

## Closoirs ventilés certifiés QB 35

### Conditions générales de mise en œuvre des closoirs ventilés

Ce document a été entériné le 11 décembre 2017 par le Groupe Spécialisé n° 5.1.

Établissement public au service de l'innovation dans le bâtiment, le CSTB, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, exerce quatre activités clés : la recherche, l'expertise, l'évaluation, et la diffusion des connaissances, organisées pour répondre aux enjeux de la transition écologique et énergétique dans le monde de la construction. Son champ de compétences couvre les produits de construction, les bâtiments et leur intégration dans les quartiers et les villes.

Avec plus de 900 collaborateurs, ses filiales et ses réseaux de partenaires nationaux, européens et internationaux, le groupe CSTB est au service de l'ensemble des parties prenantes de la construction pour faire progresser la qualité et la sécurité des bâtiments.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre Français d'Exploitation du droit de copie (3, rue Hautefeuille, 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1<sup>er</sup> juillet 1992 – art. L 122-4 et L 122-5 et Code Pénal art. 425).

© CSTB 2018

# Closoirs ventilés certifiés QB 35

## Conditions générales de mise en œuvre des closoirs ventilés

### SOMMAIRE

---

#### PRÉAMBULE

Le présent Cahier présente les prescriptions de mise en œuvre des closoirs ventilés de faîtage et d'arêtier, destinés à être utilisés sur :

- tous types de couverture en petits éléments (tuiles, ardoises) selon les DTU 40.11, 40.13, 40.21, 40.211, 40.22, 40.23, 40.24, 40.241, 40.25 ;
- toutes couvertures en tuiles ou ardoises, sortant du champ d'application des DTU et bénéficiant d'un DTA (Document Technique d'Application) spécifique ou répondant aux règles professionnelles des tuiles à faible pente ;

mentionnant spécifiquement les closoirs objets du présent document.

Les closoirs ventilés ayant précédemment fait l'objet d'Avis Technique et cités dans les DTU des couvertures en petits éléments bénéficient désormais de la certification QB 35 et sont mis en œuvre selon les dispositions du présent document.

Pour les closoirs mis en œuvre sur plaques profilées fibres-ciment support de tuiles canal, il y a lieu de se reporter au DTA des plaques, au NF DTU 40.37 et au cahier 3297\_V2\_P1.

<b>1. Domaine d'application .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Termes et définitions .....</b>	<b>2</b>
<b>3. Caractéristiques du closoir ventilé de faîtage/arêtier .....</b>	<b>3</b>
3.1 Présentation et définition des familles.....	3
3.2 Caractéristiques du produit.....	3
3.3 Fixations .....	3
<b>4. Support : lisse de rehausse .....</b>	<b>3</b>
<b>5. Mise en œuvre .....</b>	<b>3</b>
5.1 Généralités .....	3
5.2 Mise en œuvre du dernier rang de tuiles au faîtage ou en arêtier .....	3
5.3 Mise en œuvre de la lisse de rehausse .....	3
5.4 Mise en œuvre en faîtage.....	4
5.5 Mise en œuvre en arêtier .....	4
5.6 Jonctions .....	4
<b>6. Classements requis .....</b>	<b>5</b>
6.1 En fonction des éléments de couvertures .....	5
6.2 En fonction des zones de concomitance vent-pluie issues de DTU 40.1* et 40.2* .....	5
6.3 En fonction de la section de ventilation requise par les DTU 40.1* et 40.2* .....	5
<b>7. Entretien .....</b>	<b>5</b>
<b>Annexe 1</b>	
<b>Méthode de détermination de la section de ventilation nécessaire à la couverture .....</b>	<b>6</b>

## 1. Domaine d'application

Le présent Cahier précise les conditions d'emploi et de mise en œuvre des closoirs ventilés de faîtage et d'arêtier qui sont destinés à évacuer l'air de(s) l'espace(s) à ventiler en sous-face du matériau de couverture, permettant ainsi son renouvellement et de contribuer à la protection du faîte et de l'arêtier, tels que prévue par les DTU - séries 40.1\* et 40.2\*, et par les Avis Techniques/ Documents Techniques d'Application de couverture en petits éléments, pour des locaux à faible et moyenne hygrométrie ( $W/n < 5 \text{ g/m}^3$ ).

Les closoirs décrits dans le présent document sont titulaires de la certification QB 35.

L'emploi en climat de montagne (altitude supérieure à 900 m) n'est pas visé.

Pour les tuiles, le faîtage à sec, avec closoir ventilé, est réalisé avec des faîtières à emboîtement (ventilée ou assurant la ventilation, cf. fig. 1) permettant la ventilation.

Pour les ardoises, le faîtage est réalisé par une faîtière métallique permettant la ventilation.

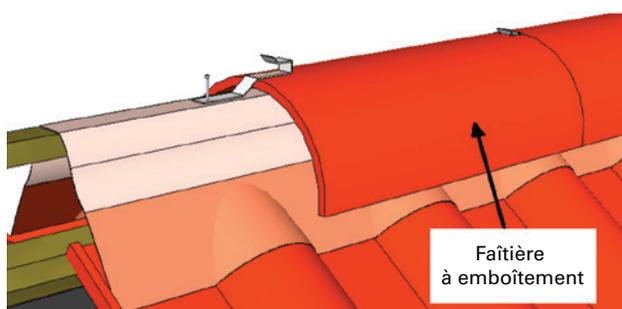


Figure 1 – Représentation d'une faîtière à emboîtement

### Références normatives

- Norme NF P 30.101 révision 2011.
- Nomenclature DTU séries 40.1\* et 40.2\*.

## 2. Termes et définitions

**Adaptabilité** : capacité d'un élément à être compatible avec un autre élément sur lequel il est rapporté de façon à former un ensemble cohérent.

**Arêtier** : accessoire préfabriqué spécialement conçu pour contribuer à l'étanchéité à l'eau de l'arêtier

ou

ligne saillante inclinée, droite ou courbe formée par l'intersection latérale de deux versants d'une toiture (NF P 30.101).

**Bavette (ou jupe)** : partie latérale du closoir, dont le matériau conformable est destiné à recouvrir les petits éléments de couverture sous-jacents en épousant leurs reliefs en tous points (cf. fig. 2).

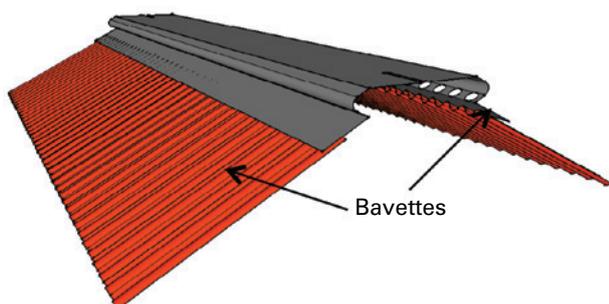


Figure 2 – Représentation des bavettes (ou jupes) sur un closoir

**Bois de fourrure** : pièce de bois biseautée rapportée pour casser un angle ou constituer un support.

**Closoir** : accessoire préfabriqué destiné à obturer les nervures ou les ondes d'une couverture, ou encore tout espace vide des points singuliers de couverture, faîtage, rive, égout (NF P 30.101).

**Closoir ventilé de faîtage/arêtier** : accessoire manufacturé présentant un corps et des bavettes ou jupes permettant la ventilation de la sous-face de la couverture et la protection à l'eau des faîtages et arêtiers de couverture. Les closoirs ventilés peuvent être dissociés en deux types :

- les closoirs souples, dont le corps est déformable ;
- les closoirs rigides, dont le corps est non déformable.

**Corps (ou coque)** : partie centrale du closoir, intégrant les dispositifs de ventilation, sur laquelle sont raccordées les bavettes ou jupes.

**Faîtage** : ligne, droite ou biaisée déterminée par l'intersection supérieure de deux pans de couverture ou ligne supérieure d'une toiture à un seul versant (NF P 30.101).

**Faîtière** : accessoire préfabriqué spécialement conçu pour contribuer à l'étanchéité à l'eau au faîtage.

**Galbe** : expression du profil plus ou moins convexe d'un petit élément de couverture.

**Gamme de closoirs** : closoir de conception et de composition identique dont la seule variante réside dans la géométrie des bavettes/jupes.

**Intradoss** : face inférieure de la faîtière ou l'arêtier.

**Lisse de rehausse** : support complémentaire, le plus souvent en bois, fixé à la charpente dans l'axe du faîtage ou de l'arêtier permettant la fixation mécanique du closoir et de la faîtière ou arêtier, de façon à ce que l'ensemble forme un ensemble cohérent (cf. fig. 3).

Il est constitué :

- d'une planche de bois,

ou

- de supports de faîtage métalliques ponctuels tels que sur la figure 3.

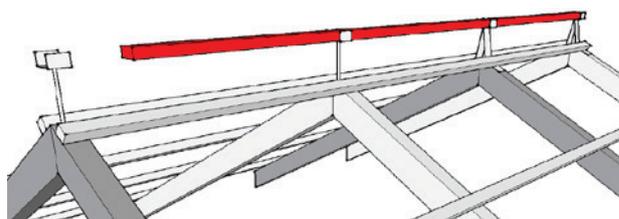


Figure 3 – Représentation de la lisse de rehausse sur un faîtage

**Marouflage** : opération qui consiste à presser un matériau conformable sur un support pour en épouser la forme.

**Note** : le marouflage de la bavette du closoir conduit à mettre en forme celle-ci sur les petits éléments de couverture de sous-faîtage et permettre le contact bavette/élément de couverture.

**Pureau transversal ou largeur utile** : largeur de la partie apparente d'une tuile en œuvre, il est mesuré perpendiculairement à la pente (NF P 30.101).

**Tuile sous-faîtière/sous-faîtage** : tuile ou accessoire de terre cuite recevant les tuiles faîtières (NF P 30.101).

**Ventilation** : renouvellement de l'air de l'espace à ventiler, situé en sous-face des petits éléments de couverture, depuis la partie basse (entrée au voisinage de l'égout) vers la partie haute (sortie en voisinage du faîtage). Pour les closoirs, la section de ventilation s'exprime en  $\text{cm}^2/\text{m}$ .

### 3. Caractéristiques du closoir ventilé de faîtière/arêtier

#### 3.1 Présentation et définition des familles

Les closoirs ventilés sont répartis en trois familles F1, F2 et F3 définies en fonction de la nature de la liaison corps-jupe du closoir :

	Sans cordon adhésif	Avec cordon adhésif
Closoirs avec liaison mécanique (emboutissage, sertissage) Exemple : Métal/Plomb	F1	F1a
Closoirs avec assemblage par un 3 <sup>e</sup> élément (couture, colle) Exemple : Métal/Plomb cousu	F2	F2a
Closoirs monobloc Exemple : Alu en rouleau perforé	F3	F3a

#### 3.2 Caractéristiques du produit

L'identification du closoir se fait par le classement GEV de la certification QB 35, dont les caractéristiques sont les suivantes :

##### G : classe adaptabilité

Les classes d'exigence des closoirs en termes d'adaptabilité sont définies selon le ratio suivant, qui est lié aux éléments de la couverture (cf. fig. 4) :

$$G = H/DG$$

Où

H = Hauteur du galbe.

DG = distance entre les sommets de 2 galbes consécutifs mesurée au 2/3 de la longueur hors-tout de la tuile et à partir du nez de la tuile.

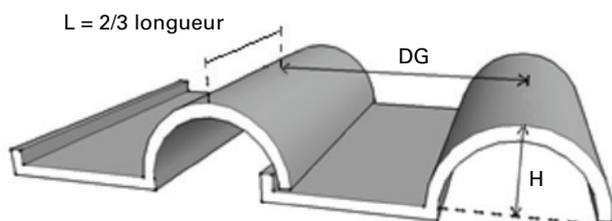


Figure 4 – Prise de dimensions sur les tuiles pour définir le galbe

- Classe G0 : petit élément de couverture plat ( $G = 0$ ) - tuiles planes, plates et ardoises.
- Classe G1 : petit élément de couverture à faible galbe ( $0 < G \leq 0,23$ ).
- Classe G2 : petit élément de couverture à fort galbe ( $0,23 < G \leq 0,33$ ).
- Classe G3 : petit élément de couverture à très fort galbe ( $0,33 < G \leq 0,36$ ).

##### E : comportement à l'eau

Les classes d'exigence en termes de comportement à l'eau sont définies par la quantité d'eau totale mesurée lors d'un essai d'aspersion :

Classe E	Quantité d'eau (g)
E1	0 à 5
E2	> 5 à 25

##### V : Capacité de ventilation

La capacité de ventilation est exprimée directement par sa valeur en  $\text{cm}^2/\text{m}$ .

#### 3.3 Fixations

Les fixations utilisées pour la mise en œuvre des closoirs, vis, pointes et agrafes auront les mêmes caractéristiques que celles utilisées pour les bois de couverture, telles que définies dans les DTU – séries 40.1\* et 40.2\*.

#### 4. Support : lisse de rehausse

La largeur de la lisse de rehausse doit être comprise entre 25 et 40 mm, conformément au paragraphe Matériaux du DTU ou de l'Avis Technique/DTA concerné.

#### 5. Mise en œuvre

##### 5.1 Généralités

La pose des closoirs en arêtier est réalisée avant celle en faîtière. Le closoir de faîtière recouvre celui de l'arêtier sur toute sa largeur.

##### 5.2 Mise en œuvre du dernier rang de tuiles au faîtière ou en arêtier

Le dernier rang au faîtière ou la dernière tuile pour l'arêtier doit venir au plus près de la lisse de rehausse afin que le closoir puisse recouvrir le plus possible les tuiles et de manière à ce qu'une lame d'air soit maintenue à l'arrière de la tuile, avec une distance de 1 cm (cf. fig. 5 et 6).

En cas de tuiles recoupées celles-ci devront être fixées mécaniquement et individuellement au support tel que défini dans les DTU.

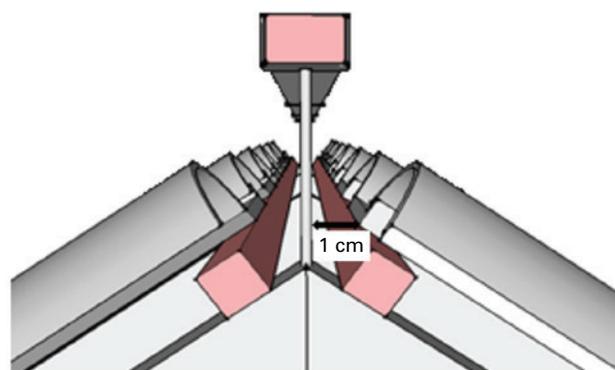


Figure 5 – Dernier liteau au faîtière sans closoir

##### 5.3 Mise en œuvre de la lisse de rehausse

Pour les tuiles galbées, elle est déterminée de façon à faire affleurer les bords inférieurs de la faîtière/arêtier avec le sommet du galbe des tuiles sous faîtières.

Lorsque le petit élément de couverture est d'aspect plat (G0), en l'absence de faîtière/arêtier ventilé, un interstice d'environ 1 cm est créé entre la faîtière/arêtier et la tuile sous faîtière, en réglant la hauteur de la lisse de rehausse. Ces dispositions permettent l'extraction de l'air de l'espace à ventiler.

La lisse de rehausse est fixée mécaniquement à la charpente tel que dans les DTU.

Pour déterminer la hauteur du bois de rehausse, il est nécessaire de présenter le closoir en position et de mesurer la dimension R. En raison de leur forme ou dimension, certaines tuiles de faîtage ou d'arêtier nécessitent l'installation d'un bois de fourrure de dimension F positionné sur le closoir (cf. fig. 6).

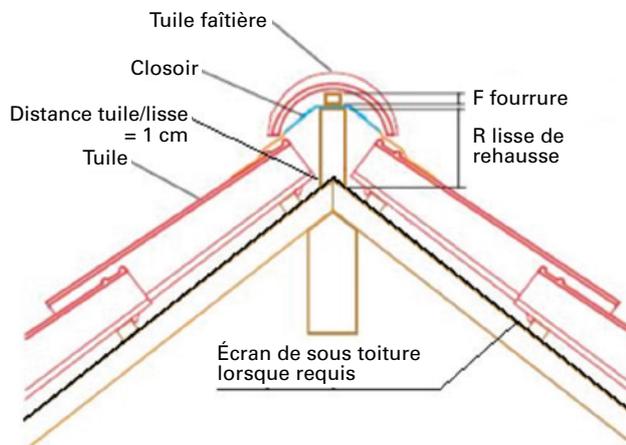


Figure 6 – Mise en œuvre de la lisse de rehausse

La liaison entre la lisse de rehausse et la charpente peut être réalisée au moyen de supports métalliques ou de support bois conformément aux DTU – séries 40.1\* et 40.2\*.

#### 5.4 Mise en œuvre en faîtage

La pose et la fixation des closoirs en faîtage sont réalisées comme suit :

a) Installation des closoirs

La pose des closoirs s'effectue à partir de l'une des extrémités du faîtage.

Le recouvrement entre éléments est de 5 cm minimum.

b) Les éléments du closoir sont posés et centrés sur la lisse de rehausse.

c1) Dans le cas des closoirs souples (ex : rouleaux), la pose démarre par la fixation mécanique (agrafage ou clouage) de l'extrémité du closoir, pour assurer son maintien. Le produit est ensuite déroulé dans l'axe de la lisse de rehausse et fixé à l'avancement tous les 50 cm minimum.

c2) Dans le cas des closoirs rigides, la fixation mécanique (vissage ou clouage) est réalisée en extrémité d'éléments, dans la zone de recouvrement prévue à cet effet.

d) La mise en forme des bavettes/jupes par marouflage est faite manuellement pour épouser au plus près le relief des éléments de couverture en partant du sommet de l'onde (couvert) vers les creux (courant) selon le petit élément de couverture utilisé.

e) En cas de collage avec un adhésif intégré à la bavette, le film pelable de protection est enlevé au fur et à mesure de la mise en forme des bavettes/jupes. Le support (les éléments de couverture) doit être sec et dépoussiéré.

f) Les closoirs sont ensuite recouverts des tuiles faîtières, des faîtières métalliques ou d'arêtiers, compatibles et adaptées aux petits éléments de couverture utilisés en plain carré, qui sont fixées par vissage ou par le biais de crochets spéciaux adaptés, conformément au DTU concerné, au travers des closoirs, dans la lisse de rehausse. Le sens de recouvrement des tuiles faîtières, des faîtières métalliques ou des arêtiers est choisi dans le sens opposé aux vents de pluie dominants.

*Note : en cas de vissage avec fixation apparente, il est nécessaire de prévoir un complément d'étanchéité tel que défini dans les DTU des éléments de couverture.*

g) Les extrémités du faîtage sont obturées à l'aide de pièces spécifiques dite « about de faîtage ».

#### 5.5 Mise en œuvre en arêtier

Le principe de pose est identique à celui utilisé en faîtage, mais s'opère toujours du bas vers le haut.

Le long de la ligne d'arêtier, tous les éléments de couverture avec une coupe biaisée sont fixés préalablement à la pose des closoirs, conformément aux DTU des éléments de couverture. Le collage éventuel des bavettes/jupes n'a pas vocation à assurer le maintien des tranchis.

#### 5.6 Jonctions

La finition au point de rencontre du faîtage et des arêtiers est réalisée avec un accessoire prévu à cet effet (cf. fig. 7).

Dans le cas où l'arêtier se continue sur l'autre versant par une noue (toiture en L), laisser dépasser le closoir, de 10 cm minimum au-delà de la lisse de rehausse, et le replier, de manière à recouvrir le relief de la tête de noue.

Dans le cas d'un faîtage en pénétration sur un versant, on laisse dépasser le closoir de manière à ce qu'il puisse remonter de 10 cm sous les éléments de couverture du versant en raccordement. Les jupes viendront recouvrir les noues de chaque côté.

Pour les closoirs rigides, la coque est découpée de façon à ce que les deux closoirs se joignent bout à bout. Les jupes sont laissées filantes afin de pouvoir effectuer le raccordement.

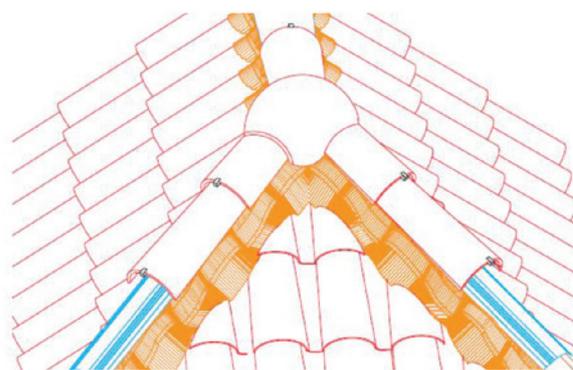


Figure 7 – Jonction de closoirs d'arêtiers et de faîtage dans le cas de tuiles

Le closoir des arêtiers doit être prolongé afin de pouvoir être recouvert de 10 cm par le closoir du faîtage.

## 6. Classements requis

### 6.1 En fonction des éléments de couvertures

Les closoirs doivent être adaptés au galbe des éléments de la couverture (cf. *paragraphe 2.22*).

Les documents commerciaux des tuiliers doivent également indiquer les classes concernées par les tuiles. Dans le cas de procédé bénéficiant d'un Avis Technique ou d'un DTA, ce dernier précise la classe G des éléments de couverture.

### 6.2 En fonction des zones de concomitance vent-pluie issues de DTU 40.1\* et 40.2\*

Le choix du closoir se fait indépendamment des trois zones d'application définies dans les DTU 40.1\* et 40.2\*. Il doit être fait selon les sites ou situations du chantier, tel que défini dans les DTU. Les classes de comportement à l'eau E y sont associées comme suit :

Zones	Sites ou situations	
	Protégé / normal	Exposé
Zone 1 Zone 2 Zone 3	E1 et E2	E1

### 6.3 En fonction de la section de ventilation requise par les DTU 40.1\* et 40.2\*

La capacité de ventilation V donnée pour un closoir entre directement dans le calcul de la section de ventilation nécessaire à la couverture.

La section de ventilation requise pour la couverture est à déterminer selon un ensemble variable de paramètres de l'ouvrage qui sont donnés dans les DTU 40.1\* et 40.2\*. En cas de sections de ventilation nécessaires trop importantes, il est possible d'avoir recours à des tuiles de ventilation afin de compléter les besoins de l'ouvrage.

L'Annexe 1 présente des exemples de sections de ventilation requise en fonction de l'ouvrage selon ces DTU.

## 7. Entretien

Les travaux étant effectués par d'autres corps d'état, l'entretien est à la charge du maître d'ouvrage pour éviter l'obturation de la ventilation de la sous-face des tuiles pour une bonne durabilité de l'ouvrage de couverture.

L'entretien des couvertures concerne notamment :

- l'enlèvement des mousses et, plus généralement, de la végétation et débris divers, pouvant entraîner l'humidité de la plaque et du tesson des tuiles et obturer la ventilation de la sous-face des tuiles ;
- le maintien en bon état de fonctionnement des évacuations d'eaux pluviales ;
- le maintien en bon état du support de la couverture et sa ventilation ;
- la surveillance des éléments du gros œuvre dont la mauvaise tenue pourrait entraîner des désordres dans la couverture.

# Annexe 1

## Méthode de détermination de la section de ventilation nécessaire à la couverture

### 1. Méthode générale de calcul de la section de ventilation

La section de ventilation nécessaire à une couverture dépend notamment des éléments qui la constituent.

Elle se calcule par des ratios de la surface totale en fonction de la présence ou non d'un écran de sous-toiture, de la longueur du rampant, du type de couverture utilisé et du type d'aménagement des combles.

Les DTU de couverture donnent la section totale nécessaire des orifices de ventilation qui doivent être équitablement répartis au faîtage et à l'égout.

Les tableaux de cette annexe donnent des exemples de sections de ventilation attendues au faîtage par les DTU pour les rampants maximaux. Cependant, il convient de se référer aux DTU en question qui peuvent prendre en compte d'autres critères tels que l'hygrométrie ou les zones courante ou froide.

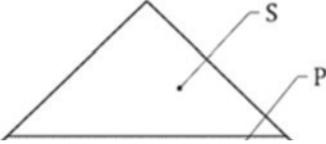
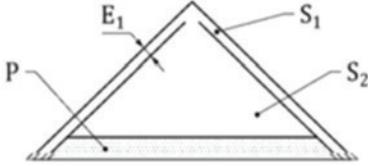
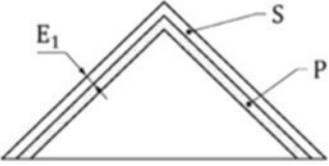
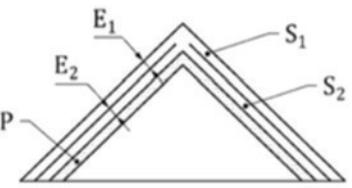
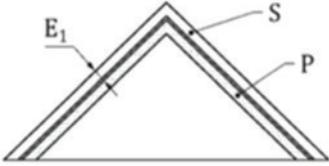
La capacité de ventilation des closoirs doit être supérieure ou égale aux valeurs annoncées par les DTU. Dans le cas contraire, des tuiles chatières ou tuiles de ventilation permettent de compléter l'ouvrage afin d'avoir une section de ventilation totale suffisante.

Les DTU proposent des cas de combles plus ou moins aménagés, avec ou sans écran et isolant, qui sont présentés dans le Tableau 1.

Des rapports de la surface totale de la couverture sont attribués à chaque type de combles afin d'obtenir la section des orifices nécessaires à la couverture.

L'écran HPV est certifié Sd1 selon le référentiel QB 25.

Tableau 1 – Types de combles et de parois isolées (P)

Type de combles	Type de combles
1	<p>Comble non aménagé sans écran</p> 
2	<p>Comble non aménagé avec écran</p> 
3	<p>Rampant isolé sans écran</p> 
4	<p>Rampant isolé avec écran ventilé en sous-face</p> 
5	<p>Rampant isolé avec écran hautement perméable à la vapeur d'eau et présence d'un pare-vapeur continu et indépendant</p> 

## 2. Exemples de sections de ventilation pour les couvertures relevant des DTU 40.11 et 40.13

Les sections de ventilation pour les DTU 40.11 et 40.13 sont données pour un rampant de longueur de projection horizontale maximale de 15 m avec une largeur de 1 m.

**Tableau 2 – Sections de ventilation au faitage pour une longueur de rampant de projection horizontale de 15 m**

Type de combles selon le tableau 1 de la présente annexe	Rapport des sections totales de ventilation (faitage + égout) par rapport à la surface totale de la couverture (pour 2 rampants de même longueur)	Sections de ventilation nécessaires au faitage (cm <sup>2</sup> /m)
1	$S = 1/3000$	50
2	$S_1 = 1/3000 \quad S_2 = 1/500$	350
3	$S = 1/800$	188
4	$S_1 = 1/3000 \quad S_2 = 1/500$	350
5	$S = 1/3000$	50

## 3. Exemples de sections de ventilation pour les couvertures relevant des DTU 40.21, 40.211 et 40.24

Les sections de ventilation pour les DTU 40.21, 40.211 et 40.24 sont données pour un rampant de longueur de projection horizontale maximale de 12 m avec une largeur de 1 m.

**Tableau 3 – Sections de ventilation au faitage pour une longueur de rampant de projection horizontale de 12 m**

Type de combles selon le tableau 1 de la présente annexe	Rapport des sections totales de ventilation (faitage + égout) par rapport à la surface totale de la couverture (pour 2 rampants de même longueur)	Sections de ventilation nécessaires au faitage (cm <sup>2</sup> /m)
1	$S = 1/5000$	24
2	$S_1 = 1/5000 \quad S_2 = 1/3000$	64
3	$S = 1/3000$	40
4	$S_1 = 1/5000 \quad S_2 = 1/3000$	64
5	$S = 1/5000$	24

## 4. Exemples de sections de ventilation pour les couvertures relevant du DTU 40.22

Les sections de ventilation pour le DTU 40.22 sont données pour un rampant de longueur de projection horizontale maximale de 12 m avec une largeur de 1 m.

**Tableau 4 – Sections de ventilation au faitage pour une longueur de rampant de projection horizontale de 12 m**

Type de combles selon le tableau 1 de la présente annexe	Rapport des sections totales de ventilation (faitage + égout) par rapport à la surface totale de la couverture (pour 2 rampants de même longueur)	Sections de ventilation nécessaires au faitage (cm <sup>2</sup> /m)
1	Pas de complément de ventilation	0
2	$S_1 = 0 \quad S_2 = 1/3000$	40
3	Pas de complément de ventilation	0
4	$S_1 = 0 \quad S_2 = 1/3000$	40
5	Pas de complément de ventilation	0

## 5. Exemples de sections de ventilation pour les couvertures relevant des DTU 40.23, 40.241 et 40.25

Les sections de ventilation pour les DTU 40.23, 40.241 et 40.25 sont données pour un rampant de longueur de projection horizontale maximale de 8 m avec une largeur de 1 m.

**Tableau 5 – Sections de ventilation au faitage pour une longueur de rampant de projection horizontale de 8 m**

Type de combles selon le tableau 1 de la présente annexe	Rapport des sections totales de ventilation (faitage + égout) par rapport à la surface totale de la couverture (pour 2 rampants de même longueur)	Sections de ventilation nécessaires au faitage (cm <sup>2</sup> /m)
1	$S = 1/5000$	16
2	$S_1 = 1/5000$ $S_2 = 1/3000$	43
3	$S = 1/3000$	27
4	$S_1 = 1/5000$ $S_2 = 1/3000$	43
5	$S = 1/5000$	16

---

**SIÈGE SOCIAL**

84, AVENUE JEAN JAURÈS | CHAMPS-SUR-MARNE | 77447 MARNE-LA-VALLÉE CEDEX 2  
TÉL. (33) 01 64 68 82 82 | FAX (33) 01 60 05 70 37 | [www.cstb.fr](http://www.cstb.fr)

**CSTB**  
*le futur en construction*

---

**CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT** | MARNE-LA-VALLÉE | PARIS | GRENOBLE | NANTES | SOPHIA ANTIPOLIS