

# Toitures en ardoises

Conception et exécution  
des ouvrages de raccord



n° 219

2001

Note d'information  
technique

Après plus d'un demi-siècle d'existence, le Centre scientifique et technique de la construction fait désormais place à Buildwise.

Ce nouveau nom porte en lui une orientation nouvelle, davantage axée sur l'innovation, sur la collaboration et sur une approche pluridisciplinaire plus intégrée.

## Pourquoi cette transformation?

### **Votre centre de recherche devient centre d'innovation**

Fort des connaissances qu'il a acquises au fil des années, Buildwise s'est imposé comme le centre de référence et d'expertise du secteur de la construction. Buildwise se tient aux côtés de tous les acteurs impliqués dans l'acte de bâtir. Notre objectif ? Transmettre des connaissances qui améliorent réellement la qualité, la productivité et la durabilité, et ouvrir la voie à l'innovation sur chantier et dans l'entreprise.

### **Dynamiser le partage des connaissances et les interconnexions**

Compte tenu de la grande complexité et de la forte fragmentation du processus de construction, Buildwise se doit de renforcer son rôle fédérateur. Nous ne pourrions relever les défis sectoriels et sociétaux qu'en mobilisant le secteur tout entier et en repensant nos modèles d'entreprise et notre façon de collaborer.

### **De la multidisciplinarité à la transdisciplinarité**

Notre spécificité tient à notre approche pragmatique et multidisciplinaire. Pour trouver des solutions solides, il faut une stratégie globale et intégrée. C'est pourquoi nos ambitions s'articulent autour de trois piliers : les technologies numériques, la durabilité et le métier (représenté par les entrepreneurs au sein des Comités techniques).



## Une stratégie ambitieuse pour l'avenir

Buildwise a pour mission d'aider les professionnels de la construction à améliorer la qualité, la productivité et la durabilité et d'ouvrir la voie à l'innovation sur les chantiers et dans les entreprises de construction. Pour ce faire, nous recourons à une approche globale et intégrée et prenons en compte les besoins de tous les corps de métier.

**Plus d'informations sur [buildwise.be](https://www.buildwise.be)**

# CSTC

UNE ÉDITION DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION



NOTE D'INFORMATION  
TECHNIQUE **219**

## TOITURES EN ARDOISES CONCEPTION ET EXÉCUTION DES OUVRAGES DE RACCORD

Mars 2001

# TOITURES EN ARDOISES

## CONCEPTION ET EXÉCUTION DES OUVRAGES DE RACCORD

La présente Note d'information technique a été réalisée dans le cadre des activités du Comité technique *Couvertures* du CSTC, d'une part, et de la guidance technologique *Enveloppe du bâtiment*, subsidiée par les Régions, d'autre part.

### Composition du Comité technique *Couvertures*

Président	Ch. Van Eygen, entrepreneur de couverture
Vice-président	M. Van den Bosch, entrepreneur de couverture
Membres	H. Alexandre, G. Bosch, Ph. Crohin, J. Dijkmans, M. Lesenfants, H. Moreels, E. Pauwels, G. Pierrard, D. Raymaekers, J.-M. Tong, G. Welsch, entrepreneurs de couverture
	M. Colemans, directeur de la FBIC
Ingénieur-animateur	F. Dobbels (CSTC), ingénieur-architecte, conseiller de la guidance technologique <i>Enveloppe du bâtiment</i> , subsidiée par les Régions

### Composition du groupe de travail

H. Alexandre, entrepreneur de couverture, qui coordonnait les activités du groupe de travail  
Ph. Crohin, G. Pierrard, E. Wyn, entrepreneurs de couverture  
E. Meert, F. Dobbels, CSTC

### Ont également collaboré à la mise au point de ce document :

B. Dôme (Copper Development Association Benelux), P. Donner (SAMACA), N. Houben (VM Zinc), W. Verbesselt (CSTC), A. Thierens (SVK), L. Spincemaille (Eternit), D. Raymaekers (CSTC).

## CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION

CSTC, établissement reconnu en application de l'arrêté-loi du 30 janvier 1947  
Siège social : Boulevard Poincaré 79 à 1060 Bruxelles



Publication à caractère scientifique visant à faire connaître les résultats des études et recherches menées dans le domaine de la construction en Belgique et à l'étranger.



La reproduction ou la traduction, même partielles, du texte de la présente Note d'information technique n'est autorisée qu'avec le consentement de l'éditeur responsable.

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION</b> .....	4
	1.1 Généralités .....	4
	1.2 Terminologie .....	4
	1.3 Pureau, écartement des liteaux, recouvrement .....	5
	1.4 Aperçu et terminologie des ouvrages de raccord .....	7
<b>2</b>	<b>GOUTTIÈRES</b> .....	8
	2.1 Généralités .....	8
	2.2 Gouttières pendantes .....	8
	2.3 Gouttières ardennaises .....	16
	2.4 Corniches en encorbellement .....	16
	2.5 Chéneau entre deux versants et entre un versant et un mur en élévation .....	16
	2.6 Chéneaux encastrés .....	16
<b>3</b>	<b>ÉGOUTS</b> .....	21
	3.1 Généralités .....	21
	3.2 Égout droit .....	22
	3.3 Égout en tranchis biais .....	23
	3.4 Crochets de service .....	23
<b>4</b>	<b>RIVES LATÉRALES</b> .....	24
	4.1 Rive latérale libre .....	24
	4.2 Rive latérale en butée .....	28
<b>5</b>	<b>RIVES DE TÊTE</b> .....	34
	5.1 Rive de tête libre .....	34
	5.2 Rive de tête en butée .....	34
<b>6</b>	<b>LIGNES DE BRIS</b> .....	35
	6.1 Ligne de bris avec égout débordant .....	35
	6.2 Ligne de bris avec bande métallique .....	35
	6.3 Ligne de bris avec bande métallique et bande de filet .....	35
	6.4 Ligne de bris avec membron .....	35

<b>7</b>	<b>LIGNES DE BRIS (COYAUX)</b> .....	37
	7.1 Généralités .....	37
	7.2 Couverture continue .....	37
	7.3 Couverture continue avec doublis et rang de rencontre .....	37
	7.4 Brisure à bande métallique .....	37
<b>8</b>	<b>ARÊTIERS</b> .....	39
	8.1 Généralités .....	39
	8.2 Arêtiers demi-droits .....	43
	8.3 Arêtiers à ardoises biaises .....	44
	8.4 Arêtiers à la belge .....	48
	8.5 Arêtiers en travers .....	49
	8.6 Arêtiers en bardeli .....	49
	8.7 Arêtiers en lignolet .....	50
	8.8 Arêtiers avec faîtières ou en métal .....	51
<b>9</b>	<b>FAÎTAGES</b> .....	53
	9.1 Généralités .....	53
	9.2 Faîtages avec ardoises en bardeli .....	53
	9.3 Faîtages avec ardoises en lignolet .....	55
	9.4 Faîtages en terre cuite ou en fibre-ciment .....	55
	9.5 Faîtages métalliques .....	59
	9.6 Faîtages décoratifs .....	59
<b>10</b>	<b>NOUES</b> .....	61
	10.1 Noues fermées .....	61
	10.2 Noues ouvertes .....	61
<b>11</b>	<b>PÉNÉTRATIONS</b> .....	63
	11.1 Généralités .....	63
	11.2 Cheminées .....	63
	11.3 Composants de passage préfabriqués .....	65
	11.4 Éléments vitrés .....	65
<b>12</b>	<b>ENTRETIEN</b> .....	69
	<b>ANNEXE 1</b> Dimensions et assemblage des éléments métalliques en toitures .....	70
	<b>ANNEXE 2</b> Pente de l'arêtier et de la noue en fonction des pentes des deux versants : détails des calculs .....	72
	<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	74



# 1 INTRODUCTION

## 1.1 GENERALITES

Cette publication fait suite à la NIT 195 [4] portant sur les principes de conception et de mise en œuvre des toitures en ardoises. Elle illustre, à l'aide d'une série d'exemples, la mise en œuvre des principaux ouvrages de raccord pour la couverture à double recouvrement. D'autres solutions peuvent évidemment être envisagées. Pour la clarté des dessins, l'isolation thermique n'a pas toujours été dessinée.

Les ouvrages de raccord doivent être intégrés dans les toitures d'une manière telle que l'étanchéité de la couverture et la fonction de sous-toiture ne soient pas interrompues. Il est important que l'étanchéité à l'eau et à l'air et la continuité de l'isolation thermique soient assurées.

Différents ouvrages de raccord sont illustrés à la figure 7 (voir § 1.4).

**Fig. 1** Toiture comportant différents raccords et pénétrations.



(Photo : S.P.R.L. Bauters, Bruxelles)

La présente Note d'information technique se limite aux ouvrages de raccord qui concernent directement la couverture en ardoises.

Les travaux spéciaux, comme par exemple :

- ◆ les lucarnes et les chapeaux de gendarme
- ◆ les tours et les flèches
- ◆ les dômes
- ◆ les couvertures en "schuppen" (ardoises spéciales avec coins arrondis)
- ◆ les couvertures décoratives
- ◆ les bardages

ne sont pas abordés dans ce document.

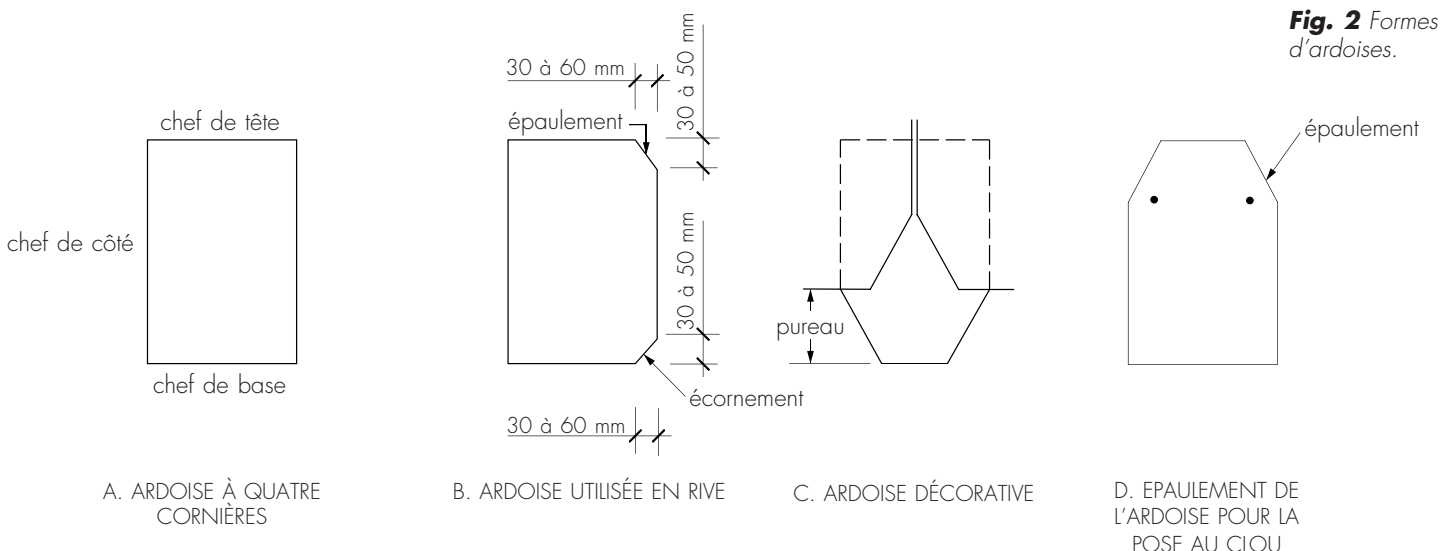
## 1.2 TERMINOLOGIE

Les ardoises livrées sur chantier présentent généralement quatre angles droits (quatre "cornières"). Les formats des ardoises pour la partie courante de la toiture sont traités au § 2.2 de la NIT 195 [4]. Néanmoins, elles peuvent présenter un ou plusieurs coins coupés (en coin droit, arrondi, ...), soit à la demande pour des raisons esthétiques ou techniques, soit pour tirer un meilleur rendement de la pierre.

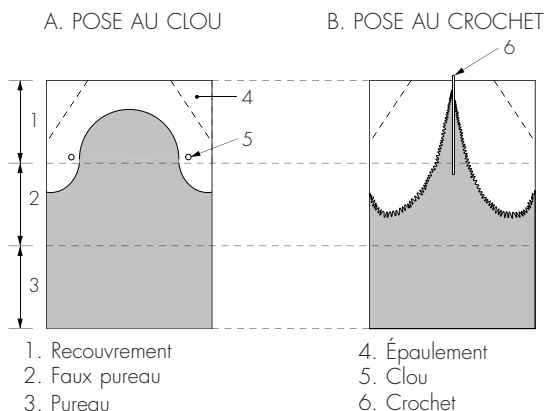
Le coin coupé en haut s'appelle "épaulement", celui coupé en bas s'appelle "écornement".

L'épaulement facilite en particulier la pose au clou, tant lors de la pose proprement dite que lors d'éventuelles réparations :

- ◆ facilité de pose : l'épaulement peut compenser les irrégularités des ardoises et du support



**Fig. 3**  
Épaulement  
par rapport  
au  
mouillage  
des ardoises  
posées.



- ◆ facilité de réparation : l'épaulement facilite la rotation des ardoises et l'accessibilité de leurs fixations.

Lorsque l'épaulement est pratiqué sur une ardoise de rive, il sert à empêcher l'eau de suivre le chef de tête. Dans le cas d'ardoises réduites en largeur (remplissage), il faut veiller tout particulièrement à ce que l'épaulement ne soit pas situé dans la zone mouillée (fig. 3).

Sur une ardoise de rive latérale libre, l'écornement de 30 à 50 mm est obligatoire pour ramener l'eau sur le versant. Pour des couvertures en ardoises décoratives, l'écornement sera plus important, mais identique sur chaque ardoise.

### 1.3 PUREAU, ECARTEMENT DES LITEAUX, RECOUVREMENT

Le recouvrement R minimum (fig. 5 et 6) est déterminé selon le § 3.2 (tableau 8) de la NIT 195 [4] pour les ardoises naturelles et conformément à la NBN B 44-001 [9] pour les ardoises en fibre-ciment. Le format minimal de l'ardoise est basé sur ce recouvrement :

$$H \geq 3R, \text{ où :}$$

- R = recouvrement minimum (mm)
- H = longueur ou hauteur de l'ardoise (mm).

La hauteur du pureau et du faux pureau correspond à la distance entre les liteaux (d'axe en axe) et est égale à :

$$P = FP = (H - R)/2 = \text{entre-axe des lattes, où :}$$

- P = hauteur du pureau (mm)
- FP = hauteur du faux pureau (mm).

Sur une toiture existante, on peut retrouver la valeur du recouvrement en partant du pureau et de la longueur des ardoises :

$$R = H - 2P.$$

Les éléments des ouvrages de raccord proposés peuvent être fixés indifféremment au clou ou au crochet.

**Fig. 4**  
Deux  
exemples de  
mouillage des  
ardoises  
posées (pose  
au crochet).

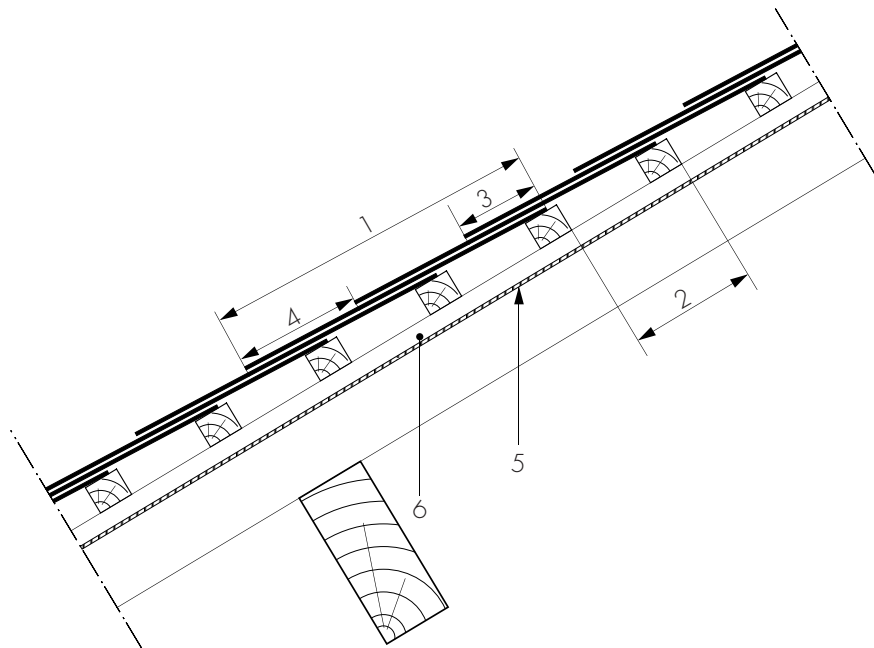
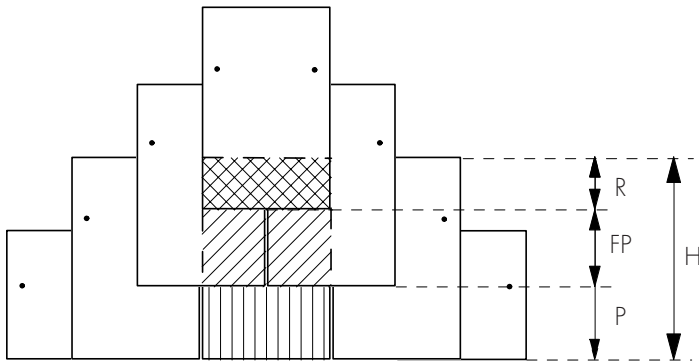


A. ZONE DE MOUILLAGE AVEC RECOUVREMENT BIEN CALCULÉ



B. ZONE DE MOUILLAGE AVEC INFILTRATION À LA SUITE D'UN RECOUVREMENT INSUFFISANT

**Fig. 5** Recouvrement des ardoises.



1. Longueur ou hauteur de l'ardoise (H)
2. Écartement des liteaux
3. Recouvrement (trois épaisseurs d'ardoise) (R)
4. Hauteur du pureau (P)
5. Sous-toiture
6. Contre-latte

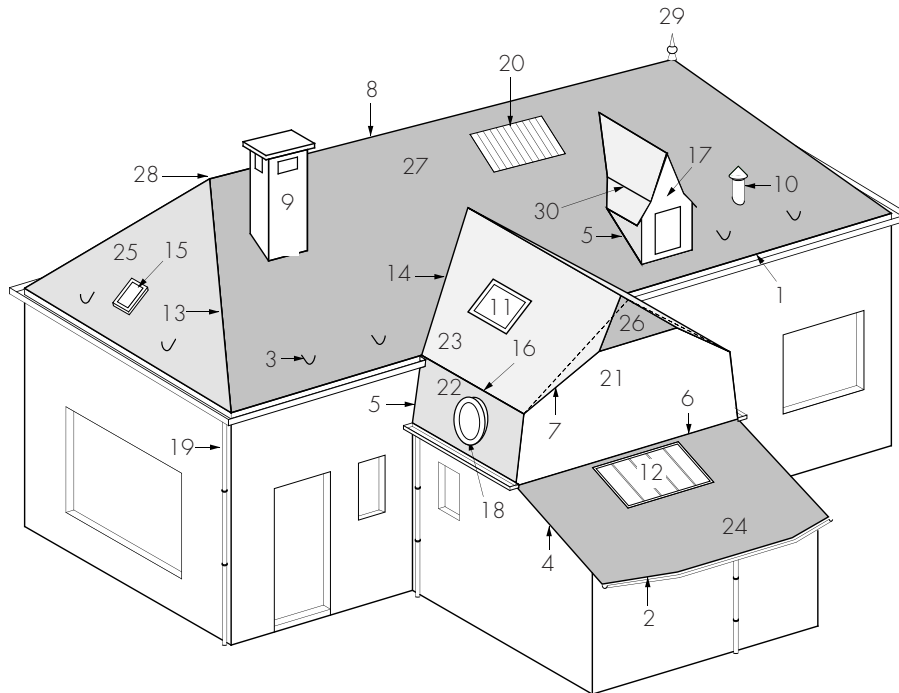


**Fig. 6** Recouvrement des ardoises.

## 1.4 APERÇU ET TERMINOLOGIE DES OUVRAGES DE RACCORD

La figure 7 donne un aperçu des principaux ouvrages de raccord des toitures en ardoises.

**Fig. 7** Aperçu des principaux ouvrages de raccord.



- |  |   |
|--|---|
| 1. Égout droit (horizontal) (§ 3.2)                    | 16. Ligne de bris (membron) (§ 6)       |
| 2. Égout en tranchis biais (§ 3.3)                     | 17. Lucarne                             |
| 3. Crochets de service (§ 3.4)                         | 18. Œil-de-bœuf                         |
| 4. Rive latérale libre (§ 4.1)                         | 19. Descente d'eau pluviale             |
| 5. Rive latérale en butée (§ 4.2)                      | 20. Panneau solaire                     |
| 6. Rive de tête en butée (§ 5.2)                       | 21. Bardage en ardoises                 |
| 7. Rive latérale biaise (§ 4.1.2)                      | 22. Brisis                              |
| 8. Faîtage (§ 9)                                       | 23. Terrasson                           |
| 9. Cheminée (§ 11.2)                                   | 24. Appentis                            |
| 10. Ventilation (cuisine, salle de bain, ...) (§ 11.3) | 25. Croupe                              |
| 11. Fenêtre de toiture (§ 11.4)                        | 26. Croupette                           |
| 12. Lanterneau (§ 11.4)                                | 27. Long pan                            |
| 13. Arêtier (§ 8)                                      | 28. Poinçon                             |
| 14. Noue (§ 10)  | 29. Épi                                 |
| 15. Tabatière (§ 11.4)                                 | 30. Ligne de bris concave (coyau) (§ 7) |



# 2 GOUTTIÈRES

## 2.1 GÉNÉRALITÉS

### 2.1.1 PLUIE

Il tombe dans notre pays environ 700 mm (ouest) à 1400 mm (est) de pluie par an; il pleut environ 7 % du temps (à Uccle). C'est surtout le rapport entre l'intensité et la durée des fortes chutes de pluie qui est déterminant pour définir l'évacuation de l'eau (voir fig. 8). Pour la conception et le dimensionnement du système d'évacuation d'eau, on se base sur la norme NBN EN 12056-3 [10].

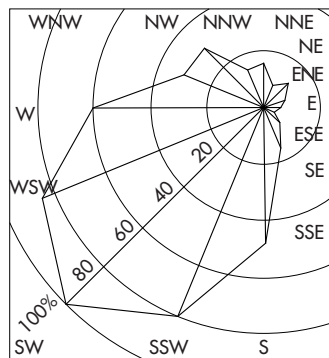
### 2.1.2 TYPES ET MATERIAUX DES GOUTTIÈRES

L'eau de pluie quitte le versant à la ligne d'égout (§ 3.1.2), tombe dans la gouttière et est évacuée vers les tuyaux de descente. La gouttière est située de préférence en saillie par rapport au mur extérieur (appelé parfois gouttereau); ce positionnement permet de déceler rapidement toute fuite et de limiter l'humidification du mur.

On distingue (voir fig. 10) :

- ◆ des gouttières pendantes (§ 2.2)
- ◆ des gouttières ardennaises (§ 2.3)
- ◆ des corniches en encorbellement (§ 2.4)
- ◆ des chéneaux entre deux versants ou entre un versant et un mur en élévation (§ 2.5)
- ◆ des chéneaux encastrés dans le versant (§ 2.6).

Le choix entre ces différents chéneaux et gouttières résulte généralement d'impératifs esthétiques et techniques (pente, ...).



**Fig. 9** Pourcentage du produit de l'intensité moyenne des pluies battantes par leur durée moyenne, au cours d'une année, par rapport à l'orientation SW (orientation SW = 100 %).

Une toiture sans gouttière amène des risques d'humidification et de souillure des murs sous-jacents. L'absence de gouttière est possible si le versant surplombe très largement les murs extérieurs; ce débordement limite la charge de pluie battante sur les murs de façade.

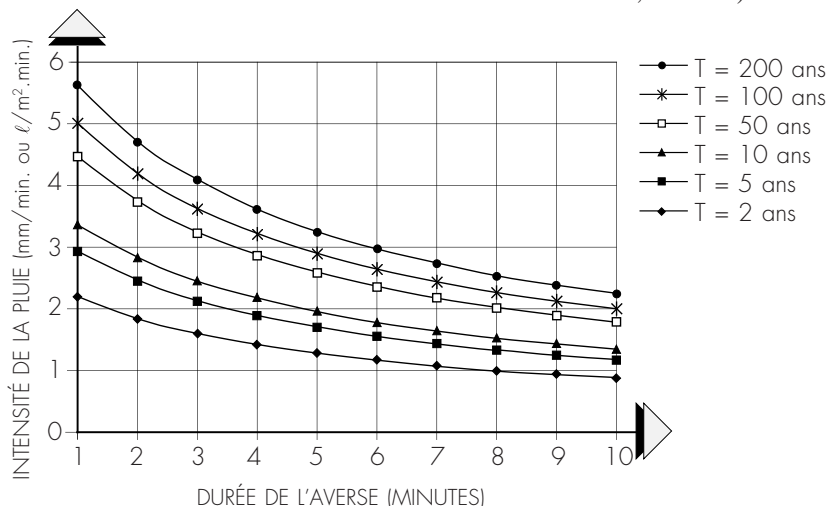
Le choix du matériau de la gouttière ou du chéneau (zinc, aluminium, cuivre, acier inoxydable, matière synthétique, bitume polymère, ...) et son mode de placement (crochets, joints de dilatation, ...) ne sont pas traités dans ce document (cf. STS 33 [12]).

## 2.2 GOUTTIÈRES PENDANTES

### 2.2.1 FORME, FIXATION ET PENTE

Il s'agit de gouttières de forme trapézoïdale ou en demi-lune (fig. 13 et 14). Les gouttières sont soutenues par des crochets fixés au droit des chevrons, des fermettes ou sur la planche de rive. Si les crochets sont fixés sur la planche de rive, celle-ci doit être bien fixée au niveau de son support (sablère, ferme, chevron).

**Fig. 8** Rapport entre l'intensité maximale et la durée des précipitations à Uccle pour différentes périodes de retour T (en années).



**Fig. 10** Différents types de gouttières.



A. GOUTTIÈRE PENDANTE DEMI-LUNE



B. CORNICHE EN ENCORBELLEMENT



C. GOUTTIÈRE ARDENNAISE

On ne donne habituellement pas de pente aux gouttières pendantes, ceci pour des raisons pratiques et esthétiques. Cette dérogation à la règle générale n'entraîne généralement pas de problèmes.

### 2.2.2 RACCORD SOUS-TOITURE/ GOUTTIERE

Ce raccord peut être réalisé avec :

- ◆ une gouttière à bavette (en une pièce) (fig. 14 et 15B)
- ◆ une gouttière à bavette indépendante (en principe dans le même matériau que la gouttière) (fig. 13)
- ◆ une gouttière sans bavette (fig. 15A et C).

Les bavettes doivent reposer sur un support continu. Elles sont fixées par des pattes d'agrafure; les bavettes ne peuvent pas être clouées en raison de leur dilatation et pour éviter des perforations.

### 2.2.3 POSITIONNEMENT

Lors du positionnement de la gouttière, il faut tenir compte des prescriptions suivantes :

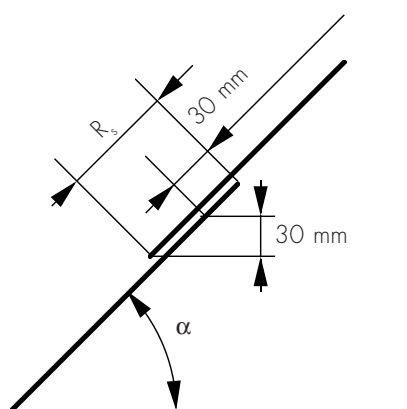
- ◆ gouttière à bavette (fig. 14 et 15B) :
  - recouvrement de la sous-toiture sur la bavette : voir tableau 1
- ◆ gouttière à bavette indépendante (fig. 13) :
  - recouvrement de la sous-toiture sur la bavette : voir tableau 1
  - le bord extérieur de la gouttière doit se trouver minimum 20 mm en dessous de son bord intérieur
- ◆ gouttière sans bavette (fig. 15A et C) :
  - la sous-toiture dépasse de 20 mm minimum (dans la direction de la pente de la toiture) le bord intérieur de la gouttière

- le bord extérieur de la gouttière doit se trouver minimum 20 mm en dessous de son bord intérieur.

La valeur du dépassant de l'ardoise sur la gouttière dépend de la position (hauteur) de la gouttière par rapport à la ligne d'égout et de la pente de la toiture. En règle générale, il correspondra à 1/3 de la largeur de la gouttière. Cette valeur assure une reprise correcte de l'eau de pluie et permet un nettoyage aisé de la gouttière.

### 2.2.4 SUPPORT DE LA BAVETTE, DE LA SOUS-TOITURE ET DES DEUX PREMIERES RANGEES D'ARDOISES

Pour éviter la pénétration d'oiseaux à la base des versants, on pose une bande métallique ou un profilé (peigne) synthétique qui obture l'ouverture entre les lattes et la sous-toiture, tout en permettant l'évacuation des eaux d'infiltration éventuelles (voir fig. 14). Cet élément a, en outre, une fonction esthétique (dissimuler l'espace sous les ardoises) et constitue une protection supplémentaire contre l'absorption de l'eau par le support en bois des ardoises



**Fig. 11** Recouvrement  $R_s$  des éléments de sous-toiture.

$R_s$  = recouvrement  
 $\alpha$  = pente

**Tableau 1**  
Recouvrement des éléments de sous-toiture entre eux et sur les bavettes selon la pente du toit (\*).

PENTE DE TOITURE $\alpha$ (°)	RECOUVREMENT $R_s$ (mm)
20	118
25	101
30	90
35	82
45	72
50	69
60	65
75	61

(\*) Le présent tableau remplace le tableau 4 de la NIT 195 [4] et de la NIT 186 [5], de même que le tableau 1 de la NIT 175 [3]. Le recouvrement minimal en projection verticale est de 30 mm, augmenté de 30 mm de sécurité selon la pente du versant. En partant d'une méthode de calcul et des résultats des recherches expérimentales, on a pu avancer, par analogie avec les ardoises naturelles (NIT 195), qu'un recouvrement de 25 à 30 mm était suffisant. Pour les sous-toitures, n'étant pas directement exposées aux facteurs climatiques, un coefficient de sécurité approprié de 30 mm est appliqué au calcul de la valeur  $R_s$ . La formule devient ainsi :  $R_s = 30 + 30/\sin \alpha$  (mm). Cette valeur  $R_s$  n'est donc pas identique à la valeur  $\lambda$  reprise dans les tableaux précités.

ses. Il est conseillé de prévoir un pli de renforcement au bord inférieur de la bande métallique.

Si une bavette est prévue, elle doit toujours être portée par une volige, également appelée volige de pied. Pour éviter un dénivellement de la sous-toiture au niveau de la gouttière, il est conseillé d'incorporer cette ou ces voliges de support aux chevrons ou arbalétriers (voir fig. 14), bien qu'elles soient généralement clouées sur ceux-ci. Si l'on apporte la volige de support sur les chevrons ou les arbalétriers, il est préférable de lui donner une forme triangulaire (voir fig. 12).

Etant donné que, à la hauteur de la ligne d'égout, on ne trouve que deux ardoises (au lieu de trois), il est nécessaire d'augmenter la hauteur de la latte inférieure d'une épaisseur d'ardoise; ceci peut se faire :

- soit au moyen d'une latte plus épaisse appelée "chanlatte"
- soit au moyen d'une latte normale combinée à une latte plâtrière.

Si l'on utilise une volige de section triangulaire, on peut augmenter la hauteur de cette planche d'une épaisseur d'ardoise, ce qui rend la chanlatte inutile. Dans ce cas, on peut chanfreiner le bas des contre-lattes (voir fig. 12B, 15B et C) pour que l'ouverture en bas de la ligne d'égout devienne plus étroite et empêche la pénétration d'oiseaux.

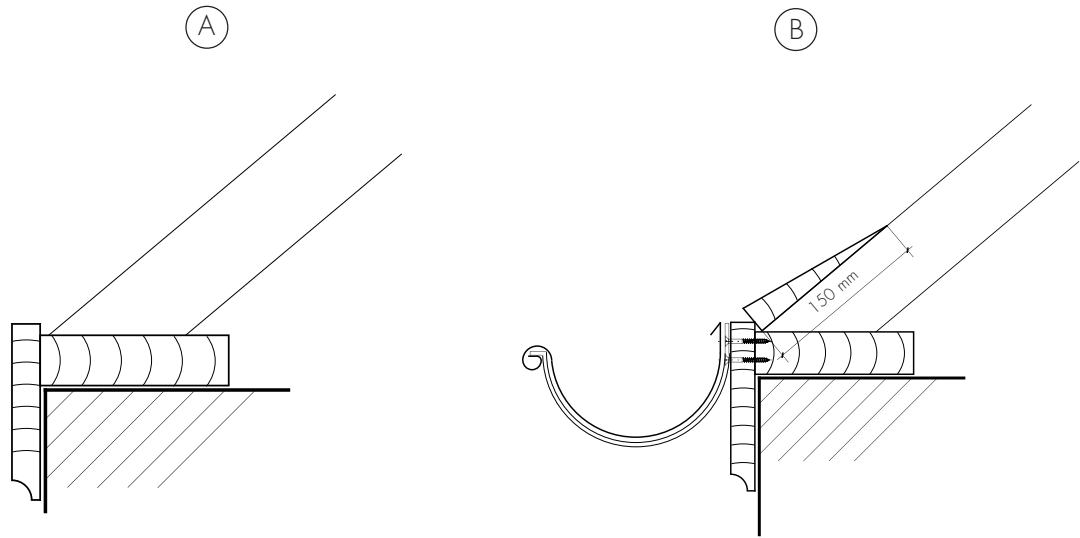
La flexibilité des plaques de sous-toiture rigides permet la légère cambrure indiquée à la figure 12.

Ces solutions peuvent également s'appliquer aux gouttières ayant une autre forme.

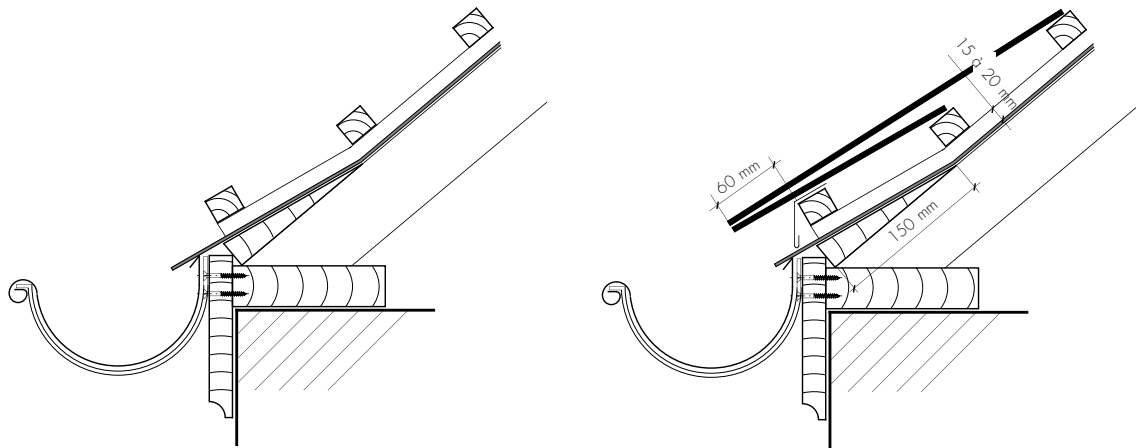
### **2.2.5** EXEMPLES DE PIEDS DE TOITURE

Les figures 13, 14 et 15 illustrent les différentes réalisations de pieds de toiture. Les avantages et inconvénients des différentes solutions sont donnés au tableau 2.

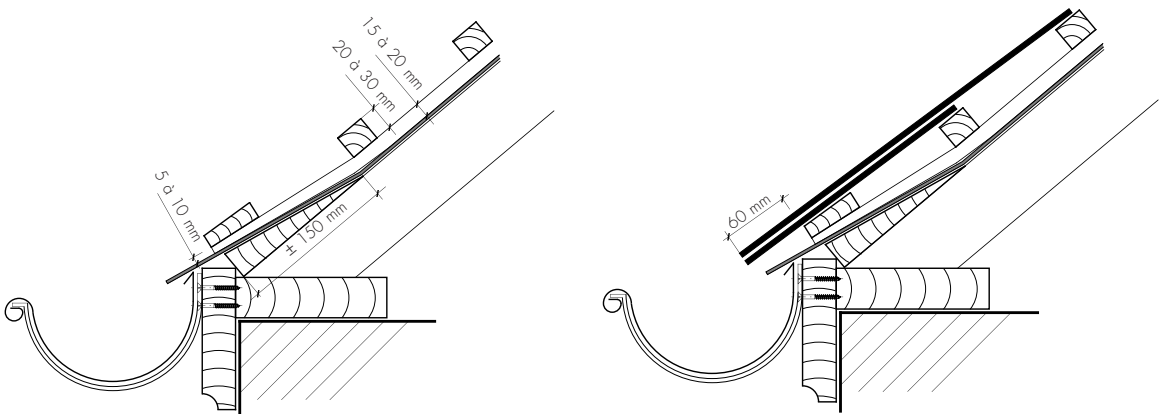
**Fig. 12** Détails de l'exécution des pieds de toiture : deux exemples de solutions.



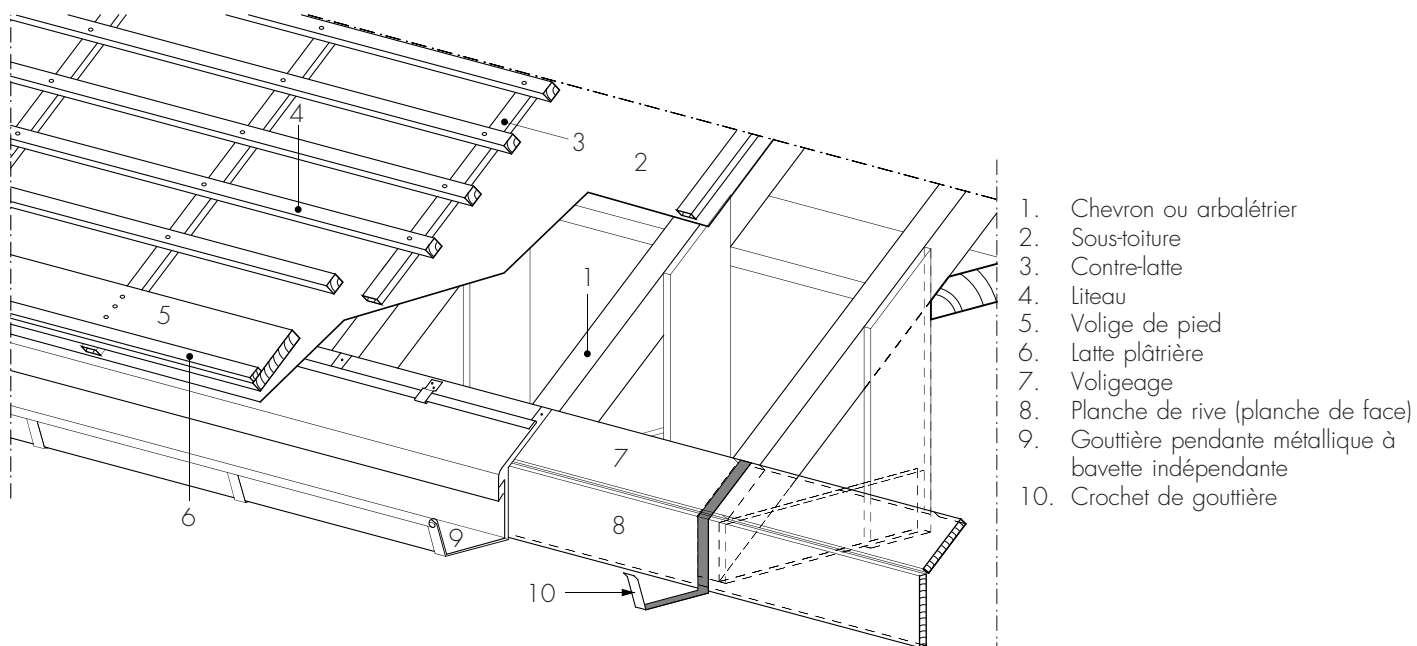
SOLUTION 1 : CONTRE-LATTE + LITEAUX D'ÉPAISSEUR CONSTANTE



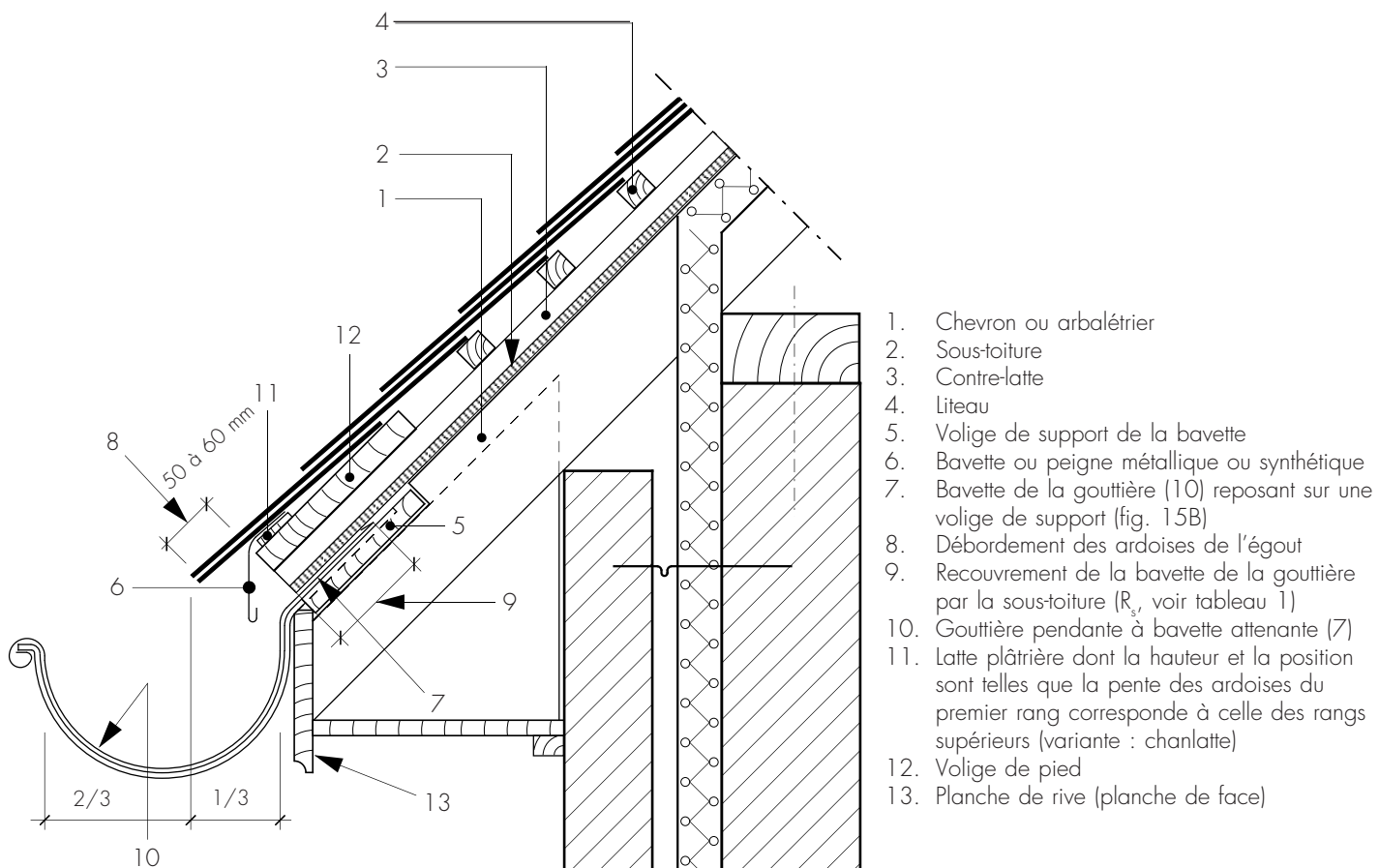
SOLUTION 2 : CONTRE-LATTE PLUS MINCE



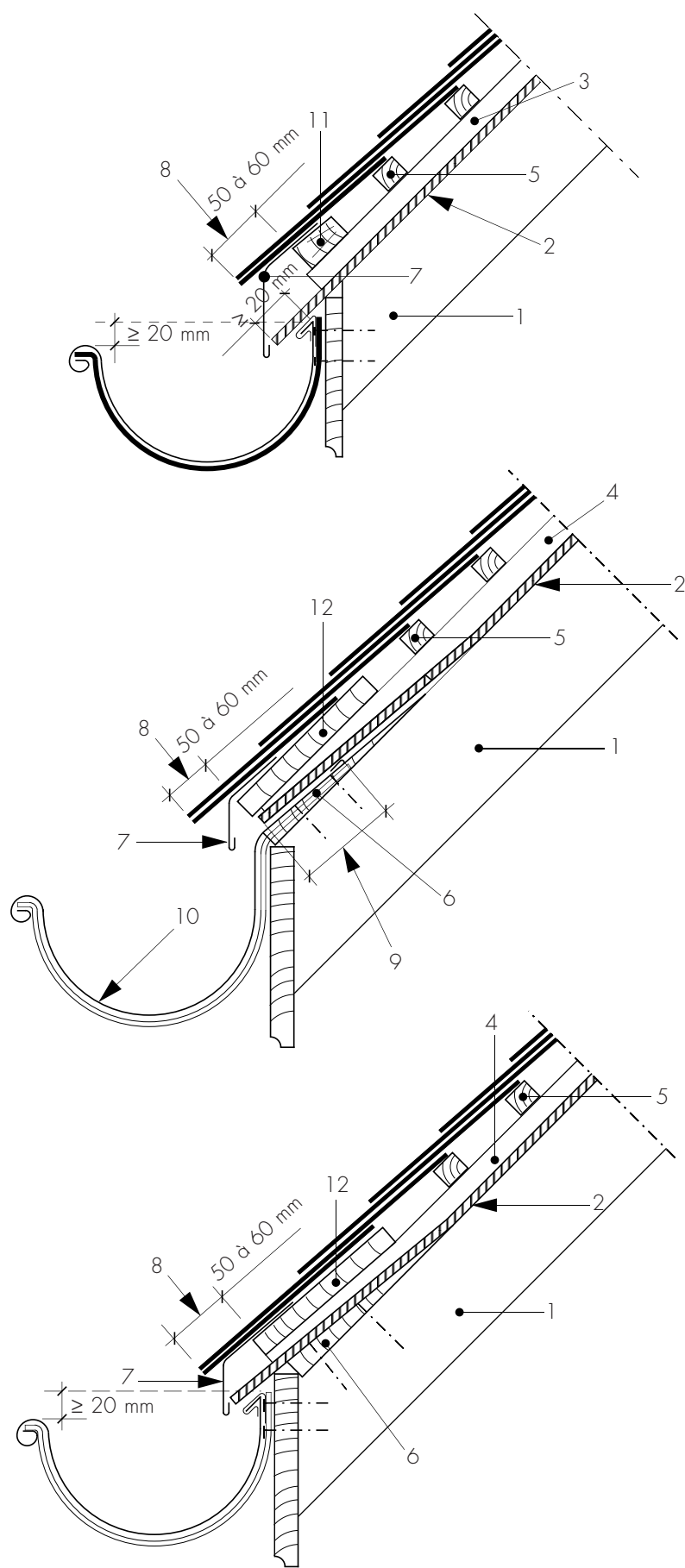
**Fig. 13** Gouttière pendante trapézoïdale, dite carrée.



**Fig. 14** Gouttière pendante demi-lune à bavette attenante.



**Fig. 15** Variantes de la réalisation des pieds de toiture.



A. PIED DE TOITURE AVEC GOUTTIÈRE  
PENDANTE SANS BAVETTE

B. PIED DE TOITURE AVEC GOUTTIÈRE  
PENDANTE À BAVETTE ATTENANTE

C. PIED DE TOITURE AVEC GOUTTIÈRE  
PENDANTE SANS BAVETTE

1. Chevron ou arbalétrier
2. Sous-toiture
3. Contre-latte
4. Contre-latte amincie
5. Liteau
6. Volige coupée en biais ou coin posé sur chaque chevron
7. Bavette ou peigne métallique ou synthétique
8. Débordement de l'ardoise (50 à 60 mm)
9. Recouvrement de la bavette de la gouttière par la sous-toiture (tableau 1)
10. Gouttière pendante à bavette attenante
11. Chanlatte
12. Volige de pied

**Tableau 2** Différentes solutions pour la réalisation du raccord entre la gouttière et les versants.

ÉLÉMENT OU CARACTÉRISTIQUE	FIGURE 14	FIGURE 15A	FIGURE 15B	FIGURE 15C
bavette	gouttière à bavette	gouttière sans bavette	gouttière à bavette	gouttière sans bavette
support de la sous-toiture et de la bavette éventuelle	continu	sans	continu	discontinu
débordement de la sous-toiture	sans	avec	sans	avec
contre-lattes	épaisseur constante	épaisseur constante	avec contre-latte amincie	avec contre-latte amincie
latte plâtrière ou chanlatte	latte plâtrière	chanlatte	sans	sans
pente de la gouttière (voir bavette)	difficile en préfabrication	possible	difficile en préfabrication	possible
distance bourrelet - ligne d'égout (voir contre-lattes)	élevée	élevée	faible	faible
facilité de pose et renouvellement des gouttières (voir bavette)	difficile	assez facile	difficile	assez facile

### 2.2.6 REMPLACEMENT DE LA GOUTTIERE

Pour le remplacement d'une gouttière réalisée d'une pièce ou à bavette indépendante, il faut, dans les deux cas, enlever les ardoises des rangs inférieurs ainsi que la sous-toiture (voir tableau 2). Le remplacement est plus facile dans le cas de gouttières sans bavette.

## 2.3 GOUTTIERES ARDENNAISES

Les gouttières dites "ardennaises" sont posées directement sur le versant (voir fig. 16).

La pente éventuelle de la gouttière implique parfois un égout biais. Plus la pente de la toiture est faible, plus l'inclinaison de la gouttière doit être oblique pour assurer un bon écoulement de l'eau.

Il faut toujours veiller à ce que le pli d'agrafure de la gouttière dépasse d'au moins 20 mm – en projection verticale – le bord extérieur. Les voliges de pied peuvent être insérées dans les chevrons ou arbalétriers (fig. 16A), ou elles peuvent être mises sur ces éléments (fig. 16B ou C). Si le pied de la toiture n'est pas protégé par la gouttière, il faut prévoir un entablement. Différents angles de pli sont possibles (voir fig. 16).

## 2.4 CORNICHES EN ENCORBELLEMENT

La corniche comprend un support continu (bois, béton, ...) revêtu d'une étanchéité appelée chéneau.

Contrairement aux gouttières, qui ne sont soutenues que localement, le matériau d'étanchéité repose entièrement sur un support encaissé continu (fig. 17). En inclinant le fond en bois du chéneau, l'étanchéité est en pente de manière imperceptible, celle-ci étant dissimulée par le couronnement de la corniche.

Outre l'étanchéité métallique traditionnelle, on peut utiliser des matériaux d'étanchéité souples, tels que le bitume polymère armé de polyester ou une membrane synthétique.

La figure 18 représente deux variantes de la figure 12 en ce qui concerne la réalisation du pied de toiture. Dans le cas de la figure 18A, on réduit la hauteur entre la couverture et la sous-toiture. Dans la figure 18B, on utilise une latte plâtrière ou une chanlatte (voir aussi § 2.2.4).

## 2.5 CHÉNEAU ENTRE DEUX VERSANTS ET ENTRE UN VERSANT ET UN MUR EN ÉLEVATION

Un chéneau entre deux versants (fig. 19 et 20) ou entre un versant et un mur en élévation (fig. 21 et 22) est exécuté

comme une corniche en encorbellement (voir § 2.4). Il faut cependant tenir compte qu'il existe un risque d'accumulation de neige ou d'eau à cet endroit. En raison de ce risque, il est nécessaire que l'étanchéité du chéneau soit réalisée à une hauteur suffisante pour éviter un débordement de celui-ci. Il est indiqué de réaliser un trop-plein pour évacuer l'eau en cas d'obstruction de la descente d'eau. Un câble chauffant permet, en période de gel, d'empêcher l'accumulation de neige et de glace dans le chéneau.

## 2.6 CHÉNEAUX ENCASTRES

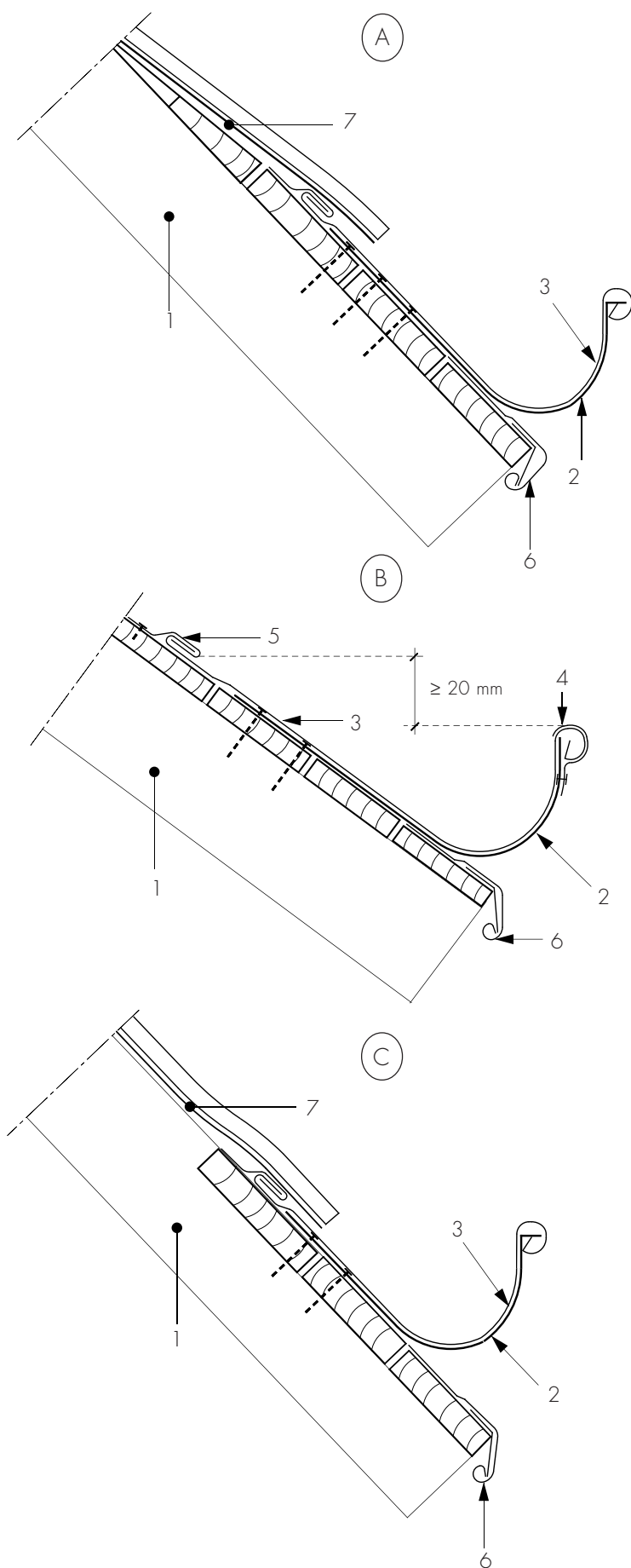
La réalisation d'un chéneau encastré convient

lorsque l'on souhaite dissimuler cet élément. Cette solution est toutefois à déconseiller : elle est compliquée, nécessite beaucoup de main-d'œuvre, l'eau des premières rangées d'ardoises n'est pas évacuée directement vers la descente de gouttière, les fuites entraînent des désagréments considérables (souvent au-dessus de la partie habitée) et l'entretien de la toiture et du chéneau est difficile. Une éventuelle réparation au niveau du chéneau et de la toiture est également très compliquée.

Ce type de chéneau exige une étude approfondie, entre autres du circuit d'évacuation avec trop-plein, et une exécution très soignée.

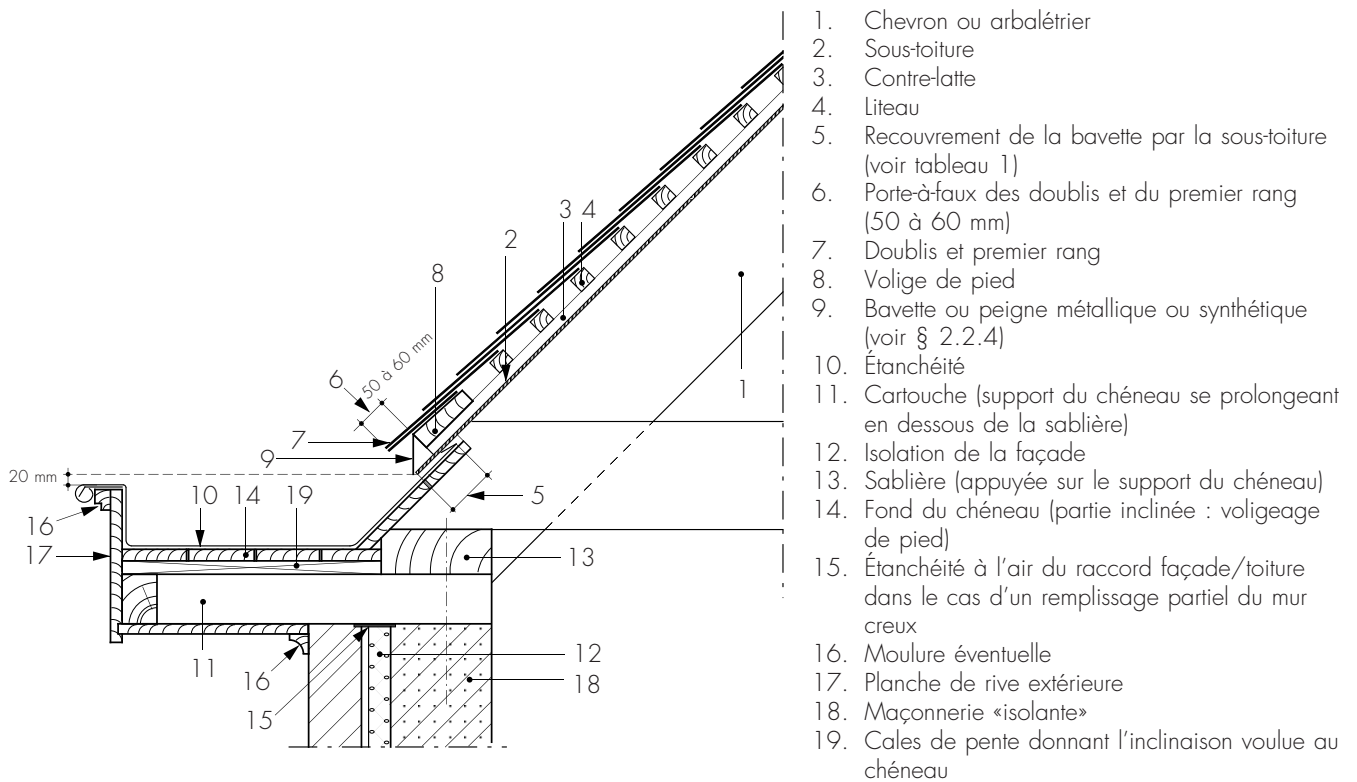
La largeur du chéneau encastré sera de 200 mm minimum, afin de permettre la pose d'une crapaudine de 100 mm (minimum) et l'accessibilité au chéneau (largeur d'un pied).

**Fig. 16** Exemples de gouttières ardennaises.



1. Chevron ou arbalétrier
2. Crochet
3. Gouttière
4. Paillettes
5. Patte et pli d'agrafure
6. Entablement
7. Sous-toiture

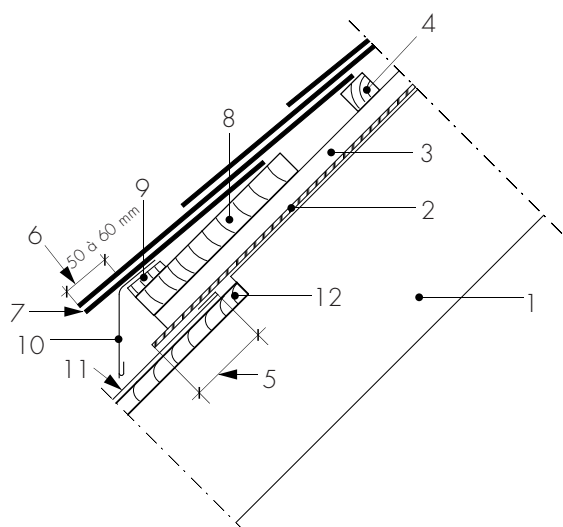
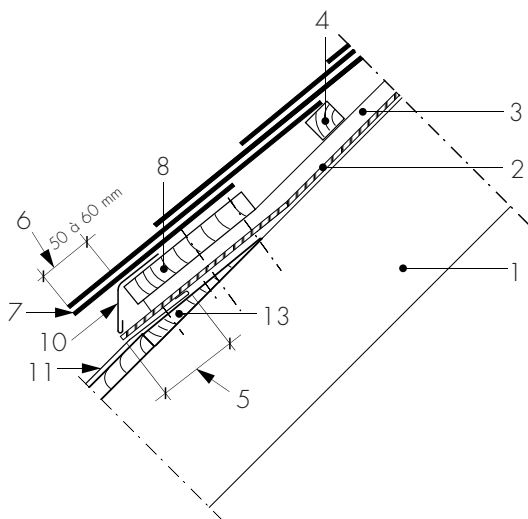
**Fig. 17** Corniche en encorbellement.



**Fig. 18** Détail du raccordement de la toiture à la corniche.

A. VOLIGE PLACÉE SUR LES CHEVRONS OU ARBALÉTRIERS AU LIEU D'ÊTRE INCORPORÉE DANS CES ÉLÉMENTS

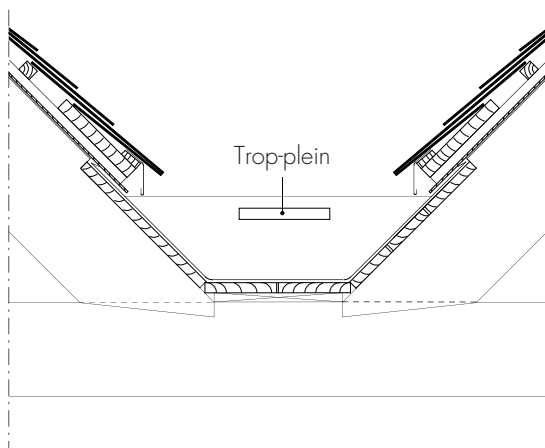
B. UTILISATION D'UNE LATTE PLÂTRIÈRE À LA PLACE D'UNE CHANLATTE



1. Chevron ou arbalétrier
2. Sous-toiture
3. Contre-latte
4. Liteau
5. Recouvrement de l'étanchéité par la sous-toiture (tableau 1)
6. Porte-à-faux des doublis et du premier rang
7. Doublis + premier rang
8. Volige de pied

9. Latte plâtrière
10. Bavette ou peigne métallique ou synthétique
11. Partie remontante de l'étanchéité
12. Partie remontante du voligeage, lui-même incorporé dans les chevrons ou placé entre ceux-ci
13. Partie remontante du voligeage reposant sur les chevrons ou arbalétriers : volige de support de la bavette coupée en biais

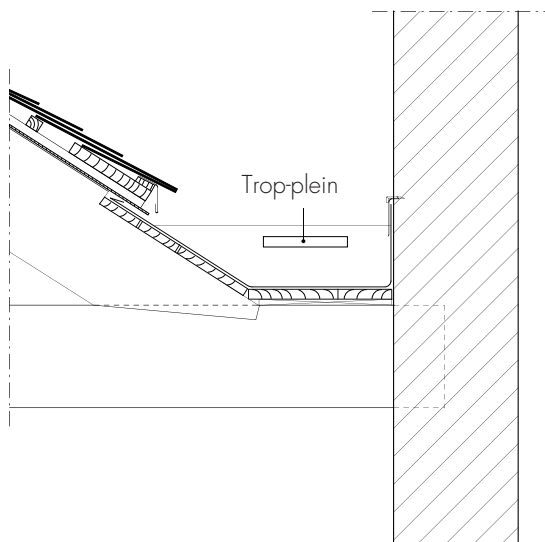
**Fig. 19** Chéneau entre deux versants.



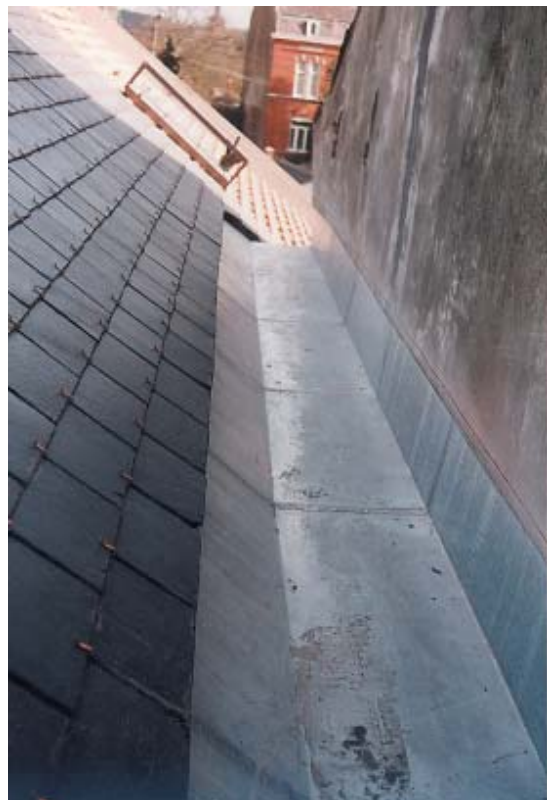
**Fig. 20** Chéneau entre deux versants.



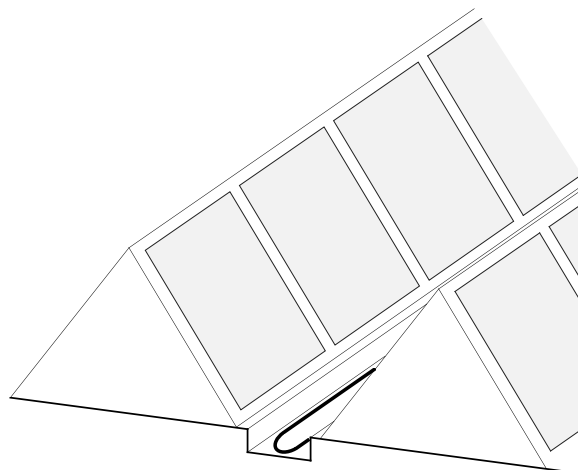
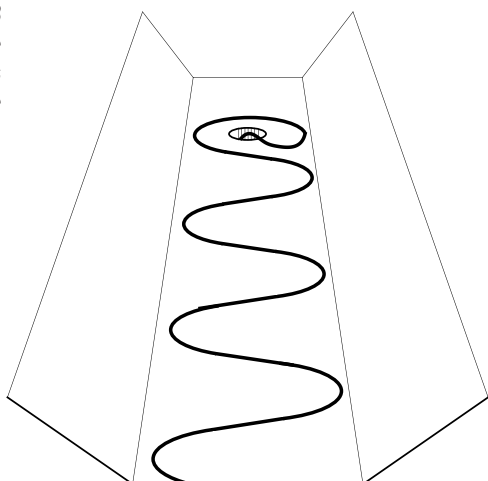
**Fig. 21** Chéneau entre versant et mur.



**Fig. 22** Chéneau entre versant et mur.



**Fig. 23**  
Chéneau entre  
deux versants  
avec un câble  
chauffant.





# 3 EGOUTS

## 3.1 GÉNÉRALITÉS

### 3.1.1 RIVES ET LIGNES DE RACCORD DES VERSANTS

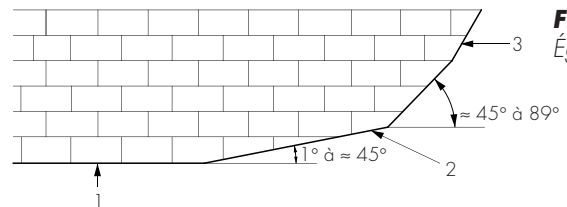
Les rives de toiture assurent l'étanchéité à l'eau entre la toiture et les murs. On distingue :

- l'égout (rive inférieure) (§ 3)
- les rives latérales (§ 4)
- les rives de tête (§ 5).

Il est conseillé de prolonger le versant au-delà du parement extérieur afin de limiter l'exposition de ce dernier aux pluies battantes.

### 3.1.2 EGOUTS : DEFINITION ET TYPES

La ligne d'égout est la ligne inférieure du versant d'où les eaux pluviales sont évacuées. Par extension, ce terme désigne les premiers rangs d'ardoises. A partir d'un angle de 45° entre la ligne de rive et l'horizontale, on parle plutôt de rive (en biais) (§ 4.1.2).



**Fig. 25**  
Égouts.

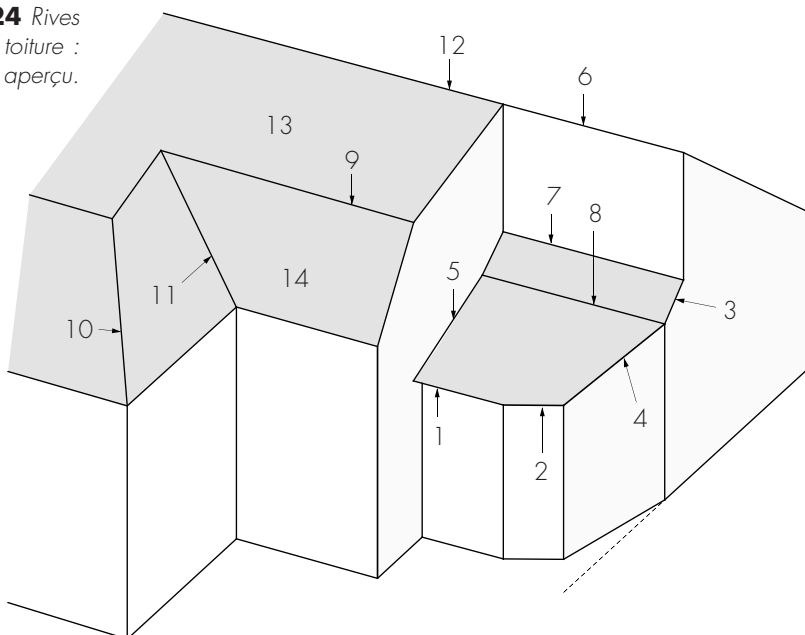
1. Égout droit
2. Égout en tranchis biais
3. Rive latérale en tranchis biais

On distingue différents types d'égouts :

- ◆ l'égout droit (horizontal); ce type est le plus courant (fig. 25, type 1)
- ◆ l'égout en tranchis biais (1 à 89°) (fig. 25, types 2 et 3).

Le débordement de la première ardoise à la base du versant varie de 50 à 60 mm (fig. 14). Dans le cas d'une gouttière ardennaise ou d'un chéneau à surface intérieure inclinée vers le toit, le plan vertical de référence commence à l'intersection du plan de cette paroi inclinée et de la ligne horizontale tracée 20 mm au-dessus du bord extérieur de la gouttière ou du chéneau (fig. 17).

**Fig. 24** Rives de toiture : aperçu.



1. Égout droit (§ 3.2)
2. Égout en tranchis biais (§ 3.3)
3. Rive latérale libre droite (§ 4.1.1)
4. Rive latérale libre en tranchis biais (§ 4.1.2)
5. Rive latérale en butée (§ 4.2)
6. Rive de tête libre (§ 5.1)
7. Rive de tête en butée (§ 5.2)
8. Ligne de bris (membran) (§ 6)
9. Coyau (§ 7)
10. Arêtier (§ 8)
11. Noue (§ 10)
12. Faîtage (§ 9)
13. Terrasson
14. Brisis (§ 6)

### 3.2 ÉGOUT DROIT

L'égout droit est exécuté comme suit :

- ◆ on cloue sur la chanlatte une rangée d'ardoises d'une longueur égale à un pureau plus un recouvrement, c.-à-d. la longueur de l'ardoise moins le pureau. Cette ardoise s'appelle "doublis"
- ◆ pour des raisons esthétiques, le doublis peut se mettre à l'envers (chanfrein en dessous)
- ◆ cette ardoise étant posée au clou, elle doit être épaulée (voir § 2.2 de la NIT 195); il faut veiller à situer l'épaulement et le clouage hors de la zone mouillée de l'ardoise (voir fig. 3)
- ◆ si les ardoises entières du versant sont posées au moyen de crochets, il faut laisser entre les doublis l'épaisseur d'un crochet
- ◆ sur le doublis, et décalé d'une demi-ardoise, se situe le premier rang d'ardoises entières posées normalement au clou ou au crochet
- ◆ tous les autres rangs d'ardoises sont ensuite parallèles à la ligne d'égout
- ◆ dans le cas d'une pose aux crochets, on peut clouer les ardoises entières du premier rang pour éviter de s'accrocher lors du nettoyage de la gouttière

- ◆ lors de rénovation de la gouttière ou du chéneau, il est nécessaire de démonter plusieurs rangs d'ardoises.

**Fig. 27** Différents types d'égouts.

A. ÉGOUT DROIT – POSE AU CROCHET



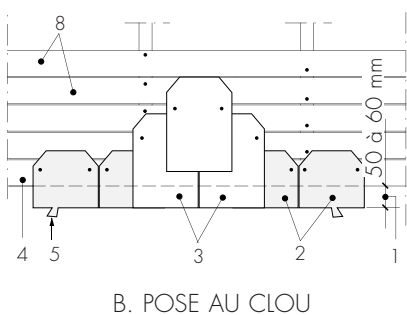
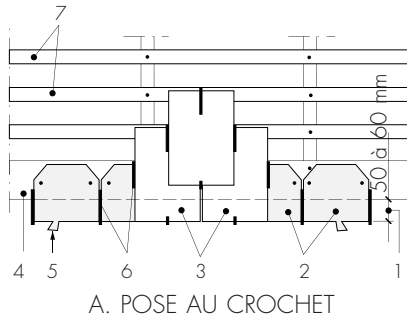
B. ÉGOUT DROIT ET RIVE EN TRANCHIS BIAIS – POSE AU CLOU



C. ÉGOUT EN TRANCHIS BIAIS – COURBE



**Fig. 26**  
Égout droit.



1. Porte-à-faux des doublis et du premier rang
2. Doublis
3. Premier rang d'ardoises entières
4. Volige avec latte plâtrière éventuelle ou chanlatte
5. Partie de l'ardoise (à enlever ensuite) destinée à attacher une ficelle (alignement de l'égout)
6. Crochets en attente
7. Liteaux
8. Voligeage

### 3.3 ÉGOUT EN TRANCHIS BIAIS

L'égout est en tranchis biais lorsqu'il n'est pas parallèle à la ligne de pureau. On parle de rive à partir d'une pente de 45° entre la ligne de rive et l'horizontale (voir § 4.1.2).

L'égout en tranchis biais est exécuté comme illustré à la figure 28.

Lorsqu'on réalise l'égout du bas vers le haut, on "perd" un rang; on "lève" un rang dans le sens inverse. Le rang est "levé" à l'endroit où la hauteur de l'ardoise devient égale à celle du recouvrement; c'est à cet endroit que les doublis deviennent des ardoises entières et qu'un nouveau doublis est nécessaire (fig. 28).

Pour la bonne fixation des ardoises non entières à l'égout, il y a lieu de réaliser un doublage des liteaux ou un voligeage. Les doublis et les ardoises du premier rang sont posés à la ficelle et fixés au moyen de deux clous. Si l'égout comporte une bande métallique, ou s'il est réalisé sur une gouttière ardennaise, la ligne d'égout est tracée sur le métal.

### 3.4 CROCHETS DE SERVICE

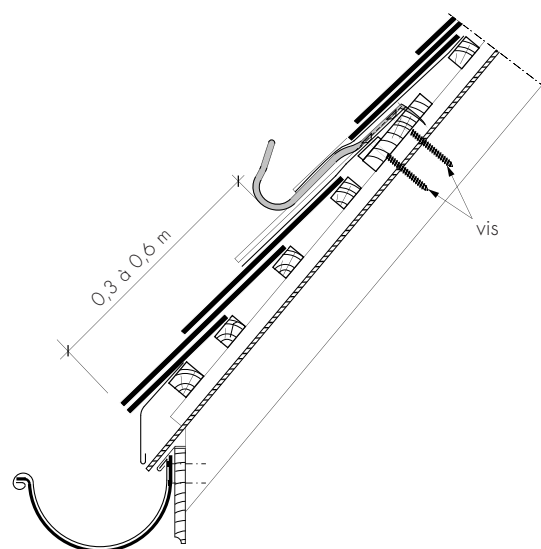
Les crochets de service améliorent l'accessibilité au versant lors de l'achèvement de la toiture et facilitent les travaux d'entretien et les réparations éventuelles.

Un crochet de service ne constitue pas en soi un élément de sécurité.

Ces crochets sont généralement placés au pied de la toiture, entre 0,30 et 0,60 m par rapport à la ligne d'égout. Ils sont fixés dans des chevrons d'une largeur minimale de 55 mm; il est donc nécessaire d'augmenter la largeur du support dans le cas de fermettes. L'écartement entre les crochets ne peut pas dépasser 2,5 m.



**Fig. 29**  
Exemple d'un crochet de service.

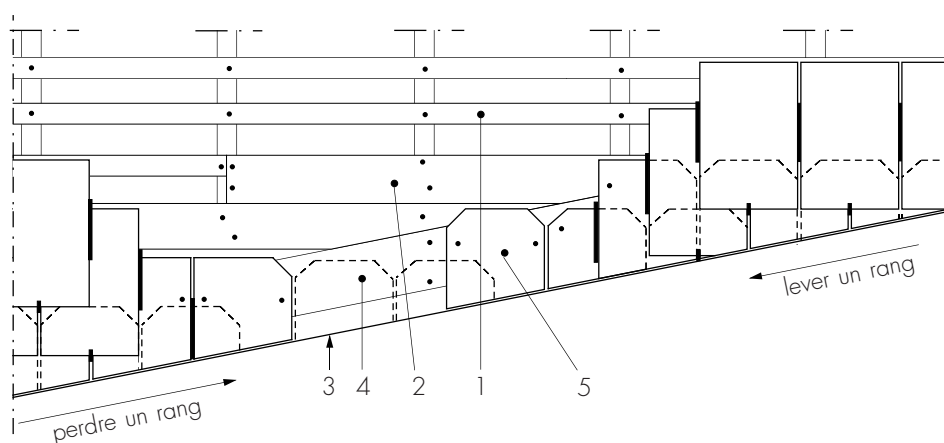


**Fig. 30**  
Crochet de service au pied de toiture.

Ces crochets ne sont pas nécessaires dans le cas de chéneaux en encorbellement lorsque la longueur du versant est inférieure à 7 m. Lorsque la longueur du versant dépasse 7 m, il est souhaitable de mettre deux ou plusieurs rangs de crochets à intervalle inférieur à 7 m entre les lignes de crochets.

Les supports de pare-neige, œillets, ... se posent de la même façon que les crochets de service. Le maître d'œuvre ou son architecte examinera la nécessité de prévoir ces dispositifs.

**Fig. 28**  
Égout en tranchis biais.



1. Liteau
2. Voligeage de pied
3. Ficelle
4. Doublis
5. Ardoise du premier rang



## 4 RIVES LATÉRALES

### 4.1 RIVE LATÉRALE LIBRE

#### 4.1.1 RIVE LATÉRALE LIBRE DROITE

##### 4.1.1.1 DÉFINITION

Les rives droites sont parallèles à la direction d'écoulement de l'eau, c.-à-d. à la ligne de chaîne (voir NIT 195 § 3.4.2) (fig. 31).

Elles peuvent être exécutées au moyen d'ardoises débordantes ou non, d'autres solutions consistent à prévoir une bande métallique ou des noquets. Cette dernière technique est traitée avec les rives latérales contre une paroi en butée (§ 4.2) étant donné que les solutions dans les deux cas sont similaires.

##### 4.1.1.2 STRUCTURE DU SUPPORT

Les rives peuvent se situer à l'aplomb du parement extérieur (fig. 33A et B), ou en débordement, ce qui est préférable pour la protection du parement (fig. 33C et D).

Les figures donnent des exemples d'exécution de la finition de la charpente et du lattage des ardoises.

Les solutions B et C avec le liteau de rive présentent l'avantage de faciliter le clouage des ardoises.

##### 4.1.1.3 POSE DES ARDOISES À LA RIVE

Les ardoises alignées forment une saillie de rive de 30 à 60 mm afin de protéger le chevron ou la planche de rive.

Les ardoises entières sont fixées par un crochet à la base et un clou en tête (pose au crochet) ou par un clou en tête et un clou au milieu (pose au clou).

Les demi-ardoises sont fixées par deux clous, aussi écartés que possible afin d'offrir une plus grande résistance au vent (fig. 34A). Dans la mesure du possible, on évitera de réduire en largeur les ardoises de rive entières et les demi-ardoises de rive. Dans certains cas, il faut donc effectuer un remplissage juste avant la rive. Celui-ci consiste à réduire la largeur d'une ou de plusieurs ardoises jouxtant la rive (voir fig. 34B et C).

Les ardoises de rive, ardoises entières ou demi-ardoises, sont toutes épaulées en tête et écornées à la base. L'épaulement a pour but d'empêcher l'eau de suivre le chef de tête de l'ardoise, de mouiller la latte et de provoquer des infiltrations. L'écornement doit ramener l'eau sur le toit et l'éloigner ainsi de la rive.

Sur une rive très exposée au vent, on peut placer des crochets à piquer suivant l'inclinaison de l'épaulement de tête des demi-ardoises, ceci dans le but d'empêcher le soulèvement de la couverture et son retournement sous l'action du vent (fig. 34A). L'ouverture de la pince de ces crochets doit équivaloir à l'épaisseur de deux ardoises.

**Fig. 31**  
Exemple de structure de rive (cas B de la fig. 33).



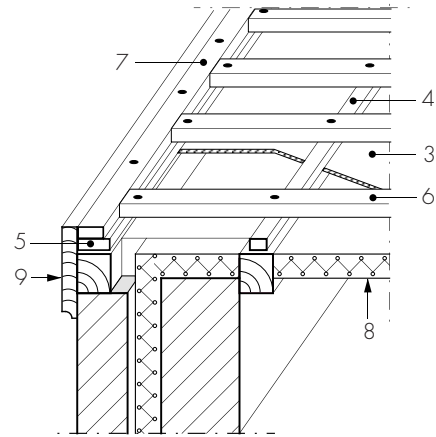
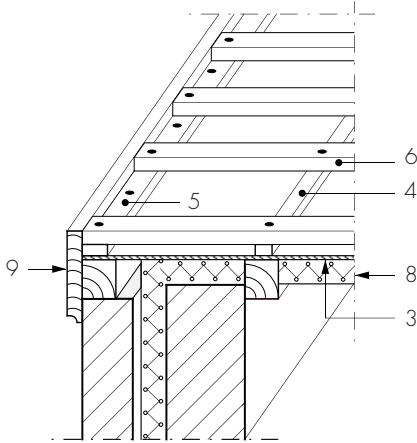
**Fig. 32**  
Rive latérale libre droite.

**Fig. 33**  
Structure des  
rives.

A. RIVE À L'APLOMB DU PAREMENT EXTÉRIEUR

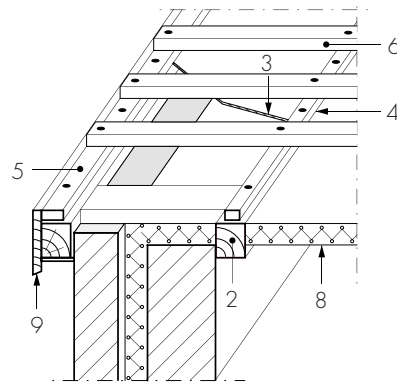
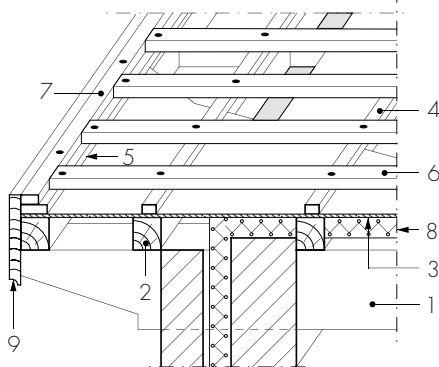
B. RIVE À L'APLOMB DU PAREMENT EXTÉRIEUR  
AVEC LITEAU DE RIVE

1. Panne
2. Chevron
3. Sous-toiture
4. Contre-latte
5. Contre-latte de rive
6. Liteau
7. Liteau de rive
8. Isolation
9. Planche de rive



C. RIVE EN SAILLIE DU PAREMENT EXTÉRIEUR

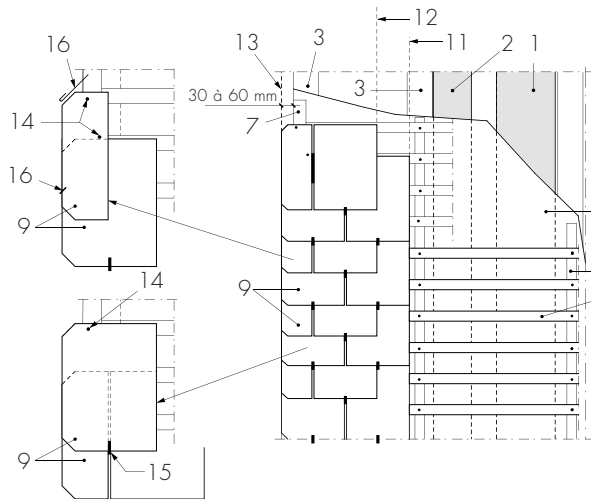
D. RIVE EN SAILLIE DU PAREMENT EXTÉRIEUR AVEC  
LITEAU DE RIVE



**Fig. 34** Rive  
latérale libre  
droite :  
exemple de  
pose au  
crochet.

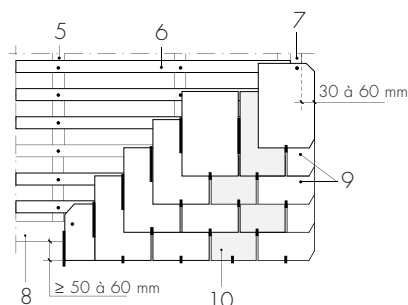
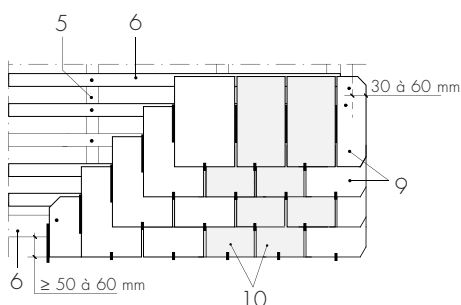
A. POSE DE L'ARDOISE DE RIVE ENTÈRE ET DE LA DEMI-  
ARDOISE (AVEC CROCHET DE RENFORCEMENT)

1. Mur porteur
2. Mur de parement
3. Chevron
4. Sous-toiture
5. Contre-latte
6. Liteau
7. Contre-latte de rive
8. Volige de pied
9. Ardoises de rive
10. Ardoise de remplissage (réduite en largeur)
11. Ligne de chaîne
12. Ligne de contre-chaîne
13. Ligne d'alignement à la ficelle tendue
14. Clou
15. Crochet
16. Crochet de renforcement



B. REMPLISSAGE (EXEMPLE AVEC DEUX ARDOISES)

C. REMPLISSAGE (EXEMPLE AVEC UNE ARDOISE)



#### 4.1.1.4 PROTECTION DES RIVES

Les rives peuvent être protégées avec des ardoises de bardeli ou un autre matériau (p. ex. une planche de rive : fig. 33A). L'exécution de la protection avec des ardoises de bardeli est traitée ci-après.

On appelle bardeli un revêtement constitué par un (ou plusieurs) rang(s) d'ardoises parallèle(s) à la rive qu'ils suivent. Les ardoises sont clouées à leur partie haute et se recouvrent, la partie basse étant maintenue par un crochet. Quelques possibilités d'exécution :

- ◆ ardoises de bardeli d'une longueur inférieure à celles du versant, alignées sur le chef de tête des ardoises du versant (fig. 35A)
- ◆ ardoises de bardeli d'une longueur inférieure à celles du versant, alignées sur le chef de base des ardoises du versant (fig. 35B)
- ◆ ardoises de bardeli d'une longueur égale à celles du versant, alignées comme celles du versant (fig. 35C).

Pour des raisons esthétiques, les ardoises peuvent être exécutées avec un écornement (fig. 35B) ou peuvent être taillées décorativement (fig. 36). Les figures 35 et 36 montrent quelques variantes possibles.

#### 4.1.2 RIVE LATÉRALE LIBRE EN TRANCHIS BIAIS

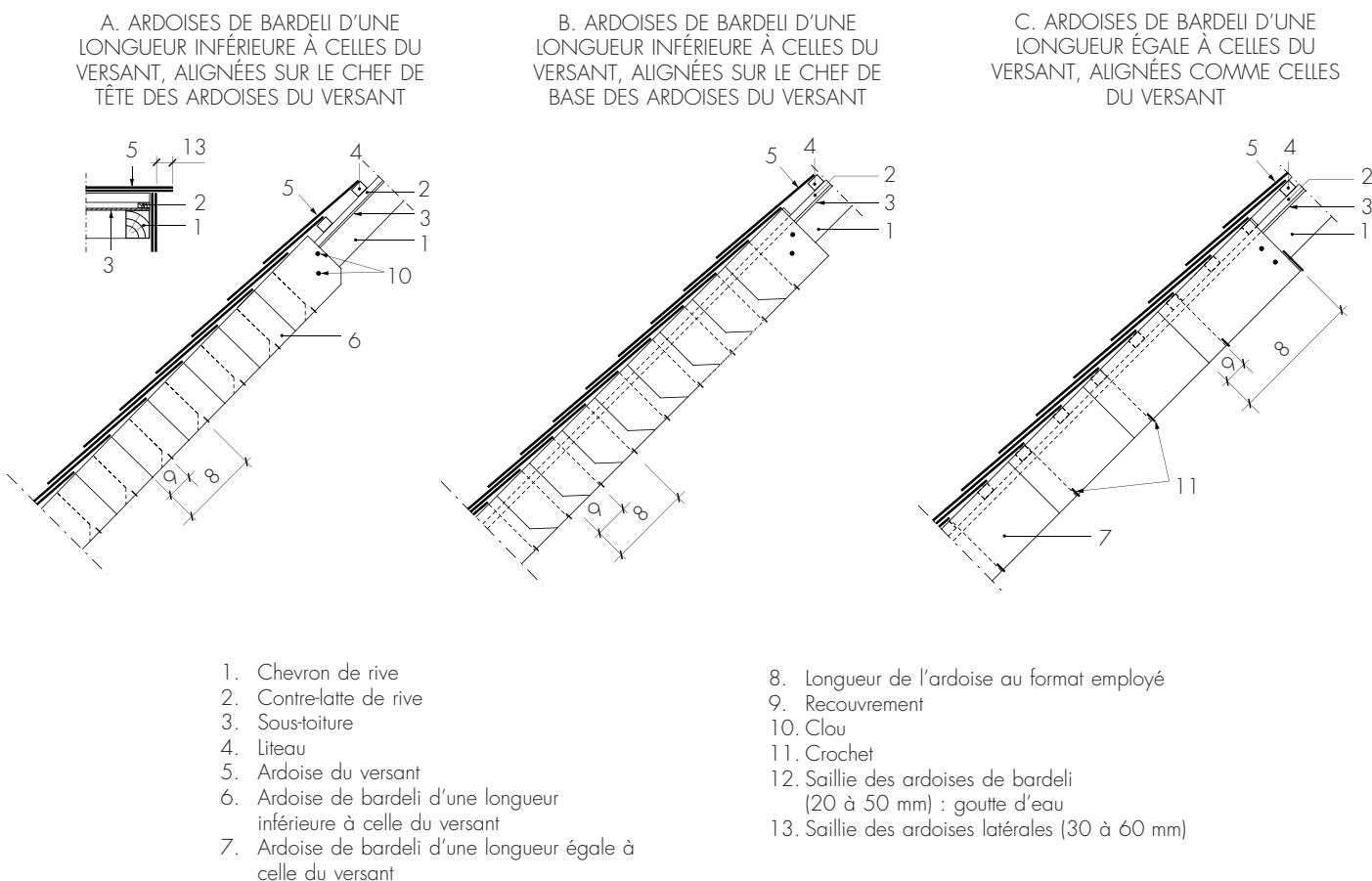
La rive en tranchis biais reçoit l'eau du versant en amont.

Elle forme un angle de 45° à 89° par rapport à l'horizontale.

Il est conseillé de procéder de la manière suivante pour tailler les ardoises :

- ◆ pour le traçage, on présente une ardoise à l'envers, le chef de base suivant la ligne de pureau de l'ardoise juxtante jusqu'à sa rencontre avec la rive biaise; puis on marque le point "a", qui est le coin de l'ardoise juxtante (fig. 37)
- ◆ deux méthodes peuvent être appliquées :
  - 1<sup>ère</sup> méthode (fig. 37B) : on place le chef de base sur la ligne de tranchis, de sorte que le point "a" soit sur la ligne de pureau et on taille suivant cette ligne
  - 2<sup>ème</sup> méthode (fig. 37C) : on place le chef de côté sur la ligne de tranchis, de sorte que le point "a" se trouve sur le chef de côté de l'ardoise juxtante et on taille suivant cette ligne.

**Fig. 35** Recouvrement de la rive en bardeli.



**Fig. 36**  
Recouvrement  
de la rive en  
bardeli :  
quelques  
variantes  
possibles.

A. À RANG D'ARDOISES



B. À RANG D'ARDOISES COUPÉES EN BIAIS



C. À RANG D'ARDOISES AVEC ÉCORNEMENT



D. À DOUBLE RANG D'ARDOISES À ÉCORNEMENT DROIT



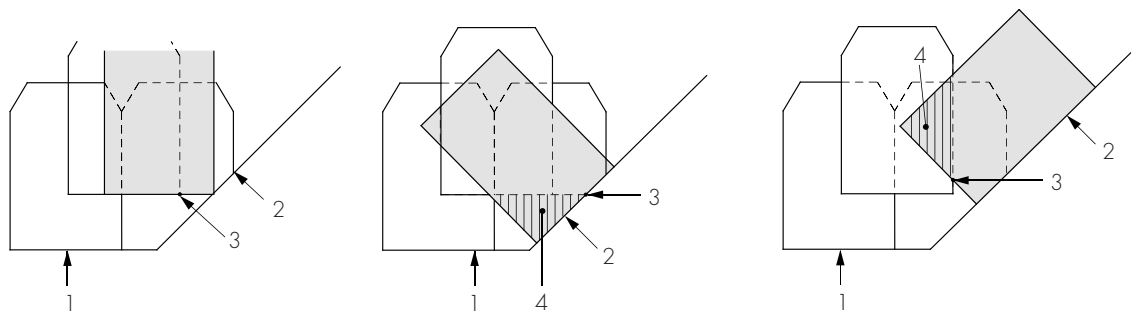
E. À DOUBLE RANG D'ARDOISES À ÉCORNEMENT ARRONDI



F. À RANGS D'ARDOISES TAILLÉES DÉCORATIVEMENT



**Fig. 37**  
Taille du  
tranchis des  
ardoises.



A. MARQUAGE DU POINT "A"

1. Égout
2. Tranchis
3. Point "a"

B. TRAÇAGE SELON LA 1<sup>ÈRE</sup> MÉTHODE

1. Égout
2. Tranchis
3. Point "a"
4. Partie à enlever

C. TRAÇAGE SELON LA 2<sup>ÈME</sup> MÉTHODE

1. Égout
2. Tranchis
3. Point "a"
4. Partie à enlever

Il existe trois solutions pour la pose des ardoises près de la rive :

- ◆ la première solution consiste à travailler avec des ardoises identiques à celles du plan carré, sauf celles qui constituent la rive et qui sont coupées suivant le tranchis. Cette solution conduit, à certains endroits, à utiliser de petits coins d'ardoises dont la fixation serait aléatoire (fig. 39). Pour cette raison, dès que la dimension du chef de tête est inférieure à  $\approx 150$  mm, on réduira en largeur l'ardoise juxtante, en veillant à garder un recouvrement latéral de minimum trois quarts du recouvrement (fig. 40B). Cette solution est techniquement la meilleure, mais elle présente moins de régularité sur le plan esthétique
- ◆ la deuxième solution consiste à poser, sur le tranchis, des ardoises de rive identiques dont le chef de base sera le plus large possible (fig. 40). Cette solution nécessite l'utilisation d'ardoises de remplissage (fig. 40A). En principe, la largeur de celles-ci ne devrait pas être inférieure à deux fois le recouvrement (NIT 195, § 3.2). En pratique, cette solution est difficile à réaliser; il faut nécessairement utiliser des ardoises à quatre cornières d'une largeur supérieure à 1,5 fois celle du recouvrement (voir fig. 40B)

- ◆ troisième solution (fig. 42) : on peut utiliser pour les rives des ardoises plus larges que les ardoises du plan carré, à condition qu'elles aient la même origine (aspect) et la même épaisseur. Cette solution présente l'avantage d'assurer une bonne fixation des ardoises du tranchis, un meilleur aspect de la rive et un meilleur recouvrement latéral.

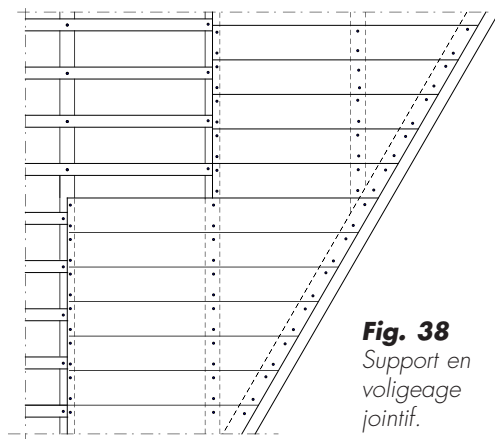
Pour assurer une bonne fixation des ardoises de remplissage et des ardoises du tranchis, un support en voligeage jointif est une bonne solution (fig. 38); chaque ardoise aura au moins deux points de fixation.

## 4.2 RIVE LATÉRALE EN BUTÉE

On rencontre les rives latérales en butée entre le versant de toiture et une remontée verticale,

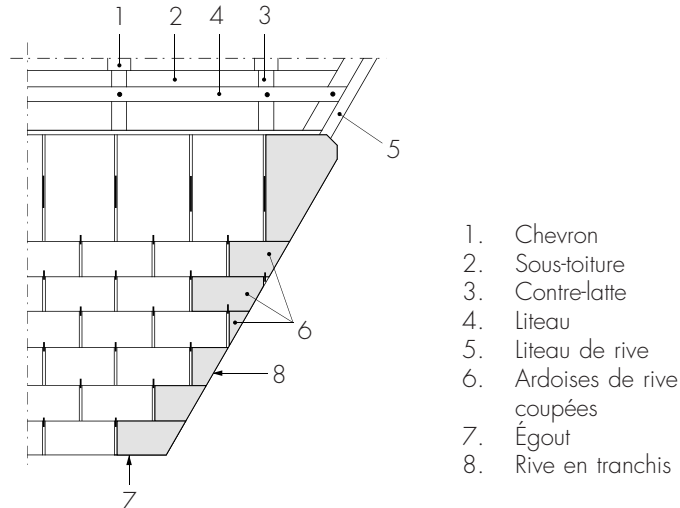
par exemple :

- ◆ au contact de la maçonnerie, soit contre un mur, soit contre une souche de cheminée (fig. 43A)
- ◆ contre une paroi revêtue d'un bardage (fig. 43B)
- ◆ contre une planche costière (fig. 45B)
- ◆ contre une bande de rive métallique (fig. 45D)
- ◆ contre un tasseau (fig. 45C)
- ◆ sur une bande métallique (fig. 45A).



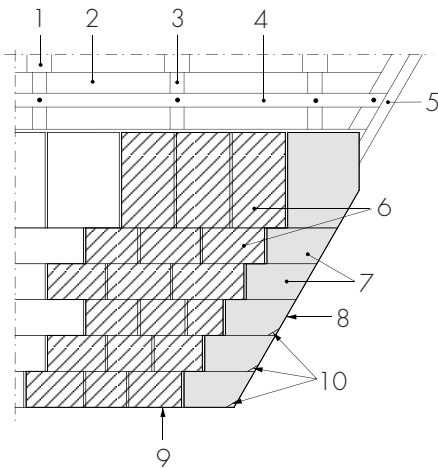
**Fig. 38**  
Support en  
voligeage  
jointif.

**Fig. 39** Rive latérale en tranchis biais : utilisation d'ardoises identiques à celles du plan carré.

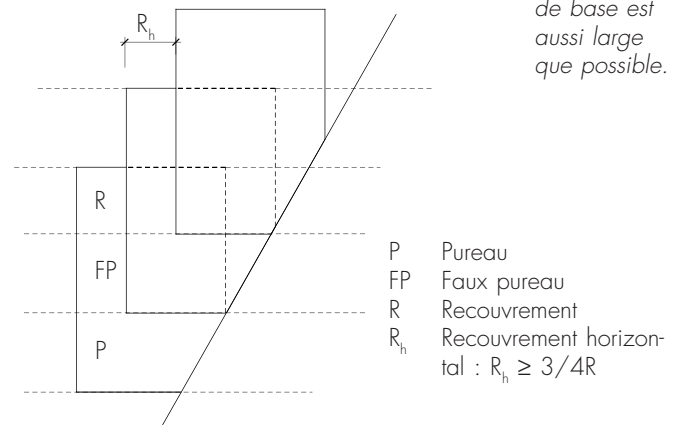


A. UTILISATION DES ARDOISES DE REMPLISSAGE

1. Chevron
2. Sous-toiture
3. Contre-latte
4. Liteau
5. Liteau de rive
6. Ardoise de remplissage
7. Ardoise de rive
8. Rive en tranchis
9. Égout
10. Écornement facultatif



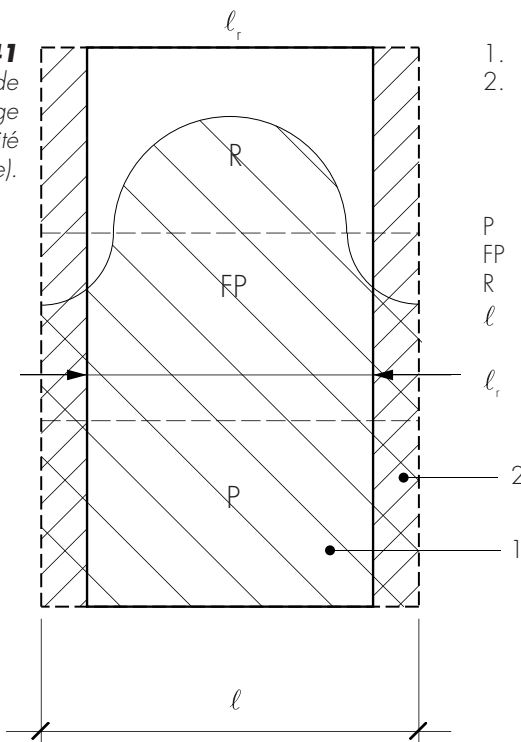
B. UTILISATION DES ARDOISES À QUATRE CORNIÈRES : RECOUVREMENT LATÉRAL = MINIMUM TROIS QUARTS DU RECOUVREMENT



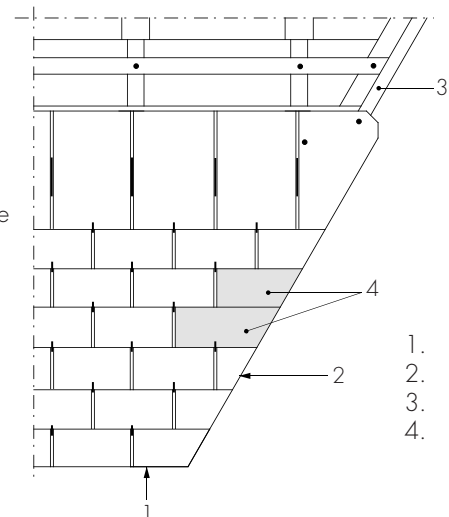
**Fig. 40** Rive latérale biaisée avec ardoises du tranchis dont le chef de base est aussi large que possible.

- P Pureau
- FP Faux pureau
- R Recouvrement
- $R_h$  Recouvrement horizontal :  $R_h \geq 3/4R$

**Fig. 41** Ardoises de remplissage (sécurité réduite).



1. Zone de mouillage
  2. Zone de sécurité diminuée (cas du clouage) des ardoises de remplissage
- P Pureau
  - FP Faux pureau
  - R Recouvrement
  - $l$  Largeur d'une ardoise entière
  - $l_r$  Largeur de l'ardoise de remplissage :  $l_r \geq 2R$



**Fig. 42** Rives latérales en tranchis biais - utilisation d'ardoises plus larges que celles du plan carré.

1. Égout
2. Rive en tranchis
3. Liteau de rive
4. Ardoise plus large

L'étanchéité des rives latérales en butée est assurée par des noquets. Les noquets sont des pièces en métal (zinc, plomb, cuivre, aluminium, ...) formées pour assurer l'étanchéité des raccords.

Les dimensions des noquets sont définies de la façon suivante (tableau 3) :

- ◆ longueur : le pureau plus le recouvrement (un noquet par rang) ou deux pureaux plus le recouvrement, c.-à-d. la longueur d'une ardoise (un noquet pour deux rangs)
- ◆ largeur : largeur d'une demi-ardoise pour les formats dont la largeur est  $\leq 200$  mm; largeur d'un recouvrement pour les formats dont la largeur est  $> 200$  mm
- ◆ relevé : min. 50 mm au-dessus du niveau de la couverture.

Les noquets sont généralement placés à chaque rang d'ardoises.

A partir d'une pente de  $45^\circ$ , il est admis de mettre un noquet pour deux rangs d'ardoises. Dans ce cas, on distingue deux méthodes de pose :

- ◆ pose du noquet sous les demi-ardoises (tableau 3, cas D) : cette méthode donne une meilleure garantie d'étanchéité, car l'eau qui déborderait le noquet serait recueillie par l'ardoise entière sous-jacente
- ◆ pose du noquet sous les ardoises entières (tableau 3, cas B) : ce procédé, le plus employé parce que le plus pratique, est moins sûr que la méthode précédente au niveau de l'étanchéité.

Les principales solutions pour réaliser l'étanchéité des rives en butée sont les suivantes :

- ◆ *rive contre un mur avec des solins métalliques en gradin ou une bande de solin* (fig. 43A)  
L'ensemble assure l'étanchéité entre le mur en maçonnerie et le relief des noquets. L'étanchéité entre les solins en gradin ou la bande de solin et le mur est assurée par du mastic

- ◆ *rive contre un mur recouvert d'un bardage (= jouée)* (fig. 43B)

L'étanchéité entre la jouée et le noquet est assurée par le bardage

- ◆ *rive avec planche costière et revêtement métallique* (fig. 45B)

L'étanchéité entre la planche costière et les noquets est assurée par un revêtement métallique (dit "main courante")

- ◆ *rive avec bande à cheval* (fig. 45D)

La bande à cheval présente le double avantage de protéger le chevron de rive et d'offrir une grande résistance au vent. La bande de rive à cheval, placée contre le chevron, comporte un ourlet rechassé à la base : son bord inférieur est agrafé sur des pattes rigides qui sont clouées sur le chevron. Le bord supérieur est rabattu sur le relief des noquets. L'étanchéité est assurée entre le noquet de la rive et la bande de rive à cheval. Le noquet sera obligatoirement constitué d'un métal rigide

- ◆ *rive avec planche costière et tasseau* (fig. 45C)

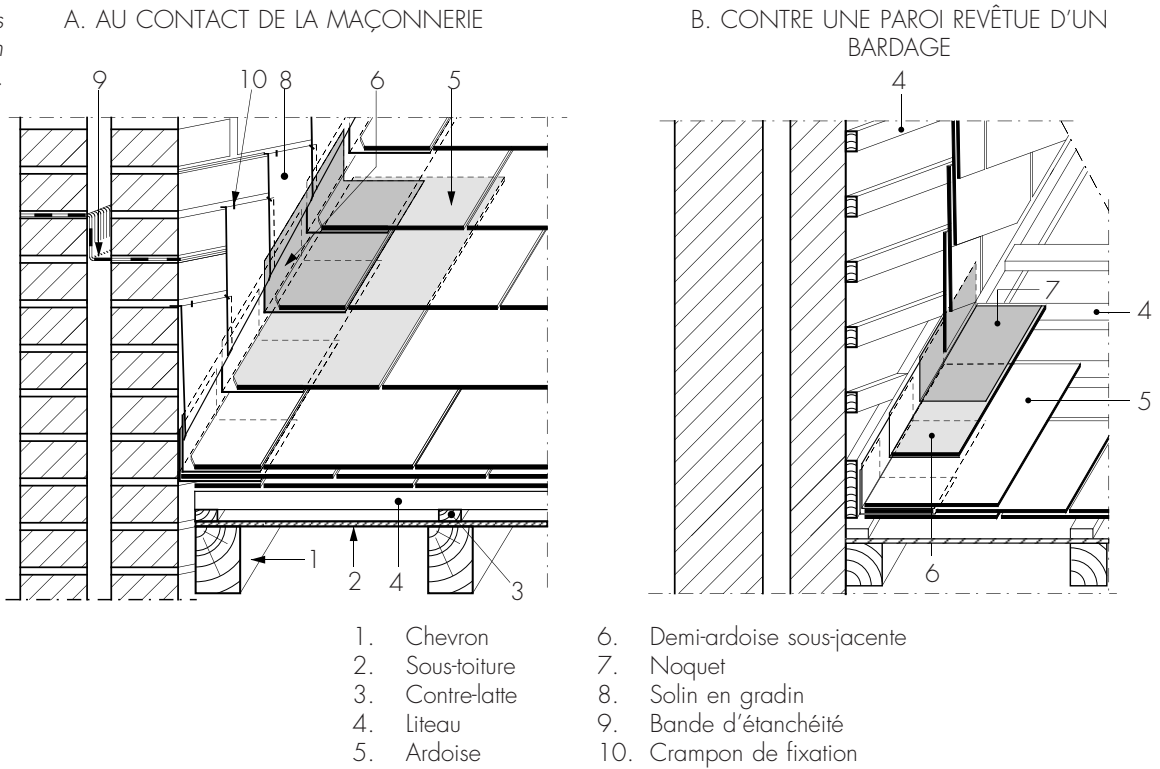
L'étanchéité avec la bande costière et le tasseau est directement assurée par le noquet.

D'autres solutions peuvent être envisagées pour ce type de raccord en interposant une bande métallique en équerre le long de la rive; les ardoises peuvent être posées soit directement sur le pli d'agrafure de cette bande, soit par l'intermédiaire de noquets métalliques. Cette bande peut également être encastrée dans l'épaisseur des lattes.

Ces solutions présentent néanmoins l'inconvénient d'encrassement fréquent par les feuilles et provoquent régulièrement des débordements. Elles sont également plus onéreuses et moins esthétiques.

Pour des raisons esthétiques, l'écornement des ardoises le long de la rive de la butée peut être exécuté. Ceci n'a cependant pas d'incidence sur l'étanchéité de la couverture.

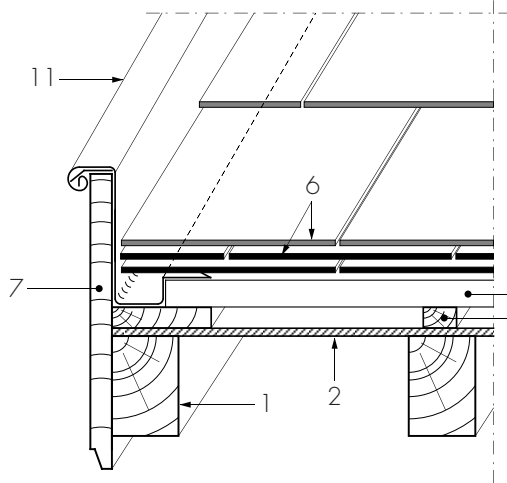
**Fig. 43** Rives latérales en butée droite.



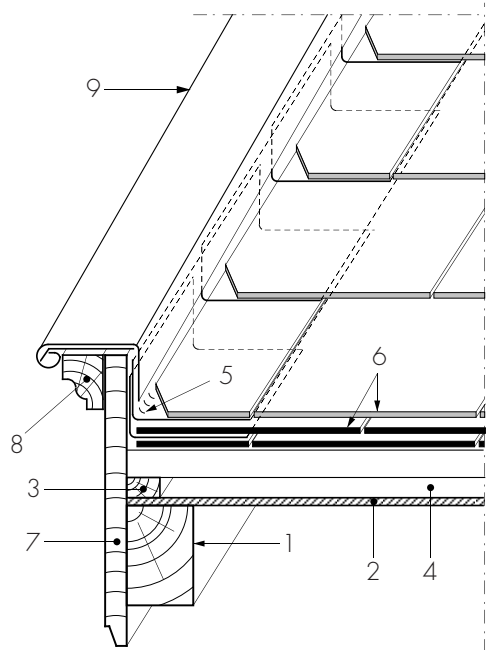
**Fig. 44**  
Exemple d'une rive latérale en butée droite (contre une paroi revêtue d'un bardage).

**Fig. 45** Rives latérales en butée.

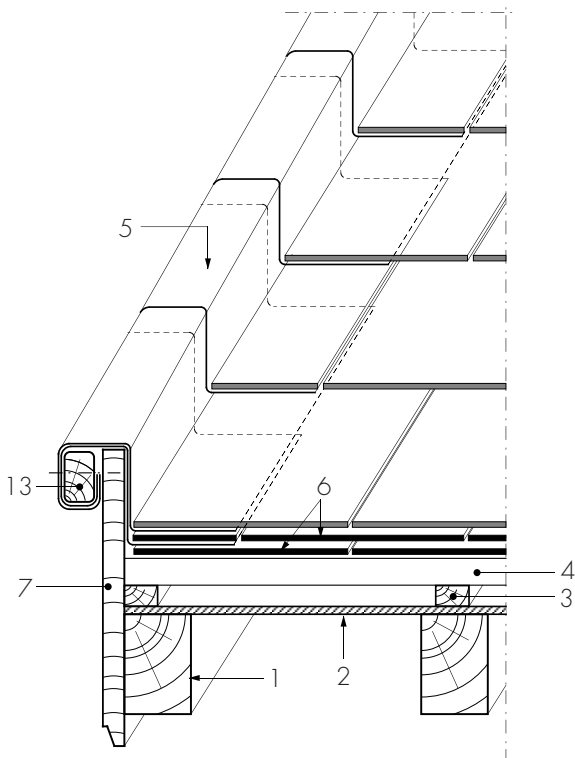
A. AVEC BANDE MÉTALLIQUE CRÉANT UN CHÉNEAU ENCASTRÉ CONTRE UNE PLANCHE COSTIÈRE



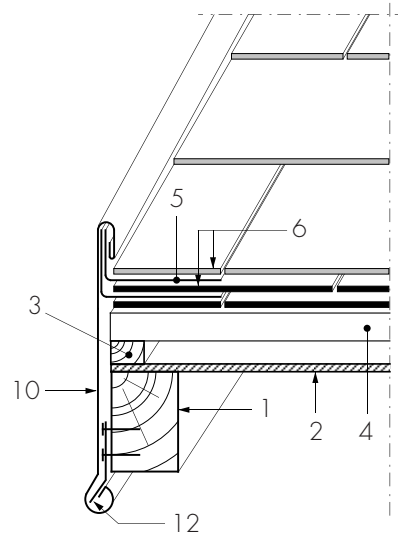
B. CONTRE UNE PLANCHE COSTIÈRE



C. CONTRE UNE PLANCHE COSTIÈRE AVEC TASSEAU



D. CONTRE UNE BANDE DE RIVE MÉTALLIQUE À CHEVAL



1. Chevron
2. Sous-toiture
3. Contre-latte
4. Liteau
5. Noquet en plomb
6. Ardoise
7. Planche costière

8. Moulure éventuelle
9. Revêtement en métal ("main courante")
10. Bande de rive métallique à cheval
11. Bande métallique
12. Patte de fixation
13. Tasseau

**Tableau 3** Forme et dimensions des noquets.

		LARGEUR DE L'ARDOISE	
		$\leq 200$ mm	$> 200$ mm
NOMBRE DE NOUQUETS	1 par rang		
	1 pour deux rangs		



## 5 RIVES DE TÊTE

### 5.1 RIVE DE TÊTE LIBRE

La rive de tête libre est traitée comme une faîtière.

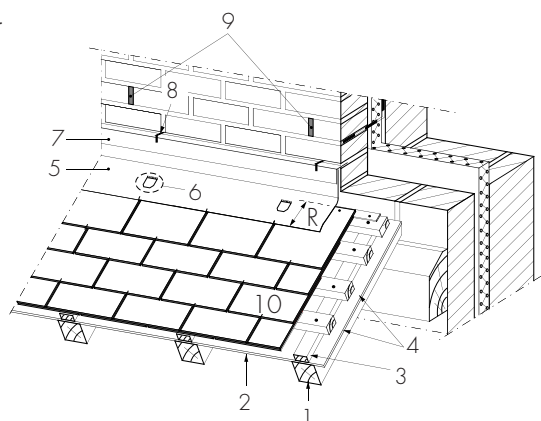
### 5.2 RIVE DE TÊTE EN BUTÉE

La rive de tête en butée est la rencontre horizontale entre le versant d'une toiture et une remontée verticale. L'étanchéité est assurée par une bavette en métal (zinc, cuivre, aluminium, plomb, ...). Cette bavette doit recouvrir les ardoises du versant de la valeur d'un recouvrement. Le re-

levé sera de minimum 60 mm. On donne ci-après deux exemples de rives en butée : raccordement à un mur en maçonnerie (fig. 46A) et à un mur revêtu d'un bardage (fig. 46B).

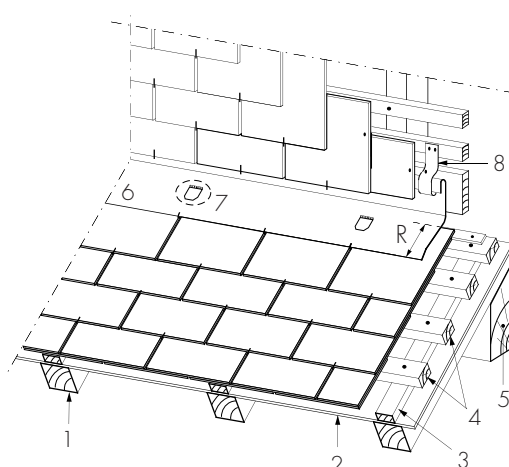
Ces raccordements sont exécutés de la même façon : une bavette en zinc ( $\geq 0,6$  mm), en cuivre ( $\geq 0,5$  mm) ou en plomb ( $\geq 1,5$  mm) est fixée, par exemple, par des clous ou des vis recouverts par des pattes en plomb, soudées sur la bavette. Les clous ou vis sont situés au droit de la jonction entre les ardoises sous-jacentes.

**Fig. 46** Rive de tête en butée.  
A. RACCORDEMENT À UN MUR EXTÉRIEUR EN MAÇONNERIE.



1. Chevron
  2. Sous-toiture
  3. Contre-latte
  4. Liteau
  5. Bavette en métal
  6. Patte en plomb, soudée sur la bavette
  7. Bande de solin
  8. Crampon de fixation
  9. Joints ouverts
  10. Couverture en ardoises
- R Recouvrement des ardoises

B. RACCORDEMENT À UN BARDAGE.



1. Chevron
  2. Sous-toiture
  3. Contre-latte
  4. Liteau
  5. Panne
  6. Bavette en métal
  7. Patte en plomb, soudée sur la bavette
  8. Patte d'agrafure
- R Recouvrement des ardoises

**Fig. 47** Rive de tête en butée; raccordement à un mur.





## 6 LIGNES DE BRIS

Les lignes de bris ou brisures sont des intersections entre deux plans d'un même versant de pente différente. On distingue les brisures convexes (membrons) et les brisures concaves (coyaux). Les coyaux sont traités au § 7.

La brisure convexe se présente sur les combles à la mansard à la rencontre du brisis et du terrasson. Nous proposons cinq solutions (fig. 50). Les solutions A et A' sont les plus courantes. Les solutions B, C et D sont plutôt réservées aux travaux de restauration.

Une chanlatte ou une volige de pied avec latte plâtrière placée à la base du terrasson est nécessaire pour compenser l'épaisseur manquante d'une ardoise au niveau de l'égout. La continuité de la sous-toiture est assurée par une bavette.

### 6.1 LIGNE DE BRIS AVEC EGOUT DEBORDANT

Le haut du brisis se termine par un rang de rencontre (fig. 50A), éventuellement avec une bande métallique, pour des pentes d'ardoises du terrasson inférieures à 30° (fig. 50A'). La base du terrasson comporte un égout avec une saillie de 50 mm.

### 6.2 LIGNE DE BRIS AVEC BANDE METALLIQUE

Le haut du brisis se termine par un rang de rencontre comme dans le cas précédent. La bande métallique assure l'étanchéité entre le brisis et le terrasson, sans débordement à

l'égout du terrasson. La latte plâtrière posée au-dessus de l'agrafure empêchera son écrasement (fig. 50B).

### 6.3 LIGNE DE BRIS AVEC BANDE METALLIQUE ET BANDE DE FILET

La bande de filet en plomb, placée en tête du brisis, remplace le rang de rencontre et facilite une réparation éventuelle. La bande métallique est placée ensuite sur la bande de filet (fig. 50D).

Les ardoises de la ligne d'égout du terrasson sont fortement sollicitées par le vent. Il faut donc veiller à une bonne fixation.

### 6.4 LIGNE DE BRIS AVEC MEMBRON

Le membron (fig. 50C) est constitué :

- ◆ par une forte moulure en bois, fixée en tête du brisis
- ◆ par une feuille métallique épousant la forme de la moulure.

*Base du terrasson* : l'égout en ardoises déborde sur le membron métallique. Ce débordement doit être égal à un recouvrement de la couverture en ardoises appliqué au terrasson.

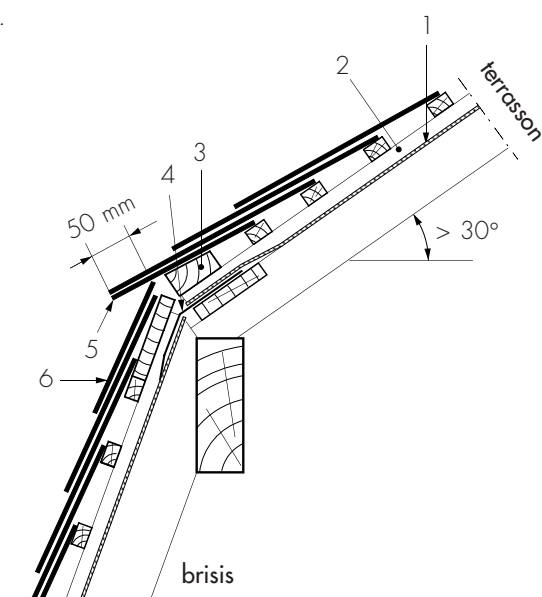
*Tête du brisis* : une bande de filet engagée sous la base du membron métallique peut remplacer le rang de rencontre (voir § 6.3).

**Fig. 48**  
Exemple de ligne de bris avec égout débordant et bande métallique.

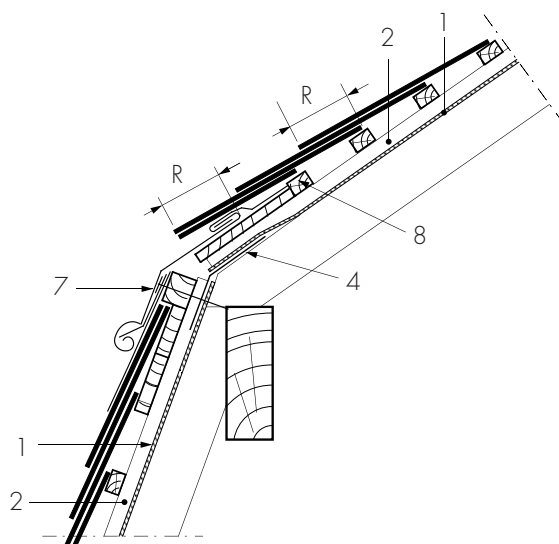


**Fig. 49**  
Exemple de ligne de bris avec membron.

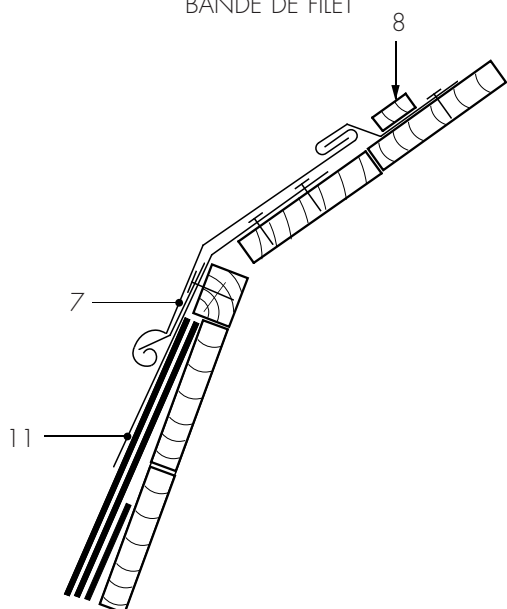
**Fig. 50** A. LIGNE DE BRIS AVEC ÉGOUT DÉBORDANT  
Lignes de bris.



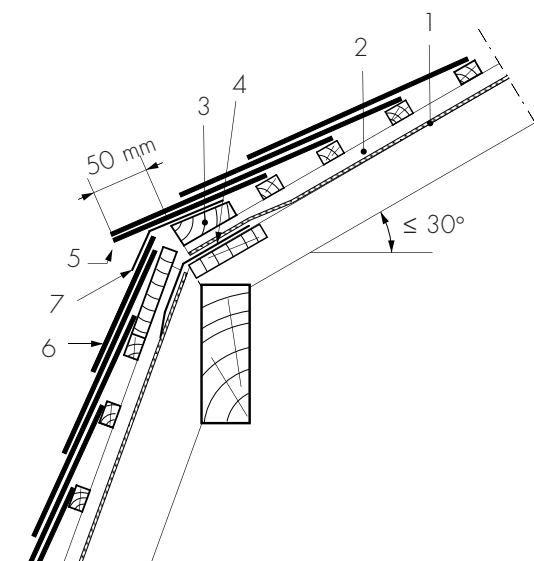
B. LIGNE DE BRIS AVEC BANDE MÉTALLIQUE



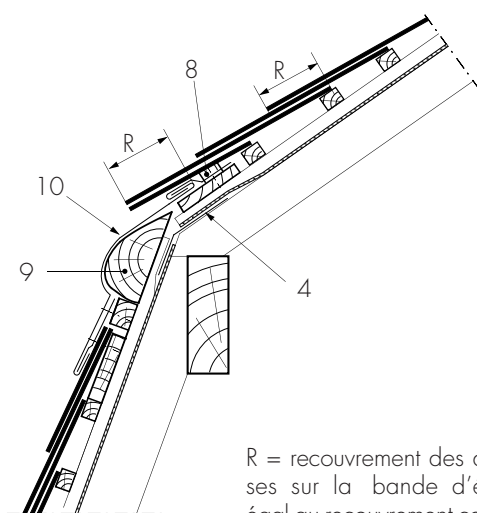
D. LIGNE DE BRIS AVEC BANDE MÉTALLIQUE ET BANDE DE FILET



A'. LIGNE DE BRIS AVEC ÉGOUT DÉBORDANT ET BANDE MÉTALLIQUE (PENTE  $\leq 30^\circ$ )



C. LIGNE DE BRIS AVEC MEMBRON



R = recouvrement des ardoises sur la bande d'égout égal au recouvrement courant

1. Sous-toiture
2. Contre-lattes
3. Chanlatte
4. Bande de recouvrement de la sous-toiture
5. Égout
6. Ardoise du rang de rencontre
7. Bande métallique
8. Latte plâtrière
9. Membron en bois
10. Membron métallique
11. Bande de filet en plomb



# 7 LIGNES DE BRIS (COYAUX)

**7.1 GÉNÉRALITÉS** La brisure concave (coyau) se présente chaque fois que la partie basse du versant est d'une inclinaison plus faible que la partie haute. C'est le cas notamment sur les versants avec coyaux et sur les lucarnes rampantes. A cet endroit, il y a toujours des ardoises en porte-à-faux, on veillera donc à ne pas exercer des efforts dans ces zones. Il y a quatre possibilités pour y assurer la continuité de la couverture.

**7.2 COUVERTURE CONTINUE** Lorsque la brisure est peu accentuée, la couverture en ardoises est continue (fig. 53A). Plusieurs rangs d'ardoises seront en porte-à-faux pour former un arrondi.

**7.3 COUVERTURE CONTINUE AVEC DOUBLIS ET RANG DE RENCONTRE** Lorsque l'angle de la brisure ne permet pas la continuité directe de la couverture, on utilise un doublis et un rang de rencontre (fig. 53B).

Le recouvrement du doublis sur le rang de rencontre doit être égal au recouvrement de la partie basse.

**Fig. 51**  
Exemple de coyau dans le cas d'une couverture continue.



**7.4 BRISURE A BANDE METALLIQUE** Lorsque la brisure est trop importante pour obtenir un débordement suffisant sur le rang de rencontre, il est nécessaire d'interposer une bande métallique (fig. 53D) comportant :

- ◆ un pli raidisseur à la base
- ◆ une agrafure en tête, suivie d'une latte plâtrière ou chanlatte, qui évite l'écrasement.

Cette bande métallique est par exemple en plomb, cuivre, zinc ou acier inoxydable et :

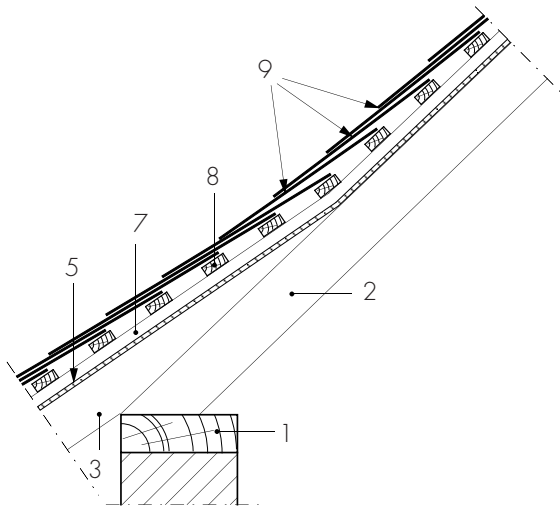
- ◆ déborde sur le rang de rencontre d'un recouvrement de la partie basse
- ◆ s'engage sous l'égout supérieur d'un recouvrement de la partie haute.

Si l'angle entre les deux versants est plus grand et si l'on veut que la couverture en ardoises soit continue (moins accentuée), on travaille selon l'exemple de la figure 53C : en utilisant un coyau secondaire, on peut appliquer deux fois la solution A, décrite au § 7.2.

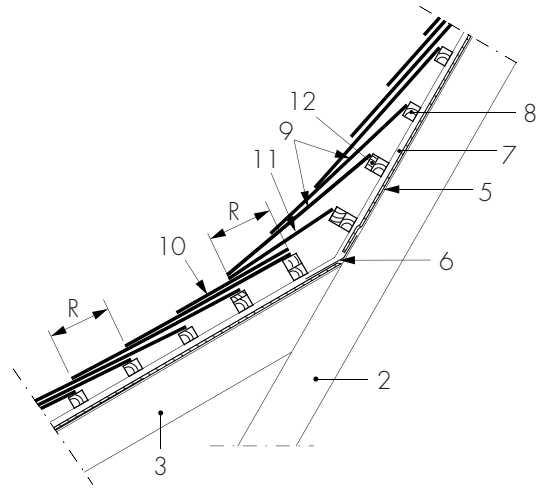
**Fig. 52**  
Exemple de coyau avec bande métallique.



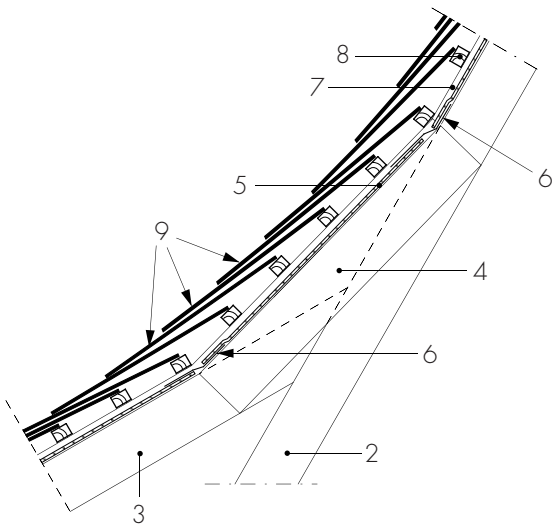
**Fig. 53** Ligne de bris concave : exemples de solutions possibles.



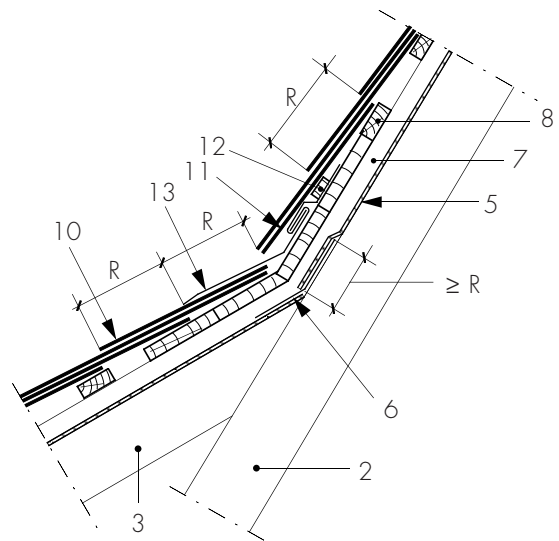
A. COUVERTURE CONTINUE



B. COUVERTURE CONTINUE  
(ANGLE ENTRE LES VERSANTS PLUS GRAND)



C. COUVERTURE CONTINUE AVEC DOUBLIS ET  
RANG DE RENCONTRE  
(ANGLE ENTRE LES VERSANTS MOINS ACCENTUÉ)



D. BRISURE À BANDE MÉTALLIQUE

1. Sablière
2. Arbalétrier ou chevron
3. Coyau
4. Coyau secondaire
5. Sous-toiture
6. Bavette de sous-toiture
7. Contre-latte

8. Liteau
9. Ardoise en porte-à-faux
10. Ardoise du rang de rencontre
11. Doublis
12. Latte plâtrière
13. Bande métallique
- R Recouvrement des ardoises



# 8 ARÊTIERS

## 8.1 GÉNÉRALITÉS

### 8.1.1 DÉFINITION

L'arêtier est la ligne de rencontre de deux versants présentant entre eux un angle latéral convexe (saillant). Par extension, ce terme désigne également l'ouvrage qui couvre cette ligne de rencontre. Si l'angle entre l'arêtier et la ligne de pureau (§ 8.1.2) ne dépasse pas  $10^\circ$ , on parle d'un faîtage (voir § 9).

### 8.1.2 ANGLE ENTRE L'ARÊTIER ET LA LIGNE DE PUREAU

La technique de réalisation de l'arêtier est déterminée par l'angle formé entre l'arêtier et la ligne de pureau ( $a_1$  et  $a_2$ ), par le format de l'ardoise et le recouvrement en vue de conserver un recouvrement latéral suffisant. La ligne d'intersection de deux versants, formant l'arêtier, a une pente  $\alpha$  qui dépend des pentes  $\beta$  et  $\gamma$  des versants (voir tableau 4).

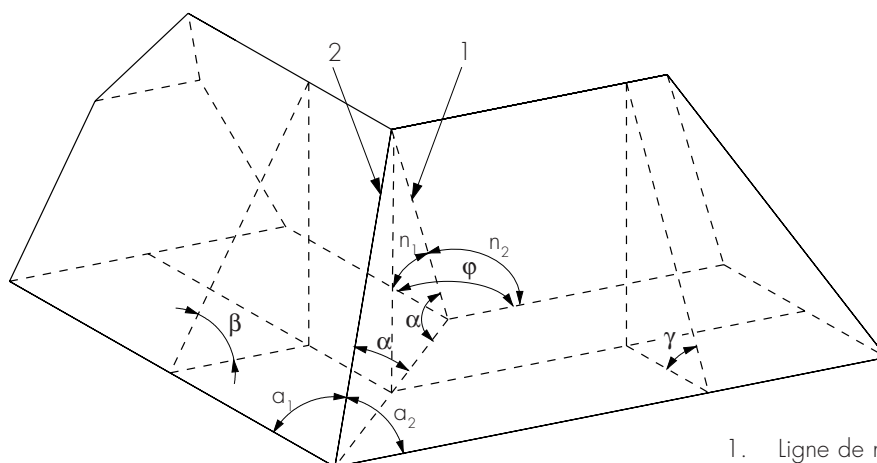
En pratique, pour la réalisation de l'arêtier, ce sont les angles  $a_1$  et  $a_2$  qui doivent être connus.

Dans le cas où l'angle  $\varphi$  entre les ailes du bâtiment est de  $90^\circ$ , la figure 55 présente la pente de l'arêtier en fonction des pentes des deux versants. Le détail des calculs permettant d'arriver à ce graphique est donné dans l'annexe 2.

#### 8.1.2.1 UTILISATION DU GRAPHIQUE

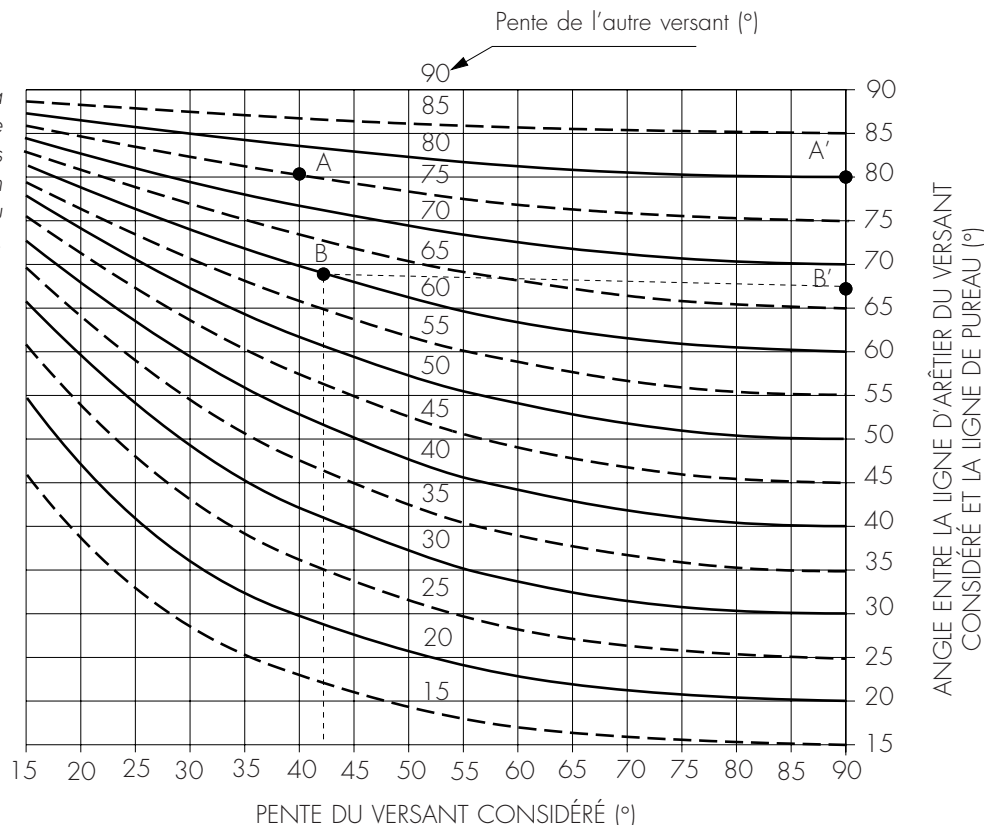
L'axe horizontal inférieur indique la valeur de la pente du versant sur lequel on doit réaliser l'arêtier. En remontant verticalement jusqu'à la courbe correspondant à la pente de l'autre versant, et à partir du point d'intersection ainsi obtenu, on trace une horizontale; l'intersection de cette horizontale avec l'axe vertical du graphique donne la pente entre la ligne de l'arêtier et la ligne de pureau du versant considéré.

**Fig. 54** Pente de l'arêtier et de la noue.



1. ligne de noue
  2. ligne de l'arêtier
- $\alpha$  = pente de l'arêtier  
 $\beta$  et  $\gamma$  = pentes des versants de la toiture  
 $\varphi$  = angle entre les deux ailes du bâtiment  
 $a_1$  et  $a_2$  = angles entre la ligne d'arêtier et les lignes de pureau  
 $n_1$  et  $n_2$  = angles entre la ligne de noue et les lignes de pureau

**Fig. 55** Pente entre la ligne d'arêtier et la ligne de pureau en fonction des pentes des versants (pour un angle entre les ailes du bâtiment  $\varphi$  de  $90^\circ$ ).



### 8.1.2.2 EXEMPLES

Lorsqu'un versant a une pente de  $40^\circ$  et l'autre versant une pente de  $75^\circ$  (fig. 55, point A), on trouve un angle de  $80^\circ$  entre la ligne d'arêtier et la ligne de pureau du versant sur lequel on travaille (fig. 55, point A').

Pour deux versants sur lesquels l'arêtier doit être réalisé d'une pente respectivement de  $42^\circ$  et de  $60^\circ$  (fig. 55, point B), on a un angle de  $67^\circ$  entre la ligne d'arêtier et la ligne de pureau du versant sur lequel on travaille (fig. 55, point B').

Ce même graphique peut également être utilisé pour les angles entre un versant et une croupe.

### 8.1.3 TYPES D'ARÊTIER ET CHOIX

On distingue :

- ◆ les arêtiers demi-droits
- ◆ les arêtiers à ardoises biaises :
  - à demi-biaise
  - à deux biaises
  - à trois biaises
  - à quatre biaises
- ◆ les arêtiers à la belge

- ◆ les arêtiers en travers
- ◆ les arêtiers en recouvrement type bardeli (ou "strackort")
- ◆ les arêtiers en lignolet
- ◆ les arêtiers avec faîtières et les arêtiers en métal :
  - les arêtiers en fibre-ciment ou en terre cuite
  - les arêtiers métalliques.

Le tableau 4 donne un aperçu des techniques possibles pour réaliser un arêtier.

La technique de réalisation de l'arêtier peut être différente de part et d'autre de la ligne de raccord, principalement lorsque les pentes des versants sont différentes.

Dans les paragraphes suivants, les différentes techniques de réalisation sont plus ou moins détaillées.

### 8.1.4 EXECUTION, CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

#### 8.1.4.1 ÉTANCHÉITÉ

L'arêtier est une ligne de raccord étanche qui répartit l'évacuation de l'eau entre les versants.

**Tableau 4** Aperçu des principaux types d'arêtiers en fonction de l'angle entre la ligne de raccord et la ligne de pureau.

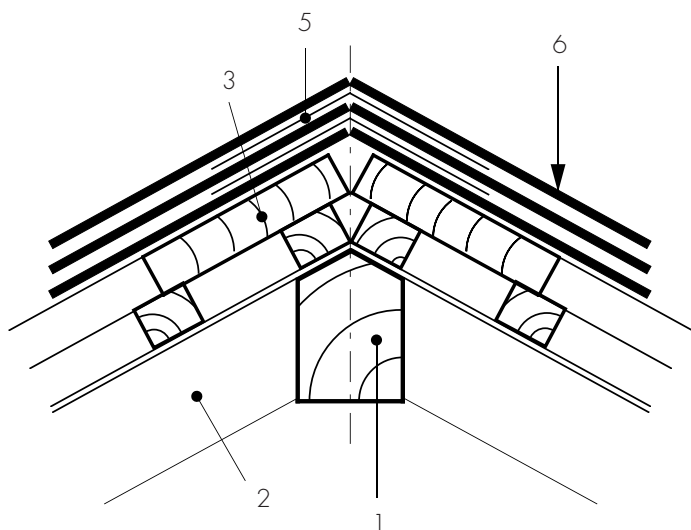
TYPE D'ARÊTIER AVEC ARDOISES TAILLÉES EN BIAIS AVEC OU SANS REMPLISSAGE	ANGLE ENTRE LA LIGNE DE RACCORD ET LA LIGNE DE PUREAU (α1 ou α2) (faîtage : entre 0° et 10° et arêtier : entre 10° et 90°)	PARAGRAPHE
Avec ardoises de remplissage : arêtier demi-droit	entre 75° et 89°	§ 8.2
Avec ardoises de remplissage : arêtier à demi-biaise	entre 65° et 75°	§ 8.3.1
Avec ardoises de remplissage : arêtier à deux biaisés	entre 55° et 65°	§ 8.3.2
Avec ardoises de remplissage : arêtier à trois biaisés	entre 45° et 55°	§ 8.3.3
Avec ardoises de remplissage : arêtier à quatre biaisés	entre 35° et 45°	§ 8.3.4
Avec ardoises de remplissage : arêtier à la belge	entre 40° et 65°	§ 8.4
Sans ardoises de remplissage : arêtier en travers	entre 35° et 65°	§ 8.5
Sans ardoises de remplissage : arêtier en bardeli	entre 40° et 90°	§ 8.6 (arêtier) et § 9.2 (faîtage)
Sans ardoises de remplissage : arêtier en ligolet	entre 40° et 89°	§ 8.7 (arêtier) et § 9.3 (faîtage)
Sans ardoises de remplissage : arêtier en fibre-ciment	entre 40° et 75°	§ 8.8.1 (arêtier) et § 9.4 (faîtage)
Sans ardoises de remplissage : arêtier métallique	entre 40° et 89°	§ 8.8.2 (arêtier) et § 9.5 (faîtage)

EN ARDOISES

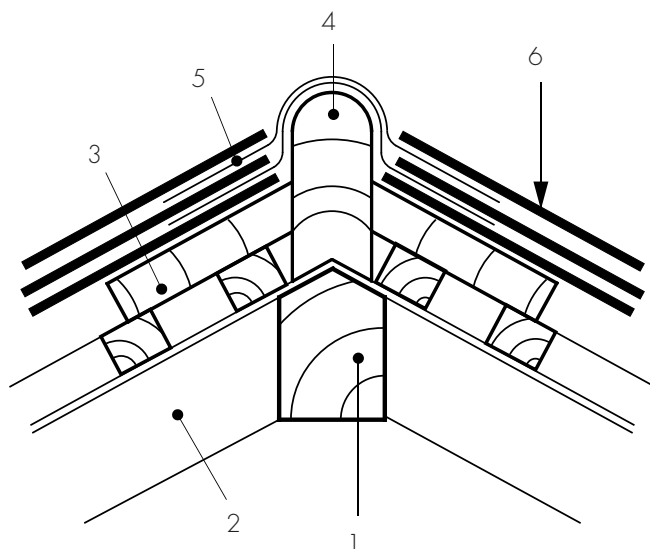
EN MÉTAL

**Fig. 56** Arêtiers avec noquets.

A. NOQUETS RECOUVERTS



B. NOQUETS SUR TASSEAUX



1. Arêtier
2. Chevron ("en empannon")
3. Voligeage de rive
4. Tasseau
5. Noquet
6. Ardoise de rive

Il y a deux possibilités pour réaliser l'étanchéité au moyen de noquets :

1. noquets recouverts d'ardoises (voir fig. 56A)
2. noquets sur tasseaux (voir fig. 56B).

#### 8.1.4.2 SUPPORT

Afin d'assurer une bonne fixation des ardoises de l'arêtier, il faut prévoir le long de celui-ci soit un doublage des liteaux, soit un voligeage jointif (voir fig. 57) de la même épaisseur que les liteaux.

Si l'on choisit le doublage des liteaux, on fixe une latte de rive de chaque côté de la ligne de raccord.

#### 8.1.4.3 ARDOISES BIAISES

Les ardoises biaises utilisées dans les arêtiers en ardoises biaises (voir tableau 4 et § 8.2) portent des

noms différents selon leur position dans le rang (fig. 61) :

1. arêtière : première ardoise braise au bord de l'arêtier (deux côtés en biais)
2. approche : une ou deux ardoises d'approche, posées en fonction de l'inclinaison de l'arêtier entre l'arêtière et la contre-approche; l'approche qui se trouve le plus près de l'arêtier est appelée "première approche", l'autre "deuxième approche"
3. contre-approche : deuxième ardoise braise (un côté en biais, un côté droit).

Le nombre d'ardoises biaises (et donc le choix entre une des cinq solutions possibles pour exécuter un arêtier en ardoises biaises) est déterminé par l'angle de l'arêtier (voir § 8.1.2 et tableau 4), conformément à la règle suivante, afin de garantir une étanchéité suffisante : le recouvrement latéral des ardoises biaises ne peut être inférieur à 0,6 fois le recouvrement des ardoises du plan carré.

**Fig. 57**  
Voligeage  
jointif le long  
de l'arêtier.



**Fig. 58**  
Ardoises  
biaises dans  
un arêtier.



Pour se raccorder à chaque rang sur les ardoises biaises, il est souvent nécessaire de terminer un rang avec une ou plusieurs ardoises de largeur réduite, appelées "ardoises de remplissage". Il faut veiller à ce que le décalage des joints verticaux entre les ardoises soit d'au moins 0,6 R par rapport aux rangs supérieurs et inférieurs. L'arêtière est toujours fixée par deux clous, même s'il y a aussi un crochet.

La taille des ardoises biaises est décrite, pour chaque type d'arêtier, au § 8.3.

## 8.2 ARÊTIERS DEMI-DROITS

### 8.2.1 PENTE

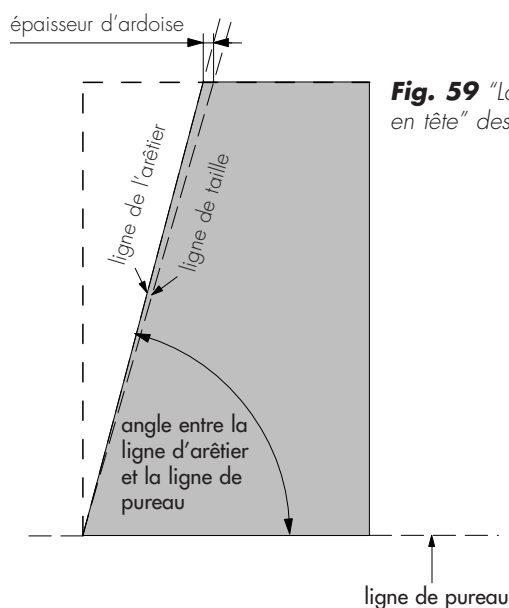
L'arêtier demi-droit permet d'obtenir un décalage suffisant d'un rang sur l'autre pour des angles com-

pris entre 75° et 89° et situés entre la ligne de pureau et la ligne d'arêtier.

### 8.2.2 TAILLE DES ARDOISES DE RIVE

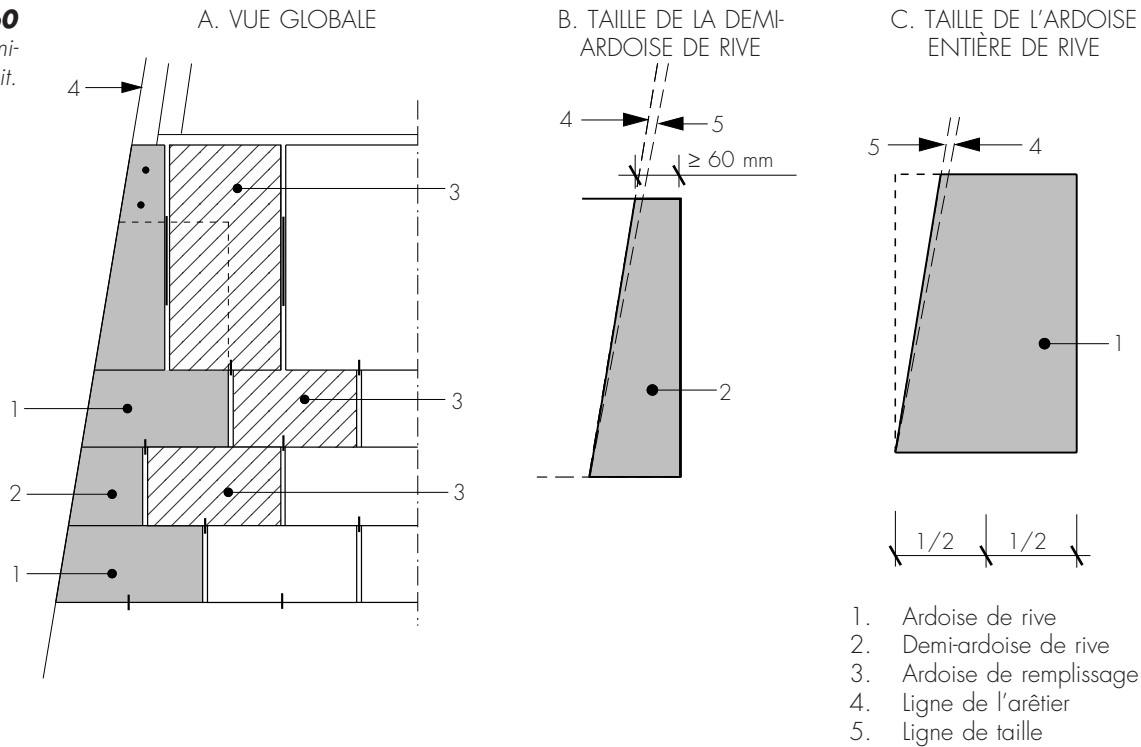
L'ardoise est présentée avec le chef de base sur la ligne de pureau et avec l'angle qui coïncide avec la ligne d'arêtier. On écarte ce coin de la valeur d'épaisseur d'ardoise vers l'extérieur de l'arêtier, de sorte que la ligne de taille coïncide avec la ligne de l'arêtier après pose de l'ardoise ("laisser du maigre en tête", voir fig. 59). On trace et coupe cette ardoise suivant cette ligne de taille :

- ◆ pour le rang suivant, on procédera de la même manière, mais avec une demi-ardoise
- ◆ la largeur du chef de tête de ces demi-ardoises doit dépasser 60 mm. Si cette largeur n'est pas suffisante, il y a lieu de changer de type d'arêtier.



**Fig. 59** "Laisser du maigre en tête" des ardoises biaises.

**Fig. 60**  
Arêtier demi-droit.



### 8.2.3 POSE DES ARDOISES D'ARÊTIER

Il faut prévoir minimum deux clous, ou un crochet et deux clous, par ardoise de rive pour bien les fixer. Des ardoises de remplissage peuvent être nécessaires.

## 8.3 ARÊTIERS À ARDOISES BIAISÉS

### 8.3.1 ARÊTIERS À DEMI-BIAISE

#### 8.3.1.1 PENTE

L'arêtier à demi-biaise permet aux angles compris entre 65° et 75°, situés entre la ligne de pureau et la ligne d'arêtier, de conserver une largeur suffisante en tête de la demi-ardoise.

#### 8.3.1.2 TAILLE DES ARDOISES

Pour le traçage des ardoises, on procède par la méthode suivante (fig. 61A) :

a) arêtière (fig. 61B (1)) :

- on présente l'ardoise avec le chef de base sur la ligne de pureau, en la décalant de l'épaisseur d'une ardoise vers l'extérieur de la ligne d'arêtier ("laisser du maigre en tête" : voir fig. 59). On trace une ligne passant à travers le coin et le point d'intersection de la ligne d'arêtier et du chef de tête

- on divise l'angle obtenu en deux, et l'on reporte ce demi-angle à partir du chef de base
- on coupe l'ardoise suivant les lignes obtenues

b) demi-arêtière (fig. 61C (1)) : on divise l'arêtière en deux parties et l'on coupe suivant ce trait

c) contre-approche, deux méthodes de taille sont possibles :

1. on reporte le demi-angle précédent (voir a) sur le chef de côté et l'on coupe suivant ce trait (fig. 61B (2))
2. contre-approche de la demi-arêtière : on pose une ardoise à l'envers sur le chef de base contre le chef de côté de la demi-arêtière en faisant coïncider le coin de l'ardoise entière avec le coin de la demi-arêtière. On prolonge le chef de base de la demi-arêtière sur l'ardoise entière pour couper suivant ce trait (fig. 61C (2)).

### 8.3.2 ARÊTIERS À DEUX BIAISÉS

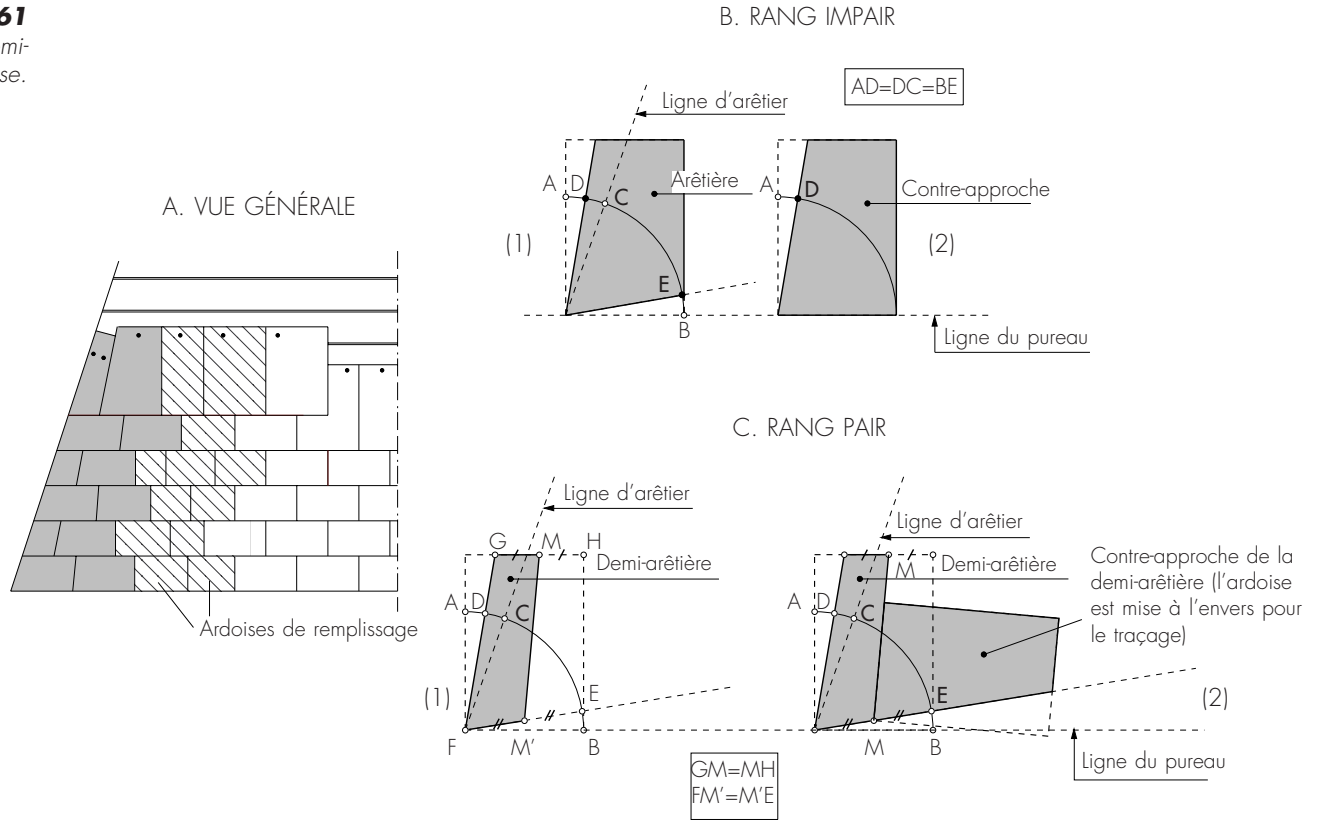
#### 8.3.2.1 PENTE

Ce type d'arêtier convient pour les angles de 55° à 68° entre la ligne de pureau et la ligne d'arêtier.

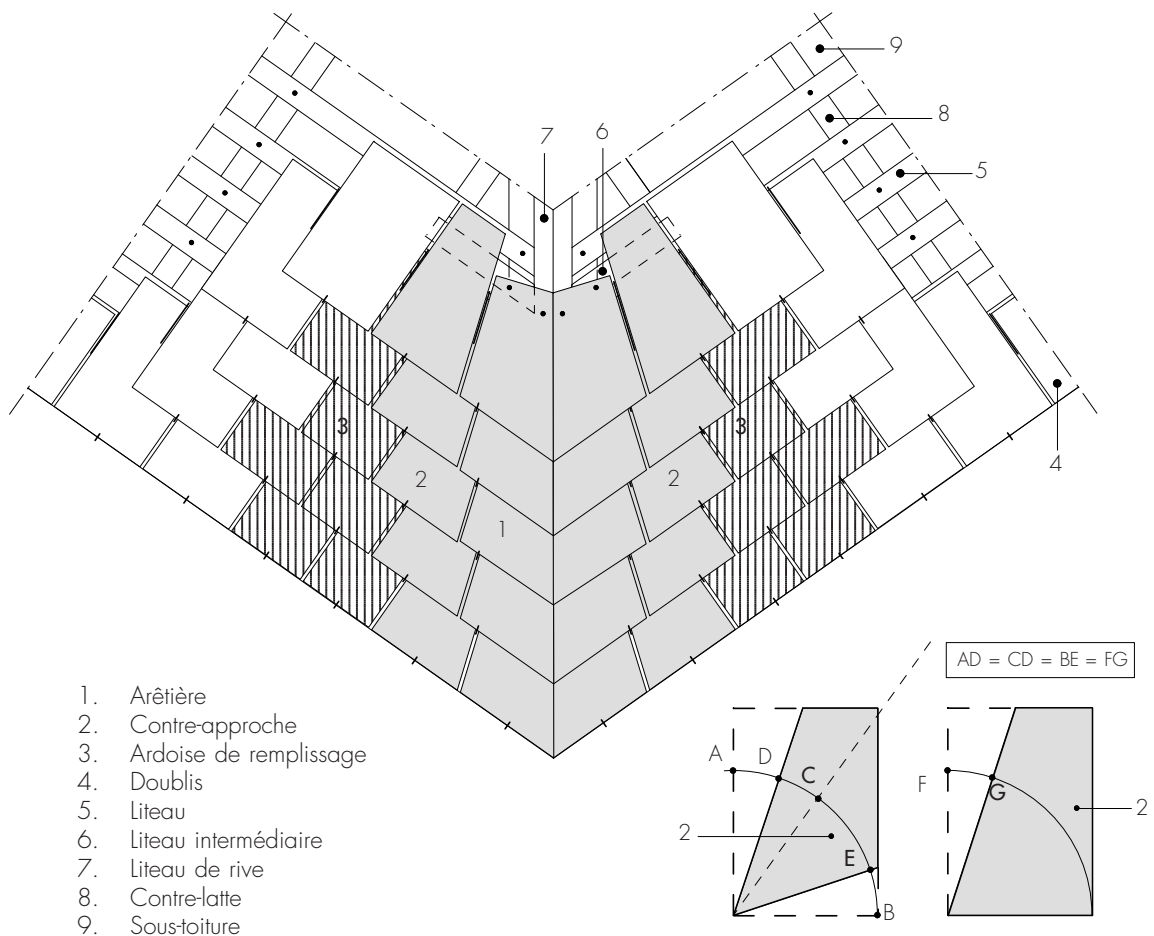
#### 8.3.2.2 TAILLE DES ARDOISES EN BIAIS

La taille des arêtières et des contre-approches se fait comme indiqué à la figure 62.

**Fig. 61**  
Arêtier à demi-biaise.



**Fig. 62**  
Arêtier à deux biaisés : vue globale.



**Fig. 63**  
Exemple d'un  
arêtier à deux  
biaises.



#### 8.3.2.3 POSE

La pose se fait comme pour les arêtiers à demi-biaise, mais en utilisant des arêtières entières à chaque rang.

### 8.3.3 ARÊTIERS À TROIS BIAISES

#### 8.3.3.1 PENTE

Ce type d'arêtier convient pour les angles de 45° à 55° entre la ligne du pureau et la ligne d'arêtier.

#### 8.3.3.2 TAILLE DES ARDOISES EN BIAIS

La taille des arêtières et des contre-approches se fait comme pour les arêtiers à deux baises (voir fig. 62 et § 8.3.2).

#### 8.3.3.3 POSE

La pose est réalisée comme pour les arêtiers à deux

baises, en ajoutant à chaque rang une approche entre l'arêtière et la contre-approche.

### 8.3.4 ARÊTIERS À QUATRE BIAISES

#### 8.3.4.1 PENTE

Ce type d'arêtier convient pour les angles de 35° à 45° entre la ligne de pureau et la ligne d'arêtier.

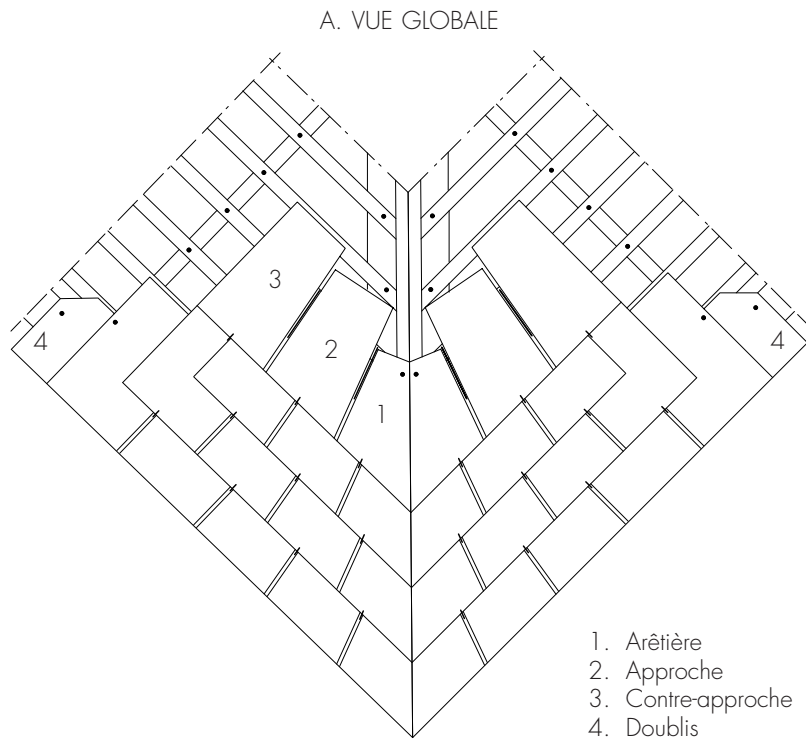
#### 8.3.4.2 TAILLE

La taille des arêtières et des contre-approches se fait comme pour les arêtiers à trois baises (voir § 8.3.3 et fig. 66).

#### 8.3.4.3 POSE DES ARDOISES EN BIAIS

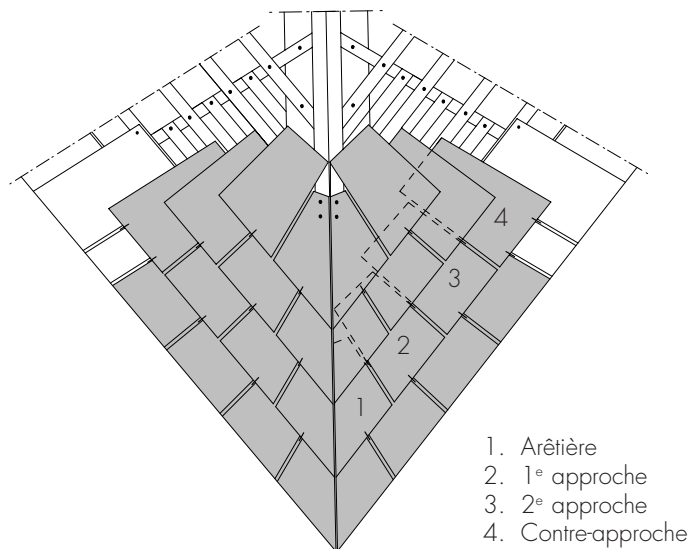
La pose est réalisée comme pour les arêtiers à deux baises, en ajoutant à chaque rang une approche supplémentaire entre la première approche et la contre-approche.

**Fig. 64**  
Arêtier à trois  
biaises.



**Fig. 65** Arêtier à trois baises.

**Fig. 66**  
Arêtier à  
quatre baises.



## 8.4 ARÊTIERS À LA BELGE

### 8.4.1 PENTE DE L'ARÊTIER

Ce type d'arêtier convient pour les angles de 40° à 65° entre la ligne de pureau et la ligne de l'arêtier.

### 8.4.2 TAILLE DE L'ARÊTIÈRE

L'ardoise arêtière est taillée dans une ardoise identique à celles du versant. Pour ce faire, on applique la méthode suivante (fig. 67) :

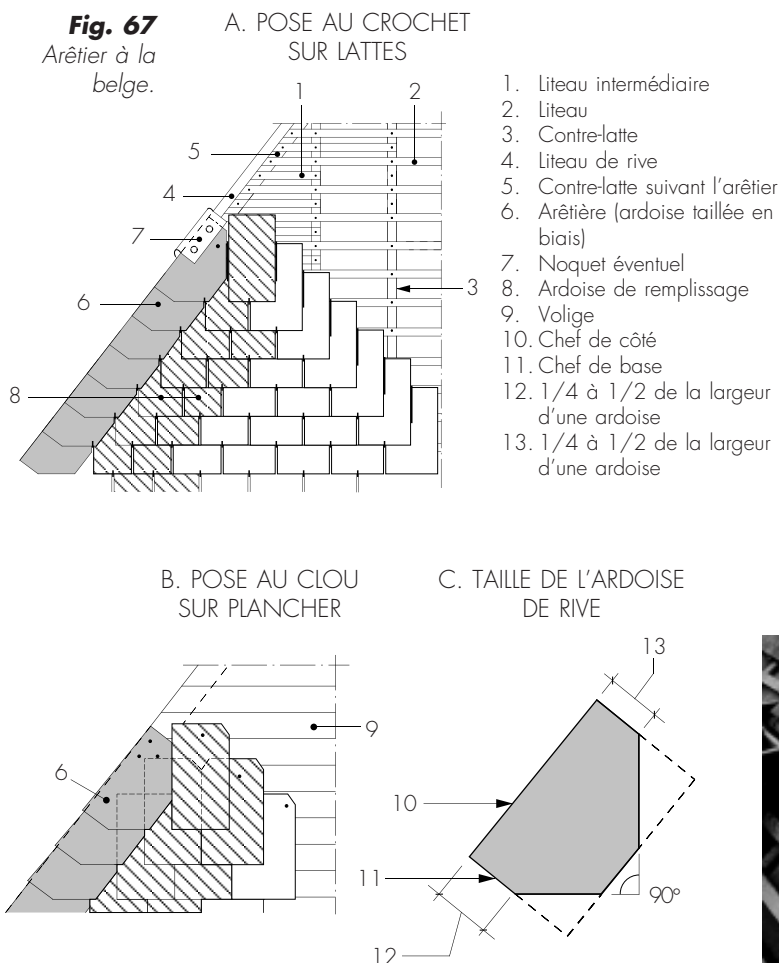
- ◆ on dispose le chef de côté de l'ardoise suivant la ligne d'arêtier, en écartant la base vers l'extérieur de l'épaisseur d'une ardoise (voir § 8.1.4)
- ◆ on trace une ligne horizontale en laissant généralement une distance de la ligne de l'arêtier comprise entre le 1/4 et la 1/2 largeur de l'ardoise
- ◆ on trace une ligne verticale en laissant généralement une distance de la ligne de l'arêtier comprise entre le 1/4 et la 1/2 largeur d'ardoise
- ◆ on taille l'ardoise suivant ces traits.

La distance variable, généralement comprise entre le 1/4 et la 1/2 largeur de l'ardoise, est principalement liée à l'aspect esthétique de l'arêtier.

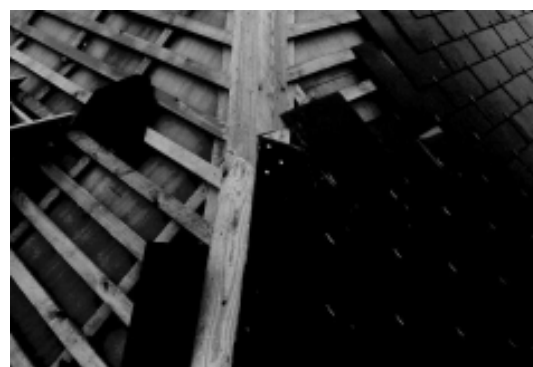
### 8.4.3 POSE

On pose l'ardoise le long de la ligne d'arêtier, le bord inférieur suivant la ligne de pureau en écartant la base du chef de côté d'une épaisseur d'ardoise. Elle sera fixée, pour une pose au crochet, par un crochet et deux clous; pour une pose au clou, par deux clous minimum.

Afin de raccorder l'arêtier au plan carré, il faut procéder à un remplissage au plus proche de l'arêtier (voir § 8.1.4). Ce remplissage consiste à utiliser des ardoises à quatre cornières, réduites en largeur. Le recouvrement latéral ne peut être inférieur à 0,6 R. Dès lors, la largeur de ces ardoises ne peut être inférieure à 1,2 x le recouvrement (= moins de sécurité, mais ces ardoises recueillent moins d'eau par rapport à la figure 40). Ceci nécessite de travailler sur la largeur d'une, deux ou trois ardoises.



**Fig. 69**  
Exemple d'arêtier à la belge.



**Fig. 68**  
Exemple d'arêtier à la belge en phase de construction : sous-structure en bois et pose des ardoises.

## 8.5 ARÊTIERS EN TRAVERS

### 8.5.1 PENTE

Ce type d'arêtier convient pour les angles de 35° à 65° entre la ligne de pureau et la ligne d'arêtier.

### 8.5.2 TAILLE DES ARDOISES EN BIAIS

Les ardoises d'arêtier sont des ardoises posées horizontalement (dans le sens de la longueur) et taillées selon la ligne d'arêtier.

### 8.5.3 POSE

On pose l'ardoise le long de la ligne d'arêtier, le bord inférieur suivant la ligne de pureau en écartant la base du chef de côté d'une épaisseur d'ardoise. Elle sera fixée, pour une pose au crochet, par un crochet et deux clous; pour une pose au clou, par deux clous minimum.

## 8.6 ARÊTIERS EN BARDELI

### 8.6.1 PENTE

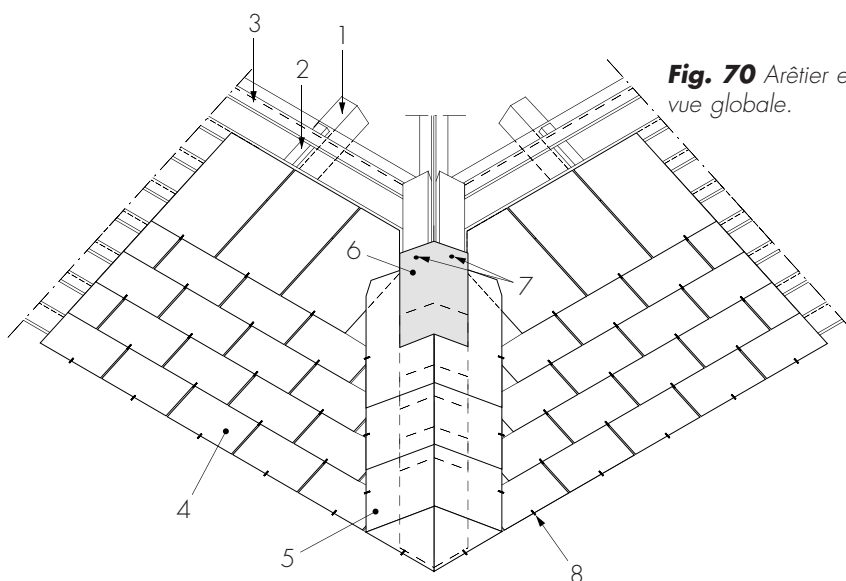
L'arêtier en bardeli ne comprend pas d'ardoises de remplissage. Il convient pour tout angle d'inclinaison.

### 8.6.2 POSE

Une chanlatte d'une épaisseur de deux à trois ardoises est placée sur le lattis de chaque côté de la ligne d'arêtier. Les ardoises des versants se terminent contre ces chanlattes par un tranchis biais.

Le bardeli (ou "strackort") est constitué par un rang d'ardoises placé parallèlement à la ligne d'arêtier. La fixation se fait par deux clous et un crochet (voir aussi § 4.2.1). Les ardoises du bardeli peuvent présenter à leur base une découpe décorative (voir fig. 71).

1. Chevron
2. Contre-latte
3. Liteau
4. Ardoise
5. Ardoise de rive ("en bardeli")
6. Noquet éventuel tous les deux rangs :
  - longueur :  $2P + 3$  cm
  - largeur :  $2 \times 90$  mm
7. Clou
8. Crochet



**Fig. 70** Arêtier en bardeli :  
vue globale.



**Fig. 71** Exemple  
d'arêtier en bardeli.

## 8.7 ARÊTIERS EN LIGNOLET

### 8.7.1 PENTE

Ce type d'arêtier convient pour toutes les pentes.

### 8.7.2 POSE

L'un des versants forme sur l'autre une saillie de 40 mm minimum. Le rang d'ardoises débordant le versant est dit "en lignolet". Le rang d'ardoises situé au-dessous est appelé "le rang de rencontre".

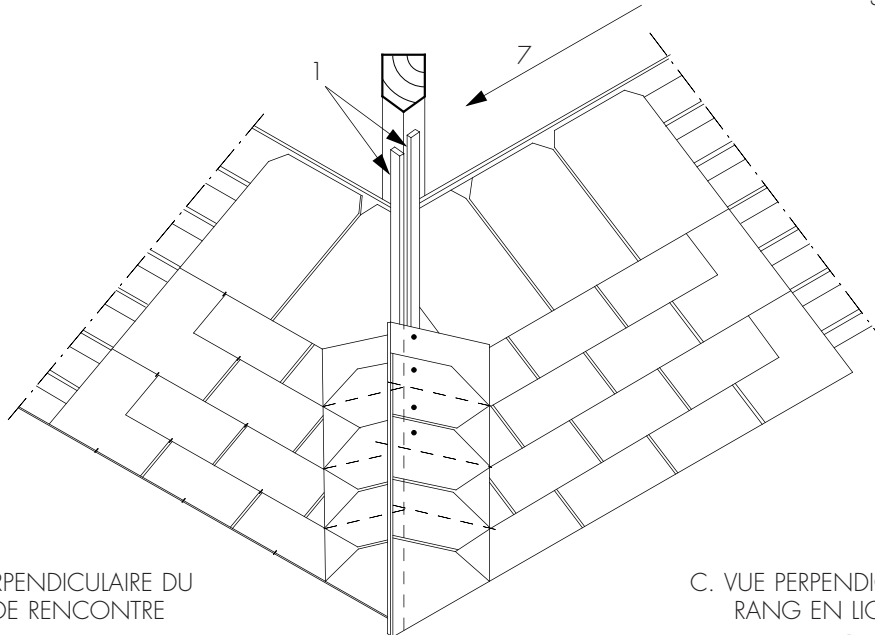
Pour déterminer le côté saillant, on tient compte de la direction des vents dominants afin d'assurer au mieux l'étanchéité.

La fixation se fait par des clous traversant les deux épaisseurs d'ardoises et enfoncés dans la chanlatte, l'ardoise inférieure étant soit préalablement encochée, soit épaulée pour permettre l'enfonçage des clous. Il est recommandé d'employer des clous ou, de préférence, des vis en cuivre.

La fixation de ces ardoises est fortement sollicitée par le vent, ceci peut provoquer le soulèvement des ardoises, un claquement et l'envol des ardoises. Pour cette raison, la fixation par clous est complétée par un collage au moyen d'un mastic élastique adéquat au droit de la ligne de raccord entre les ardoises de rencontre et l'ardoise en lignolet.

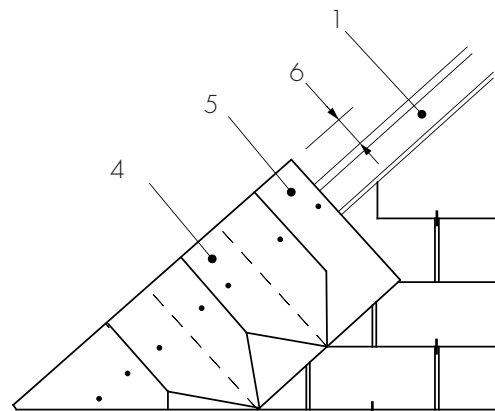
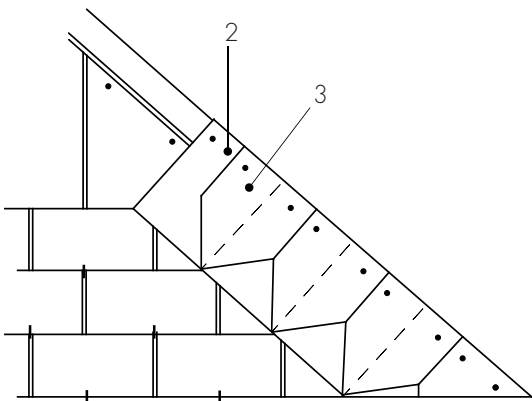
A. VUE GLOBALE

**Fig. 72** Arêtier en lignolet.



B. VUE PERPENDICULAIRE DU RANG DE RENCONTRE

C. VUE PERPENDICULAIRE DU RANG EN LIGNOLET



1. Liteau de rive
2. Ardoise inférieure du rang de rencontre (ardoise entière)
3. Ardoise supérieure (rang du doublage) du rang de rencontre (ardoise taillée en carré, en dent de scie, en ogive ou en écaille)

4. Ardoise supérieure du rang en lignolet (ardoise à quatre cornières, taillée en carré, en dent de scie, en ogive ou en écaille)
5. Ardoise inférieure du rang en lignolet
6. Saillie (minimum 40 mm)
7. Direction des vents dominants

## 8.8 ARETIERS AVEC FAITIERS OU EN METAL

### 8.8.1.2 POSE

### 8.8.1 ARÊTIERS EN FIBRE-CIMENT

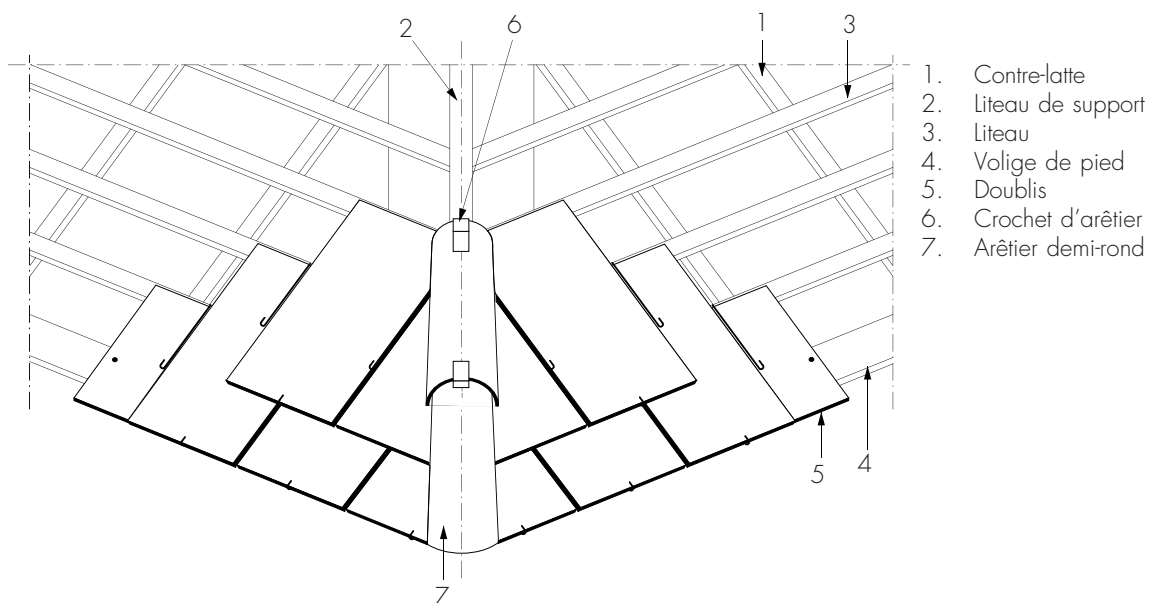
#### 8.8.1.1 PENTE

Ce type d'arêtier convient pour les angles de 40° à 75°.

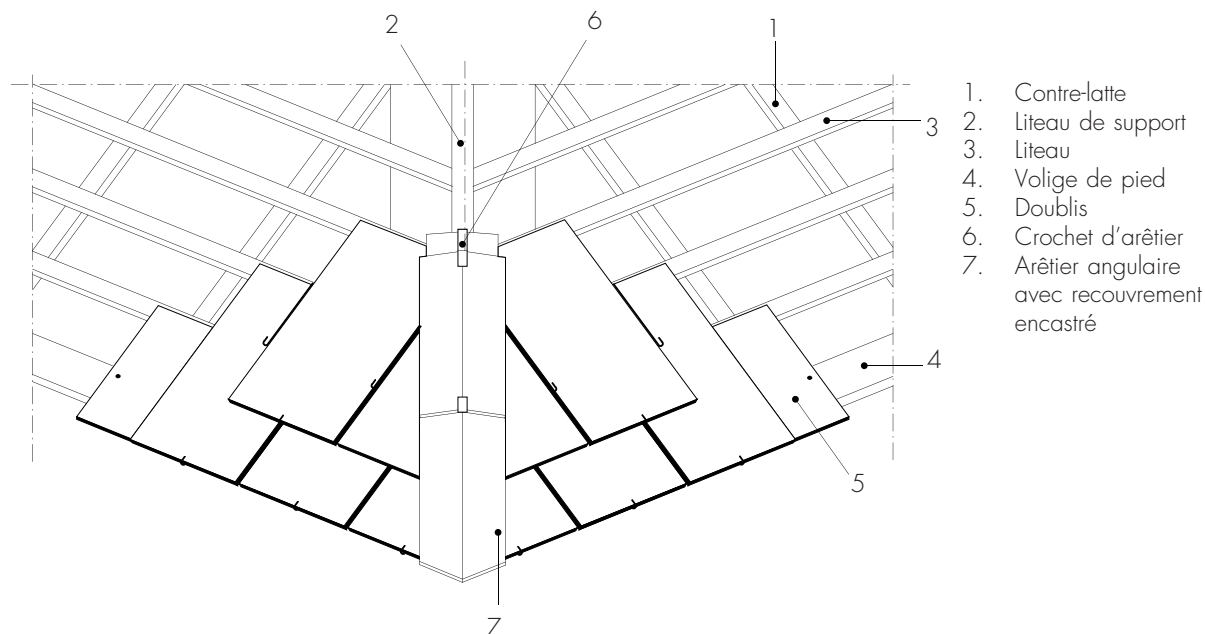
Les ardoises du plan carré viennent à la rencontre de l'arêtier sans l'utilisation d'ardoises de remplissage (voir fig. 73 et 74).

L'arêtier en fibre-ciment est exécuté de façon identique au faîtage (§ 9.4). Il est réalisé avec des faitières demi-rondes, angulaires ou moulurées en fibre-ciment qui recouvrent les ardoises. Elles sont fixées au moyen d'un crochet, lui-même fixé avec deux vis ou clous.

**Fig. 73**  
Arêtier en fibre-ciment.



**Fig. 74**  
Arêtier en fibre-ciment.



## 8.8.2 ARÊTIERS MÉTALLIQUES

### 8.8.2.1 PENTE DE L'ARÊTIER

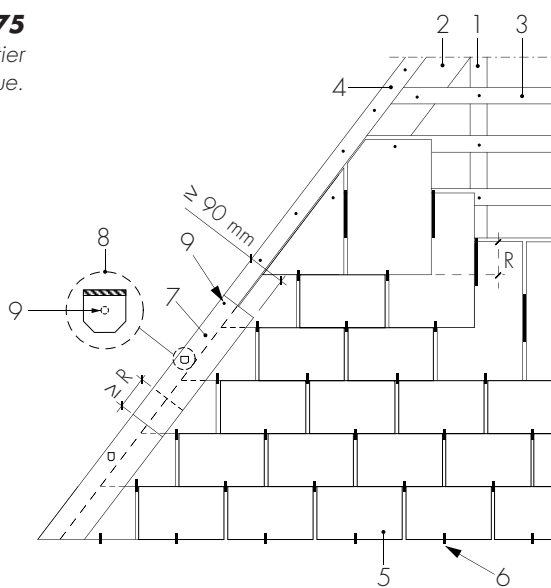
Ce type d'arêtier convient pour toutes les pentes de l'arêtier (voir fig. 75 et 76).

### 8.8.2.2 POSE

Les ardoises du plan carré viennent à la rencontre de l'arêtier sans l'utilisation d'ardoises de remplissage (voir fig. 75 et 76).

L'arêtier métallique se réalise de façon identique au faitage (§ 9.5). Il est composé d'éléments d'arêtières en métal qui couvrent la ligne de raccord. Le recouvrement des tronçons métalliques est au moins égal au recouvrement calculé pour les ardoises du versant avec la plus faible pente.

**Fig. 75**  
Arêtier  
métallique.



- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| 1. Contre-latte         | 7. Arêtière en métal    |
| 2. Contre-latte de rive | 8. Patte du même métal, |
| 3. Liteau               | soudée sur l'arêtière,  |
| 4. Liteau de rive       | recouvrant une vis ou   |
| 5. Ardoise              | un clou                 |
| 6. Crochet              | 9. Clou                 |

**Fig. 76**  
Exemple  
d'arêtier  
métallique  
(avec tasseau).





# 9 FAÎTAGES

## 9.1 GÉNÉRALITÉS

### 9.1.1 DÉFINITION

Le faîtage est la ligne déterminée par la jonction supérieure de deux versants (ligne de faîte). L'angle entre le faîtage et l'horizontale est compris entre  $0^\circ$  et  $10^\circ$ . Si l'angle dépasse  $10^\circ$ , il s'agit d'un faîtage en biais; il est dès lors traité comme un arêtier (§ 8). Les mêmes principes sont valables pour les faîtages horizontaux.

### 9.1.2 TYPES DE FAÎTAGE

On distingue :

- ◆ les faîtages avec ardoises en bardeli (§ 9.2)
- ◆ les faîtages avec ardoises en lignolet (§ 9.3)
- ◆ les faîtages en terre cuite et en fibre-ciment (§ 9.4)
- ◆ les faîtages métalliques (§ 9.5).

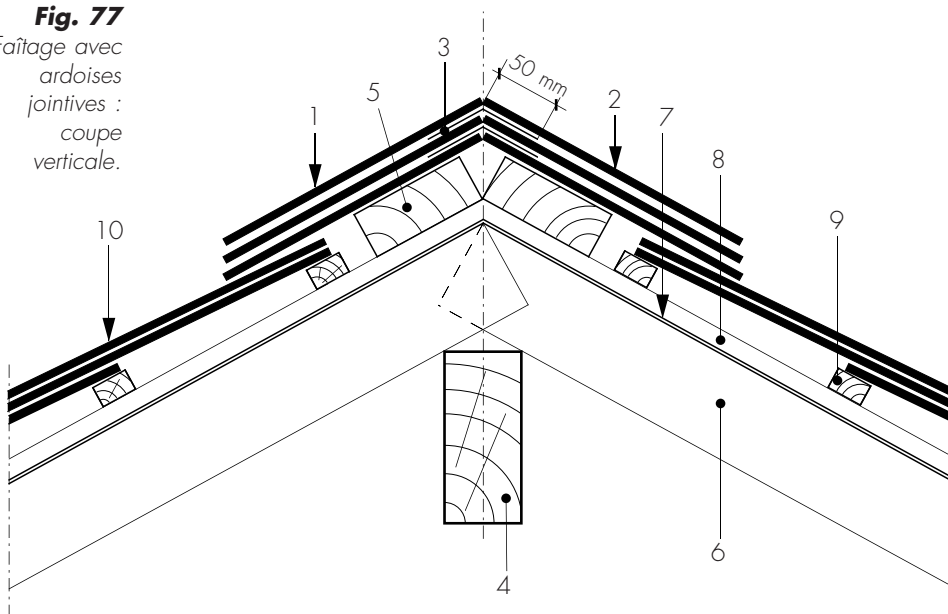
Par l'utilisation d'ardoises taillées, on peut réaliser un faîtage décoratif.

Les faîtages métalliques sont les plus courants.

## 9.2 FAITAGES AVEC ARDOISES EN BARDELI

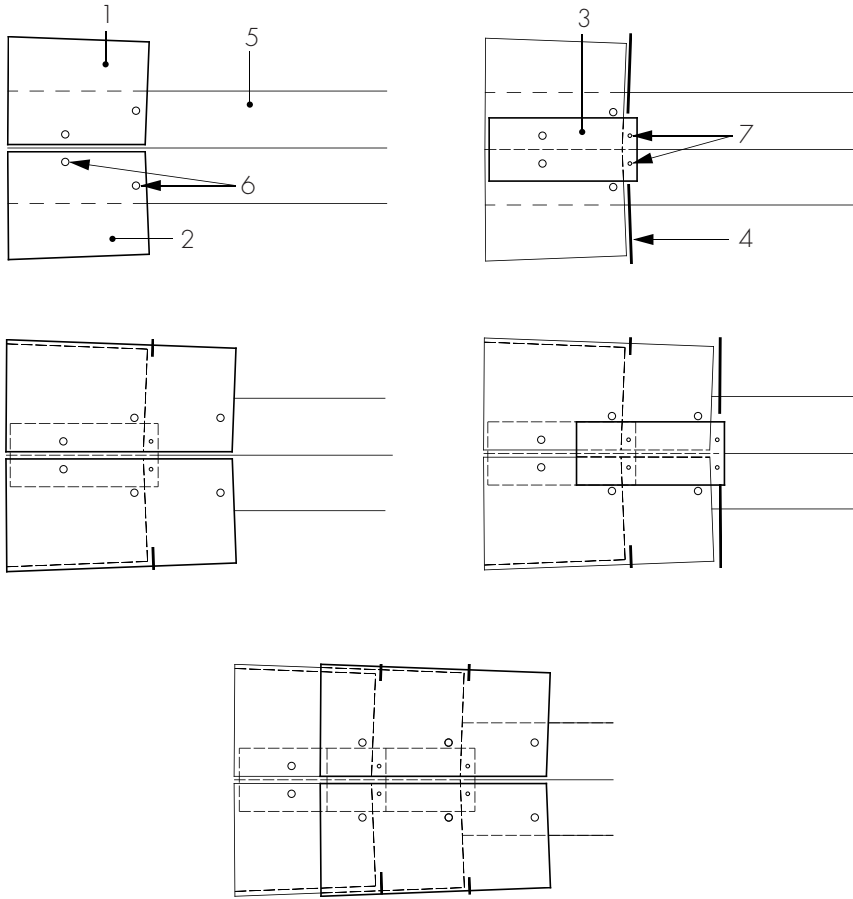
La finition des faîtages au moyen d'une bande d'ardoises jointives est dite "en bardeli" (ou "strackort"). Contrairement aux arêtiers, des noquets en plomb sont nécessaires pour ce type de faîtage. Les phases successives de la pose sont reprises dans les figures 77 et 78. Les ardoises sont fixées au moyen de deux clous et d'un crochet en cuivre, qui est d'abord ouvert, puis rabattu. Cette méthode doit être précédée du découpage trapézoïdale et du préperçement d'une série d'ardoises.

**Fig. 77**  
Faîtage avec ardoises jointives : coupe verticale.



1. Ardoises de faîtage gauche
2. Ardoises de faîtage droite
3. Noquet de faîtage
4. Panne faîtière
5. Planche de support plus épaisse que les lattes du versant
6. Chevron
7. Sous-toiture
8. Contre-latte
9. Liteau
10. Ardoise de versant

**Fig. 78**  
Faîtage avec  
ardoises en  
bardeli.



1. Ardoises de faîtage gauche
2. Ardoises de faîtage droite
3. Noquet de faîtage
4. Crochets pouvant reprendre deux ardoises
5. Planche de support plus épaisse que les lattes du versant
6. Fixation de l'ardoise
7. Fixation du noquet

**Fig. 79** Exemple de faîtage  
avec des ardoises en bardeli  
(et noue à deux tranchis).



### 9.3 FAITAGES AVEC ARDOISES EN LIGNOLET

Il s'agit d'un ouvrage couvrant le faitage sans autre matériau que l'ardoise. La réalisation de ce type de faitage est identique à celle d'un arêtier en lignolet (fig. 80). A ce sujet, nous renvoyons au § 8.7.

La pose est réalisée comme pour les arêtiers en fibre-ciment (voir 8.8.1).

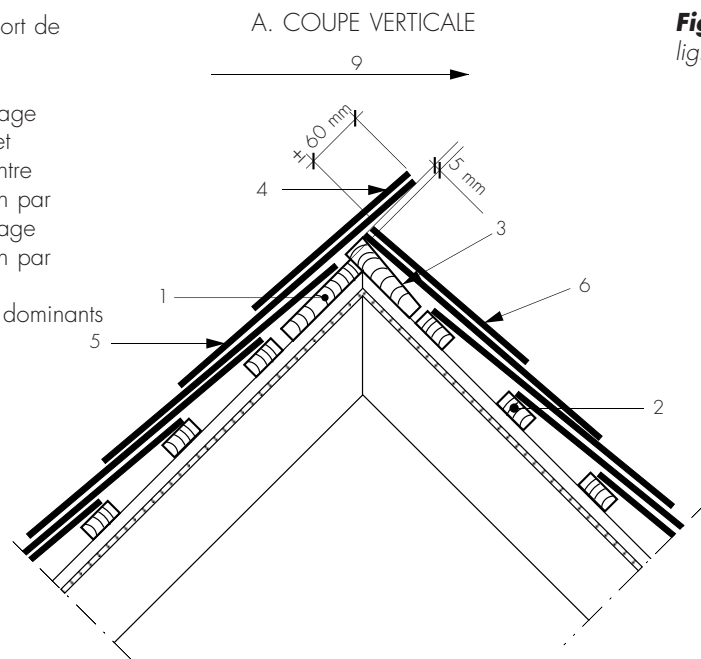
Afin d'éviter les risques d'infiltration, sous l'action des pluies battantes, à la jonction entre les faîtières, celles-ci sont posées avec orientation du recouvrement dans le sens opposé à celui des vents dominants.

### 9.4 FAITAGES EN TERRE CUITE OU EN FIBRE- CIMENT

Dans ce cas, l'étanchéité est assurée par une faîtière demi-ronde, angulaire ou moulurée, en fibre-ciment ou en terre cuite.

Les faîtières sont posées au mortier ou fixées sur le support au moyen de crochets appropriés.

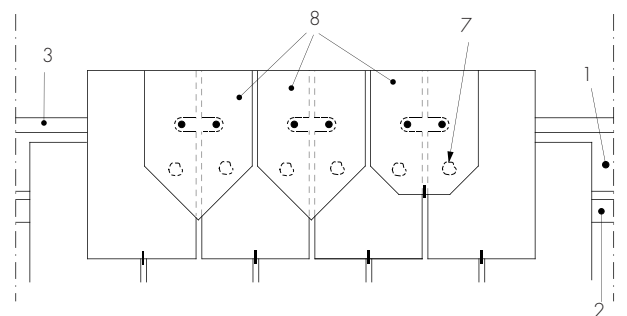
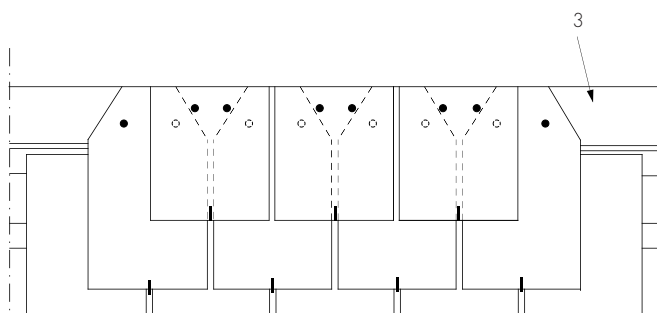
- 1-3. Volige de support de faitage
- 2. Liteau
- 4. Rang de doublage
- 5. Rang en lignolet
- 6. Rang de rencontre
- 7. Point de fixation par clouage et collage
- 8. Point de fixation par clouage
- 9. Sens des vents dominants



**Fig. 80** Faîtage en lignolet.

B. VUE EN PLAN DU RANG DE RENCONTRE

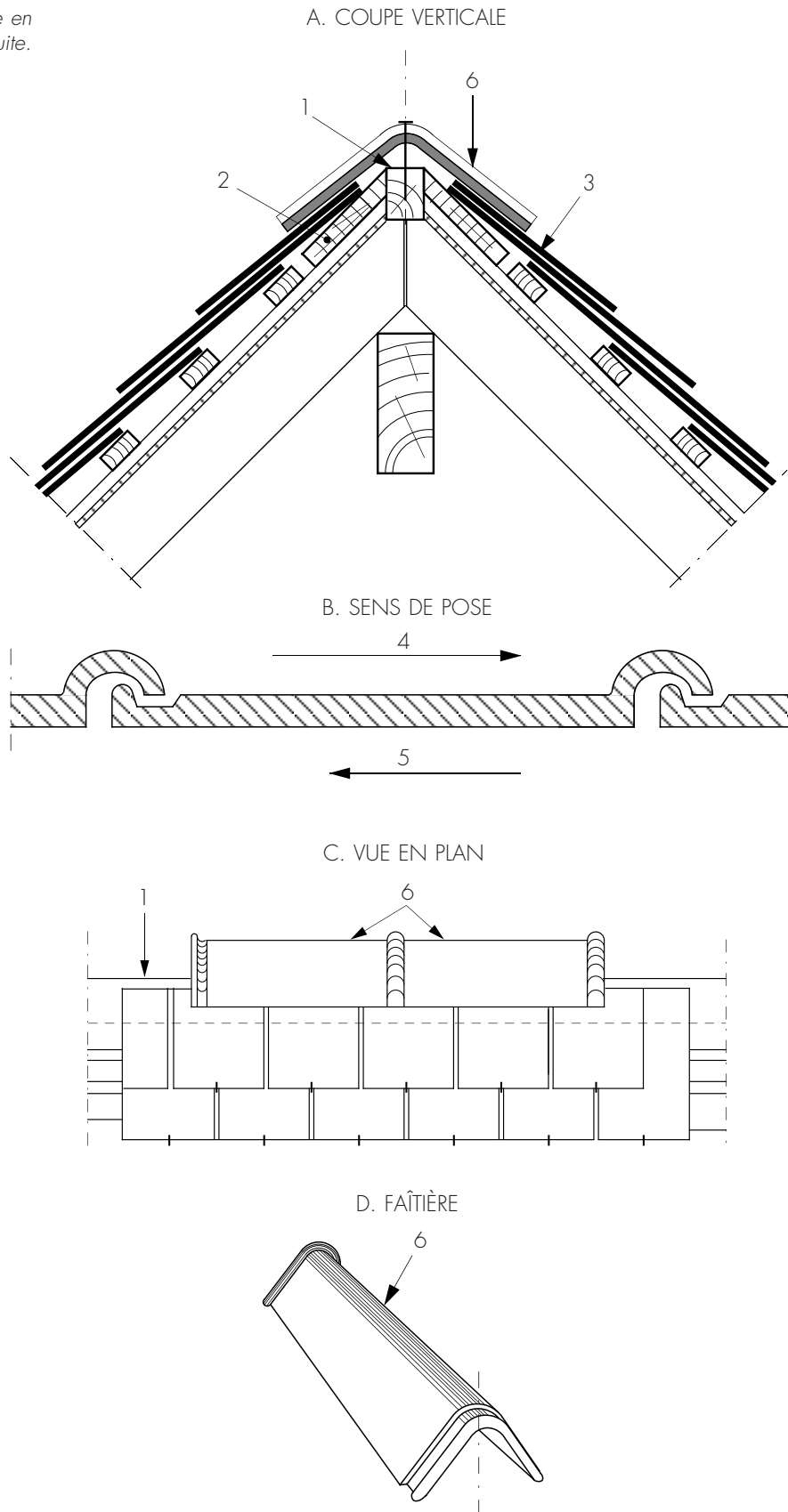
C. VUE EN PLAN DU RANG EN LIGNOLET



**Fig. 81** Exemple de faîtage en lignolet.



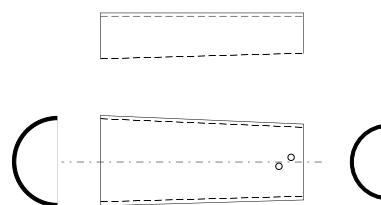
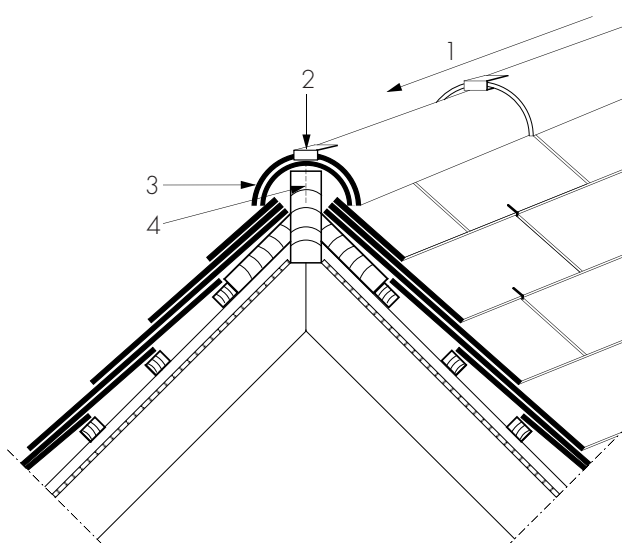
**Fig. 82** Faîtage en terre cuite.



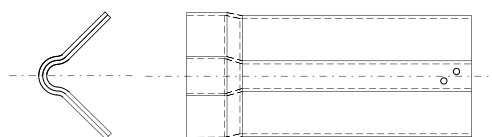
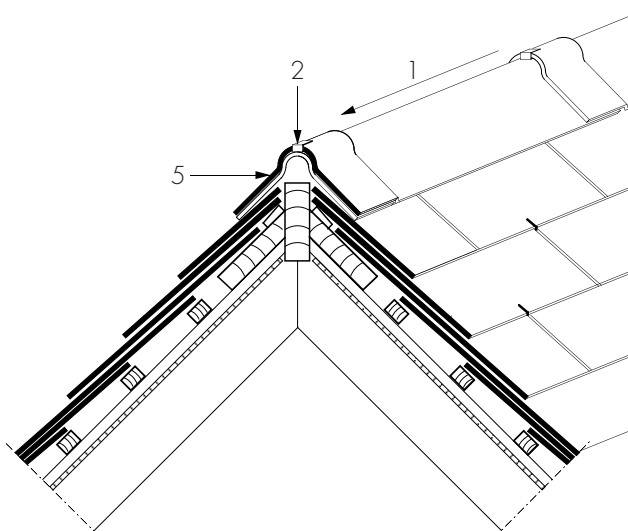
- |                      |                                      |
|----------------------|--------------------------------------|
| 1. Tasseau           | 4. Sens des pluies battantes         |
| 2. Volige            | 5. Sens de pose                      |
| 3. Rang de rencontre | 6. Faîtière angulaire en terre cuite |

**Fig. 83** Faîtages en fibre-ciment.

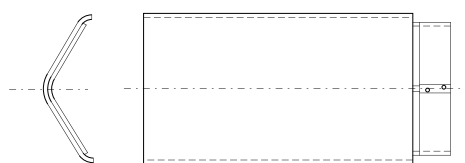
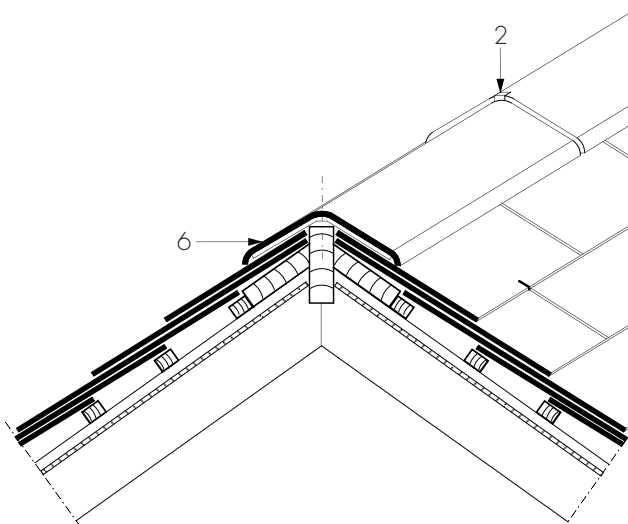
A. AVEC FAÎTIÈRE DEMI-RONDE



B. AVEC FAÎTIÈRE MOULURÉE



C. AVEC FAÎTIÈRE ANGULAIRE



1. Vents dominants
2. Crochet de faîtière
3. Faîtière demi-ronde
4. Clou ou crochet de faîtière
5. Faîtière moulurée
6. Faîtière angulaire

**Fig. 84**  
Exemples de  
faitages en  
terre cuite.



## 9.5 FAITAGES METALLIQUES

L'étanchéité d'un faitage métallique est assurée par des faîtières en zinc, en cuivre ou en plomb. Ces faîtières sont posées par recouvrement ou par emboîtement en fonction des vents dominants.

La faîtière doit recouvrir les derniers rangs d'ardoises d'une valeur au moins égale à celle du recouvrement des ardoises du versant. Le recouvrement entre les éléments de faitage sera au moins égal au recouvrement calculé selon la pente du versant.

L'épaisseur minimale du métal (voir annexe 1) est de :

- ◆ 0,6 mm pour le zinc et le cuivre
- ◆ 1,5 mm pour le plomb.

La fixation des faîtières peut se faire de différentes façons :

- ◆ fixation par des clous ou des vis recouverts de pattes en plomb soudées sur la faîtière. La fixation est faite dans la volige de support à raison

d'au moins deux fixations par mètre et ce, des deux côtés (fig. 85A)

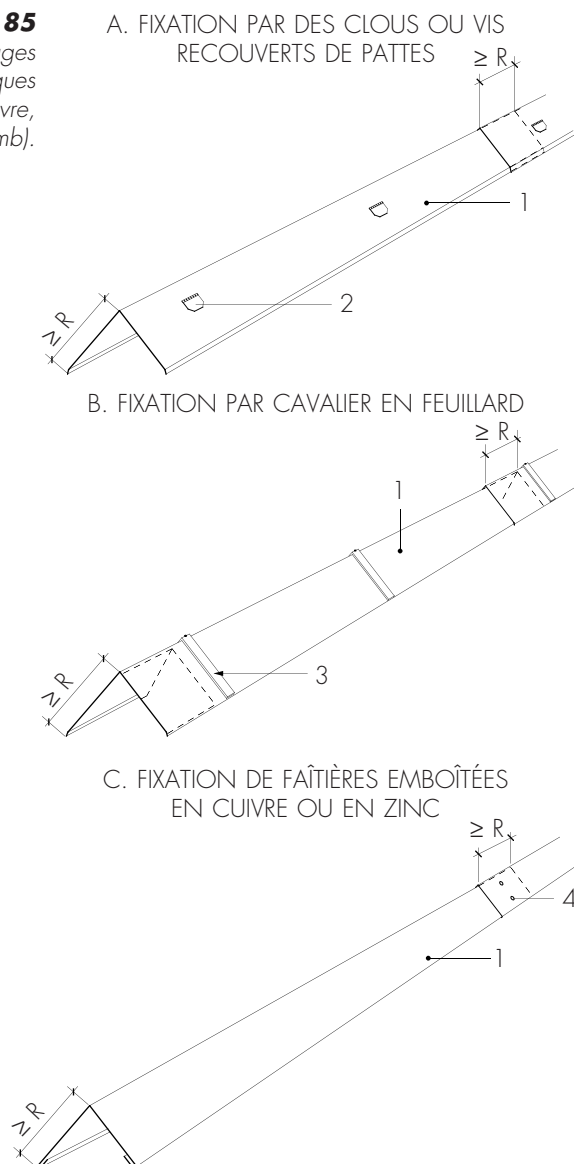
- ◆ fixation par cavalier en feuillard, lui-même fixé dans les voliges de faitage. La fixation peut être protégée par une patte en plomb à rabattre après fixation. Il faut prévoir une fixation à raison d'au moins deux par mètre (fig. 85B)
- ◆ fixation de faîtières emboîtées en cuivre ou en zinc. La fixation est assurée par le clouage de la partie emboîtée recouverte. Cette solution convient moins pour le plomb (surépaisseur, emboîtement, coulissage difficile) (fig. 85C).

## 9.6 FAITAGES DECORATIFS

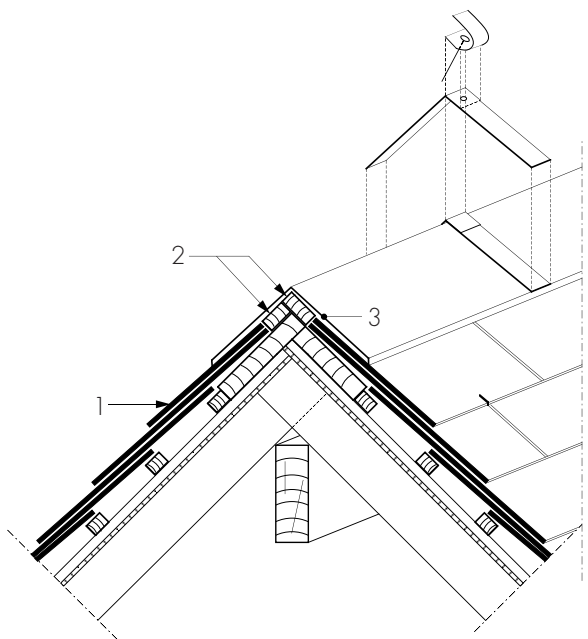
On peut exécuter le faitage à l'aide d'ardoises décoratives

(fig. 88). En raison de l'action du vent, ce système est surtout indiqué pour des ardoises aux dimensions allant jusqu'à 200 x 300 mm (voir les fig. 83, 85, 86, 91 et 92).

**Fig. 85**  
Faîtages métalliques (zinc, cuivre, plomb).



**Fig. 86**  
Faîtage métallique : fixation par cavalier en feuillard (coupe).



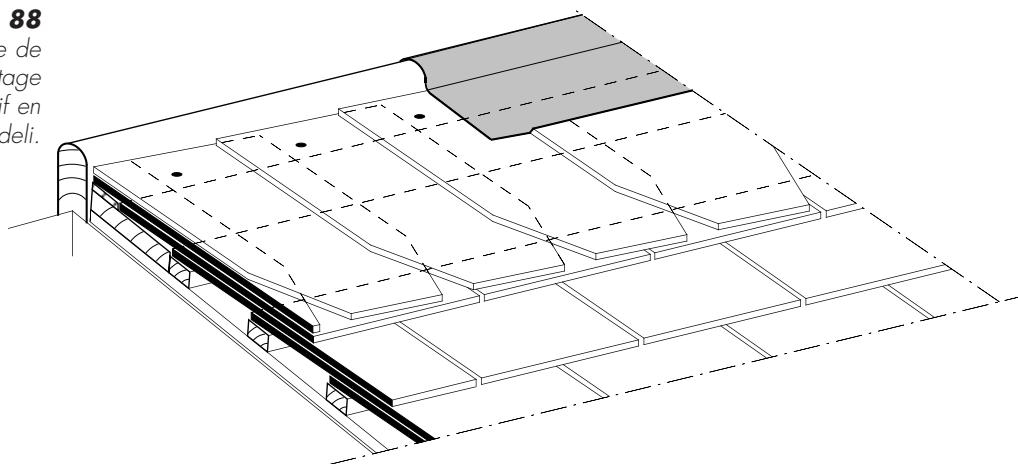
1. Rang de rencontre
2. Lattes plâtrières
3. Faîtage métallique

- R Recouvrement
1. Faîtière
  2. Patte soudée recouvrant un clou ou une vis
  3. Cavalier en feuillard métallique
  4. Clou ou vis

**Fig. 87**  
Exemple de  
faitage  
métallique.



**Fig. 88**  
Exemple de  
faitage  
décoratif en  
bardeli.





# 10 NOUES

La noue est la ligne de rencontre entre deux versants présentant entre eux un angle concave (rentrant). Par extension, ce terme désigne également l'ouvrage qui couvre cette ligne de rencontre. On distingue les noues fermées et les noues ouvertes. Dans les deux cas, la noue est supportée par un voligeage jointif (voir fig. 89); dans le cas d'une noue ouverte, le support peut être constitué par le doublage du liteau.

L'étanchéité des noues fermées est réalisée au moyen de noquets placés soit rang par rang, soit tous les deux rangs entre les ardoises (voir fig. 92A et B). La hauteur du noquet est indiquée à la fig. 92, la largeur des noquets à la base équivaut à :

- ◆ la largeur d'une demi-ardoise pour les formats dont la largeur est  $\leq 200$  mm
- ◆ la largeur d'un recouvrement pour les formats dont la largeur est  $> 200$  mm.

Pour tailler les ardoises, il est conseillé de procéder comme expliqué au § 4.1.2 (fig. 37) concernant les rives latérales libres en tranchis biais.

## 10.2 NOUES OUVERTES

L'étanchéité de noues ouvertes est réalisée au moyen d'éléments en

métal ou d'une membrane d'étanchéité souple telle que le bitume polymère.

Lorsque la noue est constituée d'éléments métalliques, ceux-ci sont posés par bandes de 1 m de long se recouvrant d'au moins 60 mm en projection verticale. La longueur et l'épaisseur des bandes sont déterminées par le choix des matériaux (tableau A.1 en annexe 1). Les bandes seront clouées en tête et fixées latéralement par des pattes d'agrafure.

La largeur utile de la noue est déterminée en fonction de sa pente et de la surface des versants adjacents. Cette largeur sera en tout cas de minimum 2 x 150 mm (voir STS 33 [12]).

**Fig. 89**

Support de noue en voliges jointives.



## 10.1 NOUES FERMEES

Le tranchis de noue peut être exécuté (fig. 92) :

- ◆ avec des ardoises identiques : dans ce cas, les ardoises du tranchis conservent une largeur constante. Cette méthode implique nécessairement un remplissage. La noue recueillant beaucoup d'eau, le recouvrement horizontal doit être respecté, ce qui nécessite parfois l'utilisation d'ardoises plus larges
- ◆ sans ardoises réduites : les ardoises du tranchis se terminent dans la noue.

**Fig. 90**

Exemple de noue fermée.



**Fig. 91**

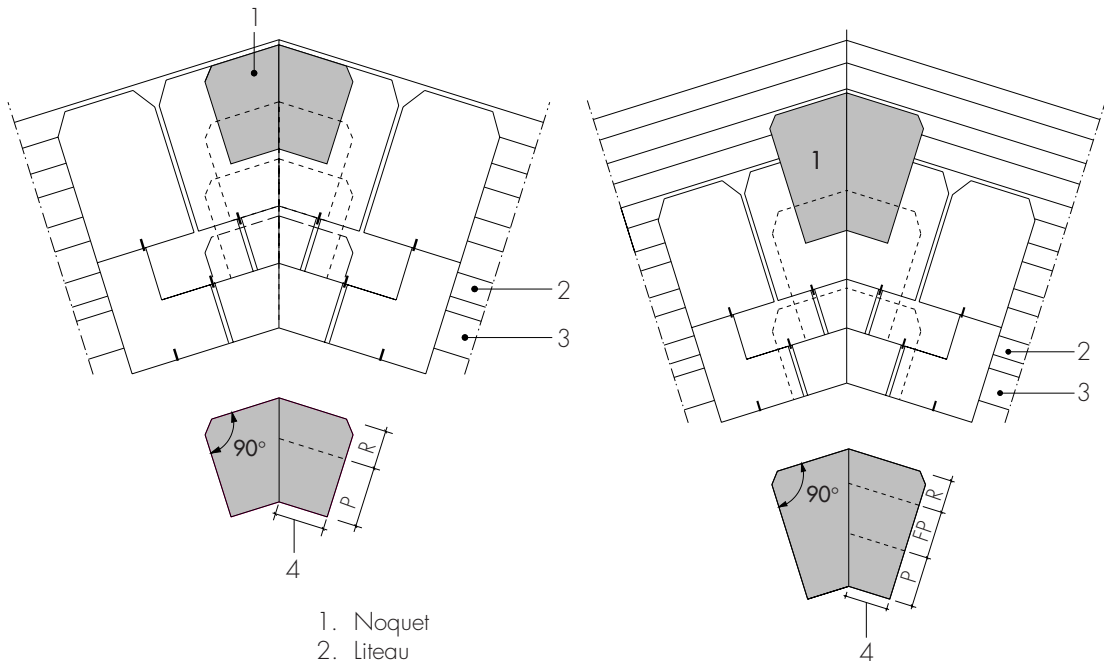
Exemple de noue ouverte.



**Fig. 92**  
*Noue fermée.*

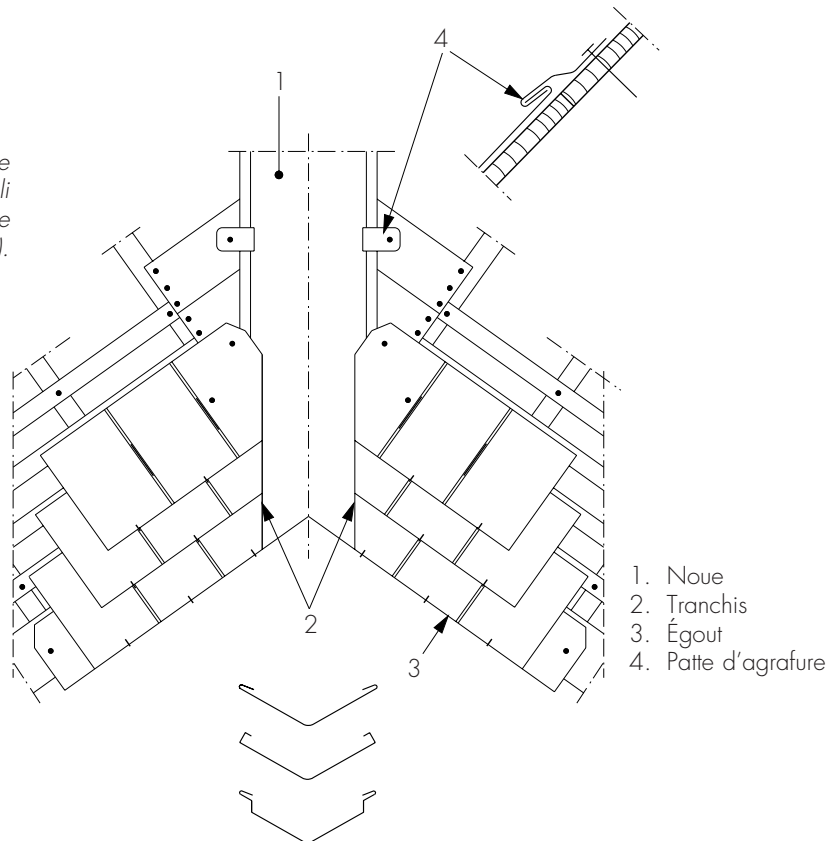
A. NOQUETS PLACÉS ENTRE LES ARDOISES  
 À CHAQUE RANG

B. NOQUETS PLACÉS ENTRE LES ARDOISES  
 TOUS LES DEUX RANGS



- 1. Noquet
- 2. Liteau
- 3. Volige de pied
- 4. largeur du noquet à la base
- P Hauteur du pureau (voir § 1.3)
- FP Hauteur du faux pureau (voir § 1.3)
- R Recouvrement (voir § 1.3)

**Fig. 93** *Noue ouverte*  
 (trois variantes de pli  
 possibles d'une noue  
 métallique).



- 1. Noue
- 2. Tranchis
- 3. Égout
- 4. Patte d'agrafe



# 11 PÉNÉTRATIONS

## 11.1 GÉNÉRALITÉS

Les dispositifs qui traversent la toiture (cheminées, tuyaux de ventilation, tabatières, lanterneaux, ...) doivent être intégrés dans les versants de telle manière que l'étanchéité de la couverture ne soit pas interrompue.

Pour assurer la continuité de la sous-toiture, il est nécessaire de réaliser une jonction étanche entre la sous-toiture et le dispositif traversant la toiture.

## 11.2 CHEMINÉES

### 11.2.1 GÉNÉRALITÉS

La cheminée étant un élément du bâtiment fort exposé aux pluies battantes, il faut la réaliser en double paroi, le parement étant une maçonnerie ou un bardage.

L'étanchéité à la pluie de la souche de cheminée doit être assurée tant au niveau de cette dernière qu'entre la cheminée et le versant.

La première partie est réalisée lors des travaux de gros œuvre, la deuxième lors des travaux de couverture, ce qui implique une bonne coordination entre les deux corps de métier.

La face d'aval de la cheminée se traite comme une rive de tête en butée (§ 5.2), les faces latérales comme des rives latérales en butée (§ 4.2), la face d'amont comme un chéneau entre un versant et un mur en élévation (§ 2.5). Au § 11.2.2 sont reprises quelques variantes pour l'exécution des rives latérales.

### 11.2.2 PAROI EXTERIEURE EN MACONNERIE

L'étanchéité du parement de la souche de cheminée a pour fonction d'évacuer les eaux d'infiltration éventuelles du parement, soit au-dessus de la bande de solin, soit au-dessus des solins en gradin.

La bavette ou la membrane qui assure le rejet d'eau à travers le parement peut s'arrêter au niveau du mur avec un dépassement de quelques mm (casse-goutte) (fig. 94B) ou présenter un prolongement important pour permettre au couvreur d'ajuster son étanchéité avec les noquets (fig. 94A). Cette bavette sera composée d'un matériau souple compatible avec le mortier.

Dans les solutions présentées aux figures 94A, B et C, l'étanchéité entre la cheminée et la toiture est assurée par des solins métalliques en gradin. Le métal doit être suffisamment rigide pour ne pas se soulever au vent. L'épaisseur nécessaire est prévue au tableau A.1 (p. 71).

Le positionnement et les dimensions de ces solins en gradin doivent être bien étudiés (module de brique et pente de la toiture) pour permettre une bonne coordination entre l'entreprise de gros œuvre et l'entreprise de couverture.

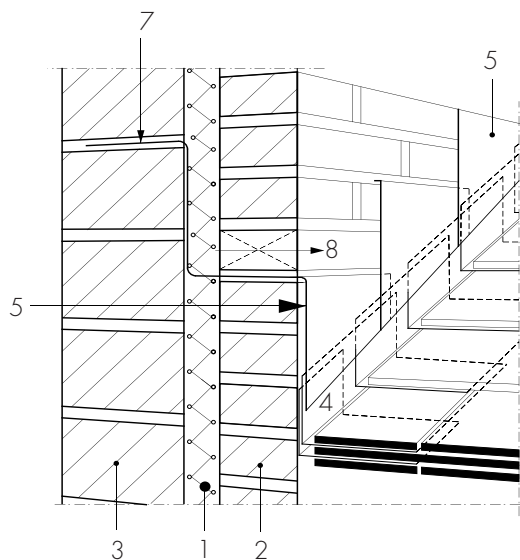
La solution présentée à la figure 94B (et à la fig. 43A) est théoriquement la même que celle de la figure 94A. Le seul inconvénient se situe au niveau du raccord entre la bavette de la cheminée (bande d'étanchéité) et le noquet, qui est réalisé durant la phase des travaux de couverture.

La solution de la figure 94C résout le problème de la coordination, mais laisse une brique non protégée, qui pourrait s'humidifier, surtout si la bavette ne fait pas casse-goutte.

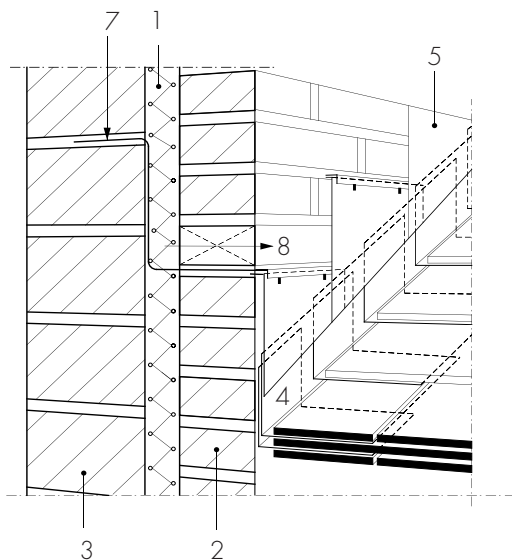
Comme solution alternative, on peut aussi exécuter le raccord cheminée-toiture au moyen de bavettes placées parallèlement à la pente de la toiture (fig. 94D). La maçonnerie latérale de la cheminée est interrompue parallèlement à la toiture pour permettre la pose des bavettes. Dans le cas d'une pente de toiture très élevée et d'un poids de cheminée important, un problème de stabilité pourrait se produire (glissement dans le sens de la bavette). En cas de doutes, il est recommandé de vérifier la stabilité en réalisant un calcul selon l'Eurocode 6 [11].

**Fig. 94**  
Souche de  
cheminée en  
maçonnerie :  
quatre  
variantes pour  
assurer  
l'étanchéité au  
raccord  
cheminée-  
toiture.

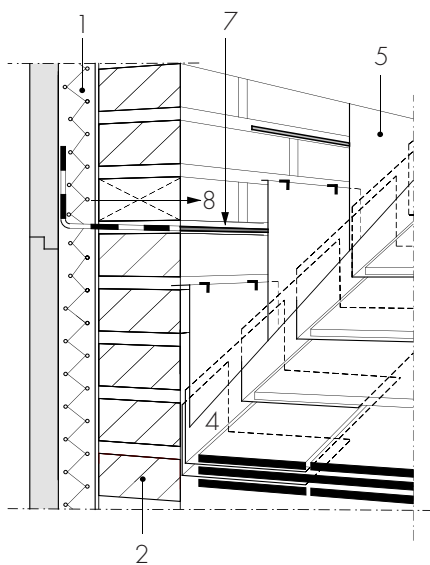
A. AVEC SOLINS EN GRADINS ET BANDE  
D'ÉTANCHÉITÉ D'UNE PIÈCE



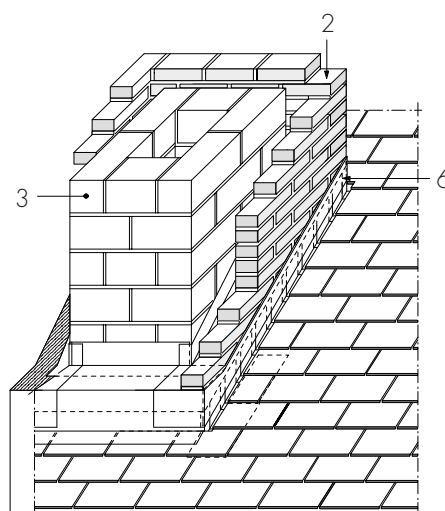
B. AVEC BANDE D'ÉTANCHÉITÉ ET SOLINS EN  
GRADIN



C. AVEC BANDE D'ÉTANCHÉITÉ ET SOLINS EN  
GRADIN ÉCARTÉS L'UN DE L'AUTRE D'UN RANG  
DE BRIQUES



D. AVEC BANDE DE SOLIN ET BANDE D'ÉTAN-  
CHÉITÉ D'UNE PIÈCE, PARALLÈLE À LA PENTE DE LA  
TOITURE

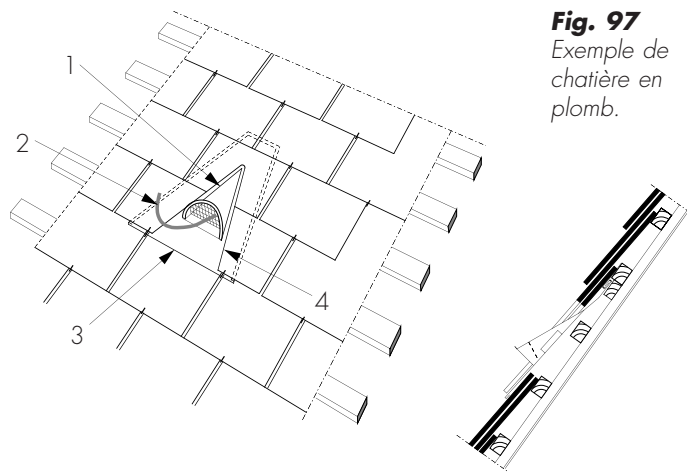


1. Isolant
2. Mur extérieur  
en maçonnerie  
(parement)
3. Mur porteur en  
maçonnerie
4. Noquet
5. Solin en  
gradin
6. Bande de solin
7. Bande  
d'étanchéité
8. Joint vertical  
ouvert

**Fig. 95** Exemple de cheminée  
avec solins en gradin.



**Fig. 96** Exemple de cheminée avec bardage en ardoises.



**Fig. 97** Exemple de chatière en plomb.

- |                      |                           |
|----------------------|---------------------------|
| 1. Chatière          | 3. Rive de base           |
| 2. Câble ou conduite | 4. Rive en tranchis biais |

### 11.2.3 PAROI EXTÉRIEURE EN BARDAGE

Cette solution est la meilleure en ce qui concerne l'étanchéité (voir § 4.2 : fig. 43B), mais elle n'est pas toujours souhaitée pour des raisons architecturales. La figure 96 montre un exemple de ce type de cheminée.

## 11.3 COMPOSANTS DE PASSAGE PREFABRIQUÉS

Tant pour l'évacuation de la fumée (chauffage) que pour la ventilation des combles ou des pièces situées à un niveau plus bas du bâtiment (toilette, salle de bains, ...), ou encore pour la ventilation de l'installation sanitaire, il existe des composants préfabriqués permettant de réaliser la pénétration d'un versant de toiture.

Ces composants sont généralement en métal ou en matière synthétique et sont constitués d'une plaque d'appui (alaise) et d'une pièce relevée (généralement un tuyau). L'alaise sert à intégrer la pièce préfabriquée dans le versant. Le raccord entre l'alaise et la couverture (ardoises) se fait comme suit :

Ces composants sont généralement en métal ou en matière synthétique et sont constitués d'une plaque d'appui (alaise) et d'une pièce relevée (généralement un tuyau). L'alaise sert à intégrer la pièce préfabriquée dans le versant. Le raccord entre l'alaise et la couverture (ardoises) se fait comme suit :

- *en aval* :  
la plaque d'appui recouvre les ardoises du versant de la valeur du recouvrement R
- *en amont* :  
la plaque d'appui est pourvue d'un pli en tête.

Elle est fixée à l'aide de pattes d'agrafure. Les ardoises recouvrent la plaque d'appui de la valeur du recouvrement R

- *latéralement* :  
la plaque d'appui est pourvue d'un pli. Le raccord est exécuté au moyen de noquets dans le pli d'agrafure ou par simple recouvrement des ardoises sur le pli d'agrafure.

Dans tous les cas, la valeur du recouvrement R est égale ou supérieure au recouvrement des ardoises du versant.

Dans le cas d'une cheminée ou d'un conduit de ventilation, le dispositif est protégé par un chapeau afin d'éviter les infiltrations de pluie.

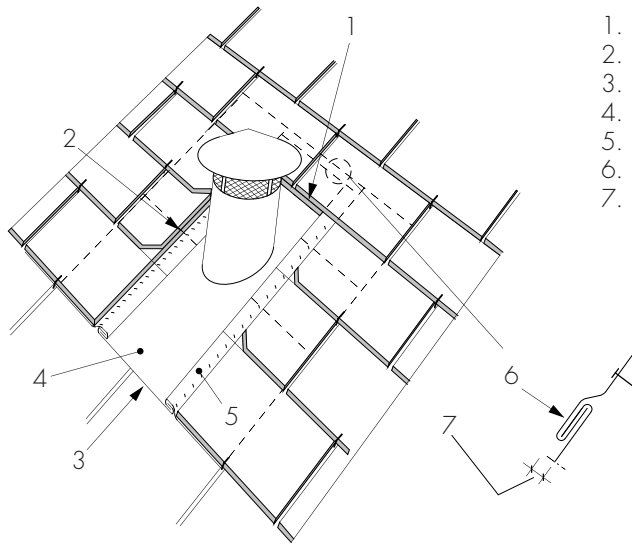
Dans le cas d'une chatière (fig. 97), l'ouverture est couverte par un composant qui peut être triangulaire, rectangulaire, rond ou ovale. Une chatière peut avoir plusieurs utilisations, p. ex. : ventilation des combles, passage de tuyaux de ventilation des pièces sanitaires, passage de câbles ou de fils, ...

## 11.4 ÉLÉMENTS VITRÉS

### 11.4.1 GÉNÉRALITÉS

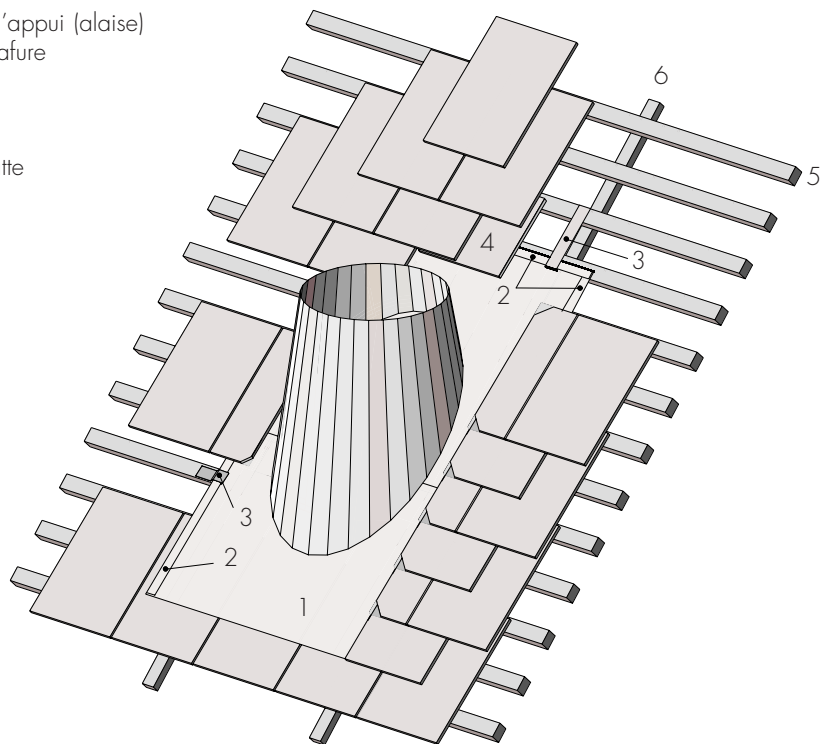
Il s'agit d'ouvrages généralement destinés à assurer l'éclairage des combles, qu'ils soient habités ou non (tableau 5).

**Fig. 98**  
Raccord  
alaise-  
couverture.



1. Raccord traité comme un égout droit
2. Rive latérale à noquets
3. Rive de tête en butée
4. Plaque d'appui (alaise)
5. Noquet
6. Patte d'agrafure
7. Épaisseur de la fixation

1. Plaque d'appui (alaise)
2. Pli d'agrafure
3. Agrafe
4. Doublis
5. Liteau
6. Contre-latte



**Tableau 5** Aperçu des éléments vitrés en toiture.

OUVRAGE	ÉCLAIRAGE (**)	VENTILATION DU COMBLE (**)	ACCÈS (**)	COMBLE HABITABLE (**)	COMBLE NON HABITABLE (**)
FENÊTRE DE TOITURE (*)	(x)	x	x	x	(x)
TABATIÈRE	(x)	x	x	–	x
LANTERNEAU (*)	x	–	–	x	(x)

(\*) La sécurité est la première condition à laquelle doit satisfaire un vitrage en toiture, car les risques de chute de verre doivent être réduits au minimum. Le vitrage de toiture peut être brisé par une averse de grêle intense ou par une chute de briques ou d'ardoises.

Les produits répondant à cette exigence sont les *verres feuilletés*. Seuls ces types de produits sont autorisés en toiture, sauf lorsqu'il s'agit de locaux occupés occasionnellement (par exemple greniers, serres d'horticulture, halls de stockage, ...).

Dans le cas de vitrages multiples, la feuille intérieure doit être en verre feuilleté. L'utilisation en toiture de verre recuit, de verre armé ou de verre trempé n'est pas admise pour le vitrage simple, ni pour la feuille intérieure d'un vitrage double isolant.

Toute autre solution est admise pour autant qu'elle bénéficie d'un agrément technique (ATG) autorisant cette utilisation.

(\*\*) x : approprié

(x) : possible (mais pas courante)

– : pas approprié.

### 11.4.2 TABATIÈRE

Il s'agit d'un élément préfabriqué aux dimensions relativement limitées, généralement en zinc, composé d'une partie fixe (dormant) et d'un ouvrant vitré. La partie fixe se pose directement sur le support, découpé au préalable pour son emplacement. Elle est fixée aux chevrons ou aux arbalétriers au moyen de pattes prévues à cet effet.

L'étanchéité des raccords de la couverture (ardoises) est assurée de la même façon que pour les composants de passage préfabriqués (§ 11.3).

Pour la réalisation de la sous-toiture, nous renvoyons au § 11.2 «Cheminées».

### 11.4.3 FENÊTRE DE TOITURE

Il s'agit d'un élément préfabriqué (fig. 100), généralement en bois, en aluminium ou en PVC, composé d'une partie fixe (dormant) et d'un ouvrant vitré intégré dans le versant de la toiture. L'étanchéité à l'air et l'isolation thermique du châssis sont généralement meilleures que celles d'une tabatière. Pour cette raison, les fenêtres de toiture peuvent être utilisées pour des combles habités.

Les pièces de raccord à la couverture sont généralement fournies par le fabricant du châssis. La face aval du châssis de toiture est traitée comme une rive de tête en butée (§ 5.2), les faces latérales comme des rives latérales en butée (§ 4.2), la face amont comme un chéneau entre un versant et un mur en élévation (§ 2.5).

On veillera à adapter le noquet fourni au format des ardoises utilisées.

### 11.4.4 LANTERNEAU

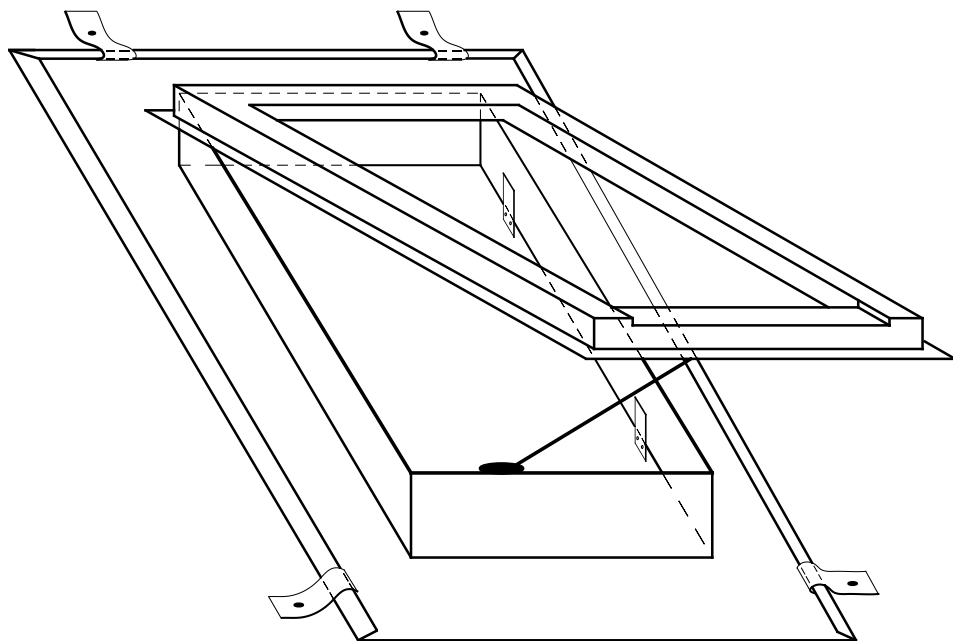
Il s'agit d'un élément fixe, en zinc, généralement réalisé sur mesure ou préfabriqué.

Des lanterneaux plus grands sont en général construits avec une structure portante.

La face aval du lanterneau se traite comme une rive de tête en butée (§ 5.2), les faces latérales comme des rives latérales en butée (§ 4.2), la face amont comme un chéneau entre un versant et un mur en élévation (§ 2.5).

Les pièces de raccord sont façonnées par le couvreur.

**Fig. 99**  
Tabatière.



**Fig. 100**  
Fenêtre de  
toiture.





# 12 ENTRETIEN

Le tableau 6 donne un aperçu des principales mesures d'entretien applicables aux toitures en ardoises.

**Tableau 6** Principales mesures d'entretien applicables aux toitures en ardoises.

COMPOSANTS DE TOITURE	MESURES D'ENTRETIEN	REMARQUES
COUVERTURE EN ARDOISES NATURELLES OU EN ARDOISES DE FIBRE-CIMENT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Prestations annuelles</i> :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- enlèvement des mousses et plus généralement de la végétation et des débris divers pouvant nuire au bon comportement de la couverture</li> <li>- maintien en bon état de fonctionnement des évacuations d'eaux pluviales</li> <li>- vérification des fixations, principalement en rive</li> <li>- remplacement et remise en place des éléments manquants, cassés ou déplacés</li> <li>- jointoiement des saignées de solins endommagées et de toute fissure apparaissant à la surface des parties de l'ouvrage non protégées par le revêtement d'étanchéité</li> </ul> </li> <li>- <i>Prestation ponctuelle (à effectuer si le cas se présente)</i> :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- enlèvement de la neige poudreuse dans les combles lorsqu'aucune disposition n'a été prévue pour empêcher sa pénétration</li> </ul> </li> </ul>	<p>Si des équipements techniques nécessitant des visites périodiques (installations de conditionnement d'air p. ex.) sont situés sur la couverture, il convient, lors des travaux d'entretien, de prendre des dispositions pour ne pas détériorer la couverture (interposition d'échelles plates ou de planches, usage de chaussures spéciales). L'entretien est à la charge du maître d'ouvrage, les travaux étant de la compétence des différents corps d'état. La fréquence de l'entretien peut être plus rapprochée en fonction de l'environnement.</p> <p>Pour des ardoises en fibre-ciment, l'entretien peut comporter l'application d'un nouveau revêtement. Le nettoyage par eau sous haute pression des ardoises en amiante-ciment peut libérer des fibres d'amiante dans l'air et dans l'eau. Il est conseillé de s'informer de la réglementation régionale en vigueur à ce sujet.</p>
LANTERNEAUX, FENÊTRES DE TOITURE, TABATIÈRES	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Prestations annuelles</i> :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- nettoyage des parties translucides et de leur support apparent à l'extérieur</li> <li>- vérification des joints</li> <li>- réparation ou remplacement des éléments fissurés</li> <li>- contrôle des fixations</li> <li>- graissage des quincailleries et/ou parties mobiles</li> <li>- contrôle des abouts de poutres et de l'état de la maçonnerie dans les zones d'encastrement</li> <li>- enlèvement des feuilles mortes, boues et tout détritrus pouvant s'accumuler et de tout objet et débris susceptibles de provoquer des blessures, d'augmenter les surcharges et d'obstruer les évacuations d'eau</li> </ul> </li> <li>- <i>Prestations semestrielles</i> :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- enlèvement des mousses et de toute végétation avant qu'elles ne développent des racines</li> </ul> </li> <li>- <i>Prestations ponctuelles (à effectuer si le cas se présente)</i> :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- contrôle de l'état du bois (attaque d'insectes, pourriture, fissures importantes, etc.)</li> <li>- renouvellement du traitement au moyen de produits fongicides ou ignifuges, selon le cas</li> </ul> </li> </ul>	<p>Le vitrage n'étant pas calculé pour supporter le poids d'un homme, il faut utiliser les moyens appropriés pour reporter les charges directement sur la charpente.</p> <p>Une vérification de la charpente devra toujours être effectuée lorsque la couverture a donné lieu à des infiltrations.</p> <p>Si une charpente en bois doit être retraitée, les produits mis en œuvre devront être homologués. Ces traitements ne sont à envisager que dans la mesure où la charpente a été exposée à des infiltrations.</p>
GOUTTIÈRES ET CHÉNEAUX	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Prestations annuelles</i> :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- enlèvement des feuilles mortes, boues et tout détritrus pouvant s'accumuler et de tout objet et débris susceptibles de provoquer des blessures, d'augmenter les surcharges et d'obstruer les évacuations d'eau</li> <li>- enlèvement des mousses et de toute végétation avant qu'elles ne développent des racines</li> <li>- vérification des soudures, des joints, couvre-joints et fixations</li> </ul> </li> </ul>	-

## ANNEXE 1

# DIMENSIONS ET ASSEMBLAGE DES ÉLÉMENTS MÉTALLIQUES EN TOITURES

Dans les chapitres précédents, les dimensions et les assemblages des éléments métalliques n'ont pas été précisés. Le tableau A.1 donne, en fonction du métal

employé, l'épaisseur minimale, la largeur maximale et le type d'assemblage selon l'application. Il est basé sur les données des fabricants.



## ANNEXE 2

# PENTE DE L'ARÊTIER ET DE LA NOUE EN FONCTION DES PEN- TES DES DEUX VERSANTS : DÉTAILS DES CALCULS

Dans cette annexe, on trouve les formules permettant de calculer l'angle  $\alpha$  de l'arête ou de la noue, ainsi que les angles  $a_1$  et  $a_2$  entre la ligne d'arête et la ligne de pignon, et les angles  $n_1$  et  $n_2$  entre la ligne de noue et la ligne de pignon.

En pratique, pour la réalisation de l'arête, ce sont les angles  $a_1$  et  $a_2$  qui doivent être connus (fig. A.1).

L'angle  $\alpha$  de l'arête et de la noue est le résultat de l'équation suivante :

$$\operatorname{tg}(\alpha) = \operatorname{tg}(\beta)\cos(p), \text{ c.-à-d. } \alpha = \operatorname{Arctg}(\operatorname{tg}(\beta)\cos(p))$$

où  $p$  est obtenu à partir de la formule :

$$p = \operatorname{Arctg}([\operatorname{tg}(\beta)/\operatorname{tg}(\gamma) + \cos(\varphi)]/\sin(\varphi))$$

Dans le cas le plus courant, où l'angle  $\varphi$  entre les deux ailes du bâtiment vaut  $90^\circ$ , l'angle  $\alpha$  peut être exprimé plus simplement par :

$$\alpha = \operatorname{Arctg} \sqrt{1/(\operatorname{tg}^2(\beta) + 1/\operatorname{tg}^2(\gamma))}$$

Les tableaux A.2 et A.3 reprennent les valeurs de l'angle de l'arête ou de la noue  $\alpha$  en fonction des angles  $\beta$  et  $\gamma$  des pentes des versants de la toiture, respectivement pour des angles  $\varphi$  entre les deux ailes de bâtiment de  $90^\circ$  et  $135^\circ$ . Ces tableaux sont évidemment symétriques.

On peut également exprimer la valeur des angles  $a_1$  et  $a_2$ . Ces angles s'obtiennent par les formules suivantes :

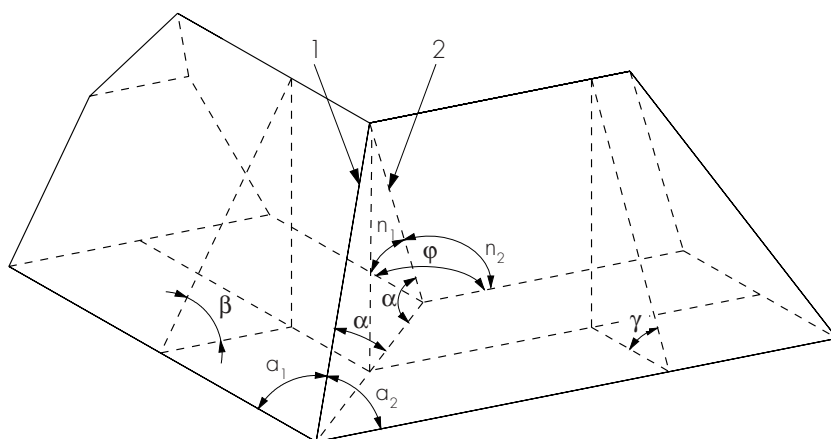
- ◆  $a_1 = 90^\circ - \operatorname{Arctg}(\operatorname{tg}(p)\cos(\beta))$
- ◆  $a_2 = 90^\circ + \operatorname{Arctg}(\operatorname{tg}(\varphi+p)\cos(\gamma))$

La figure 55 donne l'angle entre la ligne de l'arête et les lignes de pignon pour le cas particulier d'un angle de  $90^\circ$  entre les versants.

Les angles  $n_1$  et  $n_2$  entre la ligne de noue et la ligne de pignon peuvent être déduits des formules :

- ◆  $n_1 = 180 - a_1$
- ◆  $n_2 = 180 - a_2$

**Fig. A.1**  
Pente de  
l'arête et de  
la noue.



1. Ligne de l'arête
  2. Ligne de noue
- $\alpha$  = pente de l'arête  
 $\beta$  et  $\gamma$  = pente des versants de la toiture  
 $\varphi$  = angle entre les deux ailes du bâtiment  
 $a_1$  et  $a_2$  = angles entre la ligne d'arête et les lignes de pignon  
 $n_1$  et  $n_2$  = angles entre la ligne de noue et les lignes de pignon

**Tableau A.2** Angle d'arêtier et de noue pour un bâtiment présentant un angle de 90° entre ses deux ailes.

$\varphi = 90^\circ$									
$\beta$	$\gamma$								
	20	25	30	35	40	45	50	55	60
20	14,4	16,0	17,1	17,9	18,5	18,9	19,2	19,4	19,6
25	16,0	18,2	19,9	21,2	22,2	22,9	23,5	23,9	24,2
30	17,1	19,9	22,2	24,0	25,4	26,6	27,5	28,2	28,7
35	17,9	21,2	24,0	26,3	28,3	29,8	31,1	32,2	33,0
40	18,5	22,2	25,4	28,3	30,7	32,7	34,5	35,9	37,1
45	18,9	22,9	26,6	29,8	32,7	35,3	37,5	39,3	40,9
50	19,2	23,5	27,5	31,1	34,5	37,5	40,1	42,5	44,5
55	19,4	23,9	28,2	32,2	35,9	39,3	42,5	45,3	47,8
60	19,6	24,2	28,7	33,0	37,1	40,9	44,5	47,8	50,8

**Tableau A.3** Angle d'arêtier et de noue pour un bâtiment présentant un angle de 135° entre ses deux ailes.

$\varphi = 135^\circ$									
$\beta$	$\gamma$								
	20	25	30	35	40	45	50	55	60
20	18,6	19,9	19,9	19,4	18,8	18,1	17,6	17,0	16,6
25	19,9	23,3	24,8	25,0	24,5	23,8	23,1	22,3	21,6
30	19,9	24,8	28,1	29,7	30,0	29,6	28,8	28,0	27,0
35	19,4	25,0	29,7	32,9	34,6	35,0	34,6	33,8	32,8
40	18,8	24,5	30,0	34,6	37,8	39,5	40,0	39,6	38,7
45	18,1	23,8	29,6	35,0	39,5	42,7	44,5	45,0	44,5
50	17,6	23,1	28,8	34,6	40,0	44,5	47,8	49,5	50,0
55	17,0	22,3	28,0	33,8	39,6	45,0	49,5	52,8	54,6
60	16,6	21,6	27,0	32,8	38,7	44,5	50,0	54,6	58,0

# BIBLIOGRAPHIE

1. Association ouvrière des compagnons du devoir  
L'art du couvreur. Tome 2. Paris, AOCD, Encyclopédie des métiers, s.d.
2. Carpentier G., De Kesel J., Hens H., Uyttenbroeck J. et Vaes F.  
Transport de l'humidité dans les matériaux poreux. Bases théoriques. Centre scientifique et technique de la construction, CSTC-Revue, n° 1, 1982.
3. Centre scientifique et technique de la construction  
Toitures en tuiles de terre cuite. Conception et mise en œuvre. Bruxelles, CSTC, Note d'information technique, n° 175, mars 1989.
4. Centre scientifique et technique de la construction  
Toitures en ardoises naturelles. Conception et mise en œuvre. Bruxelles, CSTC, Note d'information technique, n° 195, mars 1995.
5. Centre scientifique et technique de la construction  
Toitures en tuiles plates : conception et mise en œuvre. Bruxelles, CSTC, Note d'information technique, n° 186, décembre 1992.
6. Centre scientifique et technique du bâtiment  
DTU 40.11 Travaux de couverture en ardoises. Paris, CSTB, Cahiers du CSTB, n° 1418, janvier/février 1977.
7. Demandrille P. et Cambrou P.  
Traité de couverture. Paris, Hemmerlé, 1992.
8. Emery G. et Sentier J.  
La couverture du bâtiment. Paris, Dunod, 1970.
9. Institut belge de normalisation  
NBN B 44-001 Couvertures en ardoises en ciment renforcé par des fibres minérales naturelles. Bruxelles, IBN, 1983.
10. Institut belge de normalisation  
NBN EN 12056-3 Réseaux d'évacuation gravitaire à l'intérieur des bâtiments – Partie 3 : Système d'évacuation des eaux pluviales, conception et calcul. Bruxelles, IBN, 2000.
11. Institut belge de normalisation  
NBN ENV 1996-1-1 DAN Eurocode 6 – Calcul des ouvrages en maçonnerie – Partie 1-1 : Règles générales – Règles pour la maçonnerie armée et non armée. Bruxelles, IBN, 1998.
12. Ministère des Communications et de l'Infrastructure  
STS 33 Evacuation des eaux de toiture. Bruxelles, MCI, Spécifications techniques unifiées, 1969.
13. Ministère des Communications et de l'Infrastructure  
STS 34 Couvertures de bâtiments, § 03.6 Ardoises naturelles. Bruxelles, MCI, Spécifications techniques unifiées, 1987.
14. Sangué M. et Beaulieu J.  
La couverture en ardoise. Rennes, Chambre syndicale des ardoisières de l'Ouest, 1983.



éditeur responsable : Carlo De Pauw  
CSTC, Boulevard Poincaré 79  
1060 BRUXELLES

imprimerie : Claes Printing sa  
lay-out : Meersman I.D.



## BRUXELLES

### Siège social



Boulevard Poincaré 79  
B-1060 Bruxelles

direction générale



02/502 66 90



02/502 81 80

publications



02/529 81 00



02/529 81 10

## ZAVENTEM

### Bureaux



Lozenberg n° 7  
B-1932 Sint-Stevens-Woluwe  
(Zaventem)



02/716 42 11



02/725 32 12

avis techniques - communication - qualité  
informatique appliquée construction  
techniques de planification  
développement & innovation

## LIMELETTE

### Station expérimentale



Avenue Pierre Holoffe 21  
B-1342 Limelette



02/655 77 11



02/653 07 29

recherche  
laboratoires  
formation  
documentation  
bibliothèque



### **Buildwise Zaventem** **Siège social et bureaux**

Kleine Kloosterstraat 23  
B-1932 Zaventem  
Tél. 02/716 42 11

E-mail : [info@buildwise.be](mailto:info@buildwise.be)  
Site Internet : [buildwise.be](http://buildwise.be)

- Avis techniques – Publications
- Gestion – Qualité – Techniques de l'information
- Développement – Valorisation
- Agréments techniques – Normalisation

### **Buildwise Limelette**

Avenue Pierre Holoffe 21  
B-1342 Limelette  
Tél. 02/655 77 11

- Recherche et innovation
- Formation
- Bibliothèque

### **Buildwise Brussels**

Rue Dieudonné Lefèvre 17  
B-1020 Bruxelles  
Tél. 02/233 81 00

Après plus d'un demi-siècle d'existence, le Centre scientifique et technique de la construction (CSTC) fait désormais place à Buildwise. Ce nouveau nom porte en lui une orientation nouvelle, davantage axée sur l'innovation, sur la collaboration et sur une approche pluridisciplinaire plus intégrée. Buildwise étant principalement financé par les redevances de quelque 100.000 entreprises de construction belges, celles-ci contribuent ainsi à motiver son action, notamment en définissant ses priorités et en pilotant ses travaux par le biais des Comités techniques.

## **Votre centre de recherche devient centre d'innovation**

Fort des connaissances qu'il a acquises au fil des années, Buildwise s'est imposé comme le centre de référence et d'expertise du secteur de la construction. Buildwise se tient aux côtés de tous les acteurs impliqués dans l'acte de bâtir. Notre objectif ? Transmettre des connaissances qui améliorent réellement la qualité, la productivité et la durabilité, et ouvrir la voie à l'innovation sur chantier et dans l'entreprise.

## **Dynamiser le partage des connaissances et les interconnexions**

Compte tenu de la grande complexité et de la forte fragmentation du processus de construction, Buildwise se doit de renforcer son rôle fédérateur. Nous ne pourrions relever les défis sectoriels et sociétaux qu'en mobilisant le secteur tout entier et en repensant nos modèles d'entreprise et notre façon de collaborer.

## **De la multidisciplinarité à la transdisciplinarité**

Notre spécificité tient à notre approche pragmatique et multidisciplinaire. Pour trouver des solutions solides, il faut une stratégie globale et intégrée. C'est pourquoi nos ambitions s'articulent autour de trois piliers : les technologies numériques, la durabilité et le métier (représenté par les entrepreneurs au sein des Comités techniques).