

Avis Technique 5/02-1575

Annule et remplace l'Avis Technique 5/96-1216

*Procédé isolant
de support de couverture*

Composite isolant support de couverture type caisson contrelatté

Fibratec Plâtre

Fibratec Vinyl

Titulaire : Société KNAUF SNC
Zone d'Activités
F-68600 Wolfgantzen
Tel. : 03 89 72 11 12
Fax : 03 89 72 11 15
Internet : www.knauf.fr

Usine : KNAUF EST
F-68190 Ungersheim

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

Groupe Spécialisé n° 5

Toitures, couvertures, étanchéités

Vu pour enregistrement le 22 juillet 2002

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

Le Groupe Spécialisé n° 5 « Toitures, couvertures, étanchéités » a examiné, le 28 janvier 2002, le procédé de support isolant de couverture du type caisson contrelatté FIBRATEC PLATRE et FIBRATEC VINYL fabriqué et distribué par la Société KNAUF. Il a formulé, sur ce système, l'Avis Technique ci-après, qui annule et remplace l'Avis Technique 5/96-1216. 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 d'une isolation en polystyrène expansé, avec un gaz ne contenant pas de CFC, de parement supérieur lignocellulosiques et de parement inférieur en plaque de plâtre cartonnée hydrofugée.

Le parement couverture comporte, d'usine, deux contrelattes, collées et agrafées, destinées à la fixation des bois supports de couverture.

1.2 Identification

Chaque élément FIBRATEC PLATRE et FIBRATEC VINYL est identifié par un marquage porté sur le bord longitudinal et comprenant : désignation, nature, épaisseur, longueur, date et référence de fabrication (cf § 3.3 du Dossier Technique).

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Celui proposé 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 prévu.

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'emplois préconisées par le Dossier Technique.

Sécurité au feu

- Vis-à-vis du feu provenant de l'extérieur : les couvertures associées relèvent d'un classement de réaction au feu M.0 dans le cas des tuiles, des ardoises, des plaques en fibres-ciment et des couvertures en feuilles et longues feuilles métalliques. Elles relèvent du classement propre à chaque produit dans le cas des bardeaux bitumés.
- Vis-à-vis du feu provenant de l'intérieur (arrêté du 31 janvier 1986 pour les bâtiments d'habitation et arrêtés du 25 juin 1980 et du 10 juillet 1987 pour les ERP) : 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" (Cahier du CSTB 3231).

L'analyse des résultats de l'essai pratiqué au CSTB sur un corps d'épreuve constitué de panneaux FIBRATEC PLATRE et conduit, selon le protocole entériné par le CECMI, permet d'établir que le parement plafond de ces éléments assure la protection de l'âme isolante durant le quart d'heure qui suit l'allumage du foyer primaire défini par le protocole.

En matière de réaction au feu du parement plafond pour l'emploi dans les ERP (article AM 4), le plafond des éléments FIBRATEC PLATRE est de classe M1.

Isolation thermique

Le tableau 3 du Dossier Technique donnent les résistances thermiques de ces supports. Elles tiennent compte des valeurs de résistance thermique des isolants 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, la paroi dans laquelle est incorporé l'élément FIBRATEC devra satisfaire aux exigences du tableau VIII du fascicule 1/5 "Coefficient UBât" des Règles Th-U, qui définit le coefficient (U) surfacique maximal admissible pour la toiture.

Le coefficient (U) surfacique maximal admissible 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 toiture

Sous réserve du respect des dispositions de mise en œuvre prévues par le dossier technique et du recours à l'assistance du fabricant, la réalisation de formes complexes (rives biaisées, noues, arêtiers) peut être considérée favorablement.

Finitions en plafond

L'aspect régulier en 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 à l'aide des dispositifs habituels de finition des plaques de plâtre. Le plafond ainsi constitué 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) et 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 caissons.

2.2.2 Durabilité – Entretien

Durabilité

- La durabilité des supports isolants FIBRATEC PLATRE et FIBRATEC VINYL 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, 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 fabrication utilise des techniques de collage polyuréthane mono-composant pour l'assemblage des différents constituants.

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

Les contrôles précisés au dossier technique paraissent 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 des entreprises de charpente ou de couverture qualifiées. Elle ne présente pas de difficulté particulière. Elle nécessite une charpente qui présente des appuis plans et à entraxe régulier. La pose des éléments à joints décalés est essentielle pour un bon comportement

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.3.1 Mise hors d'eau des caissons

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

Dans les conditions normales du chantier, la couverture sera exécutée à l'avancement. Dans le cas contraire, un bâchage efficace des caissons devra être assuré par l'entreprise ayant posé ces supports.

2.32 Finitions des sous-faces sur pièces humides

Les éléments isolants FIBRATEC PLATRE et FIBRATEC VINYL 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.

2.33 Conditions de réalisation des études particulières d'adaptation

Les cas d'application ci-après précisés relèvent d'une étude particulière dans chaque cas d'application pour laquelle l'assistance technique du fabricant doit être requise, afin de justifier de la bonne adaptation de la solution envisagée :

- Cas particulier de la pose perpendiculaire au rampant (cf. § 4.52 du Dossier Technique)
- Enchevêtrement dissimulée dans le plan des éléments FIBRATEC PLATRE et FIBRATEC VINYL en périphérie de pénétration discontinue (cf. fig 15, 16 17 et 18 du Dossier Technique)
- Couvertures en plaques et leur support (cf. § 5.8 du Dossier Technique)
- Couvertures en plaques et couvertures sur support continu (bardeaux) concernant la bonne adaptation des dispositions de ventilation, et ce en conformité avec les épaisseurs de lame d'air continue requises par les DTU de chacun des types de couvertures

2.34 Traitement des rives en débord

Les éléments isolants FIBRATEC PLATRE et FIBRATEC VINYL en débord sur l'extérieur (en égout ou en rives latérales) doivent comporter une protection efficace de la sous-face en plaque de plâtre, constituée par un habillage rapporté conçu de façon à ce que l'espace entre la sous-face de plâtre et cet habillage soit convenablement ventilé.

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

5 ans, venant à expiration le 31 janvier 2007, sauf éléments nouveaux relatifs à la réglementation incendie nécessitant de revoir ce dossier avant cette date.

Pour le Groupe Spécialisé n° 5
Le Président
C. DUCHESNE

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Généralités

1.1 Destination

Les panneaux FIBRATEC PLATRE et VINYL sont des éléments de toiture porteurs, isolant thermique à sous-face plâtre cartonnée hydrofugée ou sous face plâtre cartonnée hydrofugée recouvertes d'un film vinyle, destinés à être utilisés comme support de couverture avec lame d'air ventilée, soit en plafond rampant, soit sur un comble habitable, de locaux d'habitation, ERP, équipements touristiques, villages de vacances, hôtels, commerces, bureaux, bâtiments industriels...

Les panneaux FIBRATEC sont destinés aux locaux à faible ou moyenne hygrométrie à l'exclusion des locaux à forte et très forte hygrométrie.

Tableau 1

Exemples de type de locaux	Hygrométrie		Utilisation du FIBRATEC Plâtre
	Type	W/n (g/m ³)	
- Bureaux air conditionné - Bâtiments d'habitation - Locaux avec ventilation mécanique	faible	< 2,5	OUI
- Bâtiments d'habitation - Cuisines / salles d'eau chauffées et ventilées	moyenne	2,5 à 5	OUI
- Autres	forte et très forte	> 5	NON

Avec W = quantité de vapeur d'eau produite à l'intérieur du local par heure,

n = taux horaire de renouvellement d'air.

1.2 Couvertures associées

Les panneaux FIBRATEC PLATRE et VINYL peuvent recevoir les couvertures en petits éléments telles que tuiles, ardoises, bardeaux bitumés, plaques profilées en fibres-ciment, tuiles canal sur plaques nervurées en fibres-ciment posées sur lambourdes, tuiles canal à talon sur liteaux, bandes et feuilles métalliques sur voligeage bois.

2. Description

2.1 FIBRATEC PLATRE et VINYL

2.1.1 Description générale (fig.1)

FIBRATEC PLATRE et Th PLATRE

Les éléments FIBRATEC Plâtre sont des composants supports de couverture de grande longueur, type panneaux sandwichs contrelatés, composés d'une âme isolante en mousse rigide de polystyrène expansé PSE (KNAUF Therm 300 F pour FIBRATEC PLATRE ou KNAUF Therm Th35 pour FIBRATEC Th PLATRE) assemblée par collage de haute résistance à deux parements :

- côté plafond : plaques de plâtre cartonnées hydrofugées de 10 mm, à bords amincis, aboutées en continu avec joints à garnir assurant une parfaite rigidité (système breveté), Cf. fig. 1.
- côté couverture : panneaux de particules hydrofugés de 3 mm recevant par collage et agrafage deux contreliteaux en bois résineux de 24 x 47 mm.

Les deux longs côtés reçoivent une rainure et une languette destinées à assurer la liaison des éléments entre eux et comportent un usinage permettant la réalisation d'un clavetage complémentaire en mousse de polyuréthane contribuant à l'étanchéité à l'air et provisoire à l'eau (fig. 2).

FIBRATEC VINYL et Th VINYL

Les éléments FIBRATEC VINYL sont des composants supports de couverture de grande longueur, type panneaux sandwichs contrelatés, composés d'une âme isolante en mousse rigide de polystyrène expansé PSE (KNAUF Therm 300 F pour FIBRATEC VINYL ou KNAUF Therm Th35 pour FIBRATEC Th VINYL) assemblée par collage de haute résistance à deux parements :

- côté plafond : plaques de plâtre cartonnées hydrofugées de 12.5 mm recouverte d'un film de polychlorure de vinyle ignifugé, à bords ¼ de rond, aboutées en continu avec joints à garnir assurant une parfaite rigidité (système breveté), Cf. fig. 1.
- côté couverture : panneaux de particules hydrofugés de 3 mm recevant par collage et agrafage deux contreliteaux en bois résineux de 24 x 47 mm.

Les deux longs côtés reçoivent une rainure dans laquelle vient se loger une languette CTB-H destinée à assurer la liaison des éléments entre eux et comportent un usinage permettant la réalisation d'un clavetage complémentaire en mousse de polyuréthane contribuant à l'étanchéité à l'air et provisoire à l'eau (fig. 2).

2.1.2 Désignation commerciale

Les panneaux sont appelés FIBRATEC PLATRE M1 avec l'isolant KNAUF Therm 300 F et FIBRATEC Th PLATRE M1 avec l'isolant KNAUF Therm Th 35, symbole FTEC ou FTEC Th suivi de l'épaisseur du polystyrène expansé en dm et de la longueur en cm. Exemple : FTEC 08/650 ou FTEC Th 08/650.

Les panneaux sont appelés FIBRATEC VINYL M1 avec l'isolant KNAUF Therm 300 F et FIBRATEC Th VINYL M1 avec l'isolant KNAUF Therm Th 35, symbole FTEC Vinyl ou FTEC Th Vinyl suivi de l'épaisseur du polystyrène expansé en dm et de la longueur en cm. Exemple : FTEC Vinyl 08/650 ou FTEC Th Vinyl 08/650

2.1.3 Caractéristiques

2.1.3.1 Caractéristiques dimensionnelles et tolérances

Elles sont indiquées dans le tableau 2, en fin de dossier technique.

Longueurs de fabrication de 2,50 m à 8 m de 10 en 10 pour les sous faces Plâtre et les Vinyl aboutés, sinon pour les sous faces Vinyl non aboutés les longueurs sont : 2,50, 3,00, 3,60 et 4,00m.

Tolérances dimensionnelles en mm :

- sur longueur nominale : ± 10
- sur largeur : ± 5
- sur épaisseur : ± 3

Défaut d'équerrage maximum sur largeur de 600 : 2 mm

2.1.3.2 Caractéristiques hygrothermiques

Elles sont indiquées dans les tableaux 3 et tableau 3 bis , en fin de dossier technique.

2.1.3.3 Caractéristiques mécaniques

Elles sont indiquées dans le tableau 4, en fin de dossier technique.

2.2 Matériaux constitutifs des éléments

2.2.1 Contreliteaux

Les contreliteaux sont en bois résineux :

- section : 24 mm (+ 0, - 2) x 47 mm (+ 0, - 2),
- pas d'usinage particulier,
- qualité charpente choisie,
- bois sec : 20 % d'humidité,
- traitement anticryptogamique comme pour bois de charpente,
- contrainte de rupture en flexion : 12 MPa,
- module d'élasticité : 10 000 MPa en flexion.

2.2.2 Panneau coté couverture

Panneaux de particules calandrés "Système MENDE", MENDE PHENOMEN du fournisseur MENDE, qualité V 100 selon norme DIN 68763, de caractéristiques suivantes :

- caractéristiques spécifiées selon DIN et suivies par le BAM (Bundesanstalt für Materialforschung und prüfung) :
 - épaisseur : $3 \pm 0,3$ mm,
 - humidité interne : 5 à 12 %,
 - gonflement immersion 24 h : ≤ 12 %,
 - Contrainte de rupture en traction perpendiculaire après V 100 : $\geq 0,15$ N/mm²
 - Contrainte de rupture en flexion : ≥ 19 N/mm².
- caractéristiques indicatives :
 - largeur : 600 mm,
 - longueur : en continu,
 - finition brute,
 - masse volumique : 810 ± 10 % kg/m³,
 - tenue à l'eau :
 - gonflement après V 313 : $12 \pm 1,5$ %,
 - allongement dimensionnel après 24 heures d'immersion : longitudinal, 0,45 %, transversal, 0,50 %.
 - Contrainte de rupture en traction perpendiculaire :
 - valeur initiale moyenne : 0,9 N/mm²,
 - après V 313 : 0,8 N/mm².
 - Module d'élasticité : $\geq 3 500$ N/mm²,
 - Conductivité thermique : 0,18 W/m.K,
 - teneur en formaldéhyde = 5,4 mg pour 100 g de panneau à humidité interne de 6,5% (Classe E1).

2.23 Couche isolante polystyrène expansé

Le PSE de marque KNAUF Therm 300 F fabriqué par KNAUF Est (68190 UNGERSHEIM) fait l'objet d'un certificat ACERMI 85/B/07/092 :

- référence DM selon NF T 56-201,
- épaisseurs : 80, 100, 120, 140, 160, 200 mm ± 3 mm,
- largeur : 600 mm ± 5 mm,
- masse volumique : 15 à 19 kg/m³,
- résistance thermique : certificat ACERMI type B,
- résistance minimale à la compression pour un écrasement relatif de 10 % : 0,9 bar,
- cohésion en traction : 140 kPa,
- perméabilité à la vapeur d'eau : 200.10⁻⁵ g/m.h.mmHg,
- température pour variation dimensionnelle 3 % : 75°C.

Le PSE de marque KNAUF Therm Th 35 fabriqué par KNAUF Est (68190 UNGERSHEIM) fait l'objet d'un certificat ACERMI 99/A/07/496 :

- référence DM selon NF T 56-201,
- épaisseurs : 80, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 180, 200 mm ± 3 mm,
- largeur : 600 mm ± 5 mm,
- masse volumique : 15 à 19 kg/m³,
- résistance thermique : certificat ACERMI type A,
- résistance minimale à la compression pour un écrasement relatif de 10 % : 0,9 bar,
- cohésion en traction : 180 kPa,
- perméabilité à la vapeur d'eau : 200.10⁻⁵ g/m.h.mmHg,
- température pour variation dimensionnelle 3 % : 75°C.

2.24 Panneaux de plafond

Pour le FTEC Plâtre le panneau de plafond est réalisé avec la plaque hydrofugée fabriquée par KNAUF dont les caractéristiques sont les suivantes :

- épaisseur : 9,5 mm,
- largeur : 0,60 m,
- longueur : 3,00 et 4,00 m.
- résistance de rupture en flexion (Cf. essai § 3.4.4 NF P 72-302) :
 - sens longitudinal : 40 daN
 - sens transversal : 16 daN
- absorption d'eau totale (Cf. essai selon projet pr EN 26-308) : ≤ 10 %,

- absorption d'eau de surface (essai COBB) : ≤ 50 g/m²,
- configuration des bords : (BA) amincis,
- classement de réaction au feu des plaques KNAUF Hydro KH : M1 (PV du CSTB n° RA01-1016 du 12 octobre 2001).

Pour le FTEC Vinyl le panneau de plafond est réalisé avec la plaque hydrofugée fabriquée par KNAUF dont les caractéristiques sont les suivantes :

- épaisseur : 12,5 mm,
- largeur : 0,60 m,
- longueur : 2.50, 3.00, 3.60 et 4.00 m.
- résistance de rupture en flexion (Cf. essai § 3.4.4 NF P 72-302) :
 - sens longitudinal : 40 daN
 - sens transversal : 16 daN
- absorption d'eau totale (Cf. essai selon projet pr EN 26-308) : ≤ 10 %,
- absorption d'eau de surface (essai COBB) : ≤ 50 g/m²,
- configuration des bords : Bord $\frac{1}{4}$ de rond,
- revêtement : Film de polychlorure de vinyle ignifugé ép. 0.2 mm, 260 g/m², couleur blanc, assemblée par colle à base d'éthylène acétate de vinyle,
- classement de réaction au feu des plaques KNAUF VINYL CLIPS - TOITURE: M1 (PV du CSTB n° RA 00-042-1 du 3 février 2000).
- Une languette en CTBH de 12 x 40 mm est rajoutée à la jonction entre panneaux.

2.25 Assemblage des matériaux

Colle polyuréthane monocomposant, pour l'assemblage plaque de plâtre sur polystyrène, panneau de particules sur polystyrène et liteaux bois sur panneau de particules.

2.26 Accessoires de fixation des éléments sur charpente

Sur charpente bois

Pointe à tête plate ayant une spécification Pk mini de 175 ou 120 daN (cf. tableau 6) comme par exemple des pointes cannelées galvanisées à chaud de $\varnothing 7$ pour le 1er cas ou des pointes torsadées en acier galvanisées de $\varnothing 6,5$ ou 7mm.

Ep. isolant (mm)	Jusqu'à 80	Jusqu'à 110	Jusqu'à 130	Jusqu'à 160	Jusqu'à 180	Jusqu'à 200
Longueur (mm)	190	210	230	270	290	310

NOTA : les fixations intermédiaires nécessitent l'interposition d'une rondelle de répartition ($\varnothing 40$ mm), cf. §. 4.4.

Sur charpente métallique

Vis en acier électrozingué autotaraudeuse double filet, \varnothing minimum 6 mm avec rondelles $\varnothing 40$ mm, ayant une spécification Pk mini de 260 daN :

Ep. isolant (mm)	Jusqu'à 80	Jusqu'à 110	Jusqu'à 130	Jusqu'à 160	Jusqu'à 200
Longueur (mm)	150	170	190	230	270

2.27 Accessoires pour assemblage et jointoiement

Des joints longitudinaux

- Bombe de mousse de polyuréthane, à expander côté couverture dans l'usinage prévu à cet effet.
- Enduit KNAUF EJR, EJS, EJPN ou EJPE et bande nécessaires au garnissage et à la finition des joints intérieurs du parement plaque de plâtre.

Des joints transversaux

Cartouche de mastic silicone en cas de juxtaposition de deux panneaux.

2.28 Matériaux de couverture ⁽¹⁾

Les matériaux de couverture qui peuvent être associés au panneau FIBRATEC sont :

- Bardeaux bitumés NF EN 544
- Ardoises NF P 32-301
- Ardoises fibres-ciment NF EN 492 et Avis Techniques particuliers
- Tuiles de terre cuite à emboîtement et à glissement à relief ou à pureau plat NF EN 1304
- Tuiles plates de terre cuite NF EN 1304
- Tuiles en béton NF EN 490 et 491
- Tuiles canal de terre cuite NF EN 1304
- Eléments métalliques en feuilles et bandes, suivant DTU
- plaques profilées en fibres-ciment, suivant Avis Techniques particuliers
- plaques profilées en fibres-ciment supports de tuiles canal. suivant Avis Techniques particuliers

3. Fabrication, contrôles et marquage

3.1 Fabrication

La fabrication des panneaux FIBRATEC Plâtre s'effectue à l'usine KNAUF-EST située à Ungersheim (68).

En première phase, les contreliteaux de 24 x 47 mm, après contrôle de leur rectitude et planéité, sont encollés et agrafés sur le panneau de particules hydrofugé du côté couverture.

La deuxième phase consiste à contrecoller sur le panneau de particules, l'isolant de l'épaisseur voulue, puis le parement de sous face. Les sous faces sont aboutés par des vis de longueur de 25 mm.

Les panneaux isolants sont collés bout à bout à l'aide de colle polyuréthane expansive, pour augmenter les performances mécaniques en flexion des panneaux FIBRATEC.

La troisième phase consiste à un passage sous presse.

La quatrième phase est l'usinage des rives qui se fait dans une fraiseuse à haute vitesse de rotation et qui exécute les opérations suivantes :

- fraisage des rives pour calibrage en largeur
- usinage du profil permettant l'expansion de la mousse de polyuréthane,
- usinage de la rainure et de la languette.

La cinquième phase est la coupe à longueur, le marquage, l'empilage et l'emballage sous housse.

3.2 Nomenclature et contrôles de fabrication

a) Sur constituants (par contrôleur de réception) :

plaque de plâtre : épaisseur.

isolant : contrôle ACERMI,

bois : épaisseur, largeur, longueur, qualité

panneaux de particules : épaisseur, densité, longueur.

b) En fabrication sur chaîne (par contrôleur de fabrication) :

- contrôle de fraisure et de feuillure,
- réglage des débits de colle,
- contrôle de l'encollage, poids linéaires et au m²,
- contrôle visuel (aspect, positionnement, alignement des bois et panneaux),
- contrôle d'empilage.

c) En laboratoire (de KNAUF-EST, UNGERSHEIM) sur produit fini :

- contrôle destructif par flexion sous charge centrée,
- contrôle flèche propre avant et en cours d'essai,
- arrachement de l'isolant en traction perpendiculaire sur parement plâtre (contrainte $\geq 0,58$ daN/cm²) et panneaux de particules (contrainte $\geq 0,70$ daN/cm²).

¹ Les matériaux de couverture doivent être conformes au chapitre matériau du DTU concerné.

3.3 Marquage des éléments FIBRATEC

Chaque élément FIBRATEC est identifié par un marquage porté sur le bord longitudinal et comprenant : désignation, épaisseur, longueur, date et référence de fabrication.

Sur chaque pile est apposée une étiquette où il sera précisé, au recto seulement, visible à travers la housse :

- l'indication de la société,
- références de fabrication comprenant en code l'usine et la date de fabrication,
- le type de panneau défini par :
 - la nature de la sous-face,
 - la nature et l'épaisseur de l'isolant,
 - les longueurs des caissons,
- le nombre de panneaux par longueur et par pile,
- un rappel d'informations concernant le stockage :
 - poser bien à plat,
 - poser hors humidité du sol, aire de stockage saine,
 - nécessité de bâchage en cas de pluie.

3.4 Conditionnement et emballage

L'empilage se fait par piles de 1,30 mètres maximum en deux lits, ce qui donne des paquets de 1,30 x 1,25 m et de longueurs variables.

Une palette en bois ou un calage les écarte du sol de 8 centimètres pour permettre la manutention de la pile par chariot élévateur.

Poids maximum de la pile la plus lourde : 1,5 t.

Les clous, les rondelles de répartition, les bombes de mousse de polyuréthane, les cartouches de mastic acrylique, l'enduit à joint et les bandes sont joints par paquets séparés.

4. Mise en œuvre des éléments

4.1 Transport et stockage

Le transport se fait sur un camion de préférence bâché.

Sur chantier, les piles sont manutentionnables par chariot à fourche.

Les piles déchargées seront disposées sur une aire de stockage exempte d'humidité, de dénivellation et à l'écart des aires de circulation. A l'arrivée du chargement, il y a lieu de mettre les piles à l'abri ou de les bâcher. Au moment de la mise en œuvre, il faut débarrer pile par pile, au fur et à mesure de l'avancement du chantier.

Les manutentions se font sur chantier, on évitera de faire glisser les panneaux sur leur tranche pour ne pas détériorer le bord du panneau.

4.2 Ossature porteuse

4.21 Types de charpente

Les panneaux FIBRATEC peuvent être posés sur des charpentes en bois ou des charpentes métalliques calculées selon leurs règles propres. Dans tous les cas, la pose est effectuée sur les pannes dites passantes.

Les panneaux FIBRATEC ne participent pas au contreventement.

La largeur minimale d'appui en extrémité de caisson est de 4 cm minimum, ce qui conduit à une largeur de panne support de 8 cm. En partie courante, si une panne constitue l'appui intermédiaire de tous les panneaux, sa largeur nominale peut être de 6,5 cm.

4.22 Portées et charges

4.221 Charges descendantes

L'entraxe maximal des supports à ne pas dépasser est donné dans le tableau 5, en fin de dossier technique.

- La charge totale comprend :
 - la charge permanente (élément + couverture) non pondérée,
 - les charges climatiques normales.
- Le tableau a été établi en tenant compte des hypothèses suivantes :
 - pose sur trois appuis (la pose sur 2 appuis étant toutefois admise pour des parties limitées d'ouvrages, en complément de la pose des éléments en partie courante sur 3 appuis, et dans les mêmes conditions de portée),
 - présence d'un joint de panneau plafond dans le milieu de la portée,
 - flèche instantanée inférieure ou égale au 1/400ème de la portée,

- flèche différée inférieure ou égale au 1/200ème de la portée,
- sécurité à la ruine égale à 5.

4.222 Charges ascendantes

Le tableau 6, en fin de dossier technique, indique les charges ascendantes normales admissibles en fonction des entraxes des supports, sans tenir compte du poids propre des éléments et de la couverture.

4.3 Panneautage, calepinage

Pour le calepinage et la répartition des panneaux, on partira de l'extrémité du débordement prévu en about et en rive en prévoyant l'alignement des panneaux bord à bord et en appui sur les pannes.

Les éléments sont de largeur de 0,60 m.

La longueur maximale est de 8 m.

- Le choix de la longueur se fait sur calepinage en respectant les principes suivants :
 - les panneaux reposent sur trois appuis au moins,
 - en cas de rampants constitués de deux ou plusieurs panneaux, la jonction s'effectue obligatoirement sur un appui de 8 cm minimum.
- Choisir l'épaisseur du panneau en fonction de la résistance thermique recherchée.
- Voir le plan de la toiture et définir les points particuliers (égouts, rives, cheminées, ...).

4.4 Fixations

Les panneaux FIBRATEC sont fixés :

- En partie courante (cf. § 4.222):
 - à travers les contre lattes par 2 pointes sur chaque appui
 - par 3 pointes sur chaque appui ; 2 à travers les contres lattes et la troisième au centre du panneau avec une rondelle de répartition.
- En zones singulières (faîtage, égout, ...) : compléter par une pointe supplémentaire avec une rondelle de répartition.

Dans tous les cas, un préperçage de la contrelatte de Ø 8 mm est obligatoire, ainsi qu'une profondeur d'ancrage de 60 mm minimum.

- Pour charpentes métalliques, même raisonnement que ci-dessus avec vis taraudeuses mais avec préperçage total.

4.5 Pose des éléments en partie courante

4.51 Pose normale parallèle au rampant

- Les panneaux FIBRATEC se posent à l'avancement à partir de l'endroit qui favorisera au mieux une exécution simple et rapide (fig. 2). Pour le FIBRATEC Vinyl il convient de rajouter à l'avancement de la pose des panneaux la languette CTB-H dans la rainure de l'isolant.
- Les panneaux FIBRATEC sont disposés perpendiculairement aux pannes dans le sens de la pente. La longueur des éléments étant généralement celle du rampant.
- Dans le cas de juxtaposition de deux panneaux, la tranche du panneau inférieur recevra un joint de mastic silicone de Ø 8 à 10 mm sur la partie supérieure du polystyrène. Ce joint, après écrasement par le panneau supérieur, est destiné à éviter tout mouvement d'air et à rétablir la continuité du calfeutrement (fig. 3).
- Clouer ou visser les panneaux comme décrit au chapitre 4.4.
- Poser à l'aide d'une bombe autonome, la mousse de polyuréthane dans l'usinage prévu à cet effet (fig. 4).

4.52 Cas particulier de la pose perpendiculaire au rampant

La distance maximale entre deux appuis dans le cas de la pose perpendiculaire au rampant est limitée à 1 mètre.

Les panneaux FIBRATEC sont livrés sans contrelattes, et avec usinage des rives longues pour emboîtement du profil PVC (fig. 4bis). Les panneaux FIBRATEC sont disposés perpendiculairement aux chevrons ou aux arbalétriers des fermes.

La longueur des éléments sera définie par l'entraxe des supports afin que les joints transversaux reposent sur un appui (les joints flottants ne sont pas autorisés).

Une pose à joints décalés est nécessaire. Pour la facilité de pose, il faut limiter la longueur des panneaux à environ 4 mètres. Les joints longitudinaux entre parements couverture des panneaux sont calfeutrés à l'aide du profil PVC emboîté dans la rainure du panneau supérieur.

La charge admissible pour une distance maximale entre deux appuis de 1 mètre est indiquée dans le tableau 7.

Tableau 7 - Charges descendantes admissibles en daN/m²

FIBRATEC	ENTRAXE 1,00 m
FTEC ../08-10	300
FTEC ../12-16-20	340

Ce tableau a été établi en tenant compte des hypothèses définies en 4.22.

Fixation :

- La fixation s'effectue par clouage (la pénétration des pointes sera au minimum de 6 cm dans les supports) :
 - A l'aide d'une pointe munie d'une rondelle de répartition (Ø 40 mm) au centre du panneau afin de le maintenir en place,
 - Au travers de contrelattes rapportées et disposées au droit des appuis, à raison de 2 pointes par largeur de panneaux à 10 cm des rives (fig. 4),
 - Il est nécessaire d'utiliser des contrelattes ne dépassant pas 3 ou 4 rangées de panneaux ; ces contrelattes sont posées à l'avancement.
- Les entreprises de couverture disposent ainsi d'un support pour la fixation des liteaux.
- Le joint transversal entre panneaux recevra avant la mise en place du panneau suivant, un cordon de mastic silicone sur la partie supérieure de la tranche de polystyrène (fig. 3) ou une bande adhésive aluminium appliquée sur la face supérieure des panneaux.

4.6 Traitement des points singuliers de couverture

4.61 Faîtages

Faîtage double pente (fig. 5a et 5b).

Faîtage monopente (fig. 6).

4.62 Egout

4.621 Egout sans débord de toiture

- Les panneaux FIBRATEC peuvent venir en butée sur la maçonnerie et sont fixés sur la sablière (fig. 7a) ou être arasés au nu extérieur du mur et recevoir une planche de rive (fig. 7b) fixée sur les contrelattes et sur un tasseau solidaire du mur.
- La gouttière est maintenue, soit par des crochets universels, soit par crochets à pattes latérales, cloués sur la planche de rive.

4.622 Egout avec débord de toiture

- Les panneaux FIBRATEC peuvent déborder sans charpente complémentaire de 45 cm maximum, un profilé en acier galvanisé (U 15/48/15 d'épaisseur 0,6 mm) est enfilé sur 60 cm minimum au centre de chaque panneau dans les rainures de l'isolant, puis maintenu en sous-face par 2 vis tête trompette pointe clou 25. Un tasseau vissé en sous-face des panneaux dans chaque profil permet ensuite la fixation de l'habillage (fig. 8).
- L'égout peut être réalisé avec faux chevrons dépassant 30 cm maximum (fig. 9, 9a et 9b).

Pour les débords supérieurs à 45 cm, il est nécessaire de charpenter le débord (fig. 10).

4.63 Rives latérales

4.631 Rives latérales contre mur

L'élément FIBRATEC est supporté en rive et le jeu entre le caisson et le mur est garni par un bourrage compressible ou au mortier (fig. 11 et 12).

4.632 Rives latérales avec franchissement de mur ou en dépassement

Les caissons FIBRATEC seront supportés en rive et protégés des remontées d'eau :

- rive latérale sans débordement (fig. 13),
- rive latérale avec débordement du panneau et des pannes (fig. 14).

4.633 Arêtier, rive de tête, noue, chéneau

Les arêtiers, rives de tête, noues et chéneaux sont exécutés de façon classique. Il faut prévoir le biseautage des panneaux à leur raccordement. Les rives de panneaux sont supportées sur les lignes de noue d'arêtier et par un tasseau contre mur dans le cas des rives de tête et des chéneaux.

4.64 Pénétrations discontinues

Châssis d'éclairage (fig. 15, 16 et 17) ou de ventilation, pénétration des conduits de fumée et souches de cheminée (fig. 18), conduits de ventilation.

Les éléments de support seront posés sur un chevêtre et l'étanchéité aux raccords sera réalisée comme sur une couverture traditionnelle.

L'écartement réglementaire "feu" pour le passage des conduits de fumée sera rempli de laine minérale, plâtre ou mortier pour protéger la charpente (fig. 18).

4.7 Dispositions relatives à la ventilation

La ventilation s'effectue entre la surface du panneau et la couverture.

Le contrelattes du panneau FIBRATEC ménagent un espace de ventilation de 24 mm, qui répond aux dispositions, en la matière des DTU de couverture en petits éléments discontinus (20 mm minimum).

Afin de respecter les espaces de ventilation prévus par les DTU pour un espace de ventilation supérieur à 20 mm, un contrelittonnage supplémentaire est nécessaire.

Les sections d'orifice de ventilation seront conformes aux dispositions prévues par les Cahiers des Clauses Techniques DTU ou par des Avis Techniques particuliers.

4.8 Finitions intérieures

Pour le FTEC Plâtre

La sous-face des joints des plaques de plâtre est réalisé, après la pose complète de la couverture, à l'aide de l'enduit KNAUF EJR, EJS, EJPN ou EJPE appliqué avec bande en deux passes, selon les instructions précisées sur les sacs.

Les finitions par peinture sont réalisées selon le DTU 59.1 (NF P 201-1 et 2), avec impression isolante dans le cas de peinture type "goutte-lette".

Pour le FTEC Vinyl

Sous face finie.

5. Mise en œuvre des couvertures

La pose des couvertures se fait en suivant les prescriptions des différents DTU de couvertures.

L'écartement des contreliteaux fixés sur l'élément FIBRATEC Plâtre étant de 30 cm maximum, les entreprises de pose disposent ainsi d'un support de couverture traditionnel sur lequel elles sont en mesure de clouer les liteaux selon le pureau correspondant à chaque couverture.

5.1 Couverture en tuiles de terre cuite, à emboîtement et à glissement à relief ou à pureau plat

Pour la pente et la pose, on se référera aux dispositions définies par le DTU n° 40.21. et 40.211.

5.2 Couverture en tuiles canal de terre cuite

La pente et la pose sont définies par le DTU 40.22.

5.3 Couverture en tuiles plates de terre cuite

La pente et la pose sont définies par le DTU 40.23.

5.4 Couverture par tuiles en béton à emboîtement et à glissement

La pente et la pose sont définies par le DTU 40.24, 40.241. et 40.25.

5.5 Couverture en ardoises naturelles

La pente et la pose sont définies par le DTU 40.11.

5.6 Feuilles et bandes métalliques, zinc cuivre, acier inoxydable, acier galvanisé sur voligeage bois

Pente et pose définies par les DTU 40.41, 40.43, 40.44 et 40.45.

5.7 Couverture en bardeaux bitumés

La pente et la pose sont définies par le DTU 40.14.

5.8. Couvertures sous Avis Technique

Pour les couvertures en tuiles, ardoises, bardeaux bitumés, plaques profilées en fibres-ciment et feuilles métalliques non visées par les DTU précités, on se référera aux Avis Techniques particuliers.

6. Organisation de la mise en œuvre, assistance technique

La mise en œuvre des panneaux FIBRATEC est assurée par les charpentiers, les maçons et les couvreurs.

La Société KNAUF et ses distributeurs assurent la commercialisation des panneaux FIBRATEC et peuvent éventuellement fournir une assistance technique aux utilisateurs, au démarrage des chantiers.

Celle-ci sera impérativement requise dans le cas de mise en œuvre de couverture en plaques et de pose des panneaux sur chevrons.

L'assistance technique KNAUF peut exécuter le calepinage.

B. Résultats expérimentaux

- Essais de caractérisation des plaques de plâtre hydrofugées à faces cartonnées KNAUF KH.
Origine : CSTB, réf. CR n° 29599 du 25/07/1991.
- Essais de caractérisation du parement en panneau de particules de bois de 3 mm MENDE.
Origine : CTB-A réf. dossier n° 91/MPX-L/105 du 18 octobre 1991.
- Essais sur le panneau de particules MENDE, dans le cadre du suivi de qualité du BAM,
Origine : BAM rapport n° IV - 23/058/19 du 26/11/1995.
- Essais de flexion et ruine sous charge descendante répartie des éléments FIBRATEC plâtre de toutes épaisseurs posés sur deux ou trois appuis.
Origine : Laboratoire du fabricant, réf. "Fichier FTEC" des 31/10/1988, 27/07/1989 et 08/09/1989.
- Essais de flexion et ruine sous charge descendante répartie instantanée, type 12/400, 3 appuis portée 2 m
- Essai de fluage sous charge descendante maintenue sur 2 et 3 appuis, portée 2 m, type 12/400 et 12/200.
Origine : CSTB, réf. CR n° 29983 du 20/06/1990.
- Essais de charge ascendante répartie et essais d'arrachement de pointes et de vis dans les contreliteaux des éléments FIBRATEC plâtre.
Origine : Laboratoire du fabricant sous contrôle SOCOTEC, réf. MP/PP/PH/5.03.1990 du 06/03/1990.
- Essais de flexion et ruine sous charge descendante répartie des éléments FIBRATEC plâtre sans contreliteaux, posés sur trois appuis.
Origine : Laboratoire du fabricant 01/1991.
- Synthèse des résultats d'autocontrôle de fabrication en matière de résistance en traction des plans de collage.
- Essais au feu intérieur localisé du panneau FIBRATEC plâtre
Origine : CSTB, réf. SF-CO-91-002 du 29/01/1991.
- Certificat ACERMI n° 85/B/07/092 (KNAUF Therm 300 F) PSE.
- Certificat ACERMI n° 99/A/07/092/10 (KNAUF Therm Th 35) PSE.
- Réaction au Feu M1 du parement vinyl
Origine : CSTB, PV n° RA01-1016 du 12 octobre 2001
- Réaction au Feu M1 du parement plâtre
Origine : CSTB, PV n° RA00-042 du 3 février 2000
- Rapport d'essais de flexion sous charge descendante uniformément répartie du Fibratéc Plâtre validé par SOCOTEC du 20.11.01.

C. Références

Les premiers emplois des composites isolants supports de couverture FIBRATEC plâtre remontent à 1989.

Depuis lors, ils ont donné lieu à de nombreuses références d'emploi.

Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 2 – Epaisseurs totales et poids des panneaux

PSE KNAUF Therm 300F	FIBRATEC Plâtre		FIBRATEC Vinyl	
ép. Isolant mm	Ep.totale mm	Poids kg/m ²	ép.totale mm	Poids kg/m ²
80	117	13,9	119,5	15,7
100	137	14,2	139,5	16,0
120	157	14,6	159,5	16,4
140	177	14,9	179,5	16,7
160	197	15,2	199,5	17,0
200	237	15,8	239,5	17,6
PSE KNAUF Therm Th 35	FIBRATEC Th Plâtre		FIBRATEC Th Vinyl	
Ep. Isolant mm	Ep.totale mm	Poids kg/m ²	ép.totale mm	Poids kg/m ²
80	117	14,1	119,5	16,0
100	137	14,5	139,5	16,3
110	147	14,7	149,5	16,5
120	157	14,9	159,5	16,7
130	167	15,1	169,5	16,9
140	177	15,3	179,5	17,1
150	187	15,5	189,5	17,3
160	197	15,4	199,5	17,5
180	217	16,1	219,5	17,9
200	237	16,4	239,5	18,2

Tableau 3 - Caractéristiques hygrothermiques

Désignation de l'élément FIBRATEC Plâtre ou Vinyl	Epaisseur isolant (mm)	Type d'isolant (mm)	Perméance à la vapeur d'eau du support isolant (g/m ² .h.mmHg)
FTEC.. /08/..	80	PSE	25. 10 ⁻³
FTEC .. /10/..	100		20. 10 ⁻³
FTEC.. /11/..	110		18. 10 ⁻³
FTEC.. /12/..	120		17. 10 ⁻³
FTEC.. /13/..	130		15. 10 ⁻³
FTEC.. /14/..	140		14. 10 ⁻³
FTEC.. /15/..	150		13. 10 ⁻³
FTEC.. /16/..	160		12. 10 ⁻³
FTEC.. /18/..	180		11. 10 ⁻³
FTEC .. /20/..	200		10. 10 ⁻³

Tableau 3 bis – Résistances thermiques

	EPAISSEUR ISOLANT (mm)									
	80	100	110	120	130	140	150	160	180	200
FIBRATEC Th Plâtre / Vinyl avec PSE - KNAUF Therm Th 35										
Résistance thermique de l'élément (m ² .KW) (1)	2,36	2,91	3,21	3,51	3,76	4,06	4,36	4,61	5,21	5,76
Coefficient U de la toiture (W/m ² .K)(2)	0,39	0,32	0,30	0,27	0,26	0,24	0,23	0,21	0,19	0,18
FIBRATEC Plâtre / Vinyl avec PSE - KNAUF Therm 300 F										
Résistance thermique de l'élément (m ² .KW) (1)	2,11	2,61		3,16		3,66		4,16		5,21
Coefficient U de la toiture (W/m ² .K)(2)	0,43	0,36		0,30		0,26		0,24		0,19
(1) Résistances thermiques obtenues à partir du certificat ACERMI n° 85/B/07/092 pour le KNAUF Therm 300 F et ACERMI n° 99/A/07/496 pour le KNAUF Therm Th 35.										
(2) Compte tenu des résistances thermiques superficielles et de lame d'air										

Tableau 4 – Caractéristiques mécaniques

Désignation de l'élément FIBRATEC Plâtre	Raideur en flexion apparente EI (1) (daN./m)	Coefficient fluage	Réaction d'appui admissible sur appui central Rr/5 (2) (daN/m)	Contrainte de rupture en traction perpendiculaire aux faces
FTEC .. 08/..	4990	≅ 1,5	350	Spécifications de contrôle de fabrication - isolant sur panneau couverture : ≥ 0,70 daN/cm ² - isolant sur plaque de plaque de plâtre de plafond ≥ 0,58 daN/cm ²
FTEC.. 10/..	-		-	
FTEC ..12/..	7900		425	
FTEC ..16/..	9150		425	
FTEC..20/..	11230		425	
(1) Valeur conventionnelle déterminée à partir des résultats d'essais en portée 2 m sur 3 appuis et pour une flèche égale au 1/400 ^e de la portée.				
(2) Valeur conventionnelle déterminée à partir des résultats d'essais en portée 2 m sur 3 appuis.				

Tableau 5 – Portées (m) et charges descendantes normales admissibles

Charges descendantes normales admissibles (daN/m ²)	Epaisseur panneau en mm												
	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
100	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,00	3,05	3,15	3,25	3,30
125	2,00	2,10	2,15	2,25	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,75	2,85	2,95	3,00
150	1,85	1,95	2,00	2,10	2,15	2,25	2,30	2,40	2,45	2,55	2,60	2,65	2,70
200	1,60	1,65	1,75	1,80	1,85	1,95	2,00	2,05	2,15	2,20	2,25	2,30	2,35
250	1,40	1,45	1,55	1,60	1,65	1,70	1,80	1,85	1,90	1,95	2,00	2,05	2,10
300	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,70	1,75	1,80	1,85	1,90	1,95
350	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80

Tableau 6 - Charges ascendantes normales admissibles

Portée (m)	Charge ascendante (daN / m ²) pour 2 fixations / support (Pk de 175 daN)	Charge ascendante (daN / m ²) pour 3 fixations / support (Pk de 175 daN)	Charge ascendante (daN / m ²) pour 3 fixations / support (Pk de 120 daN)
1,2	194	292	200
1,4	167	250	171
1,6	146	219	150
1,8	130	194	133
2	117	175	120
2,2	106	159	109
2,4	97	146	100
2,6	90	135	92
2,8	83	125	86
3	78	117	80
3,2	73	109	75
Compte tenu d'un coefficient de sécurité de 2 et des Pk mini des fixations indiqués ci-dessus			

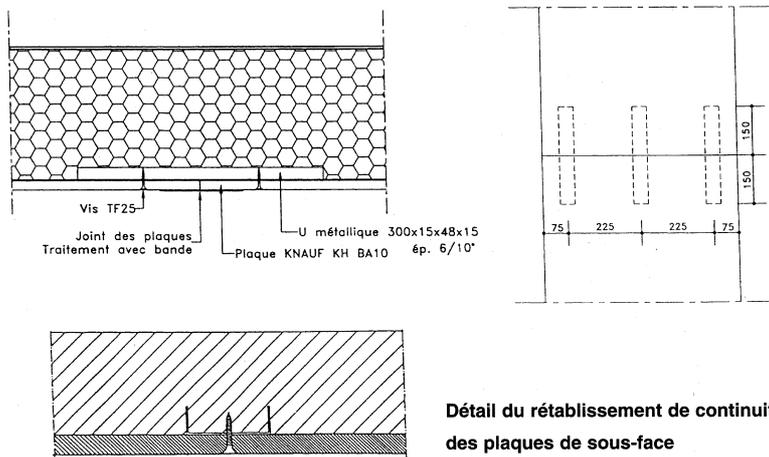
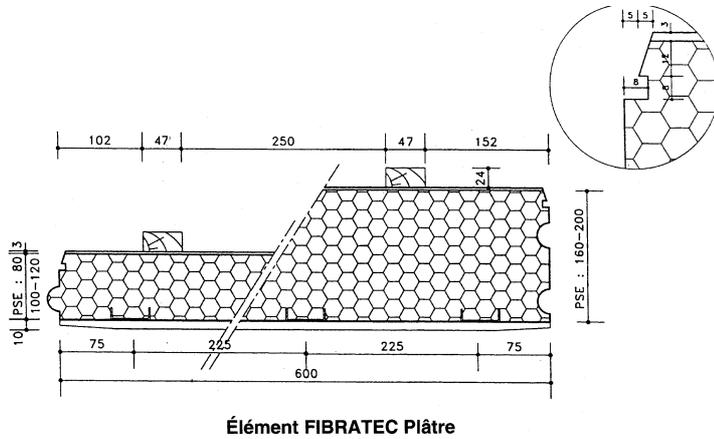
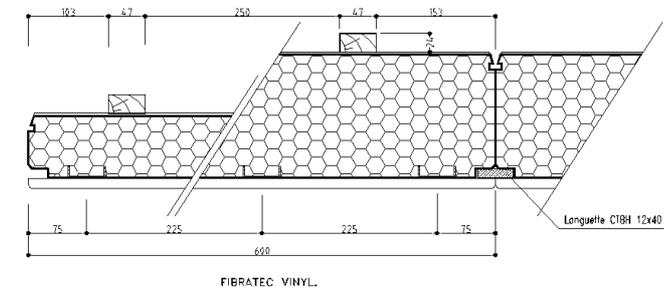


Figure 1

Figure 1 – Élément FIBRATEC PLATRE et VINYL

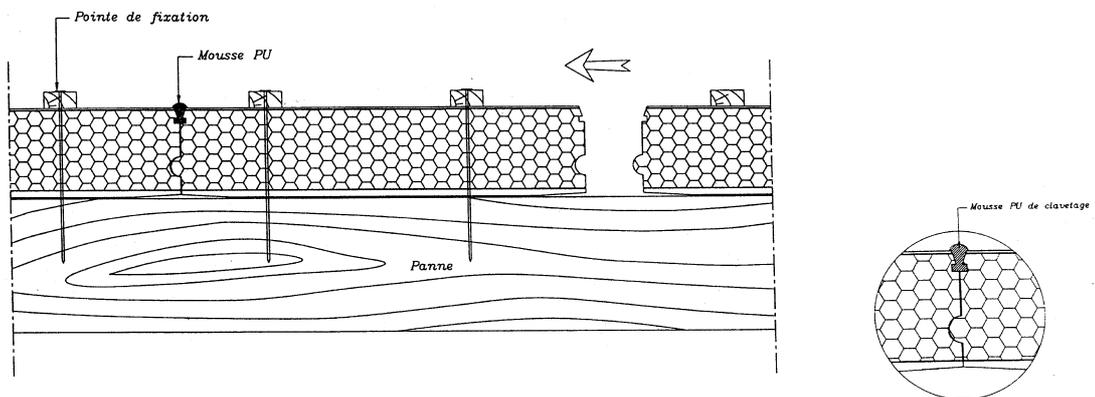


Figure 2 – Progression de montage et traitement des joints longitudinaux

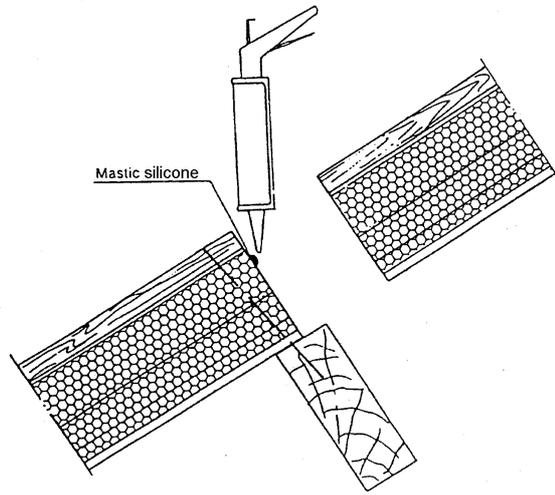


Figure 3 – Raccordement transversal éventuel

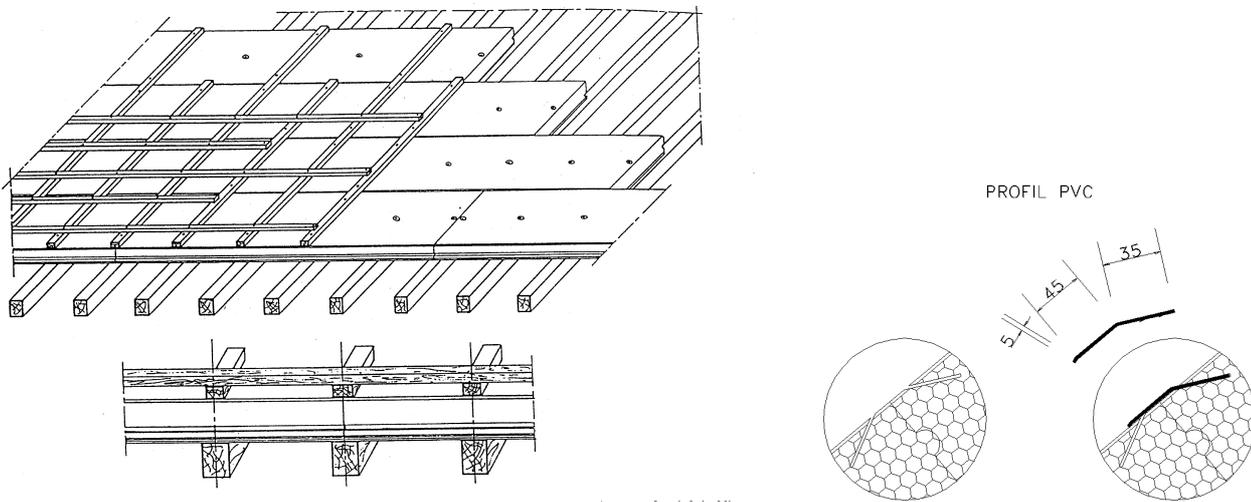


Figure 4 – Raccordement longitudinal - Cas particulier de pose perpendiculaire au rampant

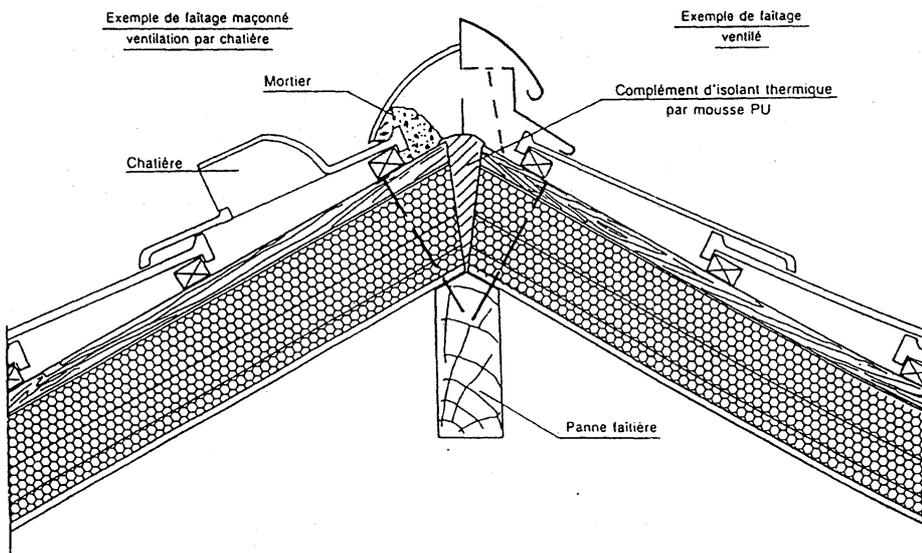


Figure 5a – Faitage double pente

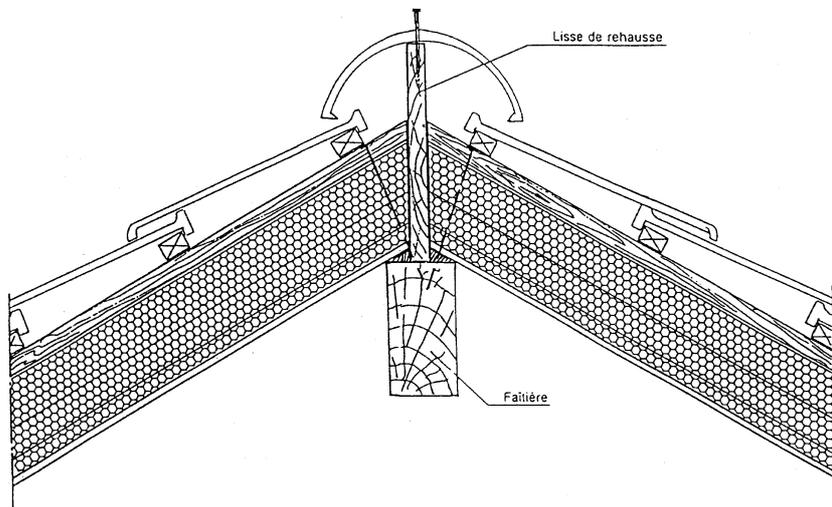


Figure 5b – Faîtage à sec

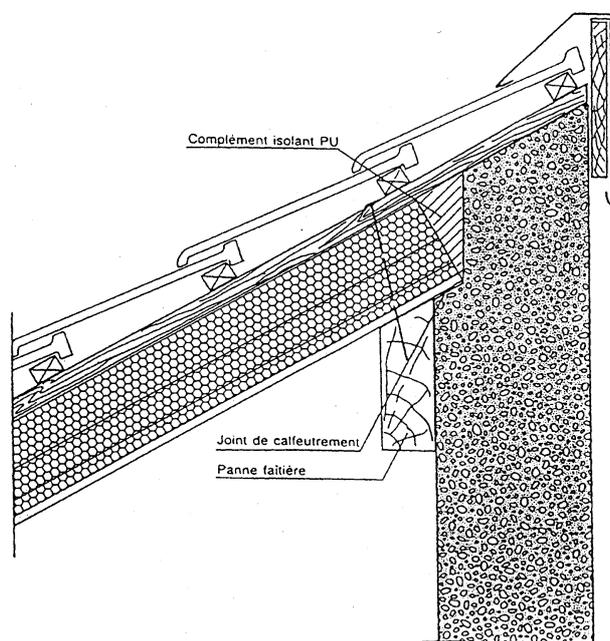


Figure 6 – Faîtage monopente

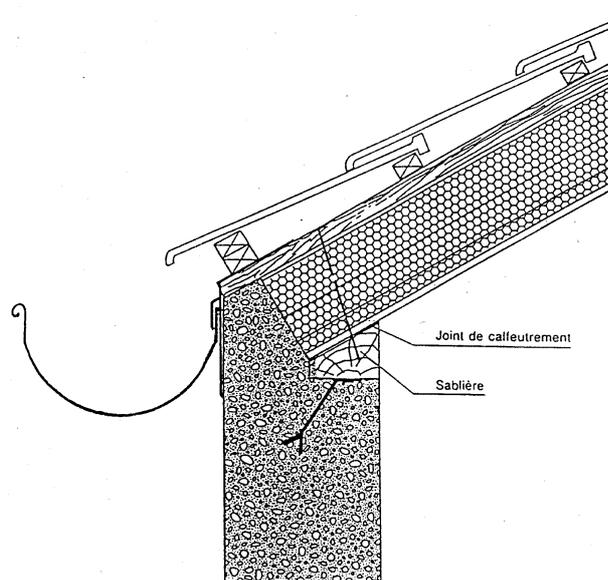


Figure 7a – Egout sans débord

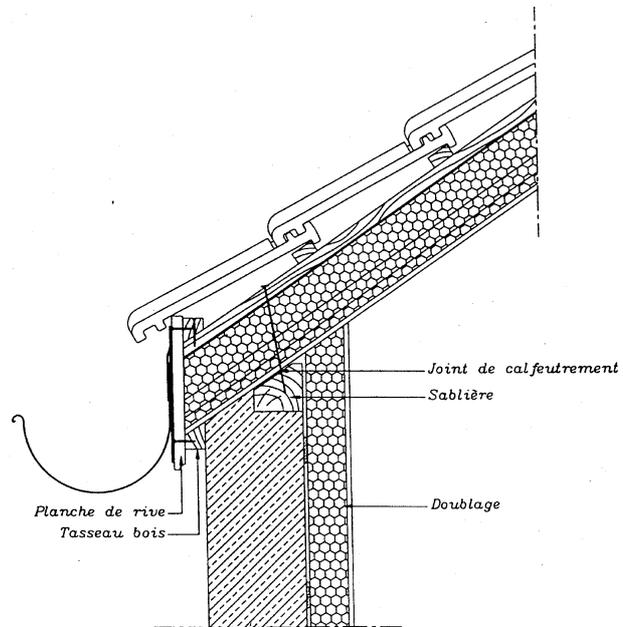


Figure 7b – Panneau arasé en façade

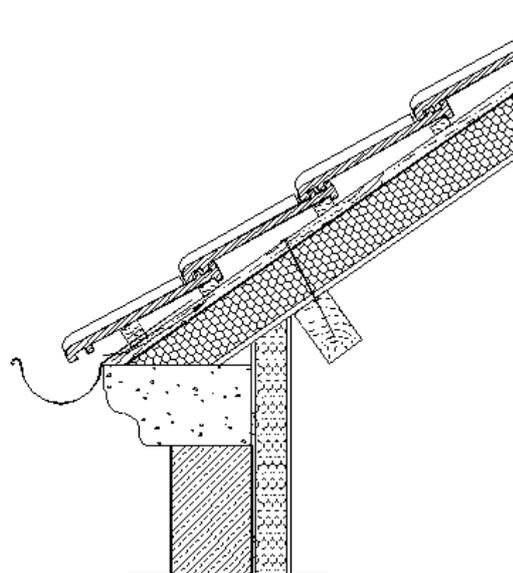


Figure 7c – Egout avec corniche préfa

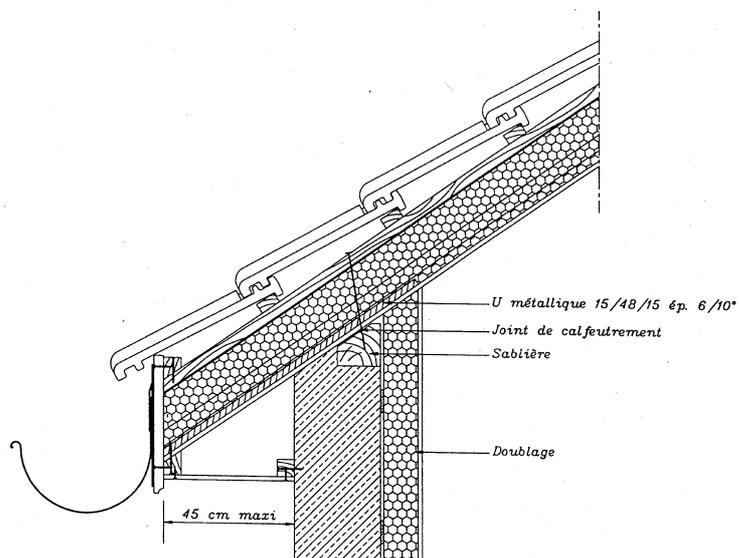
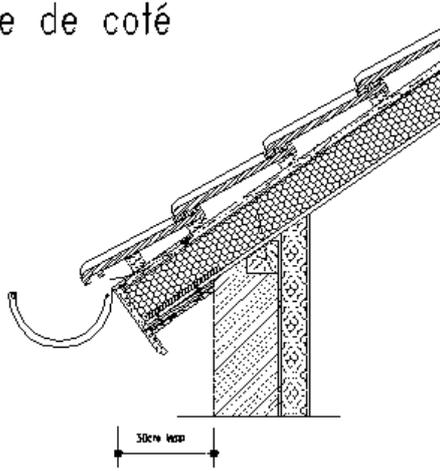


Figure 8a – Egout avec habillage du débord de toiture

Vue de coté



Vue de face

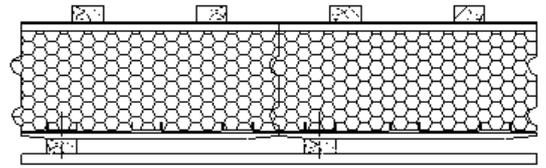


Figure 8b – Egout avec débord lambris

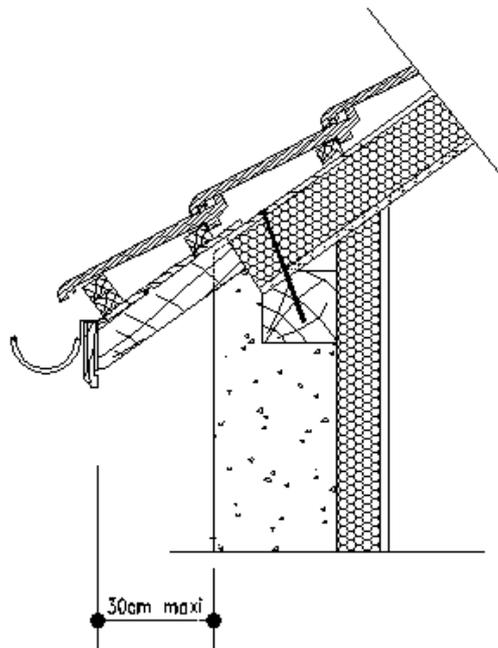


Figure 9a - Egout en débord avec faux chevrons

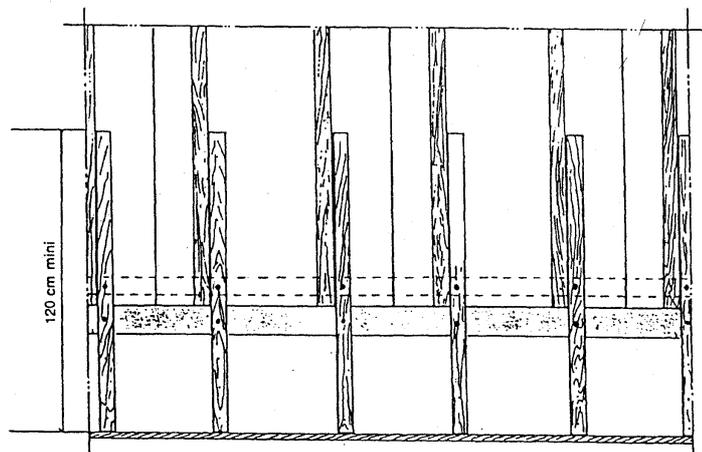


Figure 9b – Egout en débord avec faux chevrons (détail de mise en œuvre)

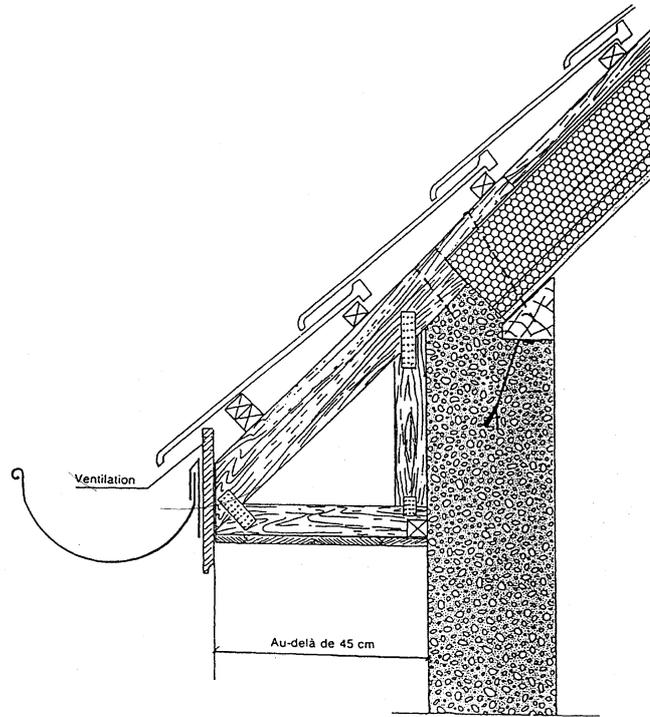


Figure 10 – Egout avec débord charpenté

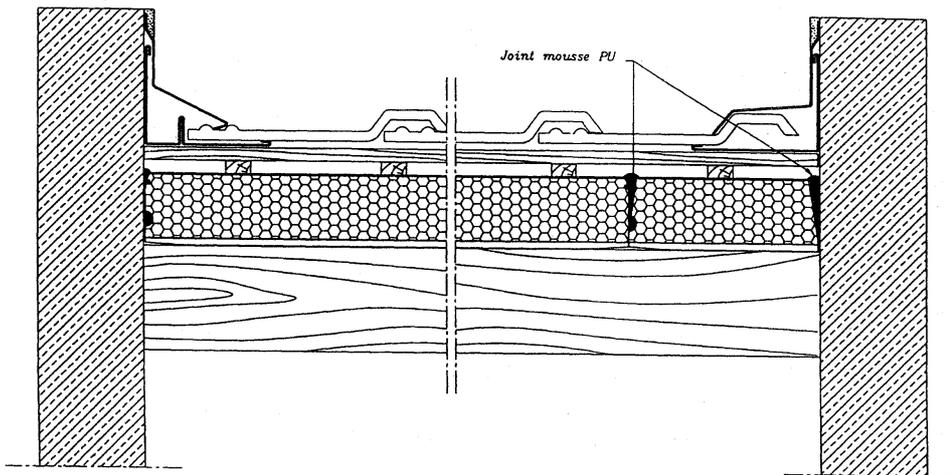


Figure 11 – Départ sur mur

Figure 12 – Finition entre murs

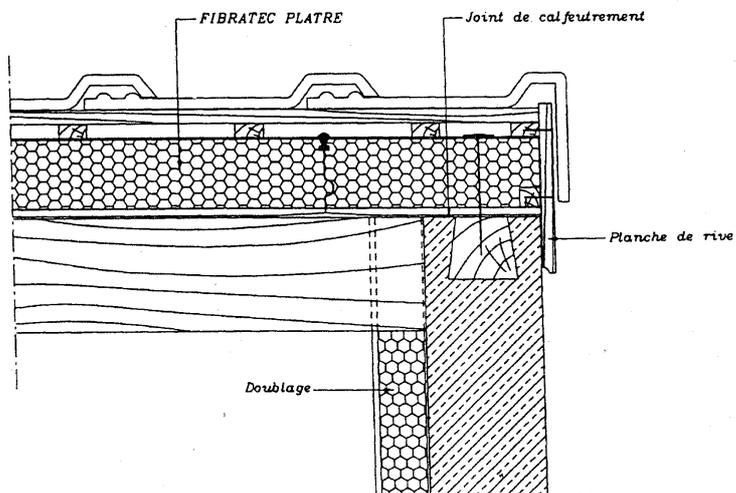


Figure 13 – Rive latérale sans débord

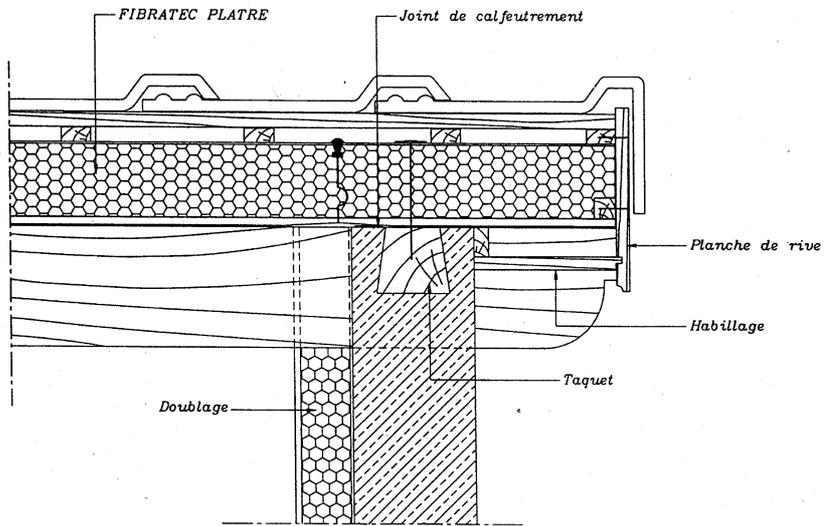


Figure 14 – Débord de rive latérale supporté

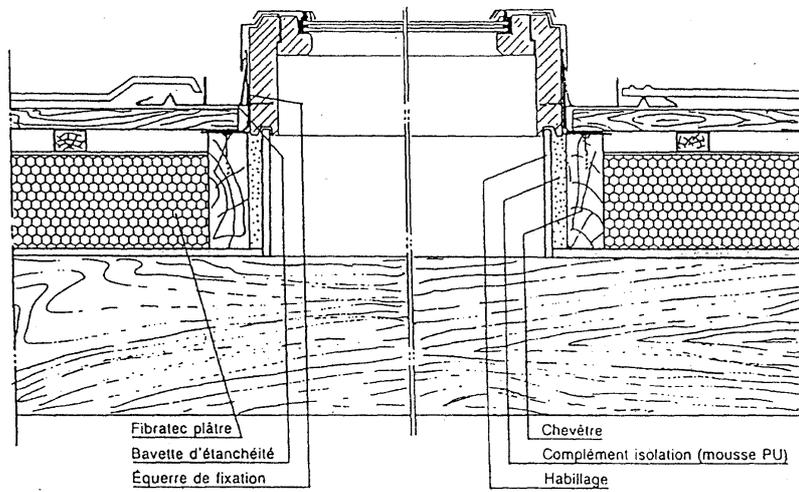


Figure 15 – Détail de mise en œuvre de fenêtre pour toit en pente (coupe horizontale)

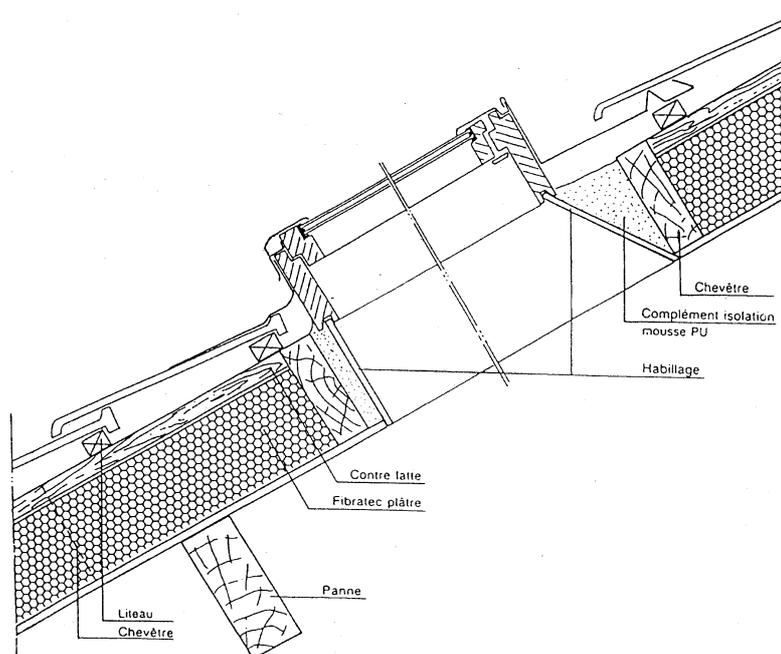


Figure 16 - Détail de mise en œuvre de fenêtre pour toit en pente (coupe verticale)

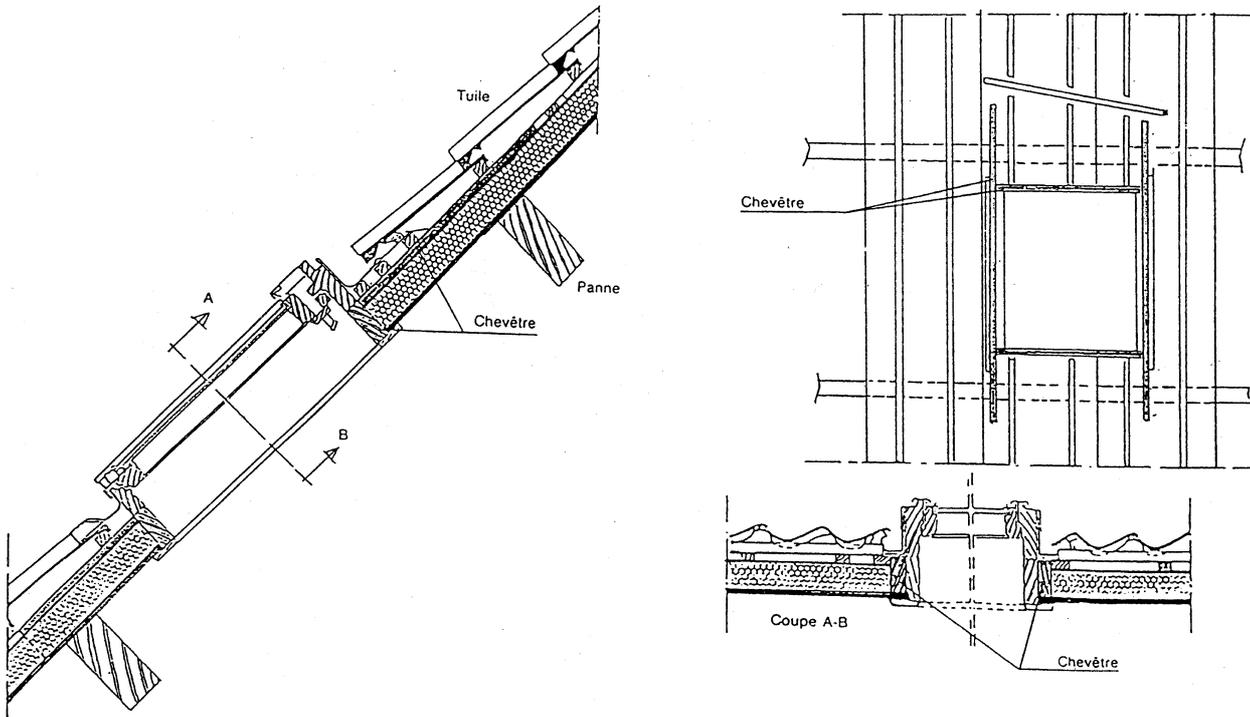


Figure 17 - Détail de mise en œuvre de fenêtre pour toit en pente

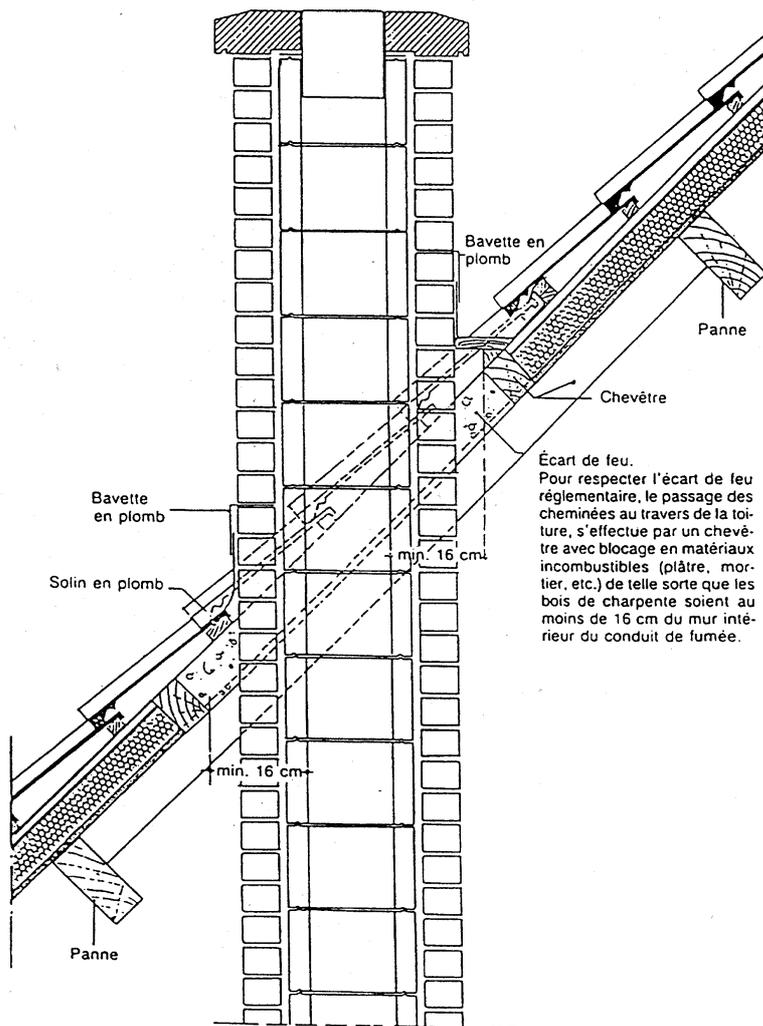


Figure 18 - Détail de pénétration de toiture par une cheminée