

Peter Stoller

## Toits à pans inclinés

Planification et exécution de travaux de couverture

ISBN 3-9522490-8-4

© grafitext p. stoller, CH-3226 Treiten

3<sup>e</sup> édition élargie et mise à jour 2023 v3.0

### Réalisation,

### mise en page,

**composition** Peter Stoller, Treiten

**Relecture** Sébastien Cettou, Polybat

**Impression** Edubook AG, CH-5634 Merenschwand

**Edition,** grafitext p. stoller

**Diffusion** Peter Stoller

Dorfstrasse 1

CH-3226 Treiten

T 032 313 34 50

[www.grafitext.ch](http://www.grafitext.ch)

Le présent ouvrage est protégé par les droits d'auteur.

Tous droits réservés. Aucune partie de ce manuel ne peut être copiée sous une forme ou une autre, ni traitée, reproduite ou diffusée à l'aide de systèmes électroniques sans l'autorisation écrite de l'éditeur.

Le contenu de ce livre a été rédigé avec le plus grand soin. Ni les auteurs ni l'éditeur ne peuvent assumer une responsabilité juridique ou une quelconque responsabilité pour d'éventuelles erreurs et leurs conséquences.

Les moyens de fixation indiqués ne montrent que la fixation/l'ancrage des éléments qui ne concernent pas la structure porteuse. Le type, la répartition et le dimensionnement doivent être adaptés à l'objet dans la pratique et calculés en conséquence.

Les représentations des structures murales et autres éléments de construction ne faisant pas partie des travaux de couverture sont destinées à faciliter la compréhension et ne prétend pas à l'exhaustivité.

## Aperçu

Impressum	2
Avant-propos/ Remerciements	4
Structure de ce livre	6
<b>Partie 1 Planification</b>	<b>7</b>
1 Bases pour la planification d'un toit	11
2 Travaux préparatoires	15
3 Structures de toit, système semi-ventilé	69
4 Renforcement de l'isolation thermique (rénovation)	83
<b>Partie 2 Sous-construction</b>	<b>85</b>
1 Pose de l'étanchéité à l'air et du pare-vapeur	87
2 Pose de l'isolation thermique	95
3 Pose de la sous-couverture	105
<b>Partie 3 Couvertures en tuiles</b>	<b>131</b>
1 Bases de l'échantillonnage du toit	135
2 Couvertures en tuiles plates	151
3 Couvertures en tuiles mécaniques et flamandes	169
4 Le toit en tuiles de couvent	181
5 Couverture du faîte et de l'arétier des toits en tuiles	187
6 Couvertures avec tuiles en béton	193
7 Réaliser des raccords et des finitions pour les couvertures en tuiles	203
8 Protection des tuiles contre la succion du vent	212
<b>Partie 4 Couvertures en ardoises fibres-ciment et naturelles</b>	<b>213</b>
1 Ardoises en fibres-ciment, généralités	217
2 Pose double d'ardoises en fibres-ciment	221
3 Pose horizontale d'ardoises en fibres-ciment	231
4 Pose façon bardeaux avec ardoises en fibres-ciment	237
5 Raccords du toit avec ardoises en fibres-ciment	239
6 Couverture du faîte et de l'arétier en bardeli	249
7 Couvertures de faîte et d'arétier avec faîtières tronconiques	255
8 Couverture en ardoises naturelles	257
9 Couvertures en plaques de fibres-ciment de grand format	265
<b>Partie 5 Couverture en plaques ondulées</b>	<b>269</b>
1 Couverture en plaques ondulées fibres-ciment	271
2 Toit végétal	287
3 Plaques en fibres-ciment, structurées en moyen format	289
<b>Partie 6 Constructions accessoires</b>	<b>291</b>
1 Pose de fenêtres dans le toit	293
2 Crochets de sécurité et crochets d'échelle	301
3 Pare-neige et arrêts-neige	303
<b>Partie 7 Annexes</b>	<b>311</b>
1 Définitions	313
2 Index	315

## Avant-propos 1<sup>e</sup> édition 2004

La sécurité et la protection sont des aspirations fondamentales de l'homme. Quatre murs et un toit créent un espace, la maison, dans laquelle nous pouvons nous retirer. Celui qui a un toit au-dessus de sa tête, peut s'estimer heureux! Il est important de se sentir chez soi. Un foyer chaleureux permet de récupérer et d'emmagasiner de nouvelles forces pour le quotidien.

Au cours du temps, le toit à pans inclinés s'est mué en un système complexe impliquant plusieurs couches. La connaissance de la fonction et des interactions de ces couches dans la structure du toit est une condition requise pour que l'ouvrage puisse répondre aux exigences élevées de l'enveloppe du bâtiment.

Ce manuel traite du toit à pans inclinés, une partie importante de l'enveloppe du bâtiment. Il décrit le domaine qui s'étend de la charpente à la couverture.

Le présent manuel «Toits à pans inclinés» s'adresse à tous les corps de métier qui s'occupent du toit à pans inclinés. Il englobe en particulier les connaissances professionnelles nécessaires à la formation complémentaire et continue propre aux couvreurs et aux couvreuses.

Le manuel «Toits à pans inclinés» est basé sur l'ouvrage de référence «Principes de l'enveloppe du bâtiment» paru chez le même éditeur. L'organisation en six parties et le vaste index en annexe permettent de trouver rapidement les thèmes recherchés. Des renvois (voir «Organisation») conduisent à des thèmes apparentés. Les deux ouvrages forment ensemble une source de connaissances pratiques pour la formation et le quotidien professionnel.

La planification des toits est exigeante et leur couverture est quelquefois un travail très ardu. Celui qui a compris le sens profond de cette activité passionnante, sera fier d'exercer un métier qui contribue au bien-être de l'homme.

Treiten, juin 2004

Peter Stoller

## Remerciements

Je tiens à remercier ici tous ceux qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à la réussite de cet ouvrage. Je remercie en particulier l'ASTF pour la confiance qu'elle m'a faite et son support. Je remercie également m de la profession qui ont enrichi le projet avec de précieuses indications.

Un chaleureux merci aussi à mes chers proches qui, par leur compréhension et leur accompagnement, m'ont donné la force pour réaliser ce projet.

## Avant-propos 3<sup>ème</sup> édition 2023

Depuis la première édition en 2004, les toitures sont aujourd'hui toujours couvertes selon les mêmes méthodes et avec les matériaux de couverture éprouvée. La tendance à construire des toits à pans inclinés avec une pente trop faible pour des raisons esthétiques a pour conséquence que la couverture ne peut plus être étanche et que la sous-couverture doit remplir leur fonction.

Les choses ont changé dans le domaine de la sous-construction: Le fait que les pentes des toits soient inférieures aux pentes réglementaires a conduit à un ensemble de règles compliquées pour les sous-couvertures, car celles-ci doivent de plus en plus souvent assumer partiellement ou totalement la fonction de couverture. L'étanchéité à l'air nécessaire de l'enveloppe du bâtiment impose également des exigences élevées aux planificateurs et aux exécutants. Les erreurs entraînent rapidement des dégâts dus à l'humidité. Le point positif est que les matériaux ont évolué, notamment suite à des dommages, et qu'il existe aujourd'hui des systèmes de haute qualité pour les pare-vapeur et les sous-couvertures, adaptés à chaque situation.

En raison des prescriptions plus strictes en matière d'économie d'énergie dans l'enveloppe du bâtiment, les épaisseurs d'isolation sont passées des 120 mm habituels en 2004 à des épaisseurs de 240 mm et bien plus. Si, à l'époque, une isolation coincée entre les chevrons suffisait pour atteindre le coefficient U, aujourd'hui, la hauteur des chevrons ne suffit généralement plus pour loger l'épaisseur d'isolation exigée. Des isolations supplémentaires sur ou sous les chevrons ou une seule couche épaisse d'isolation sur les chevrons permettent d'atteindre le coefficient U requis, même si cela nécessite des matériaux et un travail considérables. La question de savoir où se situe la limite d'une épaisseur d'isolation raisonnable est controversée. Enfin, les vis à bois à double filetage, dont la conception est de plus en plus raffinée, permettent de combler les grandes distances et d'économiser ainsi des inserts en bois et du temps.

Je suis très heureux d'avoir pu prendre le temps, pendant bien plus d'un an, de retravailler de fond en comble la 2<sup>e</sup> édition de 2011. Tous les graphiques ont été adaptés aux nouvelles épaisseurs d'isolation. J'ai pu préciser de nombreux contenus, supprimer des éléments obsolètes et ajouter des nouveautés. Internet a été utilisé avec assiduité pour effectuer des recherches approfondies. Il n'a jamais été aussi facile de se faire une idée différenciée d'un sujet. Je me suis rendu compte à quel point il est important d'examiner ce qui est proposé et d'identifier les contradictions.

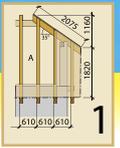
Puisse ce livre, chère lectrice, cher lecteur, vous faciliter quelque peu le travail sur les toits à pans inclinés et que vous puissiez être fiers de vos œuvres visibles de loin.

Treiten, janvier 2023

Peter Stoller

## Remerciements

Un grand merci aux collègues professionnels de la CT Toiture inclinée d'Enveloppe des édifices Suisse, qui ont apporté l'une ou l'autre indication utile et monsieur Sébastien Cettou pour la relecture de l'édition française.

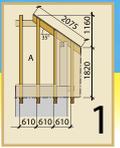


# Planification

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Bases pour la planification d'un toit</b>	<b>11</b>
<b>1.1</b>	<b>Soigner les paysages de toitures</b>	<b>11</b>
1.1.1	Choix de la couverture	11
1.1.2	Façon des raccords et des bordures	12
1.1.3	Le toit comme générateur d'énergie	12
<b>1.2</b>	<b>Un toit sûr</b>	<b>13</b>
1.2.1	Prescriptions	13
1.2.2	Statique	13
1.2.3	Protection incendie	13
<b>1.3</b>	<b>Durée de vie et écologie</b>	<b>13</b>
1.3.1	Entretien	13
<b>1.4</b>	<b>Fonctionnalité du toit</b>	<b>14</b>
1.4.1	Protection contre l'humidité	14
1.4.2	Protection thermique hiver/été	14
1.4.3	Isolation acoustique	14
<b>2</b>	<b>Travaux préparatoires</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Généralités</b>	<b>15</b>
2.1.1	Devoirs d'avis de l'entrepreneur	15
2.1.2	Systèmes de couverture vérifiés	15
2.1.3	Constructions spéciales	16
2.1.4	Modifications des constructions existantes	16
2.1.5	Ancrages et fixations	16
2.1.6	Statique de la construction	16
2.1.7	Protection contre l'incendie	16
<b>2.2</b>	<b>Aperçu de la structure du système de toiture</b>	<b>18</b>
2.2.1	Isolation sur chevrons	18
2.2.2	Isolation entre chevrons	19

<b>2.3</b>	<b>Structure porteuse du toit</b>	<b>20</b>
2.3.1	Propriétés de la structure porteuse	20
2.3.2	Déterminer les entraxes des chevrons	20
2.3.3	Longueur de chevron	20
2.3.4	Chevêtre	20
<b>2.4</b>	<b>Étanchéité à l'air/pare-vapeur</b>	<b>21</b>
2.4.1	Concept d'étanchéité à l'air	21
2.4.2	Support pour couches étanches à l'air	21
2.4.3	Éviter les pénétrations	22
2.4.4	Étanchéité provisoire	22
2.4.5	Liste des matériaux pour l'étanchéité à l'air	22
<b>2.5</b>	<b>Chaleur et humidité</b>	<b>23</b>
2.5.1	Pare-vapeur hygrovariable	23
2.5.2	Vérification de la diffusion	24
2.5.3	Structures sans vérification	24
<b>2.6</b>	<b>Isolation thermique</b>	<b>24</b>
2.6.1	Règlements de construction	24
2.6.2	Exigences en matière d'isolation	25
2.6.3	Liste des matériaux d'isolation	26
2.6.4	Éléments de sous-couverture isolants	27
<b>2.7</b>	<b>Sous-couverture</b>	<b>27</b>
2.7.1	Déterminer le niveau de sollicitation	27
2.7.2	Description des niveaux de sollicitation de la sous-couverture	29
2.7.3	Support de pose pour sous-couvertures	29
2.7.4	Raccords et terminaisons de la sous-couverture	30
2.7.5	Échantillonnage de la sous-couverture	36
2.7.6	Liste des matériaux pour la sous-couverture	37
<b>2.8</b>	<b>Vide d'aération</b>	<b>39</b>
2.8.1	Ce qui se passe dans le vide d'aération	39
2.8.2	Dimensionner le vide d'aération	41
2.8.3	Ouvertures d'aération	42
2.8.4	Diriger le flux d'air	43
2.8.5	Aération latérale/transversale	44
<b>2.9</b>	<b>Contre-lattes</b>	<b>45</b>
2.9.1	La dimension de la contre-latte	45
2.9.2	Fixation des contre-lattes	45
2.9.3	Dimensionnement et nombre de moyens de fixation	46
2.9.4	Liste de matériaux p. l. contre-lattes	47
<b>2.10</b>	<b>Couverture</b>	<b>48</b>
2.10.1	Pente de toit réglementaire	48
2.10.2	Supports de pose pour les couvertures	49
2.10.3	Échantillonnage du toit	49
2.10.4	Protection de la couverture contre la succion du vent	49



2.10.5	Liste des matériaux de couverture	50
2.10.6	Calcul du poids	50
<b>2.11</b>	<b>Isolation acoustique</b>	<b>51</b>
2.11.1	Indice d'affaiblissement acoustique apparent pondéré $R'_w$	51
<b>2.12</b>	<b>Fenêtre dans le toit</b>	<b>52</b>
2.12.1	Fenêtres de toit	52
2.12.2	Placement des fenêtres de toit	54
2.12.3	La structure du toit détermine la procédure	54
2.12.4	Hauteur de montage du cadre de fenêtre	55
2.12.5	Mise à disposition des dimensions pour la découpe du toit	55
2.12.6	Détermination de l'emplacement des chevêtres	56
2.12.7	Fabriquer module d'encadrement intérieur de fenêtre	57
<b>2.13</b>	<b>Dispositifs de sécurité</b>	<b>60</b>
2.13.1	Crochets de sécurité	61
2.13.2	Point d'ancrage	62
2.13.3	Systèmes d'assurage par câble horizontal	62
2.13.4	Escaliers de sécurité et mains courantes	62
<b>2.14</b>	<b>Installations de pare-neige</b>	<b>63</b>
2.14.1	Calculer la charge de neige sur le toit	64
2.14.2	Hauteur de neige autorisée pour les toits avec pare-neige	65
2.14.3	Positionnement des pare-neige	65
2.14.4	Positionnement des arrêts-neige	66
<b>2.15</b>	<b>Capteurs solaires/Modules solaires</b>	<b>67</b>
2.14.1	Couverture solaire	67
2.15.2	Tuile solaire	67
2.14.3	Montage intégré dans la couverture	67
2.14.4	Montage par dessus la couverture	68
<b>3</b>	<b>Structures de toit, système semi-ventilé</b>	<b>69</b>
<b>3.1</b>	<b>Isolation monocouche sur chevrons</b>	<b>69</b>
3.1.1	Évacuation de l'eau de sous-couverture dans le chéneau, coupe A-A	69
3.1.2	Rive de toit avec chevron de rive, coupe B-B	70
3.1.3	Égout avec deux larmiers, coupe A-A	71
3.1.4	Grand avant-toit, coupe C-C	72
<b>3.2</b>	<b>Isolation sur chevrons bicouche avec inserts en bois</b>	<b>73</b>
3.2.1	Évacuation de l'eau de sous-couverture dans le chéneau, coupe A-A	73
3.2.2	Rive avec chevron de rive, coupe B-B	74
<b>3.3</b>	<b>Avant-toits avec solives</b>	<b>75</b>
3.3.1	Dimensionner les solives	75
3.3.2	Avant-toits avec solives, coupe A-A	76
3.3.3	Avant-toit latéral avec solives de rive, coupe B-B	78
<b>3.4</b>	<b>Isolation entre chevrons avec isolation supplémentaire</b>	<b>79</b>
3.4.1	Isolation entre et sur chevrons, coupe A-A	79

Échantillon de lecture "Toits dans les toitures inclinées" 2023 v3.0  
 (C) 2023 gratext.ch

3.4.2	Isolation entre et sur chevrons, coupe B-B	80
<b>3.5</b>	<b>Bâtiment sans avant-toit</b>	<b>81</b>
3.5.1	Isolation entre et sur des chevrons, coupe d'égout	81
3.5.2	Isolation entre et sur chevrons sans avant-toit latéral	82
<b>4</b>	<b>Renforcement de l'isolation thermique</b>	<b>83</b>
<b>4.1</b>	<b>Rénovation depuis l'intérieur</b>	<b>83</b>
4.1.1	Système de toiture semi-ventilée	83
4.1.2	Système de toiture ventilée	83
<b>4.2</b>	<b>Rénovation depuis l'extérieur</b>	<b>84</b>
4.2.1	Couche d'étanchéité l'air dans l'isolation	84
4.2.2	Couche d'étanchéité à l'air autour des chevrons	84

Échantillon de lecture "Toits à pans inclinés" 2023 v3.0  
(C) 2023 grafitext.ch

**Auteur**  
Peter Stoller

**Sources d'illustrations**  
P. Stoller

# 1 Bases pour la planification d'un toit

Les toits contribuent fortement à marquer le paysage. Dans le passé, les toits formaient des ensembles harmonieux à cause du choix réduit de matériaux de couverture locaux et de leur couleur. L'offre de matériaux de couverture déterminait également la forme des toits. Certains villages et certaines villes ont pu conserver la beauté originale de leurs toitures grâce à un entretien soigneux.

## 1.1 Soigner les paysages de toitures

Les propriétaires, les planificateurs et les exécutants sont invités à tenir compte, non seulement de l'aspect financier, mais aussi de l'esthétique du toit et de l'harmonie avec les toits environnants.

Les réparations en particulier devront être exécutées correctement. Avec un peu de circonspection, il est possible d'éviter des réparations inesthétiques par le choix de la couleur des matériaux. On tiendra également compte de la modification de couleur due aux salissures. Sur un ancien toit de tuiles rouge naturel, par exemple, on n'introduira pas des tuiles d'une autre couleur. Avec le temps, les tuiles de remplacement rouge naturel, sans salissures et de ton vif, finiront par s'accorder aux autres.

### 1.1.1 Choix de la couverture

La couleur, la grandeur et la forme du matériau de couverture ainsi que le type de couverture imprègnent le caractère du toit et l'aspect de l'ensemble du bâtiment.

*Outre les considérations esthétiques, le choix de la couverture doit également tenir compte de son adéquation*



Fig. 1/102: Toit en ardoises

*tion avec le site du bâtiment, de sa faisabilité, de son étanchéité et de sa durabilité.*

Les critères de choix pour la couleur, la grandeur, la forme et le type de couverture sont les suivants:

- Le concept de couleur du bâtiment (adapté à l'environnement)
- Le genre du bâtiment (moderne, fabrique, locatif, familial, villa, ancien).
- Les dimensions des surfaces de toiture et des façades (les grandes surfaces permettent des formats de plus grande taille)
- La forme du toit, simple ou complexe (petit ou grand nombre de raccords).
- Les prescriptions de construction (règlements de construction communaux, patrimoine suisse, etc.).



Fig. 1/101: Paysage de toitures

On obtient un **visage à 60°** lorsque la contre-latte est ancrée dans les chevrons à l'aide de deux vis à double filetage formant un angle de 60° en sens inverse à travers l'isolation et formant ainsi un triangle rigide (voir fig. 1/212).

## 2.2 Aperçu de la structure du système de toiture

Le type de construction du toit est déterminé, entre autres, par la destination et la conception des volumes situés directement au-dessous du toit. Si, par exemple, la charpente doit rester visible, la construction du toit sera réalisée sur les chevrons.

Les types de construction suivants sont usuels:

- Isolation sur chevrons
  - Isolation entre chevrons
  - Isolation supplémentaire sous les chevrons
- Combinaison des trois types ci-dessus
- Aucune isolation (uniquement pour les bâtiments non chauffés sans ou avec sous-couverture)

### 2.2.1 Isolation sur chevrons

Si l'isolation se trouve au-dessus des chevrons, le matériau (étanchéité à l'air, isolation, sous-couverture) doit être praticable.

L'isolation doit présenter une contrainte de compression  $\sigma_{10}$  de  $\geq 15$  kPa pour un écrasement de 10%. Dans le cas d'isolations multicouches avec des inserts en bois, la couche inférieure peut également présenter une contrainte de compression plus faible.

#### Système de toiture semi-ventilée

L'isolation au-dessus des chevrons peut être construite de différentes manières :

- **Isolation monocouche sans inserts en bois**  
Cette structure permet d'obtenir une couche d'isolation homogène sans ponts thermiques (sauf des vis). L'isolation monocouche sans battue exige un travail précis afin d'éviter les joints ouverts. La sous-couverture doit correspondre au niveau de sollicitation exigé.

Les contre-lattes sont ancrées par frottement dans les chevrons avec des vis à double filetage à 60°.

- **Isolation en deux couches avec insert en bois dans la partie supérieure**

La couche inférieure, plus épaisse, peut être posée rapidement en raison des inserts en bois non nécessaires. La couche d'isolation supérieure, généralement épaisse de 60 mm, contient les inserts en bois qui se trouvent entre les panneaux isolants de largeur originale. Ces inserts en bois horizontaux de 60x100 mm doivent être ancrés dans les chevrons à l'aide de vis à double filetage en vissage à 60°, conformément aux instructions du fournisseur du système («Toiture Eiger» Flumroc SA). Il n'y a pas de ponts thermiques, sauf pour les vis à double filetage.

Par-dessus, on place une sous-couverture selon le niveau de sollicitation et des contre-lattes qui sont fixées dans l'insert supérieur en bois avec des vis à tête plate.

- **Isolation en deux couches avec deux inserts en bois croisés**

Système d'isolation («toit valaisan») datant de l'époque où les vis à double filetage n'existaient pas encore et où les isolations plus épaisses ne pouvaient être montées qu'en deux couches, entre deux inserts en bois croisés. Convient jusqu'à une épaisseur d'isolation d'environ 120 mm par couche : les ponts thermiques peuvent ainsi être réduits jusqu'aux points de croisement des inserts en bois.

Il faut éviter les joints continus dans l'isolation thermique en décalant les joints entre les couches.

Les inserts en bois doivent être ancrés dans la structure porteuse à l'aide de vis à tête plate ou de vis à filetage complet en raison des valeurs d'arrachement plus élevées.

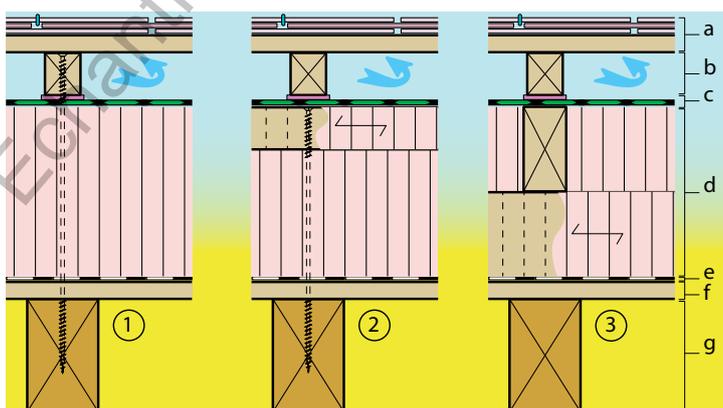
Par-dessus, on place une sous-couverture selon le niveau de sollicitation et des contre-lattes qui sont fixées dans l'insert en bois supérieur avec des vis à tête plate.

#### A respecter durant les travaux d'isolation

Le lambrissage, l'isolation et les éventuels inserts en bois doivent impérativement rester secs jusqu'à ce que la sous-

Fig. 1/203: Aperçu des systèmes de toiture semi-ventilée avec isolation sur chevrons ; isolation monocouche sans inserts en bois (1), isolation bicouche avec insert en bois en couche supérieure (2), isolation bicouche avec 2 inserts en bois croisés (3).

Légende: Couverture avec support de pose (a), contre-lattes/vidé d'aération entre la sous-couverture et la couverture (b), sous-couverture avec taquets d'étanchéité (c), isolation thermique (d), pare-vapeur (e), lambrissage (f), chevrons/structure porteuse (g)



## 2.4 Étanchéité à l'air/pare-vapeur

Les systèmes de toitures isolent doivent être étanches à l'air. Lorsqu'un pare-vapeur est nécessaire, (toujours vérifier selon la norme SIA 180) il sert également de couche étanche à l'air et doit être posé et raccordé en conséquence.

L'étanchéité à l'air doit être raccordée de manière durablement étanche à l'air aux éléments de construction adjacents (murs) et des pénétrations.

### Étanchéité à l'air dans le toit

Des lés certifiés sont utilisés à cet effet. Sont également considérées comme étanches à l'air les couches de panneaux en bois dont les joints sont collés de manière étanche à l'air et les plaques de plâtre fibrées.

### Surfaces de raccordement

Pour les murs, plafonds, sols auxquels il faut raccorder, sont considérés comme étanches à l'air, par exemple, le béton, la maçonnerie avec joints scellés au mortier ou enduits sur toute la surface, les plaques de plâtre fibrées, les panneaux dérivés du bois avec joints collés.

### Position de la ligne de jonction étanche

Elle doit être située le plus près possible du côté chaud du plan de l'isolation. En cas de pose sur une plaque de support, la ligne de jonction peut être remontée jusqu'à  $\frac{1}{3}$  de l'épaisseur de l'isolation.

#### 2.4.1 Concept d'étanchéité à l'air

Un concept d'étanchéité à l'air permet de définir, avant le début des travaux, la position de l'étanchéité à l'air dans la surface et la réalisation de tous les raccords et pénétrations.

Une planification minutieuse permet d'éviter les raccords difficiles au niveau des chevrons et des pannes. Si l'avancée de toit souhaitée se situe entre «pas du tout» et environ 1 m, le concept «sur chevrons avec solives» est intéressant.

#### 2.4.2 Support pour couches étanches à l'air

Un support plan est nécessaire pour la pose des couches étanches à l'air situées sur la charpente. Bois utilisées comme supports de pose doivent remplir les conditions suivantes:

- L'humidité du bois lors de la pose de lambrissage qui restent visibles à l'intérieur doit se situer de 8 à 12 % de la masse.
- Les écarts de dimension nominale suivantes sont admissibles: brut de sciage:  $\pm 2$  mm, raboté:  $\pm 0,5$  mm.

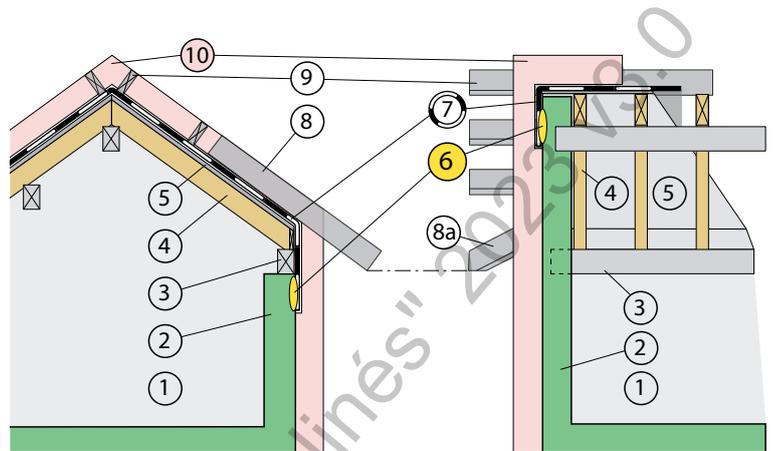


Fig. 1/207: Concept d'étanchéité à l'air «sur chevrons avec solives»; intérieur (1), structure porteuse étanche à l'air (2), panne sablière (3), chevron (4), support de pose (5), raccord étanche à l'air (6), couche étanche à l'air (7), solive d'égout (8), solive d'angle dans le coin du toit (8a), solive de rive s'étendant sur deux ou trois chevrons (9), isolation thermique (10)

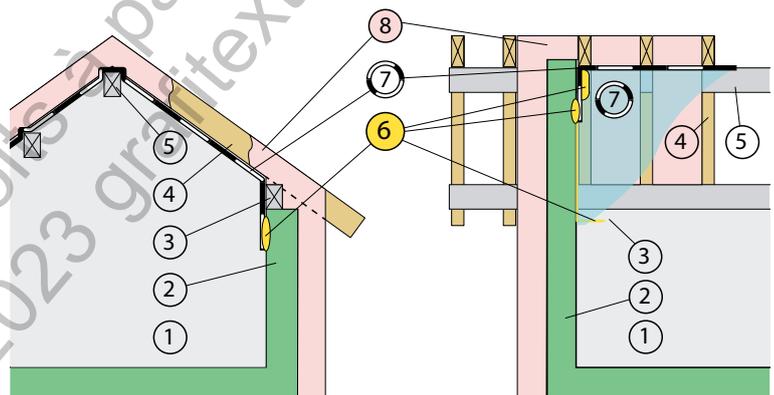


Fig. 1/208: Concept d'étanchéité à l'air «sous chevrons»; intérieur (1), structure porteuse étanche à l'air (2), panne sablière (3), chevron (4), panne faitière (5), raccord étanche à l'air (6), couche étanche à l'air (7), isolation thermique (8)

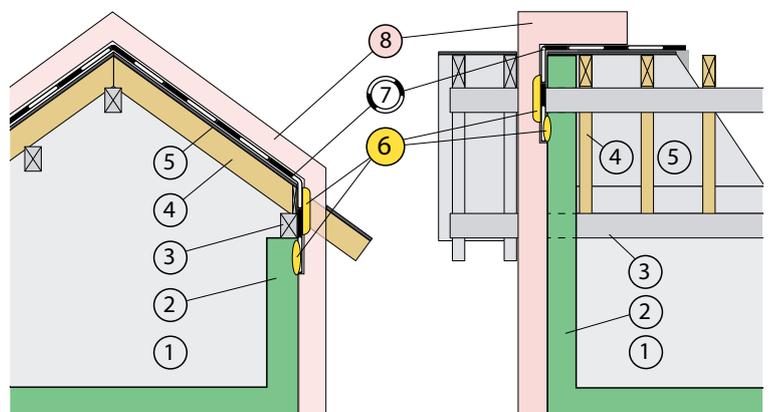


Fig. 1/209: Concept d'étanchéité à l'air «sur chevron»; intérieur (1), structure porteuse étanche à l'air (2), panne sablière (3), chevron (4), support de pose, par ex. lambris (5), raccord étanche à l'air (6), couche étanche à l'air (7), isolation thermique (8)

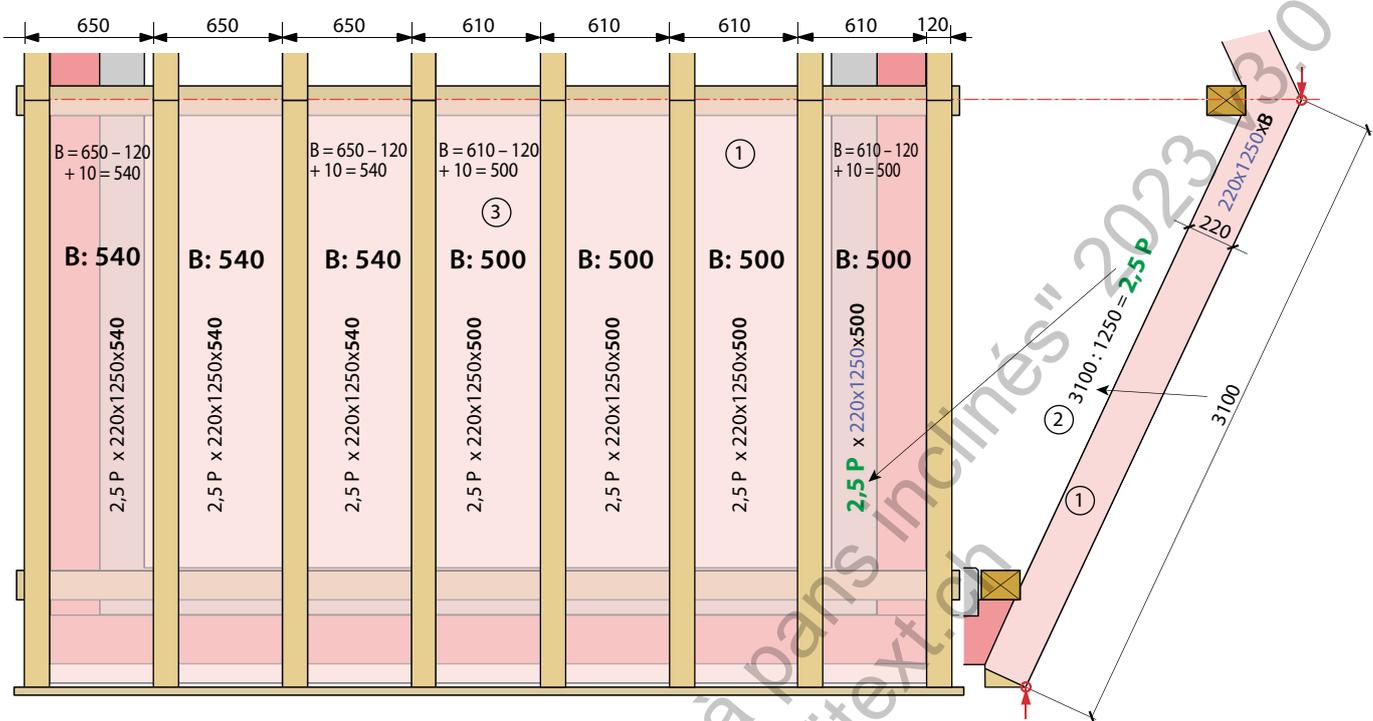


Fig. 1/213 : Plan des chevrons comme aide à l'organisation sur le chantier (plan de montage) ; zone d'isolation (chevrons et avant-toits) avec panneaux (1 rose), calculer le nombre de panneaux (P) par champ de chevrons (2), calculer la largeur (B) et indiquer les dimensions exactes des panneaux (3), isolation des murs (rose vif)

### 2.6.3 Liste des matériaux d'isolation

L'objectif de la liste des matériaux est de minimiser le nombre de coupes et d'utiliser le moins possible de matériau.

Les postes de matériaux choisis devraient être inscrits dans un plan de pose. Le plan de pose facilite l'organisation sur le chantier, en particulier lorsque les nattes ou les plaques d'isolation ont des largeurs variables.

#### Isolation thermique entre chevrons

En cas d'isolation thermique entre chevrons, il est nécessaire de connaître les distances (entre-chevrons) entre ceux-ci. Un plan des chevrons (position des chevrons) permet de calculer rapidement les largeurs exigées.

En règle générale, la largeur du matériau isolant (plaques ou rouleaux) doit être 5-10 mm plus large que la travée afin qu'il soit suffisamment calé. Les plaques modernes permettent de rattraper sans coupe des différences de gabarit jusqu'à 40 mm, avec la même largeur originale de la plaque. Ceci est aussi très utile lorsque les chevrons sont courbés.

Une fois les plaques ou les rouleaux nécessaires définis, il est possible d'établir les mètres courants requis pour chaque largeur. Compter des suppléments pour les chutes en fonction de la longueur des chevrons et du nombre de raccords.

Pour la commande, transformer les mètres courants en grandeurs usuelles et en unités d'emballage du commerce.

#### Isolation thermique sur chevrons

La liste des matériaux pour une isolation thermique sur chevrons peut se faire facilement à partir du nombre de mètres carrés de la surface à isoler. A cet effet, déterminer la surface à isoler et diviser celle-ci par les mètres carrés d'une unité d'emballage de plaques isolantes. Déterminer le supplément pour les chutes en fonction de la forme et de la grandeur des plaques.

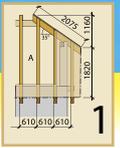
Si des inserts en bois sont intégrés dans l'isolation thermique, leur surface peut être déduite de la couche d'isolation correspondante. Le nombre d'unités d'emballage doit être déterminé pour chaque couche si différentes qualités sont utilisées. La distance d'un insert en bois horizontal dépend idéalement du format du panneau. Pour l'écartement des insert en bois en sens des chevrons, il faut tenir compte des distances maximales pour les lattes de la couverture (voir tableau S1/2.10.2). Le gabarit des inserts en bois est donné par les largeurs ou les longueurs des plaques, moins 5 à 10 mm (selon la résistance de la plaque isolante).

Pour la commande des inserts en bois, on ajoute habituellement 8 % à la quantité calculée pour les chutes.

Les bâtiments sur lesquels les arêtiers et les noues sont nombreux exigent plus de coupes supplémentaires.

#### Isolation thermique en vrac à insuffler dans des espaces vides

La commande des matériaux d'isolation thermique en vrac se fait par  $m^3$ . Calculer les volumes des espaces vides à isoler. Tenir compte par ailleurs de suppléments



pour l'étanchement (zone étanche) et de l'état de la surface des matériaux limitant les espaces vides. Les fabricants peuvent vous assister pour le calcul des quantités. Le travail doit être effectué par du personnel formé spécialement (garantie).

### 2.6.4 Éléments de sous-couverture isolants

Avec un élément de sous-couverture isolant, l'isolation et la sous-couverture sont posées en une seule opération, ce qui est avantageux pour les formes de toit simples. Pour les toits avec arêtiers et noues, les raccords sont compliqués et les chutes importantes. Les sections d'éléments ne peuvent généralement pas être réutilisées.

Les éléments de sous-couverture isolants actuellement disponibles se composent de panneaux isolants résistant à la compression (PUR/PIR) rainé-crêté et de lés de sous-couverture collés avec des recouvrements autocollants. Les éléments sont montés sur chevrons en combinaison avec une isolation entre chevrons.

**Le pare-vapeur doit être dimensionné en fonction de la grande résistance à la diffusion de l'élément.**

#### Fixation

Les éléments de sous-couverture isolants doivent être sécurisés en continu lors de la pose par le montage des contre-lattes.

Les contre-lattes doivent être ancrées dans les chevrons à l'aide de vis à tête plate. Les dimensions, le nombre et l'emplacement des fixations doivent être soigneusement déterminés (respecter les indications du fabricant). Les points de fixation doivent être rendus étanches.

Pour les toits plus raides, les contre-lattes peuvent être fixées à l'aide de vis de traction (vis à tête plate ou vis à double filetage vissées à 60° dans le sens de la traction dans les chevrons) pour éviter qu'elles ne glissent.

## 2.7 Sous-couverture

*Pour les toitures à isolation thermique, une sous-couverture est nécessaire au-dessus de la structure porteuse et de l'isolation thermique (Norme SIA 232/1).*

### Propriétés du matériau de sous-couverture

- Le matériau de sous-couverture doit être praticable.
- Il doit pouvoir être assemblé durablement en cas de chevauchement et raccordé en cas de raccordement, conformément de niveau de sollicitation.
- Les plaques de sous-couverture et les lés de sous-couverture nécessitent un tampon d'humidité du côté chaud, qui peut absorber la condensation temporaire.

### 2.7.1 Déterminer le niveau de sollicitation

On distingue les niveaux de sollicitation suivants:

- Sous-couverture pour sollicitation normale
- Sous-couverture pour sollicitation élevée
- Sous-couverture pour sollicitation extraordinaire.

Si le dernier niveau n'est plus suffisant, on utilise une «Étanchéité spéciale».

#### Délimitation selon l'altitude de référence

*Pour une altitude de référence  $h_0 > 800$  m, il faut utiliser au moins une sous-couverture pour sollicitation extraordinaire.*

**Pour des altitudes de référence  $h_0 \leq 800$  m, les points suivants sont importants pour le choix du bon niveau de sollicitation:**

- **Emplacement du bâtiment,  $h_0$  et climat local**

Plus la  $h_0$  du bâtiment est grand, plus les influences du vent, des précipitations, du gel/dégel avec possibilité d'eau de refoulement sont importantes et fréquentes.

Il est très essentiel de tenir compte des particularités locales, que connaît, par exemple, par expérience l'entrepreneur établi dans la région.

- **Type de couverture/Pente réglementaire du toit**

Une couverture à recouvrement a une pente de toit réglementaire pour laquelle elle est encore étanche à la pluie, c'est-à-dire étanche à l'écoulement libre de l'eau.

Plus l'inclinaison du toit choisie pour la construction est inférieure à la pente réglementaire, plus il faut s'attendre à des infiltrations d'eau à travers la couverture en cas de fortes pluies et de vent. Il est également possible que de la neige volante soit soufflée à travers les recouvrements.

• **Quantité d'eau et longueur des chevrons**

La quantité d'eau qui s'écoule devient de plus en plus importante en direction du chéneau. Le risque de pénétration de l'eau à travers la couverture à recouvrement augmente donc vers le bas.

*Pour des longueurs de chevrons > 8 m, il faut choisir le niveau de sollicitation supérieur.*

• **Lucarnes et pénétrations**

Les lucarnes et les pénétrations ne doivent pas entraver l'évacuation d'eau de manière significative afin d'éviter les refoulements. Si l'eau stagnante ne peut pas être exclue, il faut utiliser le niveau de sollicitation approprié.

• **Modules solaires intégrés/couverture solaire**

Veiller à ce que le matériau soit adapté à une utilisation sous des modules solaires (sous les modules, la température peut atteindre 80 °C).

• **Résistance aux intempéries**

La sous-couverture et les finitions des raccords doivent garantir le fonctionnement comme couverture pendant la durée requise, 3 mois étant la norme, sans subir de dommages.

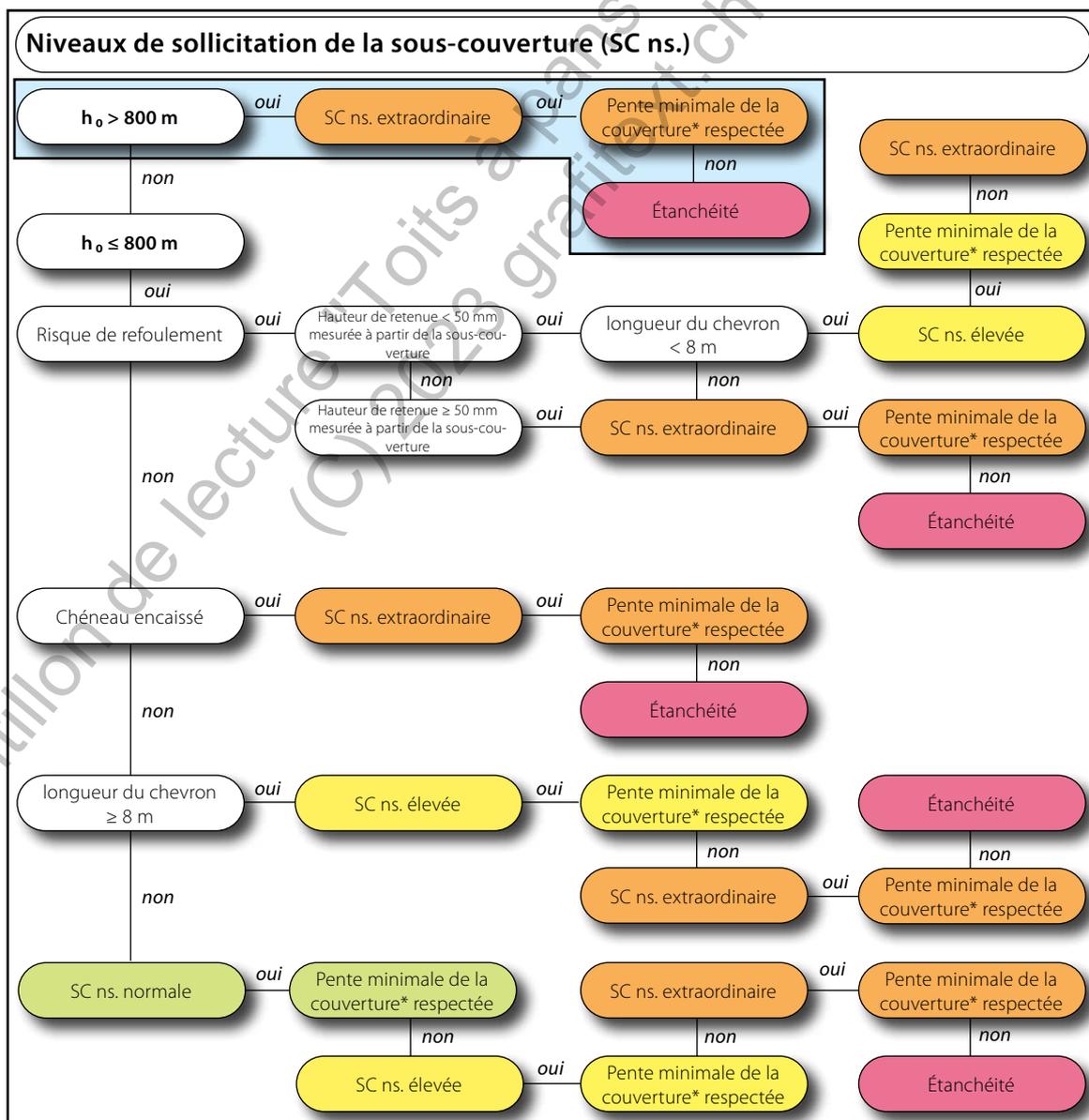
Pour savoir si le système de sous-couverture choisi répond aux sollicitations, l'entrepreneur a tout intérêt à demander confirmation au fournisseur du système.

◀ S1/2.10.1

TABLEAU DES PENTES RÉGLEMENTAIRES DU TOIT ET DES SOUS-COVERTURES

Fig. 1/214: Niveaux de sollicitation de la sous-couverture (SC ns.) Arbre de décision; la plus grande marge de manœuvre pour le choix de la sous-couverture existe à  $h_0 \leq 800$  m, > 800 m une sous-couverture pour sollicitation extraordinaire est prescrite. Pour éviter de réaliser une sous-couverture en tant qu'étanchéité («étanchéité spéciale»), il est possible d'augmenter la pente du toit.

\* Important: Si le niveau de sollicitation a été trouvé et le produit de sous-couverture choisi, vérifier la pente minimale indiquée sur la fiche technique du produit avec la pente de toit projetée.



## Faîte

La terminaison de la sous-couverture au faîte est déterminée par la ventilation propre à chaque système de toiture.

### • Système de toiture semi-ventilée

Dans le cas du toit semi-ventilé, l'isolation thermique est posée directement au-dessous de la sous-couverture. Pour des raisons de physique du bâtiment, tout espace intermédiaire doit être évité.

Les **lés de sous-couverture** peuvent être posés directement sur la ligne de faîte.

Les **plaques de sous-couverture** s'étendent jusqu'à la ligne de faîte. Le joint ouvert au faîte peut être recouvert par des tôles faîtières ou une bande d'étanchéité d'au moins 120 mm de large. Les bandes légères ne conviennent pas car elles peuvent flotter dans le courant d'air et générer du bruit.

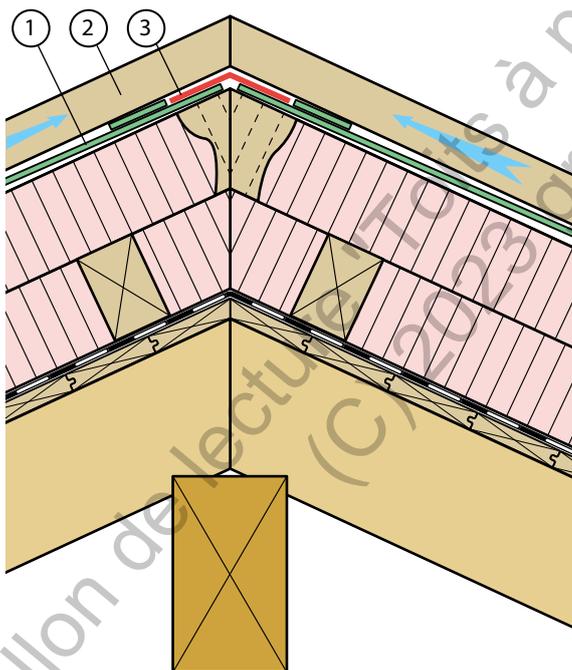


Fig. 1/222: Façon de la sous-couverture au faîte pour un système de toiture semi-ventilée; sous-couverture (1), contre-latte (2), revêtement (3)

### • Système de toiture ventilée

Dans un toit ventilé, la sous-couverture se termine de chaque côté du toit, avant la ligne de faîte. La grandeur de l'ouverture ainsi créée dépend de la hauteur du vide d'aération situé entre la sous-couverture et l'isolation thermique (**voir aussi S1/2.3**).

La largeur vide entre la ligne de faîte et l'arête supérieure de la sous-couverture doit être d'au moins la moitié de la hauteur du vide de ventilation.

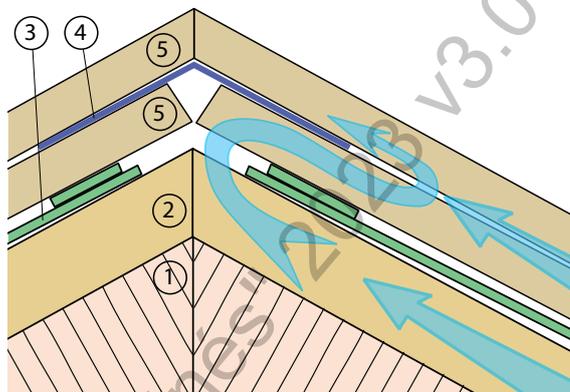


Fig. 1/223: Façon de la sous-couverture au faîte pour un système de toiture ventilée; isolation (1), chevron (2), sous-couverture (3), tôle de faîte (4), contre-lattes divisées en deux (5)

L'infiltration d'eau par cette ouverture peut être évitée par l'emploi d'une tôle faîtière (développement environ 200 à 250 mm, la moitié pour un toit en appentis). A cet effet, les contre-lattes situées dans la zone faîtière comprendront deux lattes sur une distance de 500 mm. La tôle se pose entre ces deux lattes. Dans cette exécution, la section de ventilation prescrite (voir ci-dessus) ne doit pas être réduite! Il en résulte que la hauteur du contre-lattage sera ici au moins le double de la demi-hauteur du vide d'aération entre la sous-couverture et l'isolation thermique.

**Exemple:** toit à deux pans ventilés.

Hauteur du vide d'aération entre la sous-couverture et l'isolation thermique 60 mm, hauteur du vide d'aération de la couverture au moins 45 mm

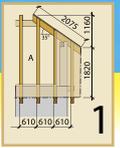
Calculer: la grandeur de l'ouverture d'aération située entre la sous-couverture au faîte et la hauteur du contre-lattage:

ouverture au faîte (valeur minimale pour un côté du toit) =  $60 \text{ mm} : 2 = 30 \text{ mm}$ .

La sous-couverture se termine à au moins 30 mm sous la ligne de faîte.

Hauteur de la contre-latte (au minimum) =  $30 \text{ mm} \cdot 2 = 60 \text{ mm}$ .

Les derniers 500 mm des contre-lattes seront remplacés par deux lattes de 30 mm d'épaisseur chacune. La tôle faîtière se trouve entre ces lattes.



## Plan de pose de la sous-couverture

Les résultats de l'échantillonnage sont à inscrire sur le plan de pose (copie du plan des chevrons). Ce plan sert également à établir la liste des matériaux.

### 2.7.6 Liste des matériaux pour la sous-couverture

Pour tous les matériaux posés en recouvrement, il faut ajouter la surface des recouvrements au besoin en matériaux pour la surface une fois terminée. Indiquer en plus les raccords et les coupes et calculer le supplément de matériau nécessaire. Ce supplément dépend largement du type d'exécution et ne sera pas traité ici. Les indications correspondantes se trouvent dans les documents de calcul de l'association professionnelle.

#### Besoin par m<sup>2</sup> posé

La formule suivante n'est valable que pour des surfaces connexes, sans interruptions. **Formule de base:**

$$\text{Matériau par m}^2 \text{ posé} = 1 \text{ m}^2 \cdot \text{facteur de recouvr.}$$

#### Facteur de recouvrement f rec.

$$f \text{ rec.} = \frac{(\text{largeur du matériau} \cdot \text{longueur du matériau})}{((\text{larg. mat.} - \text{rec. haut.}) \cdot (\text{long. mat.} - \text{rec. lat.}))}$$

#### Exemple 1: lé de sous-couverture

Largeur 1000 mm, longueur rouleau 10000 mm, recouvrement en hauteur 100 mm, recouvrement latéral 100 mm.

$$\text{fac. rec.} = 1000 \cdot 10000 : ((1000 - 100) \cdot (10000 - 100)) = 1,122$$

Pour réaliser 1 m<sup>2</sup> de sous-couverture avec un lé, il faut  $1 \cdot 1,22 = 1,22 \text{ m}^2$  de lé de sous-couverture en rouleau.

#### Exemple 2: plaque de sous-couverture

largeur 1030 mm, longueur 2620 mm, recouvrement en hauteur 60 mm, recouvrement latéral 80 mm.

$$\text{fac. rec.} = 10030 \cdot 2620 : ((1030 - 60) \cdot (2620 - 80)) = 1,095$$

Besoin par m<sup>2</sup> = 1 m<sup>2</sup> · 1,095 = **1,095 m<sup>2</sup> de plaques de sous-couverture\***

\* Dans le cas des plaques de sous-couverture, le besoin en matériau par m<sup>2</sup> est utilisé avant tout pour calculer le coût du toit! A ce stade, il n'est pas encore nécessaire de connaître les entraxes des chevrons.

*Dans le cas des plaques de sous-couverture, la liste des matériaux ne peut être établie que sur la base d'un plan de chevrons ou de pose (voir ci-dessous).*

#### Poids par m<sup>2</sup>

Le poids par mètre carré de matériau de sous-couverture et la part des recouvrements pour 1 m<sup>2</sup> de surface de toit couverte permettent de calculer le poids moyen de la sous-couverture. Le poids du matériel auxiliaire tel que crochets et bandes d'étanchéité peut être compté en plus, s'il y a lieu. Seul le matériau effectivement posé sur le toit peut être pris en considération pour le calcul du poids.

$$\text{Poids par m}^2 \text{ posé} = \text{poids de 1 m}^2 \text{ de matériau} \cdot \text{facteur de recouvrement}$$

#### Exemple: plaque de sous-couverture

largeur 1030 mm, longueur 2620 mm, hauteur du recouvrement 80 mm. Poids de la plaque 5,25 kg/m<sup>2</sup>.

Facteur de recouvrement (voir tableau ci-dessus).

$$\text{Poids par m}^2 \text{ posé} = 5,25 \text{ kg} \cdot 1,095 = 5,75 \text{ kg}$$

Besoin de matériaux de sous-couverture par m <sup>2</sup> (exemples)						
Matériaux de sous-couverture	Largeurs et longueurs du matériau (rouleau ou plaque)		Recouvrements en haut. et latéral (mm)		Facteur de recouvrement	Besoin par m <sup>2</sup> posé
Lés	1000	10000	100	100	1,122	1,12
	2500	25000	100	100	1,046	1,05
	2000	20000	80	80	1,046	1,05
Plaques en fibres-ciment	625	2050	60	80	1,151	1,15
	625	2230	60	80	1,147	1,15
	625	2540	60	80	1,142	1,14
Plaque de fibres de bois poreuse améliorée			Keil-Nutverbindung			
	728	2480	0	0	1,000	1,00
	722	2480	0	0	1,000	1,00

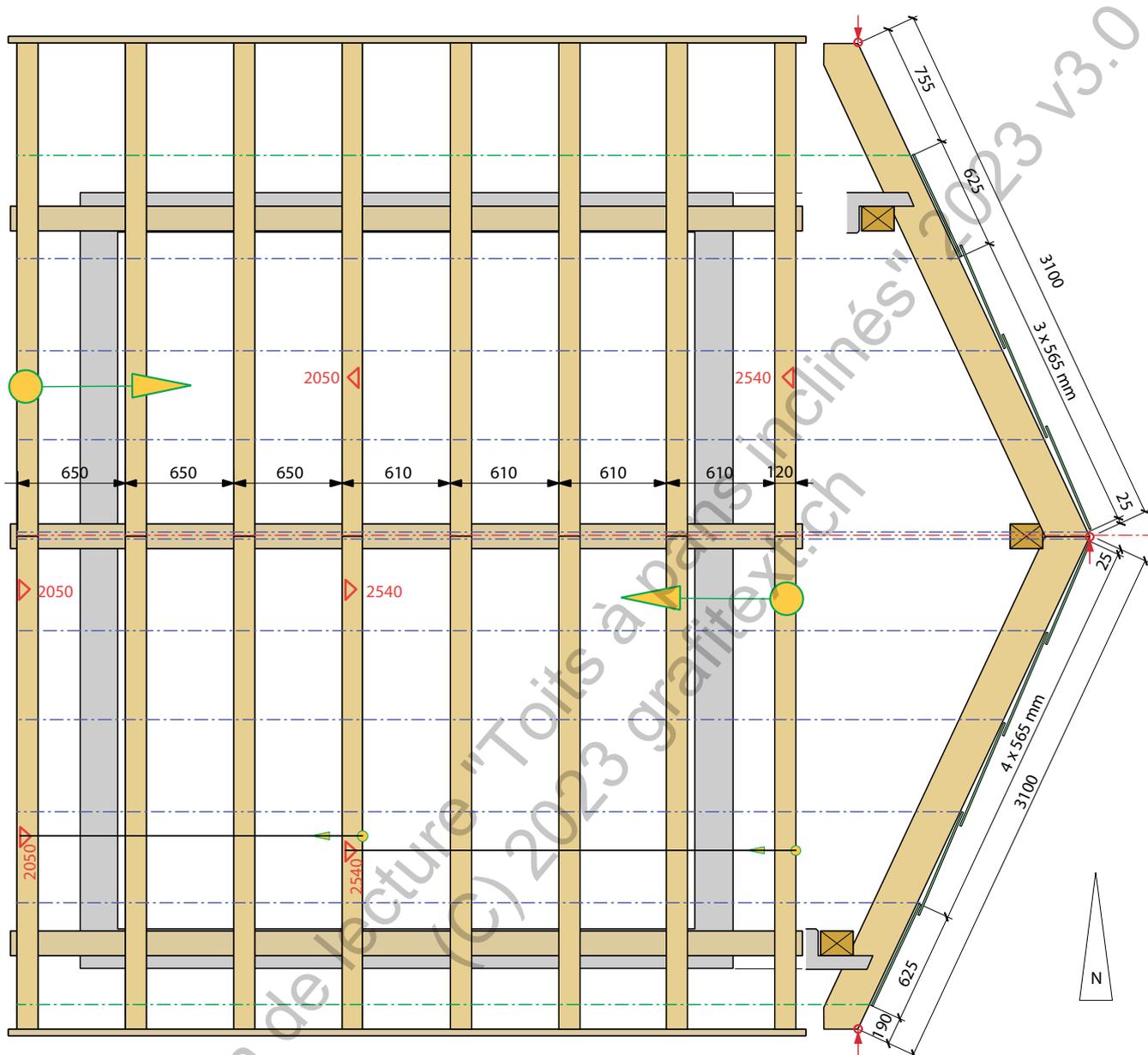


Fig. 1/229: Plan de montage des plaques de sous-couverture en fibres-ciment, objet XY

### Commande des matériaux selon le plan de pose

Le plan de pose établi lors de la répartition des plaques de sous-couverture peut être utilisé avantageusement pour établir la liste exacte des matériaux et la commande.

Liste des matériaux de sous-couverture						Commande
Objet XY (voir la figure du plan de montage)						
Description du matériau	Format (mm) haut./long.	Surface du toit	Rangées	Lignées	Par surface	Nombre total des plaques
Plaques de sous-couverture YZ	625/2540	nord	4	1	4	
idem	625/2540	sud	5	1	5	9
Plaques de sous-couverture YZ	625/2050	nord	4	1	4	
idem	625/2050	sud	5	1	5	9

## 2.8 Vide d'aération

Un vide d'aération entre la sous-couverture et la couverture permet d'éviter les dégâts dus à l'humidité dans le système de toiture, en évacuant vers l'air extérieur la vapeur d'eau qui se diffuse de l'intérieur vers l'extérieur à travers les couches de la toiture et qui s'échappe au-dessus de la sous-couverture grâce à une ventilation. L'aération permet également d'éviter que le matériau de couverture et les lattes de bois ne restent trop longtemps humides.

Le vide d'aération n'a guère d'effets rafraîchissants en cas de grande chaleur estivale, car la chaleur est transportée par rayonnement infrarouge et l'ampleur de l'échange d'air est trop faible pour évacuer suffisamment de chaleur, par exemple pendant les heures plus fraîches du matin.

### 2.8.1 Ce qui se passe dans le vide d'aération

Un vide d'aération (en abrégé VA) est une petite «zone climatique» qui réagit en permanence aux influences de l'intérieur et de l'extérieur. Les processus qui se déroulent dans le VA sont présentés ci-dessous de manière très simplifiée.

#### Le renouvellement d'air doit fonctionner

La masse d'air dans le VA doit être reliée à l'air extérieur par des ouvertures d'entrée et de sortie d'air. Dans le cas idéal, l'air dans le VA est ainsi constamment remplacé

par de l'air extérieur plus sec, qui peut à nouveau absorber de l'humidité. Ce processus est alimenté par les différences de pression dans les masses d'air. Cela fonctionne le mieux lorsque l'inclinaison du toit est  $> 20^\circ$  et que le soleil brille, car l'air réchauffé dans le VA s'élève vers le haut grâce à la thermique, à condition qu'il y ait une grande ouverture d'évacuation de l'air. Si une surface de toit n'est pas éclairée par le soleil, l'ascension est faible et la ventilation est inerte en l'absence de vent. La vapeur se diffuse alors davantage à travers la couverture.

*Plus la pente du toit est faible et plus le chevron est long, plus le VA (hauteur de contre-lattes 45 à  $\approx 140$  mm) doit être élevé afin que l'échange d'air puisse avoir lieu en quantité suffisante. Les ouvertures d'entrée et de sortie d'air doivent être planifiées en fonction de la section du VA.*

#### Le vent influence la direction

Si le vent souffle, la direction de la circulation dans le VA est influencée selon la direction et la force du vent, ce qui accélère l'échange d'air.

Dans le cas d'un toit à deux pans peu incliné, il est possible que la pression du vent crée un flux direct d'égout à égout, en passant sous la ligne de faîte.

Dans ce cas, il peut arriver qu'après une nuit froide et humide, un côté du toit soit déjà ensoleillé et que l'air se réchauffe dans le VA, tandis que le côté à l'ombre est encore froid. L'air réchauffé peut alors être soufflé sous

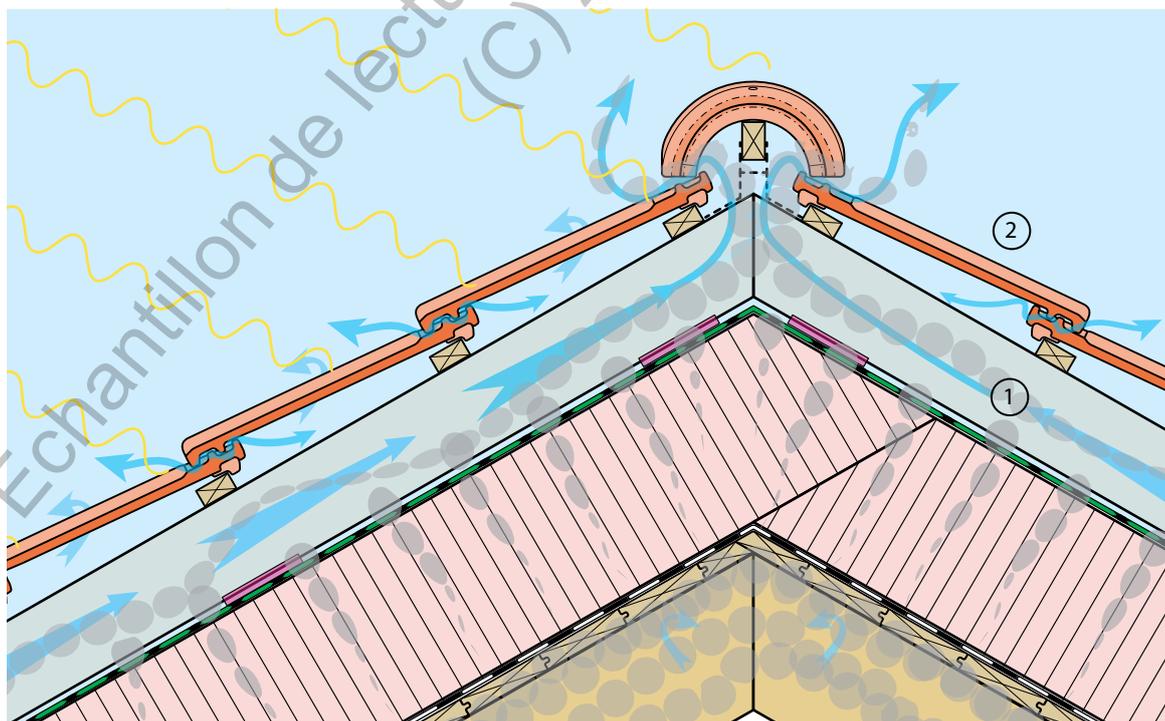


Fig. 1/230 : Exemple de ce qui se passe dans le vide d'aération; VA (1) en dessous couverture en tuiles (2) et en l'absence de vent. Les bulles grises symbolisent la vapeur d'eau, les flèches bleues indiquent la circulation de l'air, les vagues jaunes représentent le rayonnement solaire pour Berne, avril  $\sim 9$  heures

la couverture plus froide du côté à l'ombre. Le refroidissement de l'air, qui a absorbé plus d'humidité du côté ensoleillé, peut entraîner la formation de condensation dans le VA plus froid. Si la sous-couverture est correctement réalisée, il n'y aura pas de dégâts, car une sous-couverture est justement faite pour ce genre de cas.

### Température du point de rosée et eau de condensation

La masse d'air dans le vide d'aération (VA) absorbe la vapeur d'eau qui se diffuse à travers les couches de toiture, ce qui augmente l'humidité relative de l'air dans VA et donc la pression de la vapeur. Si l'on parvient à équilibrer la pression avec l'air extérieur par une ventilation suffisante, il est généralement possible d'éviter la condensation.

S'il fait plus froid à l'extérieur, par exemple suite à une chute de température ou, par nuit étoilée, en raison du rayonnement thermique de la couverture, et que la face inférieure du matériau de couverture atteint alors la température du point de rosée de la couche d'air adjacente, l'excédent d'humidité de l'air se condense immédiatement. Cette eau de condensation se dépose en gouttes sur la face inférieure du matériau de couverture froid et généralement aussi sur la sous-couverture également froide. Si la quantité d'eau de condensation ne peut pas être entièrement absorbée (tamponnée) par ces matériaux, l'eau non absorbée s'écoule sur la sous-

couverture. Si la température n'est pas inférieure à zéro, l'eau s'écoule dans le chéneau ou s'égoutte par terre.

### Régions avec fréquente formation de rosée

Dans les régions où l'humidité de l'air est souvent élevée et où les nuits sont fraîches (beaucoup de rosée de mars à octobre), il arrive qu'il règne dans le VA un climat proche de celui de l'extérieur et qu'il y ait aussi formation de rosée dans le VA. L'évacuation de l'eau de sous-couverture dans le chéneau est ici un avantage, car l'eau de condensation qui s'écoule ne salit pas l'avant-toit.

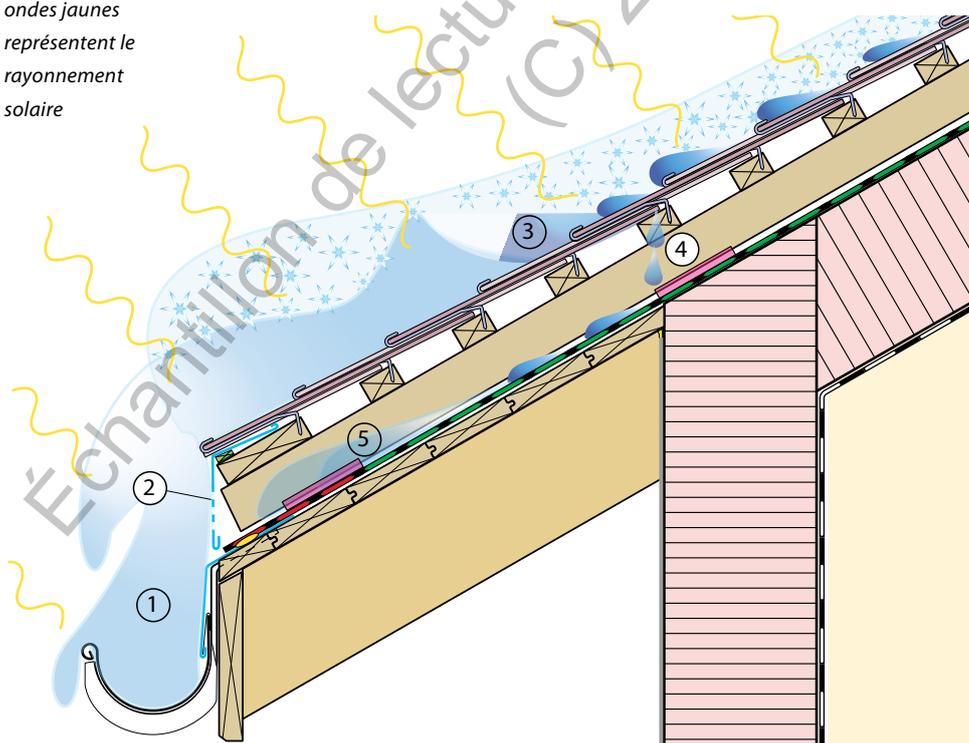
### Moins de 0 °C sur la sous-couverture

Si de l'eau gèle sur la sous-couverture et ne dégèle pas complètement pendant la journée et s'écoule ou s'évapore, la couche de glace peut s'accumuler au point de fermer partiellement ou complètement le VA si la période météorologique le permet. L'eau qui s'écoule s'accumule derrière cette barrière de glace et fait pression dans les recouvrements de la sous-couverture qui, nous l'espérons, ont été étanchés conformément en niveau de sollicitation. L'eau peut provenir de processus de condensation dans le VA lui-même ou s'infiltrer à travers la couverture (eau de refoulement). Une isolation au niveau de l'avant-toit permet de réduire le risque de formation de glace, car la structure du toit se refroidit ainsi moins par le bas.

### Eau de refoulement malgré la parfaite isolation

Dans le cas de toits très bien isolés, l'eau de refoulement se forme de préférence pendant les périodes de dégel sur les surfaces de couverture enneigées qui sont longtemps exposées au soleil. L'eau de fonte gèle alors à nouveau dans la zone d'avant-toit. Le processus se répète jusqu'à ce que la barrière de glace soit suffisamment haute pour que l'eau de fonte puisse s'écouler sur la sous-couverture à travers les joints de la couverture. Dans le cas de structures de toit très bien isolées, l'énergie nécessaire à la fonte de la neige au-dessus de l'avant-toit provient principalement de l'extérieur, par exemple du rayonnement solaire et/ou de l'air extérieur chaud qui pénètre dans le VA.

Fig. 1/231: Eau de refoulement qui gèle dans le vide d'aération (VA); formation de glace primaire (1), aération gelée (2), eau de fonte derrière la barrière de glace (3), eau de refoulement pénétrant par la couverture (4), formation de glace secondaire dans VA (5), les ondes jaunes représentent le rayonnement solaire



## 2.8.2 Dimensionner le vide d'aération

La largeur des vides d'aération est déterminée par les espaces entre les chevrons ou le contre-lattage. Elle dépend de l'altitude de référence  $h_0$ , de l'inclinaison du toit et de la longueur des chevrons (voir tableaux sur cette page) et des particularités locales que l'entrepreneur local connaît par expérience.

Pour les toitures à isolation thermique, une hauteur de contre-lattes d'au moins 60 mm est recommandée. *Sous les modules photovoltaïques et les capteurs solaires, s'ils servent de couverture ou y sont intégrés, la hauteur des contre-lattes doit être supérieure de 15 mm à la normale, avec des ouvertures d'aération adaptées en conséquence.* Le refroidissement ainsi amélioré en été ne diminue toutefois que peu la perte de performance des modules photovoltaïques due à la chaleur, mais le matériau de sous-couverture est moins sollicité par les températures élevées.

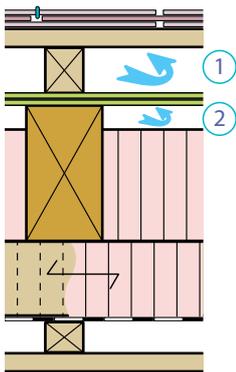


Fig. 1/232: Vide d'aération (exemple); vide d'aération entre sous-couverture et couverture (1), vide d'aération entre isolation thermique et sous-couverture (2)

## Réduction de la section transversale du vide d'aération

La section transversale des vides d'aération ne peut être réduite que localement, jusqu'à la moitié au maximum, en cas de pénétrations, de conduites PV, de pannes, de lattes de renforcement ou autres.

Dans le cas d'un système de toiture ventilée, la réduction de la hauteur de l'espace de ventilation due au fléchissement du matériau de sous-couverture ne doit pas dépasser 1/3.

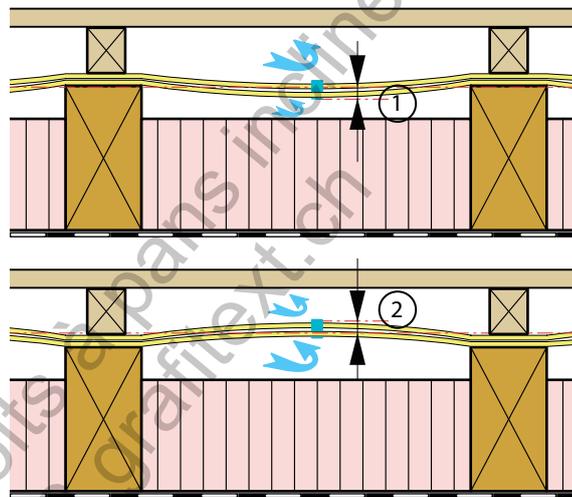


Fig. 1/233: Réduction de la section transversale du vide d'aération dans le cas d'un système de toiture ventilée; sous-couverture qui s'affaisse (1) ou qui se bombe (2) en raison de la dilatation des matériaux. Apparaît dans les bâtiments anciens.

Vide d'aération entre la sous-couverture et la couverture								
Hauteurs minimales selon SIA 232/1 (08.11.2011)								
Longueur des chevrons	Inclinaison du toit et altitude de référence $h_0$							
	<15°		15° à < 20°		20° à < 25°		> 25°	
	<800 m	>800 m	<800 m	>800 m	<800 m	>800 m	<800 m	>800 m
< 5 m	45 mm	60 mm	45 mm	60 mm	45 mm	45 mm	45 mm	45 mm
5 à <8 m	60 mm	80 mm	60 mm	80 mm	45 mm	60 mm	45 mm	60 mm
8 à <15 m	80 mm	100 mm	80 mm	100 mm	60 mm	80 mm	60 mm	80 mm
>15 m	100 mm	120 mm	100 mm	120 mm	80 mm	100 mm	60 mm	100 mm

Vide d'aération entre l'isolation thermique et la sous-couverture				
Hauteurs minimales selon SIA 232/1 (08.11.2011)				
Longueur des chevrons	Inclinaison du toit			
	<15°	15° à < 20°	20° à < 25°	> 25°
< 5 m	40 mm	40 mm	40 mm	40 mm
5 à <8 m	60 mm	40 mm	40 mm	40 mm
8 à <15 m	60 mm	60 mm	60 mm	40 mm
>15 m	80 mm	80 mm	80 mm	60 mm

L'exécution pratique de la pose de fenêtres de toit est décrite dans la partie 6 de ce manuel.

### 2.12.2 Placement des fenêtres de toit

L'emplacement de la fenêtre de toit doit être déterminé en priorité en fonction des besoins de la planification de l'intérieur. Si plusieurs fenêtres sont placées les unes à côté des autres ou les unes au-dessus des autres, la distance souhaitée entre les cadres des fenêtres doit être considérée dans la planification. Pour les bâtiments neufs ne comportant que des fenêtres étroites, il est souvent possible de disposer les chevrons de manière adéquate. Pour les fenêtres plus larges, il faut poser des chevêtres (voir S1/2.12.6).

Pour l'ancrage du cadre de fenêtre, il doit y avoir des parties latérales de la structure porteuse, par exemple des chevrons, à une distance correspondant à l'épaisseur de l'isolation du cadre.

Les schémas de montage et les tableaux de dimensions des fabricants de fenêtres aident à la planification.

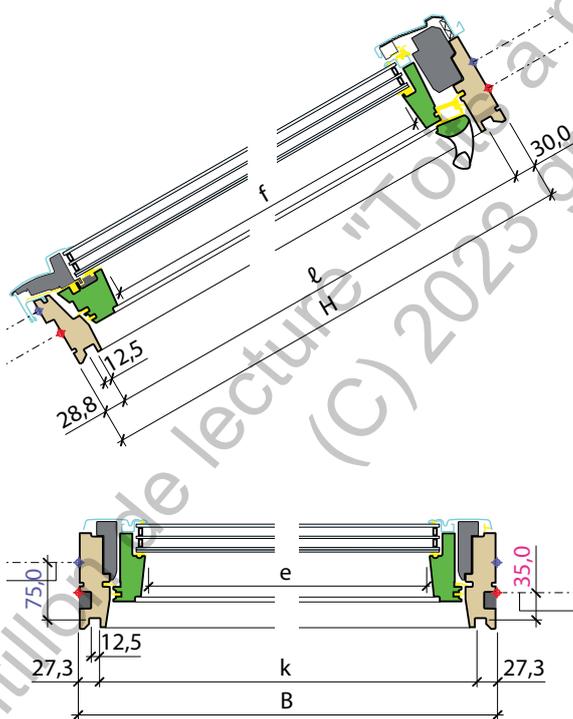


Fig. 1/250: Éléments et dimensions d'une fenêtre de toit (exemple Velux); battant de fenêtre (vert), cadre (marron), isolation (gris), repères pour les hauteurs de montage standard (rouge), abaissé (bleu).

Les dimensions se réfèrent aux fiches techniques du fabricant: largeur du cadre B, hauteur du cadre H.

Revêtement de fenêtre dimensions intérieures k et l.

Surface de lumière e et f.

### 2.12.3 La structure du toit détermine la procédure

Le déroulement des travaux doit être planifié de manière que toutes les couches puissent correctement être raccordées.

Important: déterminer à l'avance qui est responsable de quels travaux, par exemple si une autre entreprise raccorde le pare-vapeur.

#### Bâtiment neuf

Dans le cas d'une nouvelle construction, la structure de toit choisie détermine le processus de planification et de travail:

##### • Structure du toit avec revêtement intérieur, isolation entre chevrons et sous-couverture:

La fenêtre de toit est mise en place après l'achèvement de la sous-couverture et de l'échantillonnage des matériaux de couverture. Si des chevêtres sont nécessaires, ils peuvent également être installés pendant la pose. L'épaisseur de l'isolation du cadre doit être prise en compte en conséquence lors de la découpe de la sous-couverture.

Pour le raccordement des fenêtres, on utilise généralement des accessoires tels que les cadres d'isolation et les jupes de sous-couverture. L'utilisation d'un cadre de montage est recommandée à partir d'une sollicitation élevée de la sous-couverture.

Les autres raccords (isolation, pare-vapeur) peuvent être réalisés de l'intérieur, indépendamment des travaux de toiture. Le revêtement de fenêtre est disponible en tant qu'accessoire ou peut être fabriquée sur mesure. Le revêtement est également réalisé directement avec le matériau du revêtement intérieur, par exemple des plaques de plâtre fibrées.

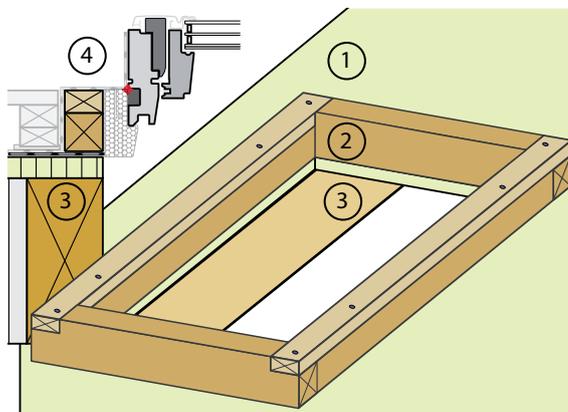


Fig. 6/251: Cadre de montage en lattes de bois vissées ensemble et montées sur la sous-couverture; sous-couverture (1), cadre de montage (2), chevrons (3), structure de toiture (4)

## 2.14 Installations de pare-neige

Les toits qui, par leur exposition et leur inclinaison, présentent un risque de glissement et de chute de neige sur des places ou de chemins sur lesquels peuvent se trouver des personnes seront munis de pare-neige (norme SIA 232/1).

### Charge de neige

- **Lors de l'installation de pare-neige sur un nouveau bâtiment**, la charge de neige doit être considérée dans le dimensionnement de la capacité portante de la structure porteuse avec le coefficient de forme de la toiture  $\mu = 0,8$ .
- **En cas d'installation ultérieure**, le dimensionnement de la structure porteuse doit être vérifié afin d'exclure tout risque de surcharge. Si le dimensionnement est trop faible, il convient de remettre par écrit au propriétaire la charge de neige maximale admissible sur le toit, afin qu'il puisse faire procéder au déneigement avant qu'une surcharge ne survienne.

### Planification et exécution

- Les pare-neige doivent être disposés de manière que la charge de neige soit retenue de manière uniforme sur l'ensemble du toit, afin d'exclure toute surcharge unilatérale ou ponctuelle de la charpente.
- Le matériau des pare-neige/arrêts-neige doit résister aux forces attendues (la valeur  $R_d$  est déterminante pour le calcul).
- Pour les arrêts-neige, il faut garantir que la force de poussée puisse sûrement être transmise à la structure porteuse via le matériau de couverture. Les valeurs  $R_d$  de la chaîne de transmission de charge (l'arrêt-neige, les crochets d'ardoise ou les nez de tuile, les moyens de fixation des lattes/contre-lattes) sont déterminants.
- Les pare-neige doivent être ancrés dans la structure porteuse, indirectement par des contre-lattes et des lattes de traction (les valeurs  $R_d$  des moyens de fixation sont déterminants pour le calcul).
- Les pare-neige ne doivent pas endommager la couverture en cas de charge.
- Le glissement de plaques de glace doit être empêché, p. ex. en fixant des crampons sur les tuyaux ou les grilles, qui s'étendent jusqu'à la couverture, ou avec des arrêts-neige à tous les points de pose dans la zone de l'égout.

### Aucune protection complète contre les avalanches de toit

La nature d'un manteau neigeux évolue en permanence (âge, température).



Fig. 1/258: Plusieurs pare-neige à grille répartis de façon efficace sur le toit

Sur les toits  $\sim 40^\circ$  recouverts d'une lourde couche de neige, il arrive qu'une rampe se forme derrière un pare-neige et que la neige se déplace par-dessus. Des courtes distances entre les pare-neige permettent de réduire le risque de formation de rampes.

Les couches de la neige situées au-dessus de la hauteur des supports peuvent également se décrocher sous forme de plaque de neige; seul un déneigement préventif permet d'y remédier.

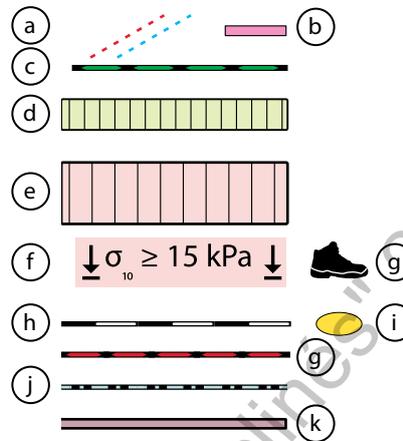
### Effet de poussée du manteau neigeux incliné

- **Toiture sans système pare-neige:**  
Tant que la neige adhère au matériau de couverture, la poussée  $F$  de la couche de neige agit de manière uniformément répartie sur toutes les liaisons avec la structure porteuse, comme les nez de tuiles ou les crochets d'ardoises, les fixations des lattes et des contre-lattes.  
Si la neige perd l'adhérence, elle glisse, l'effet de poussée et la charge de neige disparaissent (sauf derrière des obstacles). **Ce comportement est pris en compte lors du dimensionnement de la structure porteuse par le coefficient de forme du toit  $\mu$ , notez qu'à  $60^\circ$ ,  $\mu = 0$ .**
- **Toiture avec système pare-neige:**  
Si la neige perd son adhérence sur la couverture, la force de poussée  $F$  s'exerce maintenant sur le système pare-neige. La charge de neige reste sur le toit et la structure porteuse doit pouvoir la supporter. **Lors du dimensionnement de la structure porteuse, le coefficient de forme de la toiture doit généralement être utilisé dans ce cas avec  $\mu = 0,8$ .**

### 3 Structures de toit, système semi-ventilé

#### Symboles utilisés

- a Grilles de ventilation avec  $\geq 50\%$  de trous
- b Taquets d'étanchéité collé sur sous-couverture
- c Lé de sous-couverture ouvert à la diffusion
- d Panneaux isolants en fibres de bois praticables
- e Isolation thermique
- f Contrainte de compression à 10 % d'écrasement
- g Praticable (ne s'abîme pas en marchant dessus)
- h Pare-vapeur/étanchéité à l'air
- i Raccord étanche à l'air
- j Lé
- k Fibres-ciment



#### 3.1 Isolation monocouche sur chevrons

##### 3.1.1 Évacuation de l'eau de sous-couverture dans le chéneau, coupe A-A

- 1 Chevrons et lambris de toit apparent.
- 2 Couche d'étanchéité à l'air conduit jusqu'au côté extérieur du mur extérieur. Autour des chevrons et au mur extérieur collé de manière étanche à l'air.
- 3 Isolation sur chevrons 240 mm sans insert en bois.
- 4 Lé de sous-couverture raccordé au chéneau, zone d'égouts résistante aux UV (largeur de bande  $\geq 3 \cdot$  hauteur de la contre-latte), Mise en œuvre selon le niveau de sollicitation choisi pour la sous-couverture.
- 5 Contre-latte 80x60 mm fixée en bas sur carrelet d'appui.
- 6 Contre-latte au-dessus de la zone d'isolation, ancrée dans le chevron avec des vis à double filetage en mode du vissage à 60°. Bande d'étanchéité collée sur la sous-couverture.
- 7 Couverture sur lattes.
- 8 Égout: Larmier (panneaux à trois plis) avec carrelet d'appui vissé en adhérence dans le chevron.
- 9 Protection du lambris de l'avant-toit avec un lé.

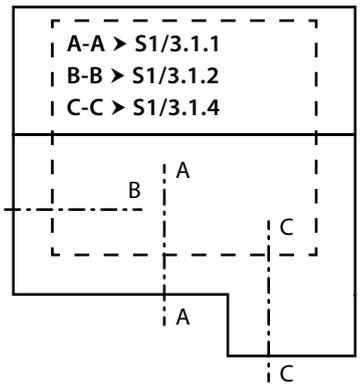
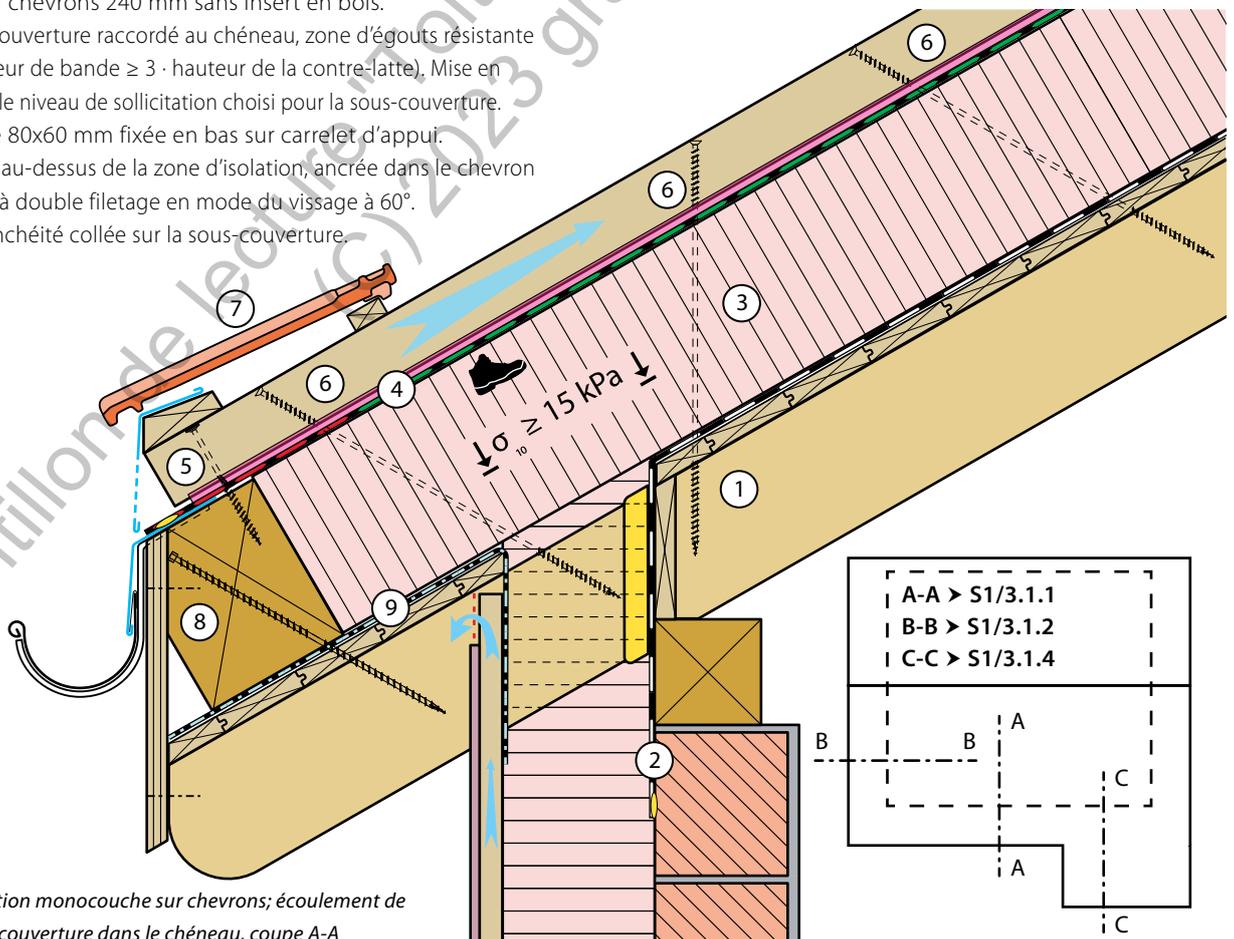


Fig. 1/301: Isolation monocouche sur chevrons; écoulement de l'eau de la sous-couverture dans le chéneau, coupe A-A

### 3.1.2 Rive de toit avec chevron de rive, coupe B-B

- 1 Aménagement intérieur: chevrons et lambris de toit apparent, le lambris passe sur le mur proprement taloché.
- 2 Couche d'étanchéité à l'air conduit jusqu'au côté extérieur du mur extérieur. Au mur extérieur collé de manière étanche à l'air.
- 3 Isolation sur chevrons 240 mm sans insert en bois.
- 4 Lé de sous-couverture ouvert à la diffusion, mise en œuvre selon le niveau de sollicitation choisi pour la sous-couverture.
- 5 Contre-lattes 80x60 mm ancrées dans les chevrons avec des vis à double filetage en mode du vissage à 60°, taquets d'étanchéité collés sur la sous-couverture.
- 6 Couverture sur lattes, rive avec tuiles virevent.
- 7 Virevent: Panneau trois plis avec rainure pour lambris d'avant-toit, Lé (ici, on pourrait aussi le recouvrir avec

le matériau du pare-vapeur), bois d'écartement fixé au virevent et au lambris de l'avant-toit, contre-latte extérieure fixée avec des vis à tête plate.

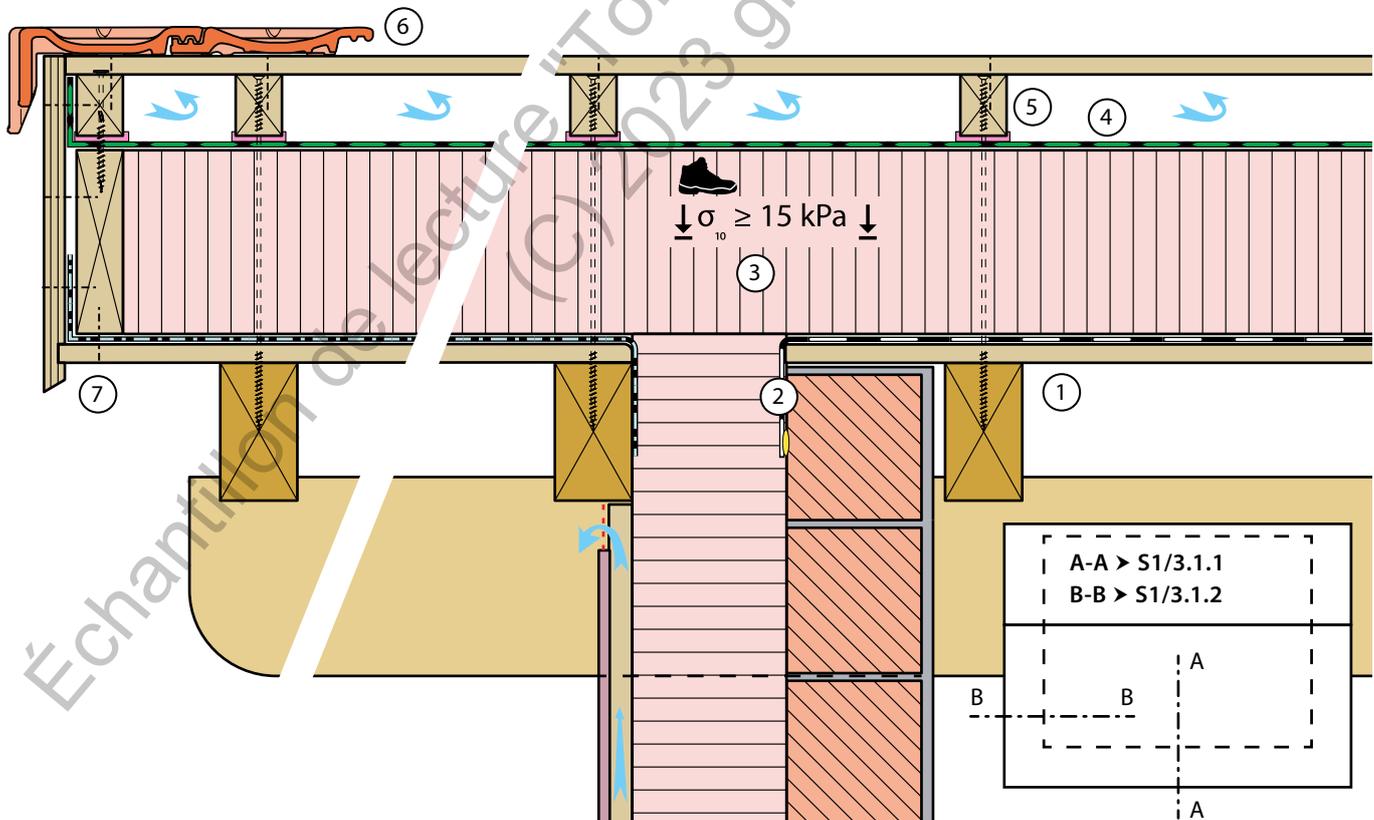


Fig. 1/302: Isolation monocouche sur chevrons; rive avec chevrons de rive, coupe B-B

## 4.2 Rénovation depuis l'extérieur

Lors de la rénovation depuis l'extérieur, la couverture et la sous-couverture sont entièrement retirées. Les chevrons peuvent être doublés si nécessaire, ce qui permet d'augmenter la part d'isolation plus souple et de renforcer la structure porteuse avec un vissage approprié. L'épaisseur du toit augmente et tous les raccords et terminaisons doivent être refaits. La nouvelle structure de toit correspond au système de toiture semi-ventilée.

Les travaux sont tributaires d'un temps sec jusqu'à la fin des travaux de sous-couverture, les espaces intérieurs restent habitables.

### 4.2.1 Couche d'étanchéité à l'air dans l'isolation

L'isolation thermique trouvée doit être en parfait état et atteindre le bord supérieur des chevrons ou du doublage ou être complétée.

*Comme il n'est pas possible de vérifier de manière fiable l'état de la couche d'étanchéité à l'air installée et sa perméabilité à la vapeur, il faut installer au-dessus des chevrons une nouvelle couche d'étanchéité à l'air adapté à cet effet, sous la forme de pare-vapeur hygrovariable. L'adéquation du produit et l'isolation nécessaire au-dessus doivent être clarifiées avec le fabricant. Le raccordement étanche à l'air sur les murs extérieurs doit être effectué côté chaud!*

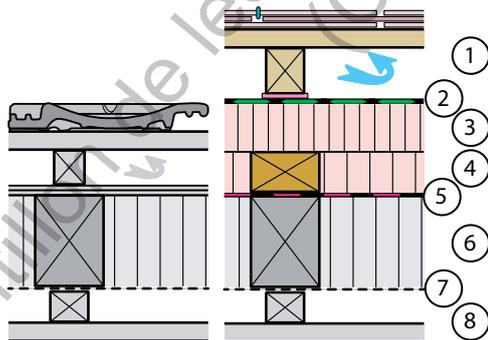


Fig. 1/403: Rénovation depuis l'extérieur, niveau d'étanchéité à l'air dans l'isolation; existant (gris), structure de toiture semi-ventilée avec nouvelle couverture (1), sous-couverture ouverte à la diffusion (2), panneau isolant praticable (3), doublage pour isolation supplémentaire (4), pare-vapeur hygrovariable (5), chevrons avec isolation (6), ancien pare-vapeur (7), aménagement intérieur avec niveau d'installation (8)

### 4.2.2 Couche d'étanchéité à l'air autour des chevrons

Cette méthode, qui date des débuts de la rénovation thermique, est coûteuse et sujette à des défauts.

L'isolation entre les chevrons et le pare-vapeur sont retirés. Un panneau isolant d'environ 40 mm d'épaisseur est posé sur le revêtement intérieur désormais visible ou sur son support de pose, afin de servir de support régulier et de protéger le nouvel lé d'étanchéité à l'air.

Ensuite, le lé d'étanchéité à l'air autorisé pour ce mode de rénovation est remonté sans interruption du côté des chevrons, passé au-dessus de ceux-ci et redescendu de l'autre côté sur la plaque de protection.

*Le lé doit alors être bien appliqué contre les côtés des chevrons afin d'éviter que l'air chaud ne remonte.*

Pour garantir cela, le lé doit être collé en ligne sur le côté du chevron, juste au-dessus de la plaque de protection, à l'aide de colle en cartouche du système ou de bandes adhésives double-face, ce qui suppose toutefois des chevrons à angles vifs. Les joints des lés doivent être reliés de manière étanche à l'air.

Ensuite, les chevrons peuvent être rehaussés/renforcés par un doublage. Les espaces entre les chevrons doivent être remplis à ras bord avec la nouvelle isolation jusqu'au bord supérieur du chevron surélevé.

Le reste de la structure de toiture à partir du chevron ou du doublage peut être réalisé comme pour une nouvelle construction. L'isolation supplémentaire nécessaire au-dessus des chevrons pour atteindre le coefficient U requis est généralement constituée de panneaux isolants praticables, recouverts d'un lé de sous-couverture ouvert à la diffusion.

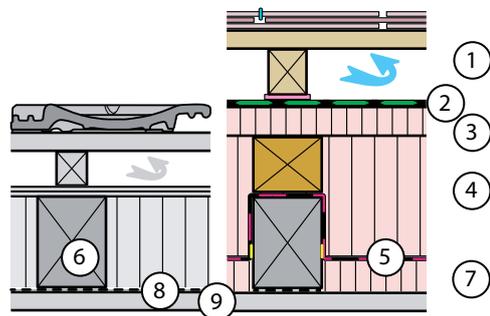


Fig. 1/404: Rénovation depuis l'extérieur, niveau d'étanchéité à l'air chez des chevrons; existant (gris), structure de toiture semi-ventilée avec nouvelle couverture (1), sous-couverture ouverte à la diffusion (2), panneau isolant praticable (3), doublage et isolation (4), pare-vapeur hygrovariable (5) collé latéralement aux chevrons (jaune), chevrons (6), panneau isolant servant de protection et de support au nouveau pare-vapeur (7), ancien pare-vapeur (8), revêtement intérieur (9)



# Sous-construction

## 2

### Table des matières

<b>1</b>	<b>Pose de l'étanchéité à l'air et du pare-vapeur</b>	<b>87</b>
<b>1.1</b>	<b>Pose sous chevrons</b>	<b>87</b>
1.1.1	Étanchement des recouvrements avec bande adhésive	88
<b>1.2</b>	<b>Pose sur chevrons</b>	<b>88</b>
1.2.1	Étanchement des joints de lés à l'aide de bande adhésive	89
1.2.2	Étanchement des recouvrements avec bande adhésive double-face	89
<b>1.3</b>	<b>Raccords étanches à l'air</b>	<b>89</b>
1.3.1	Raccord avec masse adhésive	90
1.3.2	Raccord avec bande adhésive	92
1.3.3	Raccords autour des chevrons	93
1.3.4	Lignes de raccordement courbes	94
1.3.5	Raccordement aux pénétrations	94
<b>2</b>	<b>Pose de l'isolation thermique</b>	<b>95</b>
<b>2.1</b>	<b>Règles générales de pose</b>	<b>95</b>
2.1.1	Éviter les erreurs de pose	95
2.1.2	Jonction des couches d'isolation au faite	95
<b>2.2</b>	<b>Pose d'isolation thermique entre les chevrons</b>	<b>96</b>
2.2.1	Isolation par insufflation	96
<b>2.3</b>	<b>Isolation thermique monocouche homogène sur chevrons</b>	<b>97</b>
2.3.1	Délimitation des bords	97
2.3.2	Pose des panneaux d'isolation thermique	98
<b>2.4</b>	<b>Isolation en deux couches sur chevrons, avec inserts en bois supérieurs</b>	<b>99</b>
<b>2.5</b>	<b>Isolation thermique avec inserts en bois croisés</b>	<b>100</b>
2.5.1	Inserts en bois	100
2.5.2	Délimitation des bords/butée	101
<b>2.6</b>	<b>Isolations supplémentaires</b>	<b>102</b>
2.6.1	Isolation supplémentaire sur chevrons	102
2.6.2	Isolation supplémentaire sous chevrons	103

<b>3</b>	<b>Pose de la sous-couverture</b>	<b>105</b>
<b>3.1</b>	<b>Plaques de sous-couverture en fibres-ciment</b>	<b>105</b>
3.1.1	Travaux préparatoires	105
3.1.2	Pose des plaques en fibres-ciment	106
3.1.3	Raccords et bordures pour les sous-couvertures à recouvrements	107
3.1.4	Contre-lattes sur plaques de sous-couverture en fibres-ciment	112
<b>3.2</b>	<b>Sous-couverture en plaques de fibres de bois poreuses rainée-crêtée étanche à l'eau de ruissellement</b>	<b>113</b>
3.2.1	Pose de plaques poreuses en fibres de bois	113
3.2.2	Raccords et bordures pour des plaques en fibres de bois poreuses	114
3.2.3	Transition vers un niveau de sollicitation plus élevé	116
3.2.4	Contre-lattes sur plaques en fibres de bois poreuses	116
<b>3.3</b>	<b>Sous-couverture en lés ouverts à la diffusion</b>	<b>117</b>
3.3.1	Travaux préparatoires pour les sous-couvertures en lés	117
3.3.2	Pose de lés de sous-couverture	118
3.3.3	Assemblage de lés de sous-couverture	119
3.3.4	Contre-lattes sur lés de sous-couverture	120
3.3.5	Raccords et terminaisons des sous-couvertures en lés	120
<b>3.4</b>	<b>Contre-lattage</b>	<b>126</b>
3.4.1	Travaux préparatoires	126
3.4.2	Pose et fixation des contre-lattes	127
3.4.3	Contre-lattes de bord	128
3.4.4	Contre-lattes doubles en cas d'aération latérale	130

**Auteur**  
Peter Stoller

**Sources d'illustration**  
Peter Stoller

# 1 Pose de l'étanchéité à l'air et du pare-vapeur

Dans ce qui suit, le terme couche d'étanchéité à l'air désigne toujours le pare-vapeur

*La qualité d'exécution de la couche d'étanchéité à l'air est déterminante pour le bon fonctionnement et la longévité de la structure de toiture.*

*La pose et le raccordement de cette couche importante est une affaire de confiance et implique un travail consciencieux!*

Les défauts dans la couche étanche à l'air causent la plupart du temps des dommages graves aux éléments de construction du bâtiment, notamment du fait que les endroits défectueux sont recouverts. Les pénétrations dans le toit construites ultérieurement sont très difficiles ou même impossibles à raccorder correctement. On utilise des pare-vapeur hygrovariable, des bandes en matière synthétique, des papiers enduits et des panneaux adaptés à cet effet.

## À respecter impérativement

- Le support de pose doit être exempt d'endroits susceptibles d'endommager la couche d'étanchéité à l'air.
- Les espaces vides entre l'étanchéité à l'air et l'isolation thermique peuvent entraîner des mouvements d'air indésirables par convection et ne sont donc pas autorisés. Un petit affaissement inévitable lors de la pose sous les chevrons est tolérable.
- La couche d'étanchéité à l'air installée ne doit jamais être en contact avec l'air froid extérieur.
- Pour le collage des recouvrements et l'exécution des raccords, n'utiliser que des bandes adhésives et des masses de collage autorisés.
- S'il faut s'attendre à une forte humidité ambiante après la pose de la couche d'étanchéité à l'air, p. ex. pose de la sous-couche, travaux de plâtrerie, etc., les locaux doivent être ventilés de manière adéquate, même si un pare-vapeur hygrovariable est posé (voir S1/2.5)

### 1.1 Pose sous chevrons

En règle générale, la pose d'étanchéité à l'air sous chevrons a lieu après celle de l'isolation thermique. Le support de pose est formé par les chevrons ou par des cales en bois (lattage transversal) en cas d'une couche d'isolation supplémentaire sous chevrons. À noter:

- Si l'isolation est insufflée ultérieurement, la couche d'étanchéité à l'air doit être réalisée pour la pression conformément aux exigences du système d'insufflation.
- Dans les pièces fortement sollicitées du point de vue de la physique du bâtiment, comme les salles de bain ou les saunas, les passages des moyens de fixation du lattage doivent être rendus étanches.

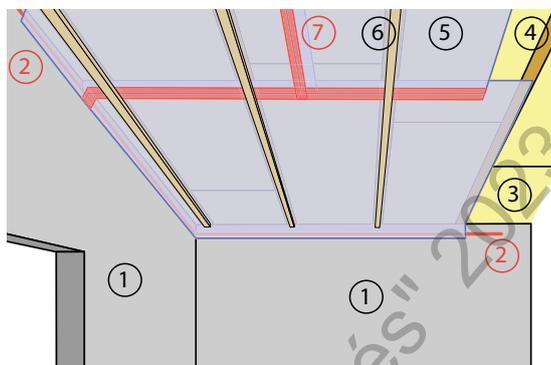


Fig. 2/101: Étanchéité à l'air suspendu sous les chevrons; support propre et solide (1), raccord étanche à l'air contre une paroi (2), isolation thermique (3), chevron (4), lé étanche à l'air (5), latte d'installation (6), étanchement à l'air des joints de lés (7)

- Dans les installations de ventilation, il peut être nécessaire de sécuriser les raccords avec des lattes de pression en raison de l'apparition d'une surpression ou d'une dépression.

## Hauteur de travail

La pose sous chevrons se fait au-dessus de la tête, ce qui est pénible. Il est toutefois possible d'obtenir une hauteur de travail plus confortable à l'aide d'échafaudages à chevaux ou roulants, par exemple.

*On veillera à ce que le moyen auxiliaire choisi ait une assise parfaite. L'Ordonnance sur les travaux de construction (OTConst) s'applique.*

*Une chute à l'intérieur du bâtiment peut être aussi dangereuse qu'à l'extérieur!*

## Pose des lés

*Certains produits, par exemple les pare-vapeur hygrovariable, doivent être installés avec le bon côté tourné vers l'intérieur (= côté chaud)!*

Une bande de raccordement suffisamment large doit être prévue pour le raccordement aux murs (voir fig. 2/107). Les lés sont tendus parallèlement à une arête de raccordement (mur, panne, etc.) sur le support de pose, sans faire de plis, et fixés à l'aide d'agrafes. Le nombre de points de fixation dépend du poids et de la résistance à la déchirure du lé.

*Éviter le déchirement des lés aux points de fixation. Si cela se produisait, obturer le trou à l'aide d'une bande d'étanchéité.*

*Chaque lé supplémentaire est posé avec un recouvrement de  $\geq 40$  mm sur le lé inférieur.*

Des recouvrements plus larges ne sont pas nécessaires et consomment inutilement du matériau.

## Pénétrations dans le toit

Aux interruptions de la couche étanche à l'air, les lés seront coupés aussi près que possible de la ligne de raccordement. L'exécution est décrite dans S2/1.3.

S1/2.4, 2.5 ►

ÉTANCHÉITÉ À L'AIR ET HUMIDITÉ

### 1.2.1 Étanchement des joints de lés à l'aide de bande adhésive

L'étanchement des joints de lés lisses est possible à l'aide de bandes adhésives une face (voir S2/1.2). En cas d'utilisation de lés antiglisse, il peut arriver que la mince couche de colle ne parvienne pas à égaliser les irrégularités de la surface rugueuse, ce qui empêche la réalisation d'une liaison étanche à l'air. Dans ce cas, il est plus sûr de coller les recouvrements avec un bande adhésive plus épaisse et double-faces.

### 1.2.2 Étanchement des recouvrements avec bande adhésive double-face

En cas de pose des lés sur un support solide, il est possible d'utiliser, par exemple, une bande de caoutchouc butyle pour étancher le recouvrement. L'étanchéité est assurée par la pression de pose de l'isolation thermique. La bande d'étanchéité doit se trouver dans le recouvrement, devant les points de fixation. On évite ainsi des trous inutiles.

Dans le cas des joints en T et croisés, couper les angles des recouvrements de façon à ce que les couches adhésives des bandes se trouvent en contact.

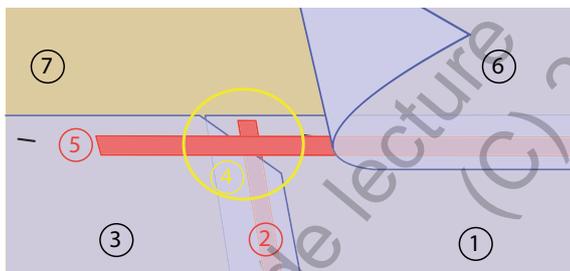


Fig. 2/104: Étanchement des recouvrements (joint en T) avec bande adhésive double-face (rouge), 1<sup>er</sup> lé (1), bande d'étanchéité latéral (2), 2<sup>e</sup> lé (3), épauler les angles (4), bande d'étanchéité horizontale (5), 3<sup>e</sup> lé (6), support de pose (7)

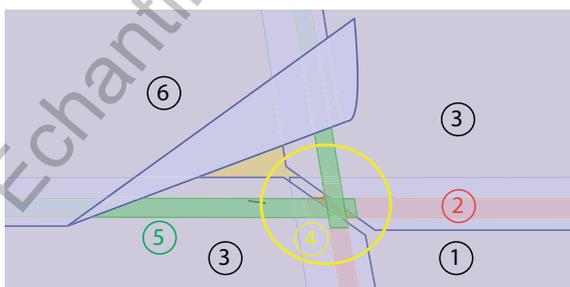


Fig. 2/105: Joint croisé avec bande adhésive double face (rouge et vert): éviter si possible la formation de plis! 1<sup>er</sup> lé (1), bande d'étanchéité 1<sup>er</sup> lé (2), 2<sup>e</sup> lé (3), épauler les angles (4), bande d'étanchéité 2<sup>e</sup> lé (5), 3<sup>e</sup> lé (6)

### 1.3 Raccords étanches à l'air

*Tous les raccords doivent être exécutés de façon à leur garantir une étanchéité à l'air de longue durée.*

Comme le montrent les dégâts rencontrés sur des constructions de toits, les raccords mettant en œuvre des couches étanches à l'air ne sont pas toujours exécutés avec le soin nécessaire. Les points de raccordement étant difficilement accessibles, leur réparation est liée à des coûts élevés.

La zone de raccordement sur laquelle l'étanchéité est réalisée doit se trouver sur une partie de l'enveloppe étanche à l'air du bâtiment. Les remplissages de mortier sous les seuils ou les semelles sont considérés comme non étanches à l'air.

En cas de maçonnerie étanche à l'air, une distance de  $\geq 100$  mm doit être respectée par rapport au bord supérieur.

Les traversées de murs par des chevrons et des pannes doivent impérativement être rendues étanches à l'air.

Il est très important que l'élément de construction sur lequel sera exécuté le raccord étanche à l'air possède une adhésivité élevée au produit de collage. Pour cela, observer exactement les indications du fabricant.

Exclure toute traction sur les points de collage! Il est recommandé d'installer une boucle légère pour soulager la traction sur les lés suspendus.

La pose d'une latte de pression n'est plus nécessaire avec les colles modernes. La latte peut toutefois être nécessaire pour former un joint négatif dans le lambris de plafond. Lors du chevillage des plinthes, le montage traversant est avantageux. Percer juste en dessous du point de collage pour que la masse adhésive ne puisse pas s'enrouler autour de la mèche.

Pour les relevés, que ce soit avec le lé d'étanchéité à l'air elle-même ou avec une bande adhésive pliée, le lé doit être en contact avec le bord intérieur.

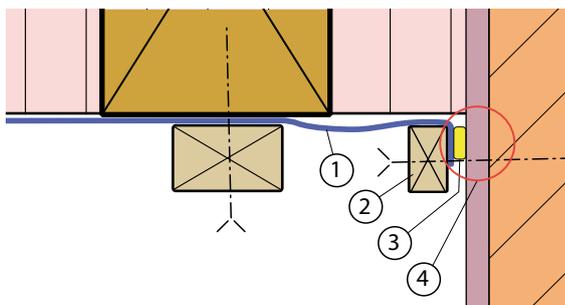


Fig. 2/106: Décharge de traction du raccord; boucle du pare-vapeur (1), latte de pression si nécessaire (2), masse adhésive, p. ex. bande de caoutchouc butyle(3), crépi sur briques (4)

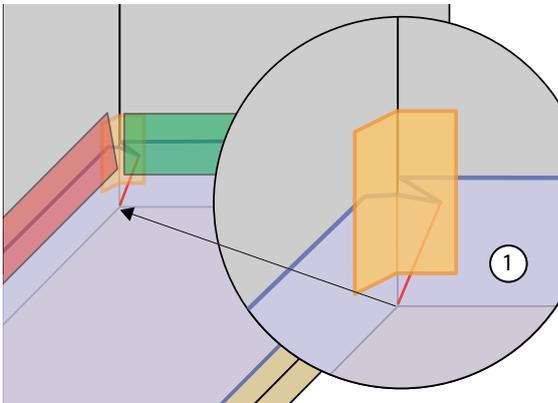


Fig. 2/113: Angle intérieur avec bande adhésive (non pliée); lé d'étanchéité à l'air (1), gousset (ligne rouge). Appliquer les bandes adhésives dans l'ordre (orange, vert, rouge).

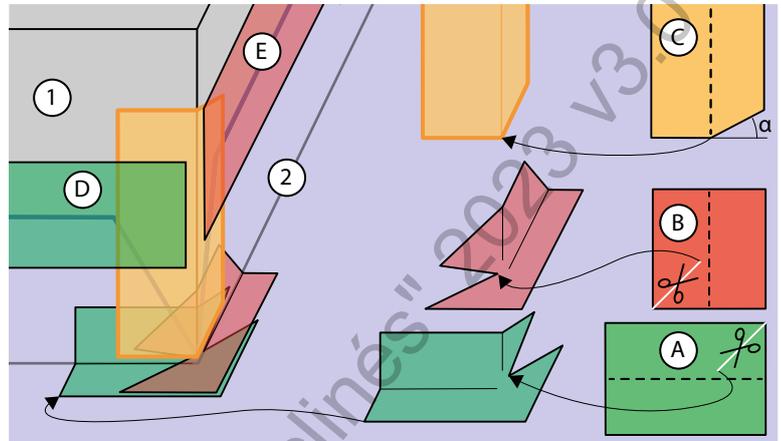


Fig. 2/114: Angle extérieur avec bande adhésive (non pliée); paroi (1), lé d'étanchéité à l'air (2), couper et appliquer les bandes adhésives dans l'ordre (A à E),  $\alpha = PT$

### Angle extérieur avec bande adhésive

Pour les angles extérieurs (rayon  $>180^\circ$ ), le relevé et à la retombée (lés suspendus), doit être découpé (voir aussi fig. 2/110). Le point d'angle peut être étanché avec de la bande adhésive pliée comme indiqué dans la fig. 2/114. La surface manquante dans le relèvement est complétée verticalement avec une ou plusieurs pièces de bande adhésive. L'extrémité supérieure du relèvement peut maintenant être recouverte de manière étanche à l'air.

### 1.3.3 Raccords autour des chevrons

L'étanchéité des passages de chevrons est réalisée après que la couche d'étanchéité à l'air a été découpée exactement sur les côtés des chevrons et que les coupes d'accès ont été collées. Il est possible de travailler directement avec la bande de surface descendue ou avec une bande de raccordement. Les étapes de travail sont représentées et décrites dans la fig. 2/115.

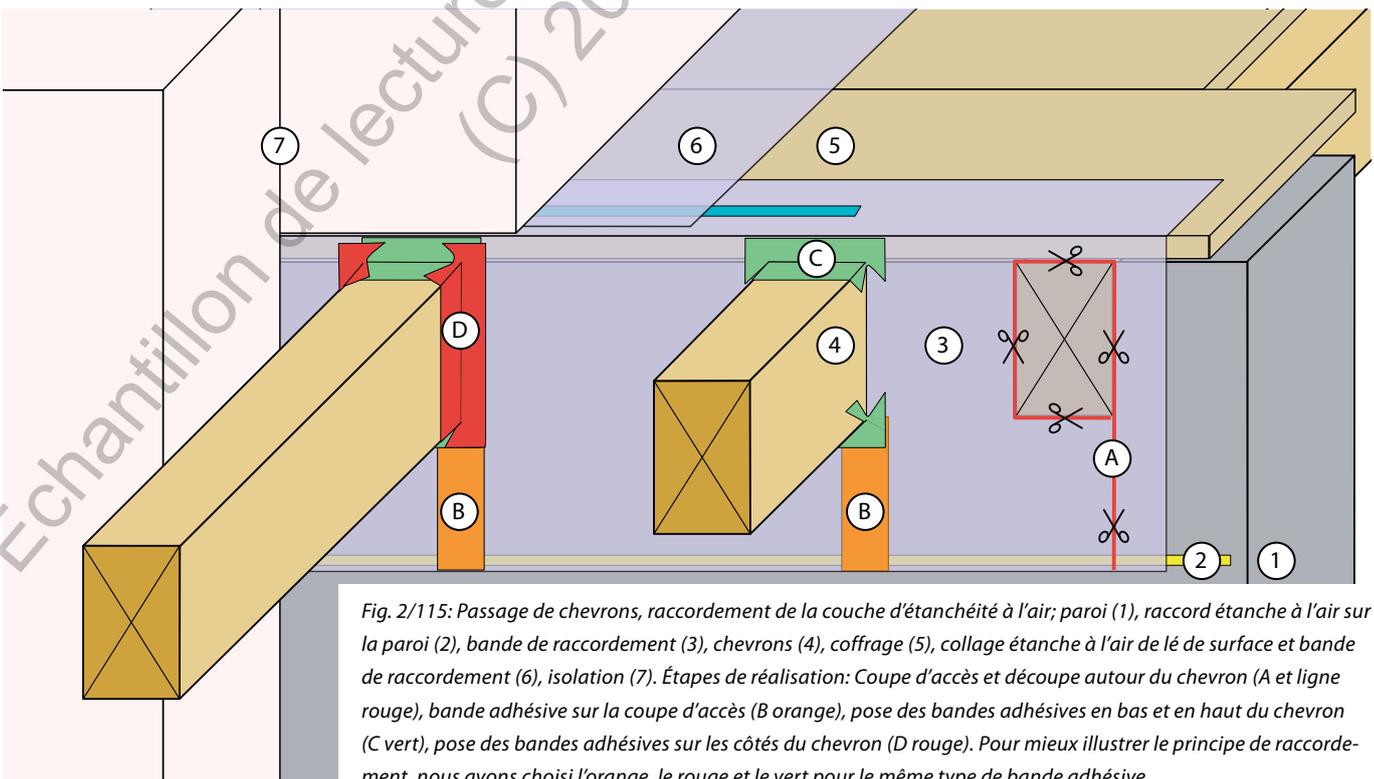


Fig. 2/115: Passage de chevrons, raccordement de la couche d'étanchéité à l'air; paroi (1), raccord étanche à l'air sur la paroi (2), bande de raccordement (3), chevrons (4), coffrage (5), collage étanche à l'air de lé de surface et bande de raccordement (6), isolation (7). Étapes de réalisation: Coupe d'accès et découpe autour du chevron (A et ligne rouge), bande adhésive sur la coupe d'accès (B orange), pose des bandes adhésives en bas et en haut du chevron (C vert), pose des bandes adhésives sur les côtés du chevron (D rouge). Pour mieux illustrer le principe de raccordement, nous avons choisi l'orange, le rouge et le vert pour le même type de bande adhésive.

## Planches d'appui latérales

Des planches d'appui doivent être posées sur les bords latéraux de l'isolation du toit jusqu'au bord supérieur de la couche d'isolation. La planche d'appui sert également de base de fixation pour le contre-lattage et doit donc être ancrée par adhérence dans le chevron.

Si la planche d'appui se trouve à l'extérieur d'un chevron, comme par exemple au niveau de la rive, elle peut être fixée en liaison avec le voligeage (lattage de toit) et le virevent (voir fig. 2/208). Attention: Le bord supérieur n'est pas encore résistant au basculement!

La fixation finale s'effectue en dernier lieu par le contre-lattage le plus à l'extérieur, qui sert de liaison entre la planche et le lattage. Les lattes maintiennent la planche d'appui en position verticale et doivent au moins être fixées dans deux contre-lattes fixées dans le chevron.

## 2.3.2 Pose des panneaux d'isolation thermique

Les panneaux d'isolation thermique doivent être posés sans vides entre les délimitations, de sorte qu'ils ne puissent plus se déplacer. Les joints croisés doivent être évités en décalant les joints des panneaux de manière appropriée.

### Type de pose «à la suite»

La pose commence par le bas. La première plaque (qui peut aussi être un reste) doit être posée sans vide contre la bordure inférieure et latérale. Pour les panneaux à battues, la battue doit être coupée du côté de la bordure inférieure afin que le matériau soit en contact avec toute la surface.

Avec d'autres plaques entières, il faut compléter le premier rang jusqu'à la planche d'appui opposée. La plaque de raccordement est découpée et (légèrement) pressée. Pour le second rang, le reste des panneaux du premier rang doit être utilisé comme plaque de début. Cela permet de réduire fortement les pertes. Selon ce principe, toute la surface est isolée rang par rang.

B-B > S1/3.1.2

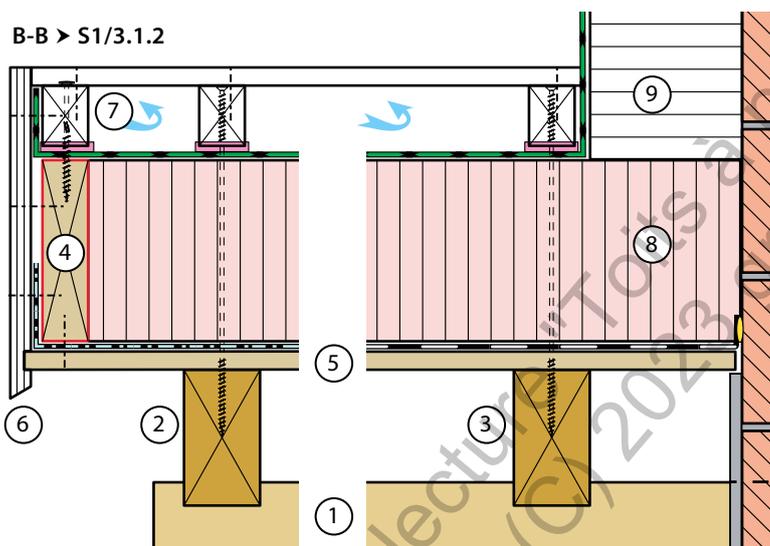


Fig. 2/208: Isolation thermique monocouche homogène, finition latérale de la surface de toit isolée; panne (1), avant-toit latéral/chevron de rive (2), intérieur/chevron visible (3), latte d'appui latéral (4) fixé en liaison avec le lambris (5) et le virevent (6). Fixation finale par contre-lattes et lattage s'étendant moins sur 2 sections de chevrons. Isolation du toit (8), isolation des parois (9)

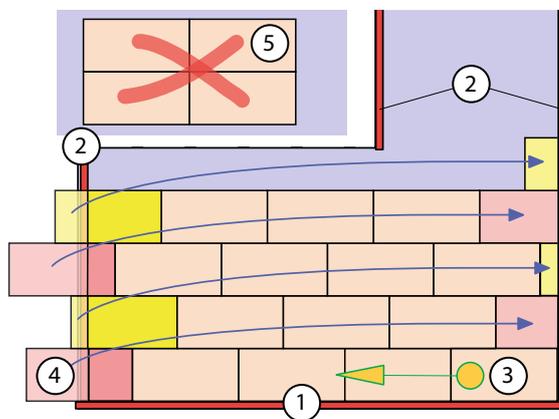


Fig. 2/209: Isolation de toiture, type de pose «à la suite»; délimitation inférieure (1), délimitation latérale (2) premier panneau isolant (3), reste du premier rang = panneau de début deuxième rang (4), exemple de joint croisé (5)

## 2.4 Isolation en deux couches sur chevrons, avec inserts en bois supérieurs

En raison de l'épaisseur des panneaux disponibles, les épaisseurs d'isolation supérieures à 240 mm ne peuvent être posées qu'en plusieurs couches. En raison de la pose sur la surface inclinée du toit, il faut travailler avec des panneaux isolants praticables. Plusieurs couches signifient en outre que le même travail de pose et de coupe et les inserts en bois, y compris la fixation, doivent être répétés plusieurs fois. Les inserts en bois réduisent également la valeur d'isolation.

Avec une solution optimisée, le «Toiture Eiger» de l'entreprise Flumroc SA, il est possible de réaliser des isolations d'une épaisseur allant jusqu'à 300 mm. Le système à deux couches réduit le temps de pose en permettant de poser rapidement la couche d'isolation inférieure avec des panneaux praticables de 140 à 240 mm d'épaisseur. La couche d'isolation supérieure a toujours une épaisseur de 60 mm et reçoit un insert en bois de

60x100 mm posé perpendiculairement aux chevrons. Lors de la pose des panneaux isolants, celle-ci est immédiatement insérée au-dessus du rang de panneaux qui vient d'être installé.

La fixation de l'insert en bois s'effectue à l'aide de vis à double filetage, en utilisant un auxiliaire de vissage, à la manière d'un vissage de charpente à 60°, par adhérence dans les chevrons. L'insert en bois supérieur sert de base de fixation aux vis de contre-lattes.

*Pour le dimensionnement et la disposition de la fixation, il convient de contacter le fournisseur du système!*

### Délimitation des bords/butéé

Une délimitation solide des bords est indispensable, elle tient ensemble les panneaux isolants. Les bordures sont réalisées de la même manière que celle décrite sous S2/2.3.1.

### Décalage des panneaux d'isolation

Les panneaux des deux couches d'isolation doivent être décalés les uns par rapport aux autres afin d'éviter les joints continus entre les panneaux.

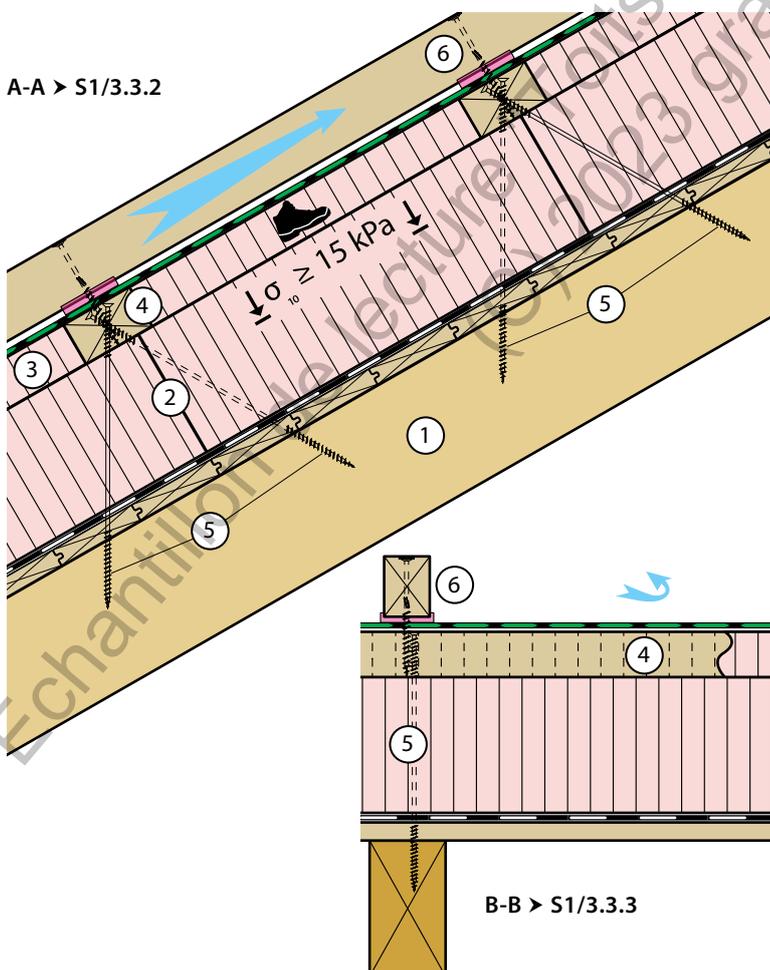


Fig. 2/210: Isolation thermique en deux couches sur chevrons, avec inserts en bois supérieurs, coupe longitudinale; chevron (1), couche d'isolation inférieure homogène avec joint de panneau (2), couche d'isolation supérieure 60 mm (3), insert en bois 60x100 mm monté transversalement aux chevrons (4), vissage à 60° (5), vis de contre-lattes (6) avec taquets d'étanchéité (rose)

Fig. 2/211: Isolation thermique en deux couches sur chevrons, avec inserts en bois supérieurs; coupe transversale de chevrons (1), couche d'isolation inférieure homogène (2), couche d'isolation supérieure 60 mm (3), insert en bois 60x100 mm monté transversalement aux chevrons (4), vissage à 60° (5), contre-lattes avec vis (6), taquets d'étanchéité (rose)

## 2.6 Isolations supplémentaires

En cas d'isolation entre les chevrons, une deuxième (ou troisième) couche d'isolation est généralement nécessaire pour atteindre le coefficient U requis.

*Une isolation supplémentaire est installée au-dessus ou en dessous des chevrons.*

### Sous-couverture avec valeur d'isolation

Des plaques isolantes en fibres de bois poreuses rainé-crêté sur le pourtour peuvent être utilisées directement comme sous-couverture pour une sollicitation normale (voir S2/3.2). La pose de ces plaques s'effectue posé «à la suite» directement sur les chevrons ou les inserts en bois.

### Éléments de sous-couverture isolants

Les éléments de sous-couverture isolants sont posés sur les chevrons en tant qu'isolation supplémentaire. Dans le cas de l'élément de sous-couverture isolant, la sous-couverture et l'isolation thermique sont réunies en un seul élément. Mis bout à bout, les différents éléments forment une couche d'isolation sans vide avec un lé de sous-couverture dont les recouvrements sont rapidement étanchés grâce aux bandes adhésives intégrées. Les principes de pose d'une isolation thermique et ceux d'une sous-couverture correspondante, y compris leurs raccords et finitions, s'appliquent ici (voir S2/3.3). Les éventuelles prescriptions supplémentaires du fournisseur du système doivent être respectées.

### 2.6.1 Isolation supplémentaire sur chevrons

Les systèmes d'isolation résistants à la compression et praticables rainé-crêté en plaques de fibres de bois poreuses ou en panneaux de mousse PIR peuvent être posés directement sur les chevrons ou les inserts en bois. En plus de l'effet isolant supplémentaire, ils constituent le support de pose pour des lés de sous-couverture. Veiller à un stockage et une manipulation soigneux: Éviter les bords et les coins endommagés! Les découpes peuvent être effectuées avec des outils de sciage.

### Sécurité

Une isolation supplémentaire résistante à la compression au-dessus des chevrons est considérée comme «non résistante à la rupture». On ne peut marcher dessus que dans la zone située au-dessus des supports!

Les plaques coupées doivent reposer au moins sur deux appuis.

Pour maintenir la stabilité de la surface, les joints latéraux ne doivent pas se superposer directement dans le même champ de chevrons.

Chaque plaque doit être fixée de manière sûre pour éviter qu'il ne glisse avant que l'on puisse marcher dessus!

### Échantillonnage de la longueur de chevron

Un échantillonnage préalable est avantageux pour éviter des bandes de plaques étroites mal fixées à la terminaison supérieure. Le rang le plus bas peut ensuite être raccourci en bas pour obtenir une bande plus large en haut.

Il est important de commencer par le premier rang en ligne droite et rectangulaire par rapport aux chevrons, ce qui permet d'éviter des découpes en biais coûteuses. Faire un coup de cordeau ou monter une latte d'appui!

Une surface de plaque désignée doit être orientée vers le haut et la rainure vers le chéneau. Le sens de pose du produit est ainsi déterminé.

### Pose

La pose des plaques s'effectue «à la suite». On commence par une plaque entière (il peut aussi s'agir d'un reste d'un autre chantier). Alignée avec précision, elle est immédiatement fixée sur le support de pose! La plaque suivante doit être posée contre la précédente, alignée avec précision et fixée. Cela continue ainsi jusqu'à la plaque de bord, qui est coupée à la longueur et fixée pour éviter qu'elle ne glisse. Le morceau scié

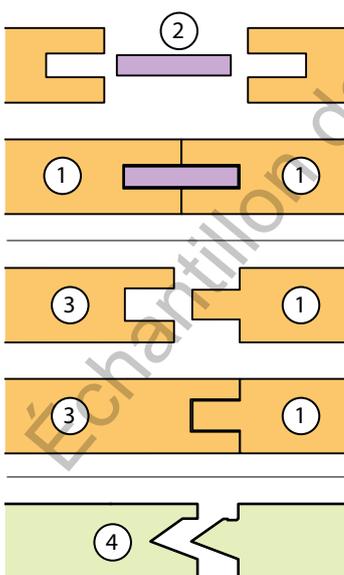


Fig. 2/214: Assemblages; rainure (1) et languette (2), rainure (1) et crête (3), système de cale et rainure (joint latéral 4)

#### Assemblages de plaques

Une «rainure» est fraisée dans l'épaisseur des plaques.

Dans ce contexte, une «languette» est une latte, généralement découpée dans le contreplaqué, qui est insérée dans la rainure de la plaque posée. La plaque suivante, également rainurée, peut ensuite être fixée sur cette languette.

Un «crête» est fraisé directement dans la plaque et a la fonction d'une «languette». Pour l'assemblage, les plaques sont munies d'un peigne ou d'une rainure sur deux bords opposés.

L'assemblage peut aussi être conçu en forme de cale, par exemple comme système de rainure et de cale étanche à l'eau de pluie pour les plaques de sous-couverture. Certains fabricants de plaque utilisent la désignation «rainure et languette» au lieu de «rainé-crêté».

### Marquage des recouvrements latéraux des plaques

Le marquage des chevrons sur lesquels les recouvrements latéraux des plaques seront posés permet de trouver rapidement la longueur de plaque adéquate. Cette répartition horizontale est indiquée sur le plan de montage.

Si les plaques sont montées sur un lattage ou directement sur une isolation thermique résistante à la compression, les recouvrements latéraux doivent être marqués avec des traits de cordeau. Dans tous les cas, il faut veiller à ce que les plaques soient parfaitement alignées lors de la pose. Les distances résultent de la largeur des plaques moins le recouvrement latéral prescrit.

### Répartition des palettes de plaques

Les plaques de sous-couverture livrées selon la liste des matériaux (voir «Préparation du travail») sont à déposer aussi près que possible du lieu de pose (plan de pose), sans toutefois interférer dans le déroulement du travail. On observera spécialement les points de sécurité suivants:

- Vérifier la capacité de charge des plates-formes et de la structure porteuse. Bien assurer les supports des plates-formes contre le cisaillement sur la charpente.
- Ne déposer des plaques que sur des plates-formes horizontales afin d'éviter le glissement de plaques.
- Protéger les plaques contre l'eau et les rafales de vent.

### 3.1.2 Pose des plaques en fibres-ciment

Grâce à l'estampage en usine des angles, les plaques sont immédiatement prêtes au montage. L'estampage définit la direction de couverture (de droite à gauche). La face structurée est antidérapante et doit se trouver en haut. **Les nervures sur le côté gauche doivent être présentes pour chaque recouvrement latéral !**

#### Traitement

Les plaques de sous-couverture en fibres-ciment peuvent être façonnées à l'aide d'une alêne et d'une scie égoïne ou de machines appropriées. Le clouage peut se faire directement au travers des plaques.

#### Pose

Le sens de la pose est de droite à gauche. On commence dans le coin inférieur droit de la surface du toit avec la première plaque. Cette plaque doit être alignée au trait de cordeau.

L'arête gauche de la plaque doit être en retrait d'environ 10 mm de l'arête extérieure du chevron tracé: l'arête de la plaque ne doit pas être visible de l'intérieur. Fixer immédiatement la plaque sur chaque chevron à l'aide de clous à large tête (strié et galvanisé) de 2,5x35 mm. La fixation se fait dans la zone de recouvrement, environ 20 mm en dessous du bord supérieur de plaque.

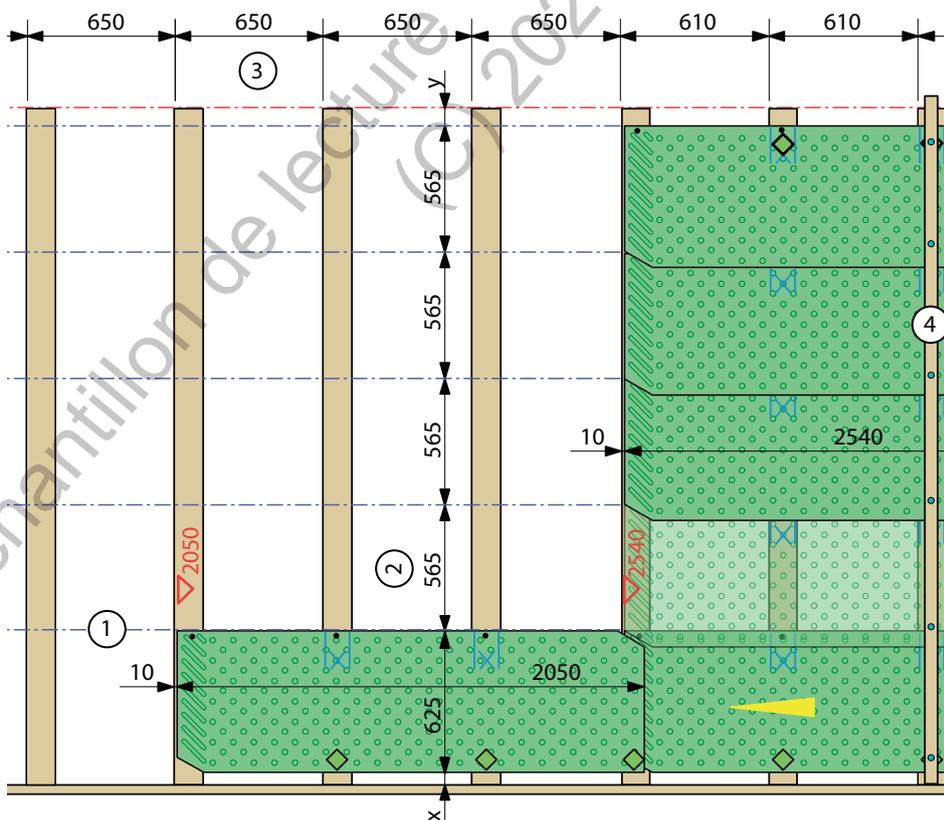


Fig. 2/301: Schéma de couverture, sous-couverture en plaques de fibres-ciment; marquage des recouvrements latéraux sur chevrons avec indication de la longueur des plaques (rouge), distance selon le type d'évacuation des eaux (x), premier coup de cordeau (1), pureau (2), distance en haut 0-40 mm (y) dépend du système de toiture, intervalle des chevrons (3), plaques de sous-couverture en fibres-ciment (vert), sens de pose (jaune), cale de compensation ( $\delta$ ), marquage des chevrons (|X|), contre-lattes avec fixation (4)

### 3.2 Sous-couverture en plaques de fibres de bois poreuses rainée-crêtée étanche à l'eau de ruissellement

Les plaques de sous-couverture en fibres de bois poreuses rainée-crêtée étanche à l'eau de ruissellement sont traitées pour résister à l'eau et, grâce à leur structure poreuse, elles sont également isolantes thermiquement et phoniquement. Cette isolation supplémentaire avec fonction de sous-couverture peut être posée sur les chevrons ou les inserts en bois pour gagner du temps.

Des plaques sont montées sans espace intermédiaire sur de l'isolation thermique.

Ce chapitre traite de l'application pure comme sous-couverture sans collage des joints en surface. Bien entendu, les plaques en fibres de bois peuvent également être recouvertes de lés de sous-couverture. Ils doivent alors être considérés comme support de pose des lés de sous-couverture.

#### Mode de réalisation/aptitude/restriction

- Reliés par un assemblage rainé-crêté pour former une surface compacte et étanche à l'eau de ruissellement.
- Système de toiture semi-ventilée
- Sous-couverture pour sollicitation normale
- Hauteur de référence  $h_0 \leq 800$  m
- Pente de toit minimale (épaisseur des plaques 20-24) 18°
- Pente de toit minimale (épaisseur des plaques  $\geq 35$ ) 15°.
- Distance d'appui (chevrons, inserts en bois)  $\leq 750$  mm (recommandation de l'auteur)
- **Non résistant à la rupture** en dessous de 120 mm d'épaisseur de plaque; ne marcher que dans la zone au-dessus de l'appui!

#### Support de pose

Les plaques en fibres de bois poreux rainé-crêté étanche à l'eau de ruissellement sont posés directement sur des chevrons ou des inserts en bois.

Les distances autorisées entre les appuis sont indiquées par le fournisseur du système. Sur le toit, c'est généralement l'épaisseur prévue des voliges (latte) qui définit la distance.

#### 3.2.1 Pose de plaques poreuses en fibres de bois

Il est avantageux d'échantillonner au préalable la longueur du chevron afin d'éviter au faite des bandes de plaque étroites qui sont mal à fixer. Le rang le plus bas peut ensuite être coupé en bas pour obtenir une bande

de finition plus large en haut

Il est important de commencer par le premier rang exactement en ligne et perpendiculaire aux chevrons, faire un trait de cordeau ou monter une latte d'appui!

#### Traitement

Les plaques peuvent être usinées comme du bois avec les outils habituels. Il existe des lames spéciales pour la scie sauteuse qui augmentent la capacité de coupe. La poussière de fibres doit être aspirée pour éviter de salir d'autres éléments de construction. Elle peut également obstruer les grilles d'aération.

#### Pose

On commence par une plaque entière ou un reste provenant d'un autre chantier ou d'une surface de toit. La plaque est alignée avec précision et fixée à environ 30 mm du bord inférieur sur chaque chevron ou sur les inserts en bois à l'aide de clous ou d'agrafes. La plaque suivante doit être glissée sans espace dans la rainure latérale, alignée exactement et fixée de la même manière. Cela continue ainsi jusqu'à la plaque de bord, qui est coupée à longueur et fixée. Avec le reste, si ce n'est pas trop petit, on peut maintenant commencer le deuxième rang sur le bord opposé du toit.

#### Les règles:

- Chaque plaque doit reposer sur au moins deux appuis.
- Le décalage des joints latéraux doit dans tous les cas être supérieur à 400 mm!
- Pour des raisons de stabilité, les joints latéraux ne

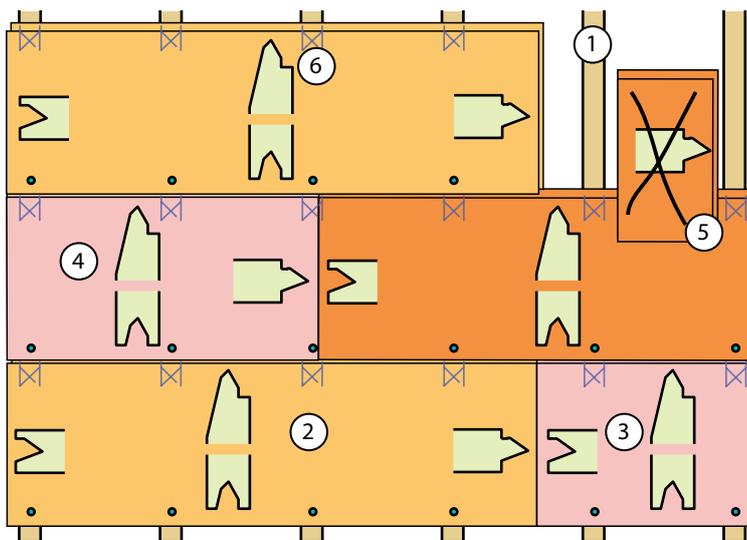


Fig. 2/322: Principe de pose de plaques en fibres de bois rainé-crêté; chevron (1), première plaque premier rang (2), plaque d'extrémité premier rang (3), le reste de 3 devient la plaque début deuxième rang (4), le reste de la plaque d'extrémité est trop court = déchet (5), le troisième rang commence donc par la plaque entière (6), etc.

## Matériaux résistants aux UV

Des matériaux résistants aux UV doivent être utilisés dans la zone de l'égout si la lumière naturelle peut atteindre les lés de sous-couverture.

*La largeur minimale de la bande résistante aux UV est de 3 fois la hauteur de la contre-latte plus le recouvrement.*

## Raccord antirefoulement à l'égout avec lés de sous-couverture

### • Évacuation de l'eau (sous-couverture) dans le chéneau par la bavette.

**Pose des tôles:** tous les recouvrements de la bavette doivent être étanches à l'eau. Le repli peut être omis. Réaliser la fixation à l'aide de trous oblongs et de clous (principe du point coulissant).

**Préparation du lé:** terminer le lé de sous-couverture à environ 30 mm à l'arrière de l'arête de la tôle du côté de l'égout. À la rencontre des joints verticaux et de la surface de collage, couper le double de matériau afin d'éviter des joints traversants. La liaison des joints verticaux (bande adhésive, soudage) devra ensuite être en contact direct avec les bandes collant!

**Collage:** nettoyer et dégraisser la zone de collage qui doit être sèche sur la bavette et le lé.

Marquer sur la tôle la terminaison du lé et replier celui-ci. Coller directement une bande adhésive double face compatible avec le système à l'arrière du marquage de la sous-couverture. Coller une deuxième bande adhésive à une distance d'environ 50 mm de la première pour augmenter la résistance mécanique et assurer l'étanchéité à l'eau.

Relier le lé avec à l'aide de bande adhésive. Pour commencer, retirer uniquement le film de protection de la bande arrière et presser fermement le lé. Procéder ensuite de même pour la bande de devant.

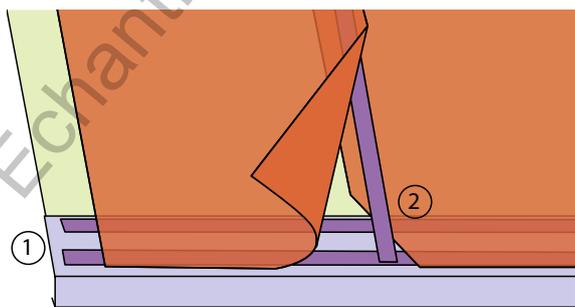


Fig. 2/334: Raccord des lés de sous-couverture collé; bavette (1) avec deux bandes collantes à double-face (violet), couper l'angle de la bande de manière à ce que les bandes collantes se relient (2)

### • Évacuation de l'eau dans le chéneau par une bavette recouverte de matière synthétique

**Pose de la tôle:** les lés de sous-couverture synthétiques peuvent être soudés à l'air chaud directement sur la tôle recouverte de matière synthétique.

Tous les joints de la tôle doivent être étanches à l'eau et entièrement recouverts de matière synthétique. À cet effet, riveter une tôle de liaison à l'extrémité des tablettes. La tôle suivante peut ensuite être glissée librement sur l'élément de liaison et clouée au bord supérieur par les trous oblongs. Pour garantir la dilatation, il est nécessaire de maintenir un espacement de dilatation de la tôle de 3 mm. Le joint montant doit être recouvert par le soudage d'un morceau de lé.

**Préparation du lé:** le bord inférieur du lé se termine à environ 30 mm à l'arrière de l'arête du côté égout. À la rencontre des recouvrements verticaux et de la bavette, couper le double de matériau afin d'éviter la formation de joints traversants. Les recouvrements verticaux doivent aussi être soudés au revêtement synthétique de la bavette!

**Soudage:** souder ensuite le lé de sous-couverture dans les règles.

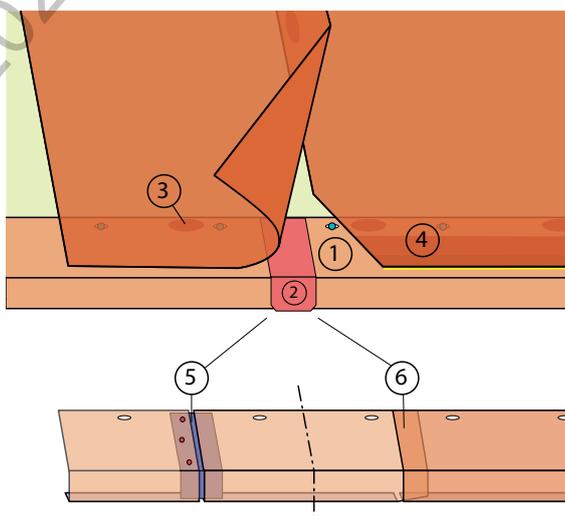


Fig. 2/335: Raccord du lé de sous-couverture soudé; bavette revêtue avec fixation par trous oblongs (1), joint longitudinal soudé par-dessus le morceau de lé de sous-couverture (2), fixation du lé de sous-couverture par soudure ponctuelle (3) soudure terminée (4) avec cordon de soudure sortant (jaune).

Variante de joints longitudinaux: tablette rivetée d'un côté (5), emboîtée (6)

## Raccord supérieur à la paroi

### • Système de toiture semi-ventilée

Relever les lés de sous-couverture sur la paroi selon le niveau de sollicitation choisi et les coller conformément au système.

Il y a encore des raccords latéraux à la paroi doivent être réalisés, il est préférable d'utiliser une bande de raccord. Pour cela, il faut couper le lé de surface directement au niveau de la paroi..

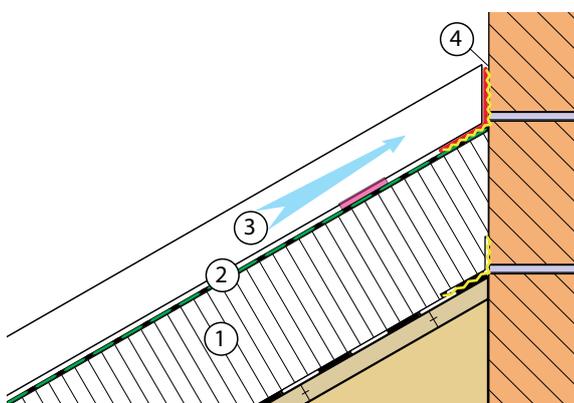


Fig. 2/340: Raccord supérieur à la paroi, exécution avec bande de raccord; isolation praticable (1), lés de sous-couverture (2), contre-lattes (3), bande d'étanchéité collée sur la sous-couverture et sur le mur (4), taquet d'étanchéité (rose)

### • Système de toiture ventilée

L'ouverture prescrite doit être respectée exactement (voir fig. 2/337).

Fixer le lé de sous-couverture de façon à ce que la section d'aération ne puisse pas être réduite par le flottement ou par le relèvement des extrémités des lés.

## Raccord inférieur à la paroi

Le raccord inférieur à la paroi conduit de l'eau et doit donc être réalisé de façon particulièrement soignée.

**Le support de pose doit suffisamment être résistant à la compression pour qu'aucune force de traction ne puisse s'exercer sur l'étanchéité. Ne pas marcher sur la zone de raccordement!**

**La réalisation doit correspondre au niveau de sollicitation choisi.**

### • Façon avec un relevé

Relever en bas les lés de sous-couverture contre la paroi jusqu'à la hauteur de refoulement possible et les coller dans les règles de façon à ce que l'eau s'écoule de la paroi sur la sous-couverture.

### • Façon avec bande de raccord

Coller la bande de raccord dans les règles sur le lé de sous-couverture et la paroi.

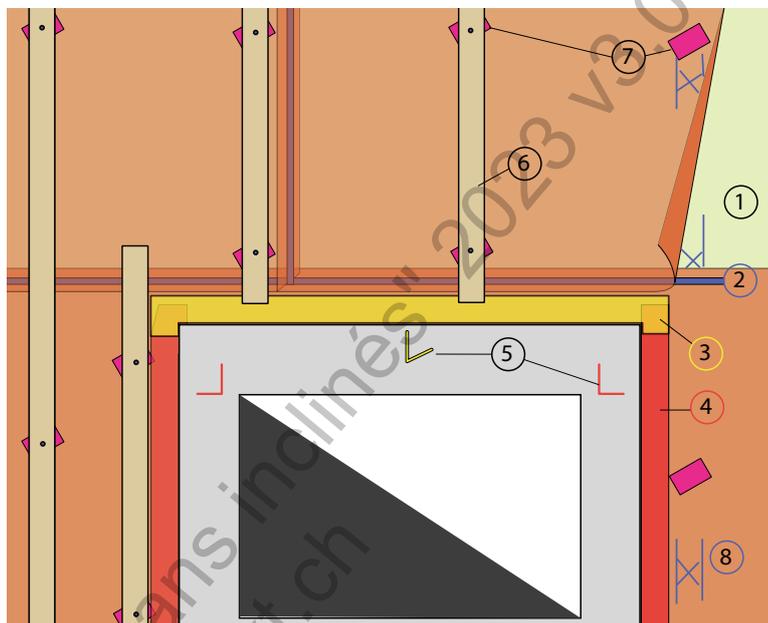


Fig. 2/341: Raccord inférieur à la paroi, raccord avec bande de raccord; support de pose praticable (1), lé de sous-couverture (rouge clair), recouvrements collés avec bande butyle (2), bande de raccord supérieure (3 jaune), bande de raccord latérale (4 rouge), profil des bandes collantes (5, les bandes collantes dessinées en rouge et en jaune sont identiques), contre-lattes (6), taquet d'étanchéité (7) collée sur lé en losange (l'eau s'écoule plus rapidement), marquage des chevrons (8)

## Pénétrations dans le toit

Dans le cas des pénétrations dans le toit (fenêtre de toiture, cheminées, tuyaux d'aération, mâts d'antennes), on rencontre tous les problèmes des raccords inférieurs, supérieurs et latéraux. Les quatre côtés sont reliés par les angles (voir fig. 2/342).

**Le support de pose doit suffisamment être résistant à la compression pour qu'aucune force de traction ne puisse s'exercer sur l'étanchéité. Ne pas marcher sur la zone de raccordement!**

**La réalisation doit correspondre au niveau de sollicitation choisi.**

**Pièces de raccordement préfabriquées:** Pour de nombreux systèmes de sous-couverture, il existe des pièces préfabriquées qu'il est judicieux d'utiliser.

**Polymère liquide:** Les raccords particulièrement compliqués peuvent être bien étanchés avec du polymère liquide. Pour cela, le produit doit être adapté aux matériaux à relier. Une application correcte permet d'obtenir des raccords à élasticité durable. L'exécution exige un travail minutieux afin d'obtenir une couche de polymère liquide d'épaisseur régulière. Les conseils d'utilisation du fournisseur du système doivent être respectés.

### 3.4 Contre-lattage

Les contre-lattes permettent de fixer définitivement la sous-couverture, d'évacuer la charge du toit vers la structure porteuse et de créer le vide d'aération important entre la sous-couverture et la couverture. Ci-dessous, on trouve des indications générales sur ce thème. Les divergences sont mentionnées dans les types de sous-couverture.

#### 3.4.1 Travaux préparatoires

##### Concept de fixation du contre-lattage

Pour chaque côté du toit, le concept de fixation a été établi lors de la préparation du travail et, idéalement, consigné dans un plan de pose. Les dimensions des contre-lattes et les moyens de fixation à utiliser, ainsi que leur lieu d'utilisation, leur nombre, les distances et les angles de vissage doivent être respectés avec précision. Tout écart peut compromettre la sécurité de la construction de toiture.

##### Marquage de support

Seul un report précis de la position du support (chevrons, chevêtre ou inserts en bois) sur la sous-couver-

ture permet une fixation correcte des contre-lattes dans la structure porteuse ou dans les inserts en bois. Lors du montage de la sous-couverture, il est recommandé de marquer précisément et fréquemment les deux bords extérieurs des appuis sur la surface (|x|). La zone d'appui est ainsi plus visible (sécurité).

##### Traçage au cordeau

La marque pour le coup de cordeau doit être mesurée à partir de l'axe central du marquage, afin de compenser les écarts dus à des marquages pas précis.

Tous les coups de cordeau doivent, par exemple, s'appliquer au **côté droit de la contre-latte** (vu de l'égout). Une confusion de côté de la contre-latte entraîne des ancrages inutilisables et des pointes de vis visibles à l'intérieur. Comme sécurité supplémentaire, la croix dans le marquage indique la zone d'appui.

##### La marque pour le côté droit de la contre-latte

**Consigne:** largeur de l'appui = 100, largeur de la contre-latte = 60.

**Réalité:** Largeur du marquage mesurée 90 ; le marquage est donc trop étroit et il est impossible de savoir quel bord est correct, c'est pourquoi il faut procéder comme suit:

À partir du milieu du marquage, décaler la moitié de la largeur de la contre-latte = 30 vers la droite (vu de l'égout) et tracer la marque pour le coup de cordeau.

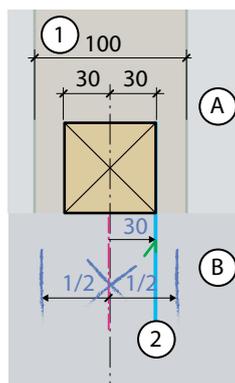
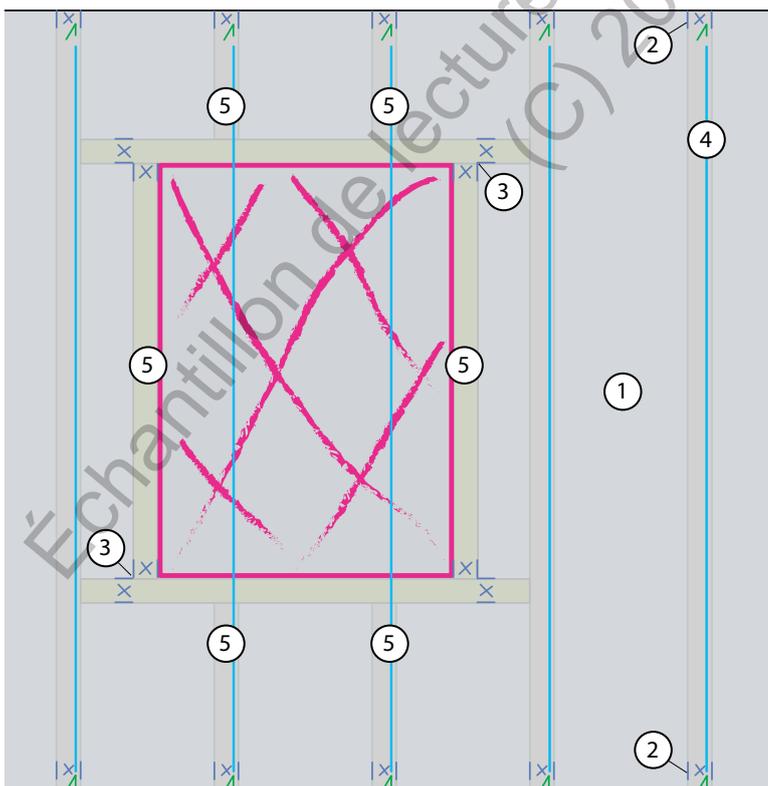
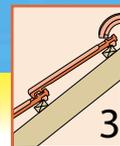


Fig. 2/347: La marque pour le côté droit de la contre-latte; matériau de sous-couverture représenté en transparence (A), chevron (1). Situation réelle: Sous-couverture opaque (B), marquage des chevrons sur la sous-couverture (|x|), axe déterminé (rouge), marque mesurée pour le côté droit des contre-lattes (A vert), coup de cordeau (2)

Fig. 2/346: Travaux préparatoires pour contre-lattes; pendant la pose de la sous-couverture, marquage clair des chevrons, des chevêtres (|x|) et des ruptures dans la structure porteuse (rouge) sur la surface de la sous-couverture. Matériau de sous-couverture représenté en transparence (1), marquage des chevrons (2) et des chevêtres (3), marque précise pour le côté droit des contre-lattes (A vert), coups de cordeau (4). Les contre-lattes de raccordement (5) sont montées après le raccordement de l'élément préfabriqué (par ex. fenêtre) à la sous-couverture.



# Couvertures en tuiles

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Bases de l'échantillonnage du toit</b>	<b>135</b>
<b>1.1</b>	<b>Définir les niveaux</b>	<b>135</b>
1.1.1	Niveau du matériau de couverture	135
1.1.2	Niveau du support de pose	136
<b>1.2</b>	<b>Support de pose</b>	<b>136</b>
<b>1.3</b>	<b>Échantillonnage de la longueur du chevron (c)</b>	<b>137</b>
1.3.1	Distance de la première latte (DE)	139
1.3.2	Distance de la dernière latte (DF)	140
1.3.3	Report du pureau effectif (Pu eff.)	140
1.3.4	Réalisation des chevauchements	141
1.3.5	Échantillonnage sur les toits à réveillon	141
<b>1.4</b>	<b>Échantillonnage de la largeur du toit</b>	<b>142</b>
1.4.1	Distance entre les tuiles extrêmes à gauche et à droite (DG/DD)	144
1.4.2	Report de l'ourne effective (Ou eff.)	144
1.4.3	Détermination de l'avant-toit latéral	145
1.4.4	Échantillonnage avec raccords et bordures latéraux en tôle	146
<b>1.5</b>	<b>Échantillonnage des chevrons avec décrochements d'égout</b>	<b>147</b>
1.5.1	Méthodes de calcul de la longueur d'échantillonnage (LRn)	148
<b>1.6</b>	<b>Échantillonnage des largeurs du toit avec décrochements de rives</b>	<b>149</b>
1.6.1	Méthodes de calcul de la largeur d'échantillonnage (LAn)	150
<b>2</b>	<b>Couvertures en tuiles plates</b>	<b>151</b>
<b>2.1</b>	<b>Détermination du recouvrement</b>	<b>151</b>
2.1.1	Déterminer le pureau (Pu max.) pour la pose simple	151
2.1.2	Déterminer le pureau (Pu max.) pour la pose double	151
2.1.3	Déterminer le pureau max. pour la pose couronnée	152
2.1.4	Déterminer l'ourne pour les couvertures en tuiles plates	152
<b>2.2</b>	<b>Pose simple de tuiles plates</b>	<b>153</b>
2.2.1	Caractéristiques qualitatives d'un toit en tuile plates à pose simple	153
2.2.2	Propriétés de la pose simple avec des tuiles plates	153
2.2.3	Caractéristiques techniques	154
2.2.4	Liste des matériaux	154
2.2.5	Indications pour la pose	154

3

2.2.6	Égout avec la pose simple	155
2.2.7	Raccord au faite avec la pose simple	156
2.2.8	Rive avec la pose simple	156
2.2.9	Raccords latéraux avec la pose simple	157
2.2.10	Raccord à l'arêtier avec la pose simple	157
2.2.11	Raccord à la noue avec la pose simple	157
2.2.12	Travaux spéciaux	157
<b>2.3</b>	<b>Pose double de tuiles plates</b>	<b>158</b>
2.3.1	Caractéristiques qualitatives d'un toit en tuile plates à pose double	158
2.3.2	Propriétés	158
2.3.3	Caractéristiques techniques	158
2.3.4	Liste des matériaux	159
2.3.5	Indications pour la pose	159
2.3.6	Égout avec la pose double	160
2.3.7	Raccord au faite avec la pose double	160
2.3.8	Rive avec la pose double	160
2.3.9	Raccords latéraux avec la pose double	161
2.3.10	Raccord à l'arêtier avec la pose double	162
2.3.11	Raccord à la noue avec la pose double	162
2.3.12	Travaux spéciaux	162
<b>2.4</b>	<b>Pose couronnée de tuiles plates</b>	<b>165</b>
2.4.1	Caractéristiques qualitatives d'un toit en tuile plates à pose couronnée	165
2.4.2	Propriétés	165
2.4.3	Caractéristiques techniques	166
2.4.4	Liste de matériaux	166
2.4.5	Indications pour la pose	167
2.4.6	Égout avec la pose couronnée	167
2.4.7	Raccord au faite avec la pose couronnée	167
2.4.8	Rive avec la pose couronnée	167
2.4.9	Raccords latéraux avec la pose couronnée	168
2.4.10	Raccord à l'arêtier avec la pose couronnée	168
2.4.11	Raccord à la noue avec la pose couronnée	168
2.4.12	Travaux spéciaux	168
<b>3</b>	<b>Couvertures en tuiles mécaniques et flamandes</b>	<b>169</b>
<b>3.1</b>	<b>Détermination du recouvrement</b>	<b>170</b>
3.1.1	Détermination du pureau	170
3.1.2	Détermination de l'ourne (largeur utile)	171
<b>3.2</b>	<b>Couverture en tuiles Jura</b>	<b>172</b>
3.2.1	Caractéristiques qualitatives d'un toit en tuiles Jura	172
3.2.2	Propriétés	172
3.2.3	Caractéristiques techniques	172
3.2.4	Couvertures en tuiles Jura	173
3.2.5	Indications pour la pose	173
3.2.6	Égout avec la tuile Jura	174
3.2.7	Raccord au faite avec la tuile Jura	174
3.2.8	Rive avec la tuile Jura	174
3.2.9	Raccords latéraux avec la tuile Jura	175
3.2.10	Raccord à l'arêtier avec la tuile Jura	175
3.2.11	Raccord à la noue avec la tuile Jura	175
<b>3.3</b>	<b>Couvertures en tuiles à pétrin</b>	<b>176</b>
3.3.1	Caractéristiques qualitatives d'un toit en tuiles à pétrin	176



3.3.2	Propriétés	176
3.3.3	Caractéristiques techniques	177
3.3.4	Liste des matériaux	177
3.3.5	Indications pour la pose	177
3.3.6	Raccords du toit avec la tuile à pétrin	177
<b>3.4</b>	<b>Couvertures en tuiles flamandes</b>	<b>178</b>
3.4.1	Caractéristiques qualitatives d'un toit en tuiles flamandes	178
3.4.2	Propriétés	178
3.4.3	Caractéristiques techniques tuiles flamandes	179
3.4.4	Liste des matériaux	179
3.4.5	Indications pour la pose	179
3.4.6	Égout avec la tuile flamande	180
3.4.7	Raccord au faîte avec la tuile flamande	180
3.4.8	Rive avec la tuile flamande	180
<b>4</b>	<b>Le toit en tuiles de couvent</b>	<b>181</b>
<b>4.1</b>	<b>Fonctionnement de la couverture en tuiles de couvent</b>	<b>182</b>
4.1.1	Adaptation et situation	182
4.1.2	Caractéristiques techniques des tuiles de couvent	182
4.1.3	Liste des matériaux	182
<b>4.2</b>	<b>Indications pour la pose</b>	<b>183</b>
4.2.1	Égout avec la tuile de couvent	183
4.2.2	Raccord du faîte avec la tuile de couvent	184
4.2.3	Rive avec la tuile de couvent	184
4.2.4	Raccords latéraux avec la tuile de couvent	184
4.2.5	Raccord à l'arêtier avec la tuile de couvent	184
4.2.6	Raccord à la noue avec la tuile de couvent	185
<b>4.3</b>	<b>Travaux spéciaux</b>	<b>185</b>
4.3.1	Arêtier de Nuremberg	185
<b>5</b>	<b>Couverture du faîte et de l'arêtier des toits en tuiles</b>	<b>187</b>
<b>5.1</b>	<b>Généralités</b>	<b>187</b>
5.1.1	La ventilation du faîte et de l'arêtier	187
5.1.2	Le cornier de faîte et d'arêtier	188
<b>5.2</b>	<b>Tuile faitière conique</b>	<b>188</b>
5.2.1	Couverture du faîte	189
5.2.2	Couverture de l'arêtier	190
<b>5.3</b>	<b>Tuile faitière à emboîtement</b>	<b>191</b>
5.3.1	Couverture du faîte	192
5.3.2	Couverture de l'arêtier	192
<b>6</b>	<b>Couvertures avec tuiles en béton</b>	<b>193</b>
<b>6.1</b>	<b>Détermination du recouvrement</b>	<b>193</b>
<b>6.2</b>	<b>Couverture en tuiles béton plates</b>	<b>194</b>
6.2.1	Caractéristiques qualitatives d'un toit en tuiles béton plates	194
6.2.2	Propriétés	194
6.2.3	Caractéristiques techniques des tuiles béton plates	194
6.2.4	Liste des matériaux	195
6.2.5	Indications pour la pose	195
6.2.6	Égout avec la tuile béton plate	196
6.2.7	Raccord au faîte avec la tuile béton plate	196
6.2.8	Rive avec la tuile béton plate	196

6.2.9	Raccords latéraux avec la tuile béton plate	196
6.2.10	Raccord à l'arêtier avec la tuile béton plate	197
6.2.11	Raccord à la noue avec la tuile béton plate	197
6.2.12	Couverture du faîte et de l'arêtier avec la tuile béton plate	197
<b>6.3</b>	<b>Couvertures en tuiles béton profilées</b>	<b>198</b>
6.3.1	Caractéristiques qualitatives d'un toit en tuiles béton profilées	198
6.3.2	Propriétés	198
6.3.3	Caractéristiques techniques	198
6.3.4	Liste des matériaux	199
6.3.5	Indications pour la pose	199
6.3.6	Égout avec la tuile béton profilée	199
6.3.7	Raccord au faîte avec la tuile béton profilée	200
6.3.8	Rive avec la tuile béton profilée	200
6.3.9	Raccords latéraux avec la tuile béton profilée	201
6.3.10	Raccord à l'arêtier avec la tuile béton profilée	201
6.3.11	Raccord à la noue avec la tuile béton profilée	201
6.3.12	Couverture du faîte et de l'arêtier avec la tuile béton profilée	201
<b>7</b>	<b>Réaliser des raccords et des finitions pour les couvertures en tuiles</b>	<b>203</b>
<b>7.1</b>	<b>Rive</b>	<b>203</b>
7.1.1	Rives de largeur supérieure à 300 mm	203
7.1.2	Entaillage de la crémaillère	203
7.1.3	Rive avec tuiles virevent	206
7.1.4	Rive avec des tôles	206
<b>7.2</b>	<b>Raccord latéral à la paroi</b>	<b>207</b>
7.2.1	Fixation aux structures murales	207
7.2.2	Recouvrir les couloirs	208
<b>7.3</b>	<b>Noue avec tôle</b>	<b>209</b>
7.3.1	Variante de tôles de noue	209
<b>7.4</b>	<b>Raccord à la paroi inférieur</b>	<b>209</b>
<b>7.5</b>	<b>Raccord à la paroi supérieure</b>	<b>210</b>
<b>7.6</b>	<b>Abergements de métal</b>	<b>211</b>
7.6.1	Abergements pour les tôles de rive/couloir	211
7.6.2	Abergements pour les noues	211
<b>8</b>	<b>Protection des tuiles contre la succion du vent</b>	<b>212</b>
<b>8.1</b>	<b>Effet de la succion du vent sur les tuiles</b>	<b>212</b>
<b>8.2</b>	<b>Fixation intérieure avec des crochets de fil</b>	<b>212</b>

#### Auteur

Peter Stoller

#### Sources d'illustrations

B. Sarrasin: 3/223

M. Baur: 3/226

P. Stoller: Autres

# 1 Bases de l'échantillonnage du toit

Dans ce qui suit, nous décrivons les termes et les techniques généralement applicables à la réalisation de la couverture en tuiles. Les différents modèles de tuiles avec leurs spécificités et leurs différences seront traités plus loin.

- Une rangée (Ra) est constituée d'éléments de couverture ou de modules (M) placés côte à côte. Rangées donnent  $\approx$  la distance (PE – PF).
- Les largeurs de module (M) de la couverture donnent  $\approx$  la longueur d'égout (LE).

Un résumé et des explications concernant les abréviations utilisées se trouve dans l'annexe de ce manuel (S7/1).

## 1.1 Définir les niveaux

Ce chapitre traite exclusivement de la couverture. Pour une meilleure lisibilité des calculs, une distinction est faite entre le niveau du matériau de couverture et le niveau du support de pose.

Le vide d'aération obligatoire lui-même n'est pas pertinent pour l'échantillonnage de la couverture sauf pour déterminer la distance de la latte la plus haute (DF), car une ouverture d'aération suffisante doit être assurée.

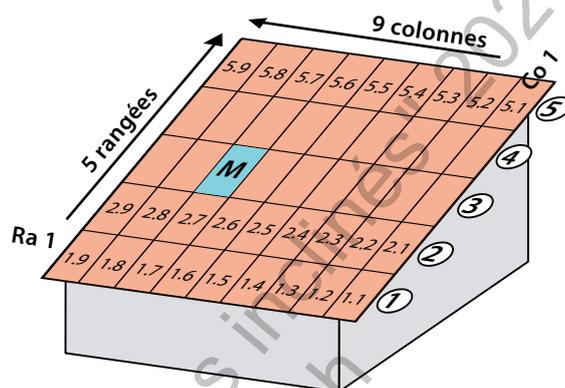


Fig. 3/102: Niveau du matériau de couverture; toit avec 5 rangées superposées (Ra) à 9 modules (M) = 45 modules de couverture. Numérotation des modules, exemple: Le module bleu dans la 3<sup>e</sup> rangée en colonne (Co) 7 = Module numéro 3.7

### 1.1.1 Niveau du matériau de couverture

Au niveau du matériau de couverture comprend *la surface du toit couverte par le matériau de couverture*. Il s'étend du bord avant de la tuile d'égout au milieu du faite ( $\approx$  longueur de rive) et de bord extérieur de la tuile de finition gauche à bord extérieur de la tuile de finition droite ( $\approx$  longueur d'égout du matériau de couverture LE).

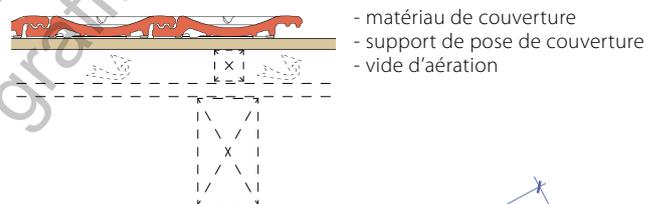
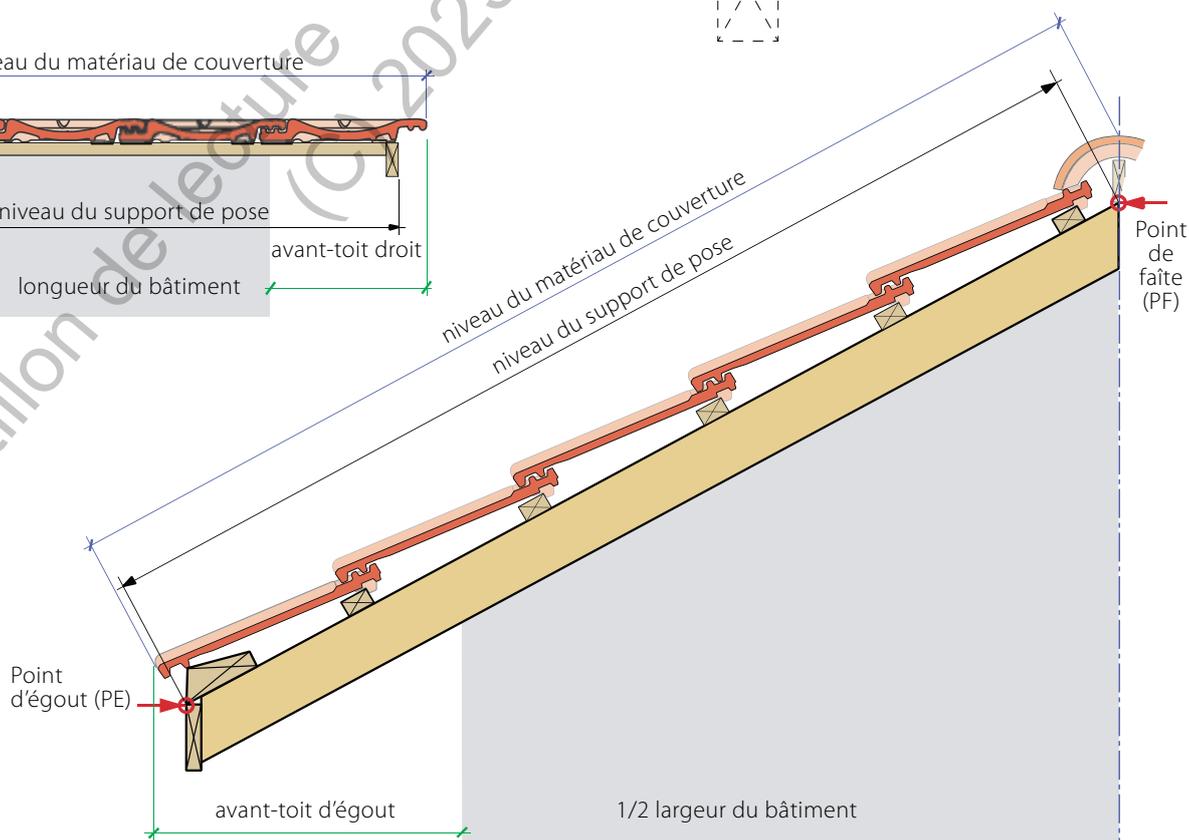


Fig. 3/101: Distinction entre niveau du matériau de couverture, niveau du support de pose du matériau de couverture et avant-toits



#### 1.4.4 Échantillonnage avec raccords et bordures latéraux en tôle

En principe, l'échantillonnage de la largeur d'un toit avec raccords latéraux en tôle est la même qu'avec des matériaux de couverture débordants, sauf que la longueur du matériau de couverture à l'égout (LE) peut être plus petite que celle au niveau du support de pose (EP) dans certains cas.

##### Façon à la rive avec bande de rive

Lorsque des bandes de rive sont prévues, la largeur totale se compose de la longueur à l'égout (LE) du matériau de couverture plus les distances à droite et à gauche entre le bord extérieur du matériau de couverture et le bord extérieur de la bande de rive.

*Avant de commencer l'échantillonnage du toit, il est nécessaire de déterminer la longueur du matériau de couverture à l'égout (LE).*

##### Raccords latéraux à la maçonnerie

Les raccords latéraux à la maçonnerie ont la même influence sur l'échantillonnage de la largeur du toit que les bandes de rive. On notera que le niveau de support de pose (lattage) est normalement plus large que le niveau de couverture (tuiles).

*Avant de commencer l'échantillonnage du toit, il est nécessaire de déterminer la longueur du matériau de couverture à l'égout (LE).*

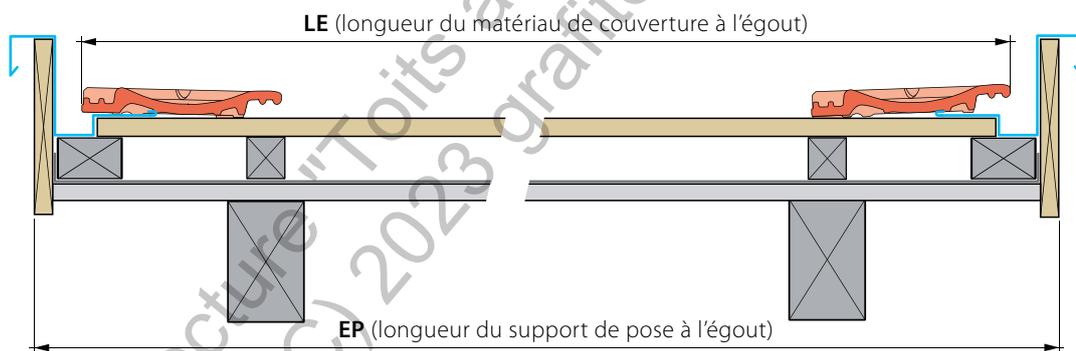


Fig. 3/121: Échantillonnage avec rives en tôle

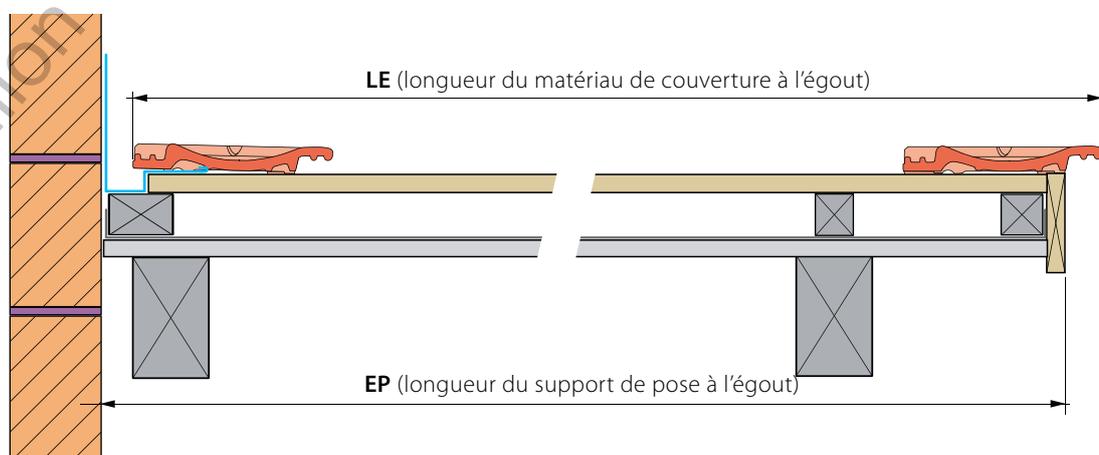


Fig. 3/122: Échantillonnage avec raccord latéral à une paroi

## 1.5 Échantillonnage des chevrons avec décrochements d'égout

Les toits avec décrochements d'égouts possèdent une longueur de chevrons totale ( $c$ ) divisés en une ou plusieurs longueurs partielles ( $c_n$ ).

Les cotes suivantes sont nécessaires pour l'échantillonnage:

- les longueurs partielles ( $c_n$ ).
- la distance de la première latte ( $DE$ ).
- la distance de la dernière latte ( $DF$ ).
- le pureau ( $Pu_{min.}$ ,  $Pu_{max.}$ ,  $Pu_{moy.}$ ).

### Préparation

Pour des raisons de clarté, il est recommandé de dessiner un croquis du chevron et des chevrons partiels.

### Détermination des points fixes

A partir de chaque point de l'égout, reporter la distance  $DE$  et déduire la distance  $DF$  de chaque point du faîte.

Les longueurs à échantillonner ( $LR_n$ ) sont situées entre ces deux marques; elles servent de points fixes.

### Indication des résultats

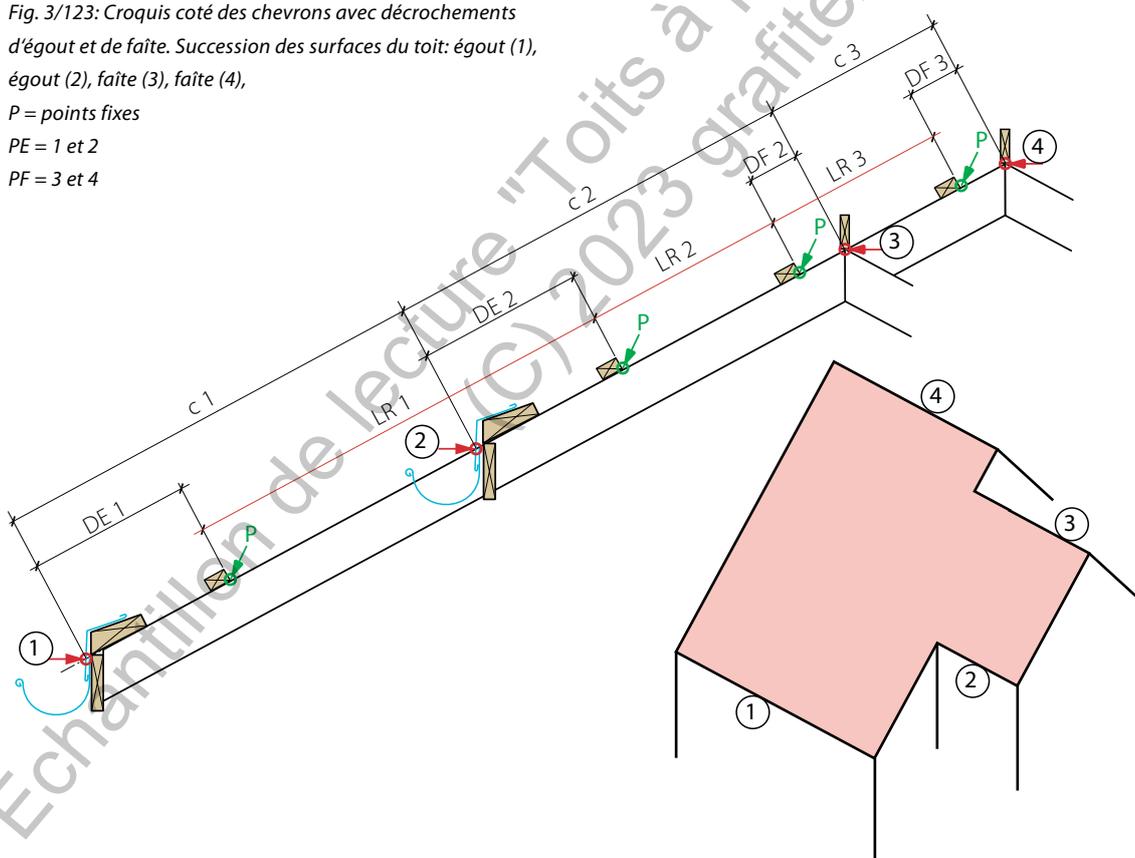
Inscrire successivement chaque résultat obtenu sur le croquis. Il servira plus tard pour le report des valeurs sur le chevron.

Fig. 3/123: Croquis coté des chevrons avec décrochements d'égout et de faîte. Succession des surfaces du toit: égout (1), égout (2), faîte (3), faîte (4),

$P$  = points fixes

$PE = 1$  et  $2$

$PF = 3$  et  $4$



## 1.6 Échantillonnage des largeurs du toit avec décrochements de rives

L'échantillonnage de la largeur est relatif au niveau du matériau de couverture.

Dans les toits à rives décalées, la longueur totale de l'égout (LE) est divisée en une ou plusieurs longueurs partielles (LEn). On distingue le bord de rive à droite (Rd) et le bord de rive à gauche (Rg).

Les cotes suivantes sont nécessaires pour le calcul :

- les longueurs partielles à l'égout (LEn).
- la largeur de la tuile de rive à droite (DD).
- l'ourne de la tuile de rive à gauche (DG).
- les ournes (Ou min./ Ou max./ Ou moy.).

### Préparation

Pour plus de clarté, reporter le résultat de l'échantillonnage de la longueur à l'égout sur un croquis avec les arêtes de rive.

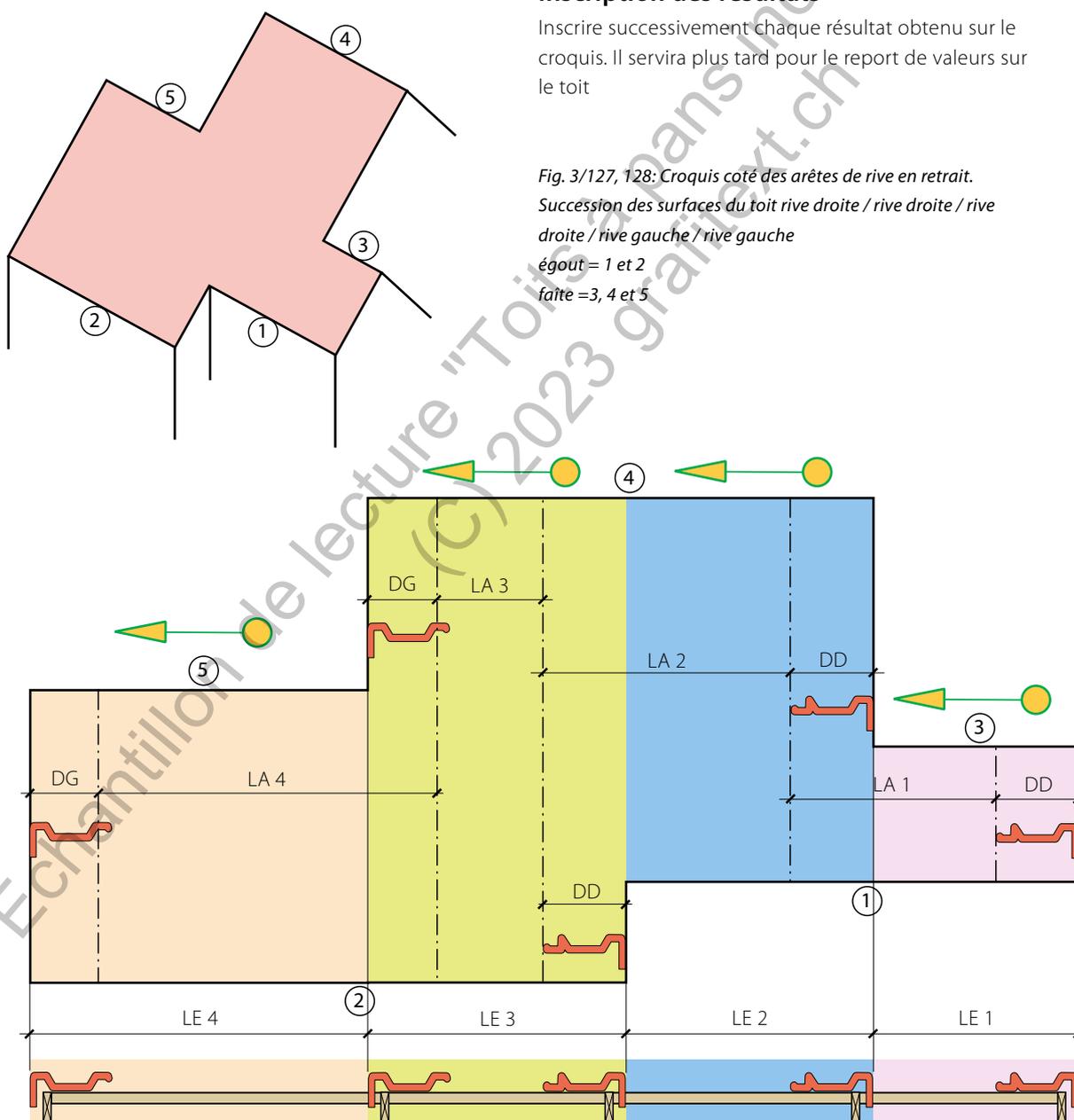
### Détermination des axes d'échantillonnage

A partir de chaque bord de rive à droite, déduire la distance DD, et à partir de chaque bord de rive à gauche, déduire la distance DG.

Les différentes largeurs à échantillonner se trouvent entre ces deux axes (LAn).

### Inscription des résultats

Inscrire successivement chaque résultat obtenu sur le croquis. Il servira plus tard pour le report de valeurs sur le toit.



## 2.2 Pose simple de tuiles plates

La pose simple est certainement la plus ancienne façon de couvrir un toit à l'aide de tuiles plates. Elle permet de réaliser des couvertures utilisant peu de matériaux et offrant une bonne protection contre les brandons et les braises. Les joints d'étanchéité latéraux entre les tuiles sont réalisés à l'aide de tavillons en bois, dits tavillons de tuiles. Pour remplacer les tavillons en bois peu durables, il existe maintenant des tavillons en aluminium ou des plaques de PVC dur légèrement ondulées.

### 2.2.1 Caractéristiques qualitatives d'un toit en tuiles plates à pose simple

Un toit en tuiles plates à pose simple, réalisé dans les règles de l'art, se distingue par les caractéristiques d'exécution suivantes:

- Les joints des tuiles sont alignés de l'égout au faîte.
- Le pied du toit et le raccord au faîte sont renforcés par

un double rang de tuiles (spécificités régionales réservées).

- Aucune tuile coupée ne se trouve à la rive: ces tuiles ne sont introduites qu'à partir de la troisième colonne.
- Aucun tavillon d'étanchéité n'est visible de l'extérieur, leur recouvrement comporte au moins 80 mm.
- Les joints d'étanchéité (tavillons) sont centrés et répartis uniformément. Tous les joints des tuiles du toit ont été étanchés.

### 2.2.2 Propriétés de la pose simple avec des tuiles plates

#### Avantages

- Comparé à la pose double, le poids de la pose simple est moindre et exploite mieux les tuiles.

#### À noter

- Faible résistance aux tempêtes.
- L'étanchéité à l'aide de tavillons en bois exige un entretien coûteux: les tavillons doivent être remplacés tous les 10 à 20 ans.
- Les tavillons en aluminium non revêtus peuvent être détruits par la corrosion perforante.

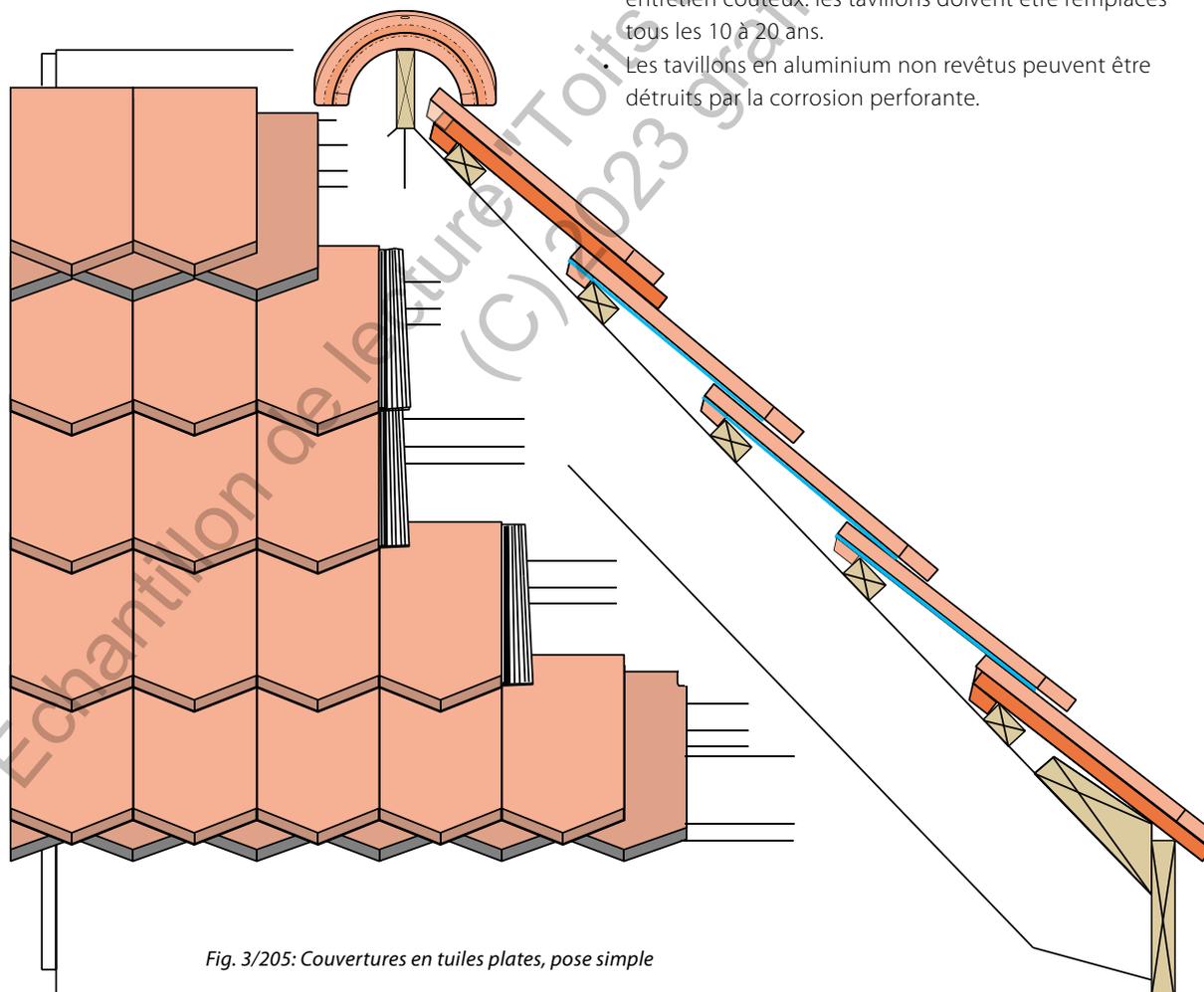


Fig. 3/205: Couvertures en tuiles plates, pose simple

### 2.2.3 Caractéristiques techniques

Pentes de toit ordinaires avec sous-couverture		
Pente minimale du toit*		Exigences de la sous-couverture *voir S1/2.10.1
≥ 30°	≈ 58 %	normale
≥ 25°	≈ 47 %	élevée
≥ 22°	≈ 40 %	extraordinaire
Perte de pente des tuiles couvertes ≈ 4,5° (≈ 8 %)		
Valeurs de recouvrement et poids		
Recouvrements minimaux	hauteur	latéral
	80 mm	jointif
Pureau*	250 mm	
Ourne*		170 mm
Poids sans les lattes*	env. 40 kg/m <sup>2</sup>	
Poids avec les lattes*	env. 45 kg/m <sup>2</sup>	
* Ces données se réfèrent aux tuiles plates décrites dans la liste des matériaux		

### 2.2.4 Liste des matériaux

#### Tuiles plates (B)

- Tuiles normales (longueur 380 mm, largeur 170 mm, poids 1,7 kg)
- Tuiles de raccordement et de compensation\*: B 3/4, 1 1/4, 1 1/2
- \* au lieu de tuiles normales taillées

#### Tavillons

- Tavillons en bois résineux, fendus manuellement, longueur 330 mm, largeur environ 60 mm. Les épaisseurs sont différentes d'une région à l'autre du pays. Les tavillons imprégnés sous pression ont une durée de vie plus longue.
- Tavillons en aluminium traités contre la corrosion, légèrement ondulés, rebord d'accrochage à la tête de la tuile, longueur 330 mm, largeur 60 mm.

#### Support de pose

- Lattes 24x48 mm (voir S1/2.10.2)
- Clous 2,8x70 mm

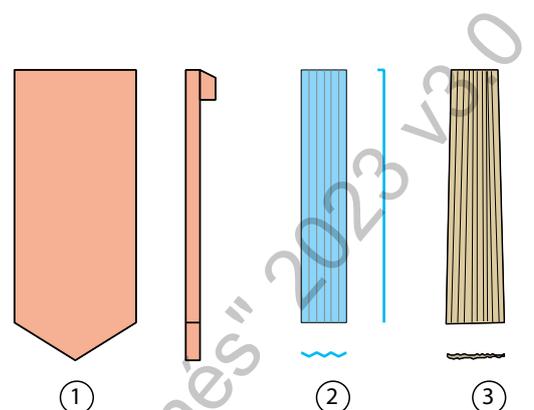


Fig. 3/206: Matériaux pour la pose simple; tuile plate normale (1), tavillon de tuile en aluminium (2), tavillon de tuile en bois (3)

### 2.2.5 Indications pour la pose

Pour faciliter l'échantillonnage, on trace, toutes les 5 à 6 largeurs de tuiles, un trait au cordeau perpendiculaire aux lattes.

Une fois le doublis d'égout réalisé, la pose des tuiles se fait généralement en commençant par le bord droit du toit. Accrocher la première tuile à la latte en alignant son côté gauche à la couche supérieure du doublis d'égout et la munir d'un tavillon d'étanchéité. Poser la tuile suivante contre la première, également sur un tavillon d'étanchéité. Poser ainsi toutes les tuiles jusqu'au trait suivant et les aligner à ce dernier. Répartir les différences uniformément sur tous les joints.

En posant chaque fois 5 ou 6 colonnes de tuiles jusqu'au raccord supérieur du toit, le couvreur garde un appui solide sur les lattes.

#### Étanchement des joints avec tavillons en bois

*L'étanchement des joints avec des tavillons exige des tuiles plates avec un seul talon.*

*Le bord d'attaque des tavillons doit toujours être dirigé vers le pied du toit.*

Selon l'épaisseur des tavillons façonnés à la main, on utilise de 2 à 5 tavillons pour former un «joint» de 80 à 100 mm. Les tavillons doivent se chevaucher et la largeur du joint sera plus large de 20 mm du côté du bord d'attaque.

Dans le cas des joints utilisant 5 tavillons, ces derniers se posent en deux couches: 3 tavillons dessous et 2 dessus.

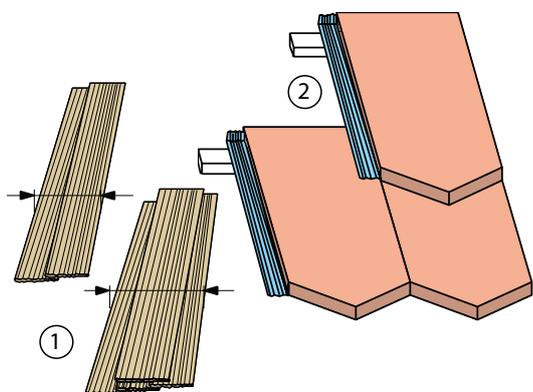


Fig. 3/207: Rangées des tavillons de tuiles (largeur des joints 80 à 100 mm) (1), étanchement des joints avec tavillons en aluminium (2)

### Étanchement des joints avec tavillons en aluminium

Les tavillons en aluminium possèdent un rebord qui permet de les accrocher à la tête de la tuile.

Aux débordements du toit visibles, on pose, pour des raisons esthétiques, des tavillons en bois sous les tavillons en aluminium.

### Étanchement des joints avec plaques en PVC dur

Ces plaques se posent de façon continue avant la pose des tuiles. Les plaques se fixent sur la latte à l'aide de clous galvanisés, à la position d'accrochage des tuiles recouvertes.

**Les règles de couverture ne peuvent être respectées que si la taille des tuiles est parfaitement droite!**

Les travaux ne sont possibles que depuis l'échelle de couvreur car ce type d'étanchéité ne permet pas l'ouverture de marches

### 2.2.6 Égout avec la pose simple

La rangée d'égout se pose en double pour des raisons de solidité (doublis d'égout). Commencer par la rive de droite de manière à ce que la première tuile de la couche supérieure du doublis soit une tuile entière.

Les pieds des tuiles des deux couches doivent être à fleur. A cet effet, tailler à gauche et à droite les angles du pied de chaque tuile de la couche inférieure. Le talon des tuiles de la couche supérieure doit pouvoir «s'encaster» dans l'encoche ainsi formée.

Si les tuiles possèdent deux encoches, il faut les éliminer sur les tuiles de la couche supérieure et aligner ensuite ces tuiles sur la couche inférieure. A l'aide d'une perceuse, percer des trous traversant les deux couches et fixer les tuiles

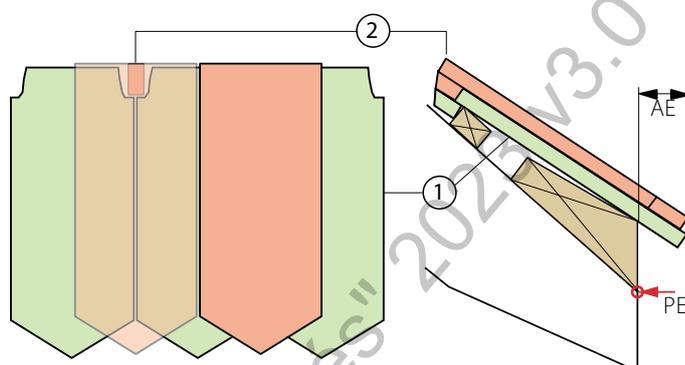


Fig. 3/208: Débordement des tuiles (AE) à l'égout sans bavette. Façon du doublis d'égout: couche inférieure échancrée (1), couche supérieure accrochée (2)

à l'aide de clous galvanisés. Les trous ne doivent en aucun cas se trouver dans la zone mouillée de la tuile.

### Débordement des tuiles (AE)

Le débordement (AE) sur le point d'égout (PE), mesuré horizontalement, dépend de la façon de l'égout:..

- **Sans bavette:** débordement (AE) = 50 mm
- **Avec bavette:** débord. (AE) = 10-30 mm

*Si un chéneau est présent, le débordement des tuiles (AE) ne doit pas être supérieur au tiers du diamètre du chéneau.*

Les deux couches de tuiles du doublis d'égout doivent être à fleur au pied du toit. A cet effet, les tuiles de la couche supérieure doivent pouvoir «s'encaster» dans celles de la couche inférieure (voir ci-dessus).

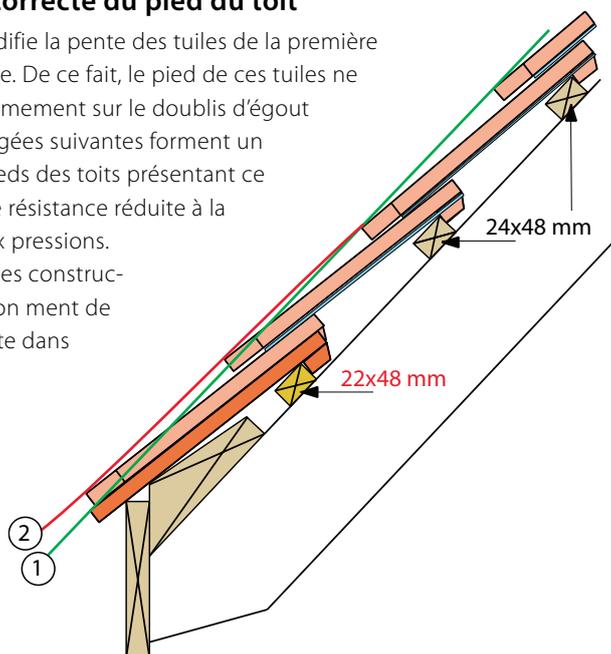
### Exécution correcte du pied du toit

Le doublis modifie la pente des tuiles de la première rangée normale. De ce fait, le pied de ces tuiles ne repose plus fermement sur le doublis d'égout et les 2 à 3 rangées suivantes forment un «creux». Les pieds des toits présentant ce défaut ont une résistance réduite à la tempête et aux pressions.

Dans certaines constructions de toits, on met de la première latte dans la contre-latte.

L'épaisseur de la tuile détermine la profondeur d'encastrement. Cette mesure ne doit tou-

Fig. 3/209: Évitemment du creux à l'aide d'une 1<sup>ère</sup> latte moins haute, alignement normal (1), léger dégagement (2)



tefois pas diminuer la section d'un éventuel espace de ventilation se prolongeant jusqu'au pied du toit.

Il est souvent possible d'éviter la formation d'un creux par l'utilisation d'une latte moins haute (mais pas moins de 22 mm) sous le doublis d'égout et par un léger rehaussement de la chanlatte. Il en résulte toutefois une légère remontée de la toiture dans la région de l'égout.

### Hauteur de la chanlatte (HC)

HC = hauteur des lattes + épaisseur de la tuile z

(Définition z voir Fig. 3/107 et l'annexe)

### 2.2.7 Raccord au faîte avec la pose simple

Le raccord au faîte est normalement renforcé à l'aide d'une rangée double (doublis de faîte). Dans ce cas, les

joints des tuiles de la couche supérieure doivent être alignés sur ceux de la surface du toit.

Si la tuile faîtière est suffisamment large, un «encastrement» ou fixation avec des clous galvanisés des tuiles n'est pas nécessaire.

**La tête des tuiles de la couche inférieure doit être recouverte par la couverture du faîte de 40 mm au moins.**

Le doublis de faîte présente en outre l'avantage de ne pas exiger le démontage de la couverture de faîte en cas de remplacement des tavillons d'étanchéité.

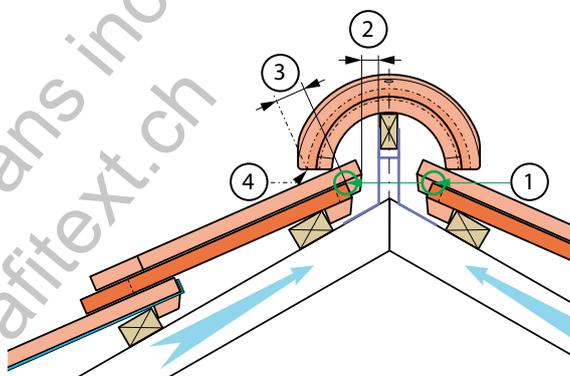


Fig. 3/210: Raccord au faîte avec la pose simple, point supérieur étanche à la pluie (1), aération  $\geq 20$  mm (2), recouvrement  $\geq 40$  mm (3), largeur moyenne des tuiles faîtières à l'extérieur (4)

### 2.2.8 Rive avec la pose simple

À la rive, les deux colonnes extrêmes doivent toujours être constituées de tuiles entières.

#### Virevent à crémaillère

Les tuiles doivent déborder latéralement de 40 mm sur le virevent). Lors de l'entaillage de la crémaillère, tenir compte de l'épaisseur des tavillons d'étanchéité (voir aussi S3/7.1.2).

#### Crochets de rive

Chaque tuile de rive doit être assurée à l'aide d'un crochet de rive. Enfoncer le crochet dans le virevent à hauteur de la tête de chaque tuile de la couche inférieure. L'orientation du crochet doit être telle que la pointe de la partie reposant sur la tuile soit légèrement dirigée vers l'égout.

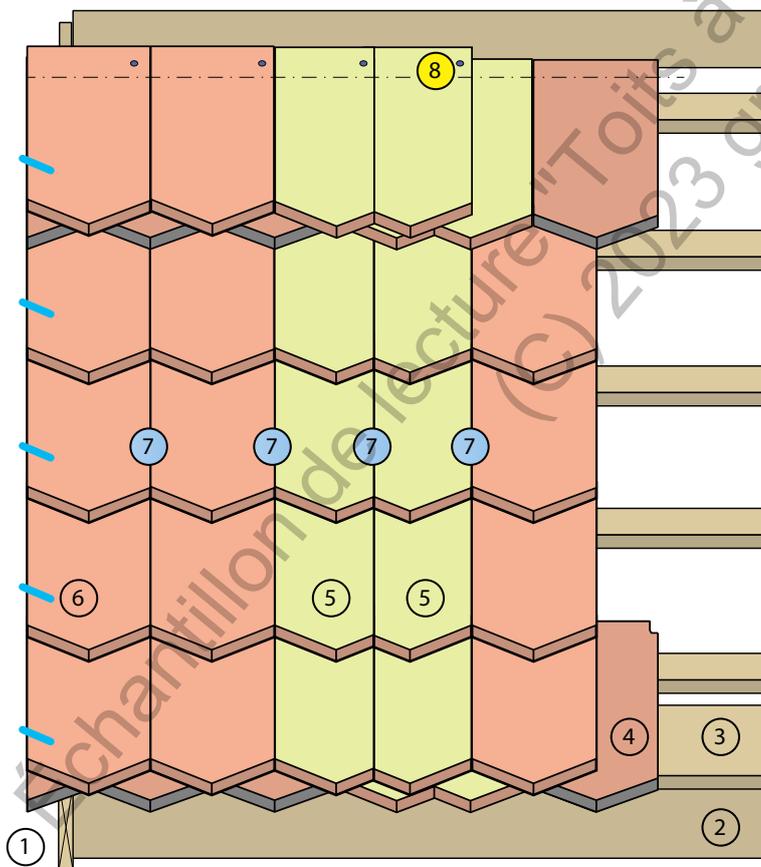


Fig. 3/211: Rive du toit avec la pose simple; virevent et débordement latéral des tuiles (1), planche de rive (2), chanlatte (3), 1<sup>ère</sup> tuile double d'égout (4), colonnes de compensation coupées (5), Crochets de rive (6), tavillons de tuile sous joints (7), 2<sup>ème</sup> couche de faîte double, fixée avec des clous galvanisés dans le trou de la couche inférieure (8), chevauchement des tuiles de faîte (- - -)

## 2.2.9 Raccords latéraux avec la pose simple

Les raccords latéraux sont réalisés la plupart du temps en tôle.

Les tuiles doivent recouvrir la tôle de 60 à 80 mm et leur angle supérieur du côté de la tôle doit être biseauté (voir aussi S3/7.1.4)

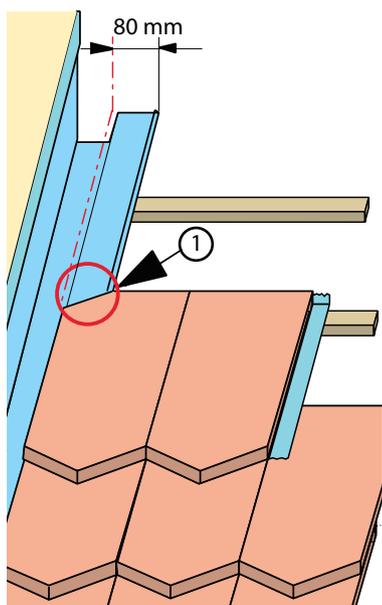


Fig. 3/212: Couloir à rigole; angle supérieur doit être biseauté (1)

## 2.2.10 Raccord à l'arête avec la pose simple

Tailler les tuiles parallèlement au cornier d'arête. Un espace d'aération de 20 mm doit toujours subsister entre le cornier et la ligne de coupe.

Sur les toits sans sous-couverture et possédant une bonne aération, les tuiles peuvent s'appuyer contre le cornier d'arête.

### Fixation

Accrocher les morceaux de tuiles ne possédant plus de talon à la latte à l'aide de clous ou de fil galvanisé. Dans certains cas, on peut percer un trou traversant dans une partie non mouillée de la tuile. Un clou traversant les deux tuiles permettra de maintenir en place la tuile sans talon.

Le clouage des morceaux de tuile aux lattes est déconseillé car il rend difficile les réparations.

Les tavillons sont à adapter en longueur. La pression de la tuile supérieure les empêche ainsi de se décaler.

## 2.2.11 Raccord à la noue avec la pose simple

Les tuiles doivent recouvrir la tôle de noue de 80 mm au moins.

Le recouvrement se mesure perpendiculairement à l'arête de la tôle.

Couper les angles supérieurs des tuiles du côté de la noue.

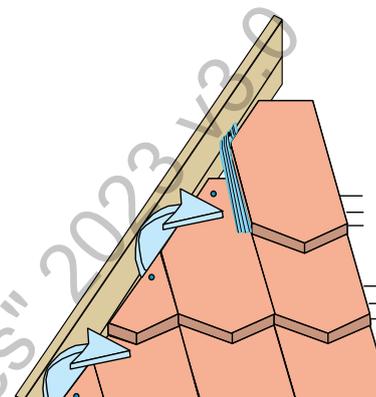


Fig. 3/213: Raccord à l'arête avec la pose simple

### Fixation

Accrocher les morceaux de tuiles ne possédant pas de talon à la latte à l'aide de clous ou de fil galvanisé.

Les tavillons d'étanchéité sont à adapter en longueur. La pression de la tuile supérieure les empêche ainsi de se décaler.

## 2.2.12 Travaux spéciaux

Dans ce chapitre, nous décrivons des travaux spéciaux et rarement réalisés sur les toits à tuiles plates et à pose simple. Les connaissances nécessaires peuvent être acquises par le couvreur dans des cours complémentaires.

### Arête lucernois

Dans l'arête lucernois, la pose simple est remplacée dans la zone de l'arête par une pose double. Ceci a pour effet de renforcer le raccord à l'arête et de le rendre plus résistant.

En cas de renouvellement des tavillons, il n'est pas nécessaire de démonter la couverture du faîte.

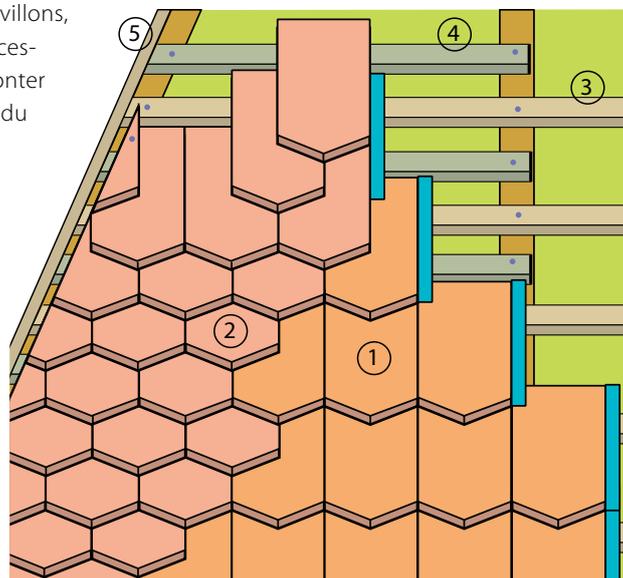


Fig. 3/214: Arête lucernois; pose simple avec tavillons d'étanchéité (1), pose double (2), lattage normal pour la pose simple (3), lattage intermédiaire dans la zone de l'arête (4), cornier d'arête et fente d'aération (5)

## 2.3 Pose double de tuiles plates

La pose double est la façon la plus appropriée et la plus souple de couvrir un toit en utilisant la forme simple des tuiles plates.

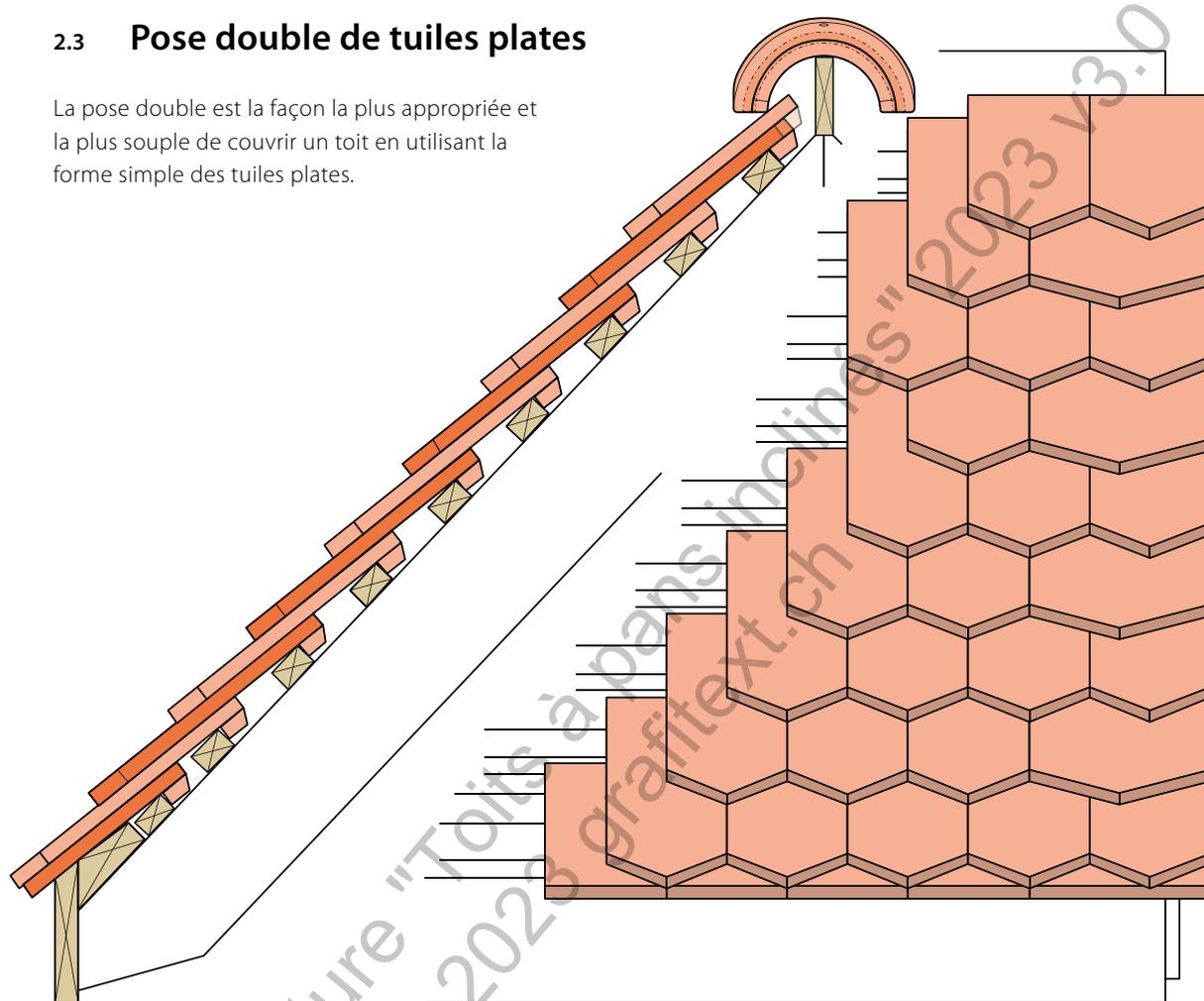


Fig. 3/215: Couverture en tuiles plates, pose double

### 2.3.1 Caractéristiques qualitatives d'un toit en tuile plates à pose double

Un toit en tuiles plates et pose double, réalisé dans les règles de l'art, se distingue par les caractéristiques d'exécution suivantes:

- Les joints des tuiles sont décalés l'un par rapport à l'autre de la demi-largeur d'une tuile normale.
- En tout point de la couverture, il y a au moins deux couches de tuiles l'une sur l'autre.
- Le recouvrement en hauteur est de 80 mm au moins.

### 2.3.2 Propriétés

#### Avantages

- Protection élevée contre les tempêtes.
- Faible pénétration de neige soufflée par le vent, de poussières, etc.
- Longue durée de vie car l'étanchement à l'aide de tavlons n'est pas nécessaire.

- Toutes les formes de toitures peuvent être réalisées avec la pose double de tuiles plates.
- Les noues de toit et les lucarnes peuvent également être réalisées sans tôle.

#### À noter

- Poids élevé dû aux grandes quantités de tuiles nécessaires.

### 2.3.3 Caractéristiques techniques

Pentes de toit ordinaires avec sous-couverture		
Pente mini- male du toit*	Exigences de la sous-couverture *voir S1/2.10.1	
≥ 30°	≈ 58 %	normale
≥ 25°	≈ 47 %	élevée
≥ 22°	≈ 40 %	extraordinaire
Perte de pente des tuiles couvertes ≈ 7,5° (≈ 13 %)		

### Noue en tuiles

La noue en tuiles utilise uniquement des tuiles plates et ne fait intervenir aucune pièce en tôle. On commence par réaliser la noue en tuile dans l'alignement du chevron de noue et on la raccorde à la surface du toit ensuite.

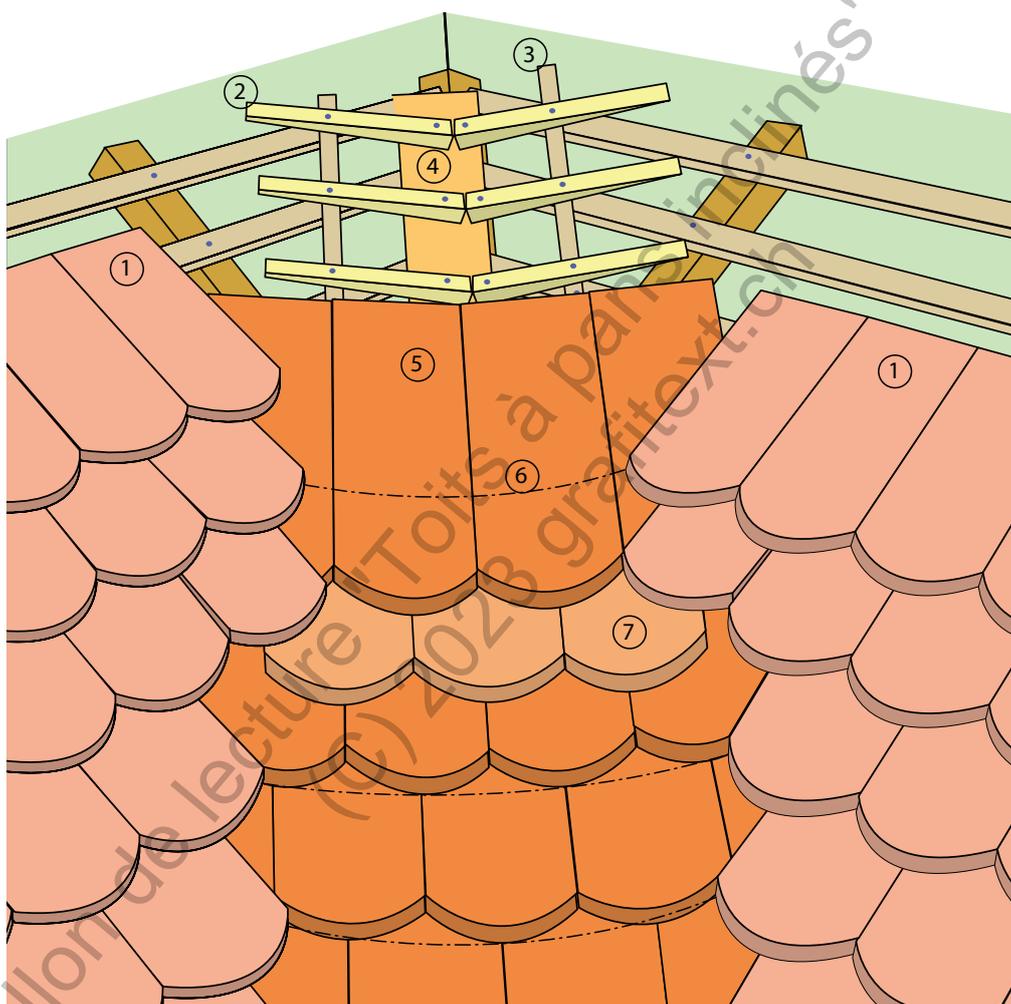


Fig. 3/228: Noue en tuiles dans la zone d'une rangée de liaison; tuile plate normale, pose double (1), coin (2), latte servant de support aux cales latérales en coin (3), planche de calage (4), rangée de tuiles de noue (5), arête inférieure de la rangée suivante (6), rangée de liaison avec pureau réduit (7)

### Dérivation de cheminée

La dérivation de cheminée partage l'eau affluent vers une cheminée et la renvoie sur les surfaces voisines du toit. L'exécution de la déversée sans raccords en tôle est comparable à celle de la noue en tuiles.

### 3 Couvertures en tuiles mécaniques et flamandes

Les différents fabricants offrent, à part les modèles de tuiles traditionnels tels que la tuile Jura, des modèles adaptés aux tendances de l'architecture. Il s'agit de tuiles telles que la tuile plate, Coppino, etc. Le développement de nouveaux modèles est souvent dicté par des impératifs techniques et économiques. Citons pour exemple la tuile coulissante utilisée pour les rénovations et la tuile Kronenkemper avec sa grande surface couvrante.

Nous ne décrivons pas ici en détail les produits des différents fabricants, mais présentons les bases de leur pose à l'aide des modèles de tuiles Jura, à pétrin et flamandes.

Les couvertures en tuiles mécaniques ou flamandes sont considérées comme des couvertures à pose simple. Les tuiles sont disposées les unes sur les autres en forme d'écaillés et les joints sont étanches à l'eau de pluie. Les premières tuiles mécaniques étaient munies d'un emboîtement à un seul joint qui n'écoulait pas suffisamment d'eau et provoquait des débordements. Pour cette raison, les nouveaux modèles ont été munis d'un emboîtement à double joint.

#### Taille et perçage des tuiles

Marteline et tas à tuile, meuleuse à disque, lunettes de protection et protection acoustique, perceuse et forets  
**Le diamètre du trou doit avoir 1 mm de plus que le diamètre du clou afin d'éviter des tensions**

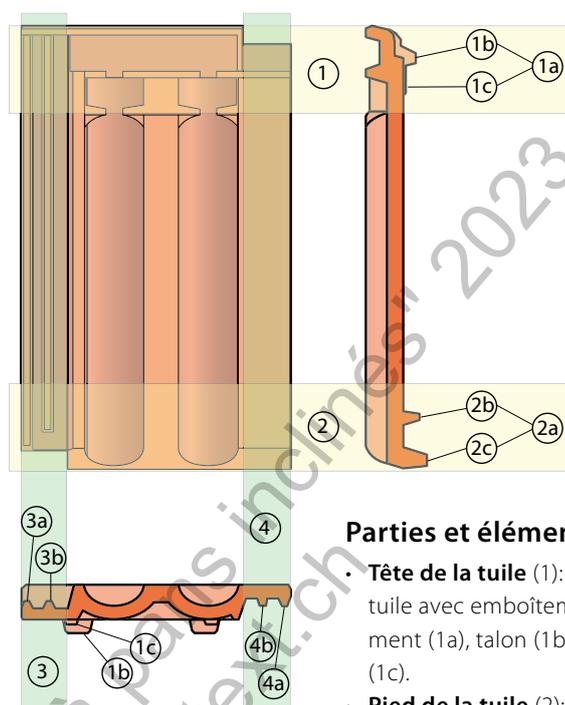


Fig. 3/301: Zones et éléments de la tuile

#### Parties et éléments de la tuile

- **Tête de la tuile (1):** Partie haute de la tuile avec emboîtement de recouvrement (1a), talon (1b) et nervure d'appui (1c).
- **Pied de la tuile (2):** Partie basse de la tuile avec emboîtement du coulisseau (2a), constitué de la nervure interne (2b) et de la nervure principale (2c).
- **Coulisseau (3):** Emboîtement latéral inférieur avec nervure principale (3a) et nervure interne (3b).
- **Recouvrement (4):** Emboîtement latéral supérieur avec nervure principale (4a) et nervure interne (4b).

#### Principales cotes

- **Longueur (l) (1)**  
Longueur totale de la tuile.
- **Pureau (Pu) (2)**  
Longueur totale moins le recouvrement en hauteur.
- **Largeur de la tuile (a) (3)**  
Largeur totale de la tuile.
- **Largeur du joint (fa) (4)**  
Recouvrement latéral ou largeur des emboîtements latéraux.
- **Ourne (Ou) (5)**  
Largeur totale moins la largeur du recouvrement latéral.
- **Épaisseur de tuile (z) (6)**  
Hauteur entre les arêtes inférieures des nervures d'appui de la tuile supérieure et de la tuile inférieure.

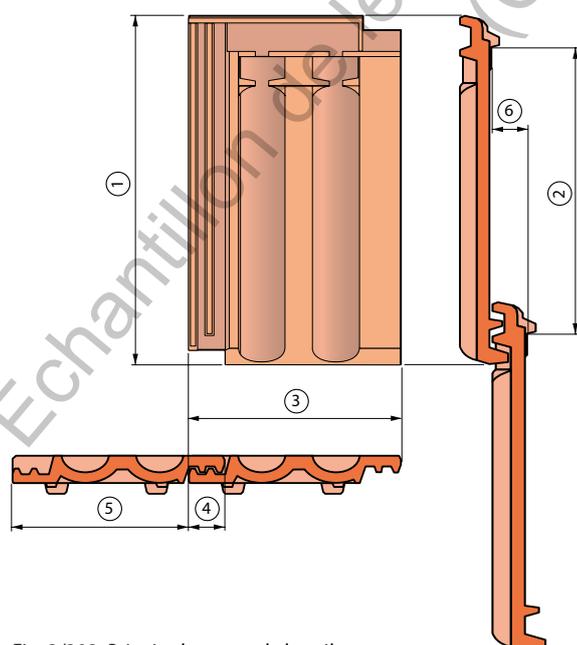


Fig. 3/302: Principales cotes de la tuile

### 3.1 Détermination du recouvrement

Les valeurs de recouvrement se trouvent dans les fiches techniques des tuiles correspondantes.

Comme il faut toujours compter avec des différences de cotes, on déterminera, lors de l'échantillonnage au limites de tolérance (max. ou min.), le pureau et l'ourne exacts des tuiles prévues pour le chantier.

#### 3.1.1 Détermination du pureau

Pour un chantier donné, on prélèvera donc 12 tuiles (24 pour les tuiles flamandes), si possible sur différentes palettes.

##### Disposition des tuiles

Aligner 12 tuiles en longueur et les emboîter de telle sorte qu'elles se recouvrent correctement. Les tuiles posées doivent former une ligne droite.

*Pour les tuiles flamandes, on alignera deux colonnes de tuiles l'une à côté de l'autre.*

##### Détermination du pureau maximum (Pu max.)

###### 1. Mesure de la longueur maximale (10 L max.)

Écarter les tuiles autant que possible et mesurer la distance obtenue sur 10 tuiles.

**Exemple:** 10 L max. = 3685 mm

###### 2. Moins une tolérance de 20 mm

Diviser ensuite le résultat par 10 pour obtenir le pureau maximum d'une tuile.

**Exemple:**

10 L max. = 3685 mm

- tolérance = - 20 mm

10 Pu max. = 3665 mm

###### 3. Calcul du Pu max.

10 Pu max. : 10 = Pu max.

**Exemple:** 3665 mm : 10 = 366,5 mm Pu max.

##### Détermination du pureau minimum (Pu min.)

###### 1. Mesure de la longueur minimale (10 L min.)

Presser les tuiles autant que possible les unes contre les autres et mesurer la distance obtenue sur 10 tuiles.

**Exemple:** 10 L min. = 3503 mm

###### 2. Plus une tolérance de 20 mm

Ajouter au pureau minimum obtenu pour 10 tuiles une tolérance de 20 mm pour compenser les erreurs de mesure.

Diviser ensuite le résultat par 10 pour obtenir le pureau minimum (Pu min.) d'une tuile.

**Exemple:**

10 L min. = 3503 mm

+ tolérance = + 20 mm

10 Pu min. = 3523 mm

###### 3. Calcul du Pu min.

10 Pu min. : 10 = Pu min.

**Exemple:** 3523 mm : 10 = 352,3 mm Pu min.

##### Détermination du pureau moyen (Pu moy.)

Le pureau moyen est la moyenne arithmétique entre le pureau maximum et le pureau minimum.

(Pu max. + Pu min.) : 2 = Pu moy.

**Exemple:** (366,5 + 352,3) : 2 = 359,4 mm Pu mit.

Fig. 3/304: Emboîtements de pied et de tête pour un Pu moy. (1), Pu min. (2), Pu max. (3)

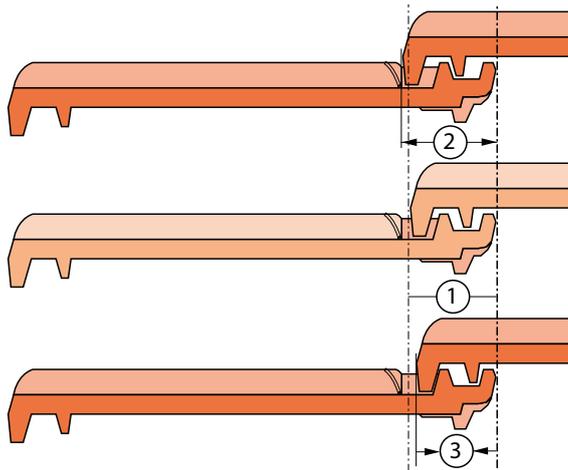
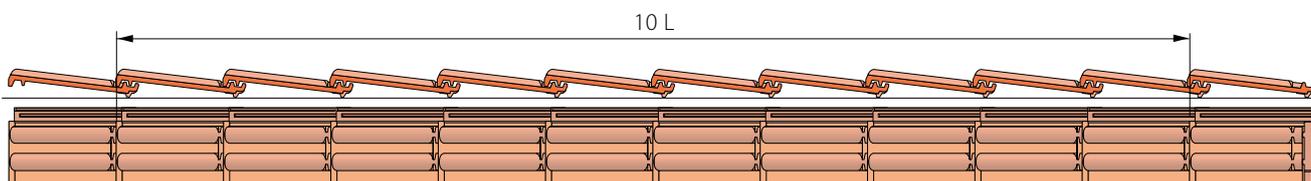


Fig. 3/303: Détermination du pureau: disposition des tuiles



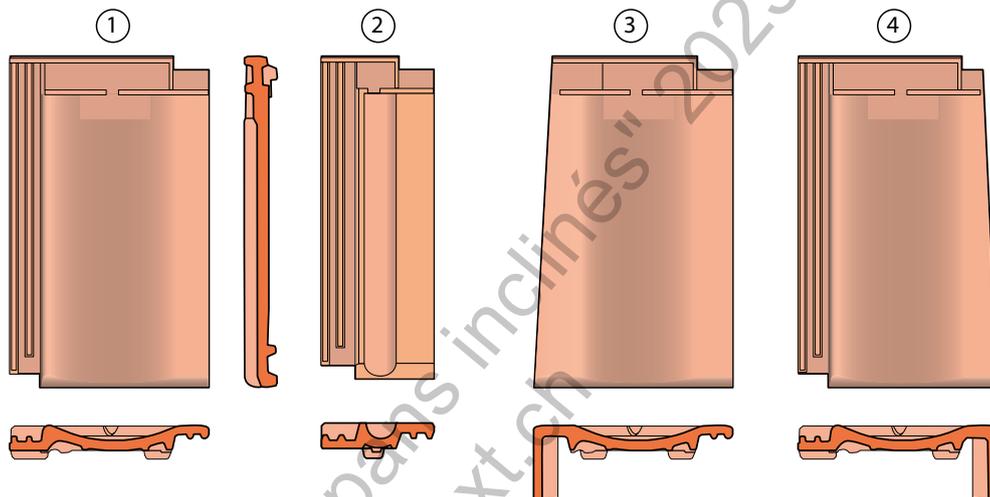
### 3.2.4 Couvertures en tuiles Jura

L'assortiment et les cotes diffèrent d'un fabricant à l'autre et sont à relever sur les fiches techniques

Fig. 3/308: Liste des matériaux pour la couverture en tuiles Jura

#### Tuile Jura (F):

- 1 Tuile normale (longueur 430 mm, largeur 260 mm, poids 3,3 kg)
  - 2 Demi-tuile (largeur 148 mm, Ou moy. 108 mm)
  - 3 Tuile virevent gauche (largeur 260 mm, Ou moy. 216 mm)
  - 4 Tuile virevent droite (largeur 260 mm)
- Tuile d'aération



#### Données pour la pose

- Lattes 24x48 mm (voir aussi S1/2.10.2)
- Clous 2,8x70 mm

### 3.2.5 Indications pour la pose

Il est recommandé de tracer des lignes toutes les 4 à 5 colonnes de tuiles. Ces lignes doivent être perpendiculaires aux lattes.

La pose des tuiles se fait de droite à gauche. Accrocher chaque tuile avec les deux talons sur la latte.

Lors de l'alignement sur les lignes tracées, répartir les différences uniformément sur les autres joints. Les joints des tuiles doivent être intacts et propres.

*Pour des raisons de protection contre les tempêtes, on pose les demi-tuiles aux raccords du toit dans la deuxième colonne.*

#### Coupe des lignes d'arêtiers et de noues

La ligne de coupe des tuiles peut se déterminer rationnellement en traçant une ligne au cordeau sur les tuiles posées, parallèlement à la future ligne de raccord. La marque pour le traçage se détermine en mesurant sur les tuiles deux ou trois fois l'ourne (Ou eff.) dans la direction du lattage.

Les morceaux de tuiles restants de la coupe à l'arêtier peuvent être utilisés en partie pour les raccords aux noues et inversement.

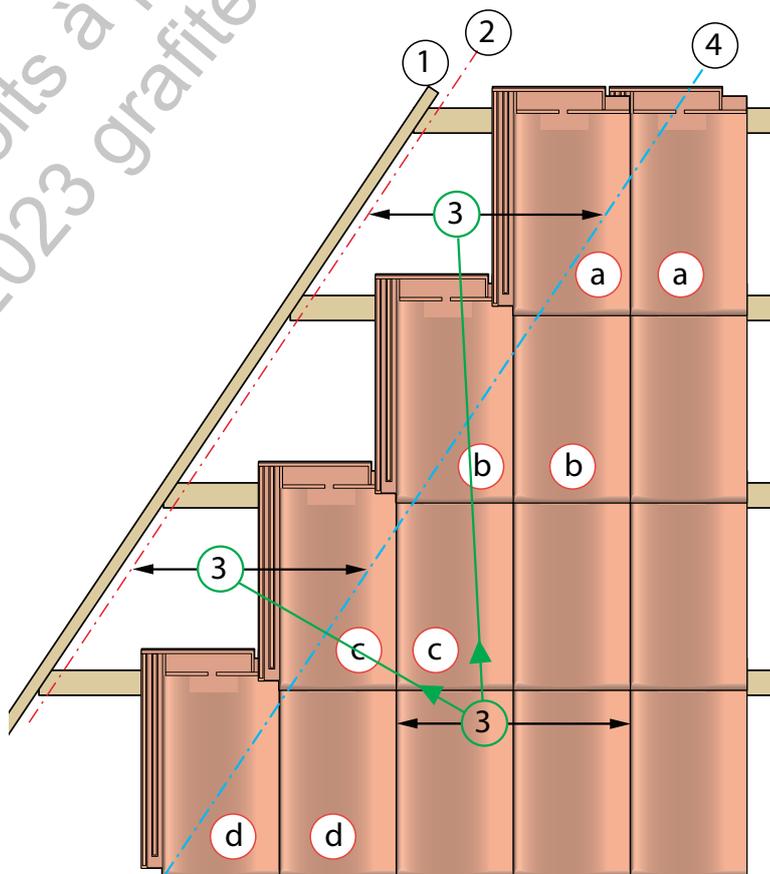


Fig. 3/309: Détermination de la ligne de coupe à l'arêtier. Cornier d'arêtier (1), ligne de raccord des tuiles (2), 2 x Ou eff. (3), ligne de coupe (4), les tuiles de raccord coupées (a, b, c, d) sont à déplacer sur la ligne de raccord et le vide est à combler à l'aide de 2 tuiles normales. Cette procédure peut être appliquée de façon analogue pour la noue.

## 4 Le toit en tuiles de couvent

Les premières tuiles de couvent ont été fabriquées au Moyen Âge par les moines cisterciens. Ce sont les Romains qui avaient apporté l'art de la fabrication des tuiles dans nos régions. Un art qui fut oublié pendant une longue période à la fin de l'empire romain. Il a fallu attendre la création de couvents pour le voir revivre.

Le modèle pour le développement du toit en tuiles de couvent est la couverture en tuiles romaines. Cette couverture comprenait une tuile plate (imbrex) recourbée aux bords latéraux et une tuile creuse (tegula) conique qui avait pour fonction de recouvrir les tuiles plates. Le progrès apporté par les tuiles de couvent consistait à fabriquer, à la place de deux tuiles différentes, deux tuiles presque identiques, appelées nonne et moine. La



Fig. 3/402: Toit en tuiles Coppi formées à la main

nonne est équipée d'un talon d'accrochage alors que le moine n'en a pas.

### Nonne et moine

La nonne désigne la tuile de la couche inférieure alors que le moine désigne la tuile qui recouvre les joints de poussée de la couche inférieure.

### Toit en tuiles de couvent et tuiles Coppi

La désignation de toit en tuile de couvent est la dénomination générale pour tous les toits recouverts de tuiles de ce type.

Ces toitures sont surtout répandues dans les pays méridionaux. La forme des tuiles utilisées est la même qu'il y a plusieurs siècles.

**La forme des tuiles détermine le nom donné à la couverture:**

Le toit en tuiles Coppi ne comprend qu'un seul type de tuiles, servant aussi bien de nonne que de moine. La forme conique de la tuile Coppi permet d'obtenir le recouvrement en hauteur nécessaire par simple pose des rangées les unes après les autres.

Les toits de couvents utilisent deux modèles de tuiles formées à la presse. La tuile inférieure (nonne) se fixe au lattage par le talon. Elle présente un contour rectangulaire et dispose sur le bord latéral d'encoches pour l'accrochage de la tuile supérieure (moine). Les tuiles supérieures recouvrent les joints situés entre les tuiles inférieures. Comme ces dernières ne sont pas coniques, le recouvrement horizontal est assuré par un rétrécissement de la tête de la tuile. Le fond façonné de l'extrémité de la tête sert à accrocher la tuile supérieure à la tuile inférieure et l'assure en plus contre le basculement de côté.

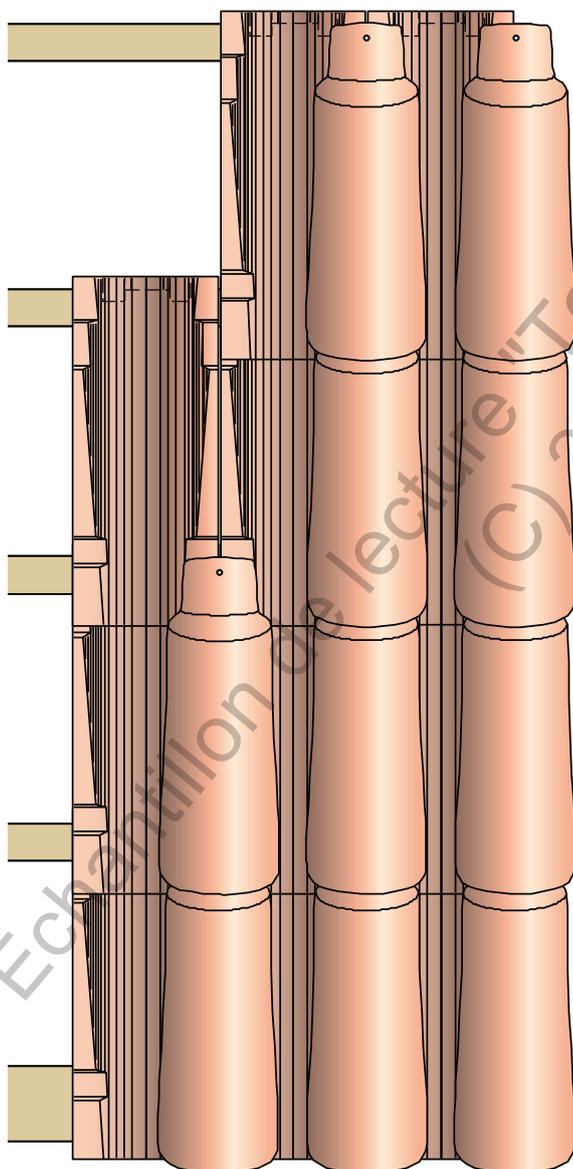


Fig. 3/401: Couverture en tuiles de couvent formées à la presse

La nécessité d'une ventilation suffisante du toit détermine la largeur et la grandeur des faîtières. Avec un cornier monté sur des supports en métal, on crée de la place pour l'aération, ce qui permet éventuellement de renoncer un «encastrement» pour les couvertures en tuiles plates (voir fig. 3/219).

### 5.1.2 Le cornier de faîte et d'arêtier

Toutes les arêtes du toit, telles que le faîte et l'arêtier, sont soumises de façon accrue aux forces des vents. Aussi, est-il nécessaire de poser les faîtières sur un support solide. Cette fonction est assurée par les corniers de faîte et d'arêtier.

*Les corniers doivent être installés verticalement sur la ligne de faîte ou d'arêtier!*

#### Cotes du cornier de faîte et d'arêtier

*L'arête supérieure des corniers doit supporter la faîtière mais sans la soulever.*

Le cornier aura une épaisseur au moins de 24 mm suffisante pour ne pas se fendre au moment du clouage et permettre sa **fixation résistant aux tempêtes** à la structure porteuse.

### Renforcement des corniers de faîte

Les corniers de faîte peuvent, par exemple, être fixés de la manière suivante:

- Avec des supports en métal. Leur hauteur est réglable et une seule dimension de latte convient à tous les toits.
- Le cornier de faîte est placé dans l'espace entre les contre-lattes et est fixé avec des clous insérés latéralement.
- Pour les contre-lattes coupées bout à bout, la pointe est aplatie afin de créer un appui.

### Consolidation des corniers d'arêtier

- Les corniers d'arêtier sont placés entre les deux contre-lattes parallèles à la ligne d'arête et fixées dans celles-ci. Le lattage doit être coupé contre le cornier, il donne un appui latéral au cornier d'arêtier.
- Avec des supports de cornier en métal.

### 5.2 Tuile faîtière conique

Les tuiles faîtières (Fi) de forme conique ou de forme demi-ovale à demi-ronde sont désignées par faîtières coniques. L'abréviation Fi est en général suivie de l'indication de la longueur de la tuile en cm telle que Fi 50, Fi 44 ou Fi 38.

*Grâce à sa forme simple, la faîtière conique convient à tous les modèles de tuiles de toitures.*

Du fait de leur forme conique, les tuiles faîtières coniques peuvent être posées en écailles les unes sur les autres.

#### Valeurs importantes du recouvrement

- Le recouvrement des tuiles faîtières coniques doit être de 60 mm au moins.
- Le trou pour le clouage doit être recouvert d'au moins 20 mm.

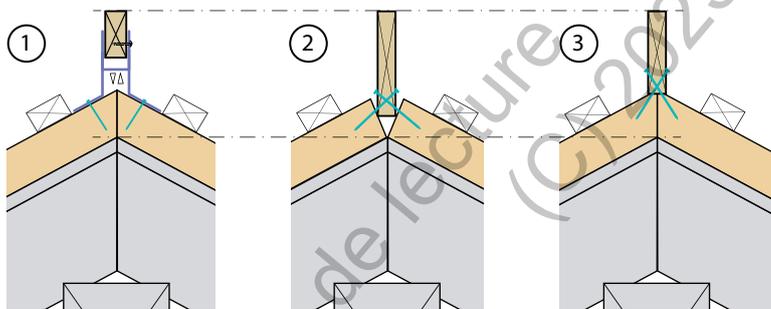


Fig. 3/502: Exemples de fixations résistant aux tempêtes du cornier de faîte; support de cornier en métal (1), cornier placé dans l'espace entre les contre-lattes (2), clouage oblique dans les contre-lattes avec pointe aplatie (3)

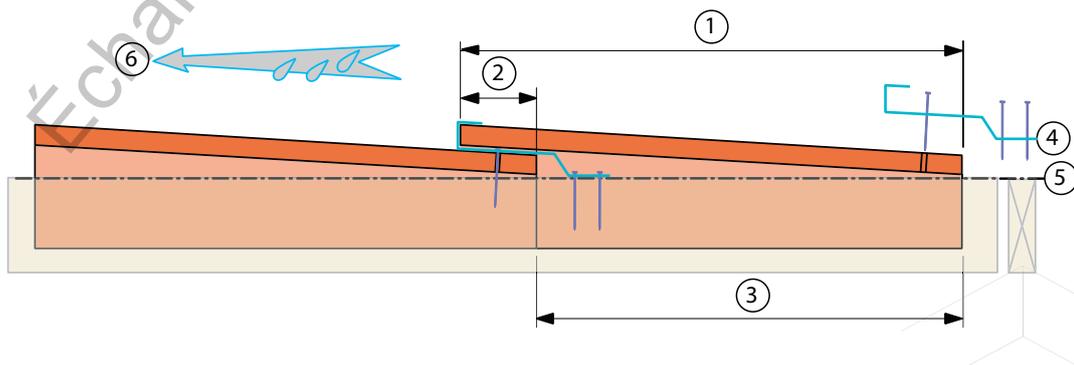


Fig. 3/503: Cotes de recouvrement des faîtières coniques; longueur de la faîtière (1), recouvrement (2), pureau (3), crochet de faîtière avec les clous (4), arête supérieure du cornier (5), direction du vent dominant (6)

## 6 Couvertures avec tuiles en béton

Les tuiles en béton sont des éléments de couverture fabriqués en ciment de qualité.

Nous décrivons ici les points essentiels de la couverture des toits avec cette tuile, sur la base des tuiles plates et profilées en béton.

La couverture en tuiles de béton se réalise en pose simple. Les tuiles sont posées en écaille les unes sur les autres. Leur étanchéité à la pluie est assurée par des joints à nervures.

Les tuiles en béton sont colorées dans la masse et traitées en surface. Elles sont livrables dans de nom-

Le diamètre du trou doit avoir 1 mm de plus que le diamètre du clou.

### Dénomination des parties principales de la tuile

Les différentes parties de la tuile en béton portent le même nom que les tuiles en terre cuite correspondantes.

### 6.1 Détermination du recouvrement

#### Détermination du pureau

Dû à son emboîtement spécial, la détermination du pureau, telle qu'elle est pratiquée pour la tuile en terre cuite, n'est pas nécessaire avec les tuiles en béton. Le pureau est déterminé par la pente du toit et se situe entre 312 et 340 (345) mm (voir les fiches techniques).

#### Détermination de l'ourne (largeur utile)

L'ourne des tuiles en béton a une valeur constante de 300 mm

Pour l'échantillonnage de la largeur du toit (LE), on prendra la largeur utile de la tuile en béton comme ourne effective (Ou eff.). Bien que ces tuiles possèdent une tolérance de +/- 0,5 mm, on ne doit pas en tenir compte pour l'échantillonnage.

**La largeur du toit doit être ajustée à la largeur de la tuile en béton. Elle ne peut être modifiée que par pas de 150 mm. L'assortiment comprend en plus des tuiles de demi-largeur.**

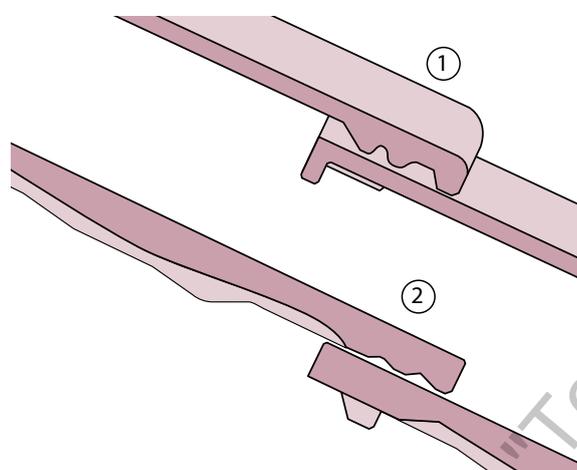


Fig. 3/601: Emboîtement de tête et de pied des tuiles en béton; tuile béton profilée (1), tuile béton plate (2)

breuses couleurs, ce qui permet de réaliser des toits qui se fondent harmonieusement dans l'environnement. Lors de la planification de la toiture, on prêtera une attention particulière à l'aération de la face intérieure des tuiles en béton. Celles-ci n'absorbant que très peu d'eau, il se forme facilement de l'eau de condensation sur leur face intérieure.

Les outils et accessoires ci-dessous sont nécessaires pour les différents travaux de couverture avec des tuiles en béton:

#### Réalisation du lattage et échantillonnage

Double mètre et crayon, équerre, cordon de traçage et poudre colorée, marteau et scie (évent. machines), poche à clous.

#### Taille et perçage des tuiles

Tronçonneuse à disque, lunettes de protection et protection acoustique, perceuse et forets en métal dur.

**Le travail des tuiles en béton doit être exécuté avec des machines. Utiliser l'équipement de protection individuelle pour travailler avec la meuleuse à disque!**

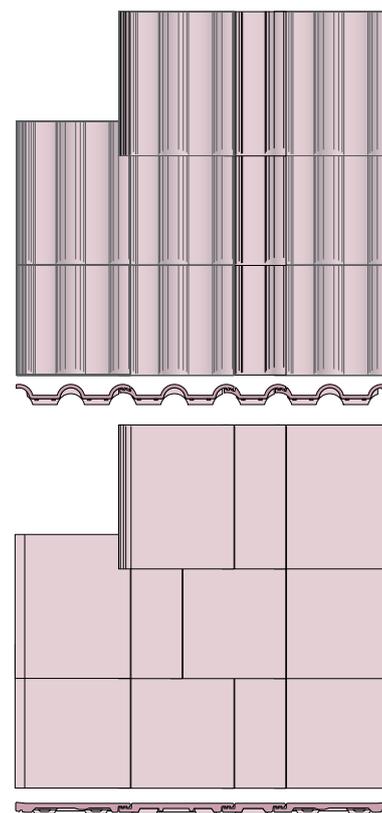


Fig. 3/602: Tuile béton profilée (en haut), tuile béton plate (à droite)

## Entaillage de la crémaillère

Pour les tuiles possédant des emboîtements de tête et de pied, poser provisoirement, de l'égout au faite, les tuiles de la colonne de rive. La forme simple de la tuile plate permet d'ajuster la crémaillère à chaque tuile. A cet effet, accrocher la tuile à sa latte et l'appuyer contre le virevent.

Pour découper la crémaillère, commencer par la première tuile du haut. Afin que la coupe reste ajustée individuellement pour chaque tuile, mettre les tuiles de côté de façon à ce qu'elles puissent être repérées et remises à la même position sur la crémaillère. L'arête supérieure de la tuile sert de ligne de repère pour l'entaillage de la crémaillère dans la planche.

**Pour que la tuile soit bien assise dans l'entaille, scier la planche avec un biais correspondant à l'épaisseur de coupe (voir fig. 3/706).**

Déterminer et marquer ensuite la ligne (voir fig. 3/707) où la tuile touchera l'arête extérieure du virevent(1). Découper exactement le bois le long de cette ligne à l'aide de la biseau que l'on tiendra horizontalement (2).

Selon le modèle de la tuile, il faut tailler en biais l'arête intérieure (3). Lors de la découpe du bois, veiller à ce que la tuile ne s'affaisse pas vers le bord de la rive et soit bien stable.

Une fois le profil ajusté, poser la tuile dont il faudra éventuellement éliminer le talon (4). Continuer de la même manière avec les tuiles suivantes.

Pour les tuiles plates, il n'est pas nécessaire de les poser, la baguette peut être découpée en continu, tuile par tuile.

Il est également possible de travailler avec une scie sauteuse au lieu d'une scie égoïne et d'une pontache. La lame de scie doit être inclinée en conséquence. Pour les tuiles flamandes, il faut tout de même effectuer une coupe supplémentaire avec la pontache.

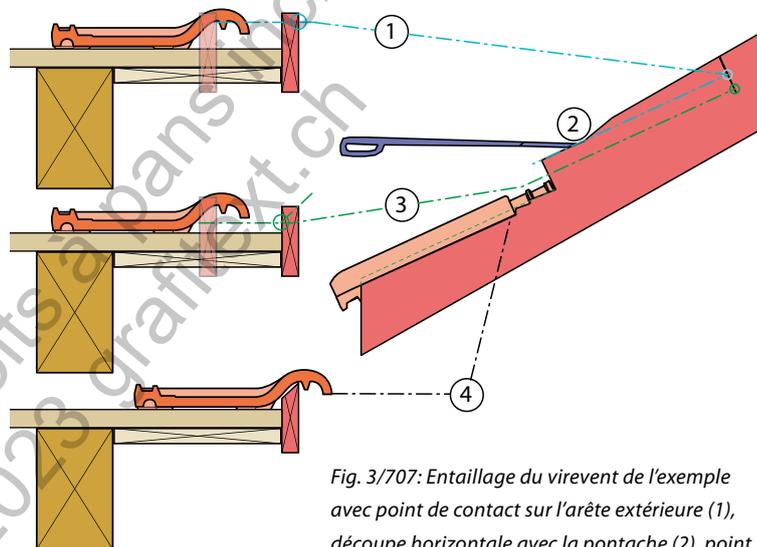


Fig. 3/707: Entaillage du virevent de l'exemple avec point de contact sur l'arête extérieure (1), découpe horizontale avec la pontache (2), point de contact sur l'arête intérieure et taille de biais (3), pose de la tuile (4)

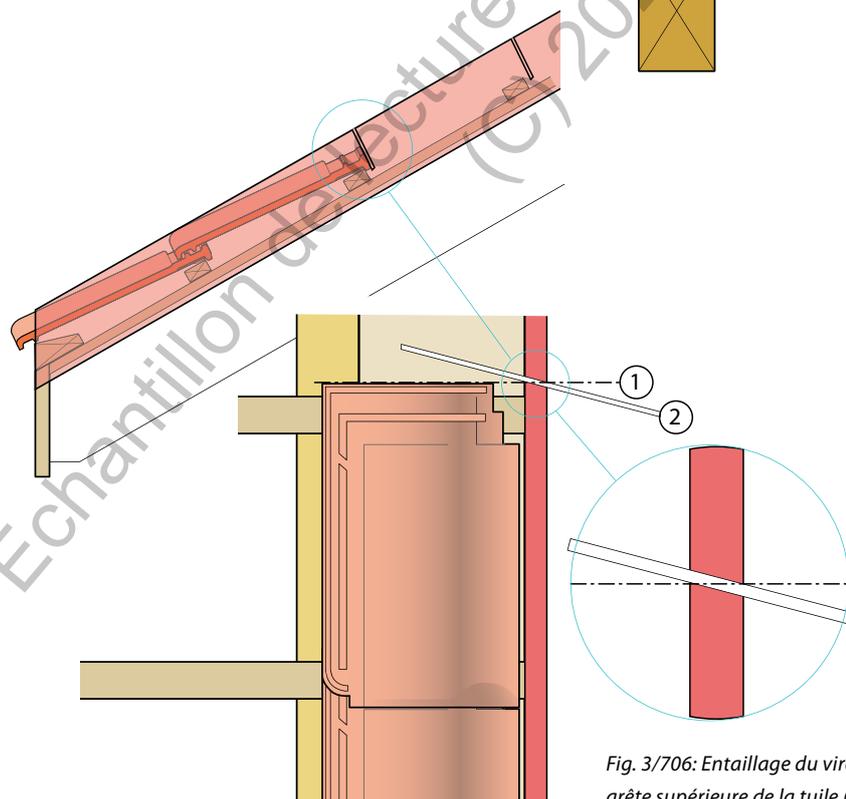


Fig. 3/706: Entaillage du virevent arête supérieure de la tuile (1), inclinaison de la scie (2)

de chéneau. Les précipitations doivent être évacuées latéralement avec une pente de  $\geq 0,5\%$ , par ex. dans un couloir à rigole. La quantité d'eau possible doit pouvoir s'écouler sans refoulement. Lors du passage dans le couloir, l'eau ne doit pas déborder sous la couverture.

La tôle de chéneau repose sur un support résistant à la compression avec une couche de séparation appropriée, le bord supérieur de la tôle se termine à 120 mm au-dessus de la couverture. La couverture recouvre la tôle de chéneau de 80 mm. La largeur du canal ouverte vers le haut ne doit pas être inférieure à 200 mm, mesurée horizontalement.

Une bande de solin doit empêcher la pénétration de l'eau et être placée de manière à ce que les vides d'aération soient suffisamment alimentés en air extérieur.

*Il est recommandé d'utiliser des pare-neige au-dessus de la tôle de chéneau afin d'éviter que le raccordement ne soit rempli par des glissements de neige.*

## 7.5 Raccord à la paroi supérieure

Lorsqu'une surface de toit est raccordée à une paroi supérieure, la transition couverture de toit/paroi est étanchée par des tôles. Celles-ci recouvrent la couverture au moins autant que le recouvrement des tuiles. Au mur, l'étanchéité est assurée par une bande de solin ou il est recouvert d'un revêtement mural. Pour exécuter raccord supérieur, il faut tenir compte des points suivants:

- Le raccord doit être imperméable à la pluie
- L'aération sous la couverture doit être garantie. Des tuiles d'aération supplémentaires sont éventuellement nécessaires.
- Le remplacement du matériau de couverture doit pouvoir se faire sans grandes difficultés.

← S1/2.8.3

OUVERTURES D'AÉRATION

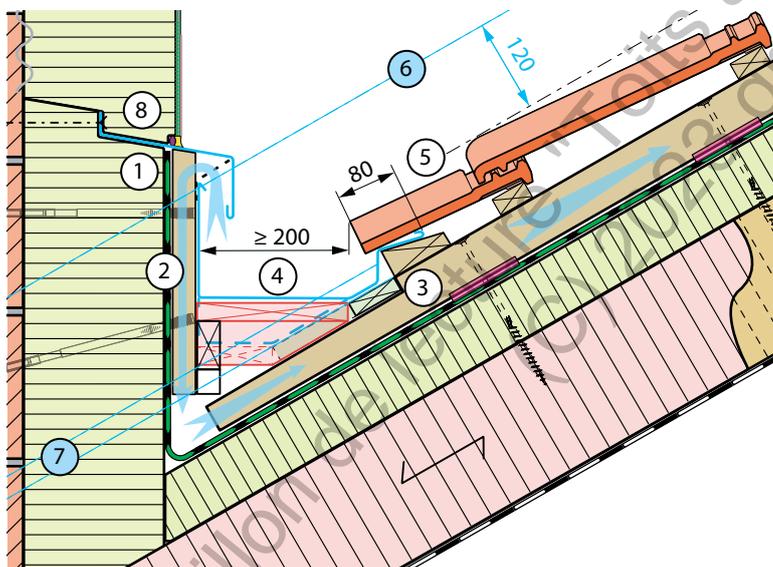


Fig. 3/720: Raccord à la paroi inférieure, coupe au sommet de la tôle de chéneau (exemple avec ETICS); Sous-couverture pour sollicitations élevées guidée jusqu'au bord inférieur de la tôle de raccord au mur (1), aération entre les lattes d'écartement (2), contre-latte (3) renforcée en bas de 24 mm pour l'appui de la planche de pente horizontale (rouge) et de la support côté toit (vert). Lattes d'appui pour planche de pente (rouge) placée dans la pente et vissée aux lattes d'écartement. Tôle de chéneau (bleu), largeur au point le plus haut (4), descendant avec une pente  $\geq 0,5\%$  jusqu'à la sortie dans un couloir à rigole. Couverture (5) et hauteur prescrite des bords supérieurs de la tôle (6). Hauteurs du couloir à rigole (7). ETICS avec joint mastic entre la tôle de raccord au mur et le crépi de fond (7)

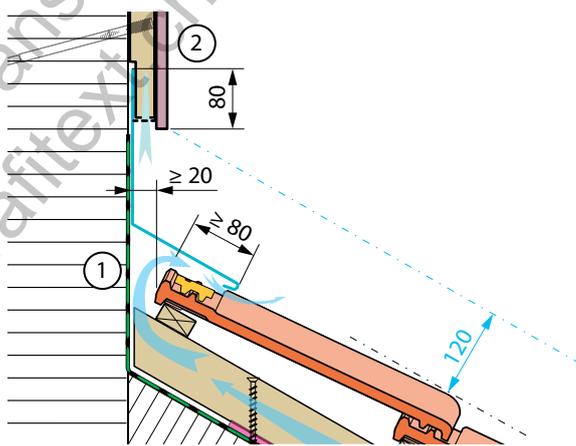


Fig. 3/721: Raccord à la paroi supérieure (exemple: système de toiture semi-ventilée); Lé de sous-couverture (1) remontés jusqu'en dessous de la tablette (bleu) (fixation selon les règles du métier, non représentée). Façade ventilée (2)

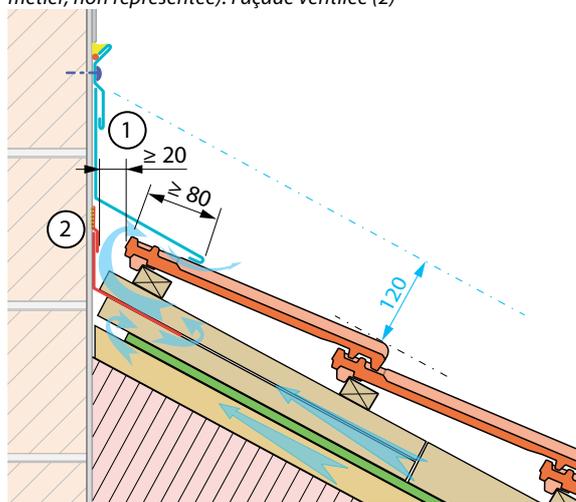


Fig. 3/722: Raccord à la paroi supérieure (exemple: système de toiture ventilée); Tablette et bande de solin (1) sur maçonnerie à double mur. Tôle, raccordée au mur de manière étanche à l'eau (2)

## 7.6 Abergements de métal

**Le plomb est toxique!** Au lieu des abergements de plomb, il faut souder des feuilles de 0,3 mm en cuivre, en zinc-titane ou en zinc de 0,6 mm. Ces abergements ne présentent aucun risque pour la santé et sont tout aussi faciles à travailler.

Les abergements brasées sur les tôles de raccordement permettent de fermer les ouvertures latérales des couvertures; les petits animaux, la pluie battante, la neige et le vent ne peuvent plus y pénétrer.

*Les abergements visibles doivent être de la même couleur que le matériau de couverture.*

Lors de la pose, ils pourront être enfoncés pour s'adapter exactement à la forme de la tuile. En cas de couverture pose double, les abergements ne doivent pas être visibles sur la face supérieure de la couverture.

### 7.6.1 Abergements pour les tôles de rive/couloir

#### La longueur des abergements:

*Longueur en cas de couverture pose double*  
= Pureau + 50 mm

*Longueur en cas de couverture pose simple*  
= longueur de l'élément de couverture

**La largeur des abergements** se calcule comme suit pour toutes les couvertures (pour un recouvrement sur la couverture de 60 mm):

*Largeur avant* = largeur de la brasure + 2 · épaisseur z de l'élément de couverture + 60 mm.

*Largeur arrière* = largeur de la brasure + 1 · épaisseur z de l'élément de couverture + 60 mm.

**Alignement et brasage:** les abergements sont alignées à l'arrière de la tête de l'élément de couverture et brasées sur la tôle.

### 7.6.2 Abergements pour les noues

Les tôles de noue simples doivent toujours être pourvues de abergements.

La découpe dépend du type de couverture et de l'angle de la noue. *Elles doivent recouvrir la surface de la tuile de raccordement de manière que l'eau ne puisse pas s'écouler derrière les abergements.*

*En cas de couverture pose double, les abergements sont intégrées de manière invisible et leur longueur doit être adaptée en conséquence.*

**Alignement et brasage:** Les abergements sont alignées en haut à la hauteur de la tête de tuile et brasées sur la tôle (*voir fig. 3/725*).

Fig. 3/723: Intégration invisible des abergements en cas de couverture pose double

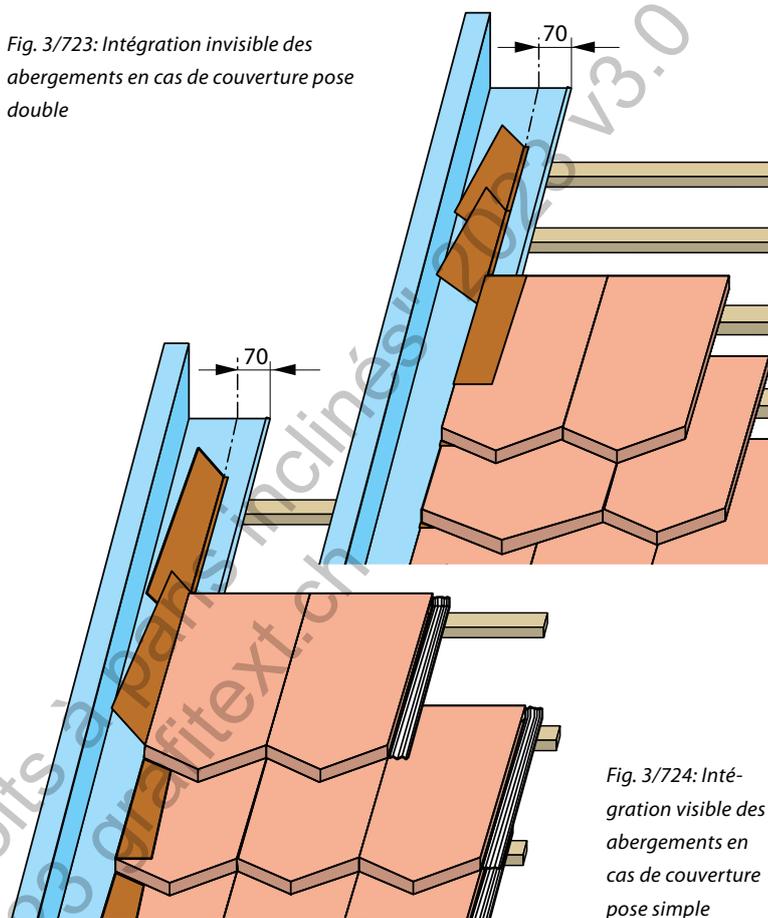


Fig. 3/724: Intégration visible des abergements en cas de couverture pose simple

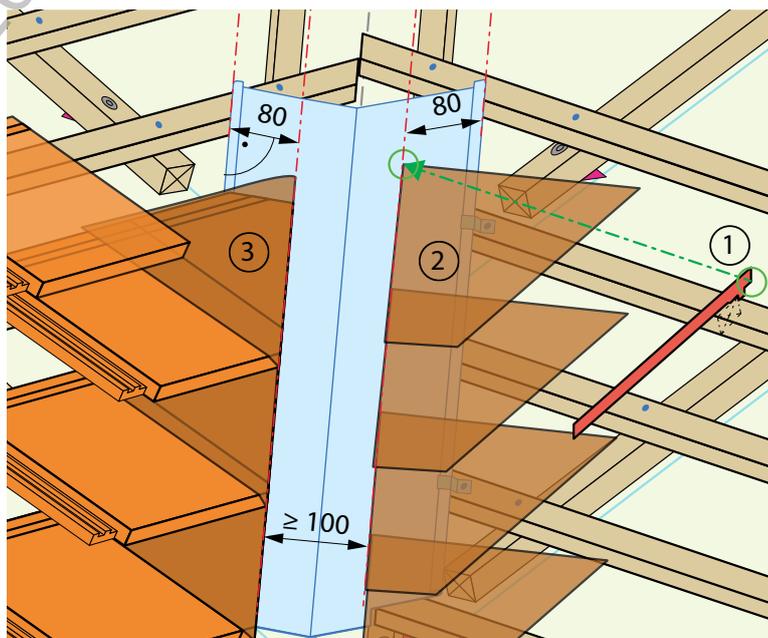


Fig. 3/725: Abergements (représentée en transparence) brasée sur une tôle de noue simple; alignement avec la tête de la tuile (1), brasée et prête à être encastrée (2), abergement intégré de manière visible et pressée avec précision contre la tuile (3)

## 8 Protection des tuiles contre la succion du vent

Pour les bords de toit (rive, faîte, arête), il est obligatoire de fixer les éléments de couverture de manière à les protéger contre les tempêtes. Sur la surface de la toiture, les tuiles (en terre cuite et en béton) sont accrochées aux lattes par les nez des tuiles et restent généralement sans fixation supplémentaire contre les effets de la tempête.

La plupart des dommages causés par les tempêtes sont dus à la succion du vent. **L'effet de succion est plus fort au niveau des zones périphériques (égout, rive, faîte, arête, noue et autour des structures de toit) que dans la surface de la toiture.**

Dans les bâtiments partiellement ouverts sans sous-couverture étanche au vent et dans les constructions de bordures de toit pas entièrement fermées, où le vent peut atteindre la face inférieure des tuiles par le bas, les tuiles sont soufflées par la pression du vent.

**Lors de la préparation des travaux, il faut calculer les actions possibles et déterminer les mesures de sécurité nécessaires pour les zones du toit.**

### 8.1 Effet de la succion du vent sur les tuiles

En cas de vent, une **poussée d'Archimède** se produit au-dessus des tuiles dans certaines zones du toit soumis à un courant d'air. Selon la durée d'action et la force du souffle (rafale), les effets sont différents pour les tuiles non fixées (observations tirées de la pratique):

- **Une courte et forte rafale** soulève les tuiles dans la zone (plus légère) du pied de la tuile, sans toutefois les déplacer. Le soulèvement provoque une compensation de pression et les tuiles retombent dans les emboîtements avec un bruit de claquement, il n'y a pas de dommage. Toutefois, si les tuiles ne sont que légèrement déplacées, elles restent en place et offrent une surface d'attaque au vent. Cette situation dangereuse doit être corrigée immédiatement lors d'un contrôle du toit.
- **Une forte et longue rafale** soulève fortement plusieurs tuiles, le vent qui s'engouffre dans la tuile se dirige vers leur face inférieure et arrache une ou plusieurs tuiles, qui peuvent causer d'autres dommages en «atterrissant».

**Dès qu'il manque des tuiles, la succion du vent agit sur la sous-couverture, qui doit être résistante en conséquence et ne peut être empêchée de «s'envoler» que par un ancrage suffisant des contre-lattes.**

Si la couverture est fixée aux lattes du toit (agrafée, clouée, vissée), les ancrages des lattes doivent également pouvoir résister à la force de la succion du vent; utiliser éventuellement des clous cannelés ou des vis.

### 8.2 Fixation intérieure avec des crochets de fil

Les crochets intérieurs pour tuiles à emboîtement sont en d'acier inoxydable et certifiée pour une utilisation avec la couverture indiquée. Le nombre de crochets nécessaires est déterminé par les calculs et peut varier selon les zones du toit. Le schéma de pose correspondant doit être respecté.

S'il y a trop peu de jeu entre l'emboîtement d'eau et l'emboîtement de couverture, par exemple, si Ou eff. > Ou mit. ou si les emboîtements sont généralement trop étroits, les crochets soulèvent l'emboîtement de couverture, ce qui peut entraîner des problèmes esthétiques et des fuites.

#### Pose de la couverture

La pose des crochets s'effectue pendant la pose des tuiles. Un toit déjà couvert peut être fixé ultérieurement en «changer de position des tuiles»: Sur la rive droite, il faut retirer la 2<sup>e</sup> et la 3<sup>e</sup> rangée de tuiles et les entreposer entre-temps pour les placer sur la rive gauche. Les crochets peuvent maintenant être posés et les tuiles prélevées à gauche peuvent être recouvertes.

Chaque crochet est accroché à la latte (**voir fig. 3/801**) et accrochée latéralement à la nervure principale de la tuile située au-dessus. Il existe également des crochets à planter dans la latte.

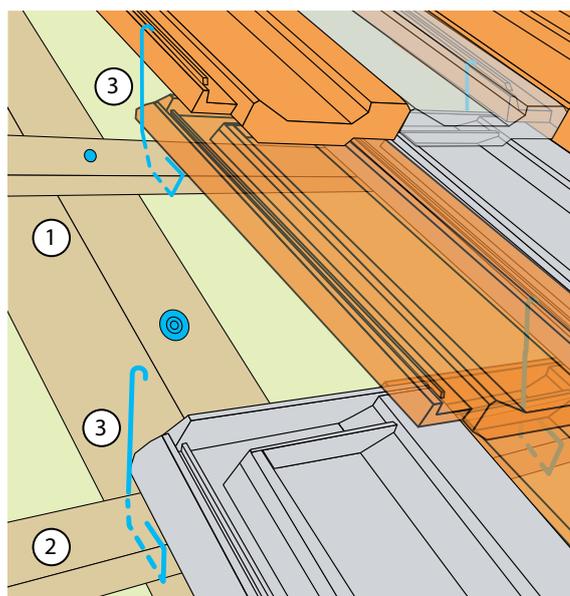


Fig. 3/801: Sécurité anti-tempête des tuiles à emboîtement (représentée partiellement en transparence); contre-latte avec vis à tête plate (1), lattage (2), crochets intérieurs pour accrochage au lattage (3). Exemple montrant la fixation d'une tuile sur deux à la nervure principale de la tuile

# Couvertures en ardoises fibres-ciment et naturelles

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Ardoises en fibres-ciment, généralités</b>	<b>217</b>
<b>1.1</b>	<b>Systèmes de couverture</b>	<b>217</b>
1.1.1	Couvertures en ardoises en fibres-ciment à pose double	217
1.1.2	Couverture avec ardoises en fibres-ciment à pose simple	218
<b>1.2</b>	<b>Zones géographiques pour les ardoises en fibres-ciment</b>	<b>218</b>
<b>1.3</b>	<b>Recouvrement et pente du toit</b>	<b>218</b>
<b>1.4</b>	<b>Stockage avant la pose</b>	<b>218</b>
<b>1.5</b>	<b>Prévention des accidents</b>	<b>219</b>
<b>1.6</b>	<b>Outils pour le travail des ardoises en fibres-ciment</b>	<b>219</b>
<b>1.7</b>	<b>Support de pose</b>	<b>219</b>
<b>1.8</b>	<b>Matériel de fixation</b>	<b>220</b>
1.8.1	Crochets d'ardoises à enfoncer	220
1.8.2	Clous à ardoises	220
<b>2</b>	<b>Pose double d'ardoises en fibres-ciment</b>	<b>221</b>
<b>2.1</b>	<b>Prescriptions de pose double</b>	<b>221</b>
2.1.1	Fixations de surface	221
<b>2.2</b>	<b>Échantillonnage de la longueur de chevron</b>	<b>222</b>
2.2.1	Préparation de l'échantillonnage de la longueur de chevron	222
2.2.2	Détermination de la distance DE sur le chantier	224
2.2.3	Détermination de la distance DE par le calcul	224
2.2.4	Détermination de la distance DF	224
2.2.5	Longueur d'échantillonnage (LR) du chevron	225
2.2.6	Exemple d'échantillonnage de la longueur du chevron	225
<b>2.3</b>	<b>Échantillonnage de la largeur du toit (niveau du matériau de couverture)</b>	<b>226</b>

2.3.1	Préparation de l'échantillonnage de la largeur du toit	226
2.3.2	Compensation du décalage latéral des rangées	227
2.3.3	Détermination des distances DG, DD et largeur d'échantillonnage LA	228
2.3.4	Exemple d'échantillonnage de la largeur du toit	228
2.3.5	Exemple d'échantillonnage de la largeur du toit avec distance excédentaire	229
<b>2.4</b>	<b>Pose de la couverture double</b>	<b>230</b>
<b>3</b>	<b>Pose horizontale d'ardoises en fibres-ciment</b>	<b>231</b>
<b>3.1</b>	<b>Prescriptions de pose, couverture horizontale</b>	<b>231</b>
3.1.1	Fixation	231
<b>3.2</b>	<b>Échantillonnage de la longueur de chevron</b>	<b>231</b>
3.2.1	Préparation de l'échantillonnage de la longueur de chevron	232
3.2.2	Détermination pratique de la distance DE sur le chantier	232
3.2.3	Détermination de la distance DE par le calcul	232
3.2.4	Détermination de la distance DF	233
3.2.5	Longueur d'échantillonnage (LR) du chevron	233
3.2.6	Exemple d'échantillonnage de la longueur du chevron	233
<b>3.3</b>	<b>Échantillonnage de la largeur du toit (niveau du matériau de couverture)</b>	<b>234</b>
3.3.1	Préparation du traçage diagonal	234
3.3.2	Premier coup de cordeau	235
<b>3.4</b>	<b>Pose de la couverture horizontale</b>	<b>236</b>
<b>4</b>	<b>Pose façon bardeaux avec ardoises en fibres-ciment</b>	<b>237</b>
<b>4.1</b>	<b>Traçage horizontal</b>	<b>237</b>
<b>4.2</b>	<b>Traçage diagonal</b>	<b>238</b>
<b>4.3</b>	<b>Pose</b>	<b>238</b>
<b>4.4</b>	<b>Raccords du toit</b>	<b>238</b>
<b>5</b>	<b>Raccords du toit avec ardoises en fibres-ciment</b>	<b>239</b>
<b>5.1</b>	<b>Façon à l'égout</b>	<b>239</b>
5.1.1	Débordement de l'ardoise sur la chanlatte	239
<b>5.2</b>	<b>Raccord au faite</b>	<b>240</b>
<b>5.3</b>	<b>Exécution de la rive</b>	<b>240</b>
5.3.1	Rive avec ardoises débordantes	241
5.3.2	Bordure de rive avec ardoises de toiture débordantes	241
5.3.3	Bordure de rive et ardoises de toitures coupées en même temps	242
5.3.4	Ardoises de toiture et de façade coupées en même temps	242
5.3.5	Rive avec tôle de rive	242
<b>5.4</b>	<b>Raccords latéraux</b>	<b>244</b>
5.4.1	Raccord latéral avec noquets	244
5.4.2	Couloirs	245
<b>5.5</b>	<b>Raccord à l'arêtier</b>	<b>245</b>
5.5.1	Arêtier aéré	245
5.5.2	Arêtier non aéré	245
5.5.3	Arêtier à la française	246
<b>5.6</b>	<b>Raccord à la noue</b>	<b>246</b>
5.6.1	Raccord à la noue en tôle	246
5.6.2	Noue couverte en ardoises	247
<b>5.7</b>	<b>Brisure</b>	<b>248</b>
5.7.1	Brisure avec tablette métallique	248

5.7.2	Brisure à pose couronnée	248
<b>5.8</b>	<b>Formes de toitures rondes et incurvées</b>	<b>248</b>
<b>6</b>	<b>Couverture du faîte et de l'arêtier en bardeli</b>	<b>249</b>
<b>6.1</b>	<b>Prescriptions de pose avec bardeli</b>	<b>249</b>
<b>6.2</b>	<b>Support de pose du faîte en bardeli</b>	<b>250</b>
6.2.1	Support de pose du faîte en bardeli aéré	250
6.2.2	Support de pose du faîte en bardeli aéré pour régions à fort enneigement	251
<b>6.3</b>	<b>Support de pose de l'arêtier en bardeli</b>	<b>252</b>
6.3.1	Support de pose de l'arêtier en bardeli aéré	252
6.3.2	Support de pose de l'arêtier en bardeli aéré pour régions à fort enneigement	252
<b>6.4</b>	<b>Échantillonnage de la longueur du faîte ou de l'arêtier</b>	<b>253</b>
6.4.1	Échantillonnage de la longueur du faîte en bardeli	253
6.4.2	Échantillonnage de l'arêtier en bardeli	253
<b>6.5</b>	<b>Pose des ardoises bardeli</b>	<b>254</b>
6.5.1	Début du faîte	254
6.5.2	Début de l'arêtier	254
6.5.3	Rangées normales	254
6.5.4	Fin de l'arêtier	254
6.5.5	Raccord arêtier faîte	254
<b>7</b>	<b>Couvertures de faîte et d'arêtier avec faitières tronconiques</b>	<b>255</b>
<b>7.1</b>	<b>Support de pose des faitières tronconiques</b>	<b>255</b>
<b>7.2</b>	<b>Données d'échantillonnage et liste des matériaux pour les faitières tronconiques</b>	<b>255</b>
<b>7.3</b>	<b>Répartition des faitières sur le faîte et l'arête</b>	<b>256</b>
<b>7.4</b>	<b>Pose des faitières tronconiques</b>	<b>256</b>
<b>8</b>	<b>Couverture en ardoises naturelles</b>	<b>257</b>
<b>8.1</b>	<b>Généralités sur l'ardoise naturelle</b>	<b>257</b>
<b>8.2</b>	<b>Systèmes de couverture</b>	<b>258</b>
8.2.1	Couverture à pose double	258
8.2.2	Couverture à pose simple	258
<b>8.3</b>	<b>Domaine d'application géographique des ardoises</b>	<b>259</b>
<b>8.4</b>	<b>Recouvrement et pente du toit</b>	<b>259</b>
<b>8.5</b>	<b>Entreposage préalable</b>	<b>259</b>
<b>8.6</b>	<b>Les outils de l'ardoisier</b>	<b>259</b>
<b>8.7</b>	<b>Support de pose pour ardoises</b>	<b>260</b>
8.7.1	Lattage	260
8.7.2	Lambrissage en planches	260
8.7.3	Profilés métalliques	260
<b>8.8</b>	<b>Fixation</b>	<b>261</b>
8.8.1	Crochets d'ardoise	261
8.8.2	Clous d'ardoises	262
<b>8.9</b>	<b>Échantillonnage du toit pour la pose double</b>	<b>262</b>
8.9.1	Échantillonnage du pied du toit (cote DE)	262
<b>8.10</b>	<b>Pose double de la couverture accrochée</b>	<b>263</b>
<b>8.11</b>	<b>Raccords et bordures des couvertures à pose double</b>	<b>263</b>
8.11.1	Noues	263
<b>8.12</b>	<b>Couverture du faîte et de l'arêtier à pose double</b>	<b>264</b>

<b>9</b>	<b>Couvertures en plaques de fibres-ciment de grand format</b>	<b>265</b>
<b>9.1</b>	<b>Caractéristiques techniques des plaques Integral Plan</b>	<b>265</b>
9.1.1	Sous-construction	265
<b>9.2</b>	<b>Support de pose Integral Plan</b>	<b>265</b>
<b>9.3</b>	<b>Pose de la couverture</b>	<b>266</b>
9.3.1	Fixation	266
9.3.2	Coupe des plaques	266
<b>9.4</b>	<b>Raccords et bordures avec les plaques Integral Plan</b>	<b>267</b>
9.4.1	Plaques de raccordement	267
9.4.2	Égout	267
9.4.3	Rive	267
9.4.4	Faîte avec gouttière	268
9.4.5	Raccord à la paroi supérieure	268
9.4.6	Pénétrations dans le toit	268

Échantillon de lecture "Toits à pans inclinés" 2023 v3.0  
(C) 2023 grafitext.ch

**Auteur**  
Peter Stoller

**Sources d'illustrations**  
M. Baur: 4/516, 519, 520, 522, 807, 808, 809, 810  
Eternit (Suisse) SA: 4/901  
P. Stoller: Autres

# 1 Ardoises en fibres-ciment, généralités

**Remarque:** Les informations données dans les chapitres S4/1 à 8 se réfèrent aux produits de l'entreprise Eternit (Suisse) SA. Dans ce manuel, seuls les formats nécessaires à l'explication des différents types de couvertures sont listés. Les assortiments complets, les gammes de couleurs et les instructions de pose peuvent être consultés sur le site Internet du fabricant. Au lieu de l'ajout du terme «ardoise», qui désigne une roche constituée de fines couches, nous utiliserons dans la suite du texte le terme «ardoise en fibres-ciment».

Les ardoises en fibres-ciment permettent de réaliser des couvertures légères et durables. Grâce au clouage, elles sont également résistantes aux tempêtes. Le grand choix de types de pose, de formats et de couleurs permet d'adapter au mieux la couverture au style du bâtiment et au paysage de toiture environnant.

## Désignations des grandeurs

Tous les formats d'ardoises en fibres-ciment sont désignés selon le même schéma (à partir du 01.01.2012):

- 1<sup>e</sup> nombre = largeur de l'ardoise en mm,
- 2<sup>e</sup> nombre = hauteur de l'ardoise en mm.

## 1.1 Systèmes de couverture

Les ardoises en fibres-ciment peuvent être à pose simple ou double.

### 1.1.1 Couvertures en ardoises en fibres-ciment à pose double

#### Pose double

Dans la pose double, chaque rangée d'ardoises est recouverte par l'après-suyvante rangée de la valeur du recouvrement en hauteur. Horizontalement, la largeur du joint entre les ardoises doit permettre d'enfoncer un crochet. Chaque rangée est décalée d'une demi-ardoise par rapport à la rangée suivante.

#### Pose en losange

La pose double en losange est très semblable à la pose double décrite précédemment. Lorsque les angles des ardoises visibles sont fortement épaulés, il en résulte un aspect de losanges. Comme dans la pose double, tout point de la couverture est protégé par au moins deux couches de matériau, sauf dans une petite zone située sous les crochets, où l'absence de l'angle ne laisse subsister qu'une seule couche.

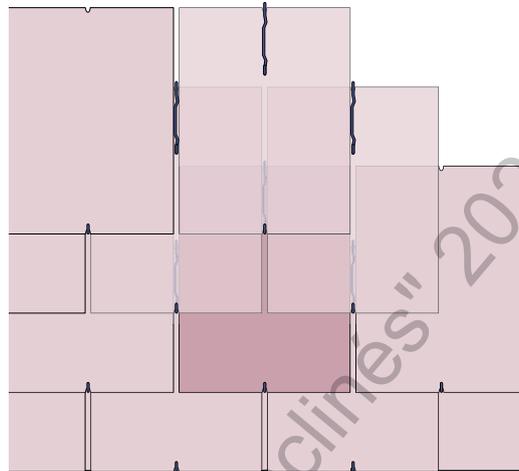


Fig. 4/101: Couverture avec ardoises en fibres-ciment à pose double

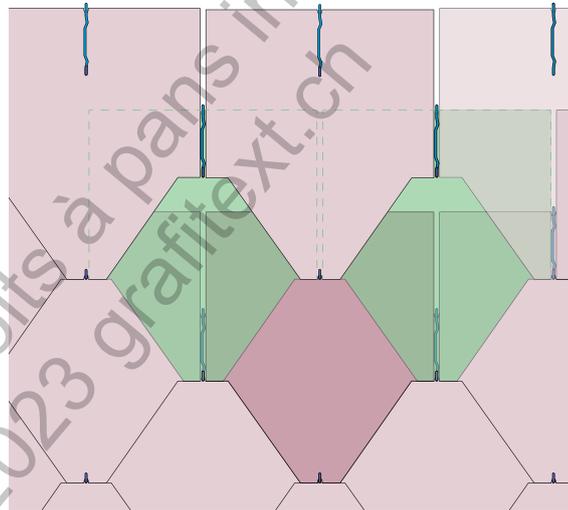


Fig. 4/102: Couverture avec ardoises en fibres-ciment à pose en losange

#### Pose façon bardeaux

La pose façon bardeaux (Eternit SA) est semblable à celle d'une pose simple, mais les ardoises se recouvrent doublement latéralement. Chaque ardoise est recouverte par l'après-prochaine de la valeur du recouvrement latéral.

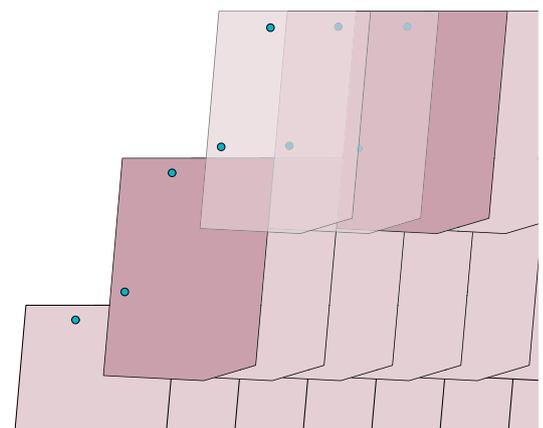


Fig. 4/103: Pose façon bardeaux

### 1.1.2 Couverture avec ardoises en fibres-ciment à pose simple

#### Pose horizontale

Dans la pose horizontale, dite aussi «pose simple», la rangée supérieure recouvre la rangée inférieure du recouvrement en hauteur. Latéralement, chaque ardoise est recouverte de la valeur du recouvrement latéral.



Fig. 4/104: Pose horizontale avec ardoises en fibres-ciment

### 1.2 Zones géographiques pour les ardoises en fibres-ciment

Les différents systèmes de pose avec ardoises en fibres-ciment confèrent à la couverture des résistances inégales à la pression.

*L'altitude de référence est déterminante pour le domaine d'application d'une couverture en ardoises fibres-ciment!*

### 1.3 Recouvrement et pente du toit

Le recouvrement sur les toits en ardoises en fibres-ciment est déterminé par l'effet de capillarité de l'eau entre les ardoises se recouvrant. Plus la pente d'un toit est faible, plus l'eau capillaire remonte entre les ardoises. *Pour obtenir une couverture étanche, il faut respecter les recouvrements minimaux et les pentes minimales du toit indiquées dans les prescriptions de pose correspondantes.*

### Pentes minimales du toit

*Les pentes du toit indiquées se réfèrent à un système de toiture avec sous-couverture pour sollicitations normales. Détermination du niveau de sollicitation des sous-couvertures voir S1/2.7.1*

Lorsque les conditions constructives ou locales l'exigent (par exemple, en cas d'absence de sous-couverture, de longueurs de chevrons supérieures à 8 m, de fréquents vents violents ou de formation possible d'eau de refoulement) la pente du toit devra être augmentée en conséquence.

### 1.4 Stockage avant la pose

*Les ardoises en fibres-ciment doivent être stockées dans un endroit sec.*

Sur le chantier, on les protégera de la pluie et de la saleté. On veillera en particulier à l'eau de condensation pouvant se former sous des bâches ou des feuilles mal aérées!

*Les ardoises en fibres-ciment stockées sur des palettes trempées se couvrent, comme tous les produits en ciment, de taches blanches par efflorescence. Ces taches ne s'éliminent pas ou que très lentement sur le toit.*

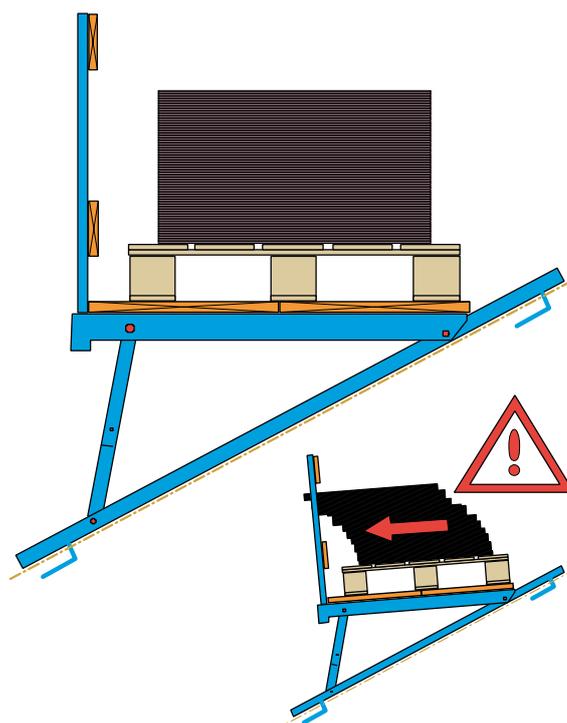


Fig. 4/105: Pile d'ardoises sur le toit

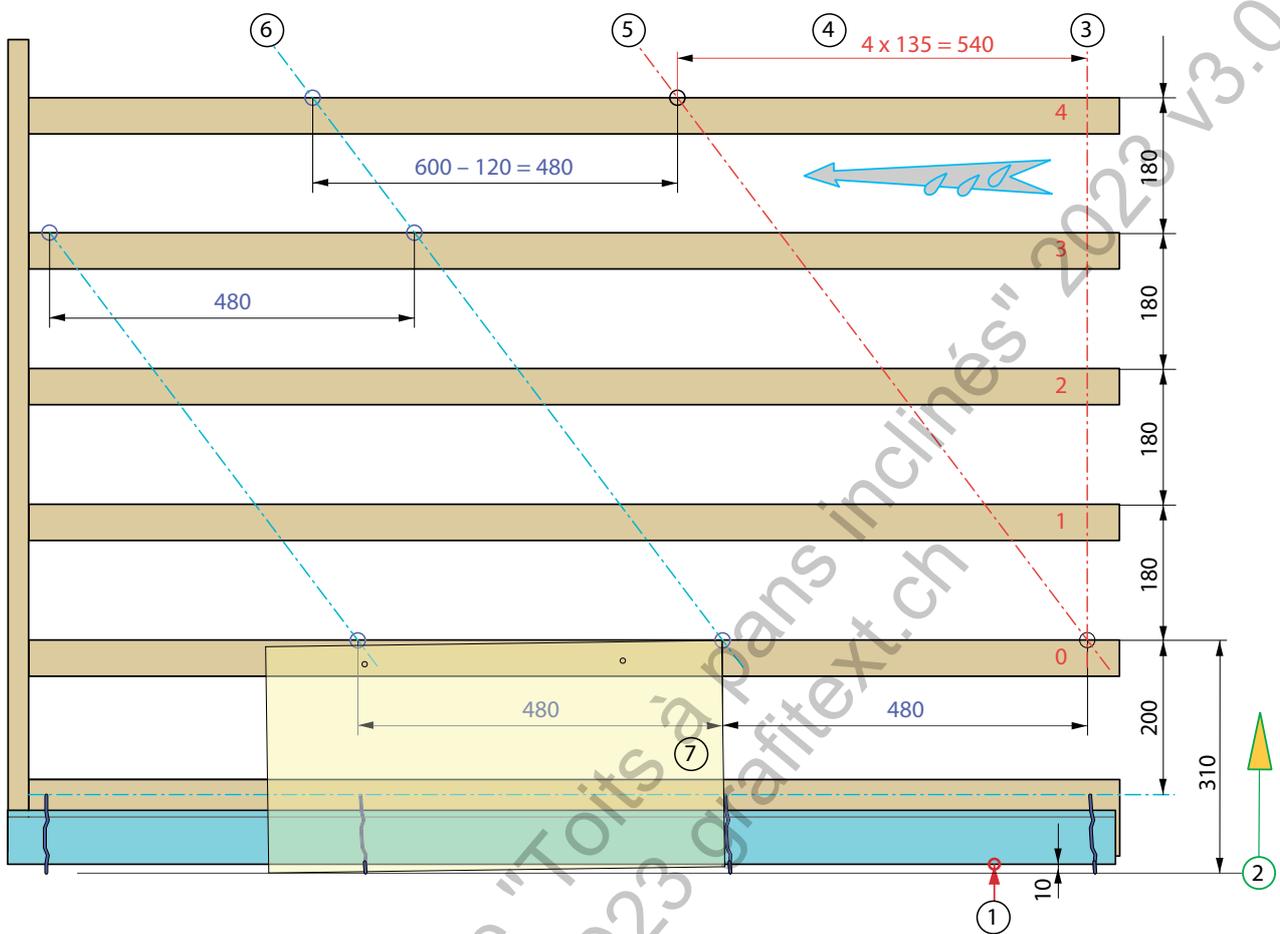


Fig. 4/307: Traçage des lattes et traçage diagonal pour la pose horizontale (exemple format 600x300 mm, recouvrement 120 mm); PE (1), point de départ du traçage sur les lattes (2), trait carré et numérotation des lattes (3), déduction de la cote E (4), observer la direction des vents dominants et le premier coup de cordeau (5), autres coups de cordeau obliques (6), déterminer le point d'enfoncement du crochet d'égout (7)

### 3.3.2 Premier coup de cordeau

Pour déterminer l'inclinaison du premier coup de cordeau, on dessine un triangle rectangle sur le lattage (voir figure ci-dessus).

Le rapport côté vertical sur côté horizontal (cotangente) est toujours égal à:

$$n \cdot \text{pureau eff.} : n \cdot \text{cote E}$$

où n est le nombre de poutres (distances entre les lattes). L'hypoténuse (plus grand côté du triangle) indique l'inclinaison du coup de cordeau diagonal.

#### Trait carré

La base pour le coup de cordeau diagonal est le trait carré. Le trait carré se dessine de l'égout au faîte sur les lattes, perpendiculairement à celles-ci ou au coup de cordeau horizontal. Il est également possible d'utiliser

comme trait carré une arête de rive perpendiculaire au lattage (angle à contrôler!).

#### Détermination de la direction de pose

La direction du coup de cordeau diagonal peut être comparée à celle que prendrait le tronc d'un arbre, dont les racines se trouveraient à l'égout, et qui serait soumis aux vents dominants (voir figure ci-contre).

En fonction de la place disponible, on placera le côté horizontal du triangle rectangle, soit à l'égout, soit près du bord supérieur du toit (voir fig. 4/307).

#### Numérotation des lattes

La numérotation des lattes, ou des coups de cordeau horizontaux, permet de définir le nombre de poutres à utiliser pour tracer le côté vertical du triangle.

- Pour la numérotation, on observera les points suivants:
  - Compter uniquement des poutres (distances entre les lattes) identiques.

### 5.3.3 Bordure de rive et ardoises de toitures coupées en même temps

Les ardoises de la bordure de rive se coupent en même temps que les ardoises du toit. L'étanchéité est assurée par des noquets.

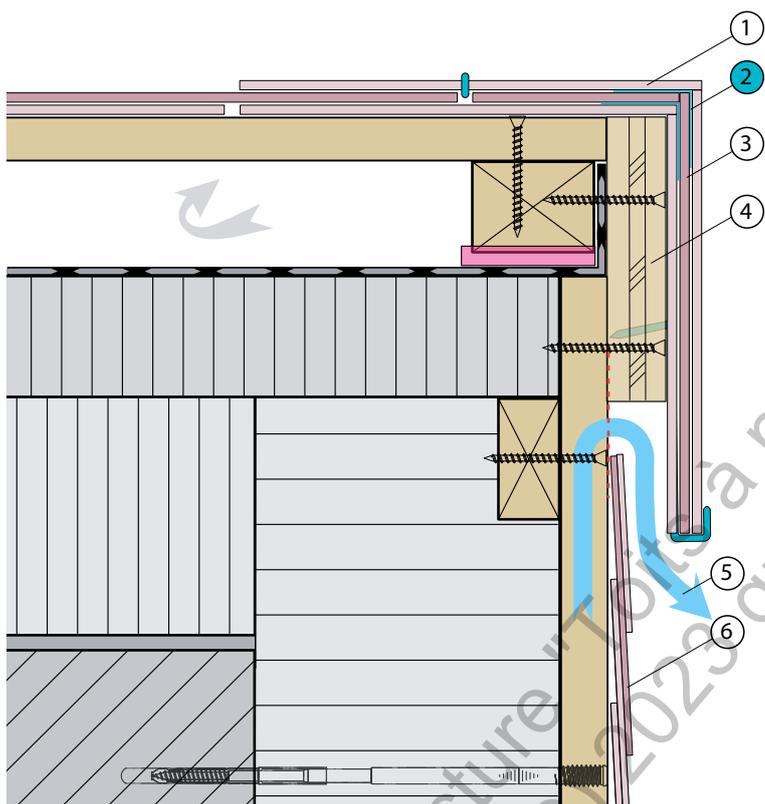


Fig. 4/508: Bordure de rive et couverture du toit coupées ensemble; couverture (1), noquet (2), bordure de rive (3), virevent (4), aération (5), revêtement de la paroi (6). Construction complète voir S1/3.5.2

### 5.3.4 Ardoises de toiture et de façade coupées en même temps

Au lieu d'une bordure de rive, les ardoises de façade sont directement coupées avec les ardoises de toit. Les joints sont rendus étanches à la pluie avec des noquets insérées.

Le format des ardoises de façade (couverture double uniquement !) doit être adapté à la pente du toit et à la largeur des rangées de la couverture, de manière que les bords inférieurs des plaques du toit et du bardage s'alignent autour du bord de la rive. La procédure est identique à celle de l'arêtier français (voir S4/5.5.3).

### 5.3.5 Rive avec tôle de rive

Les tôles de rive doivent présenter les caractéristiques suivantes à la zone de la virevent:

- **Bord supérieur :** La tôle de rive doit dépasser le bord supérieur de la couverture. L'idéal sur le plan optique est que la face frontale du faite en bardeli soit recouverte par la tôle de rive. Le virevent sert de support et de base de fixation. La surface supérieure doit être légèrement inclinée vers la surface du toit.
- **Saillie latéral :** La tôle de rive doit être placée à 30 mm de la surface extérieure verticale du virevent ou du revêtement, afin que l'eau puisse librement s'égoutter. La tôle doit descendre de 50 mm au-dessus du bord supérieur du virevent.

Les parties de la tôle importantes pour le raccordement de la couverture sont décrites ci-après. Elles sont différentes selon le type d'exécution de la tôle de rive. Il est recommandé de prévoir une nervure pour soutenir les ardoises. De manière générale, il ne faut jamais marcher sur le raccord.

#### Tôle de rive à rigole

La tôle de rive à rigole permet à une grande quantité d'eau de s'écouler rapidement.

Caractéristiques de la tôle de rive à rigole :

- Profondeur de la rigole au moins 24 mm.
- Largeur de la rigole d'au moins 50 mm.
- La tôle dépasse de 70 mm sur les lattes et se termine par un pli de 4 mm de haut.
- Pour soutenir les ardoises, une nervure d'environ 6 mm de haut doit être pliée à proximité du bord de la tôle.
- L'ardoise débord latéralement de 10 mm dans la rigole
- Les angles côté tôle des plaques de raccordement sont épaulés (voir fig. 4/503 à droite).

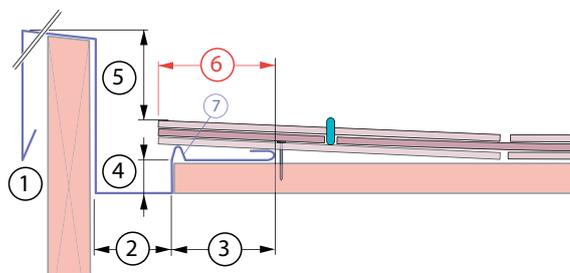


Fig. 4/509: Tôle de rive à rigole; saillie latérale horizontale 30, verticale 50 mm (1), largeur de la rigole (2), largeur de raccordement 70 mm (3), profondeur de la rigole (4),  $\geq$  bord supérieur matériau de couverture (5), recouvrement matériau de couverture, dont 10 mm dépassent dans la rigole (6), nervure (7)

## 6.2 Support de pose du faîte en bardeli

Le support de pose sert à rendre la couverture du faîte et de l'arêtier résistante aux pressions et en même temps à fixer solidement les matériaux de couverture.

*Les supports de couverture ne doivent présenter aucun décrochement, en particulier aux jonctions du faîte et de l'arêtier.*

Les planches et les lattes utilisées doivent être réalisées à partir de bois séché à l'air. Leurs dimensions sont fonction de la grandeur des ouvertures d'aération et de la résistance à la pression exigées.

### 6.2.1 Support de pose du faîte en bardeli aéré

Le support de pose comprend la planche du bardeli et des lattes d'aération perpendiculaires à la planche.

#### Latte d'aération

La surface de la planche de bardeli doit dépasser de 20 mm au moins la surface de la couverture du toit. Les lattes d'aération d'épaisseur correspondante et d'au moins 50 mm de largeur sont clouées directement sur les contre-lattes.

#### • Calcul de l'épaisseur de la latte d'aération

##### Exemple:

épaisseur des lattes de couverture	=	24 mm
+ épaisseur de la couverture		
(2 couches d'ardoises)	=	12 mm
+ hauteur de l'ouverture d'aération	=	20 mm
<u>= hauteur à l'a. s. de la planche</u>	=	56 mm
<u>- épaisseur de la planche du bardeli</u>	=	30 mm
= épaisseur de la latte d'aération	=	26 mm

#### • Calcul rapide de l'épaisseur de la latte d'aération

Dans la plupart des cas, l'épaisseur des lattes d'aération situées sous une planche de bardeli de 30 mm d'épaisseur peut se calculer comme suit:

$$\text{épaisseur latte d'aération} = \text{épaisseur latte toit} + 6 \text{ mm}$$

#### Longueur des lattes d'aération

Les lattes d'aération sont alignées au point de faîte. Afin qu'elles puissent supporter la planche de bardeli sur une surface aussi grande que possible lorsque la pente du toit est élevée, on les coupe en haut à la verticale ou à l'aplomb (voir figure 4/602)

La longueur inférieure de la latte d'aération a environ 20 mm de moins que la distance du point de faîte PF à la dernière latte de la couverture du toit.

#### Planche de bardeli

Les planches de bardeli ont une épaisseur de 30 mm. En haut, elles sont coupées de biais de façon à pouvoir se joindre correctement des deux côtés du toit à la ligne de faîte et former ainsi une arête nette.

Le clouage de deux planches à la ligne de faîte facilite leur pose et évite que le joint ne s'ouvre plus tard.

La fixation des planches sur les contre-lattes se fait par l'intermédiaire des lattes d'aération. Les planches doivent être fixées sur chaque support à l'aide de deux clous. Les clous seront enfoncés au travers des lattes d'aération de façon décalée afin de ne pas fendre celles-ci.

#### Largeur de la planche de bardeli:

La largeur se réfère toujours au côté le plus large de la planche (coté supérieur).

*Lors du calcul de la largeur de la planche, il faut prévoir la présence obligatoire d'une ouverture d'aération de 20 mm et d'un recouvrement minimum de la couverture du toit de 80 mm.*

#### Exemple:

largeur à l'arrière de l'ardoise bardeli	=	280 mm
- largeur de l'ouverture d'aération	=	- 20 mm
- recouvrement sur la couv. du toit	=	- 80 mm
<u>= largeur de la planche du bardeli</u>	=	180 mm

#### Détermination de la distance PF-dernière latte

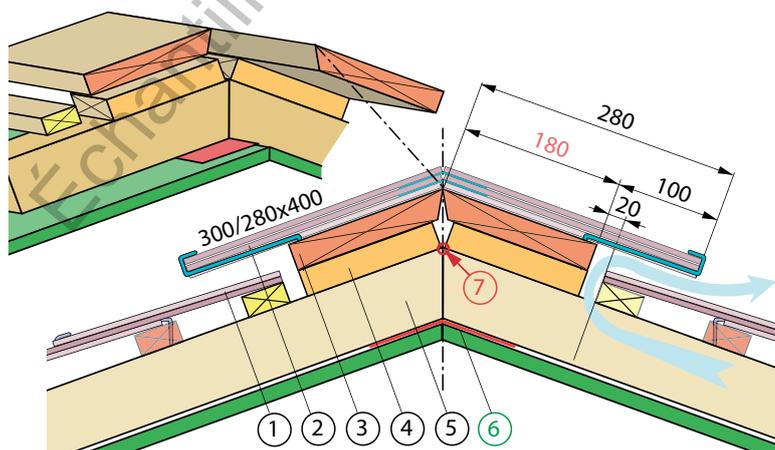
Lorsqu'un faîte en bardeli est prévu, il faut déterminer la position de la dernière latte ou de l'arête supérieure de la couverture en fonction de la couverture du faîte.

#### Méthode pratique:

Dans la pratique, il est recommandé de confectionner un modèle à l'aide de deux morceaux de latte identiques reliés entre eux par un cordon.

Confection d'un modèle pour des pentes du toit jusqu'à 45°, une épaisseur des lattes de 24 mm et une largeur

Fig. 4/604: Support de pose du faîte en bardeli aéré pour le format 300/280x400; couverture (1), couverture de rive en bardeli (2), planche de bardeli (3), latte d'aération (4), contre-latte (5), sous-couverture avec étanchéité de faîte (6), PF (7)



## 8 Couverture en ardoises naturelles

L'ardoise est un produit naturel qui a été longtemps utilisé pour la couverture de toits avant l'avènement des ardoises en fibres-ciment. Les règles de pose traditionnelles en ardoises naturelles ont servi de modèle pour les couvertures actuelles en «ardoises» en fibres-ciment.

Comme l'ardoise naturelle n'est plus utilisée que rarement en Suisse et qu'il n'y existe pas de grande tradition en la matière, la situation en ce qui concerne les règles de pose s'est quasiment inversée. Aujourd'hui, les règles de pose des ardoises en fibres-ciment sont appliquées généralement aux couvertures en ardoises naturelles.

Sous la dénomination d'ardoise, on englobe toutes les roches qui peuvent être fendues naturellement. Toutes les autres «ardoises» produites industriellement, telles que les ardoises en fibres-ciment n'ont, à part la forme, rien à voir avec l'ardoise naturelle.

La structure interne de l'ardoise confère à celle-ci sa solidité, comparable à celle des tuiles en terre cuite. Les ardoises naturelles ne se déforment pas sous l'influence des variations d'humidité comme cela peut être le cas avec les ardoises en fibres-ciment.

Dans les temps anciens, on utilisait l'ardoise pour la couverture des toits situés à proximité immédiate des carrières. Il s'est alors développé des types de couvertures typiques à la contrée et que l'on trouve encore aujourd'hui. Ainsi, en Allemagne, on rencontre l'ancienne couverture allemande en ardoises imbriquées, alors qu'en France, on rencontre surtout des couvertures de toit à pose double en ardoises rectangulaires.

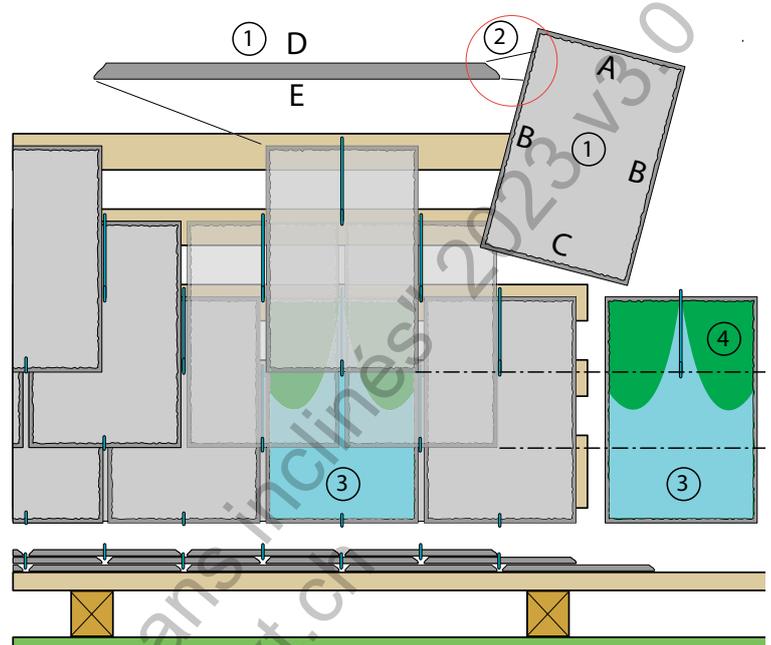
En Suisse, on utilise surtout la pose double. Aussi, ne décrivons-nous dans la suite en détail que la couverture en ardoises de ce type.

### Praticabilité des couvertures en ardoises

*L'accès aux surfaces de couverture n'est autorisé que si l'on respecte les instructions des personnes qualifiées et les mesures de sécurité nécessaires. (Norme SIA 232/1)*

### 8.1 Généralités sur l'ardoise naturelle

Chaque carrière d'ardoise fournit un matériau de couverture unique. On peut ainsi obtenir des ardoises de couleurs variables. Grâce à des méthodes d'exploitation modernes et des traitements consécutifs précis, ainsi qu'à des moyens de contrôle efficaces, les ardoises disponibles aujourd'hui sont comparables aux ardoises en fibres-ciment en ce qui concerne la longévité, la planéité (sans déformation, épaisseur uniforme) et la précision.



*L'assortiment et les couleurs des ardoises sont indiquées dans les programmes de livraison et les directives des fournisseurs. Les prescriptions de pose du fournisseur sont à respecter.*

### Appellations sur l'ardoise

Les éléments des ardoises ont des appellations qui permettent de décrire exactement la position et le façonnage des ardoises pour la couverture et les raccords (voir fig. 4/801).

Précédemment, les angles supérieurs des ardoises étaient épaulés afin que celles-ci reposent mieux sur le support lorsqu'elles étaient légèrement bombées.

#### L'appellation des formats a la signification suivante:

- 1<sup>er</sup> nombre = hauteur de l'ardoise
- 2<sup>e</sup> nombre = largeur de l'ardoise.

### Façonnage des arêtes des ardoises

Traditionnellement, les ardoises se fendent depuis l'arrière (excepté pour les ardoises de noue). Il en résulte l'arête typique des ardoises avec son «chanfrein». L'arête est tranchante dessous et se casse vers la face supérieure aussi uniformément que possible. Ce type de façonnage des arêtes crée un aspect de la couverture conforme au matériau. Il réduit en outre l'effet de capillarité dans la zone des joints latéraux.

Des essais destinés à couper entièrement les ardoises à la fraiseuse ont disparus. L'arête fraisée est nette et dérange par rapport à la surface irrégulière de l'ardoise. Les arêtes invisibles peuvent éventuellement être coupées à la fraiseuse.

*Fig. 4/801: Couverture d'ardoises naturelles rectangulaires à pose double; désignation des arêtes de l'ardoise (1) chef de tête (A), chef de côté (B), chef de base (C), face supérieure (D), face inférieure (E), façonnage des arêtes des ardoises (2), zone mouillée par l'eau (3), zone sèche et clouable (4)*

# Couverture en plaques ondulées

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Couverture en plaques ondulées fibres-ciment</b>	<b>271</b>
1.1	<b>Plaques ondulées Ondapress-57</b>	<b>271</b>
1.1.1	Champ d'application	271
1.1.2	Assortiment Ondapress-57	271
1.2	<b>Support de pose des plaques ondulées</b>	<b>272</b>
1.2.1	Pannes	272
1.2.2	Lattes	273
1.3	<b>Échantillonnage du toit pour plaques ondulées</b>	<b>274</b>
1.3.1	Échantillonnage de la hauteur du toit pour plaques ondulées	274
1.3.2	Échantillonnage de la largeur du toit (répartition des plaques)	276
1.4	<b>Résumé des matériaux</b>	<b>278</b>
1.5	<b>Pose des plaques</b>	<b>278</b>
1.5.1	Fixation des plaques sur le bois	278
1.5.2	Fixation des plaques sur l'acier	279
1.6	<b>Raccordements du toit couvert de plaques ondulées</b>	<b>280</b>
1.6.1	Égout	280
1.6.2	Faîte	281
1.6.3	Toit à appentis et faite de toit shed	282
1.6.4	Bordure de rive	283
1.6.5	Virevent	284
1.6.6	Raccordement de mur supérieur (raccord d'appentis)	284
1.6.7	Raccordement de mur latéral	285
1.6.8	Pénétrations dans le toit	285
1.6.9	Arêtier	286
1.6.10	Noue	286
<b>2</b>	<b>Toit végétal</b>	<b>287</b>
2.1	<b>Exécution</b>	<b>287</b>
2.1.1	Couche d'évacuation d'eau en plaques ondulées	287
2.1.2	Plaques de support du substrat	287

2.1.3	Substrat	288
<b>2.2</b>	<b>Raccordements et bordures</b>	<b>288</b>
2.2.1	Égout	288
2.2.2	Rive	288
2.2.3	Faîte	288
<b>3</b>	<b>Plaques en fibres-ciment, structurées de format moyen</b>	<b>289</b>
<b>3.1</b>	<b>Plaques «Structa»</b>	<b>289</b>
3.1.3	Montage de plaques	290

Échantillon de lecture "Toits à pans inclinés" 2023 v3.0  
(C) 2023 grafitext.ch

**Auteur**  
Peter Stoller

**Sources d'illustrations**  
Eternit (Suisse) SA: 5/201  
P. Stoller: Autres

### 1.3 Échantillonnage du toit pour plaques ondulées

#### Termes utilisés

Pour l'échantillonnage des toits à plaques ondulées, appliquer les cotes suivantes:

- **Longueur de la rive:** distance entre l'arête extérieure des plaques ondulées à l'égout et le point de faîte du chevron, **mesurée sur le plan du support de pose!**
- **Longueur d'échantillonnage:** longueur de la rive moins 20 mm
- **Pureau:** longueur de la plaque moins le recouvrement.
- **Largeur du toit:** distance entre les bords extrêmes de la couverture en plaques ondulées.
- **Ourne** (largeur utile): largeur de la plaque moins 47 mm de recouvrement latéral.

#### 1.3.1 Échantillonnage de la hauteur du toit pour plaques ondulées

L'échantillonnage de la hauteur du toit permet de déterminer les longueurs des plaques ondulées, le recouvrement et la position des pannes ou des lattes sur la structure porteuse ou les pannes. Les données suivantes doivent être connues:

- Hauteur du toit ou longueur de la rive
- Altitude de référence du toit
- Façon de l'égout
- Façon du faîte

*L'échantillonnage de la hauteur doit être exempt d'erreurs et ses résultats consignés clairement et sans équivoque dans un croquis coté.*

#### Détermination de la longueur des plaques

La détermination de la longueur des plaques se fait très facilement à partir de la table de répartition du fournisseur. A cet effet, rechercher la longueur d'échantillonnage dans le tableau des longueurs de plaques autorisées (en fonction de l'altitude de référence). Relever ensuite la longueur des plaques ainsi que le recouvrement moyen en hauteur (entre 250 et 300 mm).

Afin de garantir une aération suffisante, le matériau de couverture doit s'arrêter à 20 mm du milieu du faîte (mesuré sur le plan du support de pose!).

*Si l'échantillonnage résulte en un dépassement de longueur, on peut compenser celle-ci en augmentant le recouvrement supérieur. Dans ce cas, les angles des plaques seront coupés en conséquence.*

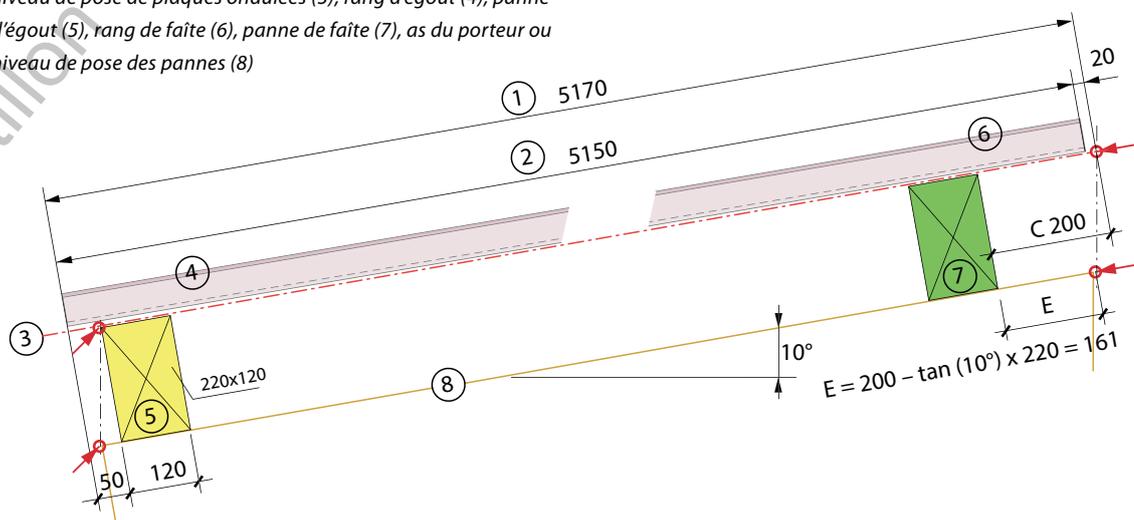
#### Position des pannes ou des lattes

Lorsque la longueur des plaques est connue, on peut déterminer la position exacte des pannes ou des lattes sur la structure porteuse.

Normalement, on pose les plaques les plus courtes du côté de l'égout et les plus longues du côté du faîte. On détermine d'abord les positions de la panne d'égout et celle de la panne supérieure, ensuite celles des pannes

Fig. 5/107: Détermination des pannes de faîte et d'égout dans le croquis coté.

Exemple: façon à l'égout avec OA 11, façon au faîte avec OA 36, longueur de la rive 5170 mm (1), longueur d'échantillonnage (2), niveau de pose de plaques ondulées (3), rang d'égout (4), panne d'égout (5), rang de faîte (6), panne de faîte (7), as du porteur ou niveau de pose des pannes (8)



principales et, finalement, les positions des pannes intermédiaires.

Les formules ci-dessous permettent de calculer facilement les cotes à partir des distances entre les arêtes supérieures des pannes ou des lattes. Reporter immédiatement les résultats (coups de cordeau) dans le croquis coté.

• **Marque pour la panne d'égout:**

La position de la panne ou de la latte d'égout (la latte est toujours doublée ou remplacée par une planche) est fonction de la façon de l'égout (voir sur le plan). Le premier coup de cordeau se trouve à l'arête supérieure de la panne ou de la latte d'égout!

• **Marque pour la première panne:**

$$\text{cote E} = \text{cote C} - \tan(\text{pente}) \cdot \text{hauteur des pannes}$$

La cote E (marque de la dernière panne jusqu'au point de faite de la structure porteuse) dépend de la hauteur des pannes ou des lattes et de la pente du toit.

La cote E peut aussi être relevée dans la table se trouvant dans les documents du fournisseur. La panne supérieure doit être positionnée au point de fixation des faîtières moulées. La distance entre la panne et le faite est désignée par C dans les documents du fournisseur. Elle se réfère toutefois au niveau de pose des plaques ondulées et doit être convertie en cote de traçage (E).

• **Marque pour la panne de la plaque inférieure:**

$$\text{longueur plaque} - 100 \text{ mm} - \text{largeur panne d'égout}$$

Cette cote doit être mesurée à partir de l'arête supérieure de la panne d'égout.

• **Marque pour les pannes principales des autres plaques:**

$$\text{longueur de la plaque} - \text{recouvrement}$$

• **Marque pour les pannes intermédiaires:**

$$\text{intervalle entre les pannes principales} : 2$$

Si l'intervalle entre les pannes principales est supérieur à la valeur autorisée (selon la documentation du fournisseur), il faut monter une panne intermédiaire.

Les pannes d'égout et de faite sont traitées comme les pannes principales.

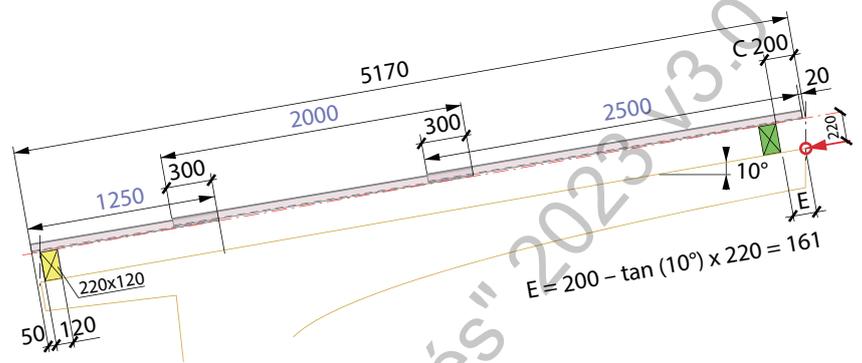


Fig. 5/108: Longueurs des plaques et recouvrements

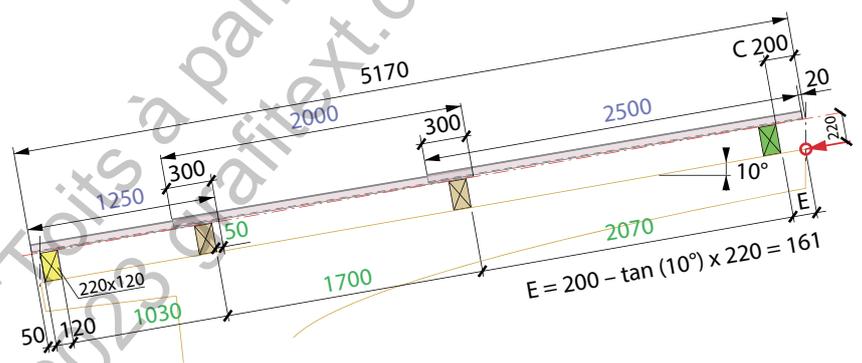


Fig. 5/109: Positionnement des pannes

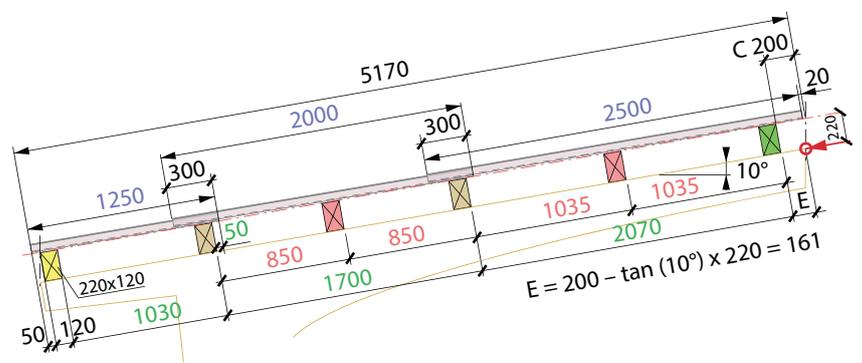


Fig. 5/110: Positionnement des pannes intermédiaires; croquis coté préparé pour son utilisation sur le chantier

### 1.3.2 Échantillonnage de la largeur du toit (répartition des plaques)

L'échantillonnage de la largeur du toit doit permettre d'obtenir une onde descendante sur les bords latéraux du toit. Une coupe quelconque des plaques n'est possible que si le toit se termine latéralement par un raccord de mur ou un raccord similaire avec bande d'étanchéité métallique correspondante.

Selon la façon de la rive, les plaques ondulées débordent plus ou moins sur les supports (pannes). La longueur des pannes se détermine en fonction de la largeur de la couverture et de la façon prévue pour la rive.

La procédure ci-dessous est applicable aux plaques de toiture ondulées normales et courtes.

Les données suivantes doivent être connues pour procéder à l'échantillonnage de la largeur du toit:

- La largeur du toit voulue entre les extrémités des plaques de rive.
- Les variations possibles de la largeur du toit désirée (si la largeur exacte ne peut pas être atteinte).

Pour la répartition des plaques, respecter trois règles:

- Le coup de cordeau doit être effectué pour la direction de pose de droite à gauche.
- Les plaques de rive doivent posséder au moins trois ondes. Si l'échantillonnage aboutit à une plaque trop petite, il faut l'ajuster à la largeur minimale en raccourcissant la plaque de rive à droite de une ou de deux ondes.
- La cote normale de traçage (largeur de pose) de 873 mm peut être augmentée ou diminuée de 2 mm.

#### Détermination de la largeur exacte du toit

Lorsqu'il suffit d'indiquer la largeur du toit, on peut utiliser les données de la table correspondante du fournisseur.

Lorsque la largeur du toit ne figure pas dans le tableau,

on peut essayer de compenser la différence en modifiant la largeur normale (traçage Ou moy. 873 mm  $\pm$  2 mm).

**Les toits plus larges que 39 m peuvent toujours être couverts en se servant si nécessaire de la tolérance de largeur de couverture de  $\pm$  2 mm.**

La largeur du toit se compose comme suit:

$$\begin{aligned} \text{a.e./a.e. plaques ondulées*} = & \\ & \text{cote traçage plaque de rive droite} + \\ & \text{nombre de plaques} \cdot \text{Ou effective} + \\ & \text{cote de traçage plaque de rive gauche} \end{aligned}$$

Ourne moyenne (Ou moy.) = 873 mm (normal)

Ourne maximale (Ou max.) = 875 mm

Ourne minimale (Ou min.) = 871 mm

Ourne effective (Ou eff.) = résultat de l'échantillonnage

Grandeur des plaques de rive à droite [mm]		
Ondes	Cote traçage DD	Largeur plaque
5	920	920
4	743	743
3 (minimum)	566	566
Formule	(ondes - 1) · 177 + 63 + 149	comme la cote de traçage

Grandeur des plaques de rive à gauche [mm]		
Ondes	Cote traçage DG	Largeur plaque
5	787	834
4	610	657
3 (minimum)	433	480
Formule	(ondes - 1) · 177 + 79	cote traçage + 47

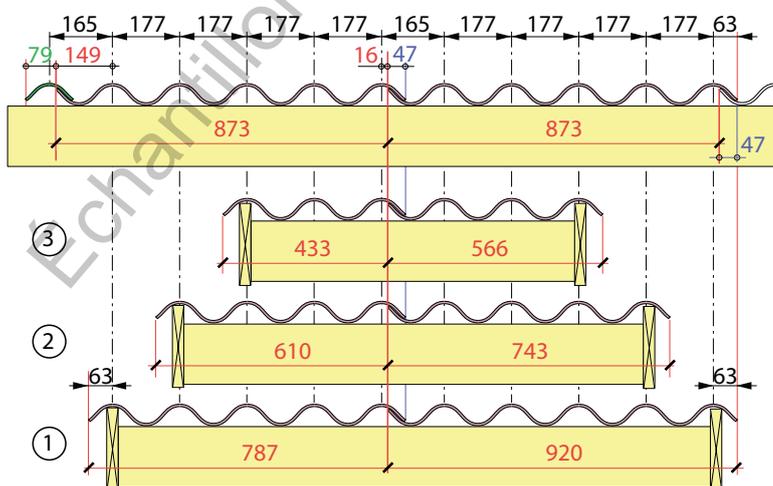
#### Échantillonnage de la largeur du toit et détermination des cotes de traçage

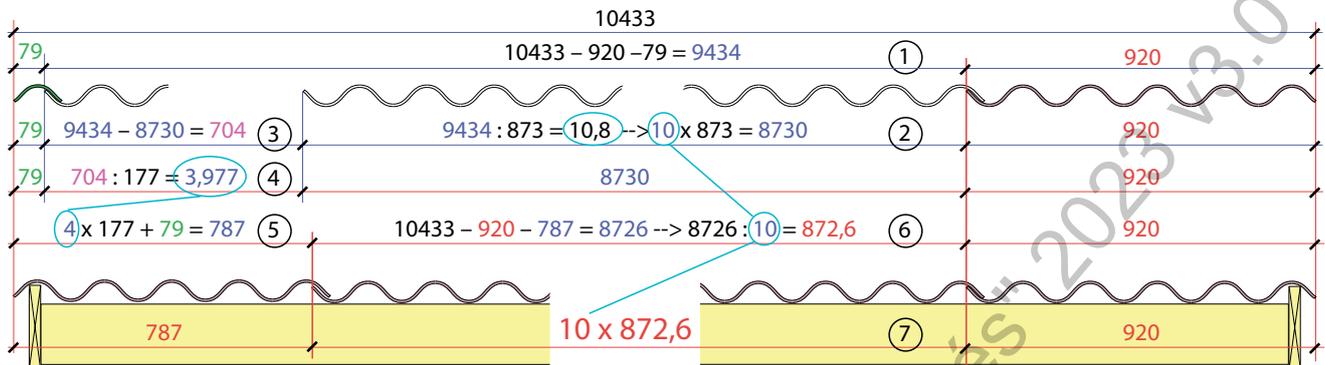
**Les cotes de traçage se réfèrent toujours au bord gauche des plaques! Toutes les cotes sont en mm!**

Les résultats obtenus à partir des calculs sont à inscrire dans un croquis coté qui servira ensuite de plan de traçage.

- Déterminer la largeur d'échantillonnage LA:**  
Largeur du toit voulue en mm - DD (5 ondes) - DG provisoire (79 mm provisoire pour onde terminale) = LA
- Calculer le nombre de plaques entières:**  
LA: Ou moy. (873 mm) = nbre de plaques (arrondir!)
- Déterminer la largeur résiduelle RESTE:**  
LA - Ou moy. (873 mm) · nbre de plaques = RESTE
- Déterminer la largeur de la plaque de rive gauche:**  
RESTE : 177 mm = ondes provisoires (arrondir!)  
ondes prov. · 177 + 79 = DG (cote de traçage bord gauche de la plaque)

Fig. 5/111: Cotes des plaques ondulées et des traçages au cordeau (en rouge) pour les plaques de rive à droite et à gauche: 5 ondes (1), 4 ondes (2), 3 ondes (3)





### 5. Total des ondes de rive gauche de la plaque:

Total ondes de la plaque de rive gauche\* = ondes provis. + 1

\* Lorsque la plaque de rive gauche (DG) a moins de 3 ondes, ramener celle-ci au nombre minimum d'ondes entières de 3 en réduisant la largeur de la plaque de rive droite. La première cote de traçage à droite (DD) se réduit alors de 177 mm par onde «cachée» (voir le tableau ci-contre).

### 6 a. Largeur du toit à partir de la largeur de la plaque:

Largeur du toit a.e./a.e. des plaques ondulées =  $DD + n \cdot \text{Ou moy.} + DG$   
Ou moy. = 873 mm, solution préférable car les petites inégalités peuvent être compensées facilement.

### 6 b. Largeur du toit à partir des cotes désirées:

Pas toujours possible en dessous de 39 m!  
Largeur du toit désirée a.e./a.e. plaques ondulées =  $DD + n \cdot \text{Ou eff.} + DG$   
La différence peut être compensée en «tirant ou poussant» des plaques normales.  
Ou eff. =  $873 \pm 2$  mm, travail précis nécessaire, les imprécisions peuvent poser des problèmes avec les raccords moulés et les zones de recouvrement.

### 7. Traçage

Premier coup de cordeau (DD plaque de rive droite) de la rive droite vers la gauche, normal (920 mm), 743 ou 566 mm (voir étape 5 ci-dessus).

Procéder aux autres coups de cordeau pour chaque plaque par intervalles de Ou moy. ou Ou eff.

La distance entre le dernier coup de cordeau et le bord gauche du toit doit correspondre à la largeur de traçage de la plaque de rive (DG).

**Tous les coups de cordeau et les arêtes de rive doivent être exactement à angle droit par rapport aux pannes ou aux lattes!**

En cas de pose d'un chéneau, marquer les sommets des ondes sur le larmier, par exemple. Les crochets seront ainsi placés sûrement au bon endroit.

**Traçage du côté gauche et droit du toit**

La façon de la couverture au faite peut avoir une influence sur le déroulement du traçage.

- Façon du faite avec la faitière OA 36:  
Les deux pans du toit peuvent être échantillonnés et tracés indépendamment l'un de l'autre.

- Façon du faite avec faitière angulaire OA 33 Faitière d'aération 100:

Pour la couverture du faite avec les faitières angulaires OA 33, il faut que les axes des ondes de 165 mm (zone de recouvrement) soient alignés par-dessus le faite. A cet effet, décaler le traçage de 133 mm vers la droite et le reporter sur l'autre pan du toit. Utiliser pour cela une jauge; les plus petites déviations empêchent déjà le recouvrement correct des éléments (voir fig. 5/133).

Fig. 5/112: Croquis coté, exemple avec largeur de toit de 10433 mm; pour l'explication du calcul de (1) à (7), voir le texte

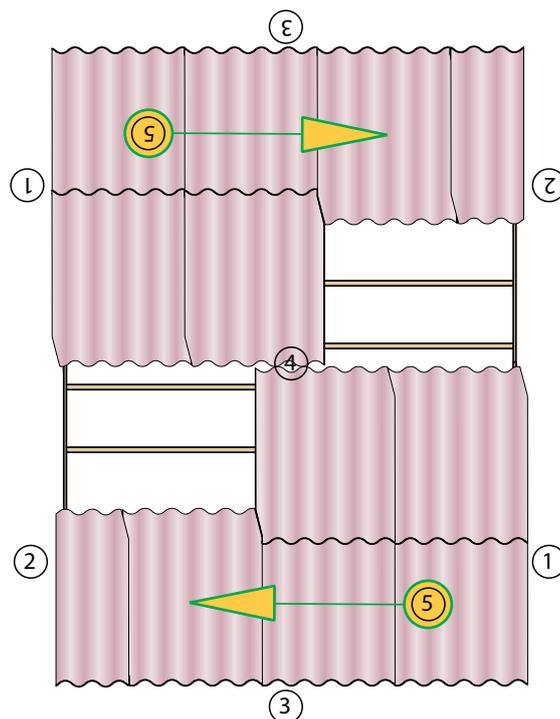


Fig. 5/113: Rive à droite (1) et à gauche (2), égout (3), faite (4), direction de pose (5)

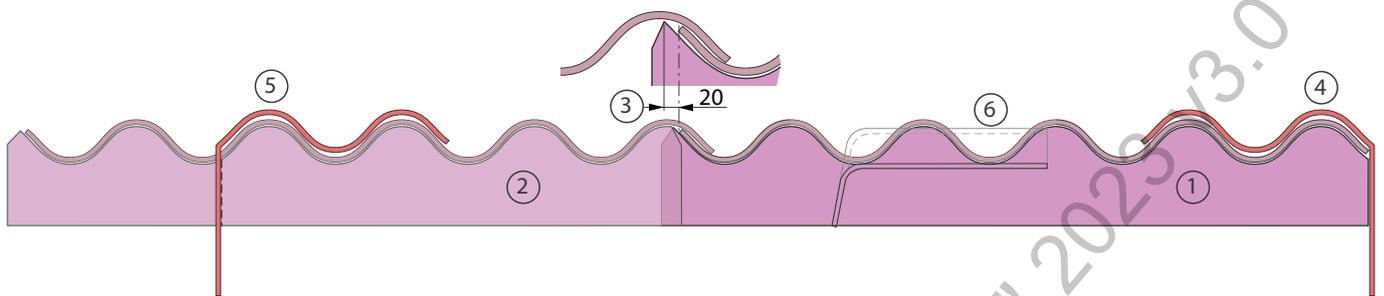


Fig. 5/122: Vu de l'égout;

raccord de gouttière initial OA 11 R (1), OA 11 (2), décalage du raccord de gouttière (3), rive droite OA 41 R (4), variante à la rive gauche, 4 ondes avec OA 41 L (5), profil OA 11 (6)

- de 20 mm l'onde montante de la plaque ou le traçage.
- La plaque ondulée dépasse de 50 mm l'arête avant de la panne ou de la tablette (selon l'inclinaison, il est possible de prolonger le dépassement jusqu'à 100 mm).
- Dans le cas des rives avec bordures de rive OA 41, commencer à la rive droite par un about de raccord de gouttière initial OA 11 R qui se termine de façon nette sur l'about de rive angulaire.
- À la rive gauche, il faudra adapter le OA 11.
- En cas d'utilisation d'un virevent, commencer également avec un raccord de gouttière initial OA 11 R qui devra être adapté avec précision.

### 1.6.2 Faîte

#### Faîtière d'aération universelle OA 36

Le système d'aération de faîte OA 36 a été testé dans une soufflerie et se distingue par une grande efficacité (550 cm<sup>2</sup>/m). Le système OA 36 permet de résoudre presque tous les problèmes liés au faîte.

Fixation par vis et étrier en acier à ressorts

#### Programme de livraison:

- Raccord de faîte OA 36
- Calotte OA 36 H
- About de faîtière OA 36 O

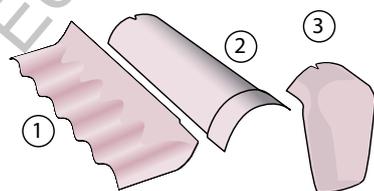


Fig. 5/123: Faîtière d'aération universelle OA 36; raccord de faîte OA 36 (1), calotte OA 36 H (2), about de faîtière OA 36 O (3)

#### Indications pour la planification:

- Lors de l'échantillonnage de la panne ou de la latte supérieure, il faut tenir compte de la cote C afin de pouvoir fixer correctement les faîtières ondulées.
- Cote C pour OA 36 = 200 mm
- Ouverture d'aération entre le bord supérieur des plaques ondulées et le milieu du faîte = 20 mm

#### Indications pour la pose:

- Pose des calottes: commencer par la fin du faîte. Chaque calotte se pose au milieu du faîte. Introduire la vis et l'étrier en acier à ressorts depuis le côté raccord de la calotte. Les extrémités de l'étrier se trouvent sous les sommets d'ondes des plaques et sont légèrement tendues. Introduire ensuite l'extrémité arrière de la calotte suivante, munie d'une encoche, et ainsi de suite. La vis doit se trouver dans l'encoche. Aux extrémités du faîte, introduire les abouts de faîte sous les calottes. Finalement, tendre les étriers en acier à ressorts en serrant les vis.
- Pose des raccords de faîte OA 36: les éléments de raccordement se fixent sur la panne ou la latte du haut, à 30 mm de la calotte à l'aide de vis situées sur le sommet de la 2<sup>e</sup> et la 5<sup>e</sup> onde.

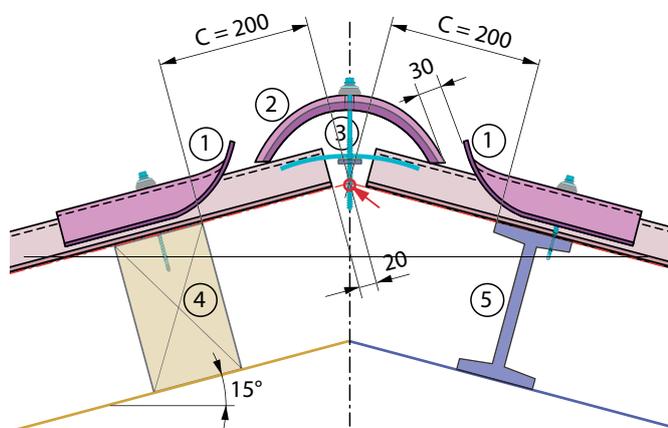
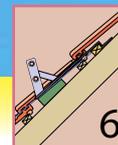


Fig. 5/124: Coupe de la faîtière d'aération universelle; OA 36 (1), OA 36 H (2), vis avec étrier en acier à ressorts (3). Variantes: fixation sur bois (4), fixation sur acier (5)



# Constructions accessoires

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Pose de fenêtres dans le toit</b>	<b>293</b>
<b>1.1</b>	<b>Fenêtres de toit</b>	<b>293</b>
1.1.1	Créer une ouverture dans la toiture	294
1.1.2	Installation de fenêtres de toit en cas d'isolation entre chevrons	295
1.1.3	Raccordement de la couverture aux fenêtres de toit	298
1.1.4	Installation de fenêtres de toit en cas de revêtement intérieur sur chevrons apparents	299
<b>1.2</b>	<b>Fenêtres de toit simples</b>	<b>300</b>
<b>2</b>	<b>Crochets de sécurité et crochets d'échelle</b>	<b>301</b>
<b>2.1</b>	<b>Ancrage dans la structure porteuse</b>	<b>301</b>
<b>2.2</b>	<b>Montage de crochets de sécurité et de points d'ancrage</b>	<b>301</b>
<b>2.3</b>	<b>Esquisses de montage des crochets de sécurité</b>	<b>302</b>
<b>3</b>	<b>Pare-neige et arrêts-neige</b>	<b>303</b>
<b>3.1</b>	<b>Informations générales</b>	<b>303</b>
3.1.1	Pare-neige à tubes	303
3.1.2	Pare-neige à grille	303
<b>3.2</b>	<b>Pose des pare-neige sur couvertures en tuiles</b>	<b>304</b>
3.2.1	Pare-neige pour faibles charges	304
3.2.2	Pare-neige résistant à la pression	305
<b>3.3</b>	<b>Pare-neige résistant à la pression sur couvertures en plaques</b>	<b>306</b>
3.3.1	Pare-neige pour charges élevées	306
3.3.2	Pare-neige pour faibles charges	306
<b>3.4</b>	<b>Montage des arrêts-neige</b>	<b>308</b>
<b>3.5</b>	<b>Pose du pare-neige sur les toits en plaques ondulées</b>	<b>309</b>
3.5.1	Pare-neige à tubes	309
3.5.2	Arrêts-neige pour toits en plaques ondulées	309

6



Échantillon de lecture "Toits à pans inclinés" 2023 v3.0  
(C) 2023 grafitext.ch

**Auteur**  
Peter Stoller

**Sources d'illustrations**  
VELUX Suisse: Photo 6/111  
P. Stoller: Autres

# 1 Pose de fenêtres dans le toit

## 1.1 Fenêtres de toit

Le pose de la fenêtre proprement dite s'effectue selon les instructions de montage, généralement claires, qui sont jointes aux paquets ou disponibles sur Internet. Selon la structure du toit et le type de fenêtre, il existe de nombreuses combinaisons possibles qui ne peuvent pas être détaillées ici. Contrairement aux instructions de montage, les raccords de la sous-couverture sont parfois réalisés différemment en raison des différents niveaux de sollicitation. Les principaux points à retenir sont énumérés ci-dessous.

### Ne pas obstruer le vide d'aération

Une fenêtre de toit interrompt l'aération. Celle-ci doit être rendue possible par une ventilation transversale. En dessous et au-dessus de la fenêtre, les contre-lattes doivent être interrompues le plus généreusement possible à un endroit approprié (entre les lattes du toit), en veillant à ce que la fixation des contre-lattes soit suffisant dans la structure porteuse. À partir d'une largeur de 2 m, l'aération doit être rendue possible d'une autre manière (voir S1/2.7.4 RPI/RPS).

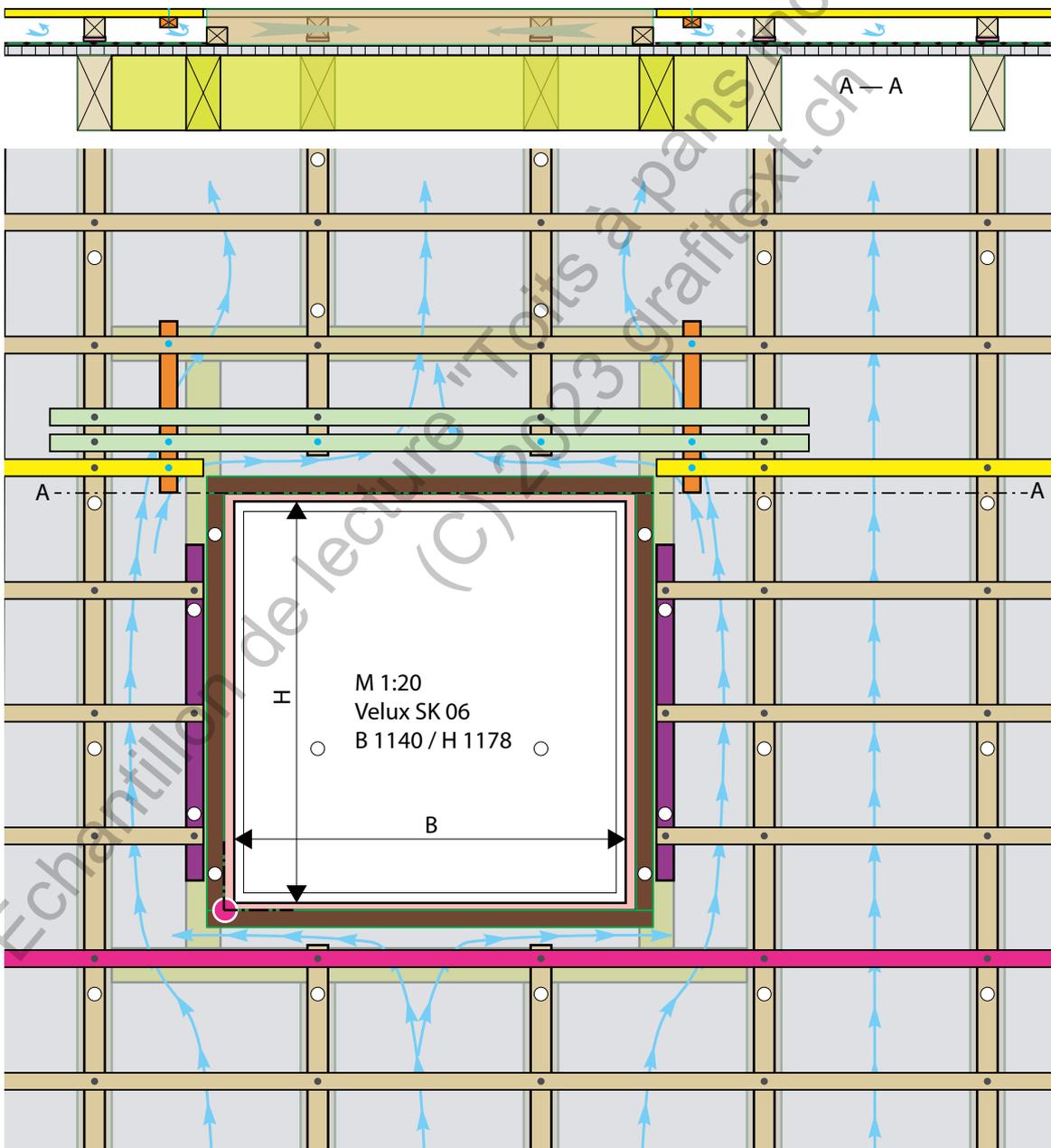


Fig. 6/101: Ne pas obstruer le vide d'aération, position des contre-lattes y compris ancrage selon l'exécution du raccordement à la sous-couverture (la jupe de sous-couverture et le cadre ne sont pas indiqués); sous-couverture (gris transparent), contre-lattes (brun clair) avec vis à tête plate (cercles blancs), aération (flèches bleu clair), chevêtres (vert clair), lattes de soutien pour la ferblanterie (vert), latte (jaune) vissée (points bleus) avec latte auxiliaire sous le lattage (orange), contre-lattes latérales (violet), cadre de montage (brun foncé), cadre d'isolation (rose), dimensions du cadre (B et H), latte de référence rangée normal (rouge), point de référence découpe de sous-couverture (cercle blanc/rouge)

### 1.1.4 Installation de fenêtres de toit en cas de revêtement intérieur sur chevrons apparents

Dans le cas d'une construction de toit avec revêtement intérieur sur chevrons apparents, il est recommandé d'utiliser un module préfabriqué sur mesure (voir S1/2.12.5) avec le cadre posé et vissé.

#### Installer le module et raccorder les couches

Si l'on a travaillé avec précision lors de la préparation de l'ouverture (voir S6/1.1.1), les bords inférieur et supérieur du module sont maintenant parfaitement horizontaux et tous les côtés forment un angle droit. Le cadre est ainsi parfaitement positionné, de même que le battant de la fenêtre (contrôle!). Il est préférable de protéger les surfaces visibles du module contre l'humidité, la saleté et les dommages pendant la phase de construction.

Une fois que le module est aligné et fixé au revêtement intérieur, les couches de toit peuvent être raccordées.

**La fixation définitive du cadre n'est effectuée qu'après le raccordement de la sous-couverture avec des équerres de montage.**

- **Le pare-vapeur doit être remonté au-dessus le bord inférieur du cadre et être étanche à l'air sur le cadre!**

Tous les angles et raccords doivent être étanches à l'air (voir S2/1.4).

Aide à la pose: Pour que le pare-vapeur soit bien appli-

qué lors des transitions entre les surfaces verticales et horizontales, il est fixé sur le support de pose avec une bande adhésive double-face près le bord intérieur.

- **L'isolation du toit** doit se raccorder parfaitement au cadre. Les inserts en bois doivent légèrement être espacés du cadre, l'espace doit être isolé.
- **L'isolation thermique du module** dans la zone entre le bord inférieur de la sous-couverture et le bord supérieur des lattes doit avoir partout une épaisseur de  $\geq 60$  mm. On s'assure ainsi que la température de l'élément de construction à l'intérieur du cadre n'entraîne pas de condensation (selon la norme DIN 4108 -2, il faut respecter une valeur  $fR_{si} > 0,7$  ou une température minimale de  $12,6$  °C à l'endroit le plus défavorable).

**Le matériau isolant doit être adapté à la réalisation ou à la pose d'une jupe de sous-couverture sur celui-ci et servir ultérieurement de support à la ferblanterie!**

**Le matériau isolant doit être fixé pour ce qu'il reste durablement bien en contact avec le module. Par exemple, latéralement à l'aide d'inserts en bois posés de manière serrée ou, selon la situation, par collage.**

En haut, au niveau du linteau de fenêtre horizontal, il faut isoler davantage afin d'obtenir à chaque endroit

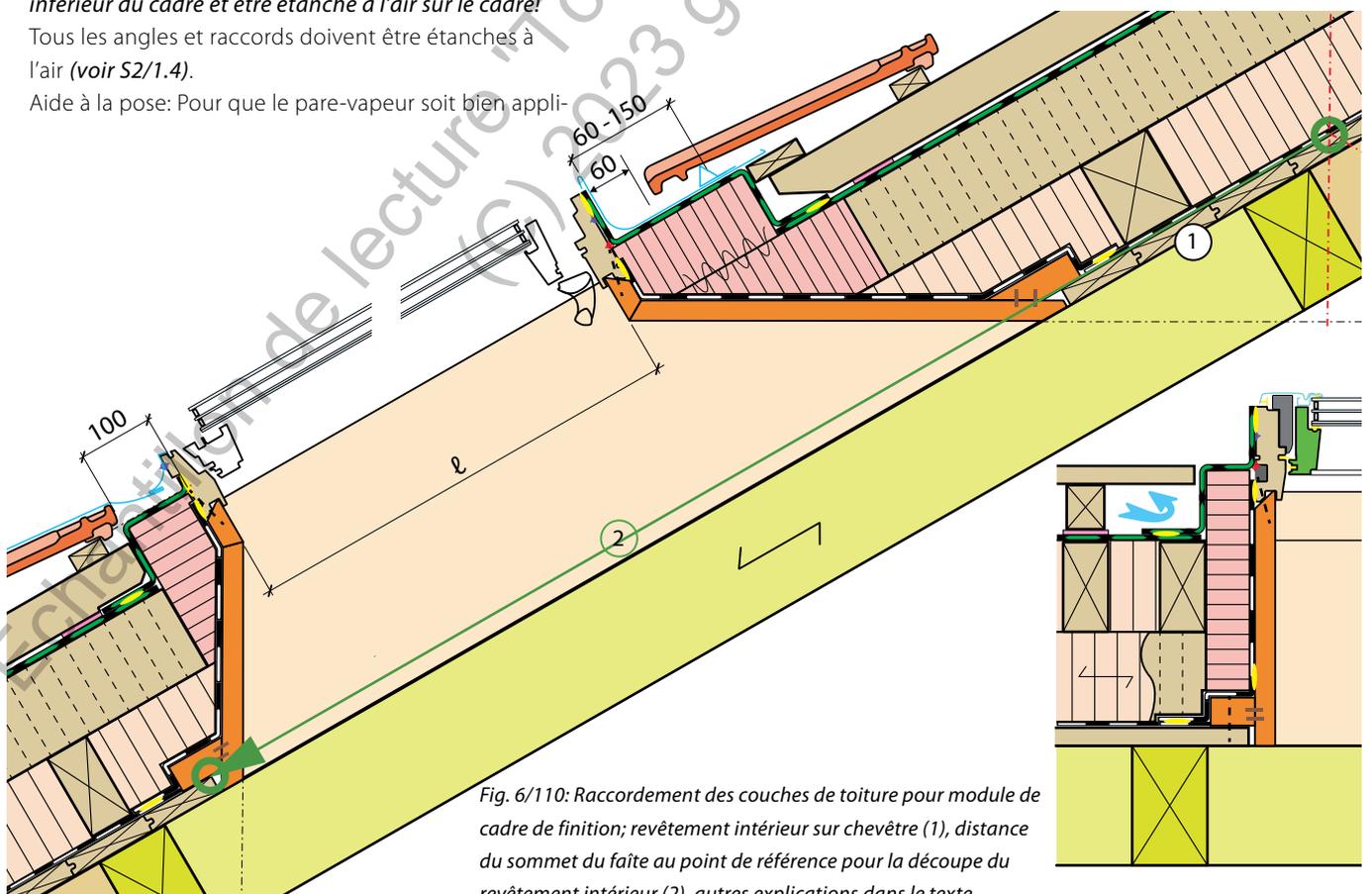


Fig. 6/110: Raccordement des couches de toiture pour module de cadre de finition; revêtement intérieur sur chevêtre (1), distance du sommet du faite au point de référence pour la découpe du revêtement intérieur (2), autres explications dans le texte

une épaisseur au moins égale à celle des côtés!

**La ferblanterie** doit finalement être posée sur la sous-couverture et fixé sur les lattes.

- **La sous-couverture** doit s'étendre sur tout le pourtour jusqu'au bord supérieur du cadre et être raccordée de manière étanche à l'eau. Dans la zone de la jupe, le matériau doit pouvoir supporter les températures élevées sous la ferblanterie en cas d'exposition au soleil. Tous les angles et raccords doivent être réalisés conformément au niveau de sollicitation choisi.

- **Les lattes** doivent être amenées jusqu'à environ 5 mm de la jupe de sous-couverture afin de ne pas l'endommager.

- **Relier le cadre à la structure porteuse:** En raison de l'épaisseur de l'isolation du module, les équerres de montage normales ne conviennent éventuellement plus. Il faut utiliser au moins quatre équerres métalliques anticorrosion et suffisamment résistantes (décharge du module) fabriquées sur mesure. *Il est recommandé de toujours monter les équerres sur le côté du cadre, car c'est là que la structure porteuse est la plus facile à atteindre.*

Les équerres sont alignées sur le bord supérieur de la latte et vissées sur le cadre à travers le lé de sous-couverture. Comme la rainure du cadre n'est plus utilisable pour dériver les charges, il faut suffisamment utiliser de vis. Ces percements latéraux doivent être rendus étanches.

*Côté toit, les équerres doivent être vissées à une pièce porteuse.*

- **La ferblanterie** est soit fabriquée spécialement, soit réalisée avec des accessoires pour fenêtres. En raison de l'isolation de la cadre de finition, il repose en partie directement sur la jupe de sous-couverture, mais doit toujours être fixée sur les lattes.

## 1.2 Fenêtres de toit simples

*Les fenêtres de toit simples ne sont adaptées qu'aux combles non isolés thermiquement.* Elles servent à l'éclairage, à l'aération et, si elles sont de taille appropriée, à la sortie sur le toit pour les entretien.

Les fenêtres de toit simples se composent d'un cadre en tôle ou en polyuréthane avec surface de raccordement pour la couverture et d'un battant de fenêtre mobile avec verre armé ou vitrage isolant. Des versions entièrement isolées thermiquement sont également disponibles.

### Montages des fenêtres de toit simples

Pour monter les fenêtres de toit simples entre les chevrons, procéder comme suit:

- **En bas**, la fenêtre est alignée à la hauteur d'une rangée normale: La tablette doit recouvrir la couverture (par ex. tuiles, plaques de fibres-ciment) de leur recouvrement minimum prescrit.
  - **La même distance est à peu près visible de l'intérieur des deux côtés du cadre.** Lors de la découpe du lattage, il faut tenir compte de la largeur un éventuel cadre de finition intérieure prévue.
  - **Une sous-couverture existante doit être réalisée au niveau de la fenêtre en fonction du niveau de sollicitation.**
  - **Le cadre de la fenêtre** peut ensuite être posé avec sa ferblanterie (tôle sur laquelle s'écoule l'eau) sur la rangée inférieure et introduite ensuite dans l'ouverture du toit. L'encadrement doit être fixé sur les côtés et en haut aux lattes du toit à l'aide de pattes, de manière que la poussée d'une charge de neige ne puisse pas déplacer la fenêtre. Certains fabricants de fenêtres offrent des éléments de fixation spéciaux à monter conformément aux instructions.
  - **Le recouvrement** de l'encadrement par le matériau de couverture se réalise généralement comme un raccord latéral à la paroi. **Latéralement**, prévoir un écoulement d'eau libre de 40 mm entre le matériau de couverture et le cadre.
- En haut**, la ligne de raccord du matériau de couverture doit être distante de 80 mm du relèvement et le matériau de couverture ne doit pas déborder. Ce dernier peut, si nécessaire, être calé à l'aide d'une latte ou d'un profil en tôle. Ce calage doit être assuré contre le glissement.



Fig. 6/111: Fenêtre de toit simple basculante

doit reposer sur un endroit solide et non sur un recouvrement. Pour les couvertures pose double, la position la plus favorable est celle qui suit immédiatement un élément de couverture de largeur normale. Ainsi, il suffit de réduire l'élément suivant de la largeur du crochet plus un petit joint (2 à 4 mm). Si un crochet se trouve au-dessus ou à proximité d'un joint latéral, une feuillette inférieure en tôle est nécessaire. Lors de la pose, veiller à ce que le crochet soulève le moins possible le matériau de couverture :

- Pour les tuiles avec emboîtement, les nervures doivent être coupées proprement dans la zone du crochet. L'emboîtement de tête doit rester intact dans la mesure du possible.
- Pour les plaques plus fines que le crochet, il faut en général découper deux rangées sur le côté du crochet. Une feuillette supérieure en tôle adaptée est nécessaire pour recouvrir les joints ouverts et la surface du crochet (*exemple: voir fig. 6/307*).

### 2.3 Esquisses de montage des crochets de sécurité

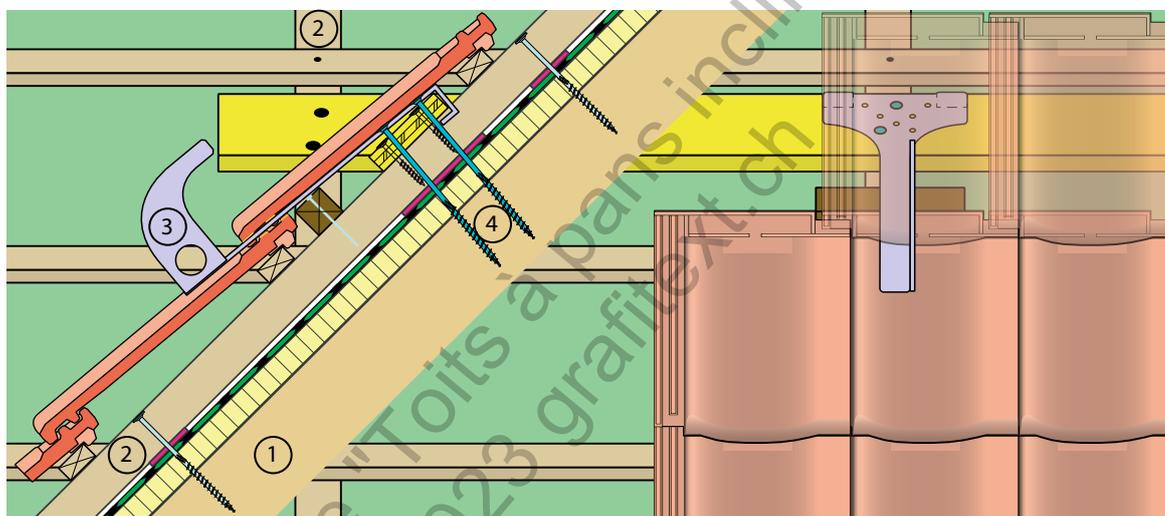


Fig. 6/202: Principe de pose des crochets de sécurité avec une épaisseur de matériau de 6 mm dans les couvertures en tuiles à emboîtement et en tuiles flamandes;

Légende: Structure porteuse (1), sous-couverture (verte) sur support de pose (jaune clair), contre-latte (2) avec vis à tête plate, latte d'appui (brun foncé), planche de renfort (jaune), bande d'étanchéité (rose), crochet de sécurité en une pièce de tôle de 6 mm découpée au laser et pliée (3), vissé selon les indications du fabricant (4)

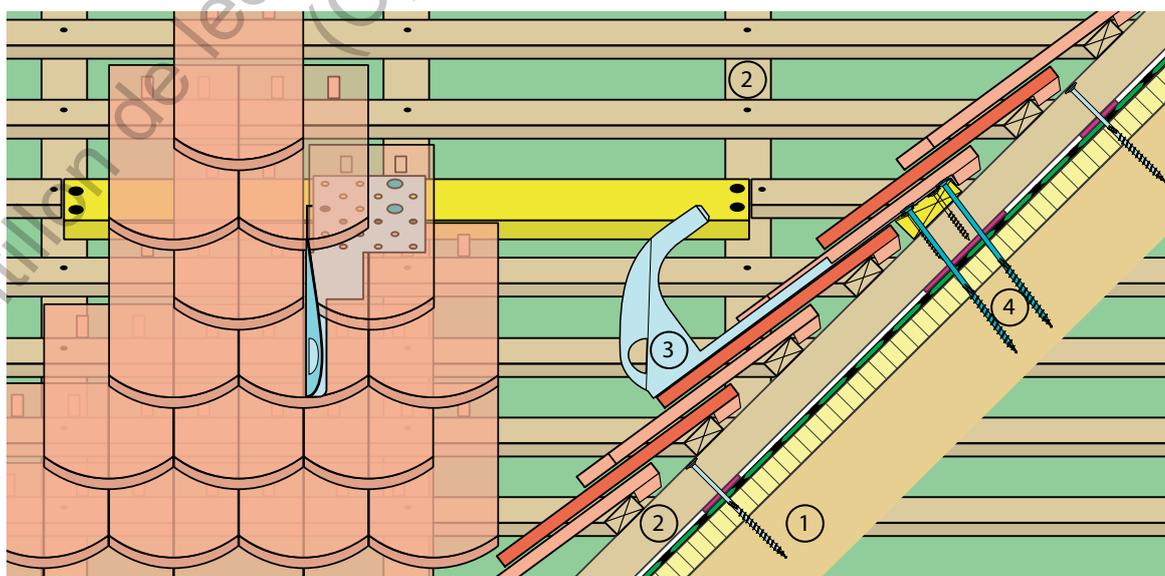


Fig. 6/203 : Principe de pose des crochets de sécurité avec une épaisseur de matériau de 3 mm en cas de couverture avec des tuiles plates pose double; coupe et projection

Légende: Structure porteuse (1), sous-couverture (verte) sur support de pose (jaune clair), contre-latte (2) avec vis à tête plate, latte de renfort conique analogue à la chanlatte (jaune), bande d'étanchéité (rose), crochets de sécurité en une pièce de tôle de 3 mm découpés au laser et pliés (3), vissés selon les indications du fabricant (4)

### 3 Pare-neige et arrêts-neige

Les systèmes pare-neige doivent être dimensionnés de manière que la poussée générée par la charge de neige soit évacuée en toute sécurité dans la structure porteuse (voir S1/2.14). Des fixations supplémentaires de contre-lattes, y compris l'étanchéité des vis, sont éventuellement nécessaires dans la zone des lattes de renfort.

#### 3.1 Informations générales

**Important:** Pour fixer les supports (crochets de pare-neige) dans la sous-construction, il faut utiliser des moyens de fixation à tête solide, comme des vis à tête fraisée, des vis à tête plate ou des clous à tête fraisée. Les tubes et les grilles doivent suffisamment être solides pour ne pas se déformer. Ils doivent pouvoir se dilater librement dans le sens de la longueur.

Les extrémités doivent dépasser le dernier crochet de 50 mm à 200 mm maximal. Les tubes doivent être fixés pour éviter qu'ils ne glissent.

##### 3.1.1 Pare-neige à tubes

Un pare-neige à tubes se compose de tubes en acier galvanisé  $\frac{3}{8}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$  ou 1 pouce, maintenus par des crochets de pare-neige. Les tubes pare-neige absorbent la poussée du manteau neigeux et la dirigent vers les crochets. L'action dirigée parallèlement à la pente peut être déviée dans la contre-latte par une latte de renfort pour les crochets adaptés à l'accrochage. La partie avec les trous pour le passage des tuyaux génère une pression sur l'extrémité inférieure du crochet, qui ne doit pas être trop importante pour ne pas casser les tuiles.

Fig. 6/301: Pare-neige à tubes



Une latte d'appuis ou une cale placée au pied du crochet permettent de transmettre les forces de pression à la charpente.

##### Outils pour le montage des pare-neige à tubes

Aux outils de montage habituels tels que marteau et scie s'ajoutent une scie à métaux ou un coupe-tube, un dispositif à tarauder ainsi que de l'huile de filetage. L'assemblage des sections de tubes exige l'utilisation de deux serre-tubes.

##### 3.1.2 Pare-neige à grille

Le pare-neige à grille est constitué de crochets et de grilles qui sont fixées à ceux-ci. Les crochets sont équipés d'attaches qui retiennent les grilles à l'aide de brides.

La fixation des crochets est réalisée comme pour le crochet de pare-neige à tubes.

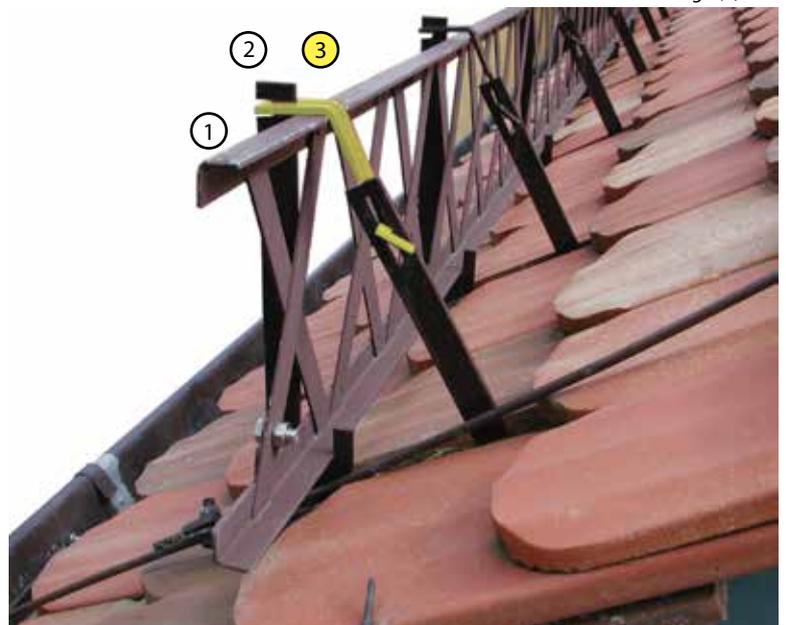
Les grilles sont fabriquées en tôle estampée ou en feuillard d'acier. Elles sont reliées entre elles par des manchons spéciaux.

##### Outils pour le montage des grilles pare-neige

Aux outils de montage habituels, tels que marteau et scie s'ajoutent une scie à métaux pour couper les grilles. Une pince réglable, peut être très utile pour assembler les grilles à l'aide de manchons et avec laquelle on peut replier les attaches.

Un pare-neige n'est pas autorisé comme point d'ancrage pour l'EPIaC!

Fig. 6/302: Pare-neige à grille; grille (1), crochet (2), élément de verrouillage (3)



### 3.2 Pose des pare-neige sur couvertures en tuiles

Les supports de pare-neige installés de manière à résister à la pression devraient être la règle. En hiver, les tuiles cassées sous les supports ne peuvent généralement être remplacées qu'après la fonte de la neige et de la glace. D'ici là, beaucoup d'eau peut s'infiltrer et, en regelant, causer d'autres dommages à la sous-construction.

#### 3.2.1 Pare-neige pour faibles charges

*Inadapté aux toits à partir d'une inclinaison de 30° et  $h_0 > 800$  m!*

Les crochets reposent directement sur le matériau de couverture. En cas de charge trop importante, les tuiles se brisent au niveau de l'extrémité inférieure du crochet! Dans le cas d'une couverture en tuiles plates à pose double, le risque de rupture des tuiles sous le crochet est particulièrement élevé. Si une tuile est cassée, la feuilltte de tôle empêche l'eau de pénétrer. Le fragment inférieur de la tuile glisse généralement et devient, dans le meilleur des cas, bloqué par le chéneau.

#### Pose dans des couvertures avec tuiles plates à pose double

**Variante 1, crochets à accrocher (sans fig.):**

Le crochet est accroché à une latte d'une rangée un peu plus large qui sert de latte de renfort. La distance entre les crochets se conforme de la largeur des tuiles. Ainsi, une seule tuile par crochet doit être coupée latéralement. Une feuilltte supérieure de tôle n'est pas nécessaire si le recouvrement latéral est  $\geq 60$  mm. Inconvénient: Le crochet repose certes sur une feuilltte inférieure de tôle, mais il exerce une pression sur la tuile inférieure.

**Variante 2, crochets coudés (voir fig. 6/303):**

Tous les crochets pare-neige se trouvent exacts au-dessus des contre-lattes et y sont directement fixés.

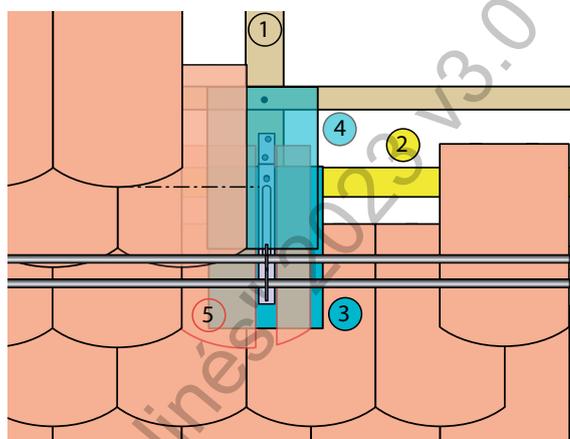


Fig. 6/303: Pare-neige pour faibles charges, crochet coudé sur une couverture à pose double en tuiles plates; tous les crochets sont vissés avec les contre-lattes (1), latte normale comme latte de renfort (2), feuilltte inférieure sans plis (3), feuilltte supérieure sans plis (3), tuile découpée (5)

Une feuilltte inférieure de tôle et une feuilltte supérieure de tôle sont nécessaires. Inconvénient: Comme décrit pour la variante 1.

#### Pose dans des couvertures avec emboîtement

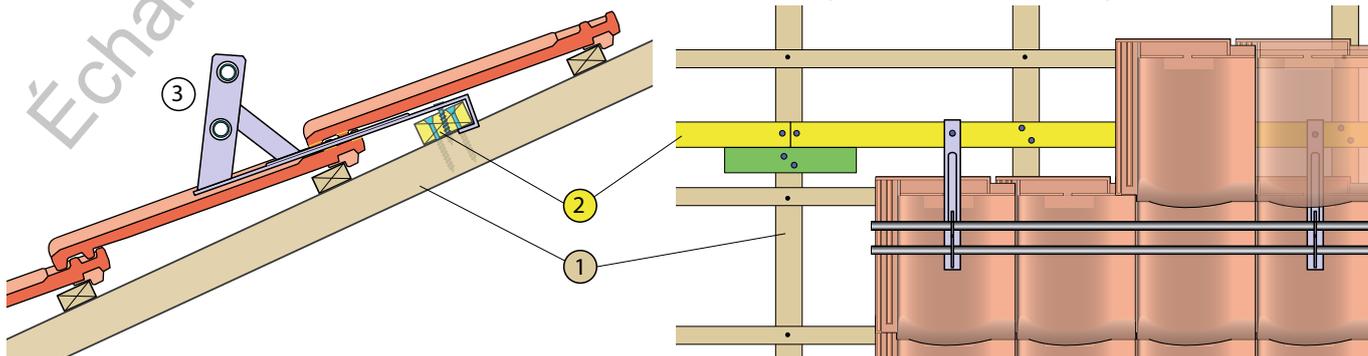
Dans le cas des matériaux de couverture avec emboîtements de pied et de tête, il faut rogner les nervures du pied dans la zone du crochet. Les nervures de tête doivent rester entières, si possible (voir fig. 6/304).

Les crochets seront accrochés à une latte de renforcement de 30x80 mm et assurés solidement à l'aide d'une vis.

La distance latérale entre les crochets est fonction de la largeur des éléments de couverture mais devrait correspondre à peu près à l'intervalle normal des chevrons (600 à 700 mm).

**Ne jamais placer le crochet sur l'emboîtement latéral!**

Fig. 6/304: Pare-neige pour faibles charges (exemple: couverture en tuiles Jura); contre-latte (1), latte de renfort (2), renforcement de joint (vert), crochet de pare-neige accroché (3)



### 3.3 Pare-neige résistant à la pression sur couvertures en plaques

Pour les couvertures en plaques de petit format (fibres-ciment et ardoise), les supports du pare-neige doivent toujours être installés pour que la pression ne détruise pas le matériau de la couverture. Une cale d'appui doit être placée sans espace contre la surface inférieure de la plaque qui est chargée par le crochet pare-neige.

Dans tous les cas, la couverture doit être découpée au niveau des supports. Pour les pureaux petits, il est préférable d'utiliser des supports courts.

Le pied de crochet pare-neige doit être aligné si possible sur le bord inférieur d'un rangé (esthétique).

#### 3.3.1 Pare-neige pour charges élevées

*Épaisseur du crochet > épaisseur du matériau de couverture «exécution lourde»*

##### Pose sur couverture à pose double

Dans les régions à fortes chutes de neige, on utilise des crochets de pare-neige lourds, plus épais et robustes, qui doivent être montés sur les chevrons ou les contre-lattes de façon très résistante à la traction et à la pression.

*Une latte de pression ou une coin parfaitement adaptée doit être placée sous le pied du support.*

Placer entre le crochet de pare-neige et la plaque une feuillette de 200 mm de large et dont l'extrémité inférieure est à fleur du pied du crochet.

Adapter les plaques latérales adjacentes en fonction de la largeur du crochet. S'il est nécessaire de couper latéralement plusieurs rangées, il faudra épauler les angles.

Placer une tôle de recouvrement pressée sous la plaque recouvrante pour compenser la différence de hauteur entre la surface du crochet et de la plaque. Adapter la plaque recouvrante à la courbure de la tôle et la fixer à l'aide de deux clous.

#### 3.3.2 Pare-neige pour faibles charges

*Épaisseur du crochet ≤ Épaisseur des plaques*

Les crochets qui ne sont pas plus épais que les plaques, appelés «version légère», n'atteignent qu'une faible valeur de maintien, mais sont plus faciles à installer. La capacité de charge des crochets doit soigneusement être étudiée (S1/2.14).

*Pour éviter la rupture de la couverture, placer dans cette zone une cale d'appui.*

##### Pose sur couverture à pose double, crochet pare-neige à accrocher (fig. 6/308)

Les crochets peuvent être accrochés à une latte de renfort d'au moins 80 mm de large, indépendamment de la distance entre les contre-lattes. L'écart entre les crochets pare-neige dépend de la largeur des plaques de couverture, ce qui permet de réduire les travaux de coupe. Des feuillettes de tôle ne sont pas nécessaires.

##### Pose sur couvertures à pose double, crochet pare-neige coudé (fig. 6/309)

Les supports pare-neige sont posés sur les plaques avec une feuillette inférieure de 200 mm de large, il s'étend jusqu'au pied du support.

Selon la situation, une ou les deux plaques de raccordement latérales doivent être recoupées. Dans le cas d'une couverture en losange, les deux plaques de raccordement latérales doivent être découpées dans des plaques rectangulaires, de sorte que la feuillette ne soit plus visible de l'extérieur.

La rangée suivante permet généralement de recouvrir la partie supérieure du crochet. Si la position du support tombe à proximité (moins de 100 mm) d'un joint de cette rangée, le joint doit être étanchéifié avec une feuillette supérieure.

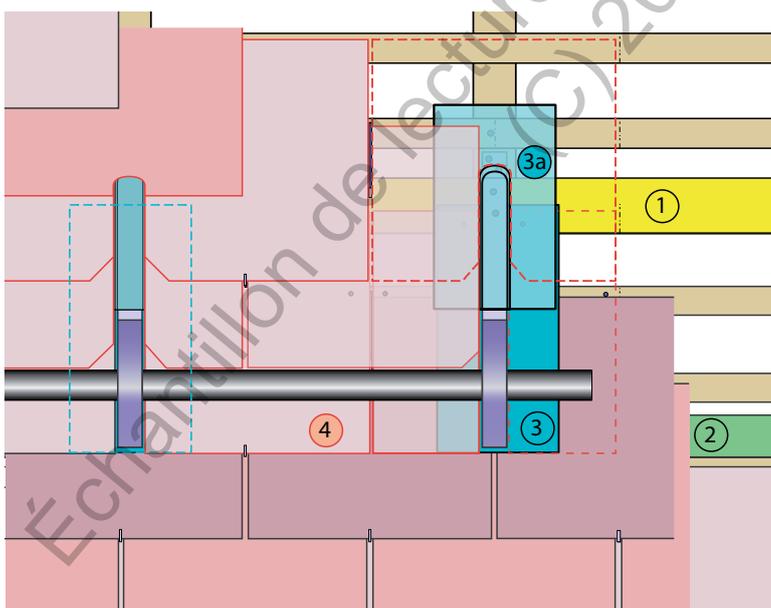


Fig. 6/307: Crochet pare-neige plus épais que le matériau de couverture, crochet pare-neige en feuillard d'acier de 8x40 mm, coudé, monté dans une couverture à pose double en fibres-ciment; la large latte de renfort (1) sert ici également de lattage (1), une cale d'appui (2), feuillette de tôle sans pli (3), feuillette de recouvrement profilée (3a), matériau de couverture coupé (4)

### 3.5 Pose du pare-neige sur les toits en plaques ondulées

Sur les toits en plaques ondulées, les installations de pare-neige ne peuvent être montés qu'au-dessus des pannes. Les crochets de forme haute sont inutiles car les ondes des plaques font que les tubes se trouvent déjà à une hauteur favorable.

En général, les pare-neige à tubes se montent à l'égout, isolément ou en combinaison avec des arrêts-neige répartis dans la surface du toit.

**Pour déterminer le nombre et la répartition, se référer aux instructions de pose d'Eternit SA.**

#### 3.5.1 Pare-neige à tubes

Le pare-neige à tube est constitué d'un tube d'acier galvanisé (tuyau à gaz 1/2") fixé aux plaques ondulées à l'aide de supports pour tubes.

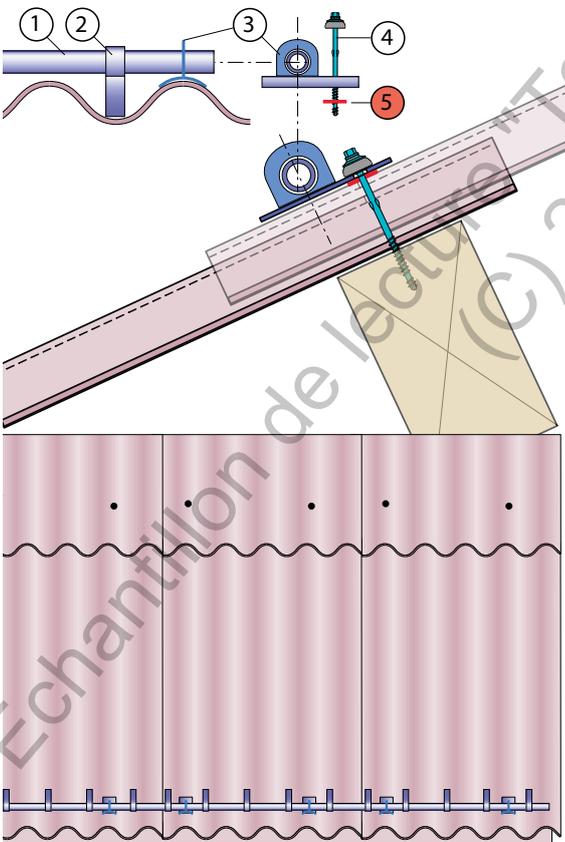


Fig. 6/313: Pare-neige à tubes sur plaques ondulées, (exemple: égout avec étriers de retenue de glace); tube (1), étrier de retenue de glace (2), support de tube (3), vis avec étoupage (4), disque d'étanchéité en caoutchouc (5)

Les supports pour tubes sont fixés au même point que les plaques. Prévoir deux supports par plaque afin de répartir convenablement les charges.

**Placer en plus entre la plaque ondulée et le support des tubes un disque d'étanchéité en caoutchouc.**

Dans les creux des ondes se forment souvent des «lances de glace» que le pare-neige à tube ne parvient pas à arrêter. Des étriers fixés au tube et s'étendant dans le creux de l'onde permettent également de retenir ces dangereux morceaux de glace.

Les pare-neige à tube, monté à l'égout et les étriers qui leur sont fixés permettent de retenir les masses de neige sur le toit.

#### 3.5.2 Arrêts-neige pour toits en plaques ondulées

Les arrêts-neige pour les toits en plaques ondulées sont vissés sur le sommet de l'onde avec les fixations des plaques. D'autres arrêts-neige peuvent être installés au-dessus de chaque support de plaque (pannes, lattes).

Une rondelle d'étanchéité en caoutchouc doit être placée en plus entre l'arrêt-neige et la plaque ondulée.

L'utilisation et le nombre d'arrêts-neige sont à déterminer pour chaque toit (voir les documents du fournisseur).

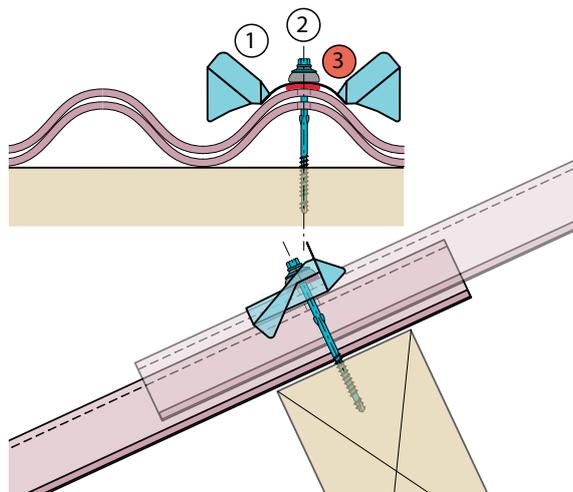


Fig. 6/313: Arrête-neige sur plaques ondulées; arrête-neige «chauve-souris» (1), vis avec étoupage (2), disque d'étanchéité en caoutchouc (3),

# Annexes

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Définitions</b>	<b>313</b>
1.1	Surfaces du toit	313
1.2	Échantillonnage du chevron	313
1.3	Échantillonnage de la longueur à l'égout	313
1.4	Dimensions des tuiles	313
1.5	Divers	313
<b>2</b>	<b>Index</b>	<b>315</b>

# 1 Définitions

## 1.1 Surfaces du toit

NC	Niveau du matériau de couverture: Surface du matériau de couverture posé
M	Un élément/module de couverture (M) donne une colonne (Co)
n	Variable pour le nombre de quelque chose
LE	Longueur de couverture à l'égout
CR	Longueur de couverture à la rive
Ra	Une rangée (Ra) est constituée de colonnes (Co) de modules (M) placés côte à côte
NP	Niveau de support de pose: Surface du support de pose, lattes ou lambrissage
EP	Longueur du support de pose à l'égout
c	Longueur du chevron: longueur mesurée entre le point d'égout et le point de faite du chevron
PE	Point d'égout: limite inférieure de la longueur du chevron. Début du débordement du matériau de couverture
PF	Point de faite: limite supérieure de c et LR
AE	Débordement sur le point d'égout: distance horizontale entre PE et le bord extrême du matériau de couverture (limite inférieure de LR)

## 1.2 Échantillonnage du chevron

DE	Distance à l'égout (distance première latte): distance entre PE et la marque pour la première latte au pied du toit.
DF	Distance au faite (distance de la dernière latte): distance entre la marque pour la dernière latte et PF
Pu	Pureau: distance entre les lattes ou hauteur des rangées horizontales
Pu eff.	Pureau effectif: pureau du matériau de couverture relatif à la longueur du chevron
Pu max.	Pureau maximum du matériau de couverture
Pu min.	Pureau minimum du matériau de couverture
Pu moy.	Pureau moyen: valeur moyenne entre Pu max. et Pu min.
LR	Longueur d'échantillonnage

## 1.3 Échantillonnage de la longueur à l'égout

DD	Distance à droite: largeur totale des tuiles de rive à droite = premier traçage au cordeau
----	--

DG	Distance à gauche: ourne de la tuile de rive à gauche = premier traçage au cordeau à gauche
Ou	Ourne: largeur utile du matériau de couverture = largeur totale moins le recouvrement latéral
Ou eff.	Ourne effective: ourne calculée relativement à la longueur de couverture à l'égout
Ou max.	Ourne maximum admissible du matériau de couverture
Ou min.	Ourne minimum admissible du matériau de couverture
Ou moy.	Moyenne arithmétique entre l'ourne maximum et l'ourne minimum du matériau de couverture
LA	Largeur d'échantillonnage (répartition)
TC	Tuile de compensation: ourne moyenne d'une tuile de compensation telle qu'une demi tuile.

## 1.4 Dimensions des tuiles

l	Longueur de la tuile: longueur totale de la tuile
c	Cote c: distance entre l'arête extrême de la tête de la tuile et l'arête supérieure de la latte
d	Cote d: tuile à emboîtement: distance mesurée dans le plan de la surface supérieure des lattes, entre l'arête supérieure de la latte et la nervure latérale interne de la tuile
z	Cote d: tuile plate: $d = l - c - 40 \text{ mm}$
a	Épaisseur de la tuile: hauteur entre l'arête inférieure de la tuile de dessous et l'arête inférieure de la tuile de dessus
fa	Cote a: largeur totale de la tuile
	Largeur de la nervure latérale sur les tuiles à emboîtement. $fa = a - Ou$

## 1.5 Divers

PT	Pente du toit (inclinaison): pente du toit en degrés
P	Pente: pente du toit en %
HC	Hauteur de la chanlatte: hauteur maximale de la chanlatte mesurée perpendiculairement à la pente du toit.
Ae	Aération: largeur (hauteur) de l'ouverture de ventilation.
ae	Arête extérieure: indication de position, ae/ae virevents, par exemple
ai	Arête intérieure: indication de position
as	Arête supérieure: indication de position
ab	Arête inférieure (basse): indication de position

## 2 Index

### A

Abergements brasées 206, 211, 243  
 Abergements de métal 211  
 Abergements pour les noues 211  
 Abergements pour les tôles de rive/couloir 211  
 Accident 271  
 Admissibilité de la fixation sans clou 221  
 AEA1 16, 48  
 Aération latérale 44, 130  
 Aération transversale 44  
 Ajustage du cadre de la fenêtre 296  
 à la suite, type de pose 97, 98, 102  
 Alène avec pointe en métal dur 219  
 Altitude de référence 27, 64, 231, 237, 241, 265, 274, 289  
 Ancrages 16  
 Angle extérieur 91  
 Angle intérieur 91  
 Animaux 13, 42, 187, 211  
 Aperçu des couvertures en ardoises 258  
 Appentis 32, 268, 282, 283, 284  
 Archimède 212  
 Ardoises de compensation 227  
 Ardoises en fibres-ciment, généralités 217  
   Désignations des grandeurs 217  
   Pentes minimales du toit 218  
   Pose double 217  
   Pose en losange 217  
   Pose façon bardeaux 217  
   Pose horizontale 218  
 Arêtier aéré 245  
 Arêtier à la française 246  
 Arêtier de Nuremberg 185  
 Arêtier français 264  
 Arêtier lucernois 157  
 Arrêts-neige 66, 262  
   Montage des arrêts-neige 308  
   Principe de fonctionnement 66  
 Arrêts-neige pour toits en plaques ondulées 309  
 Assèchement 23  
 Assemblage raccord latéral 244  
 Assemblages de plaques isolants en fibres de bois 102  
 Assortiment de tuiles flamandes 179  
 Assortiment de tuiles plates 159  
 Assortiment de tuiles plates pour la pose couronnée 166  
 Assortiment Ondapress-57 271  
 Assortiment, tuile faitière conoque 189  
 Aucune isolation 18  
 Avalanches de toit 63

Avant-toit latéral

  Détermination 145

  Points essentiels 145

Avant-toits avec solives 75

### B

Bande adhésive 22, 88, 89, 92, 93, 94, 114, 119, 120, 121, 125, 296, 299  
 Bande adhésive double-face 89, 119, 120, 125, 299  
 Bande d'aération 187  
 Bande de butyle 45, 89, 112, 123, 127  
 Bande de solin 207, 208, 210, 245  
 Bande d'étanchéité 29, 32, 33, 34, 35, 46, 87, 89, 100, 107, 108, 109, 110, 111, 114, 115, 116, 122, 123, 127, 266, 267, 268, 276, 301, 302  
 Bandes adhésives pré-pliées 92  
 Barrière de glace 40  
 Bâtiment sans avant-toit 81  
 Bâtiments non chauffés 18  
 Bâtiments partiellement ouverts 212  
 Battant 296  
 Battant de fenêtre 54  
 Bavette 107, 114, 121, 155, 160, 167, 174, 183, 196, 237  
 Bavette avec pli et grille d'aération 267  
 Béton 90  
 Blower door 22  
 Bois de construction 90  
 Bosses 119, 289  
 Brisure 35  
 Brisure à pose couronnée 248

### C

C20 45  
 C24 45, 127, 301  
 Câble horizontal 62  
 Cabochon 191, 201  
 Cache-moineau 96  
 Cadre de finition 297  
 Cadre de montage 293  
 Cadre de montage en lattes de bois 295  
 Cadre isolant 293, 296  
 Calculer la charge de neige 64  
 Cale de compensation 106, 107, 111, 267  
 Cale en mastic 115  
 Cale en mousse 298  
 Capteurs solaires 12, 67  
 Carrelet d'appui 69, 71, 73, 97, 101  
 Carrelet de compensation 72, 97, 128