Poliuretanos, SA – Z.I. El Trust, Crta C-65 km 16 – 17244 Cassà de la Selva (Girona – Spain)
Tel. +34 972460472 – Fax. +34 972461719 – http://www.poliuretanos.com - e-mail: info@poliuretanos.com

Cahier des Charges pour l'emploi de

Panel PIR CM

&

Panel PIR CP

En procédé d'isolation par l'extérieur (sarking-montagne) des toitures en pente.

Édition mars 2014

Le présent Cahier Des Charges , édition mars 2014, établi par la **société POLIURETANOS**, et comportant 44 pages, a été examiné par BUREAU ALPES CONTROLES dans le cadre de l'Enquête de Technique Nouvelle référencée **BT130050 indice 0**.
Dans le cadre de cette évaluation, BUREAU ALPES CONTROLES a émis un rapport d'Enquête de Technique Nouvelle, indiquant son avis sur le procédé. Le cachet de BUREAU ALPES CONTROLES, et le paraphe associé, certifie l'examen de chaque page du présent document qui ne peut être communiqué qu'avec l'intégralité du Rapport d'Enquête.

Validité:	L'ingénieur Spécialiste,
du 10 AVRIL 2014 **au 10 AVRIL 2017**	**Vincent NANCHE**

ALPES CONTROLES

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.
Direction Technique et du Développement
3, Impasse des Drailles
74940 ANNECY-LE-VIEUX
TEL. 04 50 64 26 53 - FAX 04 50 64 22 90
SIREN 351 872 998
APE 743 B - RC 89 B 526

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.
Direction Technique et du Développement

INDEX

1. GENERALITES 5
1.1 Objet 5
1.2 Domaine d'application 5
1.2.1 En climat de plaine (Panel PIR CP) 5
1.2.2 En climat de montagne (Panel PIR CM) 5
1.3 Documents de référence 6
2. DESCRIPTIF DES MATERIAUX 6
2.1 Chevrons supports du plafond 6
2.2 Support formant plafond – écran rigide 6
2.2.1 Plafond pour mise en œuvre climat de plaine (Panel PIR CP) 7
2.2.1.1 Bâtiments d'habitation 7
2.2.1.2 Bâtiments recevant du public (ERP) 7
2.2.2 Plafond pour mise en œuvre climat de montagne (Panel PIR CM) 7
2.2.2.1 Bâtiments d'habitation 7
2.2.2.2 Bâtiments recevant du public (ERP) 7
2.3 Pare-vapeur 7
2.4 Isolant 8
2.4.1 Climat de plaine 8
2.4.2 Climat de montagne 8
2.5 Bande adhésive 8
2.6 Chanlattes trapézoïdales ou rehausses (contre-liteaux et liteaux) 8
2.6.1 Climat de plaine (Panel PIR CP) 9
2.6.2 Climat de montagne (Panel PIR CM) 9
2.6.2.1 Chanlattes trapézoïdales 9
2.6.2.2 Rehausses (contre-liteaux et liteaux) 9
2.7 Étanchéité complémentaire en climat de montagne (Panel PIR CM) 9
2.7.1 Étanchéité complémentaire simple 10
2.7.1.1 Type A 10
2.7.1.2 Type B 10
2.7.2 Étanchéité complémentaire renforcée 10
2.8 Éléments de fixation des chanlattes trapézoïdales ou rehausses 11
2.8.1 Épaisseur d'isolant jusqu'à 160mm : 11
2.8.2 Épaisseur d'isolant comprises entre 160 et 280mm : 11
2.9 Éléments de couverture 11
3. MISE EN ŒUVRE DE L'ISOLANT EN CLIMAT DE MONTAGNE (Panel PIR CM) 11
3.1 Précautions – sécurité 11
3.2 Ossature porteuse – Charpente 12
3.3 Pose et fixation du plafond – écran rigide 12
3.4 Pose du pare-vapeur 12
3.5 Pose de l'isolant thermique Panel PIR CM 12
3.5.1 Dispositions construcitves particulières au regard des ERP 13
3.6 Pose des chanlattes trapézoïdales 13
3.6.1 Dimensions des chanlattes trapézoïdales 13
3.6.1.1 Dispositions générales 13
3.6.1.2 Critère supplémentaire pour des épaisseurs d'isolant jusqu'à 160mm 13
3.6.1.3 Critère supplémentaire pour des épaisseurs d'isolant entre 160mm et 280mm 13
3.6.2 Fixations des chanlattes trapézoïdales 13
3.6.2.1 Dispositions générales 14
3.6.2.2 Distance entre fixations 14
3.6.2.3 Densité des fixations 14

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.
Direction Technique et du Développement

3.7 Pose de l'étanchéité 14
3.7.1 Étanchéité complémentaire simple type A 15
3.7.2 Étanchéité complémentaire simple type B 15
3.7.3 Étanchéité complémentaire renforcée 15
3.7.4 Remarques générales 15
3.8 Pose des rehausses (contre-liteaux et liteaux). 15
3.8.1 Dimensions des rehausses 15
3.8.1.1 Dispositions générales 15
3.8.1.2 Critère supplémentaire pour des épaisseurs d'isolant jusqu'à 160mm 15
3.8.1.3 Critère supplémentaire pour des épaisseurs d'isolant entre 160mm et 280mm 15
3.8.2 Fixations des rehausses (contre-liteaux et liteaux) 16
3.8.2.1 Dispositions générales 16
3.8.2.2 Distance entre fixations 16
3.8.2.3 Densité des fixations 16
3.8.2.4 Principe d'utilisation des tableaux déterminant la densité des fixations 16
3.8.2.5 Systèmes de fixation envisagés 16
3.9 Pose de la couverture et de son support 18
3.9.1 Ventilation de la couverture 18
3.9.2 Dispositifs de garde neige 18
3.10 Traitement des points singuliers 18
4. MISE EN ŒUVRE DE L'ISOLANT EN CLIMAT DE PLAINE (Panel PIR CP) 19
4.1 Précautions – sécurité 19
4.2 Ossature porteuse – Charpente 19
4.3 Pose et fixation du plafond – écran rigide 19
4.3.1 Mise en œuvre sur les éléments de charpente 19
4.3.2 Mise en œuvre sous les éléments de charpente 19
4.4 Pose du pare-vapeur (éventuel) 19
4.5 Pose de l'isolant thermique Panel PIR CP 19
4.5.1 Dispositions construcitves particulières au regard des ERP 20
4.6 Pose des rehausses (contre-liteaux et liteaux). 20
4.7 Pose de la couverture et de son support 20
4.8 Traitement des points singuliers 20
5. FABRICATION ET CONTRÔLE DES ISOLANTS PANEL PIR CM ET PANEL PIR CP 20
5.1 Centre de fabrication 20
5.2 Fabrication 20
5.2.1 Contrôles de fabrication (nomenclature) 20
5.2.1.1 Réception des matières premières 20
5.2.1.2 En cours de fabrication 20
5.2.1.3 Sur produits finis par lots de fabrication 20
5.2.2 Identification 21
5.2.3 Conditionnement 21
5.2.4 Étiquetage 21
5.2.5 Stockage 21
5.2.5.1 Stockage en usine 21
5.2.5.2 Stockage sur chantier 21
6. ASSISTANCE TECHNIQUE 21

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.
Direction Technique et du Développement
3, Impasse des Arbalétriers
38940 PORTE-DE-SCEX - VIEUX
TEL. 04 56 69 35 35 - FAX 04 56 69 22 80
SIRET 351 815 ###
APE 743 B - RC 99 B 534

1. GENERALITES

1.1 Objet

Procédé d'isolation thermique par l'extérieur de toitures en pente destiné au support de couvertures ventilées en petits éléments discontinus, de couvertures en grands éléments en plaques nervurées et en feuilles ou bandes métalliques, ainsi qu'à la réalisation de couvertures traditionnelles dont la mise en œuvre relève de la tradition et du savoir-faire régional.

L'isolation thermique peut être mise en œuvre en pose directe sur support continu ou sur éléments de charpente chevrons (uniquement en climat de plaine et en respectant la réglementation en terme de sécurité en cas d'incendie). Le système s'applique sur des charpentes bois traditionnelles du type pannes et chevrons.

Dans tous les cas, les toitures sont de type toitures froides. L'intérêt de ce procédé d'isolation est d'assurer une isolation thermique continue sans pont thermique et contribuer à l'étanchéité à l'air de la toiture. Au même temps il protège thermiquement la charpente contre l'humidité et permet de gagner du volume et de la surface habitable.

La conception du procédé permet de s'inspirer du « Guide des couvertures en climat de montagne » cahier du CSTB nº2267-1 de septembre 1988, édition corrigée de juin 2011, avec une étanchéité complémentaire simple ou renforcée sur l'isolant thermique.

1.2 Domaine d'application

Ce procédé peut être employé en partie courante, en construction neuve ou en rénovation de couvertures de pente <100% dans les cas suivants :

Bâtiments d'habitation : maisons individuelles ou bâtiments collectifs à comble aménageable ou habitable, à plafond rampant sous réserve de respecter la réglementation incendie habitation (Arrêté du 31 janvier 1986).

Établissements Recevant du Public (ERP) : équipements éducatifs et sociaux, locaux industriels et commerciaux et constructions hôtelières ou de loisirs, sous réserve de respecter la réglementation incendie en ERP (Article AM 8 de l'arrêté du 25 juin 1980 modifié).

Locaux industriels et commerciaux (ateliers, bureaux, magasins…) relevant du Code du Travail.

L'emploi de cette technique est réservé aux locaux à faible et moyenne hygrométrie tels que définis dans l'annexe B1 de la norme NF P 84-207 (DTU 43.4) :

local à faible hygrométrie : $W/n < 2,5$ g/m^3

local à moyenne hygrométrie : $2,5 < W/n < 5$ 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 en m^3/h.

Le classement du procédé vis-à-vis de sa tenue au feu dépend des caractéristiques du parement intérieur et de la couverture. Il est justifiable pour chaque emploi.

Les différentes couvertures pouvant être employées avec ce procédé sont indiquées au paragraphe 2.9 avec limitation de l'altitude pour certaines d'entre elles.

1.2.1 <u>En climat de plaine (Panel PIR CP)</u>

En climat de plaine, en dessous de 900m d'altitude, ce procédé consiste à mettre en œuvre, par l'extérieur, les éléments suivants décrits dans le Tableau 1 et les Figure 1 et Figure 2.

1.2.2 <u>En climat de montagne (Panel PIR CM)</u>

En climat de montagne, à partir de 900m d'altitude, ce procédé consiste à mettre en œuvre, par l'extérieur, les éléments suivants décrits dans le Tableau 2 et la Figure 3.

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.

Le procédé est limité à 2000m d'altitude. Au-delà, une étude particulière validée par un bureau de contrôle devra être réalisée.

1.3 Documents de référence

En fonction des caractéristiques techniques et propriétés du présent procédé et de ses composants, le présent cahier des charges précise, complète ou modifie les prescriptions et/ou dispositions prévues par les documents de référence fondant les règles de l'art, et notamment:
Le « Guide des couvertures en climat de montagne » (Cahiers CSTB nº2267-1),
Les normes NF-DTU de la série 40.1 à 40.4 (et plus particulièrement leurs dispositions spécifiques au climat de montagne).
A défaut de précisions dans le présent Cahier des Charges, les dispositions prévues par les documents de référence fondant les règles de l'art s'appliquent.

2. DESCRIPTIF DES MATERIAUX

2.1 Chevrons supports du plafond

Leur section et leur écartement doivent être définis en rapport avec le type de couverture prévue (§2.1 Guide des couvertures en climat de montagne et normes NF DTU). Pour le bois massifs, on doit retenir la classe d'emploi 2 conformément à la norme NF EN 335-2. La largeur minimale de 40 ou 50mm, pour respectivement les supports en bois massifs et les supports en panneaux dérivés du bois. Leur section sera variable, à adapter notamment au diamètre de la fixation calculée.

2.2 Support continu formant plafond – écran rigide

La nature de l'écran rigide et son épaisseur sont fonction à la fois de la destination du bâtiment (réglementation incendie), et doivent répondre à des critères de résistance mécanique (dimensionnement et écartement des chevrons).
Le plafond peut être constitué soit par :
des panneaux de particules CBT-H,
des panneaux de contreplaqué NF extérieur CTB-X,
des panneaux de lamelles minces orientées OSB/4,
du bois massif de classe de risque 2.
On prendra en compte une épaisseur respectant à la fois, les critères de la réglementation incendie (dans tous les cas le respect des dispositions réglementaires en matière de protection des isolants vis à vis d'un feu intérieur devront être respectés) et de la résistance mécanique.
La solution de plafond adoptée sera au moins celle qui correspond à la plus exigeante des deux réglementations suivantes en vigueur : résistance mécanique et sécurité en cas d'incendie.
Les Tableau 3, Tableau 4, Tableau 5 et Tableau 6 indiquent l'épaisseur minimale des plafonds en fonction des matériaux utilisés et en fonction de la mise en œuvre, afin d'être conforme au « 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) et de l'Arrêté du 31 janvier 1986 relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation, ou de la réglementation ERP (article AM8. arrêté du 6 octobre 2004, version consolidée au 24 janvier 2010 et AM4).
Pour les locaux régis par le code du travail dont le plancher bas du dernier niveau est situé à moins de 8m, se référer aux exigences des bâtiments d'habitation.

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.
Direction Technique et du Développement

2.2.1 Support continu formant plafond pour mise en œuvre climat de plaine (Panel PIR CP)

2.2.1.1 Bâtiments d'habitation

Le Tableau 3 donne l'épaisseur du plafond ainsi que l'entraxe maximum des chevrons en fonction de la nature du plafond. Il tient en compte à la fois des contraintes imposées par le cahier CSTB 3231 et par la prise en compte des charges ponctuelles appliquées lors de la mise en œuvre.

2.2.1.2 Bâtiments recevant du public (ERP)

Le Tableau 4 donne l'épaisseur du plafond ainsi que l'entraxe maximum des chevrons en fonction de la nature du plafond. Il tient compte à la fois des contraintes imposées dans l'article AM8, Arrêté du 6 octobre 2004 et par la prise en compte des charges ponctuelles appliquées lors de la mise en œuvre.
Dans le cas de toitures légères et à lame d'air ventilée, la réglementation incendie réclame un recoupement par l'interposition d'une barrière étanche au flux thermique, aux effluents gazeux et matières fondues, formant des mailles de surface n'excédant pas 300m^2 et don la plus grande dimension ne dépasse pas 30m, cette barrière de recoupement est réalisée par une pièce de bois massif de largeur de 7cm minimum.

2.2.2 Support continu formant plafond pour mise en œuvre climat de montagne (Panel PIR CM)

2.2.2.1 Bâtiments d'habitation

Le Tableau 5 donne l'épaisseur du plafond ainsi que l'entraxe maximum des chevrons en fonction de la nature du plafond. Il tient en compte à la fois des contraintes imposées par le cahier CSTB 3231 et par la prise en compte des charges ponctuelles appliquées lors de la mise en œuvre.

2.2.2.2 Bâtiments recevant du public (ERP)

Le Tableau 6 donne l'épaisseur du plafond ainsi que l'entraxe maximum des chevrons en fonction de la nature du plafond. Il tient compte à la fois des contraintes imposées dans l'article AM8, Arrêté du 6 octobre 2004 et par la prise en compte des charges ponctuelles appliquées lors de la mise en œuvre.
Les règles de mise en œuvre seront conformes au chapitre 1.3.2 du « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les établissements recevant du public », paragraphe 3 modifié par l'avis de la CCS du 5 Mai 2008. C'est-à-dire que dans le cas de toitures légères et à lame d'air ventilée, la réglementation incendie réclame un recoupement par l'interposition d'une barrière étanche au flux thermique, aux effluents gazeux et matières fondues. Dans le cas de l'utilisation d'un platelage comme support de couverture, le recoupement de la lame d'air est réalisé directement par le platelage, il n'y a donc pas de mise en œuvre particulière à réaliser pour le traitement de la lame d'air.

2.3 Pare-vapeur

Le pare-vapeur est obligatoire en climat de montagne (Panel PIR CM) et nécessaire dans certains cas en climat de plaine (Panel PIR CP). Ce pare-vapeur doit être conforme soit à la norme NF EN 13970, soit à la norme NF EN 13984.
Le pare-vapeur doit être un écran indépendant et continu, de perméance adaptée à la constitution du complexe de couverture et suffisamment résistant à la manipulation, bénéficiant d'un Avis Technique ou d'un Cahier des Charges approuvé par un bureau de contrôle. On pourra utiliser par exemple une feuille de bitume élastomère SBS pourvue d'une armature en voile de verre. D'un point de vue physico-chimique, les isolants Panel PIR CP et Panel PIR CM sont compatibles avec tous types de pare-vapeur.

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.

2.4 Isolant

2.4.1 Climat de plaine

Dénomination commerciale : Panel PIR CP.
Définition du matériau : âme en mousse de polyisocyanurate (PIR) rigide de couleur blanc crème expansée au pentane, parementée des deux côtes par un revêtement composite multicouche polyéthylène, kraft et aluminium étanche à l'air.
Le panneau Panel PIR CP se présente rainé bouveté des quatre côtés avec un format d'usinage différent en fonction de l'épaisseur : 60mm format L, à partir de 80mm jusqu'à 160mm format XL (Figure 4). Il est conforme aux spécifications de l'annexe ZA de la norme EN 13165, bénéficie du marquage CE et de la certification ACERMI.
Les caractéristiques spécifiées et indicatives du Panel PIR CP sont décrites dans le Tableau 7 et le Tableau 11 en fin du dossier. Notamment, la résistance thermique du Panel PIR CP est indiquée dans le Tableau 8 par référence au certificat ACERMI en vigueur et renouvelable annuellement. Ces valeurs de résistance thermique utile sont les valeurs à utiliser pour les calculs des coefficients de déperdition thermique.

2.4.2 Climat de montagne

Dénomination commerciale : Panel PIR CM.
Définition du matériau : âme en mousse de polyisocyanurate (PIR) rigide de couleur blanc crème expansée au pentane, parementée des deux côtes par un revêtement composite multicouche polyéthylène, kraft et aluminium étanche à l'air. Un traitement antidérapant a été fait sur une des deux faces du panneau ; cette face sera mise en œuvre coté extérieur.
Le panneau Panel PIR CM se présente rainé bouveté des quatre côtés avec un format d'usinage différent en fonction de l'épaisseur : 60mm format L, à partir de 80mm jusqu'à 160mm format XL (Figure 4). Il est conforme aux spécifications de l'annexe ZA de la norme EN 13165, bénéficie du marquage CE et de la certification ACERMI.
Les caractéristiques spécifiées et indicatives du Panel PIR CM sont décrites dans le Tableau 9 et les Tableau 10 et Tableau 11 en fin du dossier. Notamment, la résistance thermique du Panel PIR CM est indiquée dans le Tableau 8 par référence au certificat ACERMI en vigueur et renouvelable annuellement. Ces valeurs de résistance thermique utile sont les valeurs à utiliser pour les calculs des coefficients de déperdition thermique.

2.5 Bande adhésive

La mise en œuvre d'une bande adhésive étanche, au droit des joints des panneaux et permettant d'améliorer l'étanchéité à l'air, est conseillée. Il s'agit d'un ruban adhésif soit en aluminium recouvert d'un film polyester transparent, soit en polyéthylène gris. Dans tous les cas, le ruban doit être adapté pour des applications extérieures. Cette bande adhésive peut être fournie par Poliuretanos, SA.

2.6 Chanlattes trapézoïdales ou rehausses (contre-liteaux et liteaux)

Les bois doivent être qualitativement conformes à l'annexe 1 du Cahier du CSTB 1990 « Dimensionnement de bois supports de couvertures en petits éléments, liteaux et voliges » et au moins de classe ST-II (C24) selon la norme NF B 52-001. La hauteur des rehausses 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 et au Guide des couvertures en climat de montagne.
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.

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.
Direction Technique et du Développement

2.6.1 Climat de plaine (Panel PIR CP)

Les chanlattes trapézoïdales ou rehausses seront en bois sec et traités pour la classe de risque 2 de la norme NF EN 335-2. L'épaisseur des contre-liteaux est au minimum de 27mm. La largeur du contre-liteau est de 40mm au minimum. La largeur d'appui tient compte du fait que la déformation de l'isolant dû à l'application d'une charge de longue durée est inférieure à 2mm (Tableau 11).

La pression transmise à l'isolant par l'intermédiaire du contre-liteau doit satisfaire cette valeur limite, valeur limite de contrainte admissible qui diminue avec l'augmentation de l'épaisseur de l'isolant. L'Équation 1 et le Tableau 12 permettent de dimensionner ces valeurs.

$$L = \frac{e}{8000} \cdot \left[(A \cdot P_c) + (B \cdot P_n) \right]$$

Équation 1.

L = largeur du contre-liteaux
e = écartement en cm des contre-liteaux
Pc = poids au m2 des éléments situés au dessus de l'isolant (contre-liteau+…+couverture) exprimée en daN/m2
Pn = poids de neige extrême en daN/m2 de projection horizontale des toitures.
A et B sont des coefficients dépendant de l'inclinaison de la toiture et qui sont précisés dans le Tableau 12 en fin de dossier.

2.6.2 Climat de montagne (Panel PIR CM)

En climat de montagne, les rehausses (contre-liteaux) sont fixés sur une chanlatte de forme trapézoïdale.
Les chanlattes trapézoïdales et les rehausses seront en bois sec (taux d'humidité <20% en poids), de classe visuelle STII selon la norme NF B52-001, de classe de résistance mécanique C24 selon la norme NF EN 338, et de classe de risque 3 selon la norme NF EN 335-2.

2.6.2.1 Chanlattes trapézoïdales

Leur hauteur minimale sera de 27mm, leur largeur à la base de 80mm minimum et leur largeur au sommet de 50mm minimum. Les chanlattes trapézoïdales seront systématiquement pré-percées.

2.6.2.2 Rehausses (contre-liteaux et liteaux)

Leur hauteur minimale sera de 40mm et leur largeur de 60mm minimum. Les rehausses seront systématiquement pré-percées.

2.7 Étanchéité complémentaire en climat de montagne (Panel PIR CM)

Une étanchéité est prévue et appliquée suivant son cahier des charges ou Avis Technique, sur les panneaux Panel PIR CM en application >900m d'altitude. Les chanlattes trapézoïdales seront recouvertes par la membrane d'étanchéité, soit par continuité de la membrane déroulée sur l'isolant et à cheval sur la chanlatte, soit par bande de recouvrement rapportée, avec débords latéraux de 10cm minimum sur la membrane, elle-même mise en œuvre en continu sous les chanlattes trapézoïdales. Il est recommandé une étanchéité auto-adhésive, admise pour ce domaine d'emploi selon cahier des charges ou Avis Technique. Certain systèmes d'étanchéité sarking-montagne en climat de montagne, faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un cahier des charges, peuvent prévoir des dispositions

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.
Direction Technique et du Développement
3, Impasse des Arbalétriers
74960 MEYLAN CEDEX - MEILLEURE
TEL. 04 50 64 55 55 - FAX 04 50 64 22 80
SIRET 351 875 xxxx
APE 742 B - RC 99 B 534

particulières autres, concernant la chanlatte trapézoïdale et le contre-liteau, remplacés par un chevron unique.
L'isolant Panel PIR CM est compatible avec tous types de membranes d'étanchéité (élastomère SBS et APP, PVC,…) et tous types d'écrans de sous-toiture spécifiques au climat de montagne. Ces systèmes d'étanchéité doivent disposer impérativement d'une évaluation technique (DTA, ATEX) ou une enquête de technique nouvelle sur cahier des charges techniques, visant favorablement leur aptitude à l'emploi en climat de montagne dans le mode de pose considéré.
Des exemples de type de membranes utilisables dans cette configuration sont donnés ci-après.

2.7.1 Étanchéité complémentaire simple

2.7.1.1 Type A

Membrane monocouche, surfacée grésée en bitume modifié ou à base de polymère sans bitume, identifiée dans un Avis Technique ou un Cahier des Charges approuvé par un bureau de contrôle, déroulée parallèlement à l'égout, sur les panneaux isolants, à joints collés. Les dimensions minimales des recouvrements sont indiquées dans l'Avis Technique ou dans le Cahier des Charges de la membrane.
Par exemple, les membranes de type :
SOPRALENE STICK SARKING ARDOISE de la société SOPREMA,
ADEPAR JS, PARAFOR SOLO S de la société SIPLAST-ICOPAL, sont admises pour cette utilisation.
Les chanlattes trapézoïdales sont recouvertes par des bandes constituées de bitume élastomère à joints soudés. Les dimensions minimales des recouvrements sont de 10cm de part et d'autre de la chanlatte entre lés et de 15cm en about des bandes.
Se référer à la Figure 5 comme illustration d'une étanchéité complémentaire simple type A.

2.7.1.2 Type B

Membrane monocouche en bitume modifié de type auto-adhésive mise en œuvre en semi-indépendance identifiée dans un Avis Technique ou un Cahier des Charges approuvé par un contrôleur technique. La membrane doit être déroulée parallèlement à l'égout sur les panneaux d'isolant et recouvrant les chanlattes trapézoidales à joints soudés : les dimensions minimales des recouvrements sont indiquées dans l'Avis Technique ou le Cahier des Charges de la membrane.
Par exemple, les membranes de type :
SOPRALENE STICK SARKING ARDOISE de la société SOPREMA,
ADEPAR JS, ADEFOR JS ou ADESOLO de la société SIPLAST-ICOPAL, sont admises pour cette utilisation.
Se référer à la Figure 6 comme illustration d'une étanchéité complémentaire simple type B.

2.7.2 Étanchéité complémentaire renforcée

Il s'agît d'une étanchéité comportant soit :

- une membrane monocouche renforcée. Les membranes suivantes sont admises pour cette utilisation :
    - SOPRALENE STICK SARKING 35 AR de la société SOPREMA,
    - ADEFOR JS ou ADESOLO de la société SIPLAST.
- une deuxième couche soudée identifiée dans un Avis technique ou un Cahier des Charges approuvé par un contrôleur technique, elle devra revendiquer des performances F4 et I3 (classement FIT) minimum.

Se référer à la Figure 7 comme illustration d'une étanchéité complémentaire simple type C.

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.

2.8 Éléments de fixation des chanlattes trapézoïdales ou rehausses

2.8.1 Épaisseur d'isolant jusqu'à 160mm :

Pointes torsadées ou pointes cannelées conformes à la norme NF EN 27-591, de marque GUNNEBO : pointes galvanisées à chaud, avec diamètre mini Ø8mm et à tête plate Ø10-20mm. Longueur pour un enfoncement dans le bois support de 60mm mini dans le cas des pointes torsadées et de 80mm mini dans les cas des pointes cannelées, pour une épaisseur maximum d'isolant de 160mm et une pose à 90º perpendiculaire aux contre-liteaux.
Vis en pose à 90º : leur longueur doit assurer une pénétration dans l'ossature porteuse de 60mm minimum, hors épaisseur du plafond. Les suivantes références commerciales sont à utiliser impérativement :
Vis Panneltwistec « Panhead » de la société Eurotec.
Vis en pose trapézoïdale : leur longueur doit assurer une pénétration dans l'ossature porteuse de 60mm minimum, hors épaisseur du plafond. Les suivantes références commerciales sont à utiliser impérativement :
Vis Starking de la société Étanco.

2.8.2 Épaisseur d'isolant comprises entre 160 et 280mm :

Vis en pose trapézöidale: leur longueur doit assurer une pénétration dans l'ossature porteuse de 70mm minimum, hors épaisseur du plafond. Les fixations seront mises en œuvre en pose avec un angle par rapport à la pente de la couverture de 65º suivant la Figure 8. Les suivantes références commerciales peuvent être envisagées :
Vis Starking de la société Étanco.
Le Tableau 13 et le Tableau 14 détaillent la longueur de fixation pour une chanlatte de 30mm d'hauteur, au cas où l'hauteur de chanlattes a des variations on doit réaliser le calcul trigonométrique correspondant.
Le nombre de fixations au m^2 devra tenir compte de la penta de la toiture et de la charge sur la couverture (poids de la neige (Pn) + poids propre de la couverture (Pc)).

2.9 Éléments de couverture

Les matériaux de couverture doivent être posés conformément au Guides des Couvertures en Climat de Montagne, aux DTU de la technique concernée ou à leur Avis technique, si disponible.
Ce procédé sarking est destiné à la réalisation des couvertures en petits éléments discontinus ainsi qu'à la réalisation de couvertures en grands éléments, en plaques nervurées et en feuilles ou bandes métalliques ainsi qu'à la réalisation de couvertures traditionnelles dont la mise en œuvre relève de la tradition et du savoir-faire régional (Tableau 20).

3. MISE EN ŒUVRE DE L'ISOLANT EN CLIMAT DE MONTAGNE (Panel PIR CM)

3.1 Précautions – sécurité

Le traitement de surface « antiglisse » facilite la circulation du personnel chargé de la mise en œuvre. En aucun cas ce traitement de surface remplacera les précautions de sécurité. La mise en œuvre du Panel PIR CM en climat de montagne nécessite de respecter les dispositions de sécurité habituelles

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.
Direction Technique et du Développement

applicables aux travaux de charpente, d'étanchéité et de couverture (échelle à tasseaux, filets de protection, rambarde, protections individuelles...).

3.2 Ossature porteuse – Charpente

Elle est constituée de pannes et de chevrons dimensionnés et positionnés en fonction du type de couverture, des surcharges climatiques de l'Eurocode 1, et des entraxes maximaux admissibles prévus au §2.2 et dans le Tableau 5 et le Tableau 6. L'isolant ne peut que reprendre les efforts de compression dus au poids de la couverture et aux surcharges climatiques. Dans tous les cas, la charpente devra être dimensionnée en fonction du type de couverture et des surcharges climatiques. L'entraxe maximal des chevrons, autorisé pour la technique sarking-montagne Panel PIR CM est de 90cm. Le système ne participe pas au contreventement de la toiture.

3.3 Pose et fixation du support continu formant plafond – écran rigide

L'écran rigide sera cloué ou vissé sur les appuis, selon les prescriptions de son fabriquant, des DTU en vigueur et du «Guide des couvertures en climat de montagne». Pose parallèle à l'égout, perpendiculairement aux chevrons, sur 3 appuis minimum et une fixation par 2 pointes par élément au croisement de chaque appui.

3.4 Pose du pare-vapeur

La pose d'un pare-vapeur continu sur le support formant le plafond est obligatoire en climat de montagne (altitude $\geq$900m). Les lés sont posés horizontalement parallèlement à l'égout à larges recouvrements (10cm minimum), conformément aux prescriptions du fabriquant et fixés à l'écran rigide par des clous spéciaux à tête large ou par des agrafes (sauf dans le bois massif) à raison d'une fixation en tête de recouvrement au droit de chaque chevron. Les joints transversaux et longitudinaux seront soudés ou auto-collés. Le pare-vapeur doit être indépendant et continu, soigneusement relevé sur toutes les émergences et traversées sur une hauteur égale à celle de l'isolant plus 6cm. Il sera prolongé jusqu'à l'égout. La mise en œuvre se fera de l'égout au faîtage. Les pare-vapeur auto-adhésifs ne nécessitent pas de clouage. Dans le cas de produits non bitumineux, se conformer aux recommandations de pose du fabricant.

3.5 Pose de l'isolant thermique Panel PIR CM

L'isolant Panel PIR CM sera posé en un lit ou deux lits, pour une épaisseur totale maximum d'isolant de 280mm maximum, dans toutes les combinaisons d'épaisseur, perpendiculairement ou parallèlement à la ligne d'égout.

Les premiers panneaux seront bloqués en bas de rampant par une butée de rive de caractéristiques identiques aux tasseaux et d'épaisseur égale à celle de l'isolant. Cette butée de bas de rampant sera fixée dans la charpente, parallèlement à la ligne d'égout et maintenue par des fourrures en bois recouvert d'un platelage en bois massif, elles-mêmes clouées ou vissées sur les chevrons (Figure 3 et Figure 9). Pour éviter les ponts thermiques, l'isolant recouvrira la panne sablière et débordera de 5 à 10cm minimum sur l'avant du toit. Au niveau des rives, prévoir un joint d'étanchéité en mousse souple entre l'isolant et la rive. En rive latérale les panneaux isolant seront arrêtés par une fourrure en bois de section adaptée (Figure 3 et Figure 9).

Les panneaux d'isolant seront mis en œuvre à joints croisés avec le parement du panneau traité antiglisse posé coté extérieur. Les panneaux possèdent un assemblage rainé bouveté ce qui permet d'assurer ainsi une très bonne jonction des panneaux entre eux. Dans le cas où la pose se ferait en deux couches, la pose entre les couches se fera à joints décalés et les panneaux pourront être à bords droits sans usinage.

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.

La densité de fixations au droit des fourrures en bas de pente, sera telle que l'espacement n'excédera jamais 25cm avec un minimum de trois fixations en bas de pente, elle respectera les prescriptions de clouage (règle CB 71 de juin 1984) à savoir : 12 fois entre le bord de la fourrure et les pointes de rive et 10 fois minimum entre pointes de partie courante.

3.5.1 Dispositions constructives particulières au regard des ERP

Dans les cas d'Établissements Recevant du Public (ERP), la couche d'isolation Panel PIR CM est recoupée au droit et le long des écrans de cantonnement et des murs coupe-feu. Ce recoupement est réalisé par un chevron de largeur 70mm minimum et de hauteur égale à celle de l'isolant, ou bien d'un isolant d'Euroclasse A2-s2,d0 de largeur 100mm sur la hauteur de l'isolant Panel PIR CM.

3.6 Pose des chanlattes trapézoïdales

3.6.1 Dimensions des chanlattes trapézoïdales

3.6.1.1 Dispositions générales

La section des chanlattes sera variable, à adapter au diamètre de la fixation calculée en fonction des critères suivants et valable dans le cas où l'on a une seule fixation dans la largeur des lattes avec un pré-perçage associé systématique.
Les dimensions minimales à respecter sont : hauteur minimale de 27mm, largeur à la base 80mm et largeur au sommet 50mm.

3.6.1.2 Critère supplémentaire pour des épaisseurs d'isolant jusqu'à 160mm

Compte tenu du mode de pose des fixations à 90º ne participant pas à la reprise des efforts de longue durée sur l'isolant, un critère spécifique supplémentaire à ceux évoqués auparavant s'applique, à savoir que la largeur d'appui de la chanlatte trapézoïdale ou de la rehausse est calculée en tenant compte de la contrainte en compression admissible de l'isolant pour une durée de 10 ans, à savoir 50kPa (la pression transmise à l'isolant par l'intermédiaire du tasseau trapézoïdal doit être inférieur à cette valeur) .

$$b = \frac{e}{5000}\left(\cos\alpha \cdot Pc + \cos^2\alpha \cdot Pn\right)$$

b : la largeur de la chanlatte trapézoïdale à sa base ou de la rehausse en cm.
e : l'entraxe entre chanlattes trapézoïdales en cm.
α : la pente de la toiture (º).
Pc : poids au m^2 des éléments situés au dessus de l'isolant (chanlatte+…+couverture) en daN/m^2.
Pn : poids de neige extrême en projection horizontale des toitures en daN/m^2.
Le Tableau 15 donne les largeurs de base de la chanlatte trapézoïdale pour une charge descendante (Pc+Pn) de 900 daN/m2 et des pentes de 20%, 30% et 40% pour des régions de neige $\leq$ 2000m d'altitude.

3.6.1.3 Critère supplémentaire pour des épaisseurs d'isolant entre 160mm et 280mm

Compte tenu du mode de pose trapézoïdale des fixations participant à la reprise des efforts de longue durée sur l'isolant, les critères à appliquer sont uniquement ceux du paragraphe §13.6.1.2.

3.6.2 Fixations des chanlattes trapézoïdales

Les tasseaux trapézoïdaux sont positionnés à l'aplomb des chevrons et fixés soit par clouage, soit par vis avec un angle à 90º ou par pose avec un angle 65º $\pm$ 5º avec une butée en bas de versant, dans les chevrons.

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.
Direction Technique et du Développement
3, Impasse des Pontiers
74940 ANNECY-LE-VIEUX
TEL. 04 50 64 26 53 - FAX 04 50 64 23 90
SIRCH 351 872 698
APE 743 B - RC 89 B 526

3.6.2.1 Dispositions générales

La densité de fixation au m^2 doit tenir compte de la pente de la toiture et de la charge sur la couverture (poids de neige + poids propre de la couverture).
Les conditions locales peuvent conduire à des charges supérieures à celles calculées selon les règles NV 65 modifiés. Au-delà de 2000m d'altitude, une étude particulière devra être validée par un bureau de contrôle.

3.6.2.2 Distance entre fixations

La distance entre fixation est donnée par la formule :

$$d(cm) = \frac{10000}{N \times e(cm)}$$

d : distance entre fixation, en cm.
e : entraxe entre deux chevrons, exprimé en cm.
N : nombre de vis au m^2.

Quelle que soit l'épaisseur de l'isolant, la distance de fixation autorisée en partie courante entre fixation est de 50cm maximum et la distance minimale en tête de fixation est de 15cm. Les fixations auront une longueur d'ancrage qui sera fonction de l'épaisseur du tasseau, de l'isolant et de l'écran rigide. Dans tous les cas, la première fixation sera à 12 cm minimum de chacune de leur extrémité (quelles que soient leur longueur). Le premier tasseau trapézoïdal, depuis la rive d'égout, aura une longueur telle qu'il dépassera au moins la deuxième panne. Le pré-perçage des tasseaux est conseillé. Le diamètre des avant trous doit être inférieur au moins de 2mm au diamètre nominal des fixations.

3.6.2.3 Densité des fixations

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

$$N = \frac{1}{F} \cdot \left[(Pc \cdot \sin\alpha) + (Pn \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha \right]$$

N = le nombre de fixations par m^2.
α = la pente de la toiture (º).
Pc = poids au m^2 des éléments situés au-dessus de l'isolant (contre-liteau+…+couverture) exprimée en daN/m^2.
Pn = poids de neige extrême en daN/m^2 de projection horizontale des toitures.
F = l'effort de cisaillement admissible par pointe (valeur prise de 40 daN pour les pointes cannelées GUNNEBO, et de 20 daN pour les pointes torsadées GUNNEBO), pour une sollicitation selon les règles NV 65 modifiées.
$F_{v,Rk}$ = la résistance caractéristique (en kN) en cisaillement pour le vis ETANCO STARKING pour une pose trapézoïdale à 60°/120° est en fonction de la longueur de la vis, pour une sollicitation selon l'Eurocode 1 :
Vis Ø7mm, longueur 210mm = 1,05kN
Vis Ø7mm, longueur 360mm = 0,67kN
Vis Ø7mm, longueur 500mm = 0,58kN

3.7 Pose de l'étanchéité

En fonction du type de pose de membrane d'étanchéité on peut trouver les configurations suivantes :

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.
Direction Technique et du Développement

3.7.1 Étanchéité complémentaire simple type A

Dans le cas de la configuration type A (voir §2.7.1.1) les tasseaux maintiennent à la fois la couche d'étanchéité complémentaire qui se trouve posé en indépendance sur l'isolant et l'isolant même.
La couche d'étanchéité aura été préalablement déroulée sur l'isolant, le recouvrement entre les lés sera conforme aux caractéristiques de la membrane utilisée. Les raccords transversaux et longitudinaux seront soudés ou collés.

3.7.2 Étanchéité complémentaire simple type B

Dans le cas d'une membrane d'étanchéité auto-adhésive, configuration type B (voir §2.7.1.2), celle-ci sera déroulée sur les tasseaux trapézoïdaux qui auront été préalablement fixés par clouage, par vis ou par tirefonds, les raccords transversaux et longitudinaux seront soudés ou collés.

3.7.3 Étanchéité complémentaire renforcée

Dans le cas d'une étanchéité renforcée (configuration type C), la première couche sera mise en œuvre conformément au §2.7.2, la deuxième couche sera déroulée sur les tasseaux trapézoïdaux et soudée sur la première selon son Avis Technique ou son Cahier des Charges.

3.7.4 Remarques générales

Les dispositions du Tableau 16 – choix du système d'étanchéité complémentaire, concernent le choix des systèmes d'étanchéité complémentaire en partie courante de couverture. Au voisinage des points singuliers de toiture, tels que noue, fenêtre de toit, cheminée,..., le système d'étanchéité complémentaire renforcée doit être systématiquement utilisé. Dans le cas ou l'étanchéité complémentaire en partie courante est de type simple, cela conduira à la pose d'une seconde chape de renforcement en sous face ou en périphérie des points singuliers précités.
De même, si la toiture est complexe (présence de noues, de pénétrations,...) il est conseillé de choisir une étanchéité complémentaire renforcée avec tasseaux trapézoïdaux quand bien même la stricte application des recommandations définies au Tableau 16 autorise d'autres solutions.
Les soudures des recouvrements exige certaines précautions vis à vis du risque d'inflammabilité des panneaux PIR-CM. Attention au réglage de la flamme et éviter d'orienter la flamme du chalumeau sur le panneau en le dirigeant sur le revêtement d'étanchéité.

3.8 Pose des rehausses (contre-liteaux et liteaux).

3.8.1 Dimensions des rehausses

3.8.1.1 Dispositions générales

La section des rehausses sera variable, à adapter au diamètre de la fixation calculée en fonction des critères suivants et valable dans le cas où l'on a une seule fixation dans la largeur des lattes avec un pré-perçage associé systématique.
Les dimensions minimales à respecter sont hauteur minimale de 40mm et largeur minimale de 60mm.

3.8.1.2 Critère supplémentaire pour des épaisseurs d'isolant jusqu'à 160mm

Se référer au paragraphe §3.6.1.2.

3.8.1.3 Critère supplémentaire pour des épaisseurs d'isolant entre 160mm et 280mm

Compte tenu du mode de pose trapézoïdale des fixations participant à la reprise des efforts de longue durée sur l'isolant, les critères à appliquer sont uniquement ceux du paragraphe §3.8.1.1.

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.
Direction Technique et du Développement
3, Impasse des Cuirlets
74940 ANNECY-LE-VIEUX
TEL. 04 50 64 05 39 - 04 50 64 22 80
SIREN 351 875 698
APE 742 B - RC 99 B 534

3.8.2 Fixations des rehausses (contre-liteaux et liteaux)

Les rehausses sont fixés soit par clouage, soit par vis avec un angle à 90º ou par pose avec angles 65º±5º.

3.8.2.1 Dispositions générales

La densité de fixation au m^2 doit tenir compte de la pente de la toiture et de la charge sur la couverture (poids de neige + poids propre de la couverture).
Les conditions locales peuvent conduire à des charges supérieures à celles calculées selon les règles NV 65 modifiés. Au-delà de 2000m d'altitude, une étude particulière devra être validée par un bureau de contrôle.

3.8.2.2 Distance entre fixations

Se référer au paragraphe §3.6.2.2.

3.8.2.3 Densité des fixations

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

$$N = \frac{1}{F} \cdot \left[(Pc \cdot \sin\alpha) + (Pn \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha \right]$$

N = le nombre de fixations par m^2.
α = la pente de la toiture (º).
Pc = poids au m^2 des éléments situés au dessus de l'isolant (contre-liteau+…+couverture) exprimée en daN/m^2.
Pn = poids de neige extrême en daN/m^2 de projection horizontale des toitures.
F = l'effort de cisaillement admissible par pointe (valeur prise de 40 daN pour les pointes cannelées GUNNEBO, et de 20 daN pour les pointes torsadées GUNNEBO), pour une sollicitation selon les règles NV 65 modifiées.
$F_{v,Rk}$ = la résistance caractéristique (en kN) en cisaillement pour le vis ETANCO STARKING pour une pose trapézoïdale à 60°/120° est en fonction de la longueur de la vis, pour une sollicitation selon l'Eurocode 1 :
Vis Ø7mm, longueur 210mm = 1,05kN
Vis Ø7mm, longueur 360mm = 0,67kN
Vis Ø7mm, longueur 500mm = 0,58kN

3.8.2.4 Principe d'utilisation des tableaux déterminant la densité des fixations

Le calcul de la densité de fixations nécessaires est basé soit sur les sollicitations des règles NV 65 modifiées, soit sur les sollicitations de l'Eurocode 1 ; fonction des valeurs de résistance disponibles pour les fixations . Il doit notamment intégrer pour une fixation donnée une valeur de résistance admissible (Fadm) en sollicitations NV 65, et une valeur $F_{v,Rk}$ en sollicitation Eurocode 1.
Pour l'utilisation du Tableau 17, Tableau 18 et Tableau 19 on doit prendre en compte :
Sélection de la charge de neige extrême au sol (daN/m^2).
Sélection du poids propre de la couverture (daN/m^2).
Sélection de la pente.
Obtention de la densité ou des vis par m^2 correspondante.

3.8.2.5 Systèmes de fixation envisagés

3.8.2.5.1 Dispositions particulières pour des épaisseurs d'isolant jusqu'à 160mm

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.
Direction Technique et du Développement

Pour une pose à 90º, les fixations référencées auparavant auront une longueur qui sera fonction de l'épaisseur de la chanlatte, de l'isolant et de l'écran rigide. Les fixations pénétreront d'au moins 80mm dans l'ossature porteuse pour les pointes et d'au moins 60mm pour les vis. Une fixation unique est prévue sur la largeur de la latte. Les fixations sont disposées dans l'axe de la latte. Le pré-perçage des tasseaux est conseillé. Le diamètre des avant trous doit être inférieur au moins de 2mm au diamètre nominal des fixations. Une guide de perçage adapté doit être utilisée afin d'assurer la perpendicularité du perçage par rapport à la surface de la chanlatte ou de la rehausse (pose à 90º) et un ancrage dans le support bien effectif.

3.8.2.5.2 Dispositions particulières pour des épaisseurs entre 160mm et 280mm

Les fixations auront les longueurs spécifiées au paragraphe §2.8 afin de garantir un ancrage suffisant dans le chevron. Une fixation unique est prévue sur la largeur de la latte. Les fixations sont disposées dans l'axe de la latte. Le pré-perçage des tasseaux est obligatoire. Le diamètre des avant trous doit être inférieur au moins de 2mm au diamètre nominal des fixations. Une guide de perçage adapté doit être utilisée afin d'assurer une bonne réalisation de la pose trapézoïdale et que l'ancrage minimum dans le support soit bien effectif.

3.8.2.5.3 Clouage perpendiculaire avec pré-perçage

Pour la fixation des contre-liteaux et de l'isolant thermique dans les chevrons des clous torsadés ou cannelés seront utilisés. A l'aplomb de chaque appui, les pointes sont clouées conformément aux règles CB 89 et en respectant les principes suivants :
en bas de pente les contre-liteaux sont cloués sur les fourrures (3 clous minimum)
le pré-perçage des contre-liteaux est nécessaire. Le diamètre des avant-trous doit être inférieur de 2mm au diamètre nominal des clous.
Longueur des pointes:
La longueur des pointes doit assurer une pénétration minimale du clou dans le chevron de 6cm.
Densité :
La densité des clous avec des pointes torsadées GUNNEBO référencées garantit un effort de cisaillement/sarking admissible F=20daN (Tableau 17), valeur caractéristique différente de la valeur de cisaillement classique bois/bois.
La densité des clous avec des pointes cannelées GUNNEBO référencées garantit un effort de cisaillement/sarking admissible F=40daN (Tableau 18) valeur caractéristique différente de la valeur de cisaillement classique bois/bois.
Distance entre les pointes :
La distance entre les pointes en partie courante est donnée par la formule précédente à partir des densités de fixations fournies par le Tableau 17 et le Tableau 18. Prévoir une fixation à 10cm des extrémités du contre-liteau.

3.8.2.5.4 Vissage sous angle de 90º avec pré-perçage

Longueur des vis:
La longueur minimale des vis est égale à l'épaisseur du contre-bois + épaisseur globale de l'isolation + épaisseur du plafond + minimum 6cm de pénétration dans l'ossature (Tableau 14)
Densité des fixations en cas de vissage à 90º:
Se référer au Tableau 18, avec un effort de cisaillement/sarking admissible F=40daN.
Distance entre fixations sur le contre-liteau :
La distance entre les vis en partie courante est donnée par la formule précédente à partir des densités de fixations fournies par le Tableau 17et le Tableau 18. Prévoir une fixation à 10cm des extrémités du contre-liteau.

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.
Direction Technique et du Développement

3.8.2.5.5 Vissage sous pose avec un angle à 65º, avec pré-perçage

Longueur des vis fixées avec angles à 65º:
La longueur minimale des vis est égale à l'épaisseur du contre-bois + épaisseur globale de l'isolation + épaisseur du plafond + minimum 6cm de pénétration dans le chevron en conformité avec les spécifications du fabricant de fixations. Respecter l'emplacement des fixations au minimum à 10cm de chaque extrémité du contre-liteau, quelle que soit sa longueur.
Densité des fixations en cas de vissage à 65º:
Dans le cas de vissage sous un angle de 65 +5º (Tableau 19), on devra ajouter des fixations à 90º supplémentaires de façon à assurer la reprise des efforts de glissement et de soulèvement dû au vent. Une densité minimum entre 1-2 vis à 90° par m^2 est envisagée.
Distance entre fixations sur le contre-liteau :
Se référer au paragraphe §3.6.2.2.
L'espacement minimum entre fixations est de 15cm. Pour respecter cet espacement minimum, en cas de densité supérieure à 14 fixations/m^2, la distance entre chevrons sera inférieure à 50cm. Prévoir une fixation à 10cm des extrémités du contre liteau.

3.9 Pose de la couverture et de son support

La pose de la couverture sera réalisée selon les prescriptions des Normes/DTU série 40 traitant du climat de montagne, des Règles de l'Art, des recommandations professionnelles ou selon les Avis Techniques des couvertures non traditionnelles et Cahiers des Charges particuliers (Tableau 21). Ces recommandations peuvent être modifiées par celles du « Guide des couvertures en climat de montagne », lesquelles prévalent.

3.9.1 Ventilation de la couverture

La ventilation sera réalisée selon les prescriptions du « Guide des couvertures en climat de montagne », paragraphe §2.5. La hauteur des contre liteaux et liteaux permet une lame d'air ventilée de l'épaisseur exigée par le paragraphe §2.5.

3.9.2 Dispositifs de garde neige

Ils seront conformes au « Guide des Couvertures en Climat de Montagne » cahier du CSTB nº2267 – 1 de septembre 1988 et compatibles avec le type de couverture retenu. S'ils sont ponctuels (crochet à neige), ils seront obligatoirement fixés dans le chevron par des tirefonds ou des tiges filetées.

3.10 Traitement des points singuliers

Il sera effectué de la manière prévue par les Règles de l'Art, normes, DTU et selon le paragraphe 2.4 du « Guide des couvertures en climat de montagne ».
Les exigences essentielles sont :
un pare-vapeur continu,
l'établissement en continuité de l'étanchéité complémentaire de sous toiture et ses raccords de rives en vue de rejeter vers l'extérieur des infiltrations éventuelles
la nécessité de maintenir une ventilation efficace sous la couverture porte neige et de protéger les orifices ménagés pour assurer cette ventilation des risques d'obstruction ou de pénétrations parasites.
rendre étanche à l'air le raccord entre les chevrons et les murs porteurs.
Les Figure 10 – Figure 14 montrent un schéma du traitement des points singuliers.

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.

4. MISE EN ŒUVRE DE L'ISOLANT EN CLIMAT DE PLAINE (Panel PIR CP)

4.1 Précautions – sécurité

La mise en œuvre du Panel PIR CP en climat de plaine nécessite de respecter les dispositions de sécurité habituelles applicables aux travaux de charpente, d'étanchéité et de couverture (échelle à tasseaux, filets de protection, rambarde, protections individuelles...).

4.2 Ossature porteuse – Charpente

Se référer au paragraphe §3.2.

4.3 Pose et fixation du support continu formant plafond – écran rigide

4.3.1 Mise en œuvre du support continu sur les éléments de charpente

Pose traditionnelle avec le plafond formant support continu sous l'isolant. L'écran rigide sera cloué ou vissé sur les appuis, selon les prescriptions de son fabriquant, des DTU en vigueur.
Dans le cas d'un plafond contreplaqué ou en panneau particules il sera fixé conformément aux règles les concernant. Dans le cas d'un plafond en bois massifs, il sera cloué sur chaque appui.
La pose des plafonds sera parallèle à l'égout, perpendiculairement aux chevrons, sur 3 appuis minimum. Le clouage ou vissage sur chaque appui se fera à l'aide de 2 fixations en partie courante et 3 fixations en extrémité. Le repérage des appuis peut être fait à l'aide d'un cordeau à tracer.

4.3.2 Mise en œuvre du plafond suspendu formant écran thermique en cas d'incendie dans le cas de pose directe des panneaux isolants sur chevrons

Le plafond suspendu plaque de plâtre mis en œuvre sous les chevrons doit faire office d'écran thermique, en respectant la réglementation incendie du bâtiment considéré..

4.4 Pose du pare-vapeur (éventuel en climat de plaine)

Au cas où il est requis, un écran pare-vapeur peut être mis en œuvre sur le plafond suivant les indications du §3.4.

4.5 Pose de l'isolant thermique Panel PIR CP

L'isolant Panel PIR CP sera posé en un lit ou deux lits, pour une épaisseur totale maximum d'isolant de 280mm maximum, dans toutes les combinaisons d'épaisseur, perpendiculairement ou parallèlement à la ligne d'égout dans le cas d'une pose traditionnelle avec panneaux en format 1200x1200mm. Dans le cas d'une pose de l'isolant directe sur chevrons, les panneaux à utiliser seront avec format 2400x1200mm et ils devront être fixés avec sa plus grande longueur (2400mm) parallèle à l'égout.
Les panneaux d'isolant seront mis en œuvre à joints croisés. Les panneaux possèdent un assemblage rainé bouveté ce qui permet d'assurer ainsi une très bonne jonction des panneaux entre eux. Dans le cas où la pose se ferait en deux couches, la pose entre les couches se fera à joints décalés et les panneaux pourront être à bords droits sans usinage.
Les premiers panneaux seront bloqués en bas de rampant par une butée de rive de caractéristiques identiques aux tasseaux et d'épaisseur égale à celle de l'isolant. Cette butée de bas de rampant sera fixée dans la charpente, parallèlement à la ligne d'égout et maintenue par des fourrures en bois recouvert d'un platelage en bois massif, elles-mêmes clouées ou vissées sur les chevrons (Figure 3 et Figure 9). Pour éviter les ponts thermiques, l'isolant recouvrira la panne sablière et débordera de 5 à 10cm minimum sur l'avant du toit. Au niveau des rives, prévoir un joint d'étanchéité en mousse souple

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.
Direction Technique et du Développement

entre l'isolant et la rive. En rive latérale les panneaux isolant seront arrêtés par une fourrure en bois de section adaptée (Figure 3 et Figure 9).
La densité de fixations au droit des fourrures en bas de pente, sera telle que l'espacement n'excédera jamais 25cm avec un minimum de trois fixations en bas de pente, elle respectera les prescriptions de clouage (règle CB 71 de juin 1984) à savoir : 12 fois entre le bord de la fourrure et les pointes de rive et 10 fois minimum entre pointes de partie courante.

4.5.1 Dispositions constructives particulières au regard des ERP

Dans les cas d'Établissements Recevant du Public (ERP), la couche d'isolation Panel PIR CP est recoupée au droit et le long des écrans de cantonnement et des murs coupe feu. Ce recoupement est par un chevron de largeur 70mm minimum et de hauteur égale à celle de l'isolant, ou bien d'un isolant d'Euroclasse A2-s2,d0 de largeur 100mm sur la hauteur de l'isolant Panel PIR CP.

4.6 Pose des rehausses (contre-liteaux et liteaux).

Se référer au paragraphe §3.8 et aux Tableau 22 jusqu'à Tableau 24 pour les éléments de fixation.

4.7 Pose de la couverture et de son support

Se référer au paragraphe §3.9.

4.8 Traitement des points singuliers

Se référer au paragraphe §3.10 et aux Figure 10 – Figure 14.

5. FABRICATION ET CONTRÔLE DES ISOLANTS PANEL PIR CM ET PANEL PIR CP

5.1 Centre de fabrication

Société POLIURETANOS, SA. Usine de Cassà de la Selva (E). L'usine POLIURETANOS de Cassà de la Selva est certifiée ISO 9001 : 2008 certifié par le Bureau Veritas Certification (certificat n° 9003067).

5.2 Fabrication

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

5.2.1 Contrôles de fabrication (nomenclature)

5.2.1.1 Réception des matières premières

Fonctionnement en assurance qualité avec les fournisseurs des produits chimiques et des parements.
Produits chimiques : certificat d'analyse.
Essai de moussage avec formulation type.

5.2.1.2 En cours de fabrication

Sur chaîne : épaisseur, longueur, largeur, équerrage, masse volumique, aspect et parement.

5.2.1.3 Sur produits finis par lots de fabrication

Contrôles journaliers : masse volumique, dimensions, compression à 10%, conductivité thermique et planéité.
Contrôles périodiques :

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.
Direction Technique et du Développement

en interne : stabilité dimensionnelle à 70ºC / 95% HR, variation conductivité thermique après vieillissement accéléré à 70ºC (chaque deux années) et incurvation sous l'effet d'un gradient thermique.

5.2.2 Identification

L'impression suivante est effectuée sur chaque panneau: nom du produit et quantième repère de coulée.

5.2.3 Conditionnement

Les panneaux sont empilés pour constituer des colis d'environ 0,5m de hauteur. Chaque colis est conditionné sous film polyéthylène thermo-rétractable entièrement fermé, portant le logo de la société. Cet emballage (sauf si détérioré) permet exceptionnellement un stockage extérieur pendant 3 à 4 semaines environ.
Les colis sont palettisés en piles sur cales de 2,50m de hauteur environ.

5.2.4 Étiquetage

Chaque emballage porte une étiquette précisant nom du produit (Panel PIR CM) – nom du distributeur (POLIURETANOS), usine d'origine, dimensions, épaisseur, surface totale et nombre de panneaux, valeurs déclarées suivant norme du produit (EN 13165) et résistance thermique certifiée ACERMI.

5.2.5 Stockage

5.2.5.1 Stockage en usine

Le stockage des panneaux est effectué en usine dans des locaux, à l'abri de l'eau et des intempéries. Il est d'au moins 1 jour par cm d'épaisseur, avant expédition.

5.2.5.2 Stockage sur chantier

Un stockage à l'abri des intempéries (pluie et ensoleillement) est demandé à tous les dépositaires ainsi qu'aux entrepreneurs sur les chantiers.
L'emballage fermé permet toutefois pour une courte durée, inférieure à 4 semaines de stockage, d'éviter cette protection.

6. ASSISTANCE TECHNIQUE

Les sociétés Poliuretanos,SA et BMVA peuvent apporter une assistance sur demande à l'entreprise de pose.
Poliuretanos, SA : Ctra. C-65, km 16, ZI El Trust, 17244, Cassà de la Selva, SPAIN.
BMVA : 66, avenue du 8 mai 1945, 69120, Vaulx en Velin, FRANCE.

7. REFERENCES

L'usine de Cassà de la Selva (Catalogne) produit régulièrement des panneaux pour isolation thermique par l'extérieur (sarking-montagne) depuis 2007. Les références récentes d'utilisation fournies portent sur plusieurs chantiers qui représentent plus de 115.000 m^2 de toiture en pente.

8. RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

Certificats ACERMI :
Panel PIR CM 07/065/460
Panel PIR CP 10/065/648

Rapport d'essais du Bureau Veritas :
n° 1439505/1C du 12 juillet 2005, traction perpendiculaire - variations dimensionnelles à l'état libre de déformation.
n° 1439505/1D du 12 juillet 2005, classe de compressibilité C - incurvation sous gradient thermique - variations dimensionnelles après 7 jours à 70 °C / 95%HR.
n° 1517716/1A du 21 novembre juillet 2005, résistances caractéristiques « Rcs-ds » à 23 °C et 50 °C.
nº 2099088/1A du 6 novembre 2009, classe de compressibilité C sur deux épaisseurs superposées (240mm).
nº 2099088/1D du 6 novembre 2009, essai d'incurvation sous l'effet d'un gradient thermique sur deux épaisseurs superposées (240mm).

Rapport d'essais du LGAI Technological Center :
n° 13/7788-2003 du 29 novembre 2013, résistance à la compression sans support continu (pose directe sur chevrons) et résistance sous charge ponctuelle sur un porte-à-faux.

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.

9. ANNEXES

Tableau 1. Éléments procédé Panel PIR CP, en climat de plaine (≤ 900m).

Éléments		Fonction
1	Plafond ayant le rôle d'écran thermique, respectant la réglementation incendie du bâtiment. Ce plafond peut être mise en place sur les chevrons ou bien en sous-face des chevrons.	Sous toiture chaude
2	Écran d'interposition pare-vapeur (éventuel)	
3	Isolation Panel PIR CP, panneaux rainurés bouvetés en mousse rigide de polyisocyanurate (PIR), disposée en un ou deux lits.	
4	Rehausse en bois fixés dans la charpente au travers de l'isolant.	Couverture froide ventilée
5	Support de couverture.	
6	Éléments de couverture.	

Tableau 2. Éléments procédé Panel PIR CM, en climat de montagne (>900m).

Éléments		Fonction
1	Support continu rigide formant le plafond fixé sur les chevrons ayant le rôle d'écran thermique, respectant la réglementation incendie du bâtiment	Sous toiture chaude
2	Écran souple continu et indépendant ayant le rôle de pare-vapeur.	
3	Isolation Panel PIR CM, panneaux rainurés bouvetés en mousse rigide de polyisocyanurate (PIR), disposée en un ou deux lits, avec un traitement anti-glisse sur une face.	
4	Étanchéité complémentaire simple ou renforcées selon le cas recouvrant les panneaux et les tasseaux.	Couverture froide ventilée
5	Tasseaux trapézoïdaux fixés dans la charpente au travers de l'isolant et du support continu.	
6	Réseau de contre-lattes en bois fixés sur les tasseaux.	
7	Support de couverture.	
8	Éléments de couverture.	

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.

Tableau 3. Types d'éléments porteurs continus formant plafond d'habitation, climat de plaine (Panel PIR CP)

Type de plafond	Norme de référence	Réaction au feu	Epaisseur (mm)	Entraxe maxi des chevrons (cm)
Bois massif : d ≥ 600 kg/m^3 d < 600 kg/m^3	Cahier du CSTB 3231 §2.22		 ≥ 14 ≥ 18	 80 90
Panneaux de particules CBT-H d ≥ 600 kg/m^3	NF EN 312, marquage CE selon la norme NF EN 13986	B-s3,d0 ou C-s2,d0	min. 10	40
		D-s2,d0 ou E	min. 12	50
Panneaux contreplaqués CBT-X	NF EN 636, marquage CE selon la norme NF EN 13986	B-s3,d0 ou C-s2,d0	min. 12	80
		D-s2,d0 ou E	min. 14	90
GYPSE renforcé (plaques de plâtre BA13)	NF EN 520, marquage CE selon la norme NF EN 13986		12,5	50

Tableau 4. Types d'éléments porteurs continus formant plafond en ERP, climat de plaine (Panel PIR CP).

Type de plafond	Norme de référence	Epaisseur (mm)	Entraxe maxi des chevrons (cm)
Bois massif : d ≥ 600 kg/m^3 d < 600 kg/m^3		 ≥ 26 ≥ 30	 90 90
Panneaux contreplaqués NF-CTB-X: d ≥ 600 kg/m^3 d < 600 kg/m^3	NF EN 636, marquage CE selon la norme NF EN 13986	 ≥ 35 ≥ 40	 90 90
Panneaux de particules NF-CTB-H : d ≥ 600 kg/m^3	NF EN 312, marquage CE selon la norme NF EN 13986	≥ 32	50
GYPSE renforcé (plaques de plâtre BA18)	NF EN 520, marquage CE selon la norme NF EN 13986	18	60

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.

Tableau 5. Types d'éléments porteurs continus formant plafond d'habitation et en climat de montagne (Panel PIR CM).

Type de plafond	Norme de référence	Epaisseur (mm)	Entraxe maxi des chevrons (cm)
Bois massif : Volige Frise Planche Lames Planches bouvetées	NF B 52-001	 15 18 22 23 23	 60 90 90 90 90
Panneaux de particules NF-CTB-H, d > 600kg/m^3	NF EN 312	18 22	75 90
Panneaux contreplaqués NF-CTB-X	NF EN 636	12 (*) 15 19	55 65 85
Panneaux de lames minces orientées (OSB/4)	NF EN 300	12	60
		15	80
(*) Classement feu : M1 ou M2 ou Euroclasses équivalentes de A2-s2,d0 à C-s3,d1			

Tableau 6. Types d'éléments porteurs continus formant plafond en ERP et en climat de montagne (Panel PIR CM).

Type de plafond	Norme de référence	Epaisseur (mm)	Entraxe maxi des chevrons (cm)
Bois massif, d < 600 kg/m^3	NF B 52-001	30	90
Bois massif, d $\geq$ 600 kg/m^3	NF B 52-001	26	90
Panneaux contreplaqués NF-CTB-H, d $\geq$ 600 kg/m^3	NF EN 312	32	90
Panneaux contreplaqués NF-CTB-X, d < 600 kg/m^3	NF EN 636	40	85
Panneaux contreplaqués NF-CTB-X, d $\geq$ 600 kg/m^3	NF EN 636	35	85
Panneaux de lames minces orientées (OSB/4)	NF EN 300	35	90

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.

Tableau 7. Caractéristiques spécifiées de l'isolant Panel PIR CP.

Caractéristiques		Spécification	Unité	Norme de référence
Pondérales	Masse volumique nette	32 ± 2	kg/m^3	EN 1602
	Masse du parement	170 ± 20	g/m^2	
Dimensions	Épaisseur	60 ≤ e < 80 ± 2 80 < e ≤ 160 +5, -2 par pas de 10mm	mm	EN 822
	Format standard : Longueur x largeur (utile) Longueur x largeur (panneau)	 1190 x 1190 ± 3 1200 x 1000 ± 3	 mm	 EN 822
	Grand format : Longueur x largeur (utile) Longueur x largeur (panneau)	 2400 x 1190 ± 5 2410 x 1200 ± 5	 mm	 EN 822
	Planéité	≤ 3	mm	EN 825
Mécaniques	Contrainte de compression pour un écrasement à 10% 60 ≤ épaisseur ≤ 160 mm	 ≥ 200	 kPa	 EN 826
	Classe de compressibilité	Classe C		Guide UEAtc - § 4.51
	Contrainte de rupture en traction perpendiculaire	≥ 200	kPa	EN 1607
	Résistance critique à la compression de service « Rcs mini»	0,13	MPa	Certificat ACERMI
	Déformation de service « ds »	mini : 1,3 maxi : 1,6	% %	
Dimensionnelle	Variation dimensionnelle résiduelle à 23ºC après stabilisation à 60ºC	≤ 3	mm/m	Guide UEAtc, cahier CSTB n. 2662, § 4.31 – février 1993
	Incurvation sous un gradient de température 80/20ºC	≤ 3	mm	Guide UEAtc, cahier CSTB n. 2662, § 4.32 – février 1993
Hygrothermiques	Coefficient de transmission de vapeur d'eau du parement seul	≤ 1	$g/m^2 \cdot 24h$	ASTM 1249 23ºC / 85% HR

Tableau 8. Résistance thermique des isolants Panel PIR CP (certificat ACERMI n. 10/065/648) et Panel PIR CM (certificat ACERMI n. 07/065/440).

Épaisseur (mm)	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
Résistance thermique $(m^2 \cdot K)/W$	2,60	3,05	3,45	3,90	4,30	4,80	5,20	5,65	6,10	6,55	6,95

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.

Tableau 9. Caractéristiques spécifiées de l'isolant Panel PIR CM.

Caractéristiques		Spécification	Unité	Norme de référence
Pondérales	Masse volumique nette	32 ± 2	kg/m^3	EN 1602
	Masse du parement	m ≥ 220	g/m^2	
Dimensions	Épaisseur	60 ≤ e < 80 ± 2 80 < e ≤ 160 +5, -2 par pas de 10mm	mm	EN 822
	Longueur x largeur (utile)	1190 x 1190 ± 3	mm	EN 822
	Longueur x largeur (panneau)	1200 x 1000 ± 3		
	Planéité	≤ 3	mm	EN 825
Mécaniques	Contrainte de compression pour un écrasement à 10% 80 ≤ épaisseur ≤ 160 mm	≥ 200	kPa	EN 826
	Classe de compressibilité	Classe C		Guide UEAtc - § 4.51
	Résistance critique à la compression de service « Rcs mini»	0,13	MPa	Certificat ACERMI
	Déformation de service « ds »	mini : 1,3 maxi : 1,6	% %	
	Contrainte de rupture en traction perpendiculaire	≥ 200	kPa	EN 1607
Dimensionnelle	Variation dimensionnelle résiduelle à 23ºC après stabilisation à 80ºC	≤ 0,2	%	Guide UEAtc, cahier CSTB n. 2662, § 4.31 – février 1993
	Variation dimensionnelle résiduelle sur panneaux entiers	≤ 0,5	%	Durée 7 jours à 70ºC / 95% HR + 24 h à 20ºC
	Incurvation sous un gradient de température 80/20ºC	≤ 3	mm	Guide UEAtc
Hygrothermiques	Coefficient de transmission de vapeur d'eau du parement seul	≤ 1	$g/m^2 \cdot 24h$	ASTM 1249 23ºC / 85% HR

Tableau 10. Caractéristiques indicatives de l'isolant Panel PIR CM.

Caractéristiques		Spécification	Unité	Norme de référence
Mécaniques	Module apparent d'élasticité en compression	5000 à 6000	kPa	EN 826
	Contrainte de compression au seuil de linéarité	120	kPa	EN 826 à 20ºC
Hygrothermiques	Absorption d'eau en immersion	<1	%	EN 12087

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.

Tableau 11. Tassement absolu (mm) sous charge répartie pour une déformation de l'isolant de 2mm au plus.

Charge neige kPa	**Épaisseurs isolants** (mm)											
	60	**70**	**80**	**90**	**100**	**120**	**140**	**160**	**180**	**200**	**220**	**240**
4,50	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
10	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
20	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6
30	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9
40	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
50	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5
60	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,9	1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8
80	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	-	-

Tableau 12. Coefficient A et B (§2.6.1).

Angle (°)	Pente (%)	A	B
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
21,8	40	0,928	0,862
24,22	45	0,911	0,831
26,56	50	0,894	0,800

Angle (°)	Pente (%)	A	B
28,91	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 13. Longueur minimale des pointes (torsadées ou cannelées) ou des vis à 90°.

Épaisseur (mm) Panel PIR CP Panel PIR CM	**Longueur minimale de fixation (mm)** [(1)]								
	Epaisseur du plafond (mm)								
	10	**12**	**14**	**18**	**25**	**30**	**32**	**35**	**40**
60	160	160	180	180	180	180	180	200	200
80	180	180	200	200	200	200	200	225	225
100	200	200	225	225	225	225	225	225	250
120	225	225	250	250	250	250	250	250	250
140	250	250	250	250	300	300	300	300	300
160	300	300	300	300	300	300	300	300	300
200	320	320	320	320	320	320	340	340	340
240	340	340	340	360	360	360	380	380	380
280	380	380	400	400	400	400	400	420	420

(1) épaisseur des contre-liteaux ou des tasseaux de 30mm.

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.

Tableau 14. Longueur minimale de la vis posée avec un angle à 65 ± 5º.

Épaisseur (mm) Panel PIR CP Panel PIR CM	**Longueur minimale de fixation (mm) (1)**								
	Epaisseur du plafond (mm)								
	10	**12**	**14**	**18**	**25**	**30**	**32**	**35**	**40**
160	250	250	250	250	260	260	270	270	270
180	270	270	270	270	280	280	280	300	300
200	280	280	300	300	300	300	300	320	320
220	300	300	300	320	320	320	320	320	340
240	320	320	320	340	340	340	340	340	360
260	340	340	340	360	360	360	360	360	360
280	360	360	360	360	380	380	380	380	380

Tableau 15. Exemples de largeurs de base de la chanlatte trapézoïdale pour une charge descendante de 900 daN/m^2 et des pentes de 20%, 30% et 40% pour des régions de neige ≤ 2000m d'altitude.

Espacement des chanlattes (en cm)	Largeur minimale de la base de la chanlatte (b) (en mm)		
	Pente de 20%	Pente de 30%	Pente de 40%
≤ 50	90	85	80
60	105	100	95
75	130	125	120
90	160	150	140

Tableau 16. Type de couverture et systèmes d'étanchéité.

Type de couverture	Système d'étanchéité complémentaire	Pente de couverture % (P)			
		P ≥ 40	40 > P ≥ 30	30 > P ≥ 20	P < 20
Couvertures en petits éléments discontinus	Etanchéité simple	✔	✘	✘	✘
	Etanchéité renforcée	✔	✔	✔	✔
Couvertures métalliques en plaques, feuilles et bandes	Etanchéité simple	✔	✔	✔	✘
	Etanchéité renforcée	✔	✔	✔	✔

✔ - emploi adapté	✘ - emploi inadapté

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.
Direction Technique et du Développement
3, Impasse des Orfèvres
74940 ANNECY-LE-VIEUX

Tableau 17. Panel PIR CM : densité de fixations (nombre de pointes par m^2) dans le cas des pointes torsadées à 90º. Effort de cisaillement/sarking spécifique admissible : F=20daN.

Couverture		Charge de neige extrême au sol (daN/m^2)																	
pente (%)	angle (º)	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200
5	**2,9**	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4
10	**5,7**	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6
15	**8,5**	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	9	9	9
20	**11,3**	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
25	**14,0**	5	5	6	6	7	8	8	9	9	10	11	11	12	12	13	13	14	15
30	**16,7**	5	6	7	7	8	9	10	10	11	12	12	13	14	14	15	16	16	17
35	**19,3**	6	7	8	8	9	10	11	12	12	13	14	15	15	16	17	18	19	19
40	**21,8**	7	8	8	9	10	11	12	13	14	14	15	16	17	18	19	20	20	21
45	**24,2**	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	18	19	20	21	22	23
50	**26,6**	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
55	**28,8**	8	9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
60	**31,0**	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20	21	22	23	24	25	26	27
65	**33,0**	9	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20	21	23	24	25	26	27	28
70	**35,0**	9	10	12	13	14	15	16	17	19	20	21	22	23	25	26	27	28	29
80	**38,6**	10	11	12	13	15	16	17	18	19	21	22	23	24	26	27	28	29	30
90	**42,0**	10	11	13	14	15	16	18	19	20	21	22	24	25	26	27	29	30	31
100	**45,0**	10	12	13	14	15	17	18	19	20	22	23	24	25	27	28	29	30	32

Tableau 18. Panel PIR CM : densité de fixations (nombre de pointes ou de vis par m^2) dans le cas des pointes cannelées à 90º et des vis à 90º. Effort de cisaillement/sarking spécifique admissible : F=40daN.

Couverture		Charge de neige extrême au sol (daN/m^2)																	
pente (%)	angle (º)	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200
5	**2,9**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
10	**5,7**	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
15	**8,5**	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5
20	**11,3**	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6
25	**14,0**	3	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	8
30	**16,7**	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	9
35	**19,3**	3	4	4	4	5	5	6	6	6	7	7	8	8	8	9	9	10	10
40	**21,8**	4	4	4	5	5	6	6	7	7	7	8	8	9	9	10	10	10	11
45	**24,2**	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	9	10	10	11	11	12
50	**26,6**	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	13
55	**28,8**	4	5	5	6	6	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	13	13
60	**31,0**	5	5	6	6	7	7	8	8	9	10	10	11	11	12	12	13	13	14
65	**33,0**	5	5	6	6	7	8	8	9	9	10	10	11	12	12	13	13	14	14
70	**35,0**	5	5	6	7	7	8	8	9	10	10	11	11	12	13	13	14	14	15
80	**38,6**	5	6	6	7	8	8	9	9	10	11	11	12	12	13	14	14	15	15
90	**42,0**	5	6	7	7	8	8	9	10	10	11	11	12	13	13	14	15	15	16
100	**45,0**	5	6	7	7	8	9	9	10	10	11	12	12	13	14	14	15	15	16

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.
Direction Technique et du Développement
3, Impasse des Orfèvres
74940 ANNECY-LE-VIEUX

Tableau 19. Panel PIR CM : densité de fixations des vis par m^2, diamètre nominale 5,8mm, vissées à 65±5º, reprenant le glissement uniquement. (1)

Couverture		Charge de neige extrême au sol (daN/m^2)																	
pente (%)	angle (º)	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200
5	**2,9**	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	**5,7**	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
15	**8,5**	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
20	**11,3**	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4
25	**14,0**	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5
30	**16,7**	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
35	**19,3**	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6
40	**21,8**	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	7	7
45	**24,2**	3	3	3	3	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	7	7	7	7
50	**26,6**	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	8	8
55	**28,8**	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	9
60	**31,0**	3	3	4	4	4	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9
65	**33,0**	3	4	4	4	5	5	5	6	6	7	7	7	8	8	9	9	9	10
70	**35,0**	3	4	4	5	5	5	6	6	7	7	7	8	8	9	9	9	10	10
80	**38,6**	4	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	8	9	9	10	10	11	11
90	**42,0**	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	9	10	10	11	11	12
100	**45,0**	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12

(1) Cette densité de vis à 65º reprenant le glissement doit forcément être complétée dans tous les cas par des vis à tête large de même type, posées à 90º et assurant la reprise des efforts d'arrachement dû aux actions du vent sur la base de la résistance en traction de la fixation Fz, et d'un calcul réalisé pour chaque chantier.

Tableau 20. Éléments de couvertures et référentiel technique à respecter.

Type de couverture	Documents de référence
Petits éléments discontinus	DTU série 40 ou Avis Technique et guide CSTB des couvertures en climat de montagne
Grands éléments continus sur support discontinu	
Grands éléments continus sur support continu	DTU série 40.41 à 40.45 ou Avis Technique et guide CSTB des couvertures en climat de montagne
Grands éléments discontinus sur support continu	DTU série 40-35 et guide CSTB des couvertures en climat de montagne

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.

Tableau 21. Pose de la couverture et de son support.

Type de couverture	Documents de référence
en ardoises naturelles et ardoises fibro-ciment	Pente et pose selon guide CSTB des couvertures en climat de montagne, à défaut DTU 40-11 et DTU 40-12
en tuiles de terre cuite à emboitement et à glissement	Pente et pose selon guide Centre Technique des tuiles et briques des couvertures en climat de montagne, à défaut DTU 40-21
en tuiles plates de terre cuite	Pente et pose selon guide Centre Technique des tuiles et briques des couvertures en climat de montagne, DTU 40-23
en tuiles en béton à emboîtement et à glissement	Pente et pose selon guide FIB des tuiles béton en climat de montagne, à défaut DTU 40-24
en bardeaux bitumés	Pente en pose selon guide CSTB des couvertures en climat de montagne
en plaques nervurées métalliques	Pente et pose selon guide CSTB des couvertures en climat de montagne, à défaut DTU 40-35 et DTU 40-36
en tuiles, ardoises ou bardeaux bitumés non visés par les DTU précités	Pente et pose selon les Avis Techniques particuliers éventuels.

Tableau 22. Panel PIR CP : densité de fixations (nombre de pointes par m^2) dans le cas des pointes torsadées à 90º. Effort de cisaillement/sarking spécifique admissible : F=20daN.

Couverture		Charge de neige (Pn) + charge de la couverture (Pc) extrême au sol (daN/m^2)																	
pente (%)	angle (º)	100	110	130	140	160	180	190	210	230	240	260	280	290	310	330	340	360	390
5	2,9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	5,7	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
15	8,5	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
20	11,3	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4
25	14,0	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5
30	16,7	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6
35	19,3	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	7
40	21,8	2	3	3	3	3	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7
45	24,2	3	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	8
50	26,6	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	9
55	28,8	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	9
60	31,0	3	3	4	4	4	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9
65	33,0	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	8	8	8	9	9	10
70	35,0	3	4	4	4	5	5	5	6	6	7	7	8	8	8	9	9	9	10
80	38,6	4	4	4	5	5	6	6	6	7	7	8	8	8	9	9	9	10	11
90	42,0	4	4	5	5	5	6	6	7	7	7	8	8	9	9	10	10	10	11
100	45,0	4	4	5	5	6	6	6	7	7	8	8	9	9	9	10	10	11	11

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.
Direction Technique et du Développement

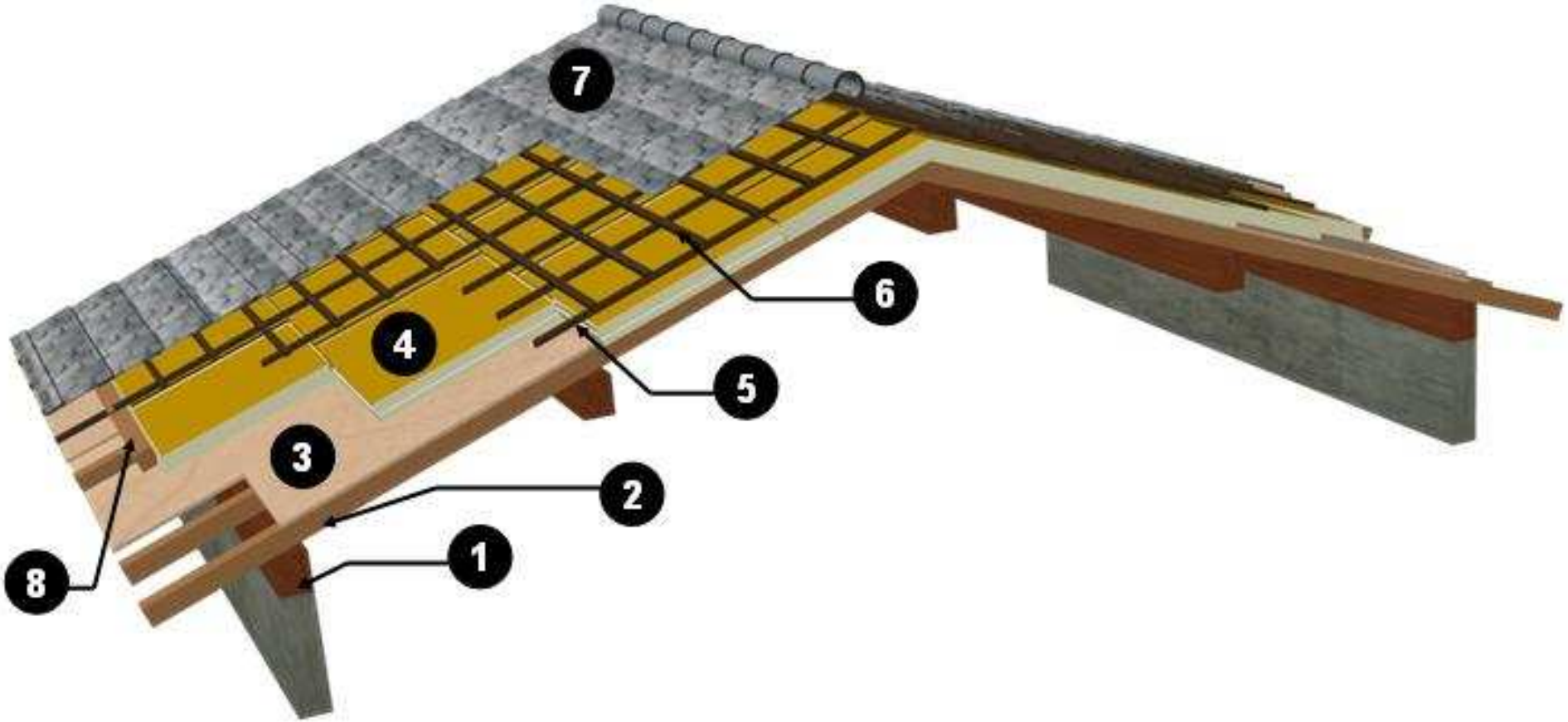
Tableau 23. Panel PIR CP : densité de fixations (nombre de pointes ou de vis par m^2) dans le cas des pointes cannelées à 90º et des vis à 90º. Effort de cisaillement/sarking spécifique admissible : F=40daN.

Couverture		Charge de neige (Pn) + Charge de la couverture (Pc) extrême au sol (daN/m^2)																	
pente (%)	angle (º)	100	110	130	140	160	180	190	210	230	240	260	280	290	310	330	340	360	390
5	2,9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	5,7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	8,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
20	11,3	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
25	14,0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
30	16,7	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
35	19,3	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4
40	21,8	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
45	24,2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4
50	26,6	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5
55	28,8	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5
60	31,0	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5
65	33,0	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5
70	35,0	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5
80	38,6	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6
90	42,0	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6
100	45,0	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6

Tableau 24. Panel PIR CM : densité de fixations des vis par m^2, diamètre nominale 5,8mm, vissées à 65±5º, reprenant le glissement uniquement. (1)

Couverture		Charge de neige (Pn) + charge de la couverture (Pc) extrême au sol (daN/m^2)																	
pente (%)	angle (º)	100	110	130	140	160	180	190	210	230	240	260	280	290	310	330	340	360	390
5	2,9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	5,7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	8,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	11,3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	14,0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
30	16,7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
35	19,3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
40	21,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
45	24,2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
50	26,6	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
55	28,8	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
60	31,0	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
65	33,0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
70	35,0	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
80	38,6	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4
90	42,0	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4
100	45,0	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.
Direction Technique et du Développement

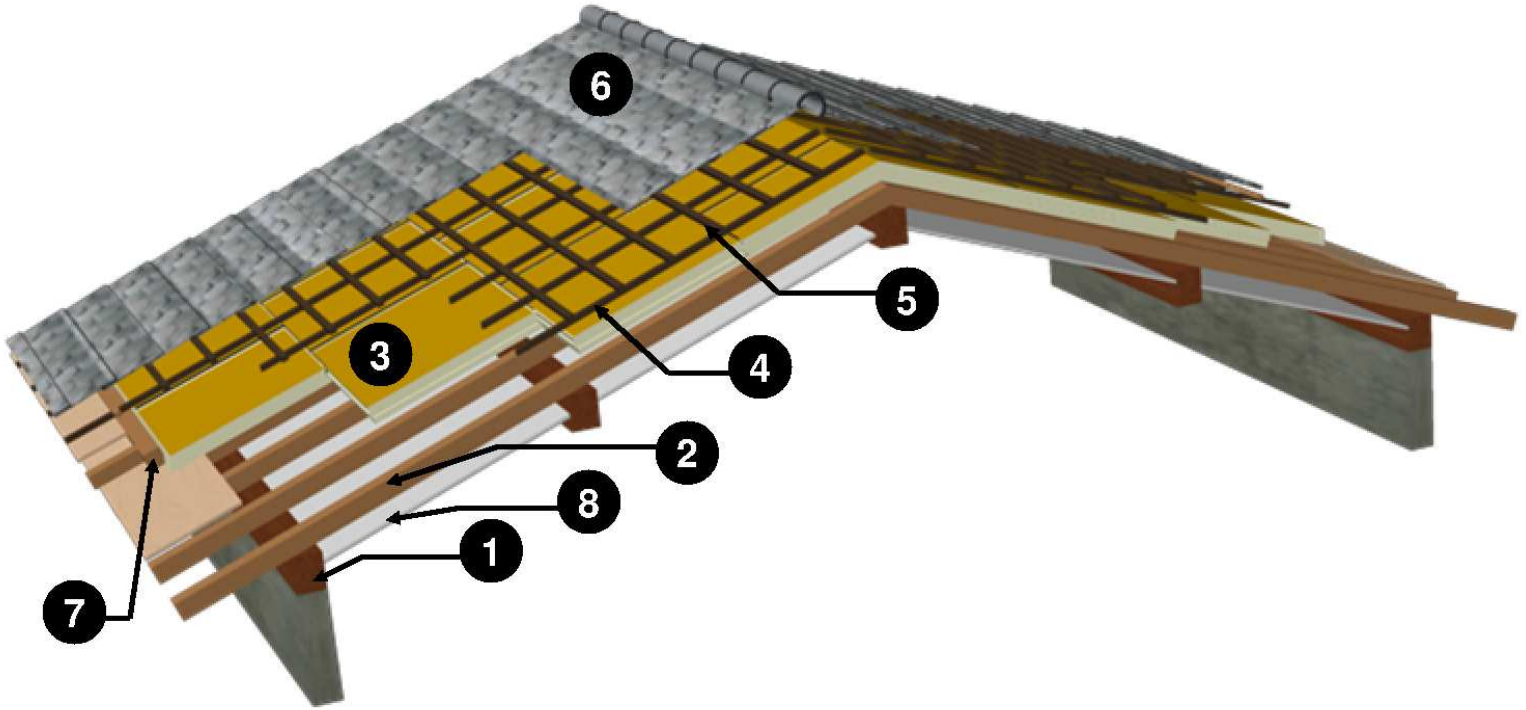


1	Panne
2	Chevron
3	Support continu formant plafond
4	Panel PIR CP

5	Liteaux
6	Contre-liteaux
7	Couverture
8	Butée bas de rampant

Figure 1. Panel PIR CP, mise en œuvre sur support continu formant plafond.

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.

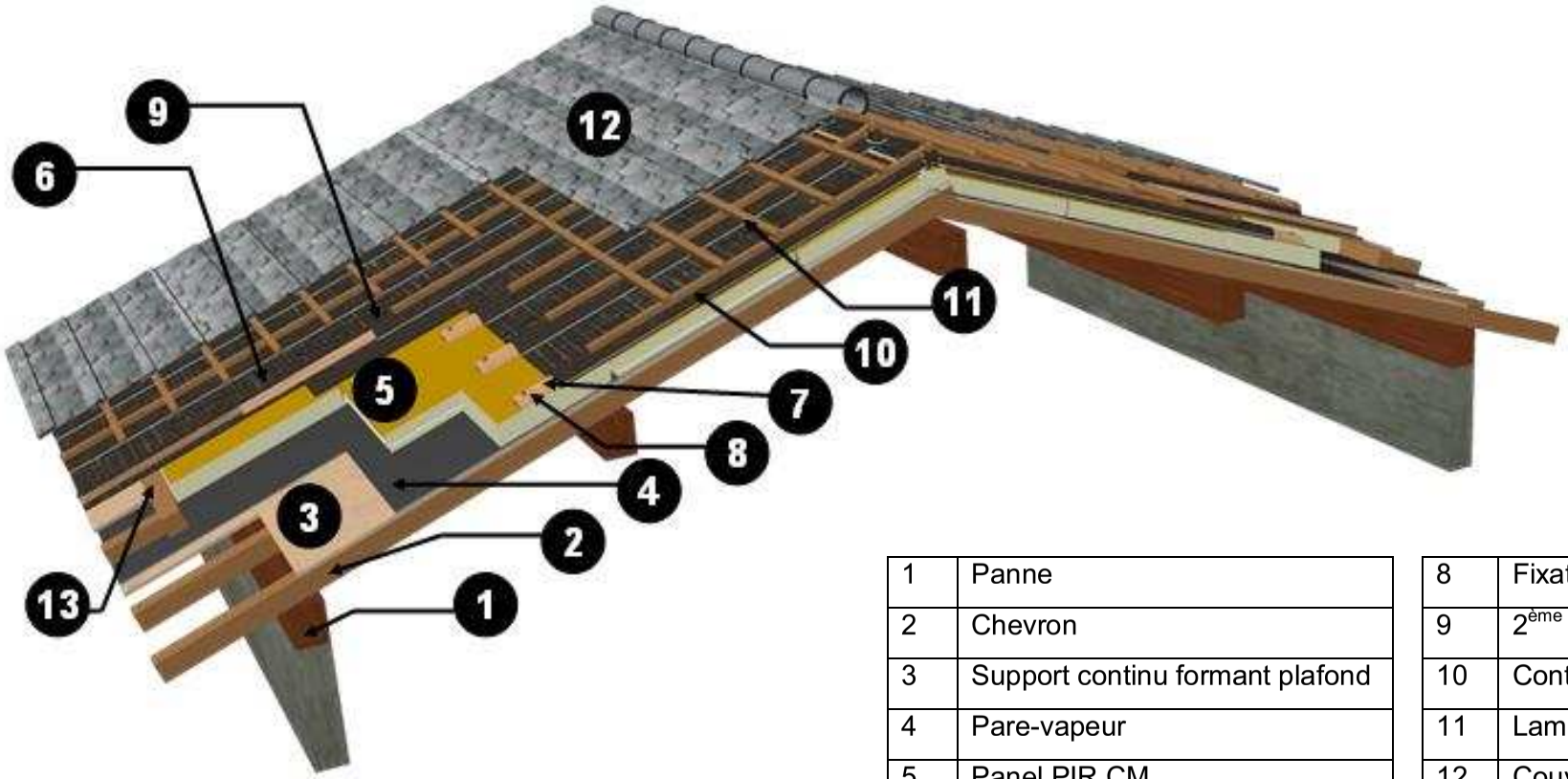


1	Panne
2	Chevron
3	Panel PIR CP
4	Liteaux

5	Contre-liteaux
6	Couverture
7	Butée bas de rampant
8	Plafond coupe-feu

Figure 2. Panel PIR CP, mise en œuvre directe sur chevrons avec plafond coupe-feu associé en sous-face.

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.



1	Panne
2	Chevron
3	Support continu formant plafond
4	Pare-vapeur
5	Panel PIR CM
6	1ère couche d'étanchéité
7	Tasseau trapézoïdale

8	Fixation
9	2ème couche d'étanchéité
10	Contre-lattes
11	Lambourdes
12	Couverture
13	Butée bas de rampant

Figure 3. Panel PIR CM, schéma général de mise en œuvre.

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.
Direction Technique et du Développement

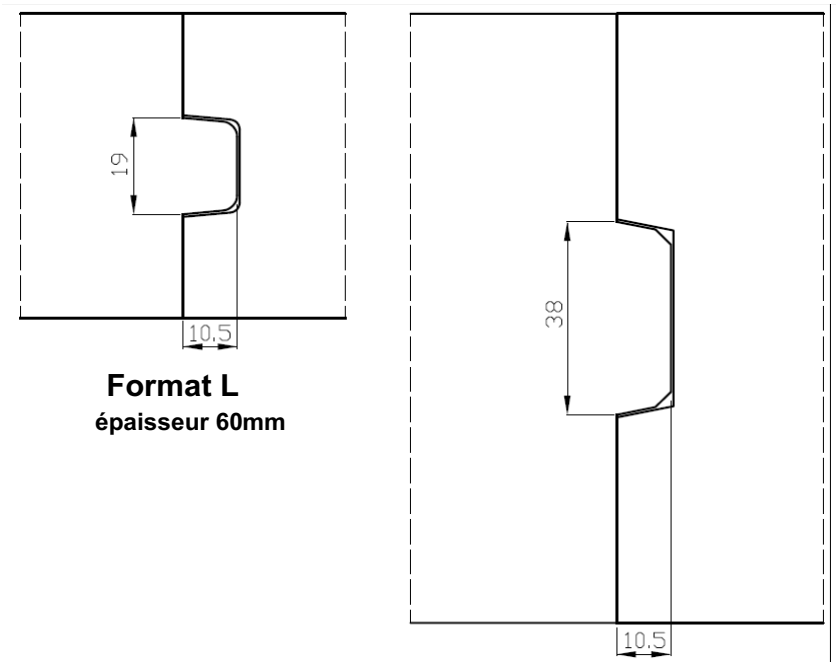


Figure 4. Rainé bouveté quatre côtés (usinage des bords en mm).

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.

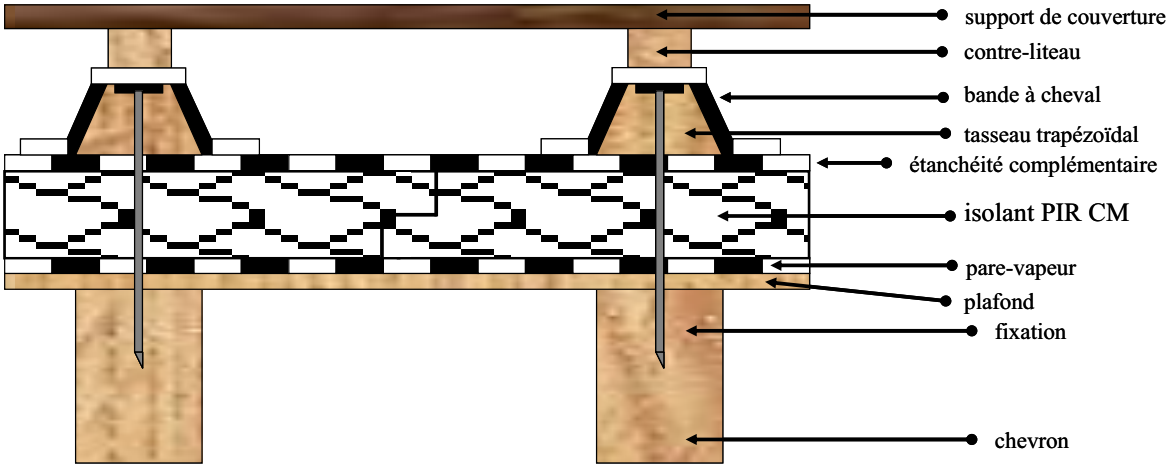


Figure 5. Étanchéité complémentaire simple type A.

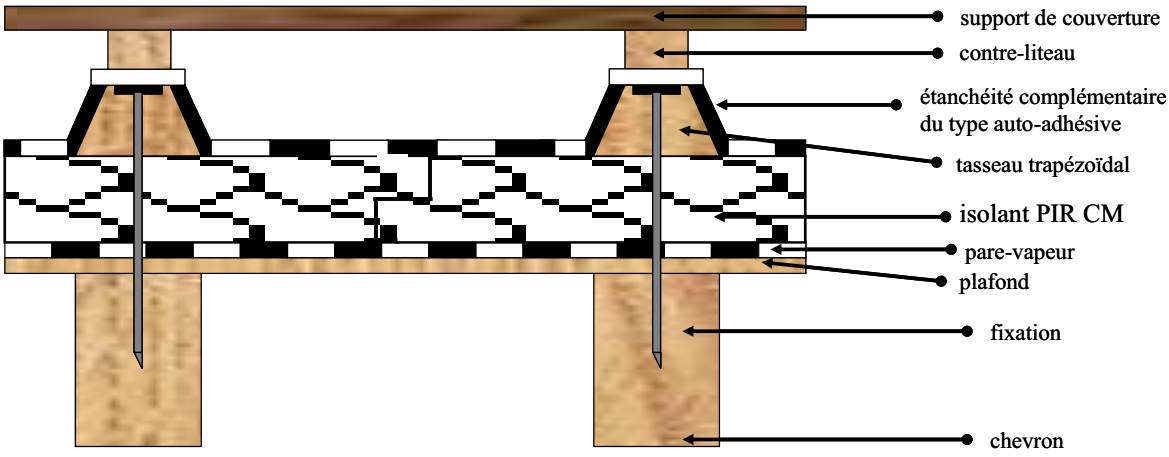


Figure 6. Étanchéité complémentaire simple type B.

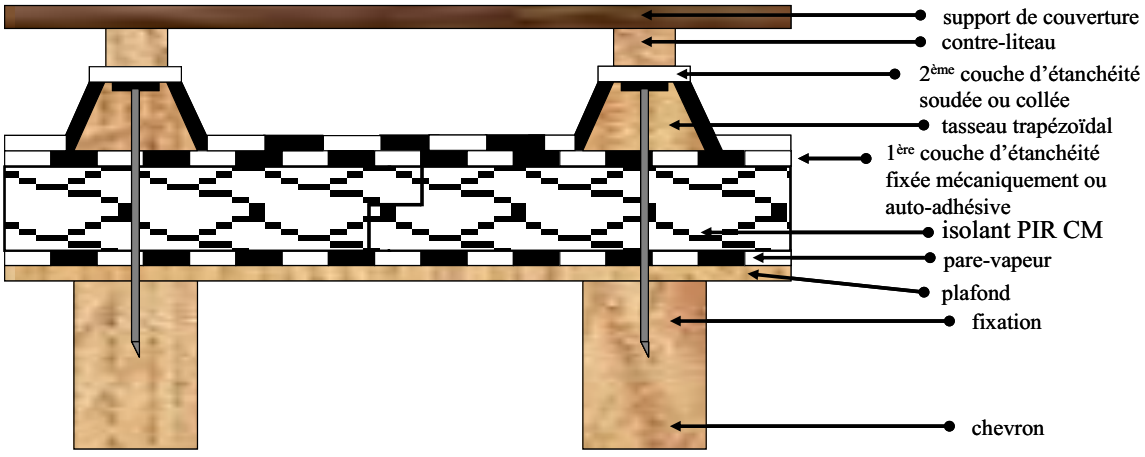


Figure 7. Étanchéité complémentaire renforcée.

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.
Direction Technique et du Développement
3, Impasse des Peupliers
74940 ANNECY-LE-VIEUX
TEL. 04 50 64 26 53 - FAX 04 50 64 23 90
SIRCH 351 813 998
APE 743 B - RC 89 B 526

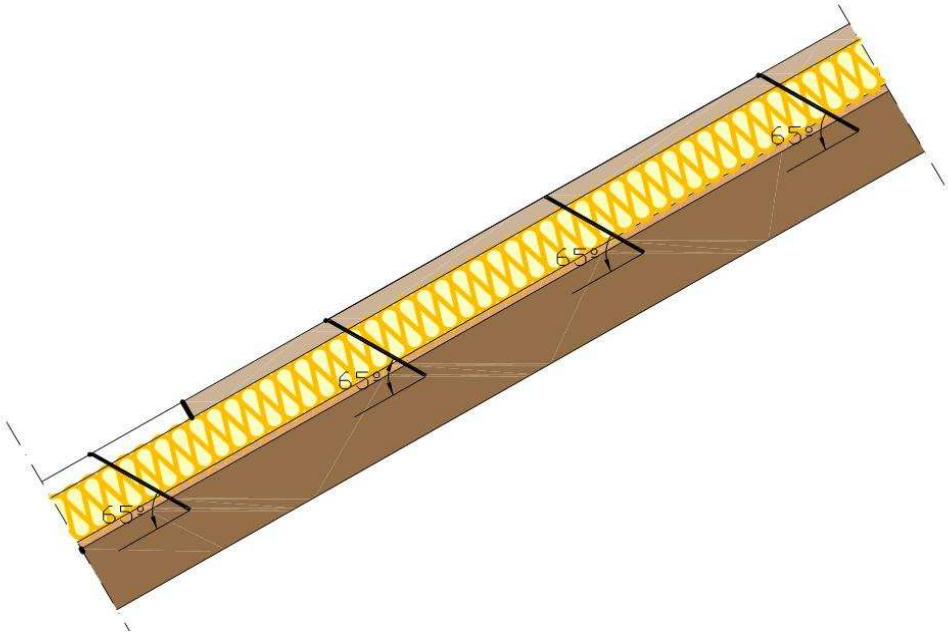
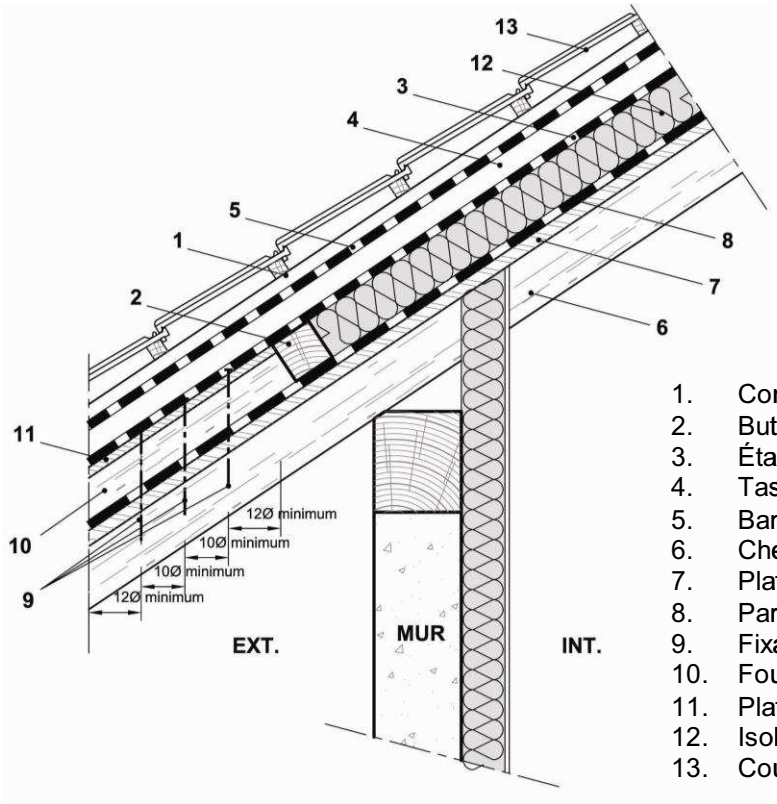


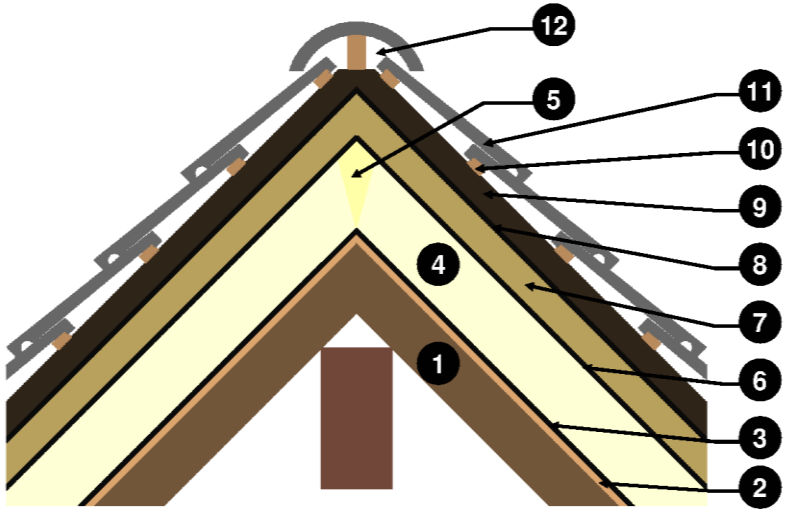
Figure 8. Mise en œuvre des fixations en pose à 65º ± 5º.



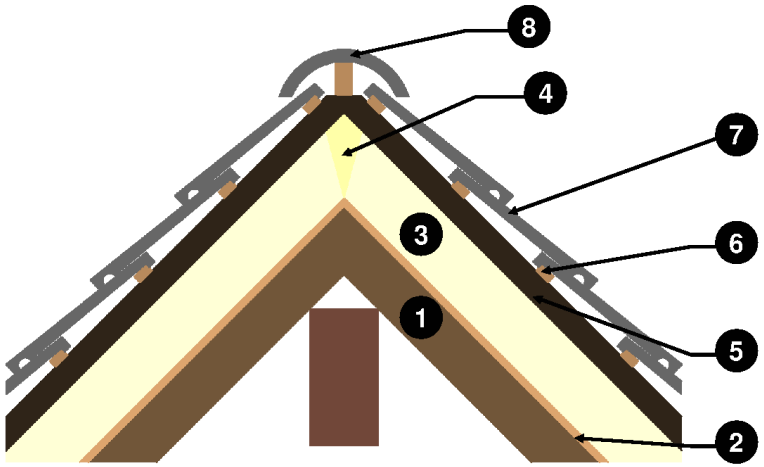
1. Contre-liteau
2. Butée de rive
3. Étanchéité (1)
4. Tasseau trapézoïdal
5. Bande d'étanchéité "à cheval"
6. Chevron
7. Plafond
8. Pare-vapeur
9. Fixations (3 minimum)
10. Fourrure (10)
11. Platelage bois massif
12. Isolant thermique
13. Couverture

Figure 9. Égout de couverture.

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.
Direction Technique et du Développement



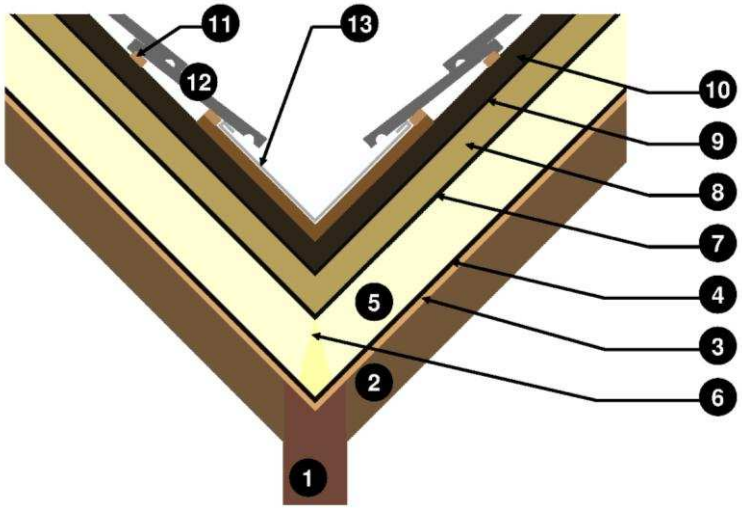
1	Chevron		7	Chanlattes trapezoïdale
2	Support continu formand plafond		8	2ème couche d'étanchéité
3	Pare-vapeur		9	Liteau
4	Isolant PIR CM		10	Contre-liteau
5	Remplissage de la découpe en mousse PUR expansive		11	Couverture
6	1ère couche d'étanchéité		12	Faîtage



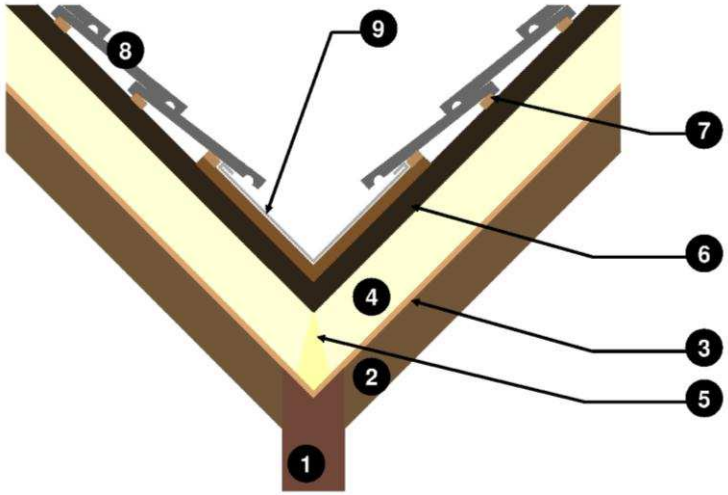
1	Chevron		5	Liteaux
2	Support continu formand plafond		6	Contre-liteaux
3	Isolant PIR CP		7	Couverture
4	Remplissage de la découpe en mousse PUR expansive		8	Faîtage

Figure 10. Point singulier (1) : faîtage. Descriptifs Panel PIR CM et Panel PIR CP.

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.
Direction Technique et du Développement



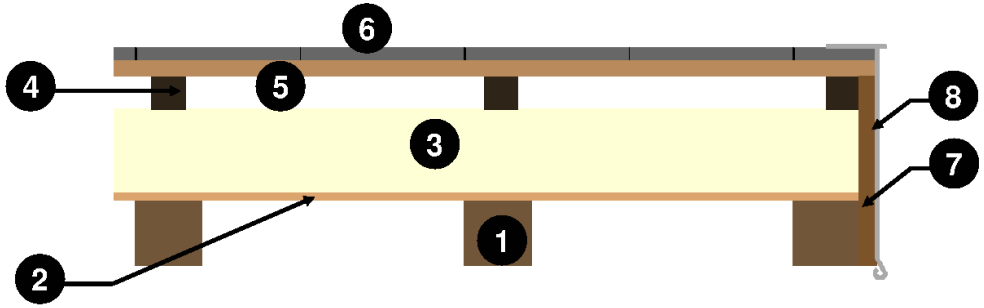
1	Panne		8	Tasseaux trapézoïdale
2	Chevron		9	2ème couche d'étanchéité
3	Support continu formant plafond		10	Liteaux
4	Pare-vapeur		11	Contre-liteaux
5	Panel PIR CM		12	Couverture
6	Remplissage de la découpe en mousse PUR expansive		13	Fond de noue (zinc, plomb,…)
7	1ère couche d'étanchéité			



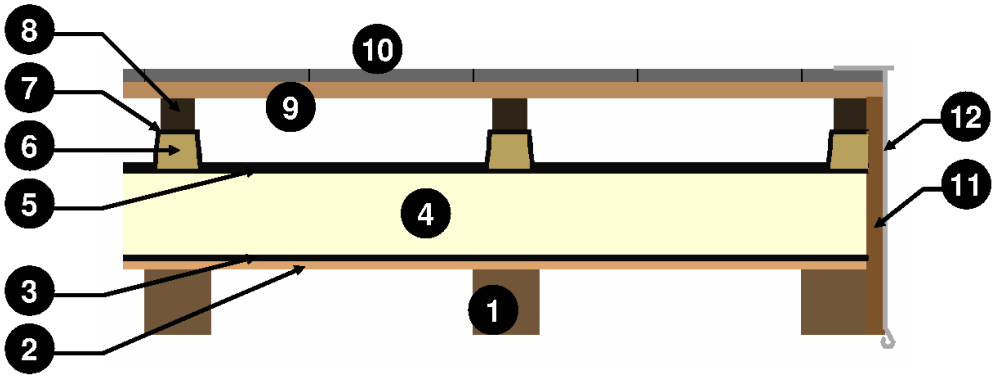
1	Panne		6	Liteaux
2	Chevron		7	Contre-liteaux
3	Support continu formant plafond		8	Couverture
4	Panel PIR CP		9	Fond de noue (zinc, plomb, …)
5	Remplissage de la découpe en mousse PUR expansive			

Figure 11. Point singulier (2) : noue. Descriptifs Panel PIR CM et Panel PIR CP.

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.
Direction Technique et du Développement



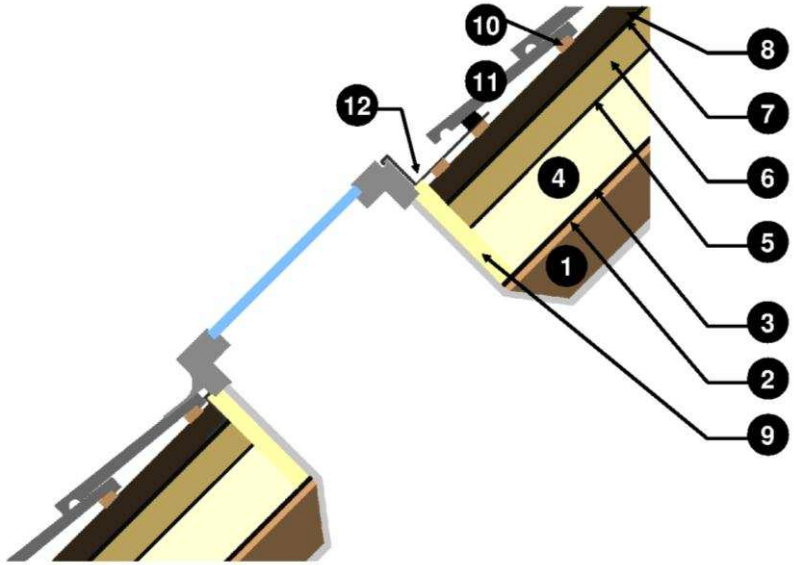
1	Chevron
2	Support continu formant plafond
3	Panel PIR CP
4	Liteaux
5	Contre-liteaux
6	Couverture
7	Buttée de bas de rampant
8	Bande de rive



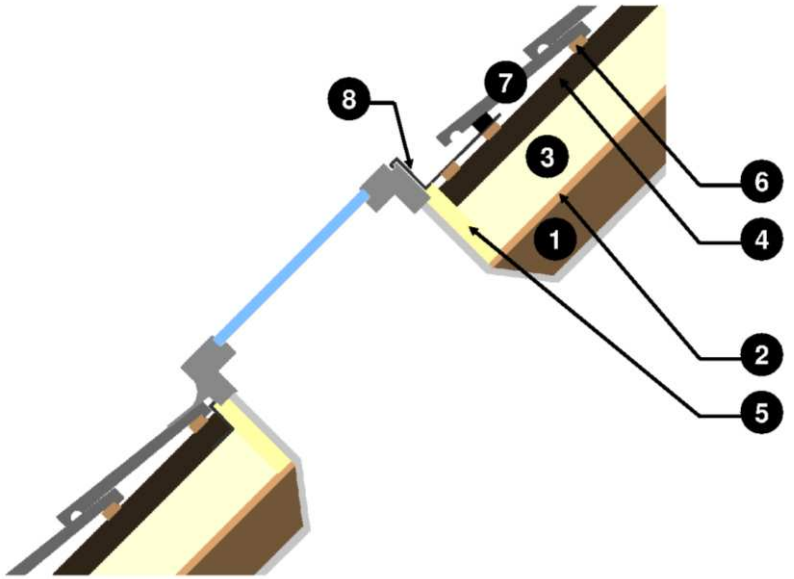
1	Chevron
2	Support continu formant plafond
3	Pare-vapeur
4	Panel PIR CM
5	1ère couche d'étanchéité
6	Tasseaux trapézoïdale
7	2ème couche d'étanchéité
8	Liteaux
9	Contre-liteaux
10	Couverture
11	Buttée de bas de rampant
12	Bande de rive

Figure 12. Point singulier (3) : bas de rampant avec fourrures. Descriptifs Panel PIR CP et Panel PIR CM.

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.
Direction Technique et du Développement



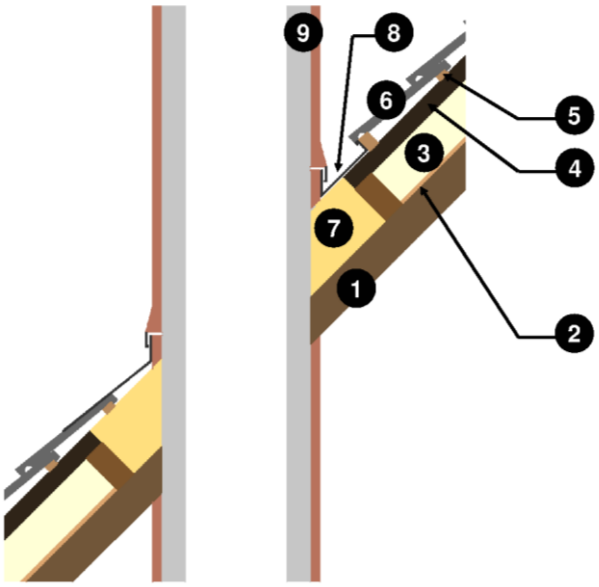
1	Chevron		7	2ème couche d'étanchéité
2	Support continu formand plafond		8	Liteaux
3	Pare-vapeur		9	Chevêtre
4	Isolant PIR CM		10	Contre-liteau
5	1ère couche d'étanchéité		11	Couverture
6	Chanlattes trapezoïdale		12	Gouttière (zinc, plomb,…)



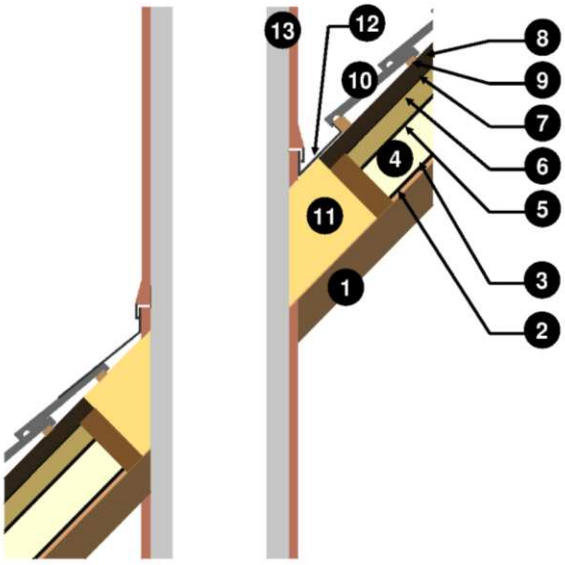
1	Chevron		5	Chevêtre
2	Support continu formand plafond		6	Contre-liteaux
3	Isolant PIR CP		7	Couverture
4	Liteaux		8	Gouttière (zinc, plomb,…)

Figure 13. Point singulier (4) : fenêtre de toit. Descriptifs Panel PIR CM et Panel PIR CP.

BUREAU ALPES CONTROLES S.A.
Direction Technique et du Développement



1	Chevron		6	Couverture
2	Support continu formant plafond		7	Matériau isolant A2-s2,d0
3	Panel PIR CP		8	Gouttière (zinc, plomb,…)
4	Liteaux		9	Cheminée
5	Contre-liteaux			



1	Chevron		8	Liteaux
2	Support continu formant plafond		9	Contre-liteaux
3	Pare-vapeur		10	Couverture
4	Panel PIR CM		11	Matériau isolant A2-s2,d0
5	1ère couche d'étanchéité		12	Gouttière (zinc, plomb,…)
6	Tasseaux trapézoïdale		13	Cheminée
7	2ème couche d'étanchéité			

Figure 14. Point singulier (5) : passage de cheminée. Descriptifs Panel PIR CP et Panel PIR CM.