

Avis Technique 20/03-27

Panneau isolant thermique support de couverture ventilée

Support de couverture

Sarking TMS

Titulaire : Société EFISOL
14 à 24, rue des agglomérés
F-92024 Nanterre Cedex
Tél. : 03 86 63 29 07
Fax : 03 86 91 18 79

Usine : Saint-Julien-du-Sault (89)

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

Groupe Spécialisé n° 20

Produits et procédés spéciaux d'isolation

Vu pour enregistrement le 6 octobre 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

Le Groupe Spécialisé n° 20 "Produits et procédés spéciaux d'isolation" a examiné, le 18 mars 2003, le procédé d'isolation support de couverture ventilée SARKING TMS, fabriqué et distribué en France par la Société EFISOL. Il a formulé, sur ce système, l'Avis Technique ci-après. Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France Européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte du procédé

Système d'isolation appliqué sur des charpentes bois traditionnelles du type pannes et chevrons et qui comporte la mise en œuvre successivement :

- d'un plafond,
- d'un écran d'interposition éventuel,
- d'une isolation en panneaux rainés bouvetés de polyuréthane (expansé avec un gaz ne contenant ni CFC, ni HCFC), disposés en un lit ou deux lits d'égale épaisseur,
- de contrelattes en bois fixées, au travers de l'isolant et du plafond, dans la charpente,
- de bois supports de couverture, fixés sur les contrelattes.

Les couvertures ventilées sont ensuite établies sur ce support de façon traditionnelle.

1.2 Identification des constituants

Les panneaux rainés bouvetés TMS en polyuréthane sont marqués en continu. Ce marquage comporte :

- le nom du fabricant,
- la désignation du produit,
- les dimensions,
- le nombre de panneaux.

Les panneaux comportent en outre le marquage prévu dans le cadre de la certification ACERMI.

Le conditionnement et l'étiquetage des éléments sont précisés aux paragraphes 2.4.4. 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 en climat de montagne (> 900 m), n'est pas revendiqué.

Ce système n'est pas pris en compte dans la participation au contreventement de la toiture.

2.2 Appréciation sur le procédé

2.2.1 Aptitude à l'emploi

Stabilité

Dans le domaine d'emploi accepté par l'Avis, elle peut être considérée comme normalement assurée dans les conditions d'emploi préconisées par le dossier technique et complétées par le Cahier des Prescriptions Techniques.

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 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 :

La nature et l'épaisseur des plafonds préconisés par le dossier technique permettent de répondre aux exigences prévues :

- soit par la première partie "Généralités" (cf. chapitre 2 : "Règles générales"),
- soit par la seconde partie : "Solutions constructives" (cf. chapitre 5 : "Plafond"),

du "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 de juin 2000).

En matière de réaction au feu du parement plafond dans les ERP (article AM 4), il convient de s'assurer de la bonne adaptation du type de plafond retenu.

Isolation thermique

Pour les constructions neuves qui entrent dans le champ d'application de la Réglementation Thermique 2000, le procédé Sarking TMS doit satisfaire aux exigences du tableau VIII du fascicule 1/5 "Coefficient UBât" des Règles Th-U.

Le coefficient (U) surfacique maximal admissible prévu dans le cas des rampants de combles aménagés est de 0,30 W/(m².K). Ce coefficient est calculé en fonction de la résistance thermique du parement plafond utilisé et en utilisant les résistances thermiques des panneaux isolants certifiées par ACERMI (rappelées dans le tableau ci dessous) :

Epaisseur (mm) TMS	R (m².K/W) (1)
30	1,20
40	1,75
47	2,05
60	2,60
70	3,05
80	3,45
90	3,90
100	4,35
120	5,20 (2)
140	6,10 (3)
160	6,90 (4)

(1) Selon Certificat ACERMI n° 03/006/095

(2) Correspond à la résistance thermique de deux lits de 60 mm

(3) Correspond à la résistance thermique de deux lits de 70 mm

(4) Correspond à la résistance thermique de deux lits de 80 mm

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.

On relèvera à cet égard que :

- dans tous les cas, la surface des panneaux isolants est rendue glissante par l'humidité,
- l'épaisseur, la nature et les entraxes de pose des plafonds en bois ou en panneaux dérivés du bois, n'imposent pas de précautions complémentaires à celles habituellement requises pour les travaux traditionnels de charpente de couverture.

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 formes complexes de toiture (rives biaisées, noues, arêtiers, etc.) peut être considérée favorablement.

Finitions en plafond

Les divers plafonds préconisés sont aptes à recevoir les finitions habituelles prévues pour les matériaux considérés dans leur emploi traditionnel.

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 ce procédé d'isolation.

2.22 Durabilité - Entretien

Durabilité

Compte tenu des justifications expérimentales réunies et des critères retenus pour l'interprétation des résultats d'essais, la durabilité des caractéristiques d'emploi du procédé paraît être normalement assurée. Cette appréciation ne vaut que si, comme prévu, ce système est réservé à la couverture des locaux à faible ou moyenne hygrométrie et si les conditions de pose et de fixation des contrelattes en bois sont respectées.

Entretien

Les dispositions d'entretien des couvertures de référence établies sur support traditionnel sont applicables à ce système.

2.23 Fabrication et contrôle

La fabrication des panneaux isolants rainés bouvetés relève des techniques courantes d'élaboration des isolants en polyuréthane.

Cette fabrication fait l'objet d'un autocontrôle et d'une supervision de cet autocontrôle dont la consistance est précisée par le règlement de certification ACERMI.

2.24 Mise en œuvre

La mise en œuvre de ce système relève de la compétence des entreprises de charpente et de couverture qualifiées.

Elle ne présente pas de difficulté particulière mais nécessite du soin au niveau de l'assemblage des constituants et en particulier des panneaux isolants.

Elle réclame en outre une bonne assimilation des règles de fixation prévues par le paragraphe 4.6. du dossier technique.

2.25 Divers

Mise hors d'eau

Le système SARKING TMS n'assure pas, par lui-même, la mise hors d'eau du bâtiment.

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 ce support.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

Conditions d'emploi du procédé

Le fabricant du procédé est tenu d'apporter une assistance technique aux utilisateurs qui en font la demande, en vue de la conception des toitures utilisant ce système.

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 31 mars 2006, sauf éléments nouveaux relatifs à la réglementation incendie nécessitant de revoir ce dossier avant cette date.

Pour le Groupe Spécialisé n° 20
Le Président
F. PELEGRIN

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Généralités

1.1. Objet

Procédé d'isolation thermique de toitures en pente "par l'extérieur" destiné au support de couvertures ventilées en petits éléments discontinus ou en feuilles métalliques sur support continu.

Dans tous les cas, les toitures sont du type toitures froides.

Ce procédé (fig. 1) consiste à mettre en place sur la charpente les éléments suivants :

- un parement formant plafond,
- un écran d'interposition (éventuel),
- l'isolation thermique en continu (en une ou deux couches),
- les contre-liteaux,
- un support de couverture,
- une couverture.

Ce système a pour effet :

- d'assurer une isolation thermique continue sans pont thermique et de contribuer à l'étanchéité à l'air de la toiture,
- de protéger la charpente thermiquement et contre l'humidité,
- de gagner du volume sous les combles.

1.2 Domaine d'application

Le Sarking TMS peut être utilisé en construction neuve ou en rénovation dans les cas suivants :

- bâtiment d'habitation : maisons individuelles ou bâtiments collectifs à comble aménageable ou habitable, à plafond rampant,
- équipements éducatifs ou sociaux : locaux sportifs ou scolaires, foyers sociaux, centres culturels ou salles polyvalentes,
- locaux industriels et commerciaux (ateliers, bureaux, magasins...),
- constructions hôtelières ou de loisirs.

L'emploi de cette technique est réservé aux locaux à hygrométrie faible et moyenne à l'exclusion des locaux à forte hygrométrie ou très forte hygrométrie :

- local à faible hygrométrie : $W/n \leq 2,5 \text{ g/m}^3$
- local à moyenne hygrométrie : $2,5 < W/n \leq 5 \text{ g/m}^3$

W = quantité de vapeur produite à l'intérieur d'un local par heure en g/m^3

n = taux horaire de renouvellement d'air

Le DTU 20.1 de septembre 1985, article 5,321 donne les commentaires utiles à l'application du paragraphe précédent.

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

2. Matériaux

2.1 Plafond

Sa nature et ses caractéristiques sont fonction de la destination du bâtiment et répondent notamment à des critères :

- esthétiques,
- mécanique (par exemple : écartement des chevrons),
- de sécurité en cas d'incendie,

Il peut être constitué :

- de panneaux de particules CTB-H,
- de panneaux de contreplaqué NF extérieur CTB-X,
- de bois,

La solution de plafond adoptée sera au moins celle qui correspond à la réglementation en vigueur la plus exigeante (mécanique ou de sécurité en cas d'incendie).

Exigences de sécurité en cas d'incendie

Pour les bâtiments d'habitation comme pour les établissements recevant du public (E.R.P.), elles sont 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 de juin 2000) et les Dispositions Générales et Instructions Techniques pour la sécurité contre l'incendie :

- Plafonds constitués de panneaux de particules ligno-cellulosiques agglomérées, conformes à la norme NF B 54-100 et de masse volumique supérieure ou égale à 600 kg/m^3 :
 - ignifugés dans la masse, classés M1 ou M2, d'épaisseur minimale 10 mm,
 - classés M3 ou M4, d'épaisseur minimale 12 mm (conformément au Cahier du CSTB n° 3231, paragraphe 5).
- Plafonds constitués de panneaux contreplaqués, conformes à la norme NF B 50-004 et NF B 54-150 :
 - ignifugés dans la masse, classés M1 ou M2, d'épaisseur minimale 12 mm,
 - classés M3 ou M4, d'épaisseur minimale 14 mm (conformément au Cahier du CSTB n° 3231, paragraphe 5).
- Bois :
 - Bois dont la masse volumique est supérieure ou égale à 600 kg/m^3 , d'épaisseur supérieure ou égale à 14 mm,
 - Bois dont la masse volumique est inférieure à 600 kg/m^3 , d'épaisseur supérieure ou égale à 18 mm (conformément au Cahier du CSTB n° 3231, première partie, paragraphe 2.22).

Le tableau ci-après donne les entraxes maximum des chevrons en fonction de la nature du plafond. Il tient compte à la fois des contraintes imposées par le "Guide" précité et par la prise en compte des charges ponctuelles appliquées lors de la mise en œuvre.

Type de plafond	Epaisseur (mm)	Entraxe maxi des chevrons (cm)
Panneaux de particules	10	40
	12	50
Panneaux contreplaqué	12	80
	14	90
Bois massif	14	80
	18	90

2.2 Ecran d'interposition éventuel

Lorsque requis, pour éviter les conséquences de la pénétration de neige poudreuse sous la couverture, un écran constitué d'une feuille de bitume élastomère SBS à armature voile de verre pourra être mis en œuvre sur le plafond.

2.3 Isolant thermique

L'isolant utilisé est TMS manufacturé de caractéristiques suivantes :

- Mousse de polyuréthane de couleur beige expansée sans CFC et sans HCFC parementée avec un complexe multi-couches Kraft - PE de grammage total minimum de 160 g/m^2 .

L'isolant TMS est conforme aux spécifications de l'annexe ZA de la norme NE EN 13165, bénéficiant du marquage CE et de la certification ACERMI.

Caractéristiques TMS

Elles sont indiquées dans le **tableau 1** en fin de dossier.

Résistance thermique

La résistance thermique des panneaux TMS est indiquée dans le **tableau 2** en fin de dossier par référence au Certificat ACERMI n° 03/006/095.

2.4 Contre-liteaux

Les bois doivent être qualitativement conformes à l'annexe 1 du Cahier du CSTB 1990 "Dimensionnement des bois supports de couvertures en petits éléments, liteaux et voliges". La hauteur des contre-liteaux dépend de l'épaisseur de la lame d'air nécessaire à la ventilation de la sous-face de la couverture. Se référer aux prescriptions des divers DTU de la série 40. L'épaisseur des contre-liteaux est au minimum de 27 mm.

Les contre-liteaux seront en bois sec et traités selon la classe 2 de la norme NF EN 335-2. Le produit de traitement sera de préférence exempt de solvants. Dans le cas contraire, le traitement devra être réalisé depuis plus de deux semaines avant la pose.

La largeur d'appui du contre-liteaux est calculée en tenant compte de la contrainte en compression admissible de l'isolant pour une durée de 10 ans, à savoir 0,5 daN/cm². La pression transmise à l'isolant par l'intermédiaire du contre-liteau doit être inférieure à cette valeur :

La largeur minimum L du contre-bois est donnée par la formule :

$$L = \frac{e}{5000} \cdot (C3 \cdot Pc + C4 \cdot Pn)$$

e = écartement en cm des contre-bois

Pc = poids au m² en daN des éléments situés au-dessus de l'isolant (contre-bois + couverture)

Pn = charge de neige extrême ou accidentelle en daN au m² de projection horizontale des toitures.

C3 et C4 sont des coefficients dépendant de l'inclinaison de la toiture et qui sont précisés dans le **tableau 3** en fin de dossier.

2.5 Eléments de fixation des contre-liteaux

- Pointes torsadées galvanisées à chaud, conforme à la norme NF EN 27-951, jusqu'à 200 mm Ø 5,3 mm.
- Pointes cannelées galvanisées à chaud conforme à la norme NF EN 27-951, jusqu'à 300 mm Ø 8,0.

La longueur minimale L de la pointe est déterminée ainsi :

L = épaisseur du contre-liteau + épaisseur globale de l'isolation + épaisseur du plafond + 6 cm de pénétration dans l'ossature au minimum.

Le **tableau 4** en fin de dossier donne la longueur minimale des pointes en fonction des épaisseurs des composants de la toiture.

2.6 Matériaux de couverture (1)

Ils sont ainsi que leur support et leurs accessoires conformes aux documents normatifs correspondants.

3. Fabrication et contrôles

3.1 Fabrication

La fabrication des panneaux TMS est réalisée par la Société EFISOL, usine de SAINT-JULIEN-DU-SAULT (89).

Elle comprend essentiellement les étapes suivantes :

- moussage en continu entre deux parements,
- suivi d'un traitement thermique,
- coupe aux dimensions,
- emballage,
- mûrissement.

3.2 Contrôles qualité

- Matières premières : essais de moussage avec formulation type, mesures de réactivité, appréciation de la structure cellulaire, densité.
- En production : épaisseur, longueur, largeur, aspect, parement et usinage des rives ainsi que les contrôles imposés par la certification ACERMI.
- Sur produits finis :

Contrôles journaliers : densité, dimensions, compression à 10%.

Contrôles périodiques : résistance thermique après vieillissement accéléré à 70°C, stabilité dimensionnelle.

3.3 Identification

L'impression suivante est effectuée sur les panneaux :

- Le numéro d'Avis Technique
- Le numéro ACERMI
- Un nombre repère de coulée

3.4 Conditionnement, étiquetage et stockage

3.4.1 Conditionnement

Il se fait sous housse thermo rétractée

3.4.2 Etiquetage

Chaque palette comporte une étiquette qui indique :

Dans le cadre réglementaire CE :

- Le sigle CE
- Le nom et l'adresse du fabricant
- La référence à la norme produit (NF EN 13165)
- Le nom du produit TMS
- L'Euroclasse (F)
- L'épaisseur du produit
- La résistance thermique et le coefficient de transmission thermique λ

Dans le cadre de la certification ACERMI :

- Les dimensions
- La quantité de panneaux par colis
- La surface
- Le logo ACERMI et l'adresse E-mail
- Le numéro du certificat ACERMI (03/006/095)

3.4.3 Stockage

Le stockage des panneaux est effectué en usine pendant une durée de 1 jour par cm d'épaisseur avant expédition. Un stockage sur un sol plan est demandé à tous les dépositaires ainsi qu'aux entrepreneurs sur les chantiers.

4. Mise en œuvre

4.1 Sécurité

Les précautions à prendre sont les mêmes que celles nécessaires à la réalisation des travaux de charpente et de couverture (échelle à tasseaux, filet de protection, rambarde).

4.2 Charpente

Elle est constituée de pannes et de chevrons (de largeur minimale nominale de 60 mm) dimensionnés et positionnés en fonction du type de couverture et des charges climatiques. L'entraxe maximal des chevrons, autorisé pour la technique SARKING TMS est de 90 cm.

4.3 Pose et fixation du plafond

Il est fixé ou cloué sur les appuis :

- Contreplaqué ou panneau de particules fixés conformément aux règles les concernant.
- Bois massifs : cloués sur chaque appui.
 - pose parallèle à l'égout, perpendiculairement aux chevrons, sur 3 appuis minimum,
 - petits côtés des panneaux supportés (ajuster au besoin la longueur des panneaux),
 - serrage des panneaux entre eux,
 - clouage ou vissage sur chaque appui à l'aide de 2 fixations en partie courante et 3 fixations en extrémité.

Le repérage des appuis est effectué au cordeau à tracer.

4.4 Pose de l'écran d'interposition (éventuel)

Il est mis en œuvre sur le plafond lorsque la fonction écran de sous-toiture pour la récupération de la neige poudreuse et évacuation des eaux de fonte vers l'égout est requise par les documents particuliers du Marché ;

La membrane d'interposition est prolongée en partie basse de toiture pour permettre l'écoulement éventuel de l'eau.

Les recouvrements sont soit soudés.

4.5 Pose de l'isolant

L'isolant est posé en un ou deux lits (jusqu'à 160 mm d'épaisseur), décalés perpendiculairement ou parallèlement à la ligne d'égout.

Les premiers panneaux seront bloqués en bas de pente par des cales en bois d'épaisseur égale à celle des chevrons ou par un système de fourrure et butée (lambourde) fixé sur les chevrons par clouage (2 clous minimum par chevron).

Pour éviter une éventuelle accumulation d'eau au niveau de la butée, celle-ci reposera au droit du chevron sur une cale en bois d'épaisseur 1 à 2 cm (le système cale/butée aura la même épaisseur que l'isolation).

Pour éviter les ponts thermiques, l'isolant dépassera la panne sablière au minimum de 10 cm. Au niveau des rives, prévoir un joint d'étanchéité en mousse souple entre l'isolant et la rive.

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

4.6 Pose et fixation des contre-liteaux

Situés à l'aplomb de chaque appui, ils sont cloués conformément aux Règles CB 89 et en respectant les principes suivants :

- la pénétration minimale du clou dans le chevron est de 6 cm ;
- une fixation au maximum à 10 cm de chaque extrémité du contre-liteau, quelle que soit sa longueur ;
- la distance maximale autorisée, en partie courante, entre pointes est de 60 cm ;
- en bas de pente les contre-liteaux sont cloués sur les fourrures (2 clous minimum) ;
- le pré-perçage des contre-liteaux est nécessaire. Le diamètre des avant trous doit être inférieur de 2 mm au diamètre nominal des clous ;
- Détermination de la densité des clous :
 - a) avec pointes torsadées (cf. **tableau 5** en fin de dossier),
 - b) avec pointes cannelées (cf. **tableau 6** en fin de dossier).
- Détermination de la distance entre pointes :

à partir des densités de fixation fournies par les tableaux 5 et 6, la distance d (cm) entre les pointes de fixation en partie courante est donnée dans la suite du paragraphe.

Principe d'utilisation des tableaux 5 et 6 :

1. Sélection de la charge de neige extrême au sol (daN/m²).
2. Sélection du poids propre de la couverture (daN/m²).
3. Sélection de la pente.
4. Lire dans les tableaux 5 ou 6 la densité de pointe par m².

Calculs de la densité de fixation

Le principe de calcul utilisé pour l'établissement des tableaux de densité de clouage est le suivant :

α : la pente de la toiture exprimée en degrés

P_c : poids au m² des éléments situés au dessus de l'isolant (contre liteau + + couverture) exprimé en daN/m²

P_n : poids de neige extrême en daN/m² de projection horizontale des toitures

F : l'effort de cisaillement admissible par pointe (valeur prise de 40 daN pour des pointes cannelées et de 20 daN pour les pointes torsadées).

N : le nombre de pointes par m²

$$N = \frac{1}{F} (P_c \sin \alpha + P_n \sin \alpha \cos \alpha)$$

Calculs de la distance entre les fixations

d : La distance en cm entre les pointes

N : le nombre de pointes par m² (déterminé précédemment)

e : l'entraxe entre deux contre-liteaux exprimé en cm

$$d = \frac{10\,000}{Ne}$$

4.7 Pose de la couverture et de son support

La pose des couvertures et de leur support est réalisée selon les prescriptions des DTU de la série 40.***, ou selon les Avis Techniques des couvertures non traditionnelles utilisées.

Lorsque le support de couverture est continu, il convient d'utiliser des contre-liteaux d'épaisseur appropriée à la hauteur de la lame d'air pour ventilation prescrite par les DTU correspondants.

5. Traitement des points singuliers

Il est réalisé selon les exemples, non limitatifs, fournis par les figures suivantes :

- Faîtage : figure 3
- Rive latérale : figure 4
- Fenêtre de toit : figure 5
- Passage de cheminée : figure 6.

6. Ventilation en sous-face de couverture

La ventilation sera effectuée selon les prescriptions des DTU de la série 40. Les contre-liteaux permettent la réalisation d'une lame d'air continue et uniforme et assurent de ce fait une bonne ventilation de la sous-face de la couverture.

B. Résultats expérimentaux

Nomenclature des résultats d'essais

- Certificat ACERMI n° 03/006/095 – TMS - Société EFISOL – Usine : St Julien Du Sault (89)
- Essais de résistance au fluage en compression sous charge de longue durée d'application de l'isolant TMS.

Origine : CSTB RE n° HO 02-055 du 10 décembre 2002.
- Essais mécaniques sur pointes torsadées et pointes cannelées, jusqu'à 160 mm d'isolant.

Origine CTBA : RE 2002.371173 du 03 décembre 2002.

C. Références

Les premiers emplois du système Sarking TMS remontent à 1996.

Le fabricant a fourni une liste de 60 chantiers représentant environ 6000 m² de couverture.

Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 1 - Caractéristiques du TMS (§ 2.3)

Caractéristiques	TMS GF	TMS MF
Masse volumique (kg/m ³) (NF EN 1602)	30 (± 2)	
Résistance thermique (m ² .K/W)	ACERMI n° 03/006/095 (voir tableau 2)	
Résistance à la compression (kPa) (écrasement 10 % NF EN 826)	> 140	
Résistance admissible en compression utile (compte tenu du fluage) (NF EN 1606 (KPa)	50	
Perméabilité à la vapeur d'eau (g/m ² .h.mm Hg) (NF EN 12086)	100.10 ⁻³ (PV LNE n° 3030873 DEMT/1)	
Longueur (mm)	2 688 (± 5)	1 200 (± 2)
Largeur (mm)	1200 (± 2)	1000 (± 2)
Épaisseur (mm)	30, 40, 47, 60, 70, 80, 90, 100,120*, 140**,160*** (± 2)	
Usinage des chants (4 côtés)	Rainé bouveté (cf. fig. 1)	

(*) Correspond à la résistance thermique de deux lits de 60 mm

(**) Correspond à la résistance thermique de deux lits de 70 mm

(***) Correspond à la résistance thermique de deux lits de 80 mm

Tableau 2 - Résistance thermique TMS

Épaisseur (mm)	30	40	47	60	70	80	90	100	120	140	160
Résistance thermique (m ² .K/W)	1,20	1,75	2,05	2,60	3,05	3,50	3,90	4,35	5,20 (1)	6,10 (2)	7,00 (3)

(1) Correspond à la résistance thermique de deux lits de 60 mm

(2) Correspond à la résistance thermique de deux lits de 70 mm

(3) Correspond à la résistance thermique de deux lits de 80 mm

Tableau 3 - Coefficient C3 et C4 (§ 2.4)

Angle en °	Pente en %	C3	C4
0	0	1	1
2,86	5	0,998	0,997
5,71	10	0,995	0,990
8,53	15	0,988	0,977
11,30	20	0,980	0,961
14,03	25	0,970	0,941
16,70	30	0,957	0,917
19,29	35	0,943	0,890
21,80	40	0,928	0,862
24,22	45	0,911	0,831
26,56	50	0,894	0,800
28,81	55	0,876	0,767
30,96	60	0,857	0,735
33,02	65	0,838	0,702
34,99	70	0,819	0,671
38,65	80	0,780	0,609
41,98	90	0,743	0,552
45	100	0,707	0,500
50	119	0,642	0,413
60	173	0,500	0,250
70	274	0,342	0,117
80	567	0,174	0,030

Tableau 4 - Longueur de fixation (§ 2.5)

Épaisseur du TMS (mm)	Longueur minimale de fixation (mm) (1) – Diamètre des fixations				
	Épaisseur du plafond (mm)				
	10	12	14	18	25
60	160 – 5,3	160 – 5,3	180 – 5,3	180 – 5,3	180 – 5,3
80	180 – 5,3	180 – 5,3	200 – 5,3	200 – 5,3	200 – 5,3
100	200 – 5,3	200 – 5,3	225 – 7,0	225 – 7,0	225 – 7,0
120	225 – 7,0	225 – 7,0	250 – 7,0	250 – 7,0	250 – 7,0
140	250 – 7,0	250 – 7,0	250 – 7,0	250 – 7,0	300 – 8,0
160	300 – 8,0	300 – 8,0	300 – 8,0	300 – 8,0	300 – 8,0

(1) épaisseur des contre-liteaux de 27 mm.

Tableau 5 - Densité de fixation (nombre de pointes par m²) dans le cas des pointes torsadées - Effort de cisaillement admissible : F = 20 daN - (§ 4.6)

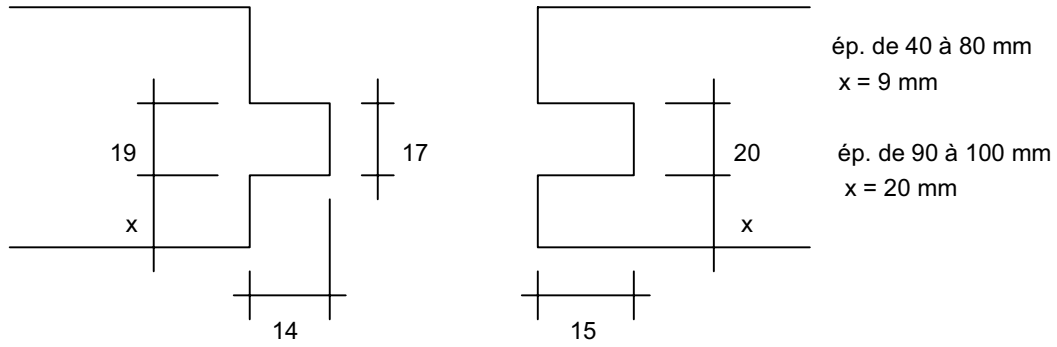
Couverture		Charge Pn de neige extrême au sol (daN/m ²)																	
		50			100			150			200			250			300		
Pente [%]	Angle [°]	Poids Pc de la couverture (daN/m ²)																	
		30	60	90	30	60	90	30	60	90	30	60	90	30	60	90	30	60	90
5 à 25	3 à 14	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
25 à 30	14 à 16	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5	3,0
30 à 35	16 à 19	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5	4,0
35 à 40	19 à 22	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5	4,0	4,0	4,0	4,5	5,0
40 à 50	22 à 26	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,5	3,5	3,5	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	5,0	5,5
50 à 60	26 à 31	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5	4,0	3,5	4,0	4,5	4,5	5,0	5,5	5,0	5,5	6,0
60 à 70	31 à 35	2,0	2,5	3,0	2,5	3,0	4,0	3,5	4,0	4,5	4,0	5,0	5,5	5,0	5,5	6,0	6,0	6,5	7,0
70 à 80	35 à 38	2,0	2,5	3,0	3,0	3,5	4,0	4,0	4,5	5,0	5,0	5,5	6,0	6,0	6,5	7,0	7,0	7,5	8,0
80 à 100	38 à 45	2,0	3,0	3,5	3,0	4,0	4,5	4,0	5,0	6,0	5,5	6,0	7,0	6,5	7,0	8,0	7,5	8,0	9,0
100 à 120	45 à 50	2,0	3,0	4,0	3,5	4,0	5,0	4,5	5,5	6,0	5,5	6,5	7,5	7,0	7,5	8,5	8,0	9,0	9,5
120 à 140	50 à 54	2,5	3,0	4,0	3,5	4,5	5,5	5,0	5,5	6,5	6,0	6,5	8,0	7,0	8,0	9,0	8,5	9,0	10
140 à 160	54 à 58	2,5	3,5	4,5	3,5	4,5	6,0	5,0	6,0	7,0	6,0	7,0	8,0	7,5	8,5	9,5	8,5	9,5	10,5
160 à 173	58 à 60	2,5	3,5	5,0	4,0	5,0	6,0	5,0	6,0	7,0	6,0	7,5	8,5	7,5	8,5	9,5	8,5	10	11

Tableau 6 - Densité de fixation (nombre de pointes par m²) dans le cas des pointes cannelées - Effort de cisaillement admissible : F = 40 daN - (§ 4.6)

Couverture		Charge Pn de neige extrême au sol (daN/m ²)																	
		50			100			150			200			250			300		
Pente [%]	Angle [°]	Poids Pc de la couverture (daN/m ²)																	
		30	60	90	30	60	90	30	60	90	30	60	90	30	60	90	30	60	90
5 à 25	3 à 14	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5
25 à 30	14 à 16	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5
30 à 35	16 à 19	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	2,5	3,0	3,0
35 à 40	19 à 22	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5
40 à 50	22 à 26	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5	4,0	4,0
50 à 60	26 à 31	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,0	2,5	3,0	2,5	3,0	3,5	3,0	3,5	4,0	4,0	4,0	4,5
60 à 70	31 à 35	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0	3,5	4,0	3,5	4,0	4,5	4,0	4,5	5,0
70 à 80	35 à 38	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	3,0	2,5	3,0	3,5	3,0	3,5	4,0	3,5	4,0	4,5	4,0	4,5	5,0
80 à 100	38 à 45	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	3,0	2,5	3,0	3,5	3,0	3,5	4,0	4,0	4,5	5,0	4,5	5,0	5,5
100 à 120	45 à 50	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	3,0	2,5	3,0	3,5	3,0	4,0	4,5	4,0	4,5	5,0	4,5	5,0	5,5
120 à 140	50 à 54	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	3,0	2,5	3,0	4,0	3,0	4,0	4,5	4,0	4,5	5,0	4,5	5,0	5,5
140 à 160	54 à 58	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	3,0	2,5	3,0	4,0	3,0	3,5	4,5	3,5	4,0	5,0	4,0	5,0	5,5
160 à 173	58 à 60	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	3,0	2,5	3,0	3,5	3,0	3,5	4,0	3,5	4,0	5,0	4,0	4,5	5,5

Figure 1 – Usinage des bords (mm)

Pour TMS de 40 à 100 mm



Pour TMS de 30 mm

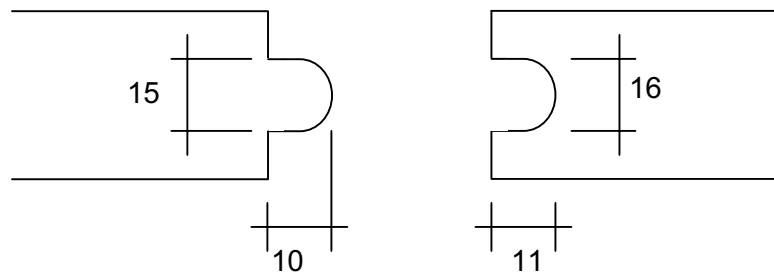


Figure 2

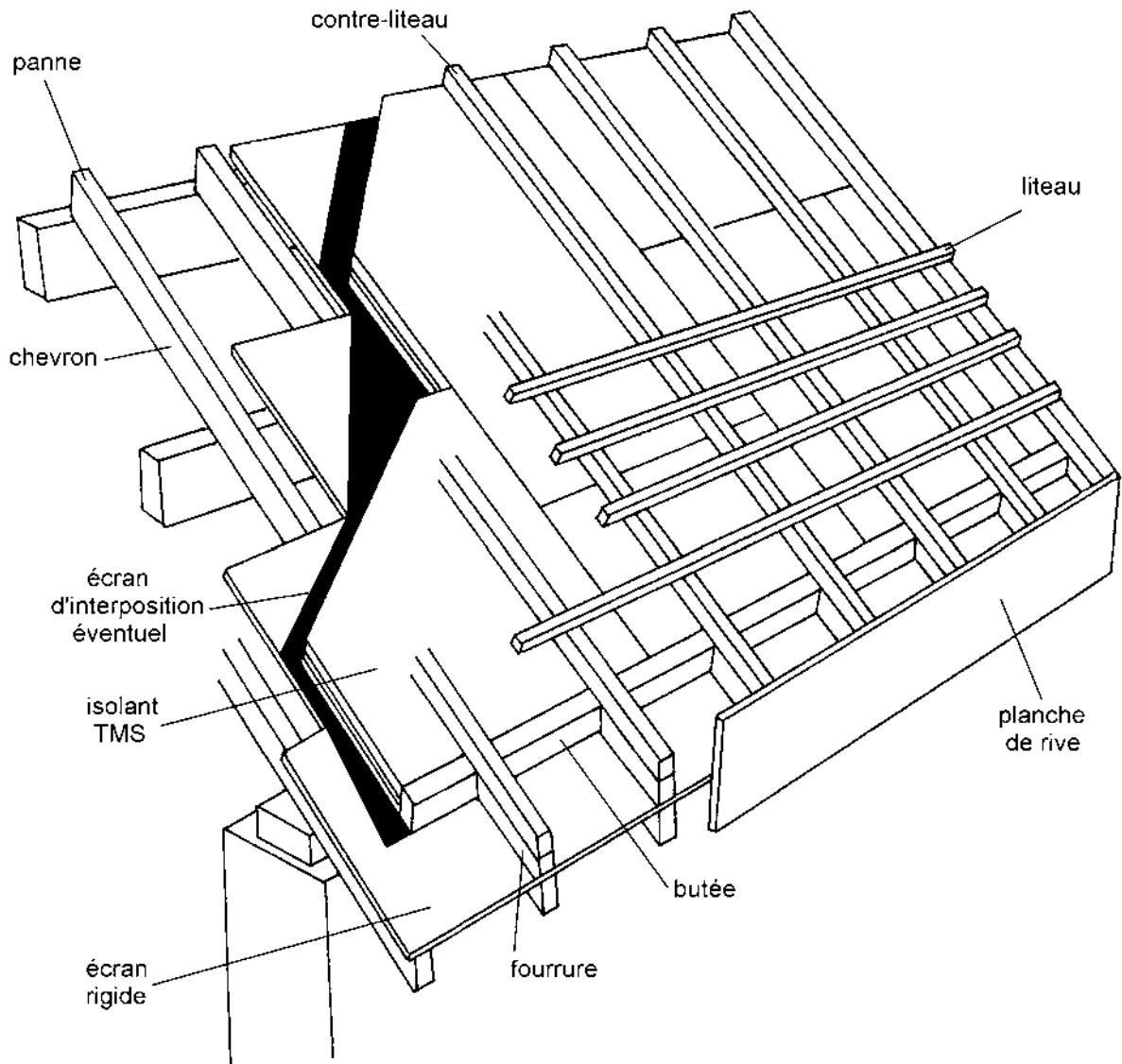


Figure 3 – Finition en faitage

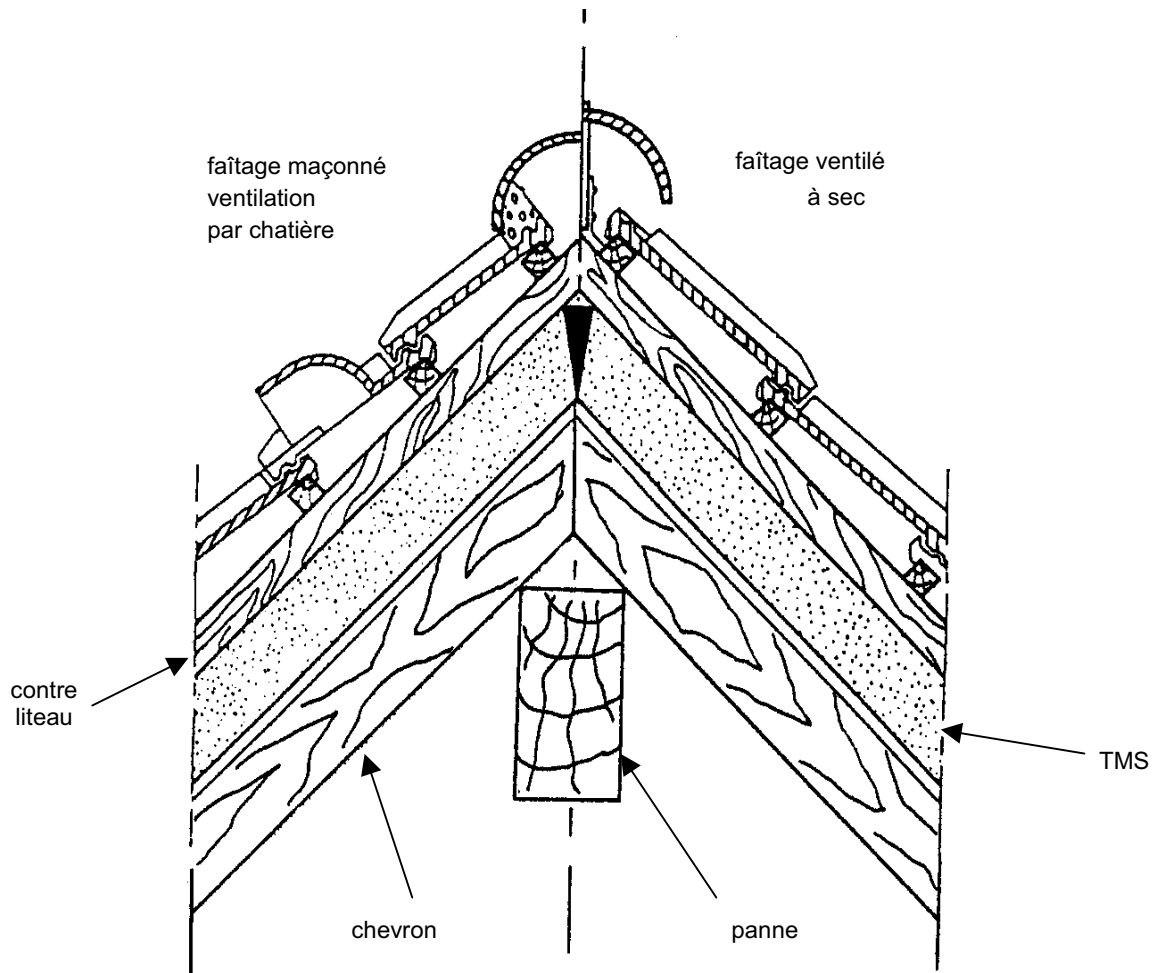


Figure 4 – Finition en rive

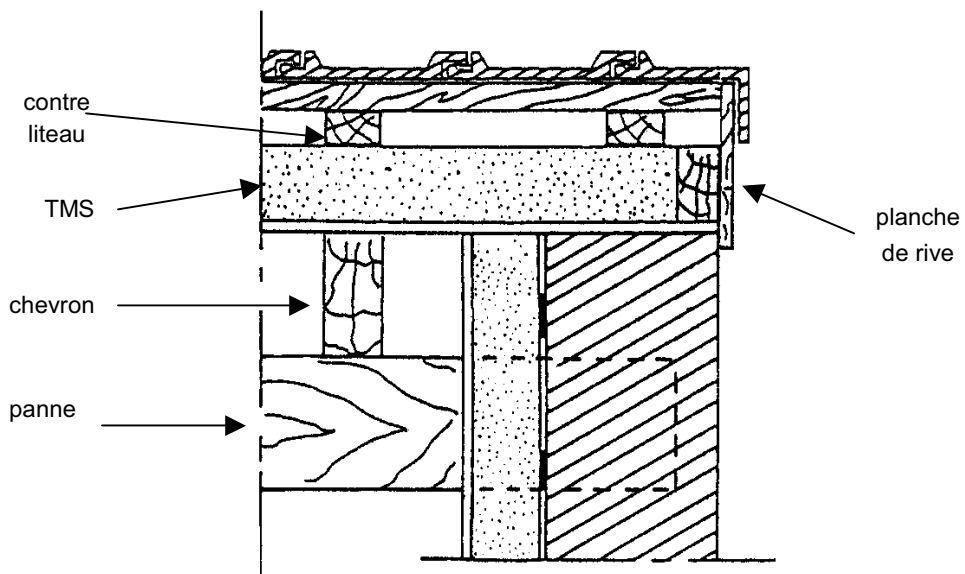


Figure 5 – Fenêtre de toit

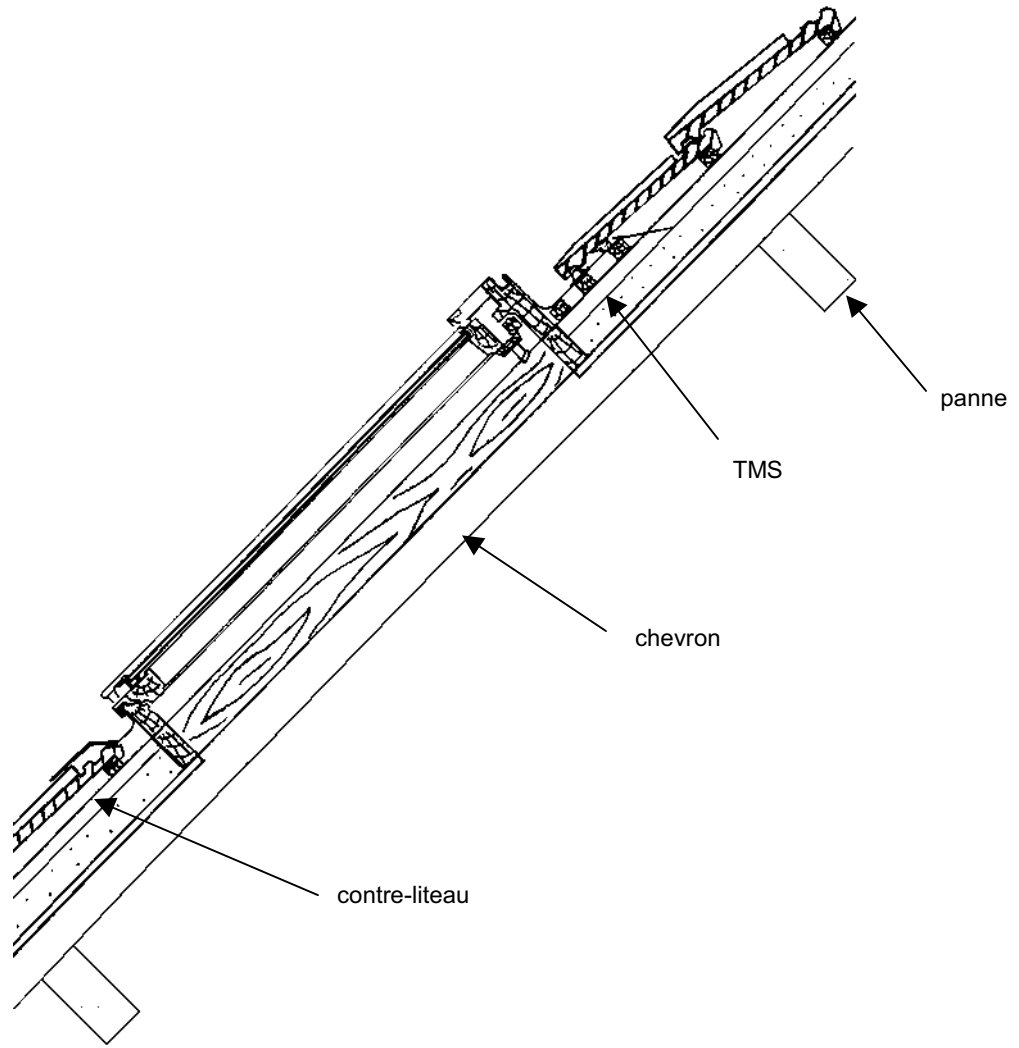


Figure 6 - Cheminée

