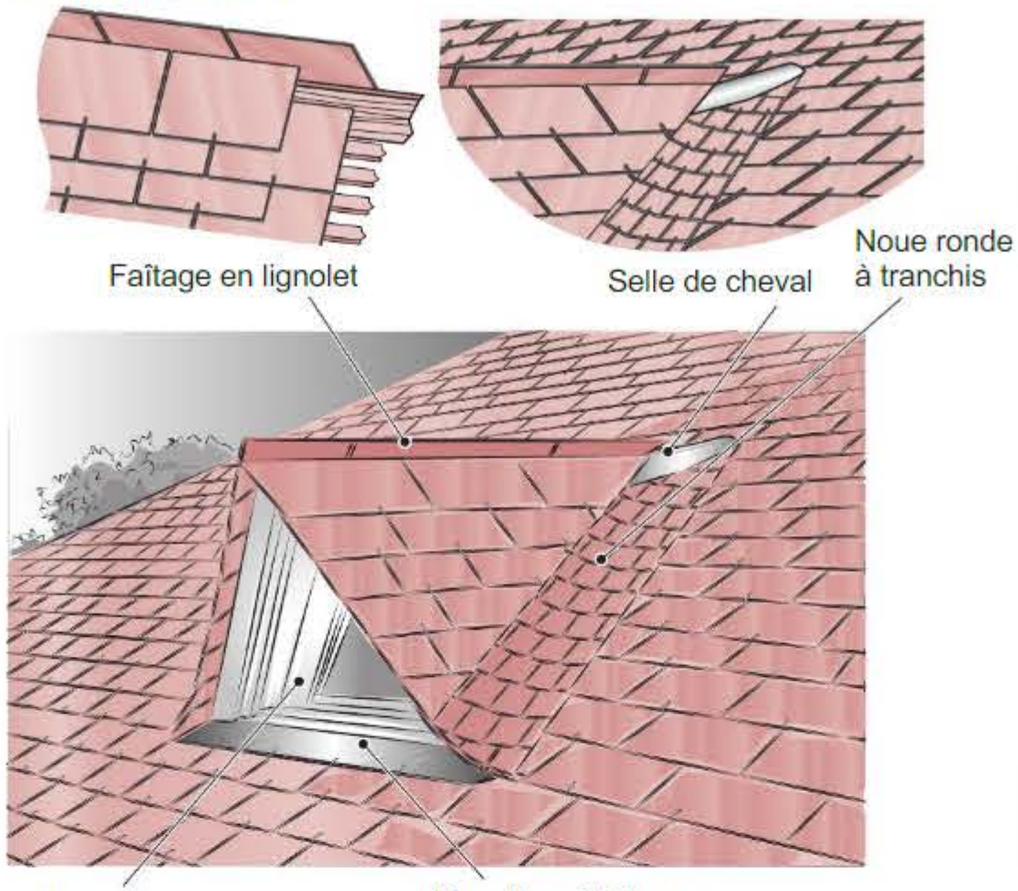
Pente minimale admissible (%)	**Zone I** (situation protégée et normale)	**Zone I** (situation exposée) **et Zone II** (situation protégée et normale)	**Zone II** (situation exposée) **et Zone III** (situation protégée et normale)
25 à 27	160	NA	NA
28 à 29	150	160	NA
30 à 34	140	160	NA
35 à 39	130	150	160
40 à 44	120	140	150
45 à 49	120	130	150
50 à 54	110	130	140
55 à 59	110	120	130
60 à 69	100	120	130
70 à 79	100	110	120
80 à 89	100	110	120
90 à 99	90	100	110
100 à 119	90	100	110
120 à 139	90	100	110
140 à 169	90	90	100
170 à 199	90	90	90
200 et plus	90	90	90

Ardoises en fibres-ciment : recouvrements minimaux pour une pose à deux clous et un crampon-tempête (mm)

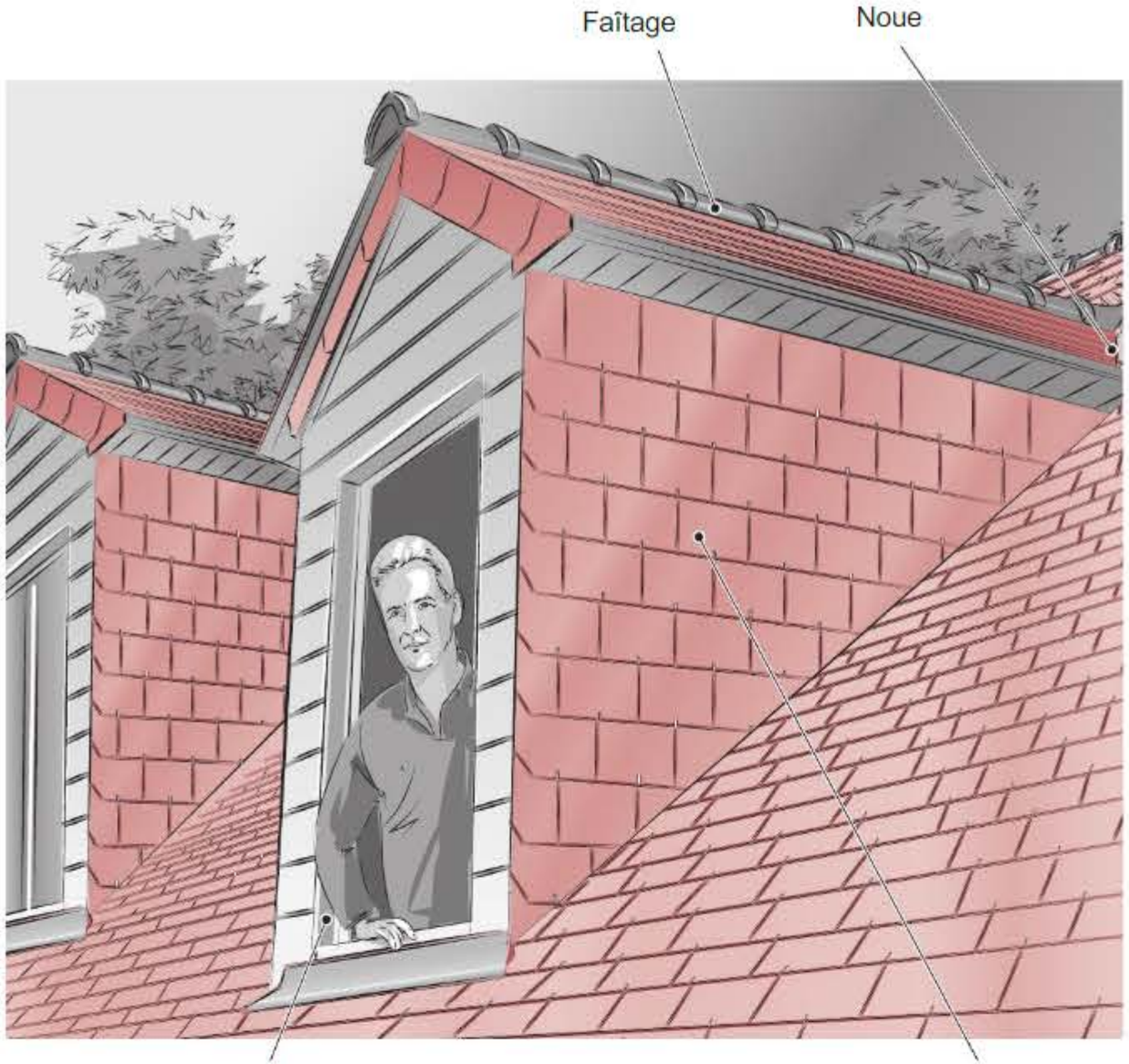
Pente minimale admissible (%)	**Zone I** (situation protégée et normale)	**Zone I** (situation exposée) **et Zone II** (situation protégée et normale)	**Zone II** (situation exposée) **et Zone III** (situation protégée et normale)
25 à 27	150	NA	NA
28 à 29	150	NA	NA
30 à 34	140	NA	NA
35 à 39	130	150	NA
40 à 44	130	140	NA
45 à 49	120	130	150
50 à 54	110	120	140
55 à 59	110	120	130
60 à 69	100	110	120
70 à 79	100	100	110
80 à 89	90	100	110
90 à 99	90	90	100
100 à 119	80	90	100
120 à 139	80	80	90
140 à 169	70	80	90
170 à 199	70	80	90
200 et plus	70	70	80

Ardoises en fibres-ciment : recouvrements minimaux pour une pose au crochet, ou deux clous et un crochet (mm)

Les outeaux triangulaires (k) permettent l'aération des combles et participent à l'esthétique des toits pentus et longs en ardoises. Le raccordement de la façade au versant principal est assuré par une bavette métallique. Les noues sont généralement fermées à noquets soudés en tête, parfois ouvertes à fond métallique. Le raccordement du faîtage de l'outeau au versant principal est réalisé au moyen d'une bande métallique, dite « selle de cheval ».
Les lucarnes (l) assurent l'éclairage des combles aménagés ; elles comportent une façade en bois ou en maçonnerie.



k Outeau triangulaire



l Lucarne

Couverture en bardeaux bitumés

6

Fiche

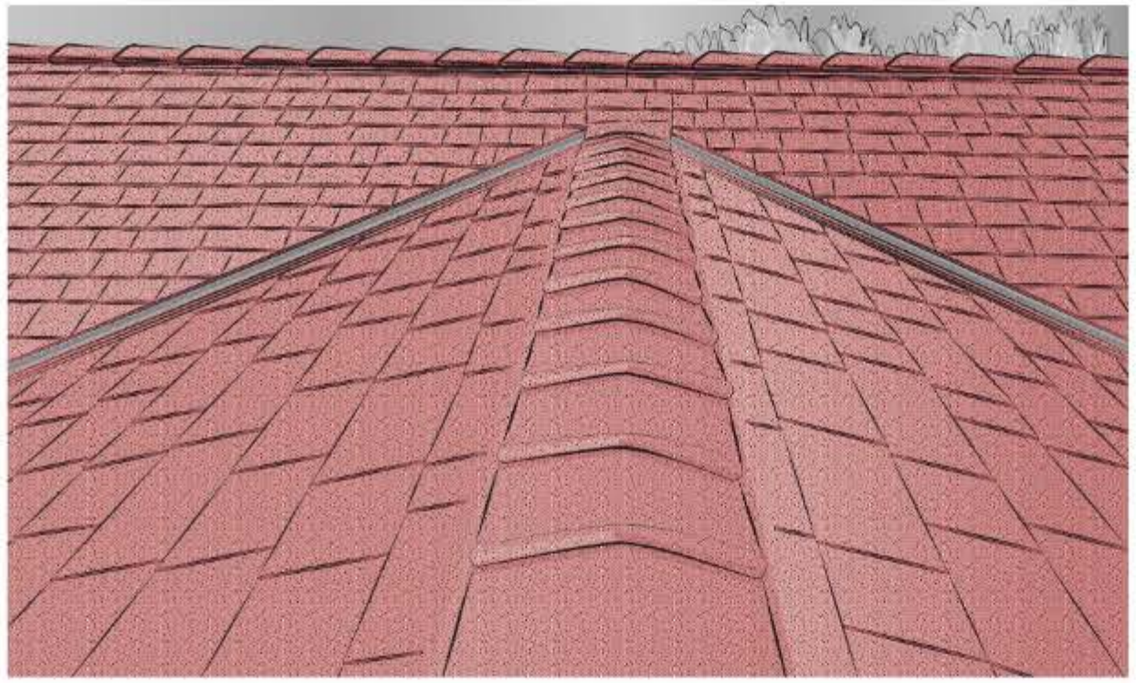
Couverture en bardeaux bitumés

6.01 Dispositions constructives

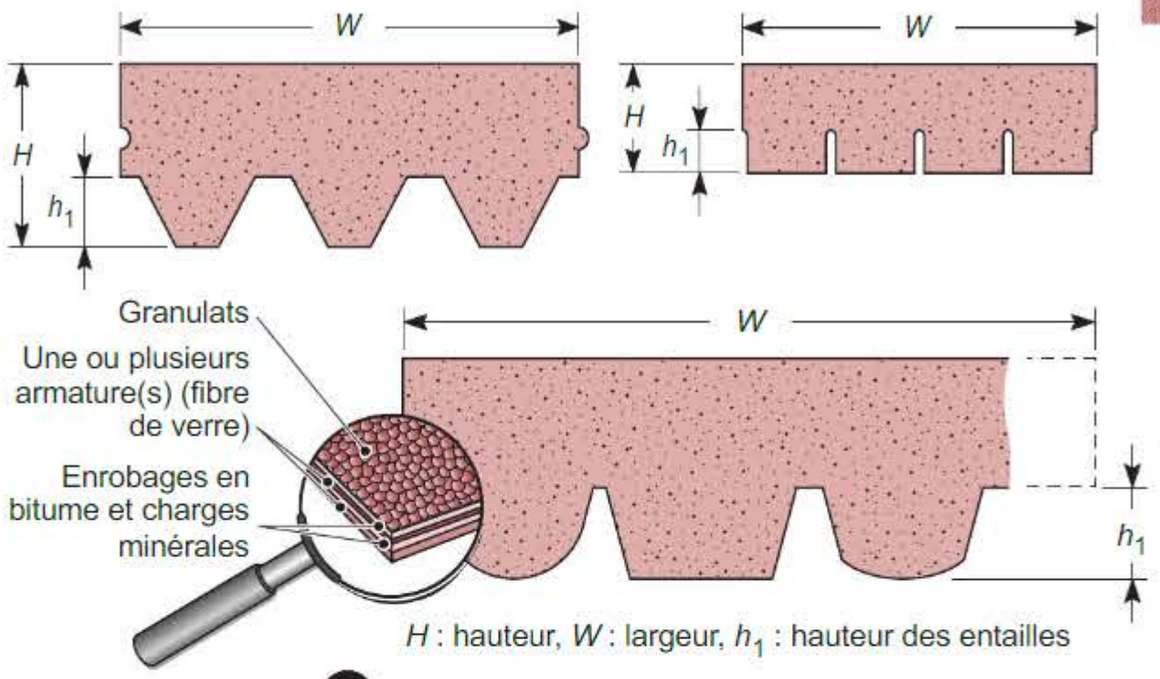
DTU 40.14 (NF P 39-201-1)
NF EN 544

Références

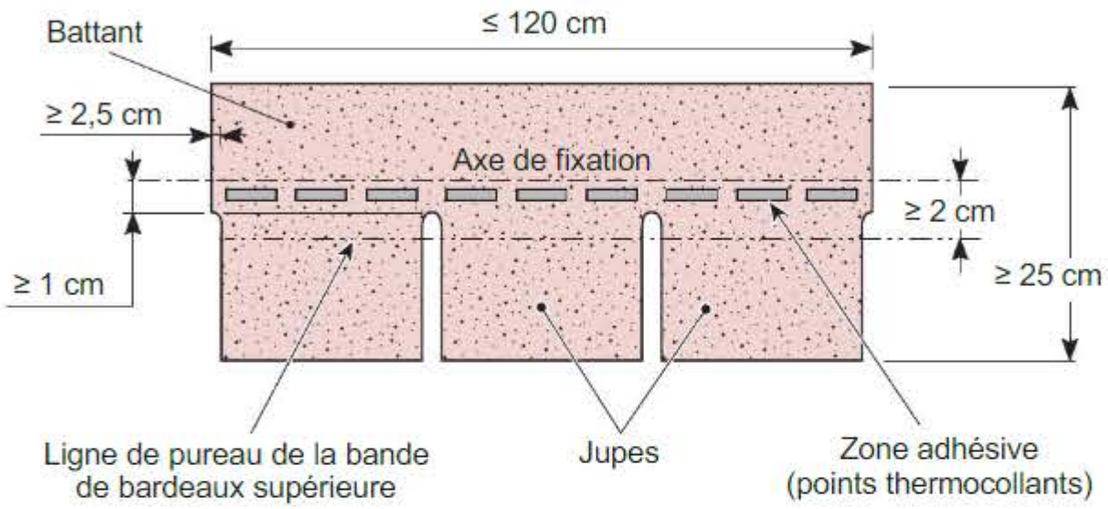
Les bardeaux bitumés (ou bardeaux d'asphalte, ou *Shingle*) sont des produits qui imitent l'ardoise, en particulier par leur épaisseur. La plaque, de forme généralement rectangulaire (a), peut présenter une ou plusieurs entaille(s) qui sépare(nt) l'élément en jupes (généralement au nombre de trois).
Ces entailles donnent le dessin de la couverture (b).
Les bardeaux sont constitués par :
- une ou plusieurs armature(s) en fibre de verre ;
- une masse d'enrobage de l'armature composée d'un mélange de bitume et de charges minérales (silice ou craie) ;
- une protection de la face exposée aux intempéries, constituée d'une couche de granulés d'origine minérale de différentes couleurs ou de paillettes d'ardoises naturelles.



Exemple de couverture en bardeaux bitumés



b Principales formes de bardeaux



a Dimensions et vocabulaire

DTU 40.14 (NF P 39-201-1)
NF EN 544

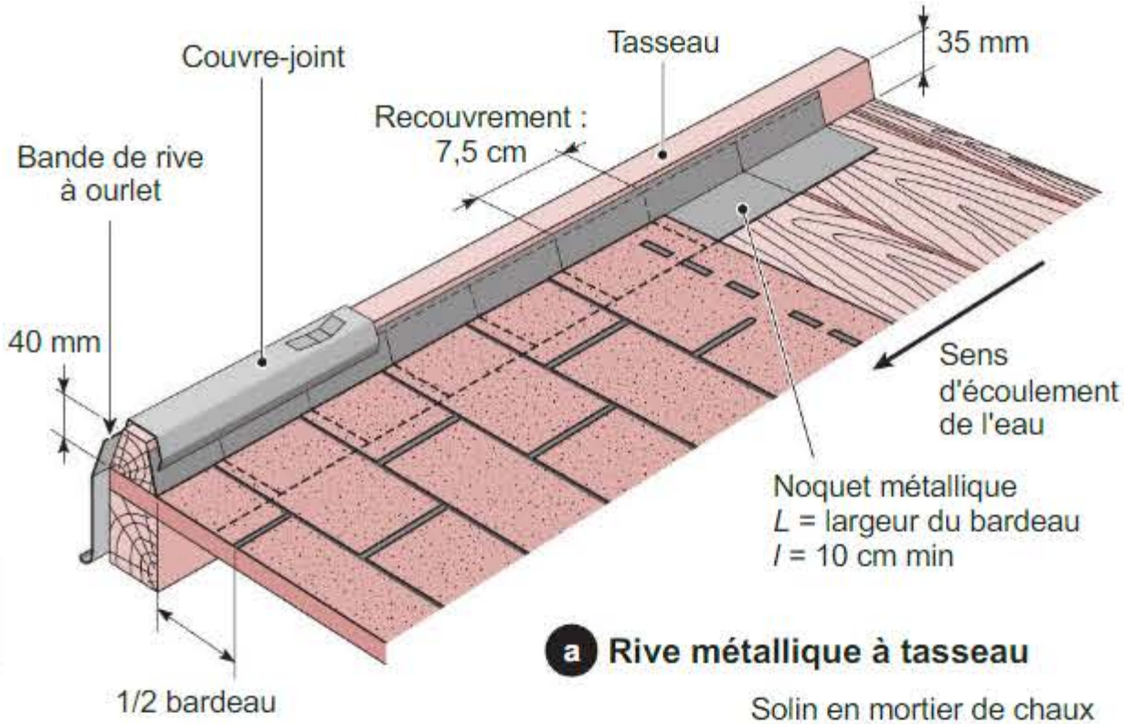
Références

Rives latérales et pénétrations continues

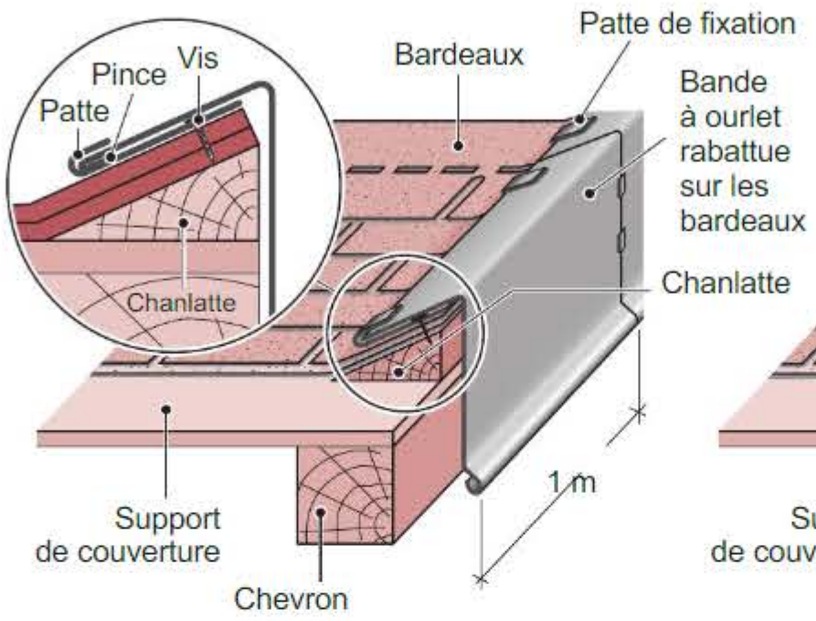
Les rives latérales droites sont réalisées :
- au moyen d'un tasseau, de noquets métalliques, d'une bande de rive à ourlet et d'un couvre-joint (a) ;
- au moyen d'une bande à ourlet rabattue sur les bardeaux, eux-mêmes relevés par un chanlatte fixé au support (b) ;
- au moyen d'un profilé métallique de rive préfabriqué relevant d'un avis technique (c).

Le raccordement au droit d'une pénétration continue est assuré par des noquets placés au moins tous les deux rangs sur lesquels les bardeaux sont collés, et d'une bande de recouvrement qui peut être une bande porte-solin, une bande en applique ou une bande à rabattre (d).

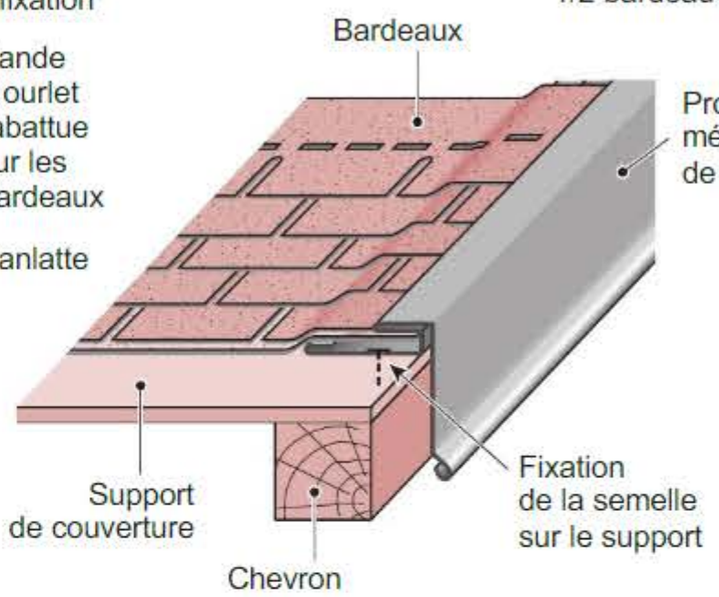
Lorsque la saillie de rive est soutenue uniquement par le support de couverture sans renfort, sa largeur est limitée à 15 cm.



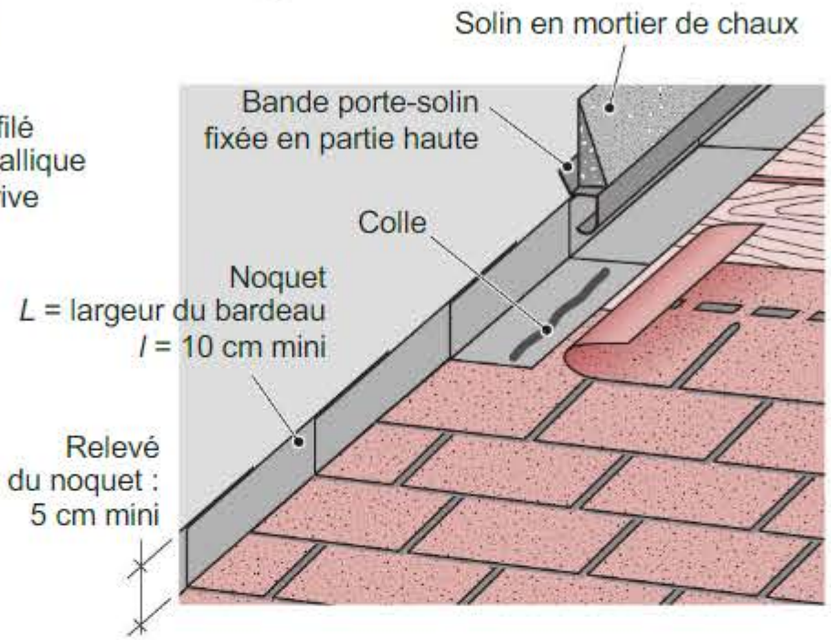
a Rive métallique à tasseau



b Bardeaux relevés sur chanlatte



c Profilé métallique de rive préfabriqué

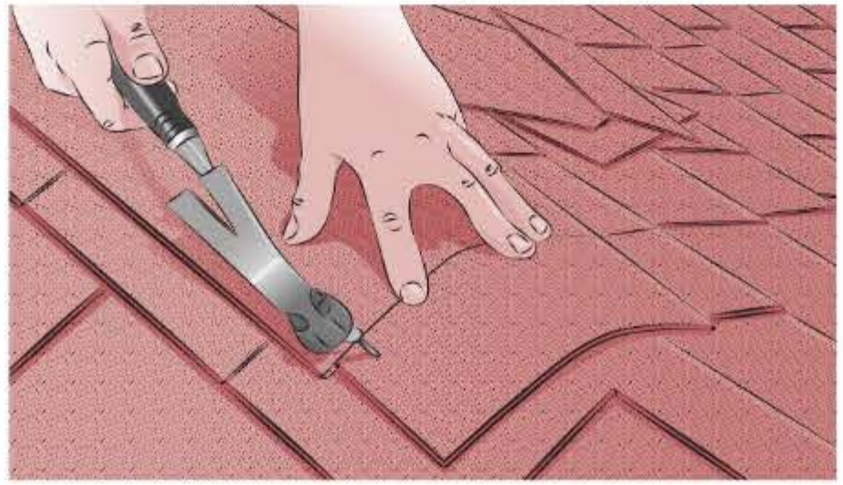


d Raccordement sur pénétration continue

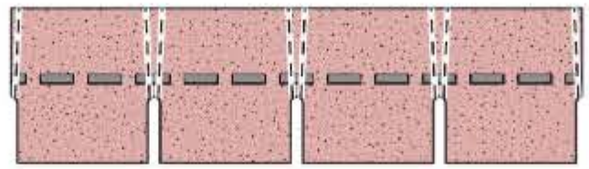
6.07 Faîtages

DTU 40.14 (NF P 39-201-1)
NF EN 544
Références

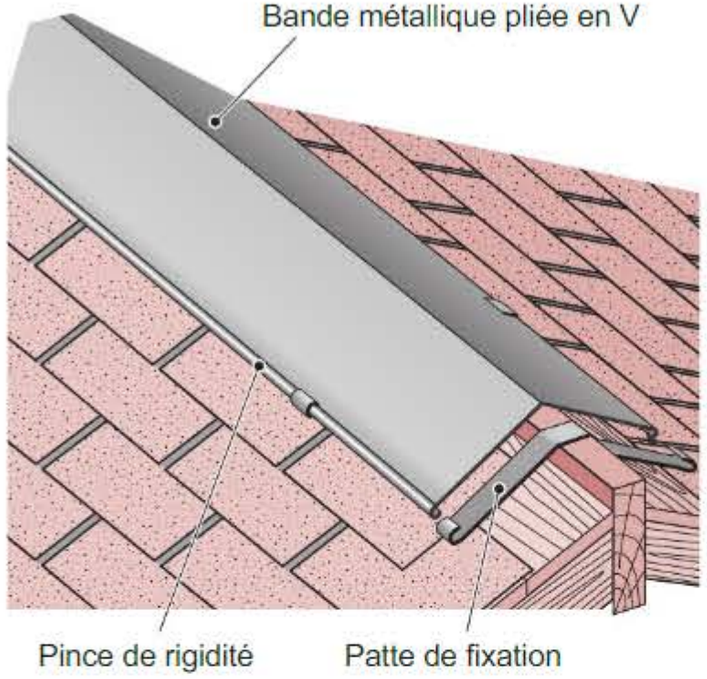
Les faîtages à deux versants sont réalisés :
- à bande métallique simple, constituée d'une bande métallique pliée en V de 40 à 50 cm de développement munie de princes de rigidité, maintenue par une bande d'agrafes ou par des pattes de fixation (a) ;
- à trois bandes métalliques constitués de deux bandes d'astragale placées de chaque côté d'un tasseau de faîtage et recouverts par un couvre-joint (les bandes d'astragale recouvrant les bardeaux sur au moins 12 cm) (b) ;
- à système à closoir, ventilé ou non, relevant d'un avis technique ;
- en bardeaux bitumés, découpés en éléments trapézoïdaux, pliés à chaud et posés à cheval sur le faîtage avec un recouvrement minimal de 5 cm dans le sens opposé à celui des vents de pluies dominants (c). Deux clous au moins par faîtière assurent sa fixation de part et d'autre de la ligne de faîtage. Les faîtières sont collées entre elles et recouvrent la dernière rangée de bardeaux des rampants de la valeur du recouvrement de la partie courante.



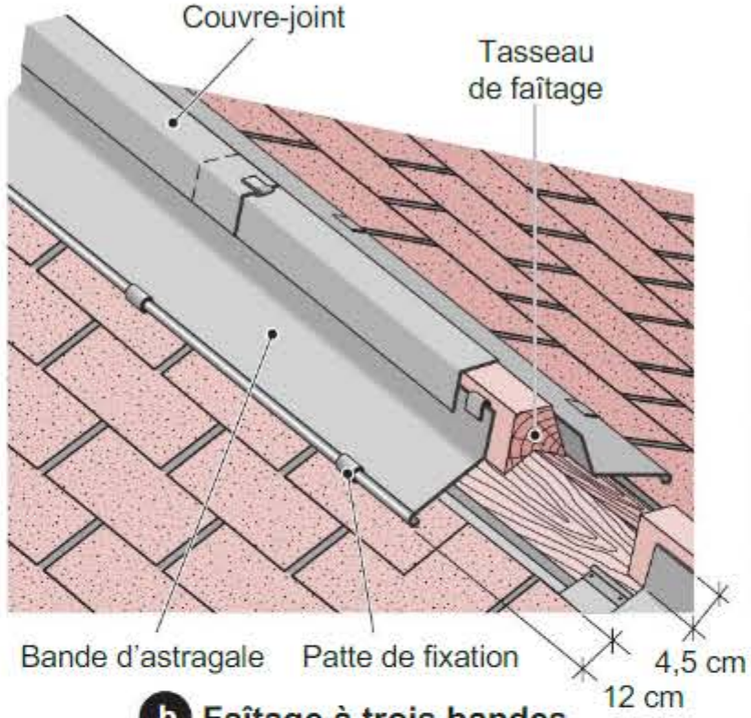
Pliage et fixation des bardeaux de faîtage



Découpe des faîtières



a Faîtage à bande simple

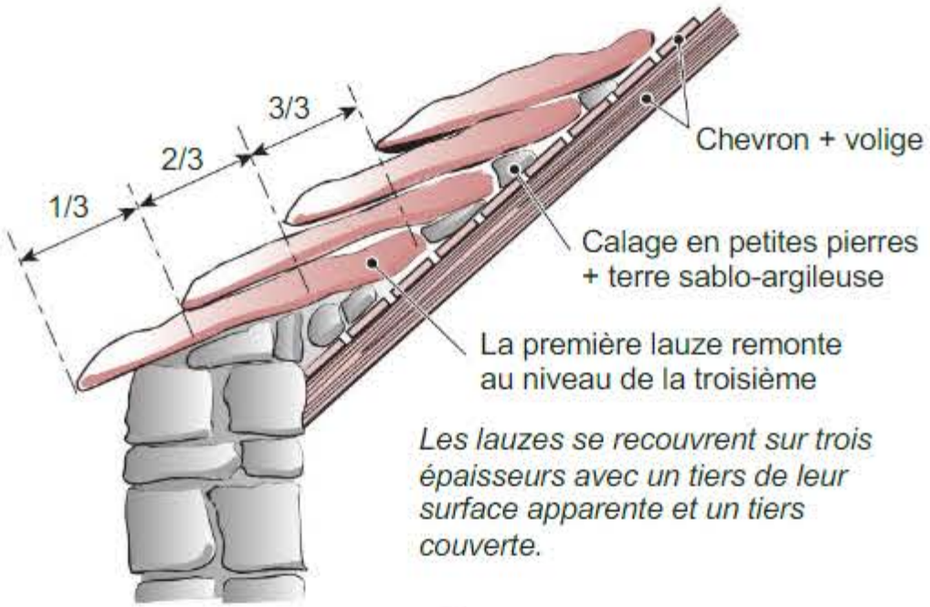


b Faîtage à trois bandes



c Faîtage en bardeaux bitumés

7 Couvertures régionales

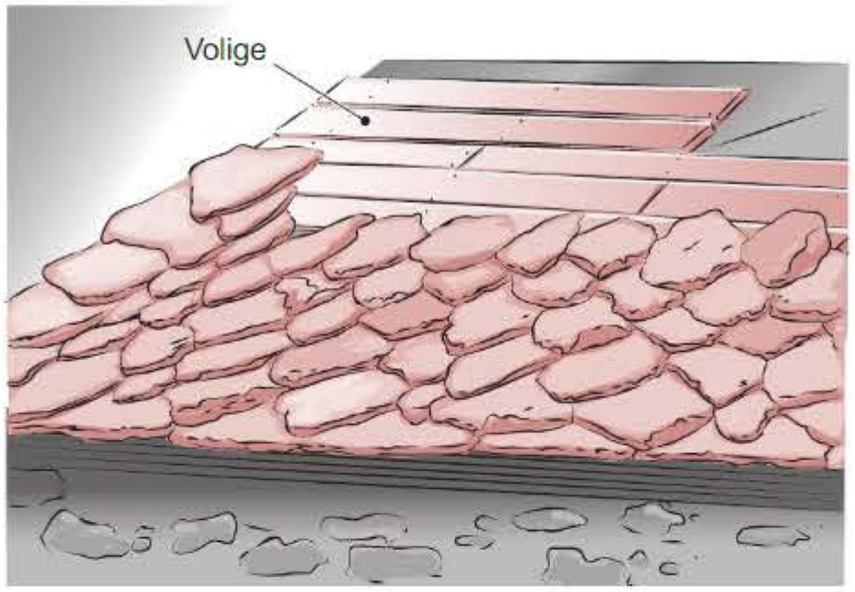


Les lauzes se recouvrent sur trois épaisseurs avec un tiers de leur surface apparente et un tiers couverte.

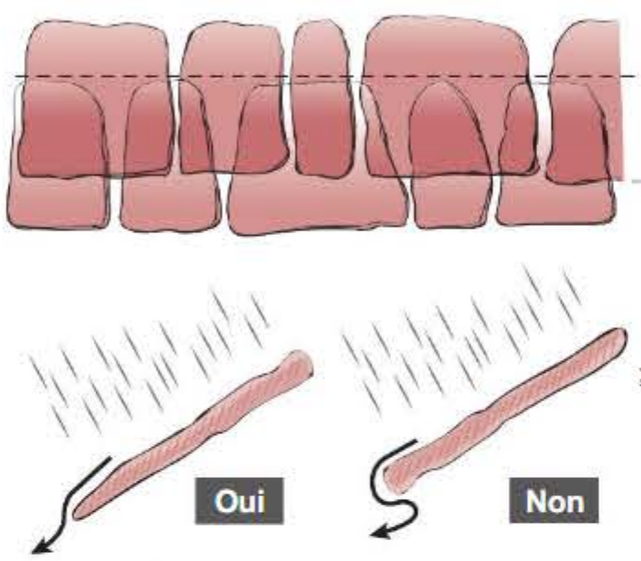
d Pose scellée

L'égout est réalisé avec les lauzes les plus larges (e). Les premières rangées prennent appui sur le mur sur lequel elles sont scellées, les autres reposent à l'arrière sur le plancher en voliges. Le tri et le calibrage des lauzes est une phase importante de la construction, selon l'adage « qui choisit bien la lauze, pour cent ans la pose » (f). La couverture est posée en bandes discontinues à recouvrement, la bande de lauzes la plus large (60 cm environ) étant située en bas à l'égout ; la largeur des bandes diminue progressivement (de 20 cm environ) jusqu'au faîtage. Le bord inférieur de la lauze doit être émincé pour permettre l'écoulement de la pluie. Au débord d'égout (g), en l'absence d'étanchéité complémentaire et de bande d'égout, l'aplomb de la deuxième rangée doit dépasser du mur pour éviter que l'eau pénètre dans le mur au niveau du joint. Une solution esthétique sur trois rangées permet d'augmenter le débord du toit et d'éviter les infiltrations.

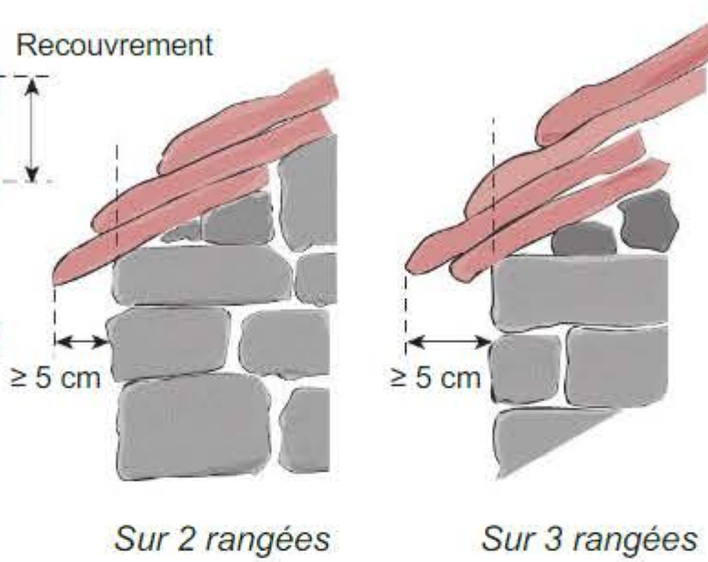
Les lauzes les plus grandes sont généralement les plus épaisses. Les premières rangées qui portent sur le mur ont souvent une épaisseur supérieure à 5 cm.



e Égout



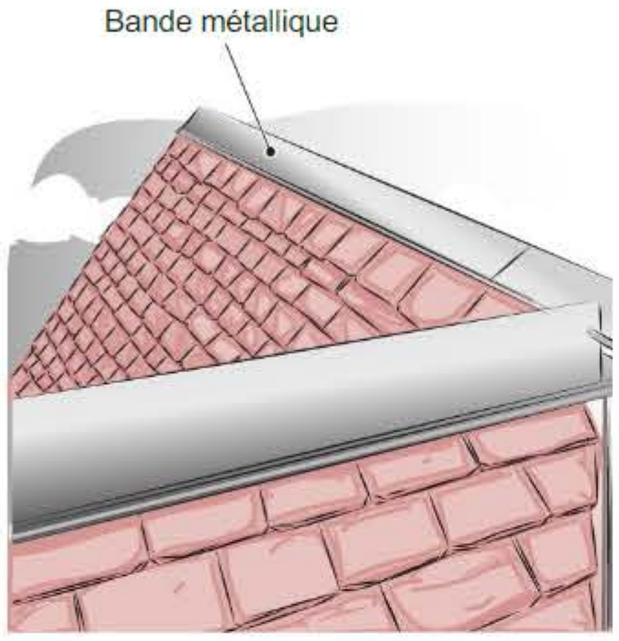
f Taille et recouvrement



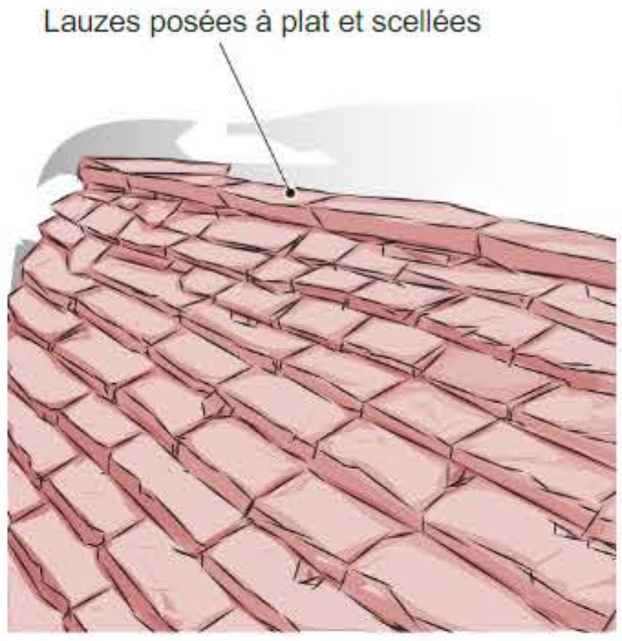
g Débords d'égout

Les faîtages sont recouverts par des bandes métalliques à ourlets (h) façonnées en bandes d'une largeur de 1 m, posées à recouvrement et gaine et maintenues par des pattes de fixation ; ou par une à deux rangée(s) de lauzes posées à plat et scellées au mortier de chaux (i) ; ou encore par des lauzes taillées en forme de raquette ou de papillons qui s'emboîtent les unes dans les autres pour former une frise (j).
En encastrant ainsi ces « papillons », le faîtage suffisament lourd ne sera pas emporté par le vent. Les abouts de faîtages sont réalisés par la pose d'un demi-papillon. Afin d'éviter son basculement, il est nécessaire de le lester en coinçant une pierre entre ses ailes et celles du papillon suivant.

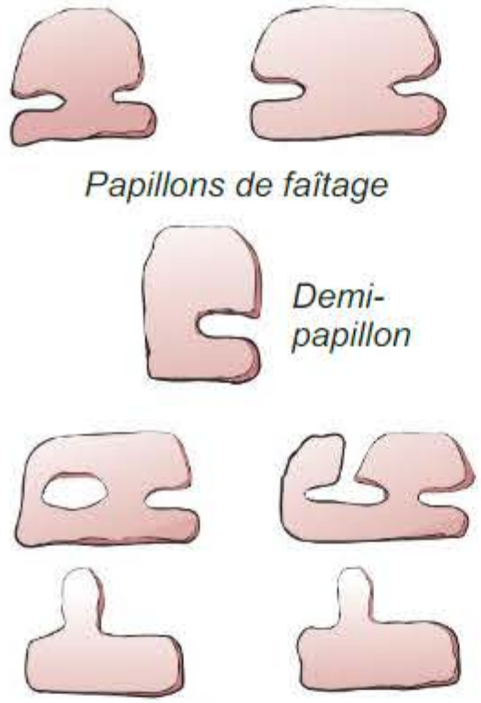
Afin d'éviter le déséquilibre de la charpente dû au poids des lauzes lors de la pose, il est nécessaire de couvrir, rang par rang, simultanément les deux versants de la toiture.



h Faîtage métallique



i Faîtage en lauzes posées à plat







j Faîtage en papillons

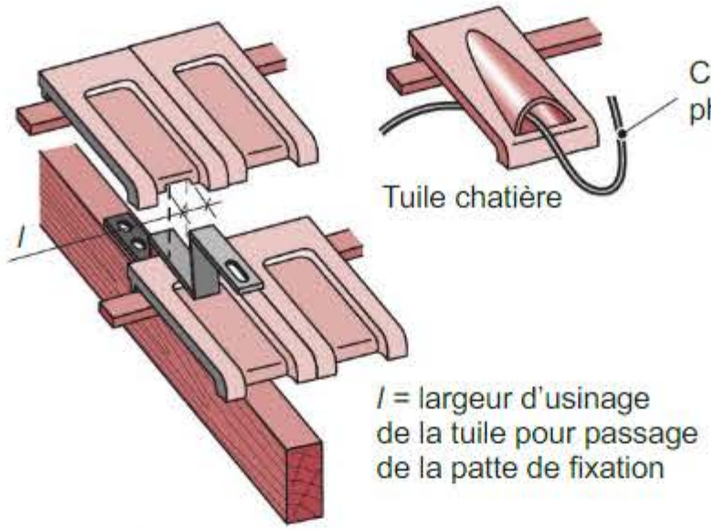
8

Couvertures photovoltaïques

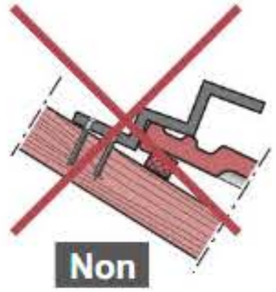
8.02 Mise en œuvre des modules sur une toiture

Avis techniques
Références

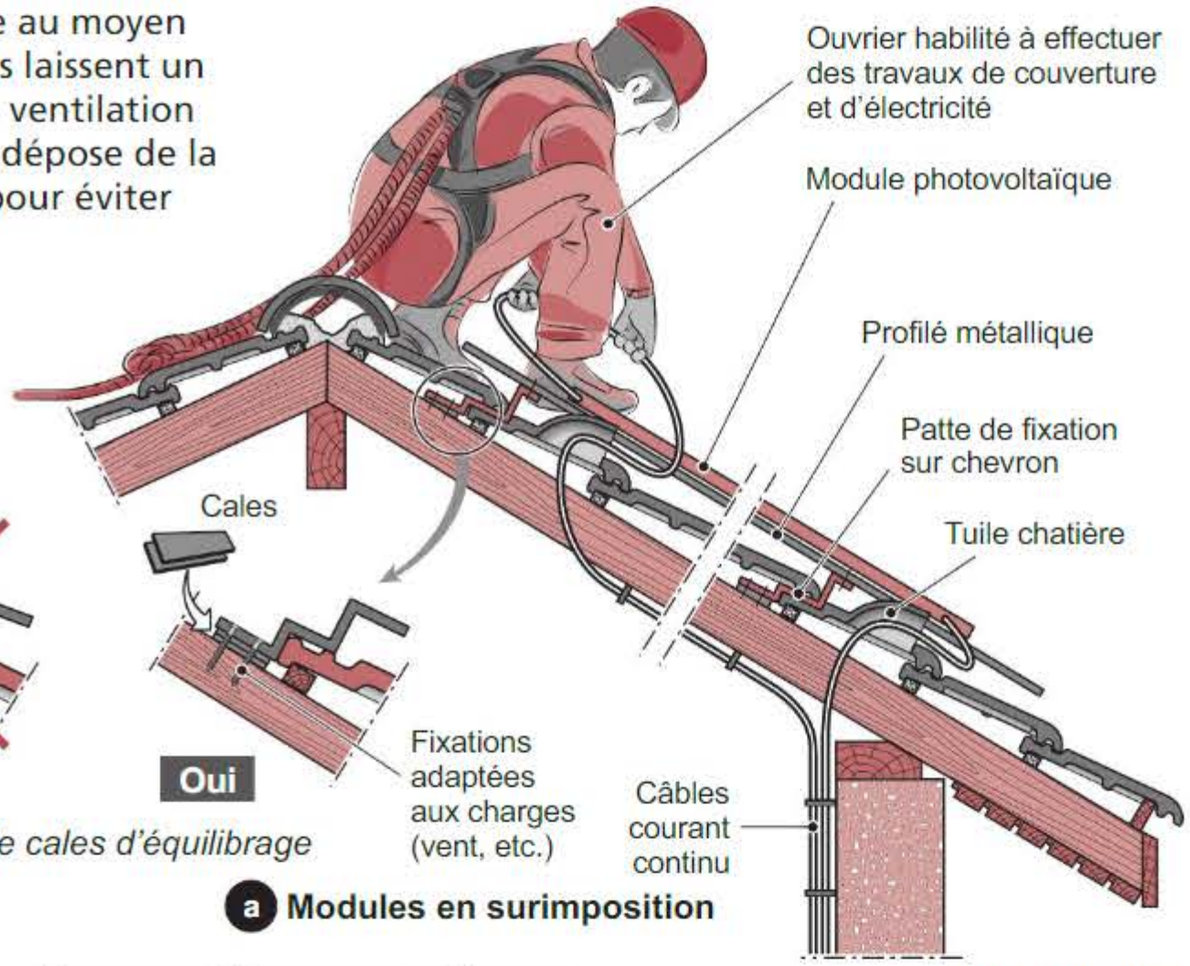
Les modules en surimposition (a) sont fixés sur une couverture au moyen d'une ossature secondaire comprenant des rails porteurs (b). Ils laissent un espace entre les modules et la couverture, favorisant ainsi une ventilation naturelle. Ce mode de pose, le plus simple, ne nécessite pas la dépose de la toiture. La mise en œuvre doit être particulièrement soignée pour éviter notamment les problèmes d'étanchéité ou d'envol (c).



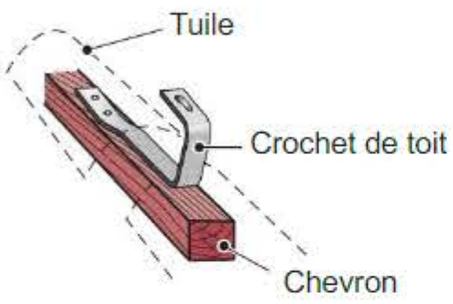
Détails de fixation et de pénétration



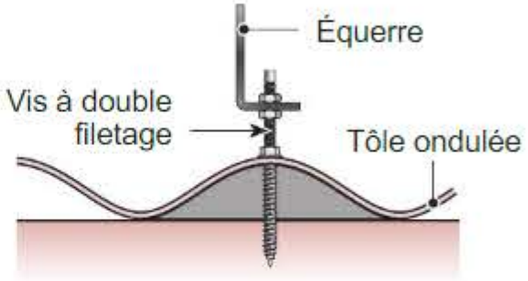
Pose de cales d'équilibrage



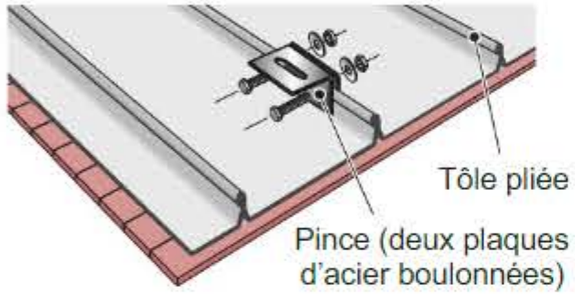
a Modules en surimposition



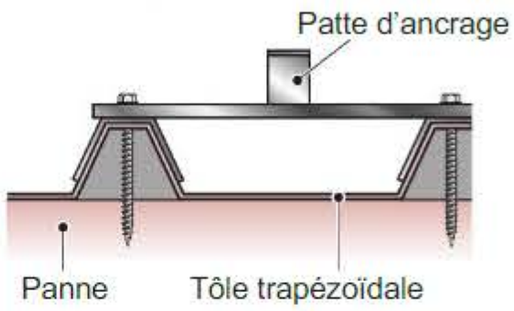
Sur charpente



Sur tôle ondulée



Sur feuille de zinc

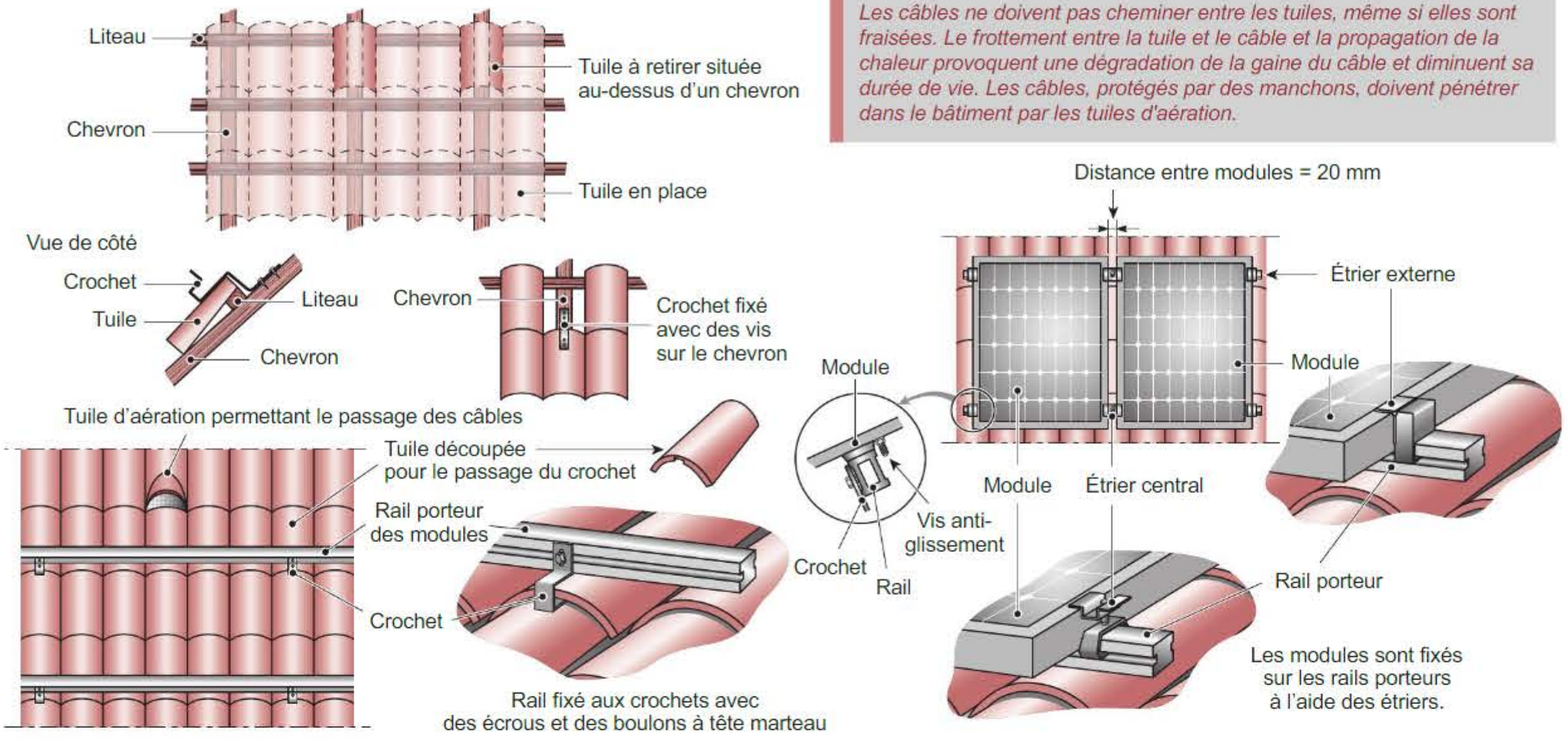


Sur tôle nervurée (procédé sous avis technique)

b Fixation des rails porteurs

Les points d'ancrage des crochets ou pattes supportant directement les rails porteurs doivent être fixés sur les chevrons ou les pannes de la charpente et non sur les tuiles ou autre élément de couverture. L'étanchéité est assurée par la couverture et non par les modules. Il existe de nombreux modèles d'ancrage qui diffèrent selon les fabricants (crochets dont la forme varie selon le type de tuile ou d'ardoise, vis à double filetage pour tôle ondulée, pattes pour tôle nervurée, pinces sur pli pour toiture en tôle pliée, etc.).

Les câbles ne doivent pas cheminer entre les tuiles, même si elles sont fraisées. Le frottement entre la tuile et le câble et la propagation de la chaleur provoquent une dégradation de la gaine du câble et diminuent sa durée de vie. Les câbles, protégés par des manchons, doivent pénétrer dans le bâtiment par les tuiles d'aération.



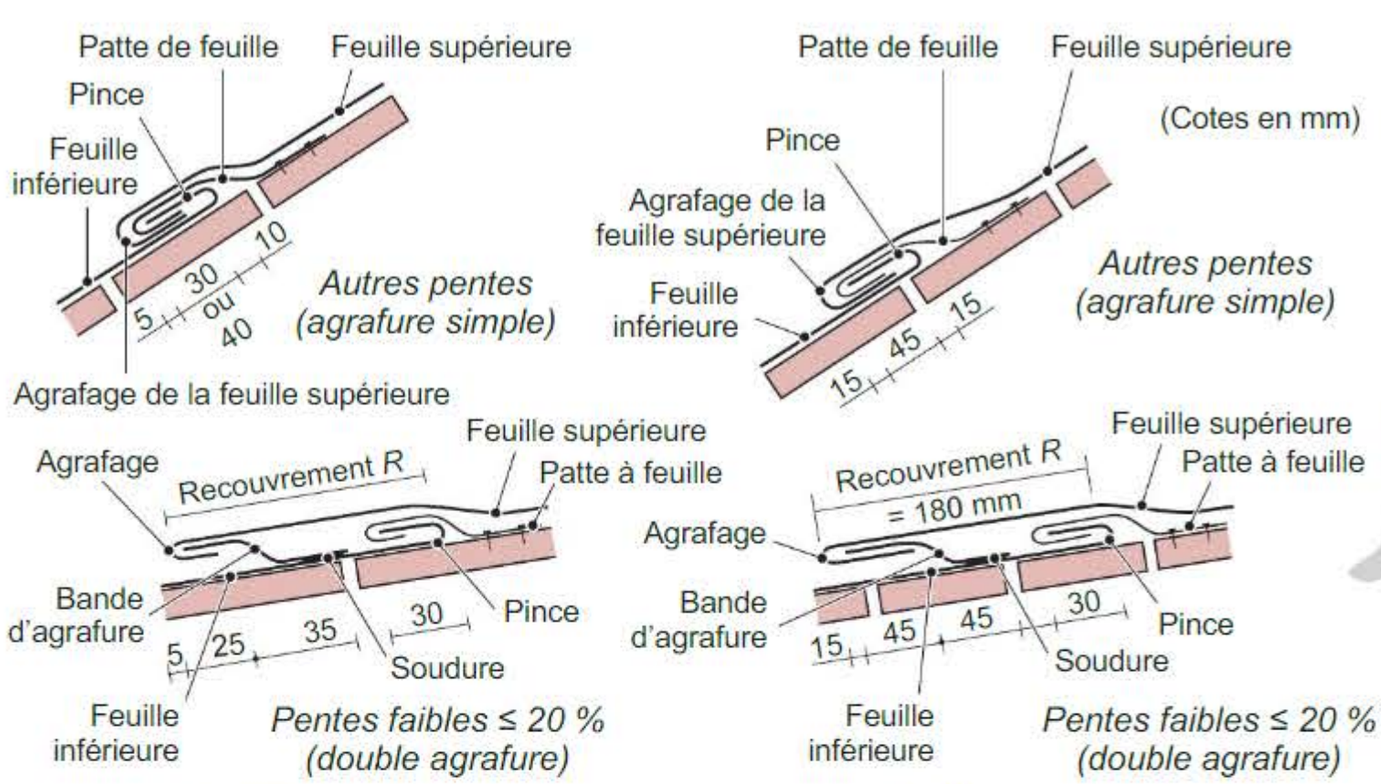
c Exemple de montage d'un système photovoltaïque en surimposition sur une toiture en tuiles canal

Couverture en feuilles métalliques

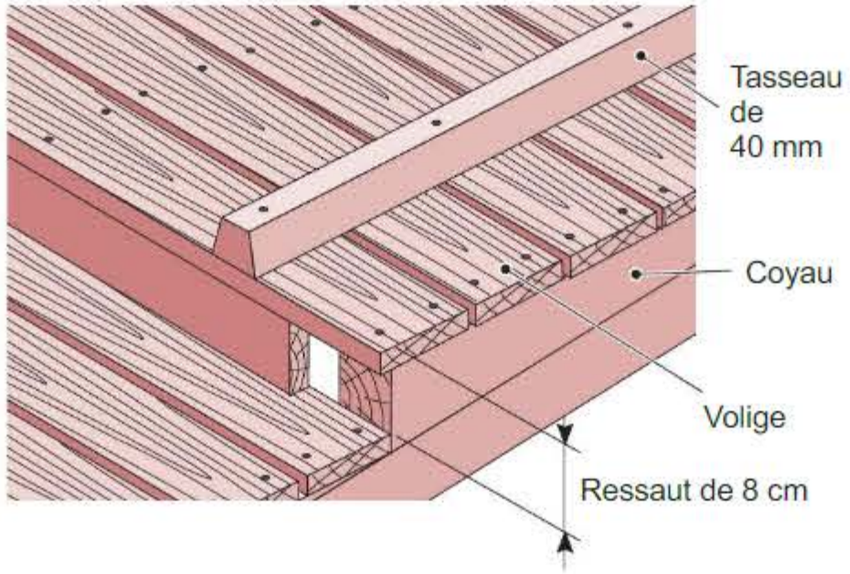
9

- **l'assemblage à ressauts** (d) : le support de couverture (voligeage) comporte des ressauts perpendiculaires au sens de la pente. Cette disposition permet de couvrir chaque travée entre deux ressauts y compris au faîtage et en égout avec une seule feuille, créant ainsi une série de travées continues sans assemblage transversal, ce qui autorise une faible pente. Les pièces de rehausse en bois, appelées coyaux, permettent de réaliser ces ressauts. Leur hauteur est généralement de 80 mm avec un tasseau de 40 mm et 100 mm avec un tasseau de 50 mm.

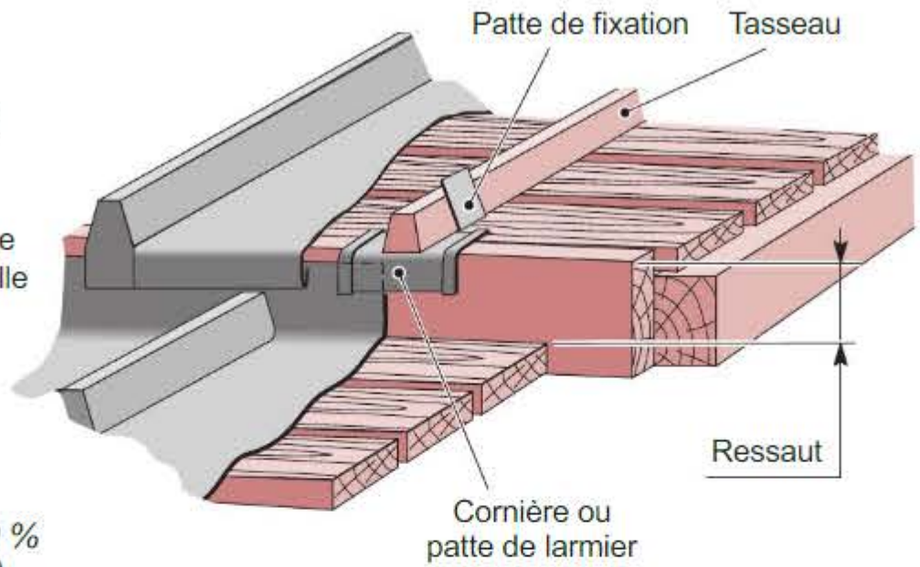
Le recouvrement transversal par simple ou double agrafure ne permet pas une dilatation harmonieuse des feuilles, la ligne d'agrafure constituant une ligne de points fixes.



c Détail et dimensions des agrafures (couvertures à tasseaux en zinc)



Mise en œuvre du coyau



Avec couverture à tasseaux et couvre-joint

d Assemblage à ressauts

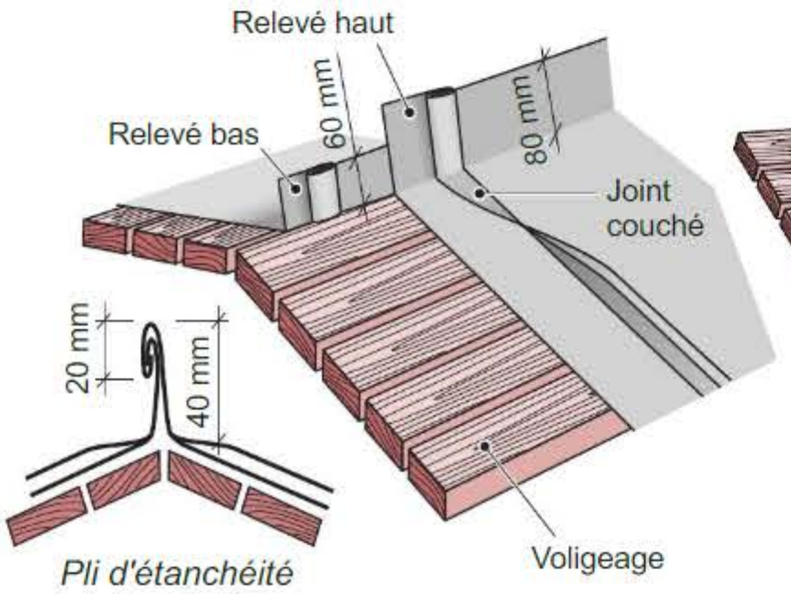
Couverture en feuilles métalliques

9.08 Faîtage, égout, assemblage transversal, ressaut

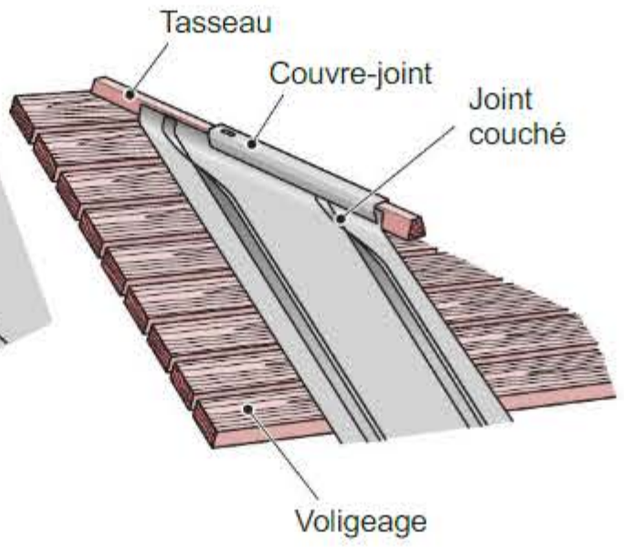
DTU 40.44
DTU 40.45
DTU 40.41 (NF P 34-211-1)

Références

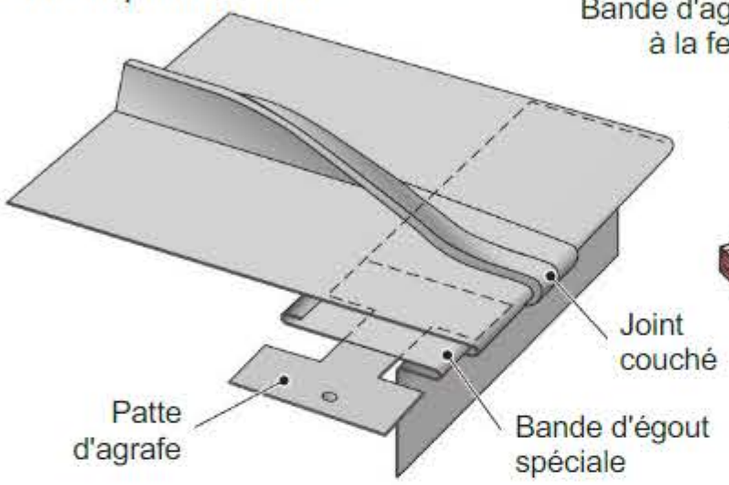
Le faîtage, lorsqu'il n'est pas ventilé, est réalisé par le relevé des feuilles au faîte de sorte que l'un des relevés soit plus haut que l'autre (a). Les joints, décalés entre les rampants, sont couchés avant réalisation du double pli des deux feuilles assurant l'étanchéité. L'assemblage au faîte et sur les arêtes peut également être réalisé à l'aide d'un tasseau d'une hauteur de 80 mm (b). Le raccordement du bas de versant est assuré par une bande d'égout. En l'absence de bande d'égout, sous chaque nez de joint est mise en œuvre une chemise de garantie. Le joint peut être laissé droit et obturé ou couché et enroulé (c). Lorsque la pente le permet, des jonctions transversales, par simple ou double agrafure (d), peuvent être mises en œuvre. En cas de ressaut, les feuilles inférieures sont relevées contre le bois des ressauts (e), la feuille supérieure étant repliée sur la bande d'agrafe et le repli du relevé.



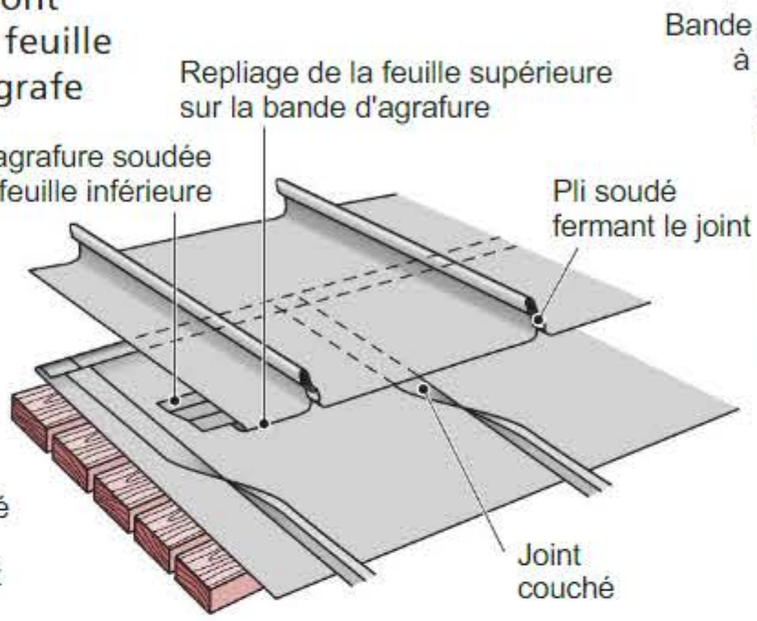
a Finition en haut de pente (faîtage)



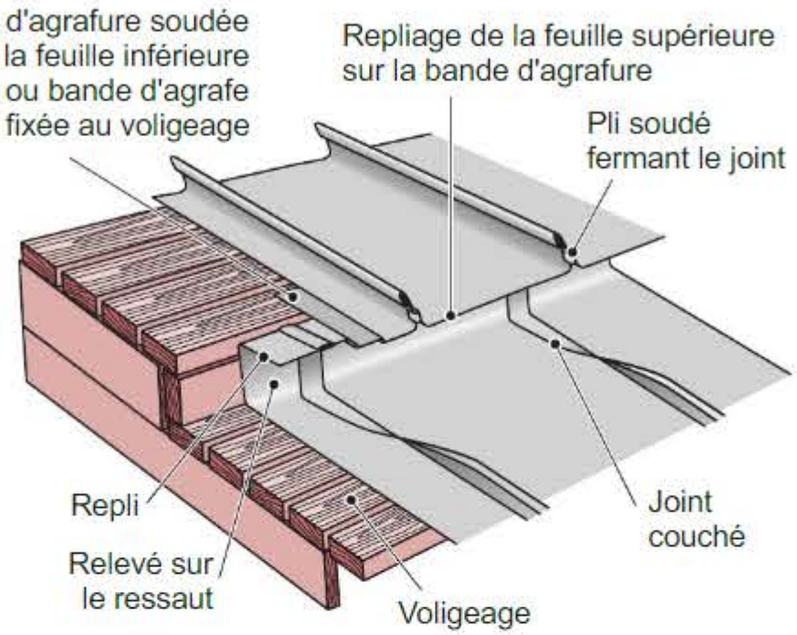
b Arête à couvre-joint



c Finition en bas de pente (égout)



d Assemblage transversal à double agrafure



e Assemblage transversal à ressaut

10

Couverture en plaques ondulées de fibres-ciment

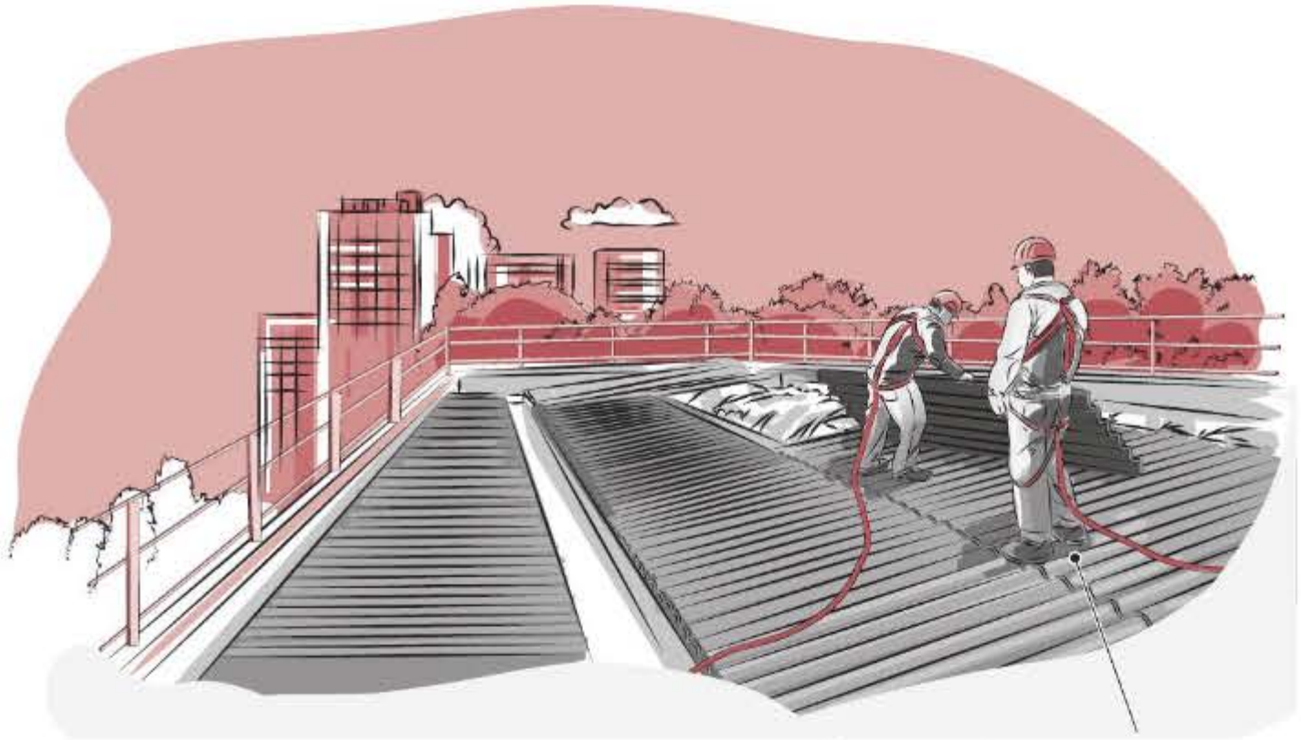
10.01 Dispositions constructives

NF DTU 40.37

Références

Les couvertures en plaques constituées de tôles ondulées de fibres-ciment sans amiante (a) sont posées directement sur les pannes des charpentes métalliques ou en bois, les nervures suivant le sens de la plus forte pente ; elles ne participent pas à la stabilité du bâtiment. Elles sont équipées de feuillards en polypropylène, incorporés au niveau de chaque onde, qui assurent un rôle de retenue en cas de rupture accidentelle d'une plaque. Les surfaces d'appui minimales des plaques dépendent des types d'ossatures :
- ossatures métalliques : appui minimal de 40 mm ;
- ossatures en bois : largeur minimale d'appui de 65 mm, hauteur minimale sous appui de 75 mm ;
- ossatures en béton : poutre en bois de 65 × 75 mm correctement ancrée.

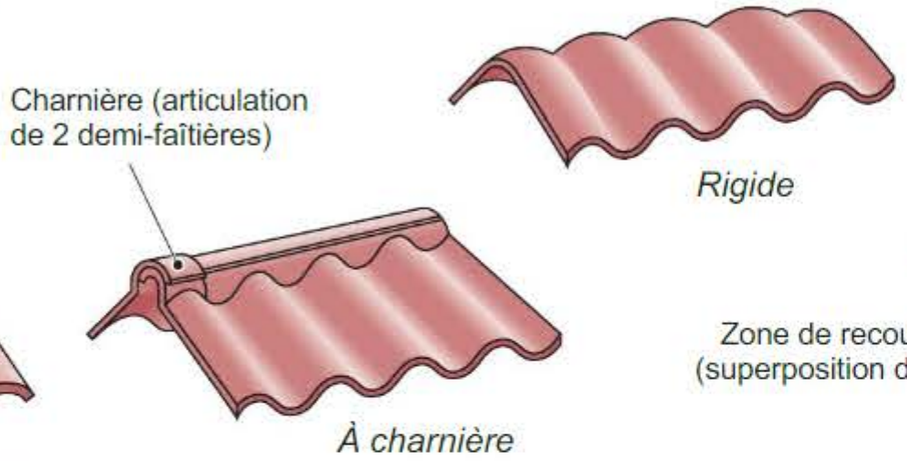
L'étanchéité à l'eau est assurée par le recouvrement des plaques qui doit être opposé aux vents de pluie dominants et au sens d'écoulement des eaux.
Des accessoires en fibres-ciment permettent la mise en œuvre des faîtages (b), rives (c), raccords de murs, égouts, etc.



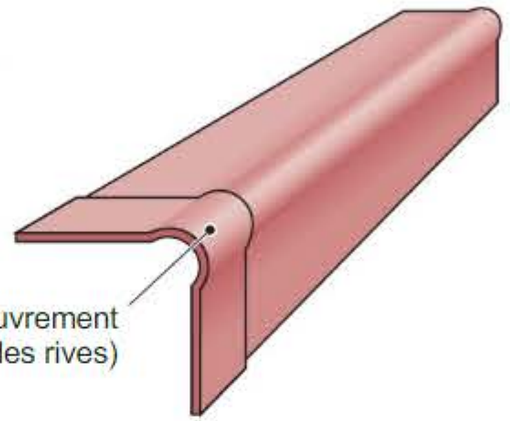
Exemple de couverture avec plaques de fibres-ciment



a Tôle de fibres-ciment

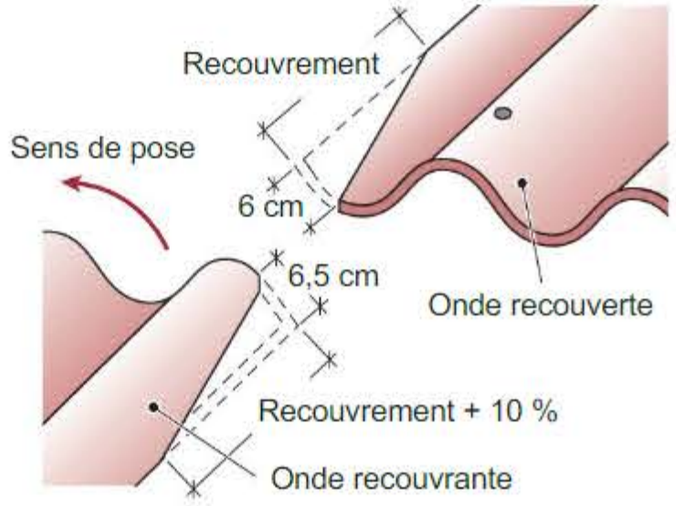


b Faîtières

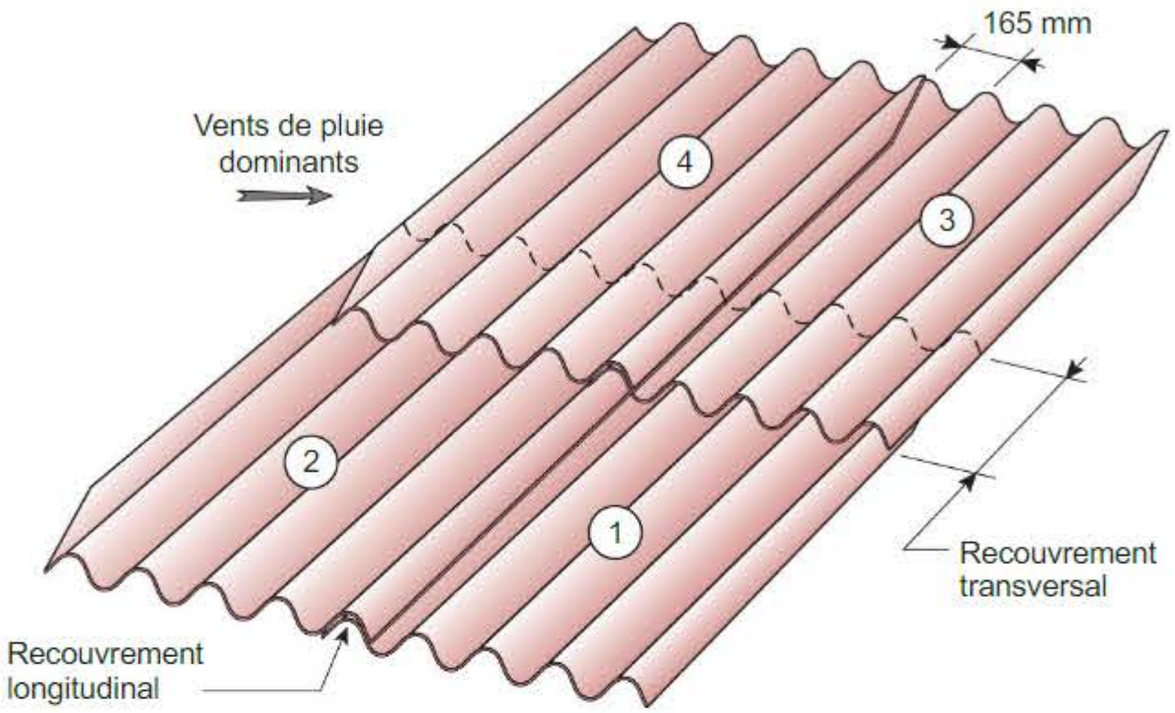


c Rives latérales

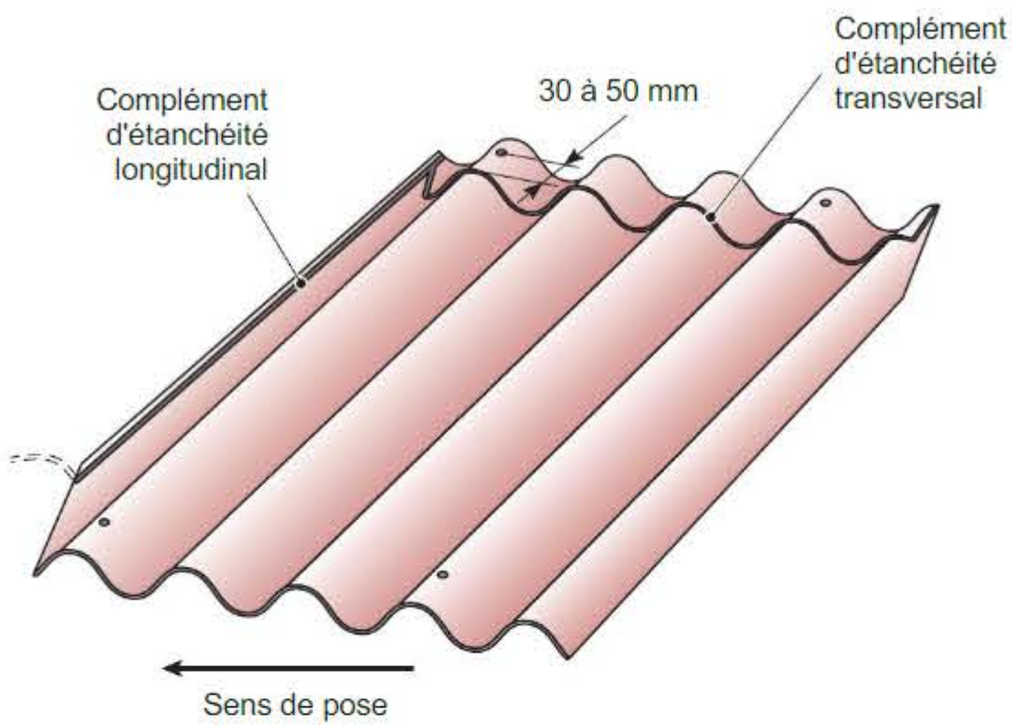
La coupe peut également être effectuée sur le chantier, au sol, à l'aide d'une scie, d'une griffe ou d'une pince spéciale. Un espace d'au moins 1 cm doit être maintenu entre les coins coupés de deux plaques montées se faisant face. La position du coin coupé sur la plaque dépend de sa position sur la toiture :
- plaques de versant : deux coins coupés opposés, sauf pour les plaques de rives de chaque rangée horizontale (un seul coin coupé) ;
- plaques d'égout : coin supérieur droit ou gauche coupé, éventuellement à l'exception de la plaque de départ ;
- plaques de faîtage : coin inférieur droit ou gauche coupé, sauf sur celle qui termine la rangée. Le recouvrement des plaques doit être opposé au sens dominant des vents de pluie. Il détermine le sens de pose des plaques, qui commence à l'égout pour terminer au faîtage (c). Les éventuels compléments d'étanchéité transversaux et/ou longitudinaux (mastic préformé) sont interposés entre les plaques lors de la pose (d).



b Coupe des coins



c Sens de pose et recouvrement des plaques

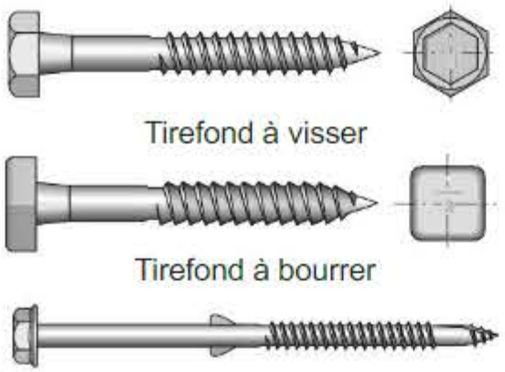


d Compléments d'étanchéité

Couverture en plaques ondulées de fibres-ciment

10.03 Fixations et calage

Le choix des fixations (a) est fonction de la nature des pannes de l'ossature support (b). La liaison et l'étanchéité de la fixation sont assurées par des plaquettes et rondelles métalliques associées à une rondelle d'étanchéité (c). D'une manière générale, le serrage doit être modéré. L'élément d'étanchéité doit être légèrement écrasé et l'élément de liaison doit être immobilisé en rotation.



Tirefond à visser

Tirefond à bourrer

Vis autoperceuse à bois (ailettes sur la tige spécifiques aux vis utilisées pour les plaques de fibres-ciment)

Ossature bois



Vis autoperceuse

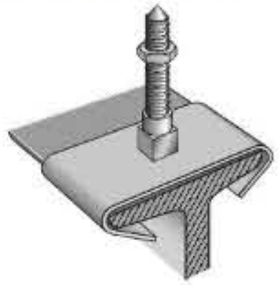


Vis autotaraudeuse

Ossature métallique ou en béton avec inserts métalliques

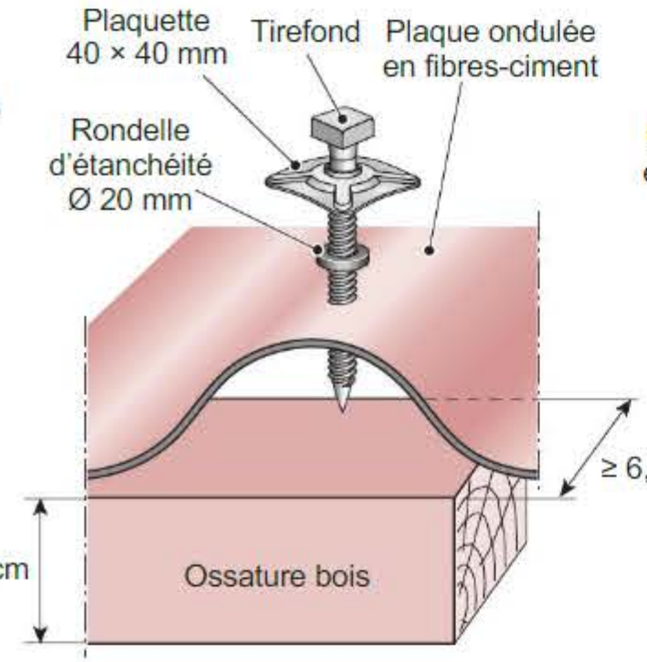


Boulon-crochet pour ossature en bois, métallique, ou en béton sans insert

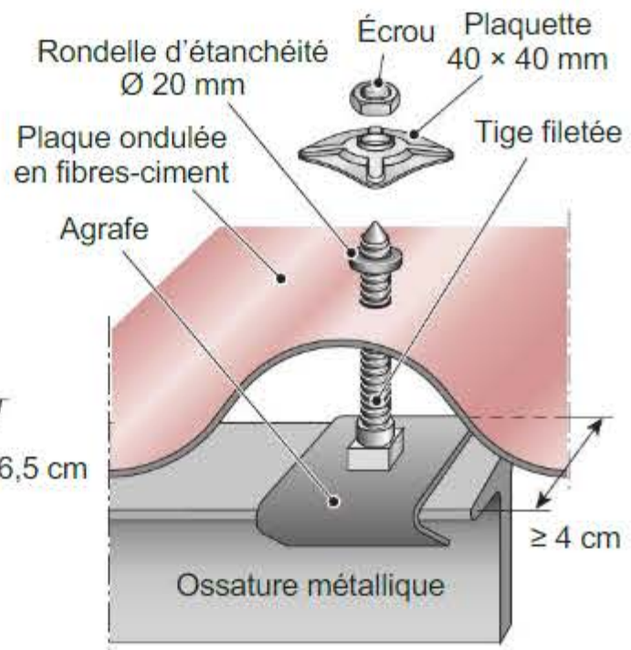


Agrafe-piton pour ossature métallique

b Types de fixation selon l'ossature

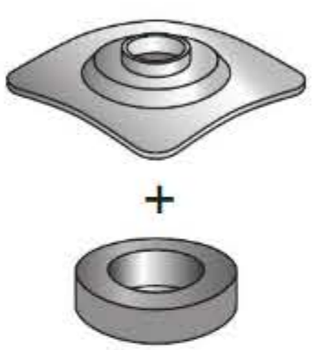


Fixation par tirefond et plaquette

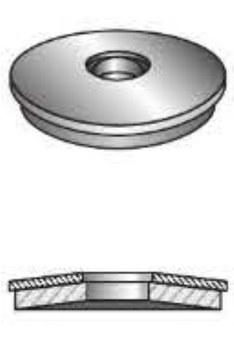


Fixation par agrafe et plaquette

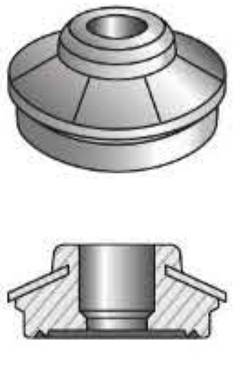
a Exemples de fixation



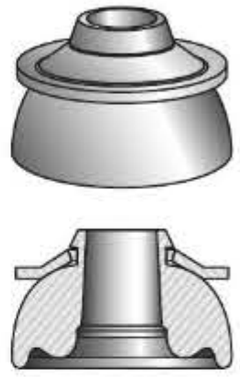
Plaquette 40 mm × 40 mm et rondelle d'étanchéité



Rondelle métallique avec rondelle d'étanchéité vulcanisée monobloc



Rondelle métallique avec rondelle surmoulée



Rondelle métallique solidaire d'une rondelle dôme

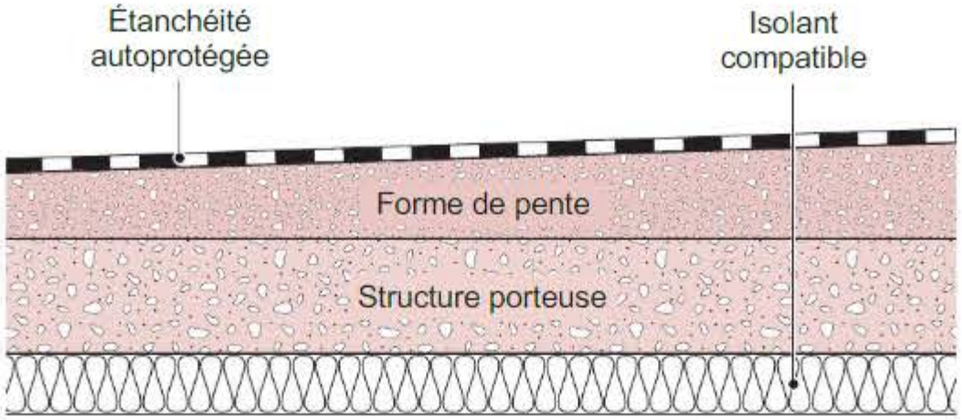
c Rondelles d'appui et d'étanchéité

12 Toitures-terrasses

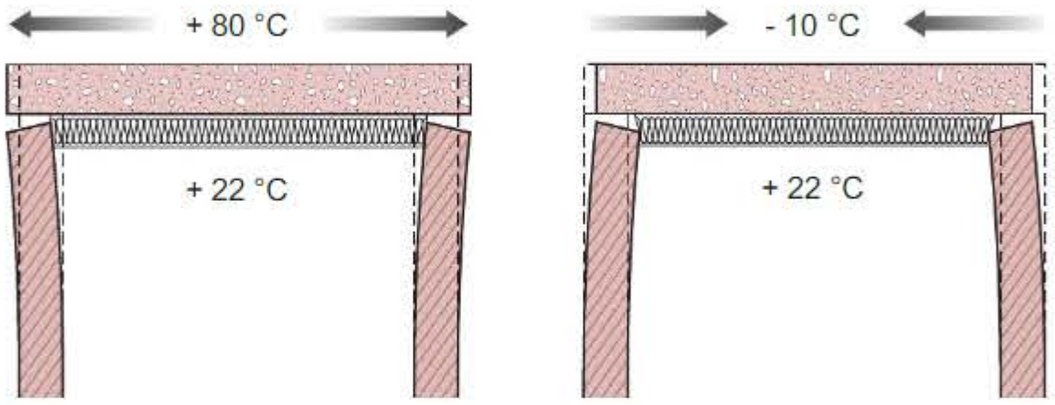
12.03 Isolation thermique

DTU 20.12
NF DTU 43.3
NF DTU 43.4
Références

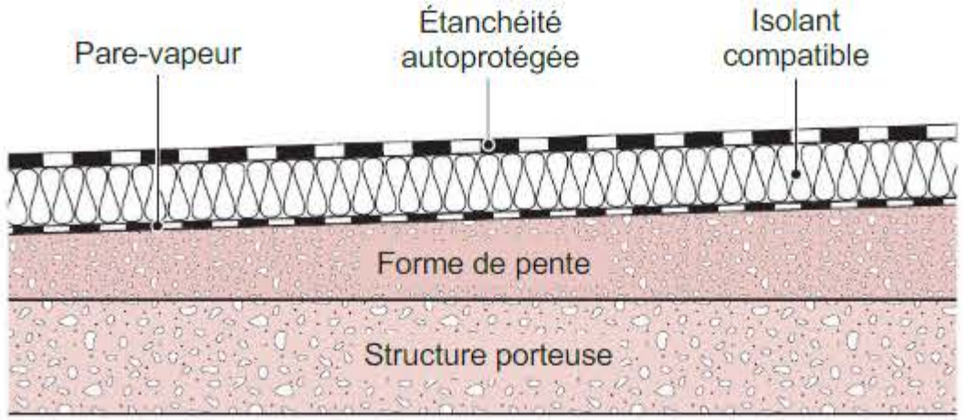
Dans le complexe toiture-terrasse, l'isolant thermique peut être mis en œuvre :
- en sous-face de la structure porteuse (a) (à proscrire absolument, l'isolant ne protégeant pas la structure porteuse, soumise à des chocs thermiques élevés et à des risques accrus de condensation qui conduisent à des désordres importants pour le gros œuvre) (b) ;
- sur la forme de pente facultative, technique courante, l'isolant servant de support au revêtement d'étanchéité (c) ;
- sur l'étanchéité (technique de la toiture inversée), procédé admis uniquement pour des isolants spécifiques en un seul lit, sur une structure porteuse en béton avec une protection lourde empêchant le soulèvement de l'isolant (d).



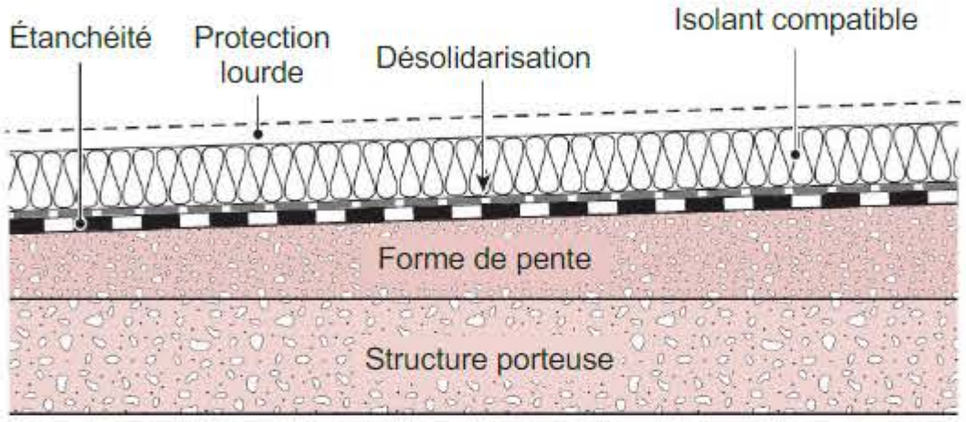
a En sous-face de la structure (à proscrire)



b Mouvements du gros œuvre isolé thermiquement en sous-face



c En support direct d'étanchéité

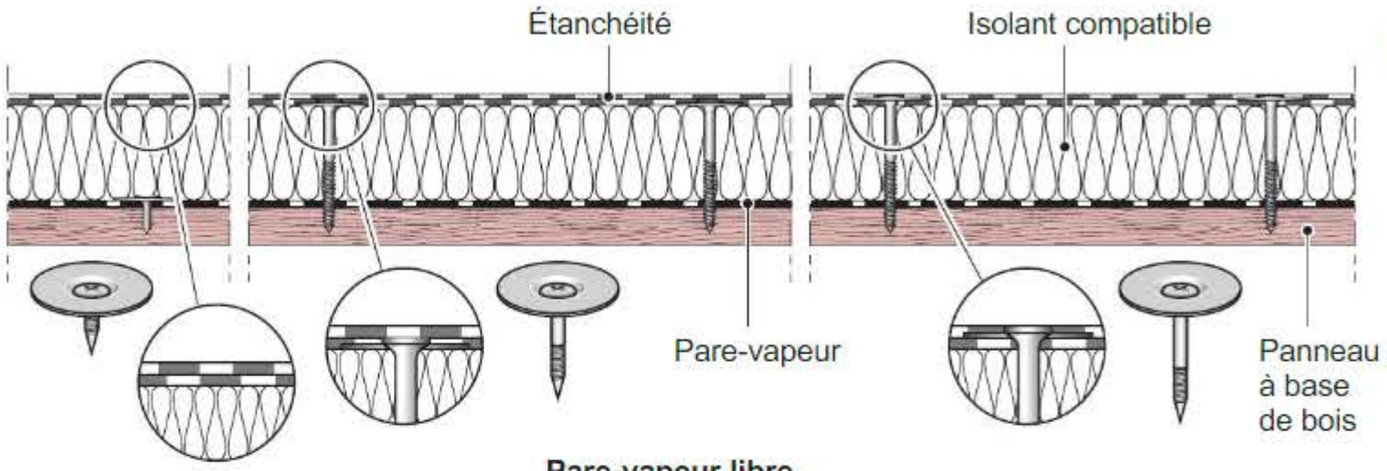


d Sur étanchéité (toiture inversée)

Dans le cas d'une mise en œuvre sur éléments porteurs en bois ou panneaux dérivés du bois, la technique la plus courante consiste à réaliser un complexe de toiture chaude (sans lame d'air ventilée avec apport d'air extérieur) constituée d'un pare-vapeur et d'un ensemble isolant/revêtement d'étanchéité qui peuvent être collés, soudés et/ou fixés mécaniquement (q). Le pare-vapeur est :
- soit cloué à joints soudés ;
- soit soudé ou collé à l'EAC sur enduit d'imprégnation à froid, autoadhésif en plein ou libre à joints soudés.

Pour l'ensemble isolant/revêtement d'étanchéité avec fixations mécaniques :
- soit l'isolant est fixé mécaniquement et le revêtement d'étanchéité est soudé ou collé (autoadhésivité) ;
- soit l'isolant et le revêtement d'étanchéité sont fixés mécaniquement.

L'isolant support d'étanchéité sert uniquement de platelage et son rôle est limité à l'isolation thermique, la transmission des charges descendantes à l'élément porteur et la protection de l'élément porteur contre les chocs thermiques éventuels. Le nombre de fixations et leur espacement dépendent de la densité de vent extrême, exprimée en Pa, propre au chantier.

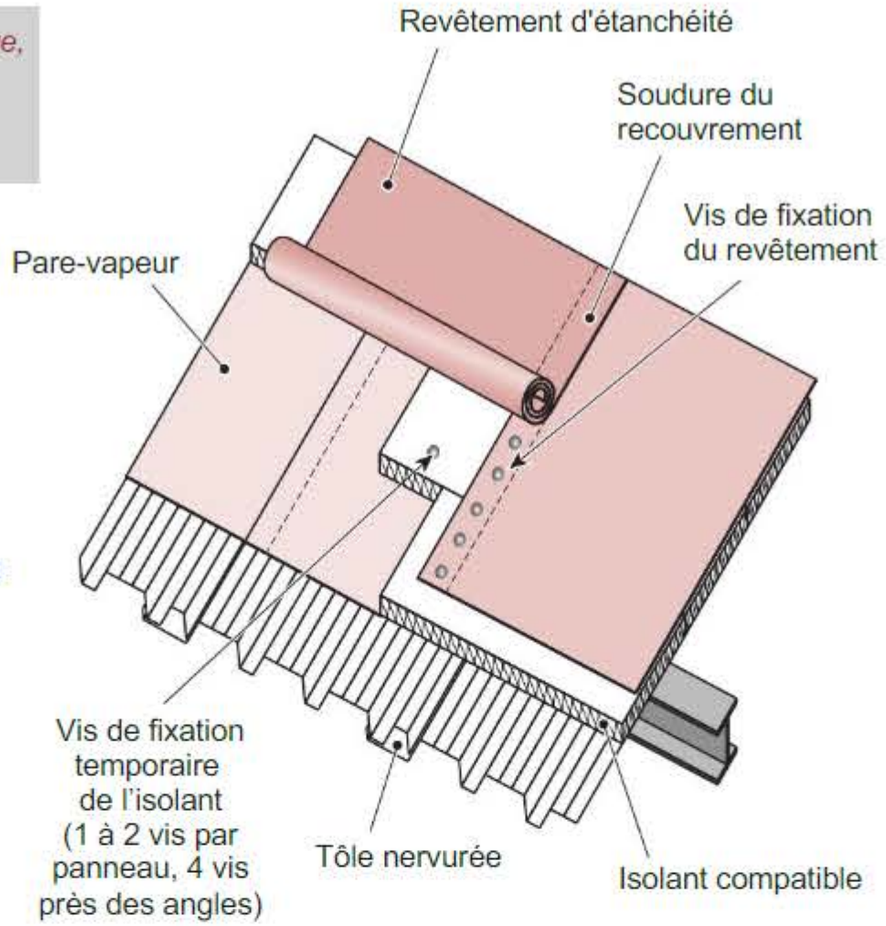


Pare-vapeur cloué
Isolant collé sur le pare-vapeur
Étanchéité soudée sur isolant paramenté (ou autoadhésive)

Pare-vapeur libre à joints soudés ou autoadhésif
Isolant fixé mécaniquement
Étanchéité soudée sur isolant paramenté (ou autoadhésive)

Pare-vapeur soudé
Isolant collé sur pare-vapeur
Étanchéité fixée mécaniquement

q Détails de mise en œuvre du pare-vapeur et de l'isolant sur éléments porteurs en bois



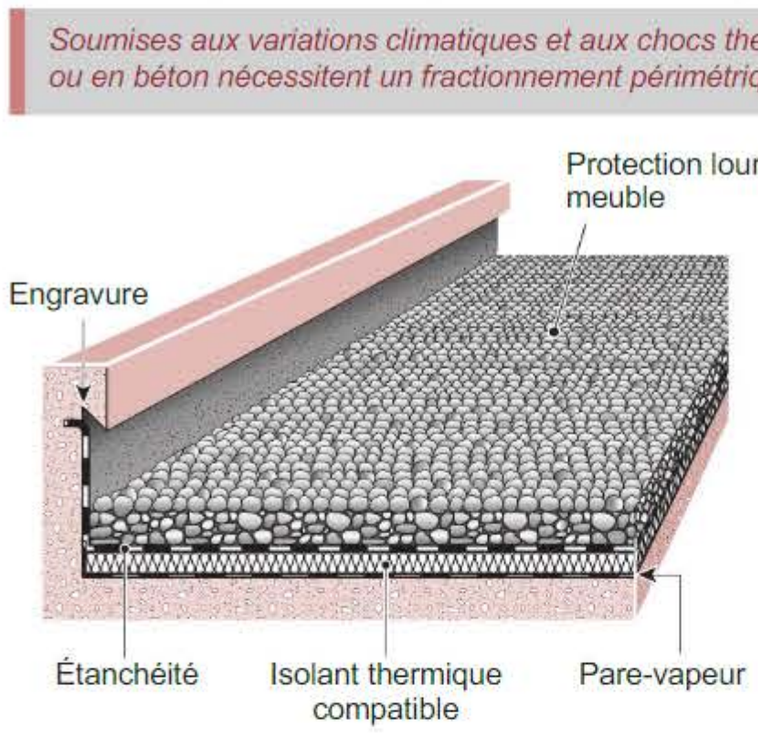
r Mise en oeuvre parallèle aux nervures suivant AT

12.05 Protections rapportées

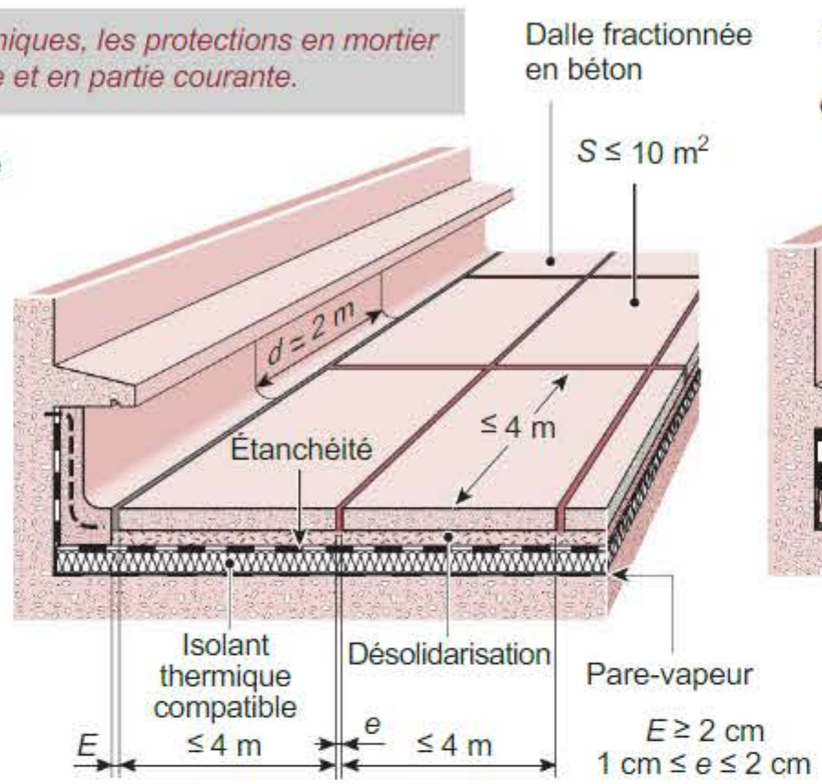
DTU 43.1
NF DTU 43.3
NF DTU 43.4
ATEC, DTA
Références

Les protections rapportées (a) permettent de préserver le revêtement d'étanchéité contre les agents extérieurs (ultraviolets et chocs thermiques) lorsqu'il n'est pas autoprotégé. Sur support maçonné, les protections lourdes ou par dalles sur plots permettent également la circulation des piétons, des véhicules ou l'aménagement de la toiture-terrasse pourvu que le revêtement d'étanchéité et l'isolant soient adaptés. Elles évitent le soulèvement du revêtement d'étanchéité lorsqu'il est posé en indépendance. La protection, dont la pente ne doit pas excéder 5 %, est alors choisie en fonction de la nature du revêtement d'étanchéité et de la destination de la toiture-terrasse. Elle doit être adaptée à la pente de la structure porteuse, et ne pas occasionner de surcharges. Sont distingués principalement les granulats (destinés aux toitures-terrasses inaccessibles), les protections coulées en mortier ou en béton, les dalles préfabriquées (en béton, en pierre naturelle, en bois massif), les pavés (autobloquants ou non) et les dalles sur plots. Une couche de désolidarisation, séparant le revêtement d'étanchéité de la protection, est indispensable dans le cas de chapes de mortier, de dallage en béton armé ou de dallettes posées à sec, pour limiter les risques de désordres sur l'étanchéité, dus aux mouvements alternés de la protection.

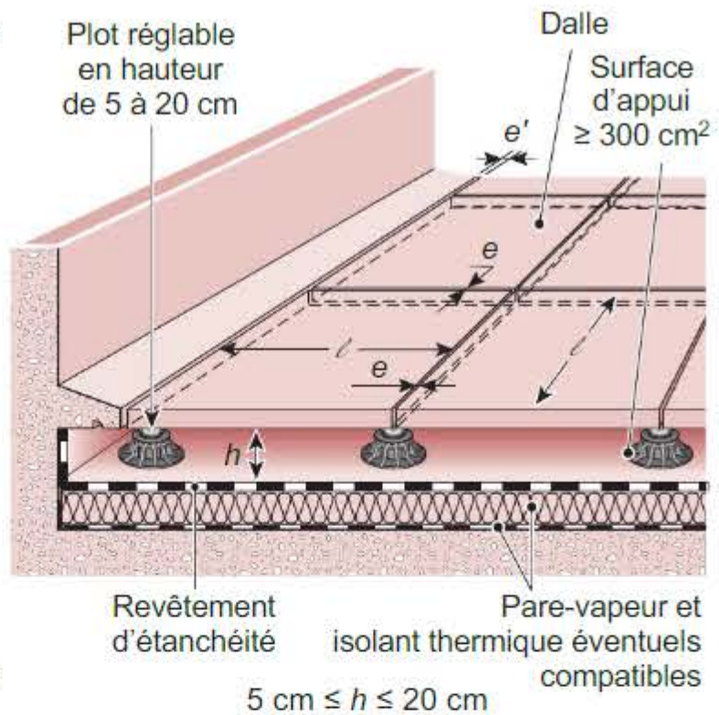
Soumises aux variations climatiques et aux chocs thermiques, les protections en mortier ou en béton nécessitent un fractionnement périmétrique et en partie courante.



Protection lourde par couche de gravillons (terrasse inaccessible)



Protection par dalle fractionnée en béton coulé sur place (terrasse accessible aux piétons)



5 cm ≤ *h* ≤ 20 cm
ℓ ≥ 0,40 m (partie courante)
0,3 cm ≤ *e* ≤ 0,5 cm (partie courante)
1 cm ≤ *e'* ≤ 1,5 cm (périphérie)

Protection par dalles sur plots (terrasse accessible au public)

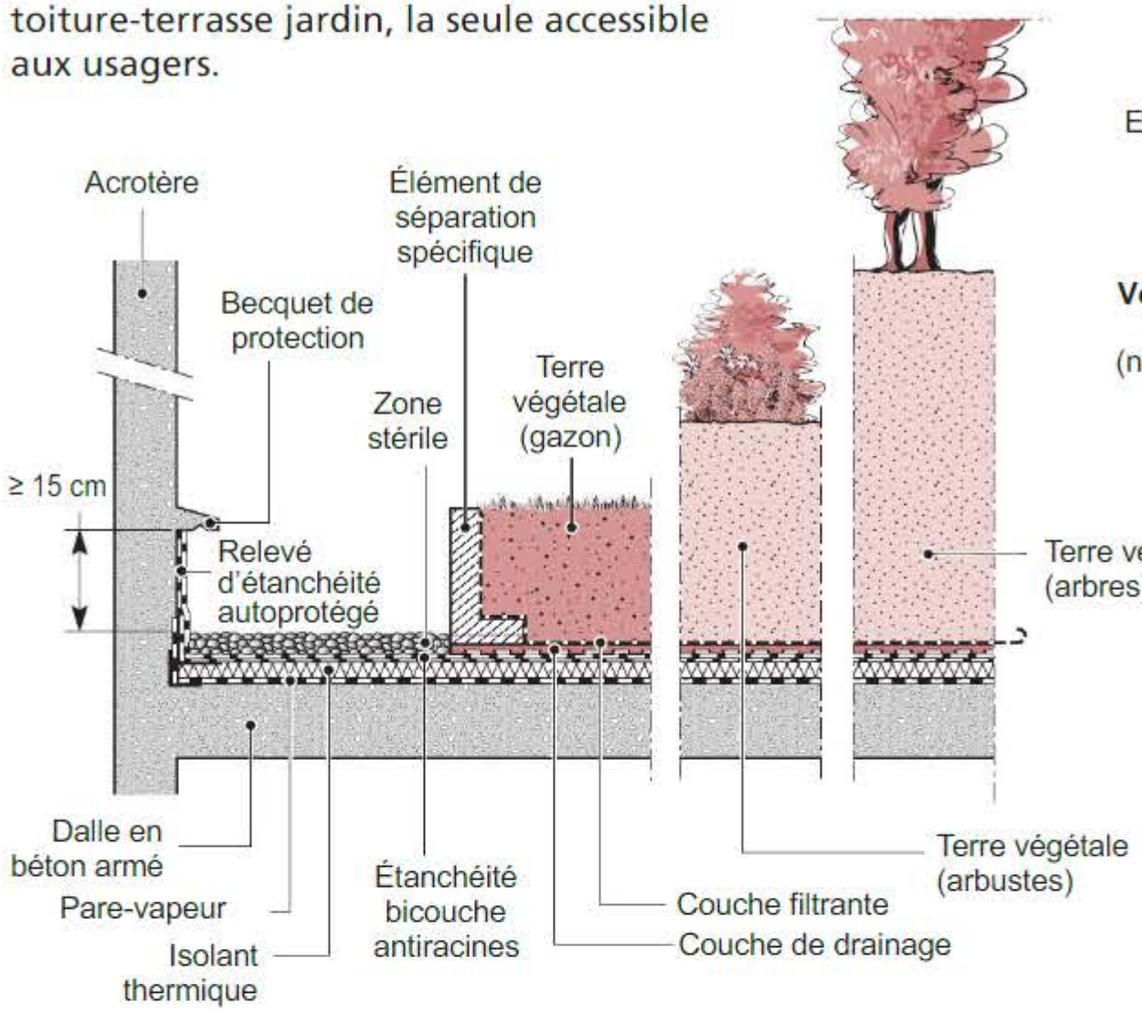
a Exemples de protections rapportées

Toitures-terrasses jardins et végétalisées

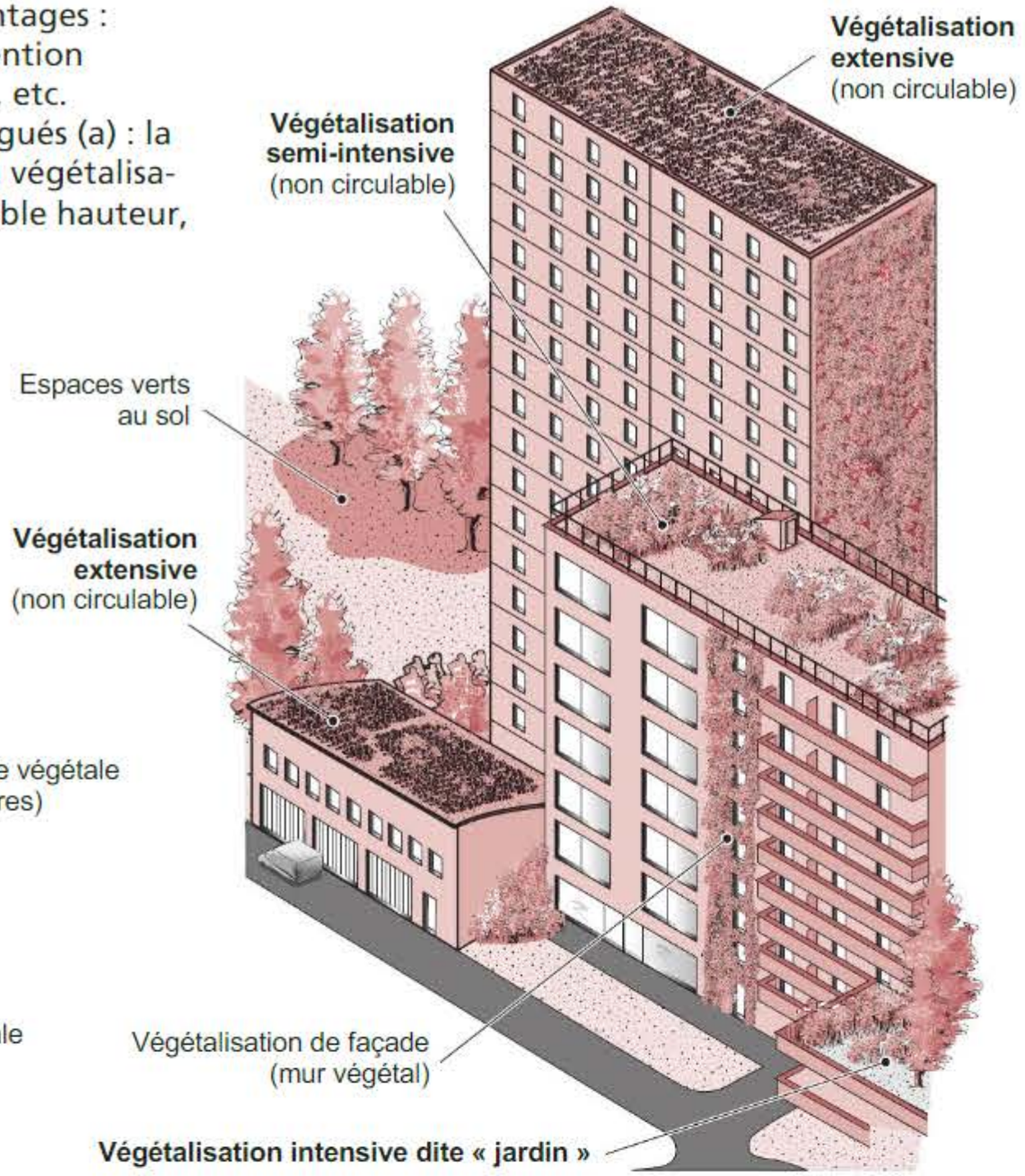
13

13.01 Typologie de la végétalisation des toitures-terrasses

Les toitures-terrasses végétalisées présentent de nombreux avantages : isolation acoustique, isolation thermique, participation à la rétention temporaire des eaux pluviales, intérêt écologique et esthétique, etc. Trois types de végétalisation des terrasses et toitures sont distingués (a) : la végétalisation extensive qui forme un simple couvert végétal, la végétalisation semi-intensive qui forme un espace végétal paysager de faible hauteur, et la végétalisation intensive aussi appelée toiture-terrasse jardin, la seule accessible aux usagers.



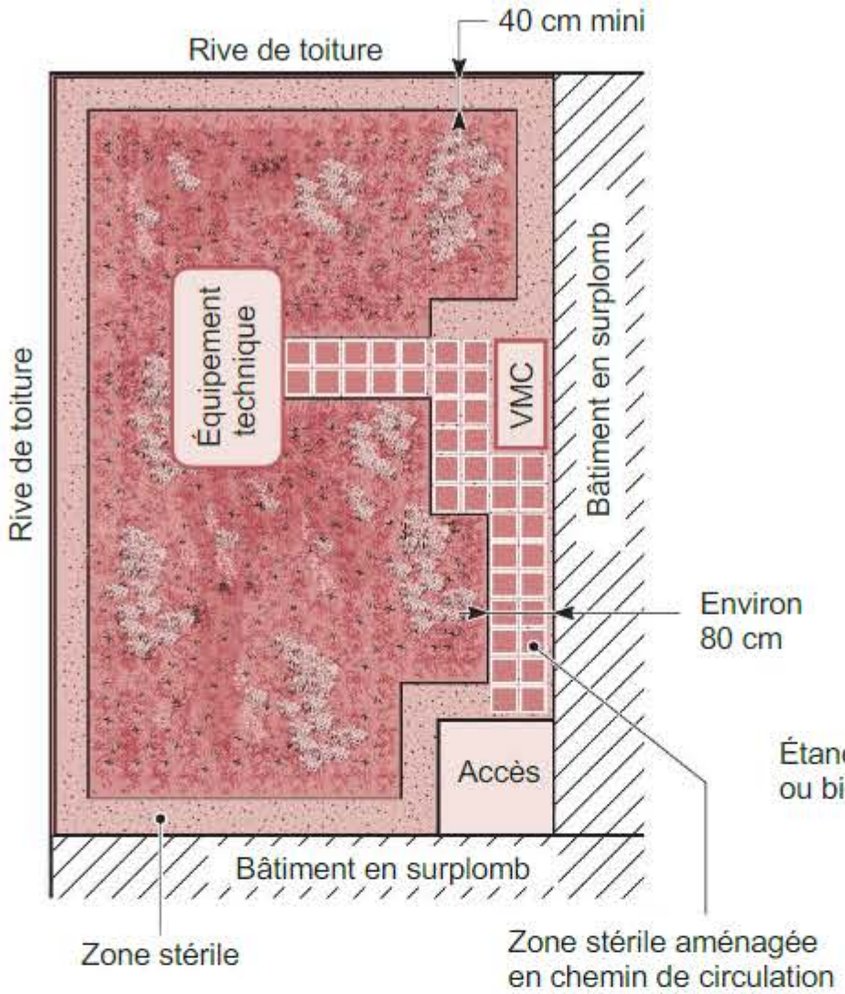
Exemple de végétalisation intensive (toiture-terrasse jardin)



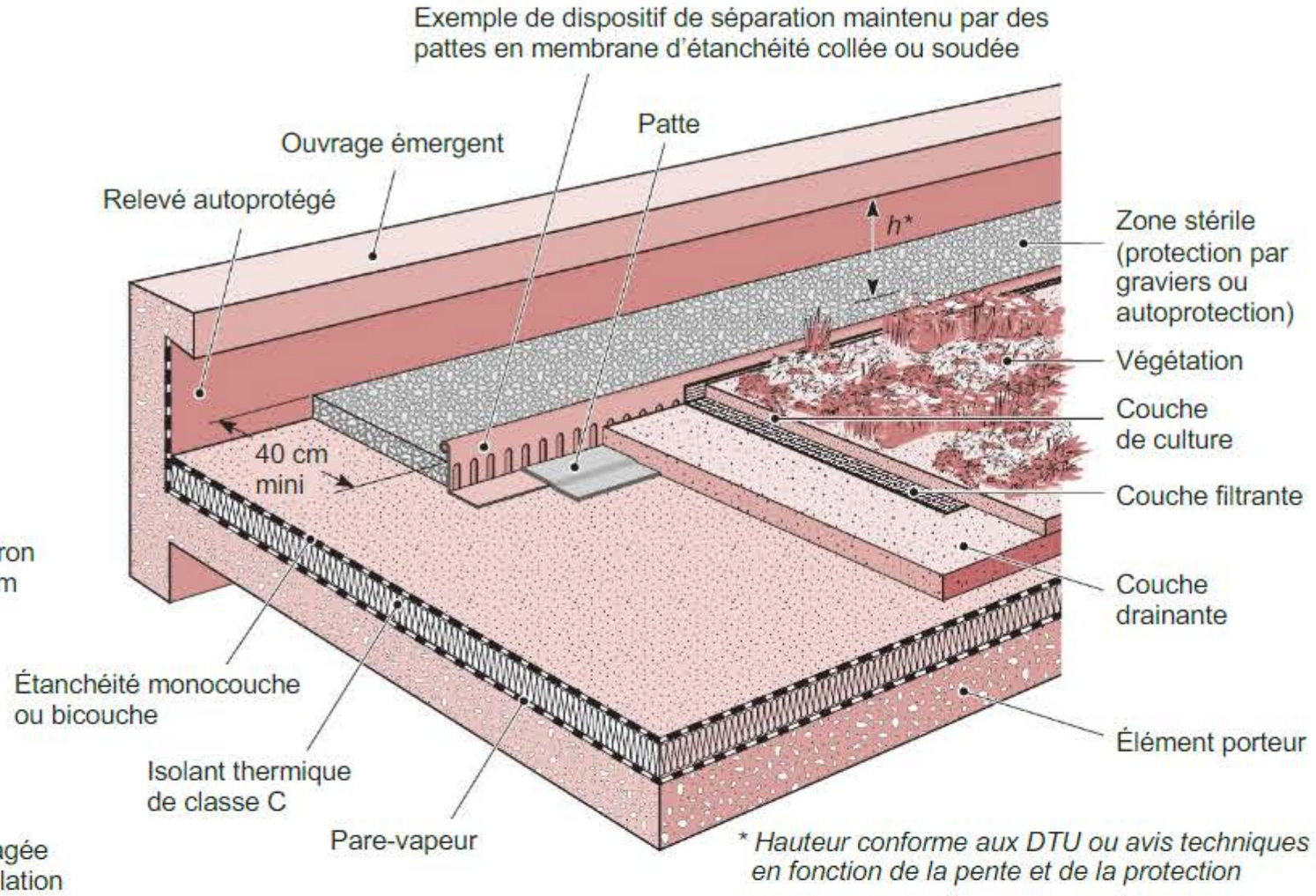
a Trois types de végétation des toitures-terrasses

13.03 Zones de végétalisation et chemins de circulation

L'étude de la végétalisation d'une toiture-terrasse doit prendre en compte le traitement des chemins de circulation et des zones stériles. Il est recommandé de conserver, en périphérie des ouvrages construits et des ouvrages émergents (lanterneaux, cheminées, etc.), une bande non végétalisée d'une largeur de 0,40 m appelée bande stérile, pourvue d'une protection (graviers, dallettes, etc.). Elle permet l'accessibilité des zones sensibles du système d'étanchéité et permet le dégagement des eaux de pluie vers les évacuations pluviales, fréquemment placées aux angles et à la périphérie des terrasses. La zone stérile n'est pas un chemin de circulation. Les chemins de circulation permettent l'accès aux équipements techniques et doivent être dotés d'un revêtement approprié.



a Chemin de circulation indépendant de la zone stérile



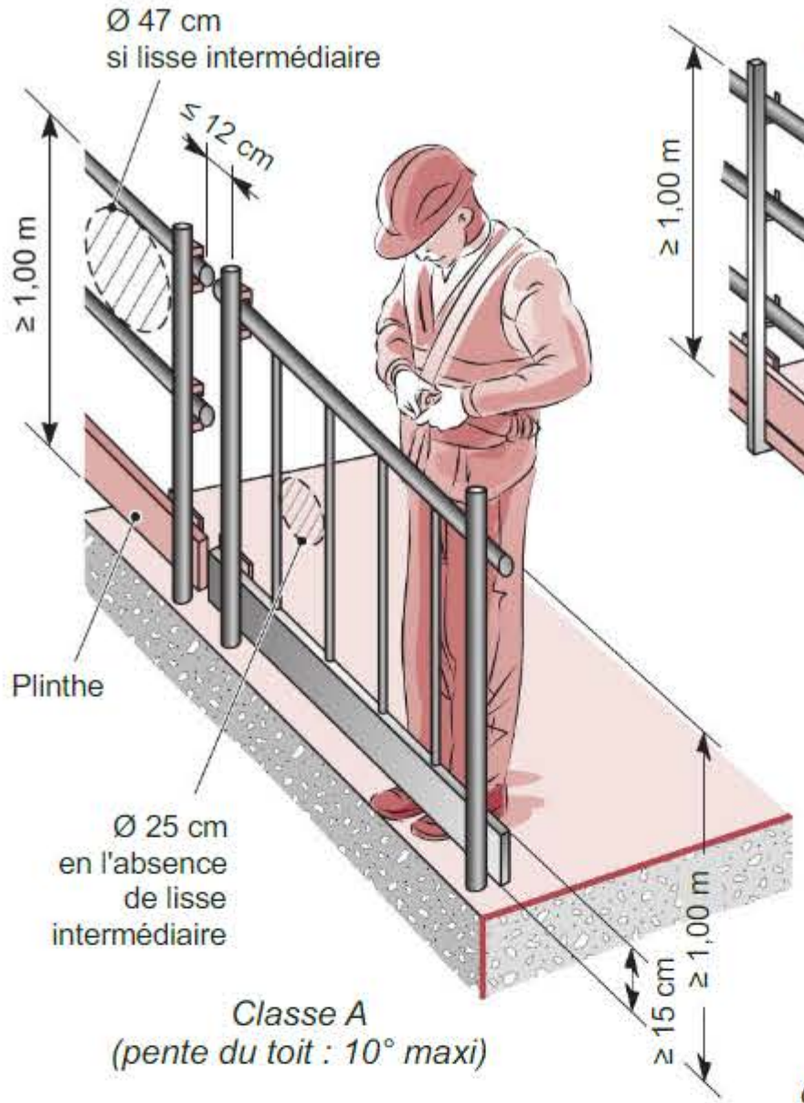
b Traitement de la périphérie avec zone stérile (végétalisation extensive)

Travaux en hauteur 14

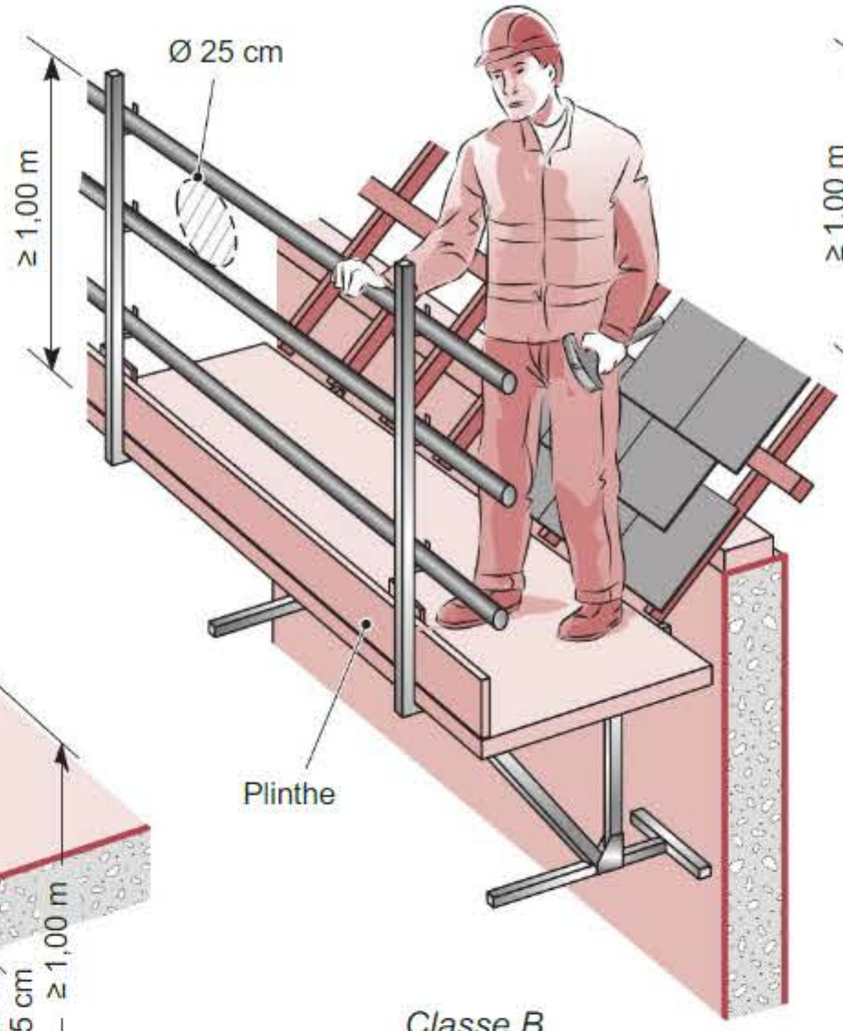
14.02 Garde-corps pour travaux temporaires en hauteur

C. trav., art. R. 4323-59
NF EN 13374
NF EN 1263-1
Références

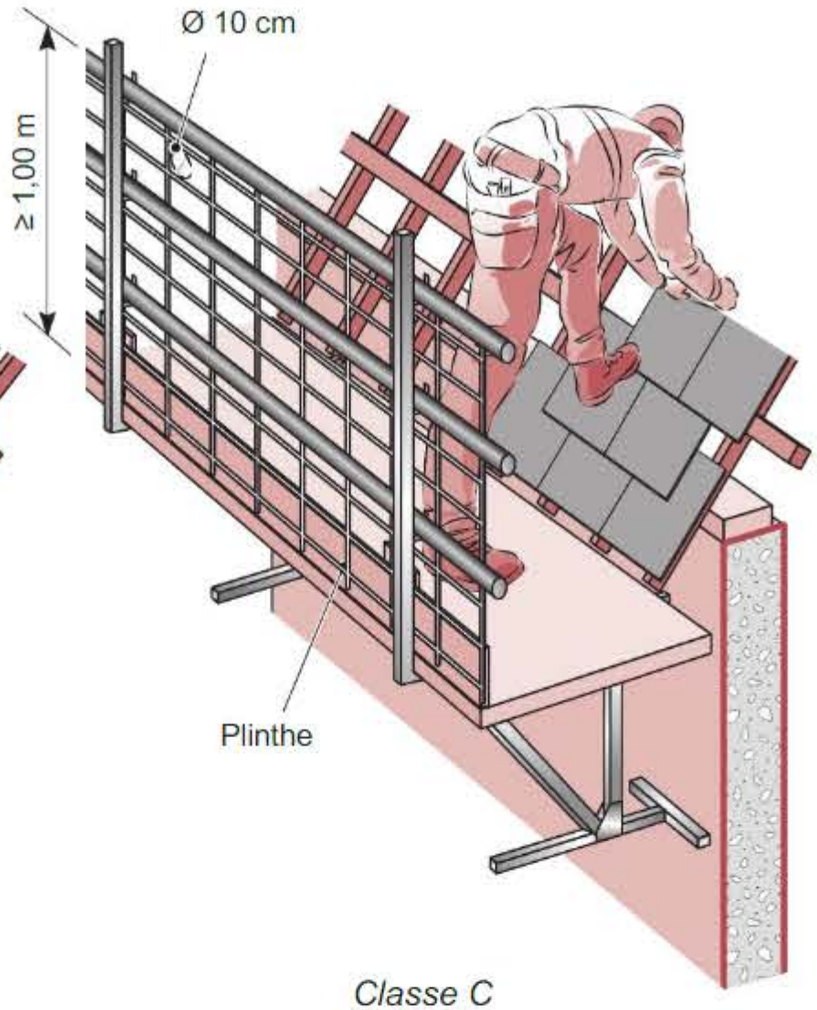
Les garde-corps périphériques temporaires doivent empêcher la chute de personnes et d'objets en périphérie des planchers, des toitures en pente et des toitures-terrasses. 3 classes d'utilisation sont distinguées en fonction de la pente du toit et de la hauteur de chute. Un gabarit indique par classe l'espacement minimal entre les lisses, les baraudages et les mailles des filets de protection.



Classe A
(pente du toit : 10° maxi)



Classe B
(pente du toit : 10 à 30° sans limitation de hauteur de chute et 30 à 60° pour une hauteur de chute inférieure à 2 m)



Classe C
(pente du toit : 30 à 45° sans limitation de hauteur de chute et 45 à 60° pour une hauteur de chute inférieure à 5 m)

Classes des garde-corps pour travaux temporaires en hauteur