

SOMMAIRE

PARTIE 1 : LES COUVERTURES EN TUILES	7
Chapitre 1 : Domaine d'application	9
1. Terminologie et principales lignes et parties du toit	9
Chapitre 2 : Conditions administratives d'exécution	11
1. Documents nécessaires pour l'établissement du projet de toit	11
2. Contraintes réglementaires	11
Chapitre 3 : Types de tuile et principes d'étanchéité	15
1. Tuiles de terre cuite à emboîtement ou à glissement	15
2. Tuiles plates de terre cuite	16
3. Tuiles canal	17
4. Tuiles en béton à glissement et à emboîtement longitudinal	18
5. Tuiles plates en béton	19
Chapitre 4 : Choix du type de tuile et conception du projet de toit	21
1. Codification de mise en œuvre en climat de montagne	21
2. Adaptation des tuiles à la pente de toiture	22
3. Caractéristiques des tuiles et certification de qualité	23
Chapitre 5 : Pentes des couvertures en tuiles	25
1. Pentes des couvertures en tuiles à emboîtement de terre cuite	25
2. Pentes des couvertures en tuiles plates de terre cuite	33
3. Pentes des couvertures en tuiles canal	35
4. Pentes des couvertures en tuiles à emboîtement et à glissement en béton	36
5. Pentes des couvertures de tuiles plates en béton	38
Chapitre 6 : Supports de couvertures en tuiles	39
1. Nature des supports	39
2. Fixation des supports	40
3. Pose et dimensionnement des supports en bois en fonction du type de tuile	40
Chapitre 7 : Pose et fixation des tuiles	45
1. Calepinage de pose de tuiles	45
2. Pose des tuiles	45
3. Fixation des tuiles	47
Chapitre 8 : Points singuliers	55
1. Accessoires pour le traitement des points singuliers	55
2. Égouts	56
3. Faîtages	59
4. Arêtiers	60
5. Noues	62
6. Rives latérales	63
7. Rives de tête sans dépassement de mur (ou faîtage monopente)	65
8. Rives de tête avec dépassement de mur	66
9. Pénétrations continues	66
10. Pénétrations discontinues	69
Chapitre 9 : Sous-toiture	73
1. Protection contre la neige poudreuse	73
2. Isolation des combles ou sous rampant	73
3. Ventilation de la sous-face de la couverture	74
Chapitre 10 : Climatologie applicable aux couvertures en tuiles	77
1. Zones et situations de concomitance vent/pluie	77
2. Régions et sites de vent	78
3. Régions et charges de neige	79
Annexe	83
1. Entretien	83
PARTIE 2 : LES ÉCRANS SOUPLES DE SOUS-TOITURES	85
Chapitre 1 : Généralités	87
1. Le choix d'un écran de sous-toiture	87
2. Un marché en pleine évolution	88
Chapitre 2 : Choix des produits	89
1. Des Avis Techniques à la certification	89
2. Le marquage CE	90
Chapitre 3 : Caractéristiques des écrans souples de sous-toiture	91
1. La résistance au passage d'eau : le classement E	91
2. La perméance à la vapeur d'eau : le classement S	91
3. La résistance mécanique : le classement T	93
4. La stabilité dimensionnelle	94
5. La réglementation incendie	94
6. La réglementation acoustique	94
Chapitre 4 : Fonctions des écrans	95
1. La protection contre la neige et les poussières	95
2. La tenue au vent	95
3. L'amélioration de l'étanchéité	96
4. L'abaissement des pentes minimales	97
5. La protection contre les pénétrations accidentelles	97
6. Le bâchage provisoire	97
7. La protection des isolants	98
8. L'étanchéité à l'air	99

Chapitre 5 : Les différents types d'écrans 101

1. Les écrans bitumineux 101
2. Les écrans synthétiques microperforés 101
3. Les écrans multicouches/textiles..... 101
4. Les écrans réfléchissants (simple couche)..... 101
5. Les écrans hautement perméables
à la vapeur d'eau (HPV) 102
6. Les écrans HPV réfléchissants 103

Chapitre 6 : La mise en œuvre des écrans 107

1. La sécurité..... 107
2. Les supports 108
3. Le principe de pose 115
4. Le recouvrement des lés..... 116
5. La ventilation..... 117
6. La position et l'épaisseur des lames d'air ventilées..... 117
7. La section et l'emplacement des orifices de ventilation... 122
8. Le contre-lattage 125
9. L'étanchéité à l'air 127
10. Les pare-vapeur 128

Chapitre 7 : Traitement des points singuliers 129

1. L'égout 129
2. Les rives 136
3. Les faitages et les arêtières 136
4. Les noues 139
5. Les pénétrations..... 141

Chapitre 8 : Entretien et réparation des désordres . . . 145

1. L'entretien des écrans 145
2. Les désordres et leurs réparations 145

RÉGLEMENTATION, NORMES ET**AUTRES DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE 151****Chapitre 1 : Les couvertures en tuiles. 153**

1. DTU-Règles de calcul 153
2. NF DTU - Normes..... 153
3. DTU..... 153
4. Cahiers de Prescriptions Techniques..... 154
5. Normes..... 154
6. Autres documents de référence..... 154
7. Coordonnées des organismes..... 155

Chapitre 2 : Les écrans souples de sous-toitures . . . 157

1. Normes..... 157
2. DTU - Normes de mise en œuvre 157
3. Cahier de prescriptions techniques..... 158

GLOSSAIRE 159

4.2. Tuiles planes en béton à glissement et à emboîtement longitudinal

Les tuiles planes en béton à glissement et à emboîtement longitudinal sont caractérisées par un aspect plat de leur extradors qui donne à la couverture un aspect d'ensemble voisin de celui des couvertures en tuiles plates. Les tuiles planes comportent des emboîtements longitudinaux situés en dessous du plan d'écoulement de l'eau sur l'extrados des tuiles. Cette conception permet d'obtenir l'étanchéité de la toiture pour des pentes sensiblement supérieures à celles de couvertures en tuiles à relief en béton, et pour une pose uniquement à joints longitudinaux décalés.

Dispositif d'emboîtement longitudinal en dessous du plan d'écoulement

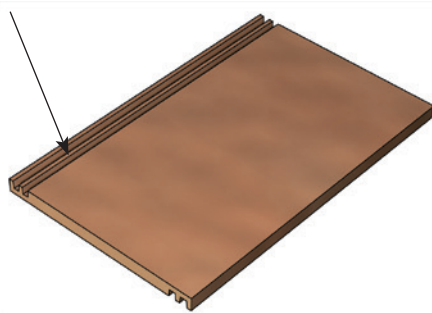


Figure 12 : Tuile plane en béton à glissement et à emboîtement longitudinal

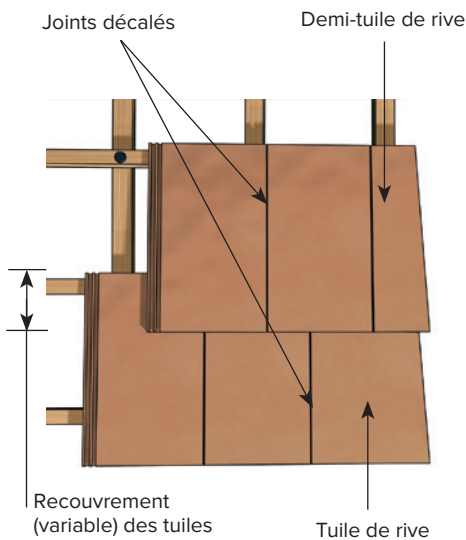


Figure 13 : Pose à joints croisés des tuiles planes en béton

5. Tuiles plates en béton

Les tuiles plates en béton sont généralement de forme rectangulaire. Elles comportent en sous-face un ou deux tenons destinés à l'accrochage des tuiles sur les liteaux.



Figure 14 : Tuile plate en béton (exemple)

Le principe d'étanchéité d'une couverture de tuiles plates en béton est identique à celui exposé précédemment pour les tuiles plates de terre cuite. Il repose sur le recouvrement des rangs consécutifs de façon à ce que chaque tuile soit recouverte par deux autres tuiles. Chaque tuile comporte ainsi trois zones :

- le **pureau** (apparent), ou partie visible de la tuile en œuvre ;
- le **faux pureau** (ou pureau caché), qui ne reçoit l'eau qu'à la liaison des deux tuiles du rang supérieur ;
- le **recouvrement**, partie supérieure de la tuile qui empêche la pénétration de l'eau.

En outre, chaque rang de tuile présente un décalage d'une demi-tuile par rapport aux rangs inférieur et supérieur, ce qui implique l'emploi de demi-tuiles en rives.

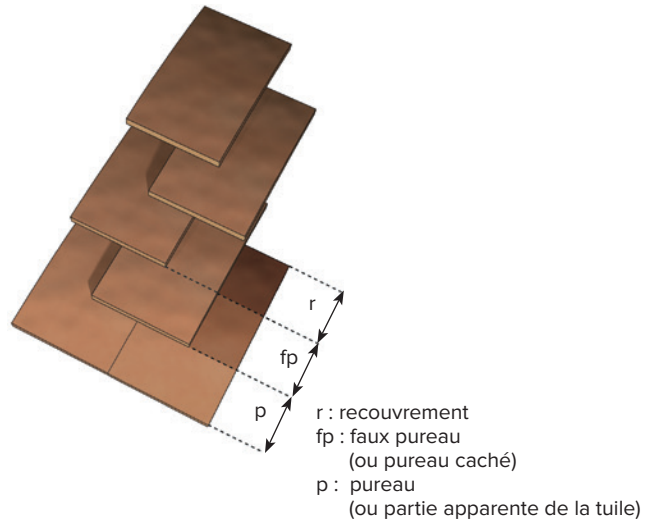


Figure 15 : Principe d'étanchéité d'une couverture en tuiles plates

■ Pose avec écran

DTU 40.23, tableau 2

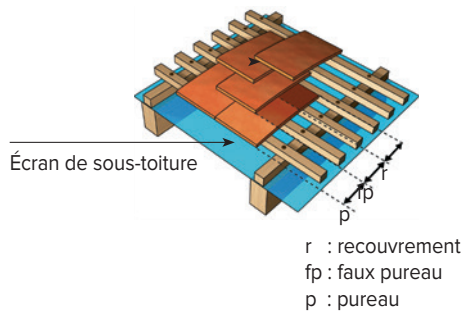


Figure 10 : Tuiles plates de terre cuite, pose avec écran

Tableau 10 : Emploi admis et recouvrement, cas des tuiles plates – Pose avec écran

Pentes valables pour les rampants de longueur maximale de 8 m (en projection horizontale)									
Pente de couverture	Zone I ⁽¹⁾			Zone II ⁽¹⁾			Zone III ⁽¹⁾		
	Situation ⁽¹⁾			Situation ⁽¹⁾			Situation ⁽¹⁾		
	Protégée	Normale	Exposée	Protégée	Normale	Exposée	Protégée	Normale	Exposée
60 %	8 cm			8 cm					
65 %	8 cm			8 cm					
70 %	7 cm	8 cm		7 cm			9 cm		
75 %	7 cm	8 cm		7 cm			9 cm		
80 %	7 cm	7 cm		7 cm	8 cm		8 cm		
85 %	7 cm	7 cm	8 cm	7 cm	7 cm		8 cm	9 cm	
90 %	7 cm	7 cm	8 cm	7 cm	7 cm		8 cm	9 cm	
95 %	7 cm	7 cm	7 cm	7 cm	7 cm	8 cm	8 cm	8 cm	
100 %	7 cm	7 cm	7 cm	7 cm	7 cm	8 cm	8 cm	8 cm	9 cm
105 %	7 cm	7 cm	7 cm	7 cm	7 cm	7 cm	8 cm	8 cm	9 cm
≥ 110 %	7 cm	7 cm	7 cm	7 cm	7 cm	7 cm	8 cm	8 cm	8 cm

1. Les zones et situations de concomitance vent/pluie sont définies dans le chapitre 10.

■ Emploi admis et recouvrement « r » ≥ 7 cm
 ■ Emploi admis et recouvrement « r » ≥ 8 cm
■ Emploi admis et recouvrement « r » ≥ 9 cm
 Emploi non admis

Généralement, le support continu est en bois massif et il peut être constitué selon deux techniques :

- supports en voliges frises et planches avec pose dite jointive (écartement à la pose entre éléments compris entre 5 et 10 mm) ;
- supports en plancher rainé-bouveté.

Les éléments de bois doivent reposer sur 3 appuis au moins en partie courante et doivent être fixés sur chaque appui. Les fixations sont disposées à raison de 2 pour les largeurs de support inférieures ou égales à 105 mm et 3 pour les largeurs supérieures.

Dimensions des supports de tuiles canal continus en bois

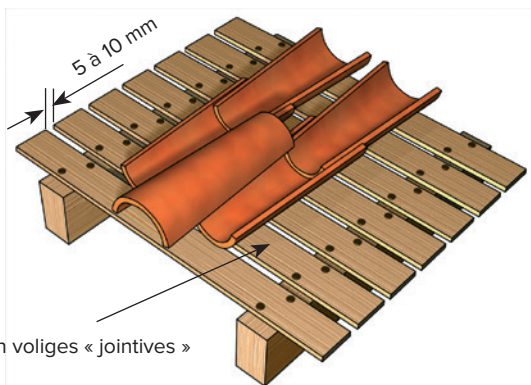


Figure 7 : Pose des tuiles canal de terre cuite sur support en voliges « jointives »

Tableau 3 : Pose et dimensionnement des supports en voliges, frises ou planches jointives, cas des tuiles canal de terre cuite

Dimensions des supports en voliges, frises ou planches jointives				
Épaisseur des voliges, frises ou planches (mm)	Entraxe maximal (m) des appuis en fonction de la charge équivalente (daN/m ²) ⁽¹⁾			
	100	150	200	250
15	0,90		0,85	0,80
18	1,20	1,10	1,00	0,95
22	1,20		1,15	
25	1,20			

1. Charge équivalente répartie = (poids propre des tuiles et de leur support x 1,5) + (charge de neige normale).

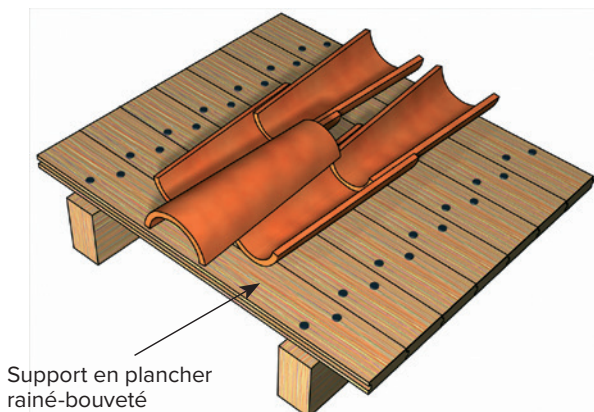


Figure 8 : Pose des tuiles canal de terre cuite sur support en plancher rainé-bouveté

Tableau 4 : Pose et dimensionnement des supports en plancher rainé-bouveté, cas des tuiles canal de terre cuite

Dimensions des supports en plancher rainé-bouveté				
Épaisseur des lames à plancher (mm)	Entraxe maximal (m) des appuis en fonction de la charge équivalente (daN/m ²) ⁽¹⁾			
	100	150	200	250
22/23	1,20			1,15
29/30	2,00	1,85	1,65	1,50
33/35	2,40	2,10	1,90	1,75
40	2,80	2,50	2,20	2,00

1. Charge équivalente répartie = (poids propre des tuiles et de leur support x 1,5) + (charge de neige normale).

Autres supports continus

Il s'agit des supports en panneaux dérivés du bois, en maçonnerie ou en terre cuite, évoqués précédemment dans ce chapitre (voir paragr. 1.3). Il convient de se reporter au DTU 40.22 pour leur utilisation.

La pose directe des tuiles sur panneau à base de bois n'est pas admise. On utilise dans ce cas des liteaux parallèles à la ligne de plus grande pente et sur lesquels reposent les tuiles de courant. Les dimensions de ces liteaux sont choisies en fonction de la géométrie des tuiles de façon à ce qu'il subsiste un espace minimal de 2 cm entre la tuile et le panneau support (voir paragr. 2.3).

Tuiles canal posées sur support discontinu Supports discontinus parallèles à la ligne de plus grande pente

Le support est constitué par un chevronnage de section triangulaire ou trapézoïdale disposé suivant la ligne de pente et sur lequel reposent les tuiles de dessous (dites tuiles de courant). L'entraxe de pose de ces supports est fonction de leur géométrie et de celle des tuiles supportées. Il doit permettre un espace de 2 à 5 cm entre deux tuiles de courant voisines, au droit de la partie la plus large.

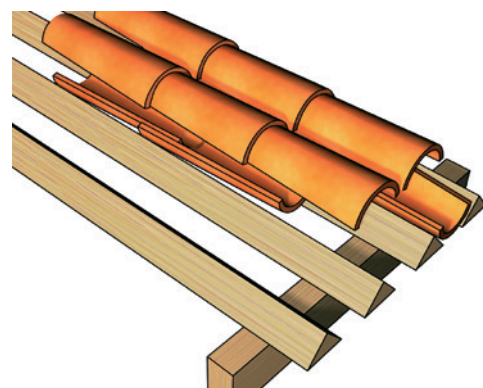


Figure 9 : Support discontinu parallèle à la ligne de plus grande pente pour tuiles canal

3. Faîtages

3.1. Faîtages droits « à sec »

La technique des faîtages « à sec » s'applique à l'ensemble des couvertures en tuiles, sauf dans le cas des couvertures en tuiles canal pour lesquelles elle est peu répandue et nécessite des accessoires particuliers (tuiles spéciales ou closoirs spécifiques).

Dans le cas des tuiles de terre cuite à emboîtement, les faîtages « à sec » peuvent être réalisés à partir d'éléments spécifiques (tuile de sous-faîtière et tuile faîtière adaptée) lorsque ceux-ci sont disponibles dans la gamme des accessoires du modèle de tuile.

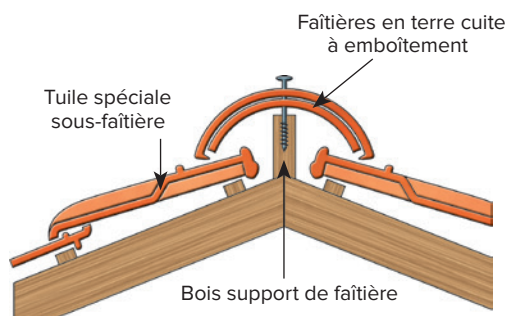


Figure 8 : Exemple de faîtière à sec pour tuiles à emboîtement en terre cuite avec emploi de tuile spéciale sous-faîtière

Pour les tuiles à emboîtements (de terre cuite et en béton) et dans certains cas pour les tuiles plates (de terre cuite ou en béton), les faîtages à sec peuvent également être réalisés à partir de closoirs de faîtages (ventilés ou non) recouverts par une faîtière en terre cuite ou en béton. Dans les deux cas, un support complémentaire en bois doit être placé au faîtière et fixé à la charpente pour permettre la fixation de la faîtière.

OBSERVATION

La technique de faîtière « à sec » permet de réaliser la ventilation continue de la sous-face de couverture en faîtière. Elle simplifie la pose et permet de supporter de légers mouvements du support.

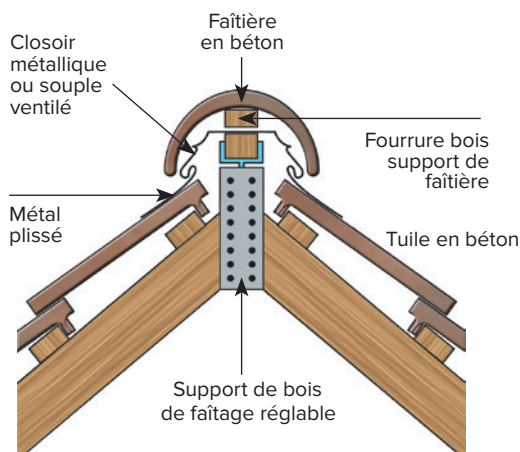


Figure 9 : Exemple de faîtière à sec pour tuiles à emboîtement et à glissement en béton avec emploi d'un closoir ventilé de faîtière

La ligne de faîte est recouverte de pièces en terre cuite ou en béton dites « faîtières ». Les abouts de faîtière doivent être obturés, généralement par des pièces spéciales dites « abouts de faîtière ». Dans le cas des faîtages à sec, on préférera avoir recours aux faîtières à emboîtement ou à glissement (avec interposition d'un complément d'étanchéité dans ce cas) qui permettent un montage à sec.

Le recouvrement des faîtières se fait dans le sens opposé à celui des vents de pluie dominants et les faîtières sont fixées de façon mécanique, par clouage, tirefonnage ou pannetonnage.

3.2. Faîtages scellés

La technique des faîtages scellés s'applique à tous les types de couvertures en tuiles de terre cuite ou en béton.

■ Tuiles à emboîtement et/ou à glissement de terre cuite et en béton

Le joint entre les tuiles et les faîtières, ainsi que le joint entre faîtières lorsqu'elles sont à recouvrement, est réalisé à l'aide de mortier.

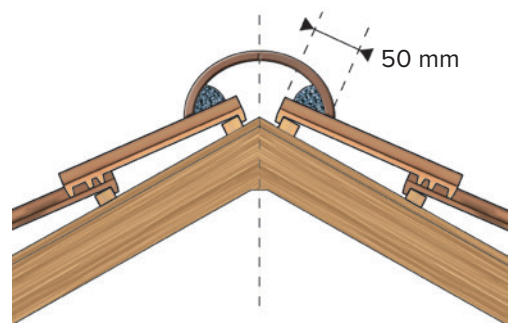
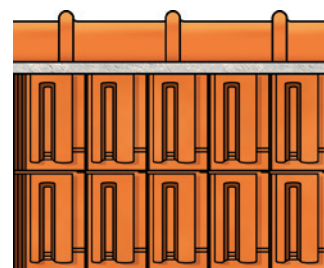
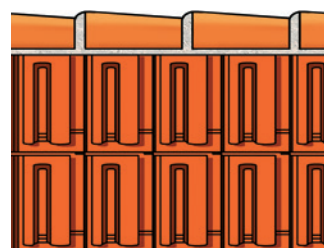


Figure 10 : Exemple de faîtière scellée avec tuiles à emboîtement et à glissement en béton



Avec faîtières à emboîtement



Avec faîtières à recouvrement et jointoiment au mortier de chaux ou mortier bâtard

Figure 11 : Exemples de faîtages scellés avec tuiles à emboîtement de terre cuite

10. Pénétrations discontinues

Les pénétrations discontinues sont des ouvrages isolés à l'intérieur de la surface de la couverture : souches de cheminées, fenêtres de toit, lanternes, etc.

10.1. Souches de cheminées

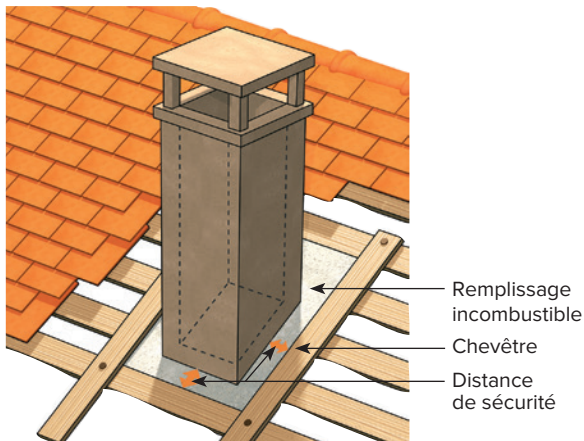


Figure 45 : Distance de sécurité du conduit de cheminée

ATTENTION

La distance minimale entre les matériaux combustibles (bois, ...) et la paroi extérieure du conduit de fumée (appelée « distance de sécurité ») doit respecter les valeurs minimales prescrites par la norme NF DTU 24.1 (voir également le guide pratique « Construction d'une cheminée » édité par le CSTB).

■ Tuiles à emboîtement et/ou à glissement, de terre cuite et en béton

ATTENTION

Dans la pratique, les raccordements de souche de cheminée avec des couvertures en tuiles à emboîtement et/ou à glissement (de terre cuite ou en béton) sont souvent traités à l'aide de mortier sur les quatre côtés (parfois avec une garniture métallique rapportée en amont). Cette technique n'est pas décrite dans les DTU des tuiles à emboîtement et/ou à glissement, ni dans ceux relatifs aux tuiles plates. Dans le cas des tuiles à emboîtement et/ou à glissement (de même que dans celui des tuiles plates), ce principe de finition ne présente pas une durabilité comparable aux raccordements par façonnés métalliques du fait des risques de fissuration et autres dégradations.

Le principe de raccordement sur le devant de l'ouvrage s'apparente à celui déjà décrit au paragraphe 8 « Rives de tête avec dépassement de mur ». Sur les côtés, il s'apparente à celui du paragraphe 9.1 « Rives latérales contre mur ».

Sur la partie amont de l'ouvrage, on réalise un derrière indépendant en métal sur forme de pente (ou besace) ou un chéneau.

Les figures suivantes illustrent, selon le type de tuiles (à relief ou profilées et à pureau plat ou planes), les détails des raccordements des pénétrations discontinues.

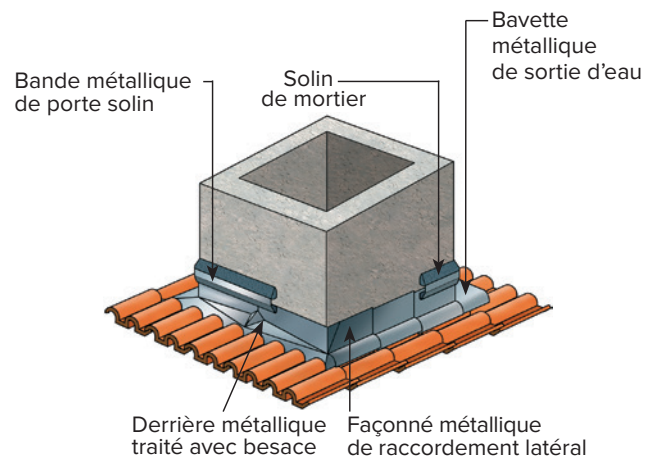


Figure 46 : Souche de cheminée sur tuiles profilées en béton (ou à emboîtement à relief en terre cuite) avec derrière traité en besace

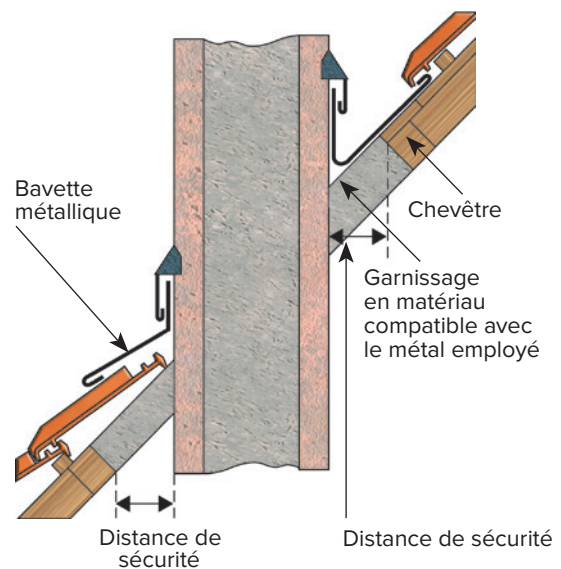


Figure 47 : Souche de cheminée sur tuiles à emboîtement à relief en terre cuite (ou profilée en béton) avec derrière traité en chéneau

OBSERVATION

Les écrans souples de sous-toiture existaient bien avant la tempête de décembre 1999 mais c'est à cette occasion que les professionnels, comme les particuliers, ont constaté que les couvertures posées sur un écran avaient subi beaucoup moins de sinistres que les autres. Cette prise de conscience a provoqué un développement significatif du marché français des écrans souples de sous-toiture.

3. L'amélioration de l'étanchéité

La présence d'un écran de sous-toiture modifie les phénomènes de pression/dépression de part et d'autre de la couverture. En diminuant la pression sous la couverture, l'écran de sous-toiture renforce l'étanchéité et il réduit les possibilités de pénétration d'eau, notamment lors des fortes concomitances vent/pluie.

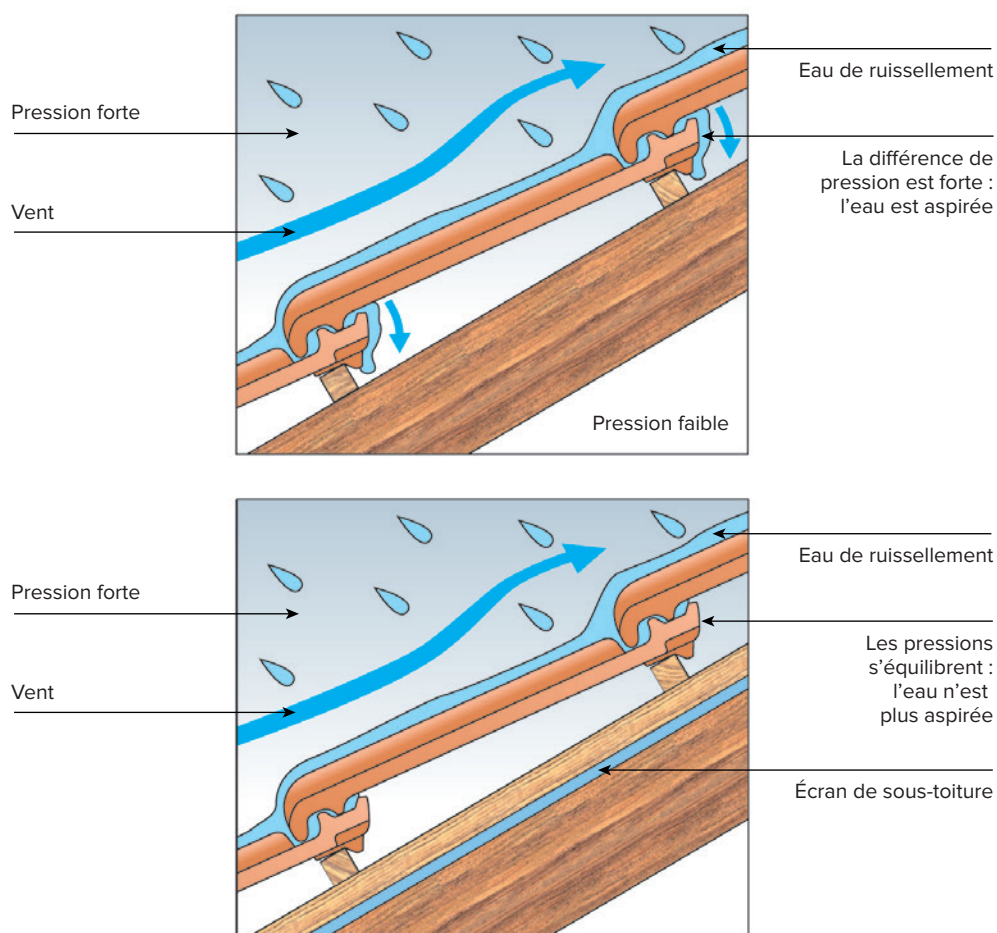


Figure 4 : Concomitance vent/pluie sans écran et avec écran

7.2. Ventilation en sous-face de l'écran de sous-toiture (S_2)

■ Écran de sous-toiture non HPV

La lame d'air, obligatoire en dessous de l'écran, est ventilée par des orifices placés à l'égout et au faîtage. La section totale, entrées et sorties des orifices de ventilation de cette lame d'air est définie dans les DTU, les Avis Techniques ou les DTA. Ces orifices qui ventilent la lame d'air située sous l'écran de sous-toiture, entre l'écran et l'isolant, doivent avoir, au total, une section dont la valeur est pour une couverture en tuiles :

$S_2 = 1/3\ 000$ de la surface projetée de la couverture (en m^2).

Pour une couverture à deux versants identiques d'une surface totale de $120\ m^2$ en projection horizontale, la section des orifices de ventilation devra être de :

$S_2 = 120\ m^2 / 3\ 000 = 400\ cm^2$.

Avec ce type d'écran, la surface des orifices de ventilation demeure la même qu'elle que soit la position de l'isolant. Les orifices sont répartis de façon équitable sur chaque versant, pour moitié en partie basse du versant, près de l'égout et pour moitié en partie haute, au voisinage du faîtage.

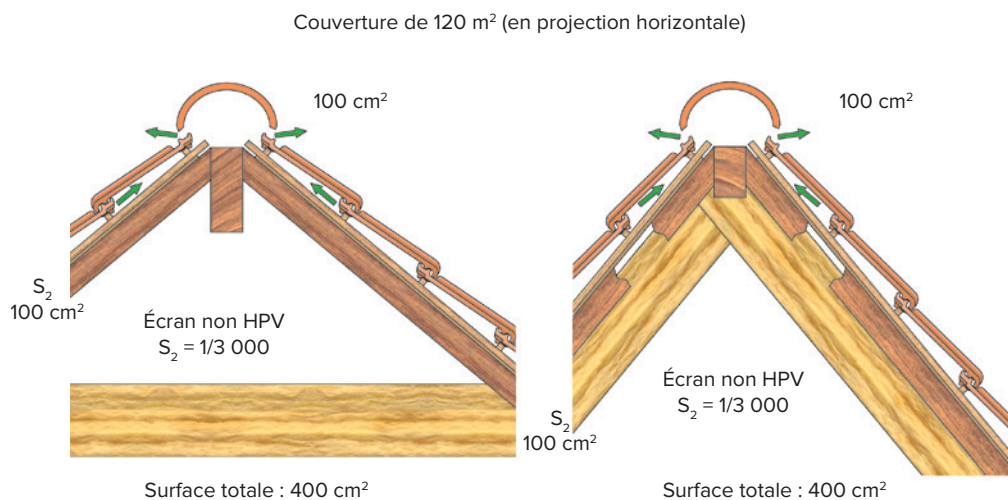


Figure 30 : Surface des orifices pour ventiler sous un écran (non HPV)

OBSERVATION

Pour une couverture en ardoises :

- $S_2 = 1/500$ de la surface projetée de la couverture (en m^2), pour les cas courants ;
- $S_2 = 1/1\ 200$ de la surface projetée de la couverture (en m^2), pour les zones très froides (d'altitude supérieure à $600\ m$ situées en zone H1).

ATTENTION

Lorsque la ventilation s'effectue par des chatières, il faut toujours veiller à mettre en relation les orifices de ventilation avec les espaces qu'ils doivent ventiler : le comble, si l'isolant est sur le plancher ou la lame d'air, entre l'écran et l'isolant, lorsque l'isolant est posée sous les rampants.

■ Ventilation par des ouvertures ou des fentes sous le débord de toiture

Lorsqu'il existe un débord de toit, il est possible de réaliser des perforations en sous-face pour en faire des orifices de ventilation. Ces trous, d'une surface conforme aux prescriptions des DTU, doivent être obturés par un dispositif bloquant le passage des nuisibles (grille ou grillage fin).

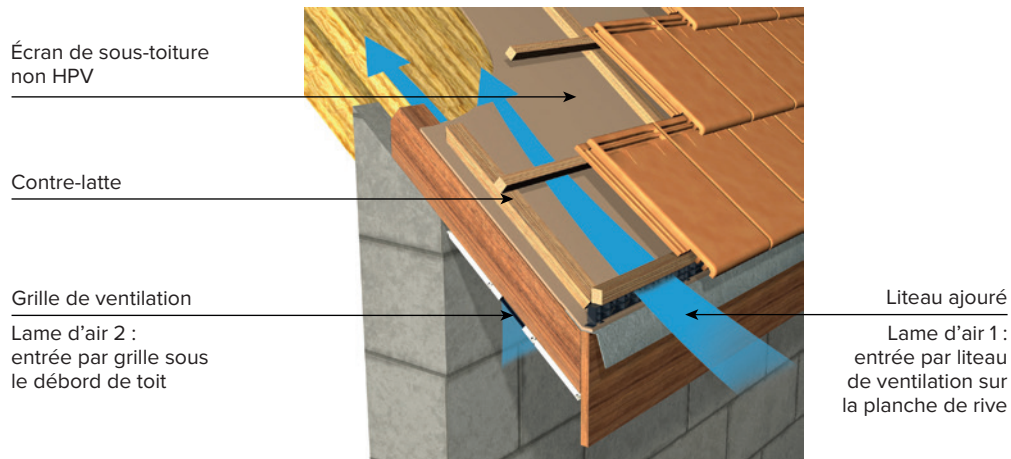


Figure 14 : Orifice de ventilation avec grille sous le débord de toit

La ventilation en sous-face d'un écran non HPV peut s'effectuer par des grilles de ventilation disposées sous la saillie de toit.

■ Ventilation par des ouvertures ou des fentes sur la planche de rive

Cette technique n'est qu'une variante de la précédente.

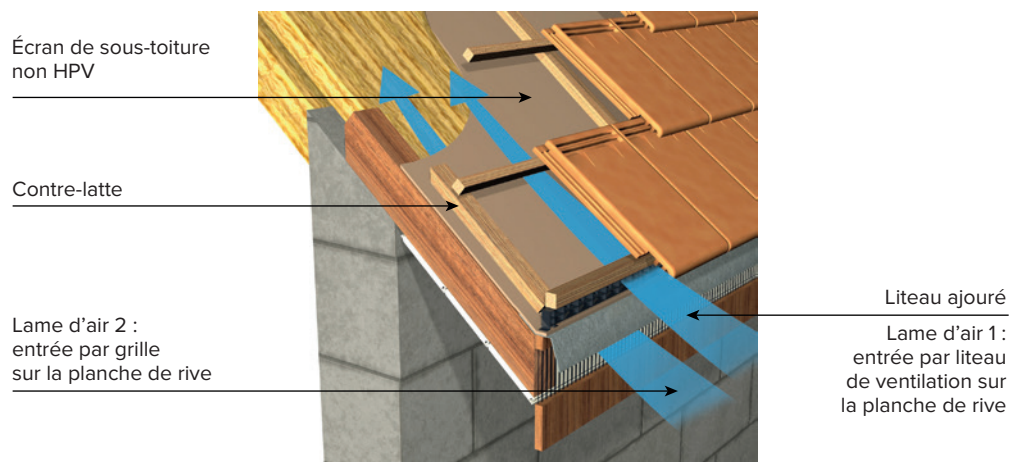


Figure 15 : Ventilation avec grille sur la planche de rive