

# Avis Technique 2/02-967

Annule et remplace l'Avis Technique 5/99-1414

*Composite isolant du type caisson chevronné*

*Procédé de couverture  
isolante*

---

## Béopan DP PE PX LM BO

---

**Titulaire :** Société STOCKBOIS  
Espace BEOTOIT  
Z.I. Bassaquet  
F-83140 Six Fours  
  
Tél. : 04 94 06 09 09  
Fax : 04 94 94 05 12  
Internet : [www.beopan.com](http://www.beopan.com)  
E-mail : [stockois@wanadoo.fr](mailto:stockois@wanadoo.fr)

**Usine :** Signes (83)

Commission chargée de formuler des Avis Techniques  
(arrêté du 2 décembre 1969)

**Groupe Spécialisé n°2**

Constructions, façades et cloisons légères

Vu pour enregistrement le 17 septembre 2003

Pour le CSTB : J.-D. Merlet, Directeur Technique



Secrétariat de la commission des Avis Techniques CSTB, 4, avenue du Recteur-Poincaré, 75782 Paris Cedex 16  
Tél. : 01 40 50 28 28 - Fax : 01 45 25 61 51 - Internet : [www.cstb.fr](http://www.cstb.fr)

**Le Groupe Spécialisé n° 2 "Constructions, façades et cloisons légères" a examiné, le 19 novembre 2002, le procédé isolant support de couverture du type caisson chevronné "BEOPAN DP PE PX LM BO", fabriqué et distribué en France par la Société STOCKBOIS. Il a formulé, sur ce système, l'Avis Technique ci-après, qui annule et remplace l'Avis Technique 5/99-1414. Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France européenne.**

## 1. Définition succincte

### 1.1 Description succincte

Système isolant support de couverture sur lame d'air ventilée, constitué de deux chevrons en bois massif solidaires d'un panneau de sous-face faisant office de parement plafond (voir § 2.2 et 2.3 du dossier technique pour la description détaillée des différents éléments).

L'isolant collé est disposé entre chevrons en ménageant un espace pour la ventilation de la couverture.

### 1.2 Identification des constituants

Chaque caisson est identifié sur chant et comporte l'indication BEOPAN, le type (trois lettres), l'épaisseur de l'isolant, suivie du n° de lot de la date et l'heure de fabrication (cf. § 3.3 du Dossier Technique).

## 2. AVIS

### 2.1 Domaine d'emploi accepté

Celui revendiqué dans le Dossier technique complété par le Cahier des Prescriptions Techniques.

L'emploi de ce système en climat de montagne (altitude > 900 m) n'est pas considéré.

### 2.2 Appréciation sur le procédé

#### 2.2.1 Aptitude à l'emploi

##### Stabilité

Elle peut être considérée comme normalement assurée dans les conditions d'emploi prévues par le paragraphe 4.22 du Dossier technique.

##### Sécurité au feu

*Vis-à-vis du feu provenant de l'extérieur :*

Cette couverture relève d'un classement sans restriction d'emploi dans le cas des tuiles, des ardoises ou des feuilles métalliques.

Le classement de tenue au feu est inconnu dans le cas de bardeaux bitumés.

*Vis-à-vis du feu provenant de l'intérieur :*

Les dispositions réglementaires en matière de protection des isolants vis-à-vis d'un feu intérieur (arrêtés du 25 juin 1980 et du 10 juillet 1987 pour les bâtiments recevant du public et du 31 janvier 1986 pour les bâtiments d'habitation) nécessitent que les isolants soient protégés dans les conditions définies par le "Guide de l'isolation par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie" (*Cahiers du CSTB 1624 et 2469*).

Les épaisseurs proposées en fonction de la nature des parements sont conformes aux exemples de solution prévus par le chapitre 5 du Guide précité.

##### Isolation thermique

Les valeurs de résistance thermique de ces supports sont indiquées au tableau 3 du dossier technique. Elles tiennent compte des valeurs de résistance thermique certifiées des isolants utilisés, constitutifs de l'âme des composites et titulaires d'un certificat ACERMI.

Pour les constructions neuves qui entrent dans le champ d'application de la Réglementation Thermique 2000, le procédé BEOPAN devra satisfaire aux exigences du tableau VIII du fascicule 1/5 "Coefficient UBât" des Règles Th-U, qui précise, que le coefficient U surfacique maximal admissible prévu dans le cas des rampants de combles aménagés est de 0,30 W/(m².K).

##### Prévention des accidents lors de la mise en œuvre ou de l'entretien

La mise en œuvre de cette toiture impose les dispositions relatives à la sécurité des personnes contre les chutes de hauteur.

##### Complexité de couverture

Sous réserve du respect des dispositions de mise en œuvre prévues par le Dossier Technique et du recours éventuel à l'assistance technique du fabricant, la réalisation de toitures de forme complexe (rives biaisées, noues, arêtières) peut être considérée favorablement.

##### Finitions en plafond

*Sous face en panneau de particules et dérivés :*

Vu les raisons possibles de désaffleurement des panneaux contigus, les finitions du type papier collé, calicot, sont à déconseiller vivement. Suivant les types de sous-face, les finitions par toile tendue, par peinture ou vernis avec joints marqués, peuvent convenir.

La compatibilité des peintures ou vernis avec les plafonds M1 est à vérifier auprès de la Société STOCKBOIS.

*Sous face en plaque de plâtre :*

L'aspect régulier du plafond est tributaire du nivellement des appuis supports et du soin apporté à la pose des caissons.

- Les joints entre plaques de plâtre à bords amincis sont exécutés conformément au DTU 25.41 avec un produit titulaire d'un Avis Technique.
- Les joints entre plaques de plâtre armé, de type FERMACELL, sont exécutés à l'aide d'un enduit spécial (produit de jointoyage FERMACELL) pour les joints longitudinaux et à l'aide de colle résorcine haute fréquence pour les joints transversaux.

On ne peut exclure le risque éventuel de fissuration au droit des joints longitudinaux et transversaux consécutifs au mouvement des caissons et compte tenu des caractéristiques des joints réalisés.

Dans les deux cas, le plafond est apte à recevoir les finitions habituelles aux plaques de plâtre.

##### Isolation phonique

On ne dispose pas d'éléments d'évaluation relatifs à l'isolation aux bruits d'impact (pluie, grêle) ou à l'affaiblissement acoustique aux bruits aériens extérieurs.

Le respect des exigences d'isolation phonique entre logements contigus conduit à déconseiller vivement le franchissement des murs de mitoyenneté par ces sandwichs isolants.

#### 2.2.2 Durabilité - Entretien

##### Durabilité

La durabilité des supports isolants BEOPAN est assurée si, comme prévu, ces éléments sont réservés à la couverture de locaux à faible ou moyenne hygrométrie et si ces supports sont protégés de l'humidification lors de la pose (cf. Cahier des Prescriptions Techniques).

Dans les conditions de pose prévues par le Dossier technique, et complétées par le Cahier des Prescriptions Techniques pour les couvertures en plaques sur support continu, la durabilité des couvertures associées est comparable à celle des mêmes couvertures posées sur support traditionnel.

##### Entretien

Les dispositions des DTU de couvertures ou des Avis Techniques particuliers s'appliquent aux couvertures associées à ce procédé.

#### 2.2.3 Fabrication et contrôle

La société STOCKBOIS possède une expérience de plusieurs années dans le domaine de la fabrication des composites isolants supports de couverture.

Les contrôles précisés au dossier technique sont de nature à assurer une régularité satisfaisante des fabrications.

#### 2.2.4 Mise en œuvre

La mise en œuvre de ce support relève de la compétence d'entreprises qualifiées, notamment des entreprises de charpente et de couverture. Elle ne présente pas de difficulté particulière. Elle peut nécessiter le recours à des moyens de levage appropriés dans le cas de caissons de grande longueur. La commande à dimension, après étude de calepinage, peut faciliter la pose.

La charpente support doit présenter des appuis plans et être conforme aux règles et DTU en vigueur.

## 2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

### Justification des chevrons aboutés par connecteurs

Lorsque la longueur des caissons nécessite l'aboutage des chevrons, le fabricant doit s'assurer que cette technique a fait l'objet d'une justification de conformité selon la norme NF EN 1075.

### Mise hors d'eau

La mise hors d'eau des caissons sera systématiquement exécutée sans délai.

Dans les conditions normales du chantier, la couverture sera exécutée à l'avancement. Si une exposition aux intempéries devait être envisagée, un bâchage efficace devra être assuré par l'entreprise ayant posé ces supports.

### Conditions d'adaptation dans le cas de couvertures en plaques en fibres-ciment, plaques métalliques ou sur support continu

Elles relèvent d'une étude particulière dans chaque cas d'application pour laquelle l'assistance technique du fabricant doit être requise, afin de :

- définir le dimensionnement, l'entraxe et la fixation sur les chevrons de caisson des bois supports de couvertures ;
- préciser le choix d'épaisseurs d'isolant adapté ou la mise en place de contrelatte de rehausse afin de respecter les hauteurs de lame d'air pour ventilation prévues.

### Conditions d'adaptation des caissons de grande longueur (plus de 4,80 m)

Elles relèvent d'une étude particulière où le client précise l'emplacement des pannes afin de constituer un caisson tel que le joint de la sous-face soit supporté.

### Fixations complémentaires pour forte pente

Pour les fortes pentes (> 100 %), un taquet d'arrêt (ou dispositif équivalent) doit être fixé sur les éléments au droit des murs extérieurs ou de la panne sablière pour éviter le glissement des panneaux.

### Prescriptions particulières aux débords

Les débords seront limités à 40 cm.

### Traitement des rives en débord

Les saillies sur l'extérieur des éléments BEOPAN à sous-faces en plaque de plâtre seront protégées par un habillage rapporté conçu de façon à ce que l'espace entre la sous-face plâtre et cet habillage soit convenablement ventilé.

### Finition des sous-faces sur pièces humides

Les éléments BEOPAN à sous face plâtre qui recouvrent des pièces à forte production momentanée de vapeur d'eau (exemple : cuisine ou salle d'eau) doivent être revêtues en face plafond d'une peinture étanche.

## Conclusions

### Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 2.1) et complété par le Cahier des Prescriptions Techniques, est appréciée favorablement.

### Validité

Jusqu'au 30 novembre 2008.

*Pour le Groupe Spécialisé n° 2*  
*Le Président*  
F. ZANGHELLINI

## 3. Remarques complémentaires du groupe spécialisé

Les longueurs de caissons entre 8 et 10 m maximum présentent un caractère inhabituel pour ce type d'élément et demandent en particulier des conditions appropriées de levage et de manutention.

*Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 2*  
K. MORCANT

# Dossier Technique

## établi par le demandeur

## A. Description

### 1. Principe

Eléments porteurs, isolants ou non, du type caissons chevrons destinés à être utilisés comme supports de couverture dans les constructions de toutes destinations, à faible ou moyenne hygrométrie.

- Locaux à faible hygrométrie : immeubles de bureaux non conditionnés, externats scolaires, ainsi que certains logements équipés de ventilations mécaniques contrôlées et de systèmes propres à évacuer les pointes de production de vapeur d'eau dès qu'elles se produisent :

$$\frac{W}{n} \leq 2,5g / m^3$$

- Locaux à hygrométrie moyenne : bâtiments d'habitation, y compris les cuisines et salles d'eau, correctement chauffés et ventilés, sans sur-occupation :

$$2,5 < \frac{W}{n} \leq 5g / m^3$$

- A l'exclusion des locaux à forte et très forte hygrométrie :

$$\frac{W}{n} > 5g / m^3$$

Avec  $W$  = quantité de vapeur d'eau produite à l'intérieur du local par heure,  
 $n$  = taux horaire de renouvellement d'air.

### 1.2 Types de couvertures associées

Ces caissons chevrons peuvent être associés :

- Aux différents types de couvertures discontinues sur liteaux ou chevrons
- Aux différents types de couvertures discontinues ou continues sur voligeage jointif ou sur panneaux contreplaqués extérieurs CTB-X ou sur panneaux de particules CTB-H.

Se reporter au chapitre 2.7 et 6. pour la définition produit et mise en œuvre de ces couvertures

## 2. Description

### 2.1 Description générale (fig. 1, 2 et 3)

Les éléments BEOPAN sont des caissons chevrons constitués par :

- le panneau faisant plafond (porteur), en plaque de plâtre cartonnée à bords amincis, hydrofuge,
- des contre liteaux constituant le chevronnage fixés au panneau, la fixation étant faite en usine, les têtes de clous ou de vis restent apparentes sur la face vue du plafond, une couche isolante en panneaux isolants manufacturés, insérés entre les chevrons et collés sur le parement plafond.
- Des panneaux BEOPAN comportant des parties partiellement non isolées peuvent être fabriqués sur demande.

Selon le type de sous-face, les caissons BEOPAN comportent 2 ou 3 chevrons et présentent respectivement une largeur de 0,60 m (ou 1,20 m, non standard).

### 2.2 Désignation commerciale, type et marquage

Les éléments sont désignés par une succession de lettres et de chiffres accolés à la désignation générale BEOPAN :

DPM1 ou PEP ou PXP ou LMP : parement plafond en plaque de plâtre cartonnée à bords amincis, hydrofuge.

DPH/PEH/PXH/LMH : parement plafond particules de bois CTB-H.

DPC/PEC/PXC/LMC : parement plafond contreplaqué CTB-X ou non.

DPM/PEM/PXM/LMM : parement plafond particules de bois revêtu de mélamine.

DPA/PEA/PXA/LMA : parement plafond acoustique

DPD/PED/PXD/LMD : parement plafond lambris

La désignation ci-dessus peut être complétée par celle du classement M0 de réaction au feu du parement plafond : PREGYFEU M0 ou M1 de la plaque de plâtre cartonnée PREGYDRO, PREGYPLAC, ou PREGYFEU ou CTB-H / CTB-X M1 ou non, ou M0 FERMACELL.

En outre, la dénomination du caisson comporte l'épaisseur (en mm) de la couche isolante entre chevrons.

*Exemple de désignation commerciale :*

DPM1-60 : DP pour isolant en polystyrène expansé haute densité et panneau de plâtre cartonnée, M1 pour la réaction au feu du parement plafond et 60 pour l'épaisseur de l'isolant.

Lorsque l'isolant est constitué de panneaux manufacturés en polystyrène expansé, extrudé ou en laine minérale, l'identification comporte respectivement les suffixes PE PX ou LM.

### 2.3 Description des constituants

#### 2.3.1 Contreliteaux

Les contreliteaux ont une largeur de 2,5 cm  $\pm$  0,1 cm.

Bois résineux du Nord catégorie II, selon NF B 50-100, séchés, traités (traitement xylophène E2 ou similaire).

Pour les longueurs de bois nécessitant des aboutages, ceux-ci sont exécutés de façon traditionnelle :

- connecteurs métalliques assemblés à la presse
- plaques à clous (métallique ou bois).

Caractéristiques :

- contrainte de rupture en flexion : 120 kg/cm<sup>2</sup>
- module d'élasticité en flexion : 100 000 kg/cm<sup>2</sup>
- préservation conforme à la classe de risque 2 selon norme NF B 50-100.

#### 2.3.2 Panneaux plafonds

- Plaque de plâtre cartonnée à bords amincis d'épaisseur 12,5 mm, conforme à la norme NF P 72-302, hydrofugée en surface et de réaction au feu M1 (PV. LNE n° 8100036) marque PREGYFEU.
- Plaque de plâtre cartonnée à bords amincis d'épaisseur 12,5 mm, conforme à la norme NF P 72-302, hydrofugée en surface et de réaction au feu M1 (PV. LNE n° 0100149) marque PREGYDRO.
- Plaque de plâtre cartonnée à bords amincis d'épaisseur 13 mm, conforme à la norme NF P 72-302, hydrofugée en surface et de réaction au feu M1 (PV. LNE n° 1050395) marque PREGYPLAC.
- Plaque de plâtre cartonnée à bords amincis d'épaisseur 12,5 mm, conforme à la norme NF P 72-302, hydrofugée en surface et de réaction au feu M0, marque PREGYFEU M0.

Les plaques de plâtre cartonnées peuvent recevoir un revêtement PVC, classement de réaction au feu M1.

- Paque de FERMACELL de réaction au feu M0 d'épaisseur 10 ou 12,5 mm (PV CSTB n° RA98-547)
- Panneaux de particules de bois lisse ou rainure NF-CTB-H (brut ou pré peint) d'épaisseur 10 (Classement de réaction au feu M1) ou 12 mm. Ces panneaux peuvent être plaqués essence bois, imitation ou surface mélaminé.
- Panneaux contreplaqués lisses épaisseur 10, 12 ou 15 mm NF CTB-X éventuellement M1.
- Panneaux TRIPLY conformes à la norme NF EN 300 et NF EN 324-1 d'épaisseur 12 mm.
- Panneaux de fibres de bois agglomérées au ciment HERAKUSTIK F d'épaisseur 15 ou 25 mm conforme à la norme NF B 56-029, associés à un panneau de particules de bois CTB-H, d'épaisseur 10 ou 12 mm.

Fréquences (Hz)	Coefficient pour ép. 15mm	Coefficient pour ép. 25mm
125	0.05	0.05
250	0.08	0.12
500	0.15	0.23
1000	0.30	0.50
2000	0.74	0.92
3000	0.83	0.80
4000	0.75	0.65

- Lambris en sapin du Nord d'épaisseur 12 mm ou plus qualité a/b largeur brut 90 mm aspect naturel, lasure ou classe M1 par traitement autoclave, associés à un panneau de particules de bois CTB-H, d'épaisseur 10 ou 12 mm.

## 2.33 Isolants thermiques

Les matériaux isolants utilisés sont des plaques d'isolant mises en place entre les contre liteaux. L'assemblage se fait en usine par collage.

Dans tous les cas, il subsiste une lame d'air de hauteur minimale 20 mm entre le sommet des chevrons et la surface de l'isolant.

Les caractéristiques des isolants sont indiquées dans le tableau 1.

## 2.4 Assemblage des éléments

L'assemblage des éléments est fait en usine. Les contre liteaux sont fixés, au travers du panneau de sous-face, pointe dans les contre liteaux.

L'assemblage des panneaux sur les contre liteaux est réalisé par pointes galvanisées 22 x 40 à raison de 6 pointes, minimum, par mètre linéaire de contre liteaux ou vis 4/40 avec un mini de 4 par mètre linéaire.

Les éléments BEOPAN se présentent en largeur : 60 cm.

## 2.5 Caractéristiques des caissons BEOPAN

### 2.51 Caractéristiques dimensionnelles (fig. 4 et 5)

Elles sont indiquées dans le tableau 2, complétées par les tolérances dimensionnelles suivantes :

- Longueur de fabrication : maximum 10 m
- Longueur standard : 240 – 300 – 360 – 420 – 480 cm suivant le type de sous-face (cf. tableau 2)
- Longueur nominale :  $\pm 5$  mm
- Largeur :  $\pm 5$  mm
- Hauteur nominale :  $\pm 2$  mm

Les longueurs de fabrication de 10 m justifient l'aboutage de panneaux en sous-face suivant le type de produit. Dans tous les cas, celui-ci sera exécuté au droit d'une panne support.

Le principe d'assemblage des rives longues de caisson est illustré sur la figure 6.

### 2.52 Caractéristiques thermiques

Elles sont indiquées dans le tableau 3.

## 2.6 Matériaux accessoires à la fabrication

### 2.61 Accessoires de fixation

#### Sur charpente bois

- Cas courant des caissons avec isolant :

Clous de section carrée 5 x 5 mm dont la tête est rabattue en L, en acier galvanisé ou cadmié. Leur longueur est égale à la hauteur des contre liteaux + épaisseur sous-face + 60 mm au moins (fournis sur demande jusqu'à 250 mm).

Tire-fond en acier galvanisé à chaud (150 g/m<sup>2</sup> de zinc) de longueur 230 mm.

- Cas particulier des caissons sans isolant :

Pointes, agrafes ou tire-fond de caractéristiques comparables à celles spécifiées pour la fixation des supports, bois ou dérivés du bois, traditionnels.

#### Sur charpente métallique

On a recours à des vis auto taraudeuses de diamètre 6,3 mm ou à des boulons de charpente.

## 2.62 Accessoires pour le remplissage

- Les joints longitudinaux entre éléments sont traités de la manière suivante :

Mousse de polyuréthane en bombe mise en œuvre in situ, elle assure l'étanchéité à l'air et rétablit la continuité thermique évitant ainsi le pont thermique, bandes d'aluminium auto-adhésives de largeur 100 mm éventuellement pour garantir l'étanchéité.

- Dans le cas des panneaux avec un isolant en polystyrène expansé (graphite élastifié), une bande de raccord est mise en œuvre en usine, d'une épaisseur d'environ 4 mm, elle se substitue à la mousse de polyuréthane en bombe pour le rétablissement de la continuité thermique et doit impérativement être complétée par une bande auto adhésive (mousse à cellules fermée).
- Les joints transversaux sont réalisés avec un mastic d'étanchéité extrudable, conforme à la norme NF P 30-304. On a recours à un fond de joint en mousse pour désolidariser le fond du support, de cette manière ne seront collées que les deux faces des extrémités de l'isolant.
- Un papier kraft 130 g traité corona en surface est mis en place à la fabrication, celui-ci est collé sur l'isolant et remonte sur les bois permettant ainsi une meilleure tenue de la bande aluminium. Le kraft peut être remplacé par un PET 36/50.

## 2.7 Matériaux de couvertures

Les matériaux utilisés en couverture sont définis par les documents suivants <sup>(1)</sup> :

- ardoises naturelles : NF P 32-301
- ardoises en fibres-ciment : NF EN 492 et Avis Techniques
- bardeaux bitumés NF EN 544
- Tuiles de terre cuite : NF EN 1304.
- Eléments métalliques en feuilles et bandes, suivant DTU
- Tuiles métalliques : selon Avis Technique particulier
- Lauzes

## 3. Fabrication, contrôles, marquage et conditionnement

### 3.1 Fabrication

La fabrication est effectuée dans l'usine de Signes. Elle consiste à assembler les panneaux, les contre liteaux et les isolants.

### 3.2 Contrôles

- qualité des plaques de sous-face et des bois de chevrons (y compris leur traitement),
- respect des conditions de fixation, tolérance et rectitude des assemblages chevrons, panneaux et mousse, planéité de l'ensemble, qualité des panneaux isolants et fixations.

### 3.3 Marquage et conditionnement

Les caissons sont marqués sur chant : longueur et épaisseur de la mousse de polyuréthane. Dans le cas de l'isolant polystyrène, les caissons sont marqués DPM1 ou PE.

Le conditionnement est effectué par palettes cerclées, protégées par un bâchage plastique marqué BEOPAN rétracté anti-UV et réutilisable, ceci afin de protéger sur le chantier les panneaux non encore posés sur la toiture. La non-protection entraîne la responsabilité de l'entreprise ou du distributeur.

## 4. Mise en œuvre (fig. 5 à 8)

### 4.1 Transport et stockage

Les éléments BEOPAN doivent être transportés et stockés à plat, à l'abri des intempéries. Un vide permettant une circulation d'air entre la pile et le sol doit être prévu.

### 4.2 Ossature porteuse

#### 4.21 Types de charpente

Les éléments peuvent être fixés sur des charpentes traditionnelles, en bois massif ou lamellé collé, (les fermettes industrialisées sont exclues), sur des charpentes en béton avec interposition d'une fourrure en bois, scellée, alignée et nivelée, sur des charpentes métalliques avec interposition éventuelle d'une fourrure en bois.

<sup>1</sup> Les matériaux de couverture doivent être conformes au chapitre matériau du DTU concerné.

Les panneaux BEOPAN doivent présenter en extrémités transversales une largeur minimale de repos sur appui de 35 mm. En appuis intermédiaires et lorsqu'une même panne constitue le support intermédiaire de tous les panneaux d'un même versant, la largeur nominale minimale de cet appui est de 65 mm, et il est impératif de vérifier l'alignement des supports dans les deux sens afin de garantir la non-déformation des panneaux et s'assurer que les appuis minimum ont été respectés, le non-respect entraîne la responsabilité de l'entreprise ou du distributeur. Le scellement des pannes sur les murs pignons et refends est indispensable, mais il est possible d'utiliser pour la fixation des pannes des platines métalliques, sabot à âme, étriers, etc. La mise en œuvre des charpentes doit être conforme aux règles de l'art, répondre aux normes et DTU en cours.

## 4.22 Entraxes

### 4.221 Charges descendantes

Le tableau 4 indique les entraxes maximaux (cm) des appuis porteurs en fonction des charges descendantes.

**NOTA 1** : pour la pose sur 2 appuis, réduire les entraxes du tableau 4 de 30% environ. Les calculs ont été effectués en continuité (3 appuis ou plus) en prenant :

- Module d'élasticité des chevrons : 10 000 N/mm<sup>2</sup>
- Flèche instantanée de 1/400<sup>ème</sup>, coefficient de sécurité de rupture des panneaux plafond égal à 5; la contrainte admissible des bois est égale à 75 daN/cm<sup>2</sup>.

**NOTA 2** : Les charges permanentes comprennent :

- Le poids des panneaux
- Le poids des contre liteaux ou voliges
- le poids de la couverture (kg/m<sup>2</sup>) :
  - Ardoises : 30 à 40 kg/m<sup>2</sup>
  - Tuiles grand moule : 40 à 50 kg/m<sup>2</sup>
  - Tuiles plates : 60 à 80 kg/m<sup>2</sup>
  - Tuiles canal : 50 à 100 kg/m<sup>2</sup>

**NOTA 3** : la charge climatique de neige considérée est la charge normale, au sens des règles NV 65

**Tableau 4 – Entraxes maximum (cm) des appuis supports en fonction des charges normales descendantes**

Charge (daN/m <sup>2</sup> )	BEOPAN (largeur 60 cm ou 120 cm)					
	60	80	100	120	140	160
100	240	260	290	310	330	350
125	220	235	275	295	315	335
150	210	220	260	280	300	320
175	190	210	250	270	290	310
200	180	200	240	260	280	300
300	140	170	200	220	240	260
400	120	150	180	200	220	240
500	100	135	160	180	200	220

### 4.222 Charges ascendantes

Le tableau 5 précise les entraxes de supports admissibles, en fonction des charges ascendantes, compte non tenu du poids des éléments et de la couverture.

**Tableau 5 – Entraxes maximum (cm) des appuis supports en fonction des charges normales ascendantes**

Charge (daN/m <sup>2</sup> )	BEOPAN (largeur 60 cm ou 120 cm)					
	60	80	100	120	140	160
50	230	270	270	270	290	310
75	230	270	270	270	290	310
100	230	255	270	270	290	310
125	195	195	270	270	290	310
150	165	165	270	270	290	310
200	125	125	245	245	245	245

Nota : Compte tenu d'une résistance caractéristique à l'arrachement des clous en L de 300 daN, d'un nombre de 2 fixations par support et d'un coefficient de sécurité de 2,35.

### 4.223 Débords de toitures, découpes

Les débords sur les rives latérales qui ne sont pas supportés devront être déterminés par une note de calcul. Ils sont limités dans ce cas à 15 % de la portée maximale définie pour la pose sur trois appuis des seuls panneaux de sous-face, avec un maxi de 40 cm.

La sous-face de l'élément en débord sera protégée contre les remontées d'eau par des systèmes efficaces : peinture hydrofuge, planche de rive, voliges clouées sous le panneau, ceci dans tous les cas de figure.

La protection des débords en sous-face est faite par une peinture étanche à l'eau selon le DTU 59.1 "Peinturage" et est entretenue périodiquement.

Lorsqu'une découpe en largeur conserve la moitié ou plus d'un intervalle entre contre liteaux, il faudra reclipser un contre liteau de même hauteur après avoir dégagé la mousse.

Les débords admissibles en égout des caissons sont indiqués dans le tableau 6.

**Tableau 6 – Débords maximum (cm) non supportés en égout (\*)**

Charge (daN/m <sup>2</sup> )	BEOPAN					
	60	80	100	120	140	160
100	60	70	80	100	100	100
125	50	60	70	90	90	90
150	50	55	65	85	85	85
175	45	50	60	80	80	80
200	40	45	55	60	60	60

(\*) Le Cahier des Prescriptions de l'Avis Technique limite les débords à 40 cm.

## 4.3 Calepinage

Les éléments ont une largeur standard : 60 cm.

Les longueurs standards sont : 2,40 - 3,00 - 3,60 et 4,20 m.

La longueur maximale est de 10 m.

Le choix de la longueur est fait sur le calepinage en respectant les principes suivants :

- Les caissons doivent reposer sur trois appuis au minimum.
- Les extrémités des panneaux aboutés doivent être supportées et il faut réserver un jeu de 5 mm entre abouts, compte tenu des variations dimensionnelles prévisibles.
- Les caissons peuvent reposer sur deux appuis pour des parties limitées d'ouvrage, il faudra alors respecter les dispositions du paragraphe 4.221. Il faudra également tenir compte des débords de toiture.

Sur demande des utilisateurs, la Société STOCKBOIS prend en charge le calepinage des chantiers au niveau des détails de toiture, dans le cadre de son assistance technique.

## 4.4 Fixation des éléments

### 4.41 Nomenclature des fixations des supports de couverture BEOPAN sur la charpente

La fixation des éléments se fait suivant leur type et en fonction du type de panne, selon les indications du tableau 7.

**Tableau 7 - Fixation des éléments**

Ossature porteuse	Tous types de caissons BEOPAN	
Charpente bois ou fourrure bois sur charpente béton	1 clou ou 2 clous (cf. § 3.222) à tête L au croisement de chaque chevron sur chaque appui	1 tirefond dans les chevrons avec préperçage de ces derniers pour chaque appui (*)
Charpente métallique	Vis autotaraudeuse ou boulon de couverture au croisement de chaque chevron sur chaque appui après perçage des chevrons (*)	
(*) Sur justification de la résistance caractéristique à l'arrachement de ces fixations particulières, en fonction des efforts résultant du tableau 5.		

#### 4.42 Solidarisation des chevrons de rive contigus

Lorsque les caissons reposent sur des pannes distantes entre axe de plus de 2 m, les chevrons de rive des caissons doivent être solidarisés par lardage, au milieu de la portée.

#### 4.5 Mise hors d'eau et rejointoiement des éléments

Il est obligatoire, dans l'attente de la pose de la couverture, de recouvrir tous les joints entre les panneaux, le faîtage et les bas de versants. L'intervalle entre les contre liteaux latéraux des panneaux contigus doit être rempli à l'aide de polyuréthane en bombe et recouvert par une bande alu auto-adhésive (fournie), posée à cheval, avant de clouer les liteaux (fig. 8).

L'intervalle transversal (variable) entre panneaux au niveau du faîtage, arêtiers, noues, découpes, planches de rive, etc., doit être garni par un isolant, celui-ci pouvant être en vrac ou en bombe.

Les raccords bout à bout sur les pannes (intervalles 5 mm) doivent être traités par un mastic mis en œuvre à la pompe sur chantier, ceci afin d'éviter toutes infiltrations dans le cas d'une fuite en couverture.

Temporairement, la protection de la couverture est nécessaire afin d'éviter le ruissellement de l'eau à travers les joints de panneaux.

#### 4.6 Circulation sur la couverture

Les consignes habituelles de sécurité en matière de circulation du personnel sur la couverture doivent être respectées. La circulation peut se faire soit par échelle, soit par planche à tasseau. On prendra appui sur les chevrons.

Il est à noter que la surface de l'isolant peut être rendue glissante par l'humidité.

#### 4.7 Détails particuliers de toiture

##### 4.7.1 Faîtages (fig. 9 à 12)

##### 4.7.2 Arêtier (fig. 13)

##### 4.7.3 Noue (fig. 14)

##### 4.7.4 Egouts (fig. 15 et 16)

La planche de rive arasée au niveau de la mousse doit être fixée sur les contre liteaux, la ventilation étant ainsi assurée.

La gouttière doit être maintenue par des crochets universels, ou par des crochets à pattes latérales, cloués sur la planche de rive ou sur les contre liteaux.

##### 4.7.5 Rives latérales en butée contre un mur (fig. 17)

Il faut ménager un jeu de quelques millimètre qu'on garnit avec un isolant souple.

##### 4.7.6 Réalisation des pénétrations continues (fig. 18 et 19)

(Châssis d'éclairage ou de ventilation - pénétration des conduits de fumée et souches de cheminée - conduits de ventilation).

Un chevêtre doit être constitué. Des éléments de support seront posés sur celui-ci et l'étanchéité aux raccords doit être réalisée de façon identique à une couverture traditionnelle.

L'écartement réglementaire "feu" pour le passage des conduits de fumée doit être rempli d'un matériau ignifugé afin de protéger la charpente. On peut utiliser une laine minérale, un plâtre ou un mortier.

#### 4.8 Dispositions relatives à la ventilation

La ventilation s'effectue entre l'isolant et la sous-face des liteaux ou voliges qui réservent dans tous les cas une lame d'air d'épaisseur moyenne 20 mm (ép. 140 et 160 rehausse à mettre sur chantier par le poseur). La ventilation doit être conforme aux exigences des DTU correspondant au type de couverture utilisée.

Il faut prévoir des entrées et des sorties d'air dont la surface totale doit être conforme aux DTU et Cahier des charges en vigueur.

Il est possible d'utiliser des chatières pour assurer la ventilation basse. Certaines couvertures nécessitent une épaisseur de lame d'air supérieure à 20 mm. Dans ce cas, on peut clouer une planche d'épaisseur adéquate au droit des contre liteaux.

### 5. Finitions en sous-face

Sur des plaques de plâtre cartonnées bords amincis, les finitions sont réalisées après avoir rejointoyé les plaques :

on utilise un enduit et une bande calicot titulaires d'un Avis technique.

Pour les autres types de sous face les joints sont traités par bande et enduit ou laissé apparent ou avec interposition d'un profil chaise en PVC M1.

Les finitions de sous-face (par exemple : peintures) ne doivent pas freiner les échanges d'humidité entre panneau et ambiance. Les finitions par peintures sont à effectuer selon le DTU 59.1 "Peinturage".

### 6. Mise en œuvre des couvertures

#### 6.1 Généralités

D'une façon générale, les supports de la couverture (liteaux, voliges, panneaux) seront fixés sur les chevrons des éléments.

Dans tous les cas, la pose de la couverture se fera le plus rapidement possible, et sera conforme au DTU ou à l'Avis Technique en vigueur.

#### 6.2 Petits éléments de couverture (tuiles, ardoises) (fig. 20 et 21)

Se conformer aux prescriptions des DTU 40.11 - 40.12 - 40.21 - 40.22 - 40.23 - 40.24 - 40.241 - 40.25, , ou aux Avis techniques pour certaines tuiles et les ardoises en fibres-ciment.

#### 6.3 Plaques métalliques nervurées

La pose s'effectue sur lambourdes, de section 40 x 60 mm, fixées sur les chevrons de caisson.

Il faut se conformer aux prescriptions du DTU 40.35.

#### 6.4 Bardeaux bitumés (fig. 22)

Sur un support continu selon les prescriptions du DTU 40.14.

#### 6.5 Éléments métalliques en feuilles et longues feuilles (fig. 23)

La pose est faite sur voligeage dit jointif, sur panneaux de particules CTBH possédant un Avis Technique des panneaux supports. Il faut prévoir une ventilation de 6 cm.

Se conformer aux prescriptions des DTU 40.41 - 40.42 - 40.43 - 40.44 - 40.45 et Avis Techniques des panneaux supports.

#### 6.6 Plaques de fibres-ciment supports de tuiles canal (fig. 24)

La pose est effectuée sur lambourdes, section 40 x 60 mm, fixées conformément au paragraphe 5.3. La mise en œuvre des plaques supports de tuiles canal est faite conformément aux Avis Techniques relatifs à ces procédés.

## B. Résultats expérimentaux

### Nomenclature des essais

- Essais de flexion et ruine sous charge descendante répartie :
  - CR CSTB réf. 29938 du 7mai 1990.
- Certificats ACERMI :
  - Polystyrène expansé Haute Densité DON POL AZUL N° 03/084/219, société VALERO NORTE S.L.
  - Polystyrène expansé STISOL TH N° 03/081/061, société BPB PLACO
  - Polystyrène expansé STISOL dB 32 N° 03/081/223, société BPB PLACO
  - Polystyrène expansé UNIMAX PREGYMAX 32 N° 03/009/083, société LAFARGE PLATRES

- Laine de verre UNIROLL 34 N° 02/018/090, Société SAINT GOBAIN ISOVER

- Essais d'isolation acoustique des panneaux BEOPAN caissons chevrons sous face plâtre, isolant polystyrène expansé (graphite élastifié) épaisseur 120 mm avec différents type de couvertures.

Origine : laboratoire du Centre de Recherches LAFARGE, essais acoustiques du 16 au 18 juillet 2003 et du 21 au 23 juillet 2003.

## C. Références

Les premières références d'utilisation du procédé BEOPAN remontent à 1990.

Les applications de ce procédé, citées par le fabricant, portent sur plus de 800 000 m<sup>2</sup>.

# Tableaux et figures du Dossier Technique

**Tableau 1 – Caractéristiques des isolants thermiques (§ 2.33)**

Isolant	Conductivité thermique utile (W/m.K)	Réaction au feu	Masse volumique (kg/m³)	Perméabilité vapeur d'eau (g/m.h.mmHg)	Résistance 10%, compression (daN/cm²)	Absorption d'eau en 24 h. (g/100 cm²)
panneau de polystyrène haute densité	ACERMI 03/084/219 DON POL AZUL	-	30	-	-	-
panneau de polystyrène conforme à la norme NF T 56-201	ACERMI 03/081/061 STISOL TH	M1 ou M4	13 à 20	150 à 350	1	-
panneau de polystyrène expansé (graphite élastifié)	ACERMI 03/081/223 STISOL dB 32 (1) ou ACERMI 03/009/083 UNIMAT PREGIMAX 32 (2)	-	16			
panneau semi-rigide en fibres minérales avec pare-vapeur	ACERMI 02/018/090 UNIROLL 34	M1	-	-	-	-

(1) Ces isolants sont expansés à l'aide d'un gaz ne contenant pas de HCFC.

**Tableau 2 - Caractéristiques dimensionnelles et pondérales des caissons BEOPAN DP PE PX LM**

Unité	60	80	100	120	140	160
Epaisseur totale mm s/platre	112.5	112.5	132.5	162.5	162.5	187.5
S/CTBH/CTBX MELAMINE	92/90	112/110	132/130	162/150	162/170	187/190
S/lambris	102	122	142	172	172	197
S/acoustique	115	135	155	185	185	210
Epaisseur isolant mm (*)	60	80	100	120	140	160
Hauteur chevron mm	100	100	120	140	160	180
Largeur chevrons mm	25	25	25	25	25	25
Poids panneau kg/m² mini	13,3	14,0	14,7	15,4	16,0	16,8
Poids panneau kg/m² maxi	17	18,4	19,7	21	22,3	23,6

Les épaisseurs non visées par les certificats ACERMI sont obtenues par collage de deux épaisseurs certifiées identiques.

**Tableau 3 - Coefficient U (W/m².K) en partie courante de couverture pour les éléments BEOPAN**

Hauteur des chevrons (mm)	Epaisseur de l'isolant (mm)	Largeur du caisson (cm)	Nature de l'isolant			
			Polystyrène expansé haute densité (1)	polystyrène expansé (2)	polystyrène élastifié (3)	laine minérale (4)
100	60	60	0,54	0,57	0,50	0,50
100	80	60	0,44	0,47	0,42	0,42
120	100	60	0,37	0,39	0,35	0,36
140	120	60	0,32	0,33	0,30	0,31
160	140	60	0,28	0,29	0,26	0,28
180	160	60	0,25	0,26	0,23	0,23

(1) DON POL, Certificat ACERMI n° 03/084/219, société VALERO NORTE S.L.  
(2) STISOL TH, Certificat ACERMI n° 03/081/061, société BPB PLACO  
(3) STISOL dB 32, Certificat ACERMI n° 03/081/223, société BPB PLACO ou UNIMAT PREGYMAX 32  
Certificat ACERMI 03/009/083, société LAFARGE PLATRES  
(4) UNIROLL 34, Certificat ACERMI n° 02/018/090, société SAINT GOBAIN ISOVER

**NOTA** : les ponts thermiques dus aux chevrons de largeur 25 mm sont pris en compte dans le tableau ci-dessus. En ce qui concerne le facteur d'hétérogénéité superficielle, celui-ci peut entraîner l'apparition du fantôme des chevrons dans le cas d'isolant polyuréthane ou polystyrène extrudé d'épaisseur supérieure à 50 mm et, pour les autres isolants, d'épaisseur supérieure à 60 mm.

Coefficient de transmission thermique U, tenant compte des résistances superficielles de lame d'air de couverture et de la résistance thermique la moins performante de la sous-face du caisson chevronné.

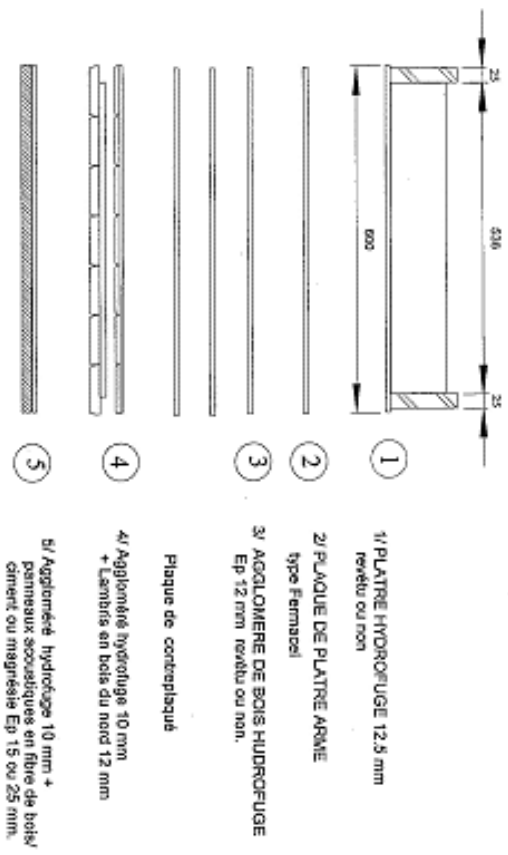


Figure 1 - Calissons BEOPAN de largeur 0,60 m

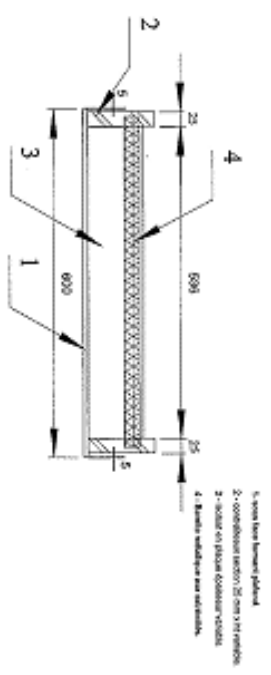


Figure 3 - Caractéristiques dimensionnelles des calissons 2 lattes (0,60 m)

- 1/ PLÂTRE HYDROFUGÉ 12,5 mm revêtu ou non
- 2/ PLAQUE DE PLÂTRE ARMÉ type Ferrasol
- 3/ AGGLOMÉRÉ DE BOIS HYDROFUGÉ Ep 12 mm revêtu ou non.
- Plaque de contreplaqué
- 4/ Aggloméré hydrofuge 10 mm + Lattes en bois du nord 12 mm
- 5/ Aggloméré hydrofuge 10 mm + pannes scabieuses en fibre de bois/ ciment ou magnésite Ep 15 ou 25 mm.

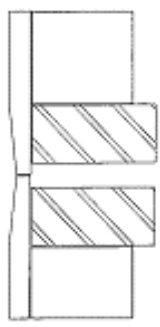


Figure 2 - Finition des rives Exemple avec sous face plâtre.

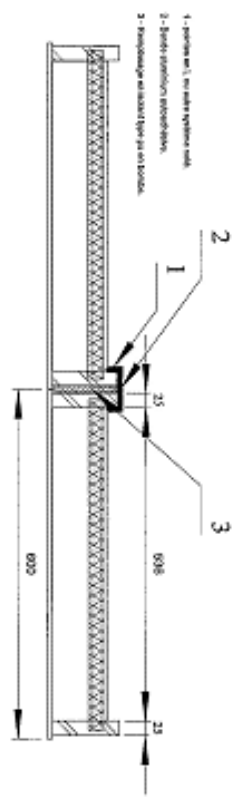


Figure 4 - Principe d'assemblage des calissons sous-face plâtre.

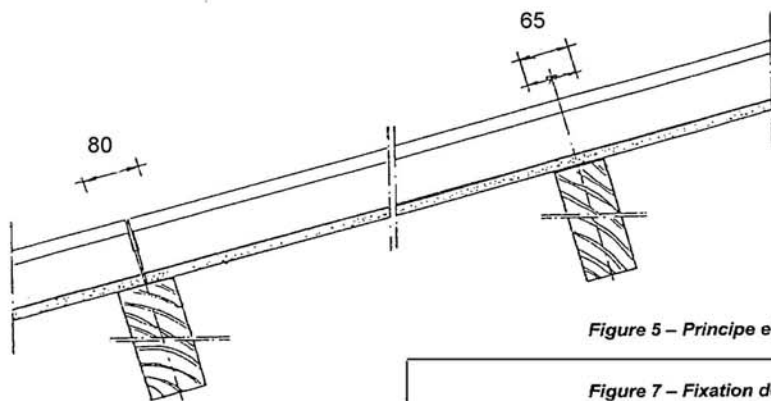


Figure 5 – Principe et largeur minimale d'appuis

① LATTE RAPPORTÉE

② DIMENSION PERMETTANT DE TERMINER LA TOITURE

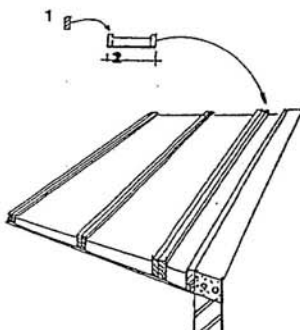
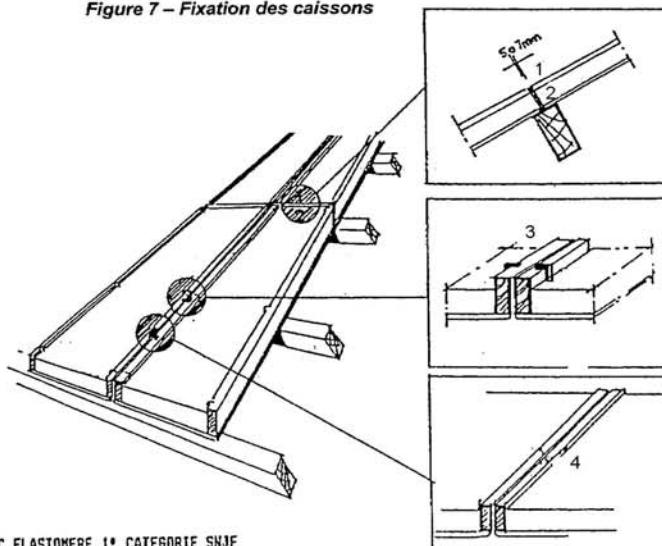
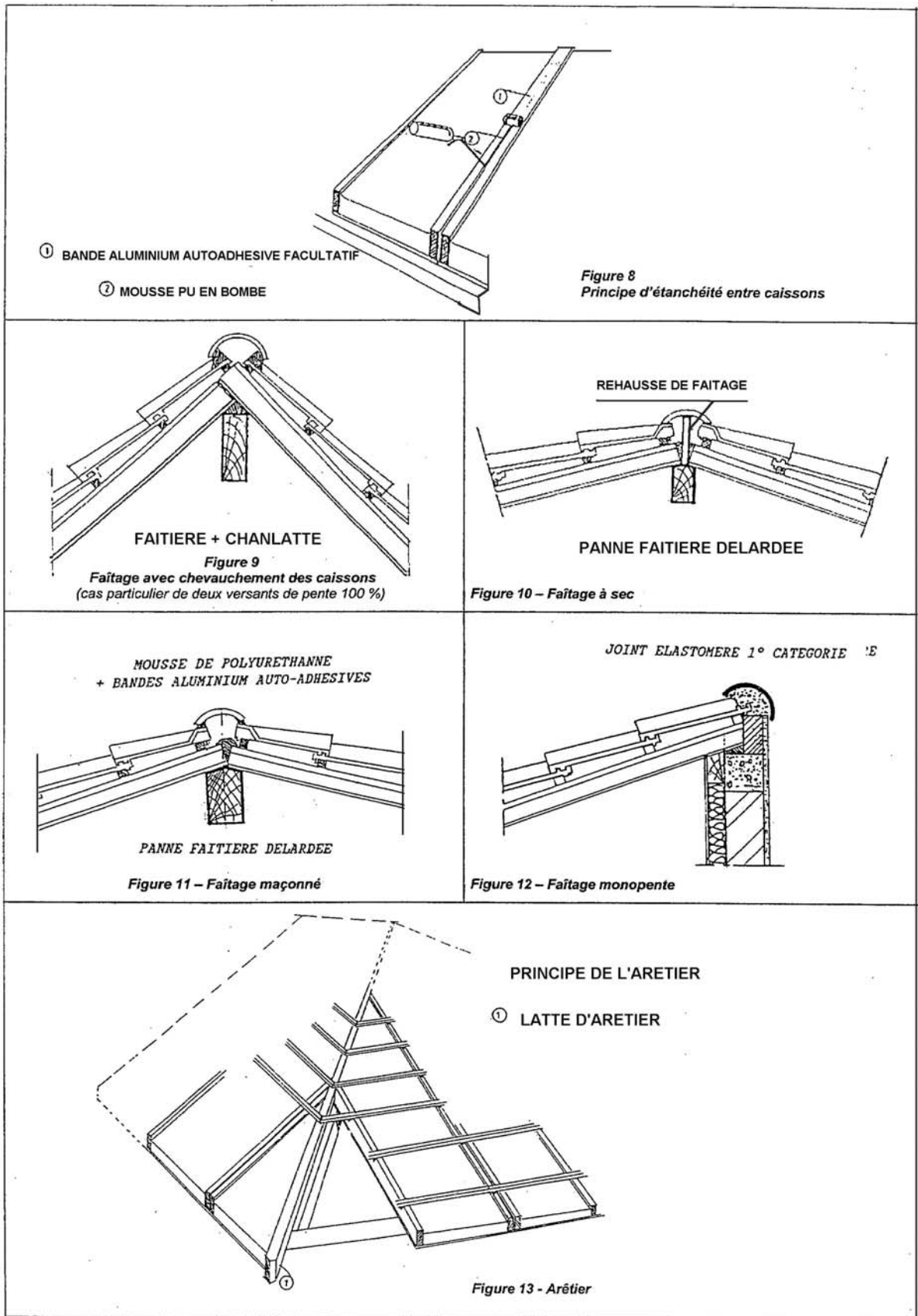


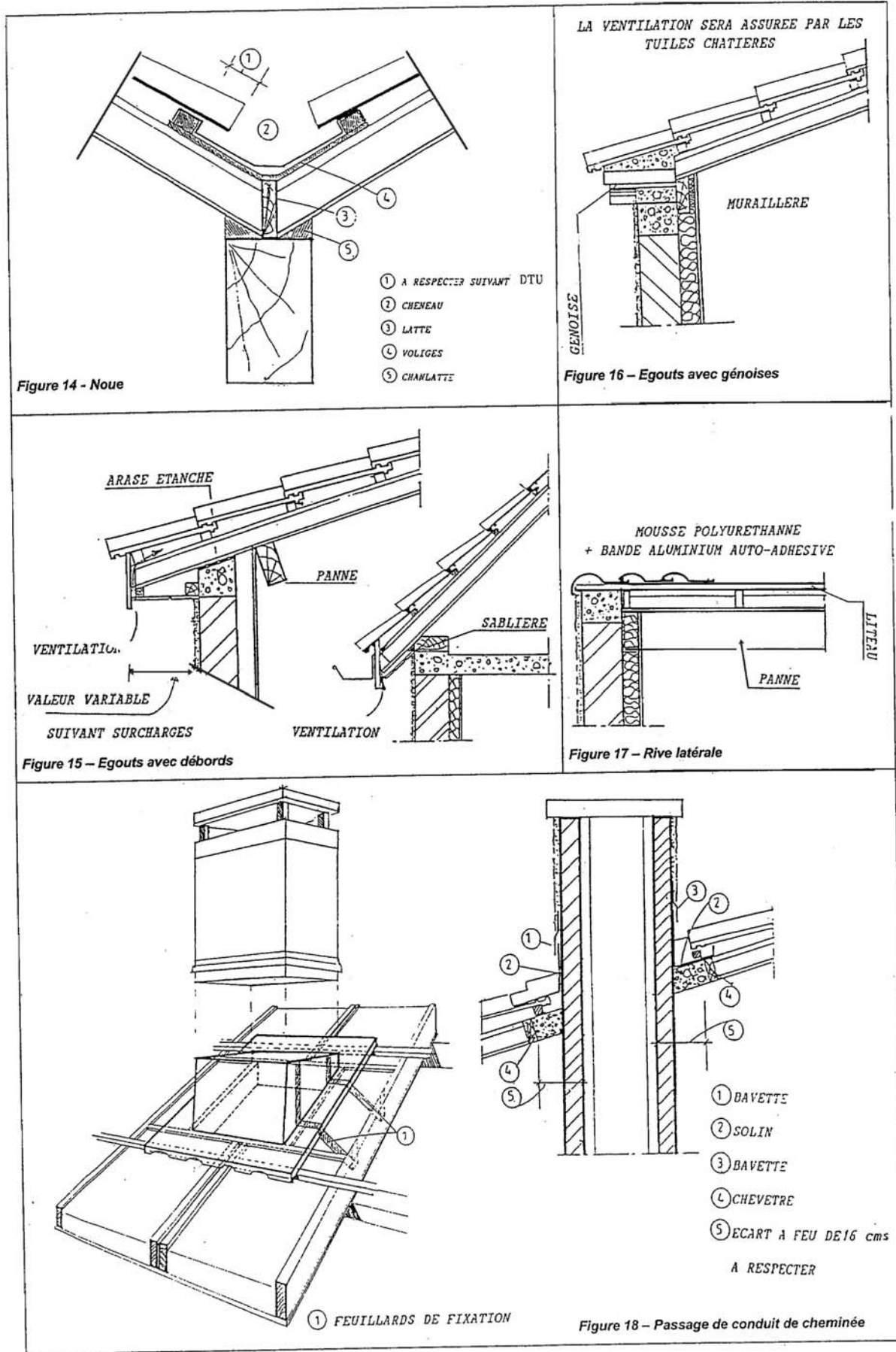
Figure 6  
Découpes en rive de toiture

Figure 7 – Fixation des caissons



- 1- KASTIC ELASTOMERE 1<sup>o</sup> CATEGORIE SNJF
- 2- FOND DE JOINT MOUSSE
- 3- POINTES A CROCHET
- 4- CLOUS EN TENAILLE PERMETTANT DE RETABLIR UN CONTINUITE A METTRE AU MILIEU DE LA PORTEE.





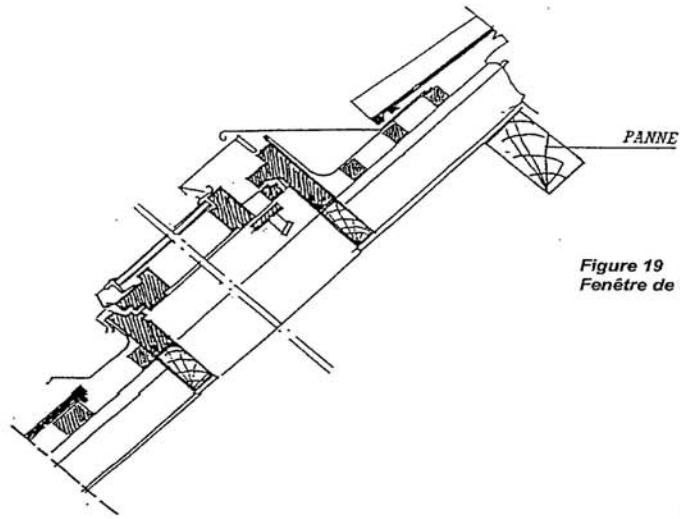


Figure 19  
Fenêtre de toit

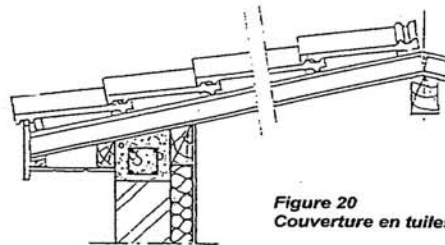
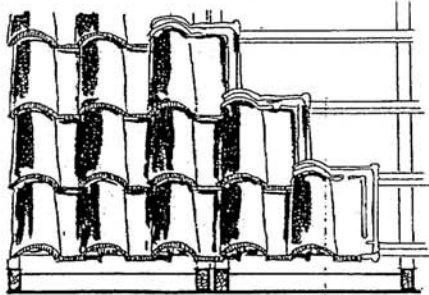


Figure 20  
Couverture en tuiles à emboîtement

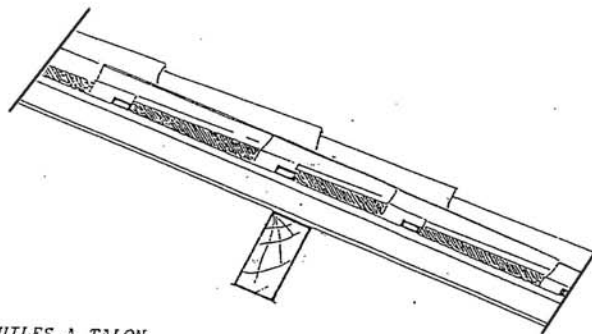


Figure 21  
Couverture en tuiles canal

TUILES A TALON  
 PERMETTANT L'UTILISATION DE TUILES  
 RONDES AVEC UNE POSE SUR LITEAUX

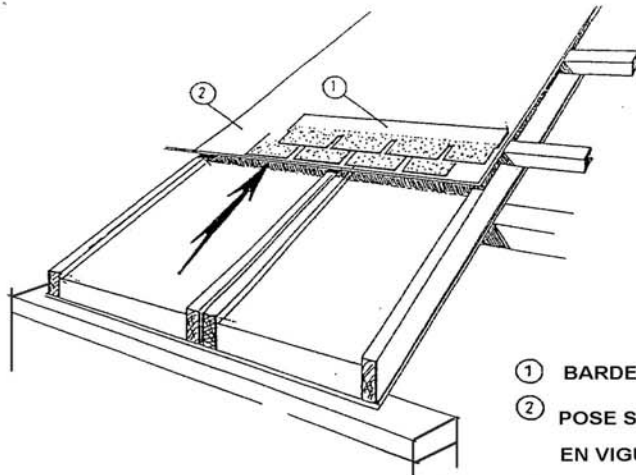


Figure 22  
Couverture en bardeaux bitumés

- ① BARDEAUX BITUME
- ② POSE SUR SUPPORT CONFORME AU DTU EN VIGUEUR.

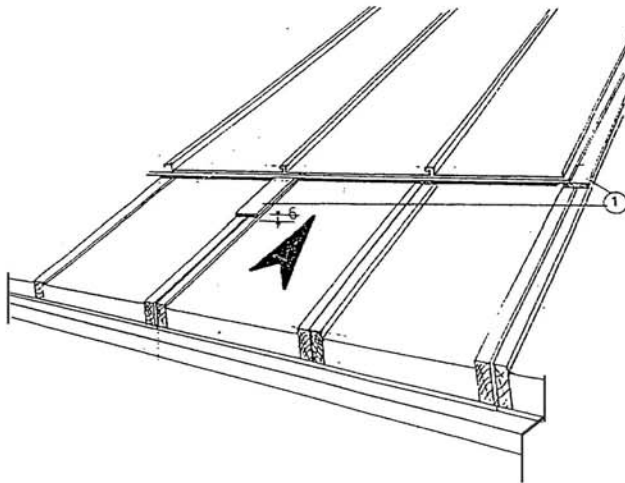


Figure 23  
Couverture en feuilles et bandes métalliques

- ① REHAUSSE ENTRE SUPPORT ET ISOLANT  
6 CMS MINI

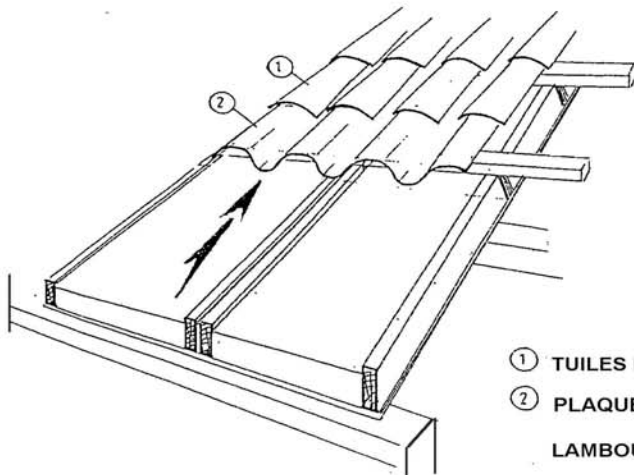


Figure 24  
Couvertures en plaques de fibres-ciment  
supports de tuiles canal

- ① TUILES RONDE DE COUVERT
- ② PLAQUES SUPPORT DE TUILES POSEES SUR DES  
LAMBOURDES DE SECTION APPROPRIEE