

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **20/14-335**

Annule et remplace l'Avis Technique 20/10-188

*Système d'étanchéité à l'air à l'aide d'une membrane
hygrorégulante*

*Système d'étanchéité à l'air
à l'aide d'une membrane
hygrorégulante
System of airtightness for
roofs and attics
Luftdichtheit system für
Dachgeschoss*

VARIO / VARIO XTRA **Application toiture**

Relevant de la norme

NF EN 13984

Titulaire : Saint-Gobain ISOVER
« Les Miroirs »
18, Avenue d'Alsace
FR-92096 PARIS LA DEFENSE

Tél. : 08 25 00 01 02
Internet : www.isover.fr
e-mail : isover.fr@saint-gobain.com

Usine de fabrication des membranes : Lenzing Plastics GmbH & Co KG
4860 LENZING (AUTRICHE)

Distributeur : Saint-Gobain ISOVER
« Les Miroirs »
18, Avenue d'Alsace
FR-92096 PARIS LA DEFENSE

Commission chargée de formuler des Avis Techniques et
des Documents Techniques d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

Groupe Spécialisé n° 20

Produits et procédés spéciaux d'isolation

Vu pour enregistrement le 10 mars 2015

Le Groupe spécialisé n°20 « Produits et procédés spéciaux d'isolation » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques et les Documents Techniques d'Application a examiné, le 04 novembre 2014, le système d'étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau VARIO / VARIO XTRA présenté par la société Saint-Gobain ISOVER. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique 20/14-335 ci-après, qui annule et remplace l'Avis Technique 20/10-188 pour la France européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Le procédé VARIO / VARIO XTRA participe au traitement de l'étanchéité à l'air en toiture d'un système d'isolation thermo-acoustique. Il est composé de membranes hygro-régulantes, étanches à l'air, et de ses pièces dédiées de pose.

Dans la partie en rampant un écran de sous toiture est posé conformément au cahier du CSTB n°3651-2 de janvier 2009.

Dès lors qu'ils bénéficient d'un Avis Technique ou Document Technique d'Application visant l'usage en combles ainsi qu'un certificat ACERMI, les membranes VARIO / VARIO XTRA peuvent être associées aux isolants suivants :

- Laine minérale type rouleaux / panneaux conforme à la norme NF EN 13 162,
- Laine minérale en vrac conforme à la norme NF EN 14 064-1,
- Produits à base de fibres végétales ou animales.

1.2 Mise sur le marché

Conformément au Règlement UE n°305/2011 (RPC), le produit VARIO / VARIO XTRA fait l'objet d'une déclaration des performances établie par le fabricant sur la base de la norme NF EN 13 984:2013.

1.3 Identification des produits

Chaque rouleau de membrane est pourvu d'une étiquette précisant notamment les informations suivantes:

- Marque commerciale du produit,
- Marquage CE,
- Dimensions,
- Caractéristiques techniques déclarées,
- Classe d'émission des Composants Organiques Volatils,
- Nom et adresse du distributeur : **Saint-Gobain ISOVER** – « Les Miroirs » 18, Avenue d'Alsace – FR-92096 PARIS LA DEFENSE.

2. Avis

2.1 Domaine d'emploi accepté

Identique au §1.2 du Dossier Technique.

2.2 Appréciation sur le procédé

2.2.1 Aptitude à l'emploi

Stabilité

Ce procédé ne participe pas à la stabilité des ouvrages.

Sécurité au feu

Dispositions générales

Ce procédé n'est pas destiné à rester apparent.

Le procédé permet de satisfaire les exigences en vigueur. En particulier, il y a lieu pour l'entreprise de pose de s'assurer auprès du Maître d'Ouvrage de la conformité des installations électriques avant la mise en œuvre du procédé, et de respecter les prescriptions prévues par le DTU 24.1 en matière de distance de sécurité vis-à-vis des conduits de fumée.

Dispositions relatives aux bâtiments d'habitation

Les parements intérieurs doivent répondre aux critères du « Guide de l'isolation par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie » (Cahier CSTB 3231) – paragraphe 5.2 notamment, et être posés conformément aux DTU et Avis Techniques en vigueur.

Dispositions applicables aux bâtiments relevant du code de travail

Dans le cas des bâtiments dont le plancher bas du dernier niveau est situé à moins de huit mètres du sol, se reporter au cahier du CSTB 3231, juin 2000.

Dans le cas des bâtiments dont le plancher bas du dernier niveau est situé à plus de huit mètres du sol, se reporter aux dispositions prévues à l'article R4216-24 du Code du Travail (décret du 7 mars 2008).

Dispositions relatives aux ERP

Dans le cas particulier des ERP, il convient de se reporter au guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP (Annexe à l'arrêté publié au J.O. du 28 juillet 2007).

Dispositions relatives aux IGH

La convenance du point de vue incendie du procédé VARIO / VARIO XTRA, notamment dans le cas d'utilisation en IGH, est à examiner d'après leur masse combustible et leur degré d'inflammabilité, en fonction des divers règlements applicables aux locaux considérés.

Sécurité en cas de séisme

Selon la nomenclature prévue par l'arrêté du 22 octobre 2010, le procédé est applicable en toute zone de sismicité, pour toute classe de sol et toute catégorie d'importance de bâtiment.

Données environnementales et sanitaires

Le procédé VARIO / VARIO XTRA ne dispose d'aucune déclaration environnementale (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Isolation thermique

Le système permet de satisfaire les exigences réglementaires en travaux neufs et en travaux de réhabilitation.

Des exemples de calcul pour des isolants en laine minérale avec le système INTEGRA sont donnés en Annexe du Dossier Technique. Ces tableaux sont également valables pour des isolants présentant des caractéristiques thermiques identiques.

Pour les autres systèmes, le coefficient Up de déperdition thermique de chaque paroi se calcule selon les Règles ThU (Fascicule 4/5 – Parois opaques – notamment).

La résistance thermique et la conductivité thermique de chaque feutre ou rouleau d'isolant sont données dans le certificat ACERMI correspondant.

Isolement acoustique

La réglementation acoustique (arrêtés du 30 juin 1999 et du 25 avril 2003) impose pour les bâtiments d'habitation, d'enseignement, hôtels et de santé, un isolement minimal vis-à-vis du bruit extérieur ($D_{nT,A,tr} \geq 30$ dB). La conformité à celle-ci est à vérifier en fonction de la performance de chacun des éléments de l'enveloppe ($R_{A,tr}$ ou $D_{n,e,w} + C_{tr}$ en dB) ainsi que du volume de la pièce de réception.

Le procédé VARIO / VARIO XTRA a fait l'objet de mesures de valeurs d'indices d'affaiblissement acoustique sur différents systèmes constructifs.

Il convient de se reporter aux procès-verbaux d'essais pour une définition précise des systèmes testés, des composants utilisés et des supports visés.

La conception du système peut permettre de répondre aux exigences minimales de la réglementation acoustique.

Etanchéité

- A l'eau : Le procédé ne participe pas à l'étanchéité à l'eau.

- A l'air : Les mesures réalisées en laboratoire et in situ permettent de considérer que la paroi isolée à l'aide de ce procédé est étanche à l'air, et de valider la faisabilité d'une étanchéité à l'air sur un bâtiment avec un coefficient $Q_{dPa_surf} \leq 0,6$ (m³/h)/m². Sous réserve que les autres parties de l'enveloppe du bâtiment soient étanches à l'air, le procédé contribue donc à l'atteinte des exigences réglementaires en matière d'étanchéité à l'air.
- A la vapeur d'eau : Le procédé participe à l'étanchéité à la vapeur d'eau au moyen des membranes hygrovariables VARIO / VARIO XTRA et des solutions de continuité adoptées, en limitant le risque de ventilation parasite de lames d'air situées côté intérieur de l'isolation.

2.22 Durabilité

Compte tenu des conditions de conception et de mise en œuvre précisées dans le dossier technique, les risques de condensation dans l'isolant à proximité de la membrane ou de l'écran de sous toiture, ainsi que dans la charpente et au niveau du parement intérieur, sont négligeables.

Sous réserve que soient respectées les conditions particulières définies dans le dossier technique, la durabilité de l'ouvrage est estimée équivalente à celle des solutions traditionnelles.

2.23 Fabrication et contrôle

Les membranes hygrovariables VARIO / VARIO XTRA Plus font l'objet d'un contrôle interne continu défini dans le dossier technique permettant d'assurer une constance de la qualité.

2.24 Mise en œuvre

Elle ne présente pas de difficultés particulières. Elle nécessite du soin notamment pour le positionnement précis de l'ensemble des constituants et le traitement des points singuliers.

2.3 Cahier des prescriptions techniques particulières

2.31 Conditions de conception

- En combles aménagés, la conception d'un espace technique est réalisable en utilisant les suspentes Integra, Integra fermette ou Integra 2 afin d'éviter tout percement de la membrane durant la vie de l'ouvrage.
- La hauteur de l'espace technique peut limiter la dimension des boîtiers d'accroche des luminaires suspendus au plafond.
- La mise en œuvre des luminaires encastrés en plafond est assujettie aux dispositions prévues par le CPT 3693.

2.32 Conditions de mise en œuvre

- Les ouvrages de couverture doivent être réalisés conformément aux DTU ou Avis Techniques correspondants. Dans le cas particulier du climat de montagne, se référer au « Guide des couvertures en climat de montagne » de juin 2011.
- L'isolation doit être réalisée conformément aux Avis Techniques, aux Documents Techniques d'Application et règles de l'art (notamment CPT 3560 v.2).
- Spots encastrés et sources ponctuelles de chaleur
 - La présence de spots encastrés non protégés et donc en contact avec l'isolant peut induire un risque d'échauffement local non maîtrisé. Il convient donc de ne pas mettre en œuvre de spots encastrés dans le plafond avec le système d'étanchéité à l'air VARIO.
- L'ouvrage en plaques de plâtres sur ossature doit être conforme au DTU 25.41 ainsi qu'aux Avis Techniques correspondants, notamment la densité des fixations et les dispositions relatives aux pièces humides.
- Les écrans souples de sous toiture doivent bénéficier de l'Homologation CSTB Ecran de sous toiture ou d'un Avis Technique et doivent être posés selon les règles définies (cahier du CSTB n°3651-2 notamment).

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi proposé a reçu une appréciation favorable.

Validité : 3 ans

Jusqu'au 31 octobre 2017.

Pour le Groupe Spécialisé n°20
La Présidente
 Laurence DUCAMP

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Cette révision vise essentiellement l'ajout d'une nouvelle membrane à la gamme VARIO, la membrane Vario XTRA, dont la particularité est de présenter une valeur Sd variable en fonction de l'hygrométrie différente de la membrane VARIO KM DUPLEX UV. Le principe de fonctionnement de cette membrane reste cependant analogue à celui de la membrane VARIO KM DUPLEX UV.

La mise en œuvre d'isolant en toiture nécessite le plus souvent la mise en place d'une membrane pare-vapeur indépendante et continue côté intérieur selon le CPT 3560 v2. Dans la mesure où les solutions de continuité durables définies pour le traitement des points singuliers sont appliquées, l'ouvrage réalisé à l'aide de la membrane hygrovariable VARIO / VARIO XTRA peut assurer une fonction d'étanchéité à l'air.

Le procédé Vario / Vario XTRA Application en toiture utilise un pare-vapeur hygrothermique dont la perméance varie en fonction de son humidité relative. En hiver, lorsque l'humidité relative est inférieure à 60% (conditions normales rencontrées dans les logements), elle se comporte de manière similaire à un pare-vapeur classique en limitant les flux de vapeur d'eau vers la charpente et la toiture. Lorsque l'humidité relative augmente, ce qui est le cas en été notamment, cette membrane laisse passer l'humidité vers l'intérieur, lorsque les flux de vapeur sont inversés. En conséquence elle participe à la limitation du taux d'humidité dans les ouvrages.

Une étude hygrothermique a été effectuée au CSTB pour calculer le taux d'humidité dans les différents éléments de la paroi (parements, bois, isolant) durant 3 ans pour différents climats. Cette étude montre qu'effectivement les risques de condensation dans les matériaux sont convenablement limités. Différentes réalisations et expérimentations ont été faites ces dernières années en Allemagne puis plus récemment en Suisse et en France selon ces principes.

Toutefois, pour un maximum d'efficacité des échanges hygrothermiques en été, il convient de ne pas appliquer de peinture ou film étanche à la vapeur d'eau (ex. peinture de type glycérophtalique) sur l'ensemble des parois intérieures.

Le système défini dans le dossier technique propose des solutions techniques pour les traversées de canalisations. Ces solutions ont fait l'objet de mesure d'étanchéité à l'air en laboratoire pour valider leur capacité à ne pas détériorer le plan d'étanchéité réalisé à l'échelle du bâtiment.

En climat de montagne, seule la membrane VARIO XTRA peut être utilisée avec un isolant à base de fibres végétales ou animales.

En climat de montagne, l'utilisation d'un écran hautement perméable à la vapeur d'eau en contact avec l'isolant ne dispense pas de la réalisation d'une couverture conforme au « Guide du CSTB des couvertures en climat de montagne » de juin 2011, avec une étanchéité complémentaire sur support continu ventilé sur ses deux faces.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n°20
 Maxime ROGER

Annexe

1. Rappel des exigences spécifiques de la réglementation thermique

Les exigences spécifiques concernant le procédé visé par le présent Avis Technique sont détaillées ci-après. Elles doivent cependant être vérifiées lors de la conception de l'ouvrage pour prendre en compte les éventuels changements réglementaires.

Valeurs minimales réglementaires	Planchers haut en béton ou en maçonnerie	Autres planchers hauts	Rampants et plafonds de combles aménagés	Toitures couvertures tôles métalliques
RT ex compensation (arrêté du 13 juin 2008)	$U_p \leq 0,34$	$U_p \leq 0,28$	$U_p \leq 0,28$	$U_p \leq 0,41$
RT ex par éléments (arrêté du 3 mai 2007)	$R_T \geq 4,5$	$R_T \geq 4,5$	$R_T \geq 4$ ou $R_T \geq 3^*$	$R_T \geq 4$
RT 2005 (arrêté du 24 mai 2006)	$U_p \leq 0,34$	$U_p \leq 0,28$	$U_p \leq 0,28$	$U_p \leq 0,41$
RT 2012 (arrêtés du 26 octobre 2010 et du 28 décembre 2012)	..**	..**	..**	..**

Tableau 1 - Exigences réglementaires

* Cas d'adaptation selon l'Arrêté du 3 mai 2007.

** Il n'y a pas d'exigence d'isolation, la RT 2012 impose une exigence sur la performance énergétique globale du bâti.

Avec :

U_p : le coefficient de transmission thermique surfacique des planchers (en $W/(m^2.K)$)

R_T : la résistance thermique totale du plancher après rénovation (en $m^2.K/W$)

b : coefficient de réduction de la température

2. Rappel des règles de calcul applicables

- La résistance thermique de la paroi (R_T) s'effectue comme suit :

$$R_T = R_u + R_c$$

Avec :

- R_u : Résistance thermique utile du produit isolant définie dans le certificat ACERMI.
- R_c : Résistance thermique de la paroi support.

$$\text{Généralement : } R_c = \frac{e_c}{\lambda_c} \text{ m}^2.K/W.$$

- e_c : épaisseur de la paroi m,
- λ_c : conductivité thermique de paroi support en $W/(m.K)$.

- Le coefficient U_p de la paroi s'obtient ci-après en tenant compte des coefficients de déperdition linéique et ponctuelle :

$$U_p = \frac{1}{R_{si} + R_u + R_c + R_{se}} + \frac{\sum \psi_i L_i + \sum \chi_j}{A}$$

Avec :

- U_p = Coefficient de transmission surfacique global de la paroi isolée, en $W/(m^2.K)$,
- R_{si} et R_{se} = résistances superficielles, $m^2.K/W$.
- R_u = Résistance thermique utile de l'isolation rapportée en partie courante, $m^2.K/W$.
- R_c = Résistance thermique des autres éléments de paroi en partie courante (mur support, etc.), en $m^2.K/W$.
- ψ_i = Coefficient de déperdition linéique correspondant aux éléments d'ossature éventuels, déterminé selon les règles Th-U, en $W/(m.K)$.
- L_i = Longueur des ossatures pour la surface considérée A , en m.
- χ_j = Coefficient de déperdition ponctuel correspondant aux éléments d'ossature éventuels, déterminé selon les règles Th-U, en W/K .
- A = Surface de la paroi considérée pour le calcul, en m^2 .

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Généralités

1.1 Objet

Le procédé VARIO / VARIO XTRA Application en Toiture est destiné à réaliser l'étanchéité à l'air des combles aménagés ou planchers de combles perdus au moyen de laine minérale ou d'isolant dit biosourcé. Il est composé de membranes hygro-régulantes, étanches à l'air, et de pièces techniques dédiées. Dans le cas d'ouvrage neuf (construction neuve ou rénovation de toiture), il est associé à un écran de sous-toiture de haute perméance à la vapeur d'eau côté extérieur. Cet écran ne nécessite pas de ventilation en sous-face.

1.2 Domaine d'application

Les structures et ouvrages concernés sont :

- Les charpentes traditionnelles en bois ou fermettes industrialisées avec entraxe maximum de 600 mm,
- Les couvertures en petits éléments conformes aux DTU de la série 40.

Les locaux visés sont les locaux à faible ou moyenne hygrométrie, en neuf ou existant, résidentiel ou non résidentiel (locaux à usage courant), à savoir les bâtiments destinés aux logements, immeubles de bureaux, bâtiments scolaires et hospitaliers, hôtels et autres bâtiments soumis à des sollicitations équivalentes :

- Locaux classés EA et EB et pour lesquels le niveau de sollicitations correspond suivant la norme NF DTU 25.41 (indice de classement P72-203)
- Locaux classés EB+ privatifs sous réserve de l'utilisation de plaques hydrofugées de type H1 et du respect des dispositions prévues dans la norme NF DTU 25.41 (indice de classement P72-203).

Est inclus dans ce domaine d'emploi le climat de montagne (altitude supérieure à 900 m).

Pour les locaux ponctuellement et temporairement rafraîchis en période chaude par un système d'appoint associé à la ventilation mécanique, l'emploi est admis pour autant que la température de consigne soit telle que l'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur soit inférieur à 5°C.

Les bâtiments pourvus d'un système complet de conditionnement d'air ne sont pas visés.

Les toitures chaudes, au sens du DTU 43.4, ne sont pas visées.

Le procédé est compatible avec les parements intérieurs courants à base de plaques de plâtre cartonées, panneaux de particules de bois ou lambris bois.

2. Matériaux

2.1 Isolant

Le procédé VARIO / VARIO XTRA Application en Toiture est compatible avec tous les types d'isolants en laines minérales (vrac, rouleaux ou panneaux nus ou surfacés) bénéficiant :

- du marquage CE selon le Règlement des Produits de la Construction (UE n°305/2011), les performances déclarées étant définies conformément à l'annexe ZA de la norme NF EN 13162 ou NF EN 14064-1 et faisant l'objet de déclarations de performances DoP
- d'un Document Technique d'Application traitant de l'isolation des combles.
- d'une certification ACERMI

Pour les produits Isover les Dop sont téléchargeables sur le site www.isover.fr ou par le lien url figurant sur l'étiquette du produit. De plus, ils relèvent du DTA n°20/12-266 pour les produits manufacturés en rouleaux et panneaux roulés et de l'AT 20/10-195 pour les produits en vrac à souffler.

Le procédé VARIO / VARIO XTRA Application en Toiture peut aussi être associé à des isolants à base de fibres végétales ou animales dits « biosourcés » bénéficiant :

- d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application traitant de l'isolation des combles ;
- d'une certification ACERMI.

Pour les produits Isover les Dop sont téléchargeables sur le site www.isover.fr ou par le lien url figurant sur l'étiquette. Le produit isolant ISODUO 36 fait l'objet d'une certification ACERMI (certificat n°12/018/786) et d'un Avis Technique « ISODUO 36 pour application en toitures » (n° 20/13-283) correspondant à ce cas d'application.

2.2 Membranes hygro-régulantes d'étanchéité à l'air

2.21 Caractéristiques

La gamme du procédé VARIO / VARIO XTRA Application en Toiture comprend deux membranes, respectivement en polyamide (PA) et éthylène-alcool-polyvinyle (EVOH), dont les caractéristiques sont résumées dans le Tableau 1 ci-dessous. Les valeurs de Sd ont été déterminées conformément à la norme EN ISO 12572, les épaisseurs selon la norme NF EN 1849-2.

Type	Nom	Sd	Composition		
			Nature	Epaisseur (microns)	
Membrane hygro-régulante	VARIO KM DUPLEX UV	Variable de 0,2 à 4m	Film PA	40 µm	200 µm
			Non tissé	160 µm	
	VARIO XTRA	Variable de 0,4 à 25 m	Film PA/EVOH	35 µm	295 µm
			Non tissé	260 µm	

Tableau 2 - Caractéristiques des membranes hygrorégulantes VARIO KM DUPLEX UV et VARIO XTRA

Les membranes comportent un quadrillage en vue de faciliter la découpe et la pose (rectitude). Un marquage en trait continu à 10 cm des bords permet de faire respecter le recouvrement minimal des lés. Lors de la mise en œuvre, la partie imprimée doit être installée du côté de l'installateur.

Les membranes d'étanchéité à l'air sont roulées et conditionnées sous housse polyéthylène transparente en rouleaux de 40 (0 ; +2) m de longueur et 1,5 ± 0,02 m de largeur.

Les caractéristiques mécaniques et hygrothermiques des membranes sont détaillées dans le Tableau 3 en annexe.

2.22 Marquage CE des membranes hygro-régulantes

Les membranes relèvent du marquage CE selon la norme européenne harmonisée NF EN 13984. Les performances déclarées sont indiquées dans les déclarations de performances DoP, conformément au Règlement des Produits pour la Construction (UE n°305/2011) :

Les Dop sont téléchargeables sur le site www.isover.fr ou par le lien url figurant sur l'étiquette du produit.

Dénomination commerciale	N° DOP ISOVER	Lien url
VARIO KM DUPLEX UV	0003-02	www.isover.fr/DOP-0003-02.pdf
VARIO XTRA	0003-02	www.isover.fr/DOP-0003-02.pdf

Tableau 3 - Numéro de DoP et lien url pour les membranes hygrorégulantes VARIO KM DUPLEX UV et VARIO XTRA

2.3 Ecran de sous-toiture

Dans le cas de la construction neuve ou de rénovation totale de toiture, le procédé VARIO / VARIO XTRA Application en Toiture est associé à un écran de sous-toiture hautement perméable à la vapeur d'eau (HPV) de résistance à la diffusion de vapeur d'eau $S_d \leq 0,1$ m et bénéficiant d'une homologation (référentiel d'homologation des écrans souples de sous-toiture e-cahier 3651-P1-V2 du CSTB), d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application.

2.4 Pièces dédiées à la pose des membranes

Les pièces dédiées à la pose sont utilisables avec l'une ou l'autre des membranes VARIO KM DUPLEX UV ou VARIO XTRA :

- Les rubans adhésifs :
 - VARIO KB1 : ruban adhésif simple face de largeur 60 mm pour le jointolement des lés.
 - VARIO MULTITAPE : ruban adhésif simple face de largeur 60 mm pour fixation autour de perforations importantes (conduits, trémies...) et pour le jointolement des lés.
 - EXTRATAPE : ruban adhésif simple face de largeur 60 mm pour le jointolement des lés.
 - ruban double face standard de largeur 38 mm pour positionnement temporaire de la membrane sur les ossatures avant sa fixation mécanique ou VARIO double face :
- Les joints mastic :
 - VARIO DS : joint mastic extrudé en cartouche.
 - VARIO PROTAPE : joint mastic sous forme de ruban.
- Un accessoire de passage de gaines :
 - VARIO PASSELEC : œillet adhésif de diamètre 6 cm perforé d'un orifice de 12 mm de diamètre en son centre pour le passage de câble de 16 à 25 mm de diamètre avec étanchéité à l'air.

Ces adhésifs et mastics sont de composition acrylique, à l'exception du VARIO PROTAPE qui inclut en complément du butyle.

Leurs caractéristiques intrinsèques ainsi que leur compatibilité avec les systèmes d'étanchéité à l'air ont été évalués et sont décrites dans les Tableaux 4, 5, 6 et 7 en annexe.

2.5 Ossature

2.5.1 Suspentes

- Suspentes INTEGRA :
 - Platine de Suspente INTEGRA Fermette, Acier DX 51 D galvanisé Z275, en forme d'oméga de dimensions 60 x 20 x 1,5 mm (fixation sous fermettes)
 - Platine de Suspente INTEGRA Acier DX 51 D galvanisé Z275, de dimensions 50 x 40 x 0,8 mm (fixation contre les chevrons)
 - Dispositif de réglage en épaisseur : tiges filetées en acier galvanisé de diamètre 6 mm
 - Rosace Rosastyle, Acier DX 51D galvanisé Z275

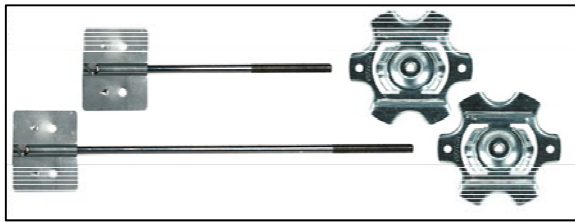


Figure 1 - Schéma de la suspente INTEGRA

- Suspentes INTEGRA₂ : suspentes composées de 3 éléments à assembler lors de la mise en œuvre (figure 13):
 - Corps de suspente INTEGRA₂ : pièce en matériau composite à platine de fixation intégrée avec âme en acier galvanisé
 - Rondelle INTEGRA₂ : pièce en matériau composite venant se clipser sur la tige après embrochage de l'isolant et avant pose de la membrane d'étanchéité à l'air
 - Clef INTEGRA₂ : pièce venant verrouiller l'étanchéité à l'air par clipsage sur la tige après pose de la membrane d'étanchéité à l'air.

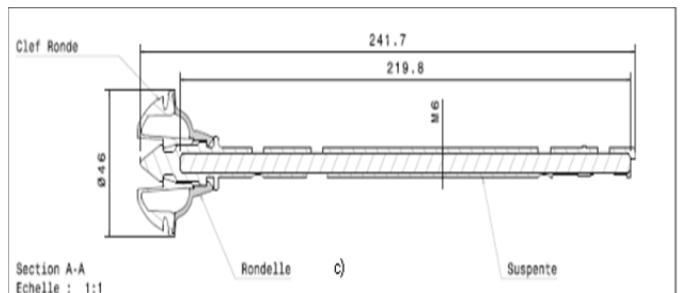
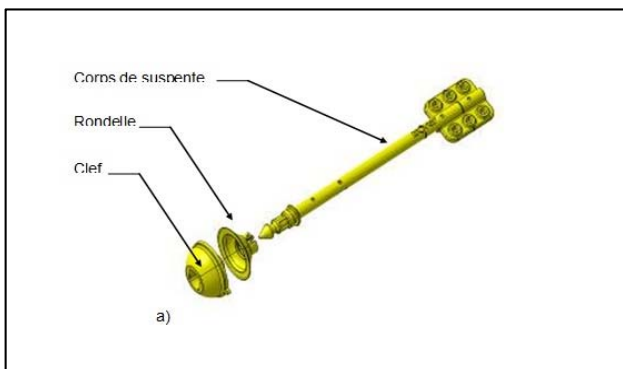


Figure 2 - Schéma de la suspente INTEGRA₂ : vues éclatée (a) et montée (b) et en coupe version 16-20 (c)

Les éléments constitutifs sont à usage unique (suspentes non démontables pour garantir la pérennité de l'étanchéité à l'air).

Chaque modèle de suspente INTEGRA₂ (caractérisé par une longueur de corps de suspente spécifique) est associé à une plage d'épaisseur pour la deuxième couche d'isolant.

A ce jour, il existe 4 modèles :

- Suspente INTEGRA₂ 12 – 16 : pose d'isolants d'épaisseur 120 à 160 mm sous chevrons ou fermettes
- Suspente INTEGRA₂ 16 – 20 : pose de d'isolants d'épaisseur 160 à 200 mm sous chevrons ou fermettes
- Suspente INTEGRA₂ 20 – 24 : pose de d'isolants d'épaisseur 200 à 240 mm sous chevrons ou fermettes
- Suspente INTEGRA₂ 24 – 28 : pose d'isolants d'épaisseur 240 à 280 mm sous chevrons ou fermettes

Remarque : les suspentes INTEGRA₂ permettent d'une part, d'aménager un espace technique de 2cm entre la membrane d'étanchéité à l'air et le parement pour le passage de gaines (électriques ou hydrauliques) et boîtiers (DCL, boîtes de dérivation). Et d'autre part, d'assurer une fois clipsées la continuité d'étanchéité à l'air du système.

Les intervenants périphériques à la pose du système VARIO / VARIO XTRA Application en Toiture (notamment électricien) doivent être informés de la présence et des spécificités des suspentes INTEGRA₂ afin d'en tirer le meilleur bénéfice et de coordonner leur intervention en conséquence (choix de l'emplacement des boîtiers DCL, passage de gaines entre la membrane et le parement, etc.)

2.5.2 Fourrures et accessoires

- Fourrures métalliques commercialisées par SAINT-GOBAIN ISOVER sous la marque OPTIMA 240 ou les fourrures Stil F530 de la société Placoplatre.
- Connector Optima : pièce en composite permettant l'assemblage par clipsage de plusieurs fourrures métalliques.

2.5.3 Pièces dédiées à la pose d'une ossature secondaire

Le procédé VARIO / VARIO XTRA Application en Toiture prévoit la pose éventuelle d'une ossature secondaire permettant l'aménagement d'un espace technique entre la membrane d'étanchéité à l'air et le parement en pied droit. Les matériaux suivants peuvent être utilisés pour la constitution de cette ossature :

- Profilés Stil'MOB de la société Placoplatre : profilé en Z de hauteur 22 mm, largeur d'aile 33 mm, longueur 3 m en acier galvanisé de 0,6 mm d'épaisseur (protection Z275) (figures 26 et 27)

2.6 Parements

Le procédé VARIO / VARIO XTRA Application en Toiture peut être associé avec les parements suivants :

- Plaques de plâtre conformes aux spécifications complémentaires de la norme NF DTU 25.41 P1-2 (CGM) et faisant l'objet d'une certification NF.
- Lambris bois, panneaux de particules de bois d'épaisseur inférieure ou égale à 18 mm.

3. Fabrication, contrôle et marquage

3.1 Membranes

3.1.1 Fabrication et distribution

Les membranes hygro-régulantes, étanches à l'air, sont fabriquées par la société LENZING Plastics GmbH & Co KG, A 4860 Lenzing (Autriche) et distribuées par Saint-Gobain ISOVER.

Ces produits doivent être stockés en intérieur à l'abri des intempéries et des UV.

3.1.2 Contrôles

Les contrôles internes en usine sont les suivants :

- Matière première : assurance qualité du fournisseur
- Contrôles en cours de fabrication :
 - Masse surfacique : contrôle permanent (automatique)
- Contrôles du produit fini :
 - Défauts d'aspect : 1 fois par rouleau jumbo
 - Masse surfacique : 1 fois par rouleau jumbo

Les contrôles suivants sont effectués par le fournisseur à la fréquence indiquée, et une fois par an en laboratoire extérieur.

- Longueur : 1 fois par rouleau jumbo
- Largeur : 1 fois par rouleau jumbo
- Grammage de colle : 1 fois tous les 4 rouleaux jumbo
- Pelage : 1 fois tous les 4 rouleaux jumbo
- Résistance en traction¹ : 1 fois par lot de fabrication
- Allongement à la rupture² : 1 fois par lot de fabrication
- Résistance à la déchirure³ : 1 fois par lot de fabrication
- Résistance à la pénétration de l'eau : 1 fois par lot de fabrication
- Perméabilité à la vapeur d'eau : 1 fois tous les 4 rouleaux jumbo
- Réaction au feu : 1 fois tous les 3 ans en interne chez Lenzing.

3.1.3 Marquage

Une étiquette par rouleau précise :

- La marque commerciale
- La longueur et la largeur
- Le nom et l'adresse du distributeur
- Les pièces dédiées de pose

Les informations relatives au marquage CE du produit sont apposées sur une seconde étiquette.

3.2 Pièces dédiées de pose

3.2.1 Fabrication et distribution

Les pièces dédiées de pose :

- Adhésif VARIO KB1
- Adhésif VARIO MULTITAPE
- Adhésif EXTRATAPE
- Adhésif VARIO double face
- Mastic VARIO DS
- Mastic VARIO PROTAPE
- Œillet VARIO Passélec
- Fourrures Optima 240
- Suspentes Intégra et Intégra Fermette
- Suspentes INTEGRA2
- Connector Optima

sont fabriquées par différents sous-traitants sur la base de cahiers des charges et distribués par Saint-Gobain ISOVER.

Ces produits doivent être stockés en intérieur à l'abri des intempéries et des UV, entre 5 et 30°C pour les adhésifs.

Lors de la pose des membranes d'étanchéité à l'air, les supports et membranes doivent être propres, secs et exempts de poussières et/ou d'aspérités. Un brossage à la brosse métallique et un essuyage méticuleux sont à réaliser si tel n'est pas le cas. De plus, lors du jointolement des membranes, un marouflage par pression de l'adhésif sur la membrane doit être réalisé. Ces conditions sont nécessaires pour assurer l'efficacité du collage ainsi que sa durabilité.

3.2.2 Contrôles

Pour les adhésifs VARIO KB1 et VARIO MULTITAPE, les contrôles internes en usine sont les suivants :

- Matière première : assurance qualité du fournisseur
- Contrôles en cours de fabrication :
- Masse surfacique
- Contrôles sur produit fini :
 - Défauts d'aspect
 - Masse surfacique
 - Longueur
 - Largeur
 - Grammage de colle

Pour le mastic VARIO DS, les contrôles internes en usine sont les suivants :

- Matière première : assurance qualité du fournisseur
- Contrôles en cours de fabrication :
- Masse volumique : contrôle permanent
- Contrôles sur produit fini :
 - Masse d'une cartouche

Pour l'adhésif EXTRATAPE, les contrôles internes en usine sont les suivants :

Matière première : assurance qualité du fournisseur

Contrôles sur produit fini

- Masse surfacique
- Grammage de colle
- Longueur, largeur

3.2.3 Marquage

Les emballages comportent une étiquette avec la marque du produit par colis.

3.3 Autres produits participant au procédé

Les autres produits participant au procédé (isolants, écrans de sous-toiture, parements) font l'objet de contrôles spécifiques conforme aux spécifications techniques, normes européennes, certifications ou toute autre homologation.

Pour les isolants en laines minérales, les contrôles de production sont conformes :

- à la norme NF EN 13162 pour les produits Panneaux/Rouleaux,
- à la norme NF EN 14 064-1 pour les produits en vrac,
- au règlement ACERMI spécifique à chacun des types de produit.

Les contrôles de production des isolants à base de fibres végétales ou animales sont conformes au référentiel ACERMI et s'ils font l'objet d'une norme européenne harmonisée, les contrôles de production doivent être conformes à la norme correspondante.

4. Mise en œuvre en partie courante

Afin d'assurer une bonne étanchéité à l'air de l'ouvrage, le processus de pose suivant doit être respecté.

4.1 Charpente en fermettes industrialisées pour comble aménagé (figure 3 à figure 11)

Ce paragraphe vise la mise en œuvre de membrane d'étanchéité à l'air, en rampant, avec des isolants manufacturés en panneaux, panneaux roulés ou rouleaux. Les isolants en vrac soufflés mécaniquement ne sont pas visés.

Dans le cas d'ouvrage neuf la pose de l'écran de sous-toiture HPV relève du couvreur. S'assurer que l'écran installé est bien celui prescrit (figure 1) et qu'il est posé selon le référentiel d'homologation des écrans de sous-toiture (Cahier 3651-P1-V2 du CSTB) : pose de contre-liteaux, écart maximal entre chevrons...

1 Transverse et Longitudinale

2 Transverse et Longitudinale

3 Transverse et Longitudinale

Les sections de ventilation de la lame d'air au-dessus de l'écran de sous-toiture correspondent à celles des DTU de la série 40.

Pose de l'isolant (figure 4) :

- Vérifier que l'isolant à poser bénéficie d'un DTA validant son application en comble aménagé et que son épaisseur correspond à la hauteur disponible entre la sous-face de l'écran et la semelle de la fermette. L'isolant semi-rigide en laine minérale est découpé si besoin à la dimension d'écartement entre les fermettes + 1 cm (pour tout autre nature d'isolant vérifier sa conformité au CPT 3560-V2 §4.1.1). Il est ensuite inséré entre les fermettes sur toute la surface du rampant, du faux comble et du pied droit s'il y en a un. Vérifier la continuité de l'isolant sur toute la surface.
- S'il y a un pied droit, procéder au préalable au traitement de l'isolation et de l'étanchéité à l'air sur la partie de plancher qui sera masquée par le pied droit, comme décrit au §4.8 ci-après.
- Passer les gaines électriques se trouvant derrière le pied droit au travers de l'isolant

Pose de la membrane d'étanchéité à l'air :

- Préparation des supports

Les supports doivent être propres et exempts de poussières et/ou d'aspérités. Un brossage à la brosse métallique et un essuyage méticuleux sont à réaliser si tel n'est pas le cas.

- Pose du premier lé (figure 5) :

La membrane doit être propre et sèche avant sa pose. La membrane est déroulée verticalement (dans le sens de la pente de toit) ou horizontalement en positionnant le premier lé le long du pignon et en laissant un débordement de 10 cm environ sur le pignon en vue de la pose du mastic d'étanchéité entre le mur et le système d'isolation. Agraffer le lé sous la semelle des fermettes et exécuter les passages de gaines électriques en vue d'effectuer les branchements de prises ou luminaires.

- Passage de gaines au travers de la membrane (Figure 6) si nécessaire : voir détail au §5.2

- Pose du deuxième lé et des suivants :

La pose s'effectue de la même manière que le premier lé en respectant un recouvrement de 10 cm minimum illustré sur le marquage de bordure. Un marouflage par pression de l'adhésif sur la membrane doit être réalisé lors du jointoiement des membranes. Ces conditions sont nécessaires pour assurer l'efficacité du collage ainsi que sa durabilité.

Les lés sont jointoyés par l'adhésif VARIO KB1, VARIO MULTITAPE ou EXTRATAPE sur toute la longueur et largeur de recouvrement des lés (figure 7). La membrane doit être propre et sèche avant jointoiement.

- Pose du mastic d'étanchéité VARIO DS ou du mastic VARIO PROTAPE (figure 8) :

Le mastic d'étanchéité est posé sur toute la périphérie des parois verticales et horizontales y compris la jonction avec le plancher. Ce cordon est posé en continu sur la paroi support mur ou plancher en soulevant la membrane qui est rabattue immédiatement dessous pour réaliser le collage. Il n'y a pas de délai d'attente pour réaliser la fixation des plaques de plâtre.

- Pose du parement intérieur :

4.11 Cas de la pose sur ossature métallique

Pose des suspentes INTEGRA Fermette (figure 9)

Les pattes sont vissées sur les semelles des fermettes à raison de 1,5 à 3 par m² en fonction du nombre de plaques de plâtre. Leur écartement correspond à celui des ossatures sur lesquelles sont vissées les plaques de plâtre (conformément à l'article 6.2.2.2.2.1 de la norme NF DTU 25.41 P1-1).

Pose de l'ossature métallique (figure 10)

Les fourrures sont clipsées sur les rosaces puis on effectue le réglage de planéité en vissant ou dévissant plus ou moins les rosaces pour obtenir la conformité à l'article 6.2.2.2.2.1 de la norme NF DTU 25.41 P1-1. Les gaines électriques sont passées entre l'ossature métallique et la membrane par celui qui en a la charge.

Pose des plaques de plâtre (figure 11)

La pose est effectuée conformément à la norme NF DTU 25.41 en veillant au percement préalable des plaques pour les passages de gaines. Les plaques sont vissées pour réaliser le parement d'habillage.

4.12 Cas de la pose sur ossature bois

Pose des ossatures bois

Les ossatures bois sont dimensionnées conformément au §6.2.2.2.2.2 de la norme NF DTU 25.41 P1-1. Pour des supports à entraxe 0,6 m, les dimensions (en mm) couramment utilisées sont 27 x 35 et 27 x 50

ou 60. Elles sont posées perpendiculairement aux fermettes conformément au 6.2.2.1 de la norme NF DTU 25.41 P1-1.

Pose des plaques de plâtre

La pose est effectuée conformément à la norme NF DTU 25.41 en veillant au percement préalable des plaques pour les passages de gaines. Les plaques sont vissées pour réaliser le parement d'habillage.

Dans le cas où la hauteur des fermettes est insuffisante pour atteindre la résistance thermique souhaitée, la pose d'une couche d'isolant complémentaire sous fermettes se fait à l'aide de suspentes INTEGRA ou INTEGRA₂ comme décrit au §4.3 ci-après.

4.2 Charpente et fermettes industrialisées pour comble perdu

Ce paragraphe vise la mise en œuvre de membrane d'étanchéité à l'air, au niveau du plancher de comble perdu, avec des isolants manufacturés en panneaux, panneaux roulés ou, rouleau ainsi que les produits en vrac soufflés mécaniquement.

L'écran de sous-toiture est placé sur les fermettes (selon le référentiel d'homologation des écrans de sous-toiture (Cahier 3651-P1-V2 du CSTB) ou selon Avis Technique ou Document Technique d'Application).

4.21 Isolant en panneau, panneau roulé ou rouleau (figure 12)

La solution constructive détaillée ci-dessous décrit un cas de pose pour des combles difficilement accessibles avec une mise en œuvre de l'isolation par-dessous la charpente.

Pose de l'isolant

- Vérifier que l'isolant à poser bénéficie d'un DTA validant son application en comble perdu. L'isolant semi-rigide en laine minérale est découpé si besoin à la dimension d'écartement entre les fermettes + 1 cm (pour tout autre nature d'isolant vérifier sa conformité au §4.1.1 du CPT 3560-V2). Il est ensuite inséré par-dessous entre les fermettes sur toute la surface. Vérifier sa continuité sur toute la surface.

Pose de la membrane d'étanchéité à l'air

- Préparation des supports

Pour cette application, les fermettes servent de support à la fixation de la membrane. Les supports doivent être propres et exempts de poussières et/ou d'aspérités. Un brossage à la brosse métallique et un essuyage méticuleux sont à réaliser si tel n'est pas le cas.

- Pose du premier lé de la membrane

La membrane doit être propre et sèche avant sa pose. Elle est déroulée en positionnant le premier lé le long du pignon et en laissant un débordement de 10 cm environ sur le pignon en vue de la pose du mastic d'étanchéité entre le mur et le système d'isolation. Agraffer le lé sous la semelle des fermettes.

- Pose du deuxième lé et des suivants

La pose s'effectue de la même manière que le premier lé en respectant un recouvrement de 10 cm minimum illustré par le marquage de bordure. Les lés sont jointoyés par l'adhésif VARIO KB1, VARIO MULTITAPE ou EXTRATAPE sur toute la longueur et largeur de recouvrement des lés. Un marouflage par pression de l'adhésif sur la membrane doit être réalisé lors du jointoiement des membranes. Ces conditions sont nécessaires pour assurer l'efficacité du collage ainsi que sa durabilité. Pose du mastic d'étanchéité :

Le mastic d'étanchéité VARIO DS ou le mastic VARIO PROTAPE est posé sur toute la périphérie des parois verticales. Ce cordon est posé en continu sur la paroi support mur en soulevant la membrane qui est rabattue immédiatement dessus pour réaliser le collage. Il n'y a pas de délai d'attente pour réaliser la fixation des plaques de plâtre.

- Pose du plafond suspendu

4.211 Cas de la pose sur ossature métallique

Pose des suspentes INTEGRA Fermette

Les pattes sont vissées sur les semelles des fermettes à raison de 1,5 à 3 par m² variant en fonction du nombre de plaques de plâtre. Leur écartement correspond à celui des ossatures sur lesquelles sont vissées les plaques de plâtre (conformément à l'article 6.2.2.2.2.1 de la norme NF DTU 25.41 P1-1).

Pose de l'ossature métallique

Les fourrures sont clipsées sur les rosaces puis on effectue le réglage de la planéité en vissant ou dévissant plus ou moins les rosaces pour obtenir la conformité à l'article 6.2.2.2.2.1 de la norme NF DTU 25.41 P1-1. Les gaines électriques sont passées entre l'ossature métallique et la membrane par celui qui en a la charge.

Pose des plaques de plâtre

La pose est effectuée conformément à la norme NF DTU 25.41 en veillant au percement préalable des plaques pour les passages de gaines. Les plaques sont vissées pour réaliser le parement d'habillage.

4.212 Cas de la pose sur ossature bois

Pose des ossatures bois

Les ossatures bois sont dimensionnées conformément au §6.2.2.2.2.2 de la norme NF DTU 25.41 P1-1. Pour des supports à entraxe 0,6 m, les dimensions (en mm) couramment utilisées sont 27 x 35 et 27 x 50 ou 60. Elles sont posées perpendiculairement aux fermettes conformément au 6.2.2.1 de la norme NF DTU 25.41 P1-1.

Pose des plaques de plâtre

La pose est effectuée conformément à la norme NF DTU 25.41 en veillant au percement préalable des plaques pour les passages de gaines. Les plaques sont vissées pour réaliser le parement d'habillage.

Le traitement de la jonction mur/plafond se fait conformément au §4.4.2 du CPT 3560 v2.

4.22 Isolant en vrac soufflé mécaniquement

Les deux solutions constructives détaillées ci-dessous décrivent des cas de pose par soufflage mécanique d'isolant avec les suspentes Integra et Integra2. Dans ces solutions constructives, la membrane sert de support à l'isolant mis en œuvre.

4.221 Mise en œuvre du procédé avec la suspenste Integra (figures 13 et 14)

Pose des suspentes

Poser les platines et tiges des suspentes Integra sur le côté des fermettes en vérifiant leur alignement soit au cordeau soit à l'aide d'un niveau laser, avec des vis à bois de longueur 35 mm et de diamètre 3 à 3,5 mm, à raison de deux vis par suspenste au minimum de part et d'autre de l'axe de symétrie du corps de suspenste (position en hauteur indifférente).

Conformément à la norme NF DTU 25.41, les entraxes entre suspentes n'excèdent pas 1,20 m dans le sens des lignes d'ossature et 0,60 m dans l'autre sens (respectivement 0,50 m dans le cas d'un parement constitué de plaques de plâtre d'épaisseur supérieure ou égale à 15 mm).

Pose de l'ossature métallique

Les fourrures sont clipsées sur les rosaces puis le réglage de planéité est effectué en vissant ou dévissant les rosaces pour obtenir la conformité à la norme NF DTU 25.41. Les gaines électriques sont passées entre l'ossature métallique et l'isolant par celui qui en a la charge.

Pose de la membrane d'étanchéité à l'air

- Préparation des supports

Pour cette application, les fourrures métalliques servent de support à la fixation de la membrane. Les supports doivent être propres et exempts de poussières et/ou d'aspérités. Un broissage à la brosse métallique et un essuyage méticuleux sont à réaliser si tel n'est pas le cas.

- Pose de l'adhésif double face

L'adhésif est positionné sous la semelle des ossatures sur toute la longueur et sur l'ensemble d'entre elles.

- Pose du premier lé de membrane

La membrane doit être propre et sèche avant sa pose. Elle est déroulée verticalement ou horizontalement en positionnant le premier lé le long du pignon et en laissant un débordement de 10 cm environ sur le pignon en vue de la pose du mastic d'étanchéité entre le mur et le système d'isolation. Le lé est posé sur l'adhésif double face.

- Pose du deuxième lé et des suivants

La pose s'effectue de la même manière que le premier lé en respectant un recouvrement de 10 cm minimum illustré par le marquage de bordure. Les lés sont jointoyés par l'adhésif VARIO KB1, VARIO MULTITAPE ou EXTRATAPE sur toute la longueur et largeur de recouvrement des lés. Un marouflage par pression de l'adhésif sur la membrane doit être réalisé lors du jointoiement des membranes. Ces conditions sont nécessaires pour assurer l'efficacité du collage ainsi que sa durabilité.

- Pose du mastic d'étanchéité

Le mastic d'étanchéité VARIO DS ou le mastic VARIO PROTAPE est posé sur toute la périphérie des parois verticales et horizontales y compris la jonction au plancher. Ce ruban est posé en continu sur la paroi support mur ou plancher en soulevant la membrane qui est rabattue immédiatement dessus pour réaliser le collage. Il n'y a pas de délai d'attente pour réaliser la fixation des plaques de plâtre.

Pose des plaques de plâtre

La pose est effectuée conformément à la norme NF DTU 25.41. Les plaques sont vissées pour réaliser le parement d'habillage.

Si nécessaire des passages de gaines pourront être effectués au travers de la membrane et de la plaque de plâtre au niveau de la jonction plafond / mur.

Pose de l'isolant

Vérifier que l'isolant à poser bénéficie d'un Avis Technique ou DTA validant son application en soufflage en comble perdu. Sa mise en œuvre doit être conforme au CPT 3693.

4.222 Mise en œuvre du procédé avec la suspenste Integra 2 (figures 15 et 16)

Pose des suspentes

Poser les platines et tiges des suspentes Integra2 (figure 13) sur le côté des fermettes en vérifiant leur alignement soit au cordeau soit à l'aide d'un niveau laser, avec des vis à bois de longueur 35 mm et de diamètre 3 à 3,5 mm, à raison de deux vis par suspenste au minimum de part et d'autre de l'axe de symétrie du corps de suspenste (position en hauteur indifférente).

Conformément à la norme NF DTU 25.41, les entraxes entre suspentes n'excèdent pas 1,20 m dans le sens des lignes d'ossature et 0,60 m dans l'autre sens (respectivement 0,50 m dans le cas d'un parement constitué de plaques de plâtre d'épaisseur supérieure ou égale à 15 mm).

Pose de la membrane d'étanchéité à l'air

La membrane doit être propre et sèche avant sa pose. Elle est déroulée verticalement ou horizontalement en positionnant le premier lé le long du pignon et en laissant un débordement de 10 cm environ sur le pignon en vue de la pose du mastic d'étanchéité entre le mur et le système d'isolation. La partie imprimée de la membrane est positionnée du côté de la plaque de plâtre.

- La membrane est embrochée, préférentiellement au milieu d'un lès, sur les suspentes INTEGRA2 contre les rondelles déjà en place.
- Pose des clefs INTEGRA2 : l'étanchéité à l'air est verrouillée par clipsage des clefs sur les corps de suspentes INTEGRA2 sous la membrane.
- La pose du deuxième lé et des suivants s'effectue de la même manière.

Dans le cas des suspentes Integra2, le raccordement des lès de membrane est réalisé par un système intégrant à la fois des agrafes et de l'adhésif afin d'assurer une continuité de la membrane. Pour réaliser les jonctions de lès de membranes, les étapes suivantes doivent être suivies :

- Au niveau de l'espace situé entre les suspentes integra2 vissées sur les fermettes, mettre bord à bord les lès de membrane face non imprimée etagrafer les bords entre eux tous les 5 cm, à 2 cm du bord (figure 17 a))
- Puis, tendre les lès de membrane en repliant sur elle-même la jonction agrafée, si besoin. (figure 17 b))
- Rabattre la jonction, déjà agrafée, sur un des lès de la membrane. Coller l'adhésif VARIO KB1, VARIO MULTITAPE ou EXTRATAPE sur toute la longueur et largeur de recouvrement des lès de membrane pliés pour constituer la jonction finale. (figure 17 c))

Cette opération peut être effectuée avant la pose de la membrane pour positionner deux lès en même temps ou après clipsage des lès.

Pose du mastic d'étanchéité

Le mastic d'étanchéité VARIO DS ou le mastic VARIO PROTAPE est posé sur toute la périphérie des parois verticales et horizontales y compris la jonction au plancher. Ce ruban est posé en continu sur la paroi support mur ou plancher en soulevant la membrane qui est rabattue immédiatement dessus pour réaliser le collage. Il n'y a pas de délai d'attente pour réaliser la fixation des plaques de plâtre.

Pose de l'ossature métallique

Les fourrures sont clipsées sur les clefs INTEGRA2. Les gaines électriques sont passées dans l'espace technique entre l'ossature métallique et la membrane d'étanchéité à l'air par celui qui en a la charge.

Pose des plaques de plâtre

La pose est effectuée conformément à la norme NF DTU 25.41. Les plaques sont vissées pour réaliser le parement d'habillage.

Pose de l'isolant

Vérifier que l'isolant à poser bénéficie d'un Avis Technique ou DTA validant son application en soufflage en comble perdu. Sa mise en œuvre doit être conforme au CPT 3693.

4.3 Charpente traditionnelle (figure 18 à figure 36)

Ce paragraphe vise la mise en œuvre de membrane d'étanchéité à l'air, en rampant, avec des isolants manufacturés en panneaux, panneaux roulés ou rouleaux. Les isolants en vrac soufflés mécaniquement ne sont pas visés.

Dans le cas d'ouvrage neuf, la pose de l'écran de sous-toiture relève du couvreur. S'assurer que l'écran installé est bien celui prescrit (figure 18) et qu'il est posé selon le référentiel d'homologation des écrans de sous-toiture (Cahier 3651-P1-V2 du CSTB) : pose des contre-liteaux, écart maximal entre chevrons...

Pose des suspentes

Poser les platines et tiges des suspentes Intégra (figure 19) ou les corps de suspente INTEGRA₂ (figure 29) en vérifiant leur alignement soit au cordeau soit à l'aide d'un niveau laser, avec des vis à bois de longueur 35 mm et de diamètre 3 à 3.5 mm, à raison de deux vis par suspente au minimum de part et d'autre de l'axe de symétrie du corps de suspente (position en hauteur indifférente).

Conformément à la norme NF DTU 25.41, les entraxes entre suspentes n'excèdent pas 1,20 m dans le sens des lignes d'ossature et 0,60 m dans l'autre sens (respectivement 0,50 m dans le cas d'un parement constitué de plaques de plâtre d'épaisseur supérieure ou égale à 15 mm).

Pose de l'isolant

- Pose de la première couche de l'isolant (figure 20 ou figure 30)

Vérifier que l'isolant à poser bénéficie d'un DTA validant son utilisation en comble aménagé et que son épaisseur correspond à la hauteur disponible entre la sous-face de l'écran et la base du chevron. L'isolant semi-rigide en laine minérale est découpé si besoin à la dimension d'écartement entre les fermettes + 1 cm (pour tout autre nature d'isolant vérifier sa conformité au §4.1.1 du CPT 3560-V2). Il est ensuite inséré entre les chevrons sur toute la surface du rampant et du faux comble s'il y en a un. Vérifier la continuité de l'isolant sur toute la surface.

- Pose de la deuxième couche de l'isolant (figure 21 ou figure 31)

Elle peut être posée indifféremment dans le sens de la première couche ou perpendiculairement. Cette couche est embrochée sur les corps de suspentes puis maintenue par les rosaces (pour les suspentes Intégra figure 21) ou les rondelles INTEGRA₂ (pour les suspentes INTEGRA₂ figure 32). Vérifier comme pour la première couche la parfaite continuité de l'isolation sur l'ensemble de la surface. Pour assurer la meilleure étanchéité à l'air de l'ouvrage cette deuxième couche d'isolant ne dépassera pas la hauteur des pannes.

4.3.1 Cas des suspentes Intégra

Pose de l'ossature métallique (figure 22)

Les fourrures sont clipsées sur les rosaces puis on effectue le réglage de planéité en vissant ou dévissant les rosaces pour obtenir la conformité à la norme NF DTU 25.41. Les gaines électriques sont passées entre l'ossature métallique et l'isolant par celui qui en a la charge.

Pose de la membrane d'étanchéité à l'air

- Préparation des supports

Pour cette application, les fourrures métalliques servent de support à la fixation de la membrane. Les supports doivent être propres et exempts de poussières et/ou d'aspérités. Un brossage à la brosse métallique et un essuyage méticuleux sont à réaliser si tel n'est pas le cas.

- Pose de l'adhésif double face (figure 23)

L'adhésif est positionné sous la semelle des ossatures sur toute la longueur et sur l'ensemble d'entre elles.

- Pose du premier lé de membrane (figure 24)

La membrane doit être propre et sèche avant sa pose. Elle est déroulée verticalement ou horizontalement en positionnant le premier lé le long du pignon et en laissant un débordement de 10 cm environ sur le pignon en vue de la pose du mastic d'étanchéité entre le mur et le système d'isolation. Le lé est posé sur l'adhésif double face. Exécuter les passages de gaines électriques en vue d'effectuer les branchements de prises ou luminaires.

Passages de gaines au travers de la membrane si nécessaire : voir détail au §5.2

- Pose du deuxième lé et des suivants (figure 25)

La pose s'effectue de la même manière que le premier lé en respectant un recouvrement de 10 cm minimum illustré par le marquage de bordure. Les lés sont jointoyés par l'adhésif VARIO KB1, VARIO MULTITAPE ou EXTRATAPE sur toute la longueur et largeur de recouvrement des lés. Un marouflage par pression de l'adhésif sur la

membrane doit être réalisé lors du jointoiment des membranes. Ces conditions sont nécessaires pour assurer l'efficacité du collage ainsi que sa durabilité.

- Pose du mastic d'étanchéité (figure 26)

Le mastic d'étanchéité VARIO DS ou le mastic VARIO PROTAPE est posé sur toute la périphérie des parois verticales et horizontales y compris la jonction au plancher. Ce ruban est posé en continu sur la paroi support mur ou plancher en soulevant la membrane qui est rabattue immédiatement dessus pour réaliser le collage. Il n'y a pas de délai d'attente pour réaliser la fixation des plaques de plâtre.

Pose des plaques de plâtre (figure 28)

La pose est effectuée conformément à la norme NF DTU 25.41 en veillant au percement préalable des plaques pour les passages de gaines (figure 28). Les plaques sont vissées pour réaliser le parement d'habillage.

4.3.2 Cas des suspentes INTEGRA₂ (figure 29 à figure 36)

Pose de la membrane d'étanchéité à l'air

La membrane doit être propre et sèche avant jointoiment. Elle est déroulée en positionnant le premier lé le long du pignon et en laissant un débordement de 10 cm environ sur le pignon en vue de la pose du mastic d'étanchéité entre le mur et le système d'isolation.

Elle est embrochée sur les suspentes INTEGRA₂ contre les rondelles déjà en place (figure 33).

Pose des clefs INTEGRA₂ : l'étanchéité à l'air est verrouillée par clipsage des clefs sur les corps de suspentes INTEGRA₂ sous la membrane (figure 34).

La pose du deuxième lé et des suivants s'effectue de la même manière en respectant un recouvrement de 10 cm minimum illustré par le marquage de bordure.

Les lés sont jointoyés par l'adhésif VARIO KB1, VARIO MULTITAPE ou EXTRATAPE sur toute la longueur et largeur de recouvrement des lés. Un marouflage par pression de l'adhésif sur la membrane doit être réalisé lors du jointoiment des membranes. Ces conditions sont nécessaires pour assurer l'efficacité du collage ainsi que sa durabilité.

Pose du mastic d'étanchéité

Pose identique à celle décrite dans le §4.31.

Pose de l'ossature métallique (figure 35)

Les fourrures sont clipsées sur les clefs INTEGRA₂. Les gaines électriques sont passées dans l'espace technique entre l'ossature métallique et la membrane d'étanchéité à l'air par celui qui en a la charge.

Pose des plaques de plâtre (figure 36)

Pose identique à celle décrite dans le §4.31.

4.4 Pose sur plancher de comble perdu de toitures traditionnelles (figures 37 et 38)

Le procédé VARIO/VARIO XTRA Application en toiture associé aux isolants manufacturés en panneaux, panneaux roulés ou rouleau ainsi que les produits en vrac soufflés mécaniquement tels que décrits au paragraphe au §2 peut être utilisé conformément aux prescriptions du CPT 3560 v2.

4.5 Pose de la membrane entre deux couches d'isolant

Cette solution constructive ne s'applique pas pour un isolant à base de fibres végétales ou animale placé devant la membrane côté intérieur.

Dans les autres cas, la membrane hygro-régulante peut être installée dans la couche isolante à condition de respecter les conditions énoncées au paragraphe 11.4.2.3 du DTU 31.2 P1-1 de janvier 2011.

La membrane est ainsi protégée d'éventuelles dégradations ultérieures par la deuxième couche d'isolant (perçements par exemple).

Les jonctions entre lés avec les adhésifs (VARIO KB1, VARIO MULTITAPE ou EXTRATAPE) et la pose du mastic d'étanchéité (VARIO DS ou VARIO PROTAPE) en périphérie se font comme dans les cas précédents.

4.6 Pose par l'extérieur en rénovation de couverture (figure 39 à figure 44)

L'ouvrage est réalisé par l'extérieur de la toiture après dépose de la couverture et des pièces de bois jusqu'à retrouver les pannes et chevrons.

La plaque de parement intérieur existe préalablement. Le poseur ne doit pas marcher sur le plafond existant et prendre les mesures de sécurité applicables aux travaux de couverture.

Pose de la membrane d'étanchéité à l'air hygro-régulante (figure 39)

La membrane est déroulée en épousant la charpente (pannes et chevrons) pour recouvrir l'ensemble du toit. Les lés ont un recouvrement de 10 cm minimum en longueur et largeur illustré par le marquage de bordure. Ils sont jointoyés avec l'adhésif VARIO MULTITAPE.

Le traitement des jonctions et points singuliers est détaillé dans le paragraphe 5.6 ci-après.

Pose de l'isolant

- Vérifier que l'isolant à poser est de conductivité thermique inférieure ou égale à 0,035 W/(m.K), semi-rigide et que son épaisseur correspond à la hauteur disponible entre la sous-face de l'écran et la surface du chevron. L'isolant semi-rigide en laine minérale est découpé si besoin à la dimension d'écartement entre les fermettes + 1 cm. Aussitôt que le premier espace entre chevrons est recouvert par la membrane, l'isolant est inséré entre les chevrons afin de maintenir en place la membrane d'étanchéité à l'air (figure 40).
- La suite de la pose est exécutée de la même manière en continu sur toute la surface du rampant et du faux comble s'il y en a un.

Dans cette configuration, l'absence d'isolant sous la semelle des chevrons engendre des ponts thermiques spécifiques à prendre en compte dans le calcul de la performance thermique du système.

Lorsqu'on ne dispose pas d'un espace suffisant entre le parement intérieur et le haut des chevrons pour atteindre un niveau d'isolation thermique suffisant, il est possible de poser un contre-chevonnage sur les chevrons avant la pose du système d'étanchéité et de l'isolant. Ceci engendre une rehausse de la couverture qui requiert l'aval des autorités administratives locales compétentes en la matière.

Pose de l'écran de sous-toiture HPV (figure 41)

La pose est une pose tendue et conforme aux prescriptions du référentiel d'homologation des écrans de sous-toiture.

Pose de la couverture et des pièces de bois (figure 42 et figure 43)

La pose est en tout point conforme aux DTU applicables selon le type de couverture choisi.

La figure 44 représente une coupe du système en partie courante dans sa globalité.

4.7 Jonction avec les parois verticales, les planchers et éléments de charpente apparents

La membrane est découpée pour permettre un retour de 10 cm sur la paroi maçonnée (ou plancher). Elle est collée dans l'angle au mastic VARIO DS sur la maçonnerie (ou le plancher) soit devant l'ossature soit derrière en fonction du montage retenu. Le parement de la paroi (plaque de plâtre ou autre) est alors posé et le traitement de la cueille est réalisé conformément au DTU 25.41.

Si des éléments de charpente restent apparents les dispositions suivantes sont à respecter : pour assurer la meilleure isolation possible l'isolant est découpé à la largeur entre les éléments de charpente plus 1 cm afin d'assurer le calfeutrement.

Système d'isolation sur ossature métallique

- L'ossature est fixée à 5 cm au plus de l'élément de charpente.
- La membrane est collée sur l'élément de charpente avec du mastic VARIO DS ou mastic VARIO PROTAPE.
- Le parement est lui-même jointoyé à l'élément de charpente avec un mastic approprié restant souple.

4.8 Réalisation de l'isolation et de l'étanchéité à l'air des pieds droits (figure 54)

Lorsqu'une membrane d'étanchéité à l'air est nécessaire sur le sol du comble qui forme le pied-droit (cas des supports non étanches selon CPT 3560 v2), la membrane doit être fixée préalablement à la réalisation de l'isolation des rampants.

Elle est dimensionnée pour que sa largeur soit égale à la distance de la panne sablière jusqu'à la paroi verticale du pied droit plus une remontée de 10 cm sur la panne sablière et 10 cm pour remonter sur la cloison du pied droit.

Elle est collée à la panne sablière avec du mastic VARIO DS ou mastic VARIO PROTAPE en continu sur toute la longueur de l'ouvrage.

Dans le cas d'un jointolement de lés vertical, les lés sont jointoyés sur toute la largeur de la membrane (propre et sèche) avec l'adhésif VARIO KB1 ou VARIO MULTITAPE ou EXTRATAPE puis l'étanchéité à l'air est achevée en collant les lés entre eux au niveau de la panne sablière avec un cordon de mastic VARIO DS (espace de recouvrement

des lés). La membrane reste en attente du positionnement de l'ossature de l'ouvrage (rampant et pied droit).

Lors de la fixation de la lisse basse (ou du tasseau) le mastic VARIO DS peut être posé au choix selon l'une des trois configurations suivantes :

- Entre la membrane et la lisse avant vissage,
- Sous la membrane à l'endroit de la lisse,
- De part et d'autre de la lisse à la jonction lisse/membrane.

La pose de l'isolant se fait conformément aux prescriptions du §4.4.1 du CPT 3560 v2.

Si la hauteur du pied droit excède 1,35 m, cette partie de l'ouvrage doit être traitée comme un doublage de mur. L'entraxe des montants ne dépassera pas 600 mm.

Le parement sera vissé sur une ossature secondaire en bois (tasseaux de 38 mm x 38 mm par exemple) ou métal (profilés Stil'MOB de Placo – cf. figure 26) posée croisée sur l'ossature métallique principale. Ceci permet d'aménager un espace technique entre la membrane et le parement permettant le passage de gaines et boîtiers électriques. Cette pose de parement sur ossature secondaire est également réalisée dans le cas de la pose de suspentes Intégra avec pied droit de hauteur inférieure à 1,35 m.

Dans le cas d'un mur à cavités ouvertes (ossature bois par exemple), le traitement de la jonction avec la pièce inférieure dans le cas d'un plancher léger non étanche à l'air suivant le CPT 3560 v2 est réalisé conformément à l'Annexe A du DTU 31.2.

5. Mise en œuvre de la membrane d'étanchéité à l'air aux points singuliers

5.1 Jonction avec ouvertures de grandes dimensions (fenêtres de toit, trappes...)

S'assurer de la continuité de l'isolation et de la jonction du système d'étanchéité à l'air déjà mis en place selon les pas à pas décrits de la figure 3 à la figure 7 ou de la figure 24 à la figure 26. Exécuter la pose selon le processus suivant :

Calfeutrement et rembourrage avec de l'isolant au pourtour du dormant de la menuiserie.

1. La membrane est passée tendue devant la fenêtre (figure 55). Fendre la membrane au milieu sur la hauteur de la fenêtre en forme de H, rabattre les deux moitiés sur les joues horizontales et les coller avec du mastic VARIO DS ou du mastic VARIO PROTAPE en épousant le pourtour de la menuiserie (figure 56). Si nécessaire recouper les rabats pour ajuster leur longueur.
2. Préparer deux bandes de membrane de largeur égale à l'épaisseur de l'isolation plus 15 cm et de longueur égale à la hauteur de fenêtre plus 20 cm pour assurer le parfait recouvrement des angles.
3. Positionner les bandes de membrane à partir de la partie courante de la membrane et les maintenir avec l'adhésif VARIO KB1 ou VARIO MULTITAPE ou EXTRATAPE (figure 57) puis les retourner sur la menuiserie en la collant avec le mastic VARIO DS (figure 58)
4. Fermer les angles avec l'adhésif VARIO KB1 ou VARIO MULTITAPE ou EXTRATAPE puis achever l'étanchéité à l'air avec l'adhésif VARIO MULTITAPE ou EXTRATAPE (figure 59).
5. Procéder à la pose des parements en périphérie des joues de fenêtre en positionnant un mastic souple de finition approprié à la jonction entre plaque de parement et menuiserie (figure 60).

5.2 Passage des gaines électriques

Dans le cas de pose de l'ossature métallique avec les suspentes Intégra Fermettes ou INTEGRA₂, les gaines et boîtiers électriques jusqu'à 6 cm de hauteur peuvent être passés dans l'espace technique aménagé entre la membrane et le parement, sans altération du système d'étanchéité à l'air.

En l'absence d'espace technique suffisant, il peut être nécessaire de percer la membrane.

Le passage de gaines s'effectue alors comme suit :

1. Peler la protection de l'adhésif puis coller l'œillet adhésif VARIO Passélec sur la membrane à l'endroit où doit passer la gaine.
2. Pratiquer une encoche au cutter dans la membrane au centre du VARIO Passélec.
3. Faire passer la gaine au travers.
4. Si le passage n'est pas étanche (trou plus grand que la gaine), compléter avec le mastic VARIO DS.

Les boîtiers électriques (ou tout connecteur) doivent être pleins (étanches à l'air). Si leur mise en place nécessite le percement de la membrane, la jonction membrane – boîtier est étanchée en continu

avec du mastic VARIO DS sur toute la périphérie. De même, la jonction du boîtier avec la plaque de plâtre (ou le parement) doit être réalisée avec un mastic approprié restant souple.

5.3 Déchirement ou coupure de la membrane

Deux possibilités s'offrent :

1. Découper une pièce de membrane de dimension supérieure à l'entaille, la positionner sur l'entaille, puis coller avec de l'adhésif VARIO KB1 ou VARIO MULTITAPE ou EXTRATAPE la périphérie de la pièce de raccord en prenant soin que l'adhésif chevauche la pièce et la membrane en tout point (figure 61).
2. Si l'entaille est petite et rectiligne, reconstituer la membrane avec de l'adhésif VARIO KB1 ou VARIO MULTITAPE ou EXTRATAPE (figure 62).

5.4 Passage des canalisations et conduits (figure 63 à figure 66)

Les canalisations de petits diamètres sont traitées comme les gaines électriques §5.2.

Les conduits et canalisations de grande dimension (conduits de VMC, ...) nécessitent de faire des pièces spécifiques :

5.4.1 Cas où la membrane est passée avant la canalisation

1. La membrane est découpée en partie courante au diamètre (ou longueur et largeur pour les sections rectangulaires) de la canalisation ou conduit.
2. Préparation de la collerette de raccord en membrane
 - a) Découper une pièce de longueur identique au périmètre de la canalisation ou conduit plus 3 cm de recouvrement et de largeur 30 cm (figure 63).
 - b) Former le manchon en fermant la bande par collage avec de l'adhésif VARIO KB1 ou VARIO MULTITAPE ou EXTRATAPE, son diamètre sera celui de la canalisation (figure 64 a)).
 - c) A l'une des extrémités de ce manchon, répartir 6 à 8 entailles (selon le diamètre) de 10 à 12 cm dans le sens de la longueur autour de cette pièce pour former une collerette (figure 64 b)).
 - d) Préparer une pièce carrée dont le côté est égal à trois fois le diamètre de la canalisation, taillée en croix au milieu pour former un trou équivalent à diamètre de la canalisation. Pratiquer une entaille depuis le diamètre jusqu'à un bord pour permettre sa pose (figure 64 c)).
 - e) Passer la canalisation dans la membrane (figure 65) et enfiler la collerette sur la canalisation.
 - f) Fixer la collerette sur la membrane en collant les pattes avec du mastic VARIO DS au plus près du diamètre.
 - g) Rapporter la pièce carrée en la serrant autour de la canalisation et la coller au mastic VARIO DS sur la canalisation puis terminer par la fixation en périphérie avec l'adhésif VARIO KB1 ou VARIO MULTITAPE ou EXTRATAPE (figure 66).

5.4.2 Cas où la canalisation est déjà en place

- a) Arrêter la membrane en la découpant sur toute la longueur à hauteur de la canalisation, faire une encoche et joindre un nouveau lé de membrane.
- b) Procéder comme précédemment mais le manchon est fermé sur la canalisation.

5.5 Conduits de fumées

L'ouvrage de fumisterie neuf ou rénové doit être conforme à la norme NF DTU 24-1 P1.

Il convient de se reporter aux prescriptions du fabricant de conduit et de respecter les préconisations en matière de distance de sécurité. En l'absence de dispositions particulières, l'étanchéité à l'air autour du conduit sera réalisée à l'aide d'un coffrage maçonné constitué d'un matériau bénéficiant d'un classement de réaction au feu au moins M1 ou A2-s2,d0 (plâtre, mortier, ...). La membrane d'étanchéité à l'air sera ensuite raccordée sur cet élément avec le mastic VARIO DS.

L'ouvrage de fumisterie neuf ou rénové doit être conforme à la norme NF P 51 201-1 DTU 24-1 P1.

La jonction de la membrane sur le coffrage réalisé est effectuée selon le §5.4 lorsque le conduit n'est pas adossé à la maçonnerie.

La jonction est réalisée comme suit lorsque le conduit est appuyé sur un mur porteur :

1. Pratiquer une entaille dans la membrane de la largeur du conduit pour qu'elle arrive au contact du mur porteur puis procéder à la jonction comme prévu au §4.7.

2. Préparer une pièce de raccord comme précisé au §5.4.

5.6 Traitement des points singuliers en pose par l'extérieur

5.6.1 Traitement de la panne sablière (figure 45)

Une fois l'isolant mis en place, la membrane est collée avec un cordon de mastic VARIO DS déposé sur la panne sablière et les chevrons.

Il faut bien s'assurer de la continuité entre la panne sablière et le mur gouttereau. Si ce n'est pas le cas, il faut réaliser l'étanchéité entre la panne sablière et le mur gouttereau avec du mortier ou avec du mastic VARIO DS.

5.6.2 Traitement des pannes intermédiaires (figure 46)

La membrane « enjambe » simplement la panne. L'isolant doit être découpé au niveau de la panne. Il faut mettre une bande d'épaisseur réduite d'isolant au-dessus de la panne.

5.6.3 Traitement du faîtage (figure 47 et figure 48)

Le traitement de l'étanchéité à l'air du faîtage s'effectue à la fin du traitement du second versant de toit, en fin d'ouvrage.

- A la fin du traitement du premier versant, faire dépasser la membrane d'environ 20 cm au-delà du faîtage sur le second versant.
- A la fin du traitement du second versant, les deux membranes sont scellées en partie haute du deuxième versant avec le mastic VARIO DS.

5.6.4 Traitement des rives latérales (figure 49 et figure 50)

La jonction de la membrane avec le chevron de rive est rendue étanche à l'air avec le mastic VARIO DS.

Le traitement de la rive doit être effectué après la pose de l'isolant mais avant la pose des bois de sous-couverture.

Il faut bien s'assurer de la continuité entre le chevron de rive et le mur pignon. Si ce n'est pas le cas, il faut réaliser l'étanchéité entre la membrane et le mur pignon avec le mastic VARIO DS.

5.6.5 Traitement des rives de tête – Faîtage monopente

La jonction de la membrane avec le mur (ou avec le chevron de rive dans le cas d'un dépassement de mur) est rendue étanche à l'air avec le mastic VARIO DS.

5.6.6 Traitement des chéneaux

La jonction de la membrane avec le mur ou avec le chevron de rive est rendue étanche à l'air avec le mastic VARIO DS.

5.6.7 Traitement des arêtiers

Le traitement des arêtiers se fait comme celui du faîtage :

- A la fin du traitement du premier versant, faire dépasser la membrane d'environ 20 cm au-delà de l'arêtier sur le second versant
- A la fin du traitement du second versant, les deux membranes sont scellées en partie haute du deuxième versant avec le mastic VARIO DS.

5.6.8 Traitement des noues

- Au débit du traitement du premier versant, faire dépasser la membrane d'environ 20 cm au-delà du chevron de noue sur le deuxième versant.
- Au deuxième versant, les deux membranes sont scellées avec le mastic VARIO DS.

5.6.9 Traitement des souches de cheminées (figure 51)

L'étanchéité à l'air entre la membrane et la structure est réalisée sur le bois de chevêtre avec le mastic VARIO DS. La distance de sécurité indiquée dans le NF DTU 24.1 doit être respectée. Entre le chevêtre et le conduit de cheminée, l'espace doit être rempli de mortier non-combustible conforme au même NF DTU 24.1.

5.6.10 Traitement des sorties de ventilation (figure 52)

L'étanchéité à l'air entre la sortie de ventilation et la membrane se fait avec l'adhésif VARIO MULTITAPE.

5.611 Traitement fenêtres de toit (figure 53)

La membrane est déroulée sur la fenêtre de toit et découpée. L'étanchéité à l'air entre la membrane et les joues du dormant de la fenêtre de toit est réalisée avec l'adhésif VARIO MULTITAPE.

5.612 Traitement des lucarnes

L'étanchéité à l'air entre la membrane et la structure est réalisée sur le bois de chevron (chevron de jouée, sablière, linçoir) avec le mastic VARIO DS.

Les isolations des toits des lucarnes Capucine, des lucarnes droites et des outeaux sont traitées comme celle d'un toit.

L'isolation du toit d'une lucarne rampante est traitée dans la continuité de l'isolation du rampant.

6. Mise en œuvre en climat de montagne (figure 67)

Dans le cas d'un climat de montagne, la mise en œuvre du système d'isolation thermique et du système d'étanchéité à l'air est identique à celle décrite dans les paragraphes précédents. Dans le cas d'un ouvrage neuf, l'écran de sous-toiture HPV souple est mis en œuvre mais ne constitue pas une sous-toiture au sens du cahier CSTB « Guide des toitures en climat de montagne », révision de juin 2011. Le dispositif doit être complété par une sous-toiture conçue conformément à ce cahier. La figure 66 donne un exemple de mise en œuvre du système avec une toiture adaptée au climat de montagne.

En climat de montagne, la membrane hygro-régulante peut être installée dans la couche isolante à condition de respecter les conditions énoncées au paragraphe 11.4.2.3 du DTU 31.2 P1-1 de janvier 2011 (règle thermique des 1/4 – 3/4). Cette mise en œuvre n'est pas possible lorsqu'un isolant à base de fibres végétales ou animale est placé devant la membrane côté intérieur.

7. Maintenance et entretien

Après réception de l'ouvrage, toute intervention ultérieure entraînant une dégradation du système d'étanchéité à l'air devra être suivie d'une remise en état de l'élément endommagé afin de le rendre à nouveau étanche.

L'entreprise intervenant devra prendre connaissance au préalable de la constitution de l'ouvrage et s'informer des modalités de réparation du système d'étanchéité à l'air. Ainsi il conviendra de reboucher les éventuels entailles et percements à l'aide par exemple du mastic VARIO DS.

Les occupants devront être également informés du risque de dégradation des performances d'étanchéité à l'air en cas de percement de la membrane ou d'éventuels travaux d'aménagement ultérieurs invasifs. Cette information pourra figurer dans un carnet de suivi du logement.

B. Résultats expérimentaux

1- Essais selon le guide technique spécialisé pour la constitution d'un dossier de demande d'Avis Technique : système d'étanchéité à l'air ou à la vapeur d'eau des parois de bâtiments :

Caractérisation des performances intrinsèques des éléments du procédé VARIO/VARIO XTRA, compatibilité des éléments du procédé (Transmission de la vapeur d'eau, résistance à la traction, allongement à la rupture en traction, résistance à la déchirure au clou, résistance au pelage des jonctions, résistance au cisaillement des jonctions, caractéristiques aérodynamiques)

- Rapport d'essais n°HO 10-09114
- Rapport d'essais n°CAPE AT 13-021-3
- Rapport d'essais n°HO 13-E12064 Rev 01
- Rapport d'essais n°HO 10-10113
- Rapport d'essais n°EEM 10-10048

2 - Etudes de simulation du comportement hygrothermiques des parois de toitures avec le procédé Vario/Vario XTRA :

- Rapport d'études hygrothermiques : rapport CSTB n° CPM/03-0018, n° CPM 03-0030 et 03-0031, DER-CPM CP et CA (résumé 30/04/2008), CPM/07-0 /CIP/CP (2007), n° 13/260-45526, n° 14-26052335

3 - Performance acoustique du système :

- Mesure de l'indice d'affaiblissement acoustique: RE CSTB n°AC03-077CSTB n°AC08-26014409
- FCBA 2007.029/254
- CSTB n°AC13-26048456/2-Rev01
- CSTB n°AC13-26048456/1-Rev01

4 - Etudes thermiques calcul des coefficients Up intégrant les ponts thermiques intégrés du système :

- Rapport CSTB DER/HTO 2006-049-RB/LS,
- Rapport CSTB DER/HTO 2009-079-AD/LS
- Rapport CSTB DER/HTO 2009-135-AD/LS
- Rapport CSTB DER/HTO 2010-181-AD/LS
- Rapport CSTB DIR/HTO 2014-182-KZ/LS

5- Validation de la résistance à la traction selon DTU 25.41 :

Essais de résistance en traction de suspentes INTEGRA₂ associées aux éléments porteurs : RE n° EEM 10 26025649 /A et /B

6 - Mesure de réaction au feu des membranes :

- VC 82-80-01-20-V (Vario Xtra) – FIRES –CR-008-13-AUPE
- VC 82-80-01-05-V (Vario KM Duplex) - FIRES –CR-061-13-AUPE

7 - Déclaration sur les émissions de COV :

Niveau A+

8 – Essais de tenue au feu sur le système complet :

Rapport d'essai du CSTB N° DSSF/DEEF CL/SL-123 lié aux rapports RS06-166 et RS07-002

C. Références

C1. Données Environnementales et Sanitaires 4

Le procédé VARIO / VARIO XTRA ne fait pas l'objet d'une déclaration environnementale (DE). Il ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

Les données issues des DE ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les procédés visés sont susceptibles d'être intégrés.

C2. Autres références

Vario KM Duplex UV : Plus de 9,5 millions de m² ont été posés en France depuis 2006.

Vario Xtra : Plus de 20 000 m² ont été posés en France depuis début 2013.

Figures et tableaux du Dossier Technique - ANNEXE

Les toitures représentées des figures 3 à 65 concernent le climat de plaine. Un exemple de toiture en climat de montagne est donné en figure 66.

Les schémas sont présentés avec des isolants de type ISOCONFORT, IBR ou Comblissimo. Toutefois la mise en place d'autres isolants tels que définis dans le dossier technique est identique.

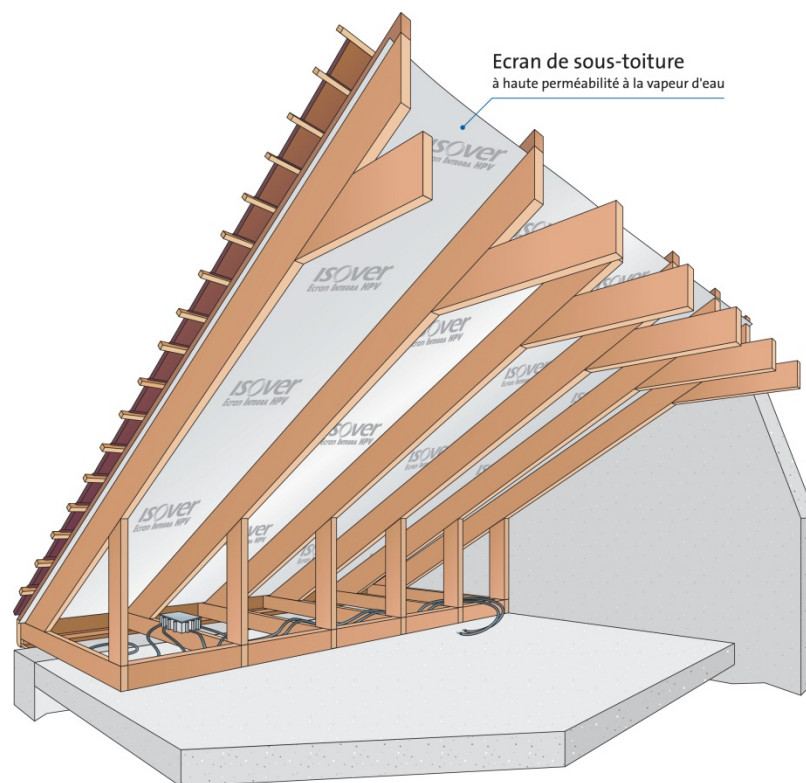


Figure 3 - Charpente en fermettes industrielisées pour comble aménagé : Mise en place de l'écran de sous-toiture en charpente industrielisée

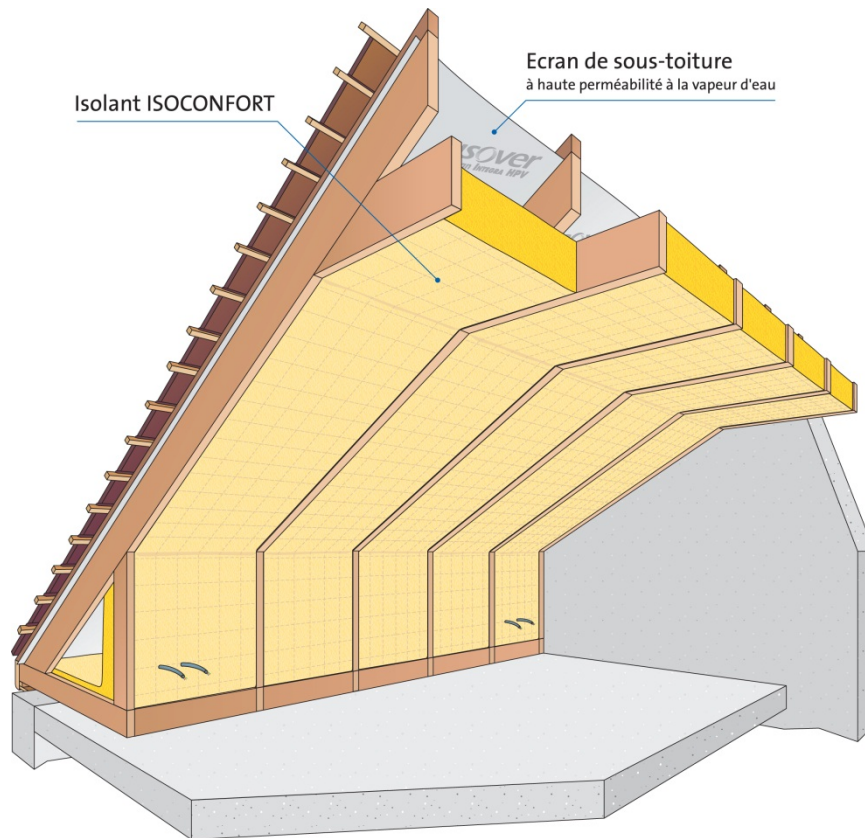


Figure 4 - Charpente en fermettes industrialisées pour comble aménagé : Pose de l'isolant entre fermettes

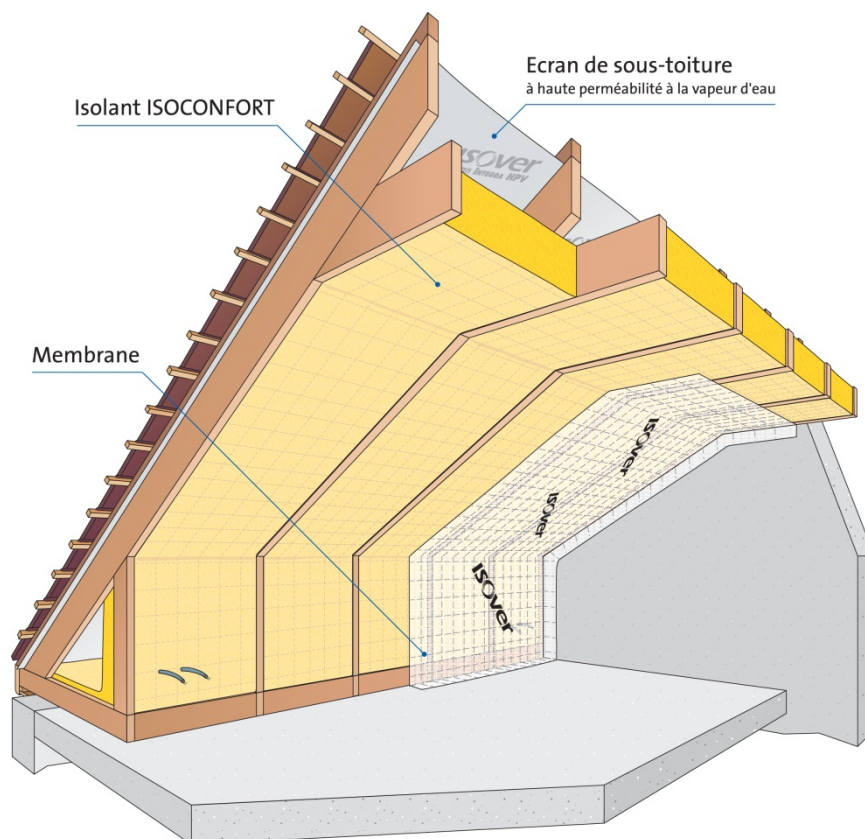


Figure 5 - Charpente en fermettes industrialisées pour comble aménagé : Pose du premier lé de membrane agrafée sous fermettes

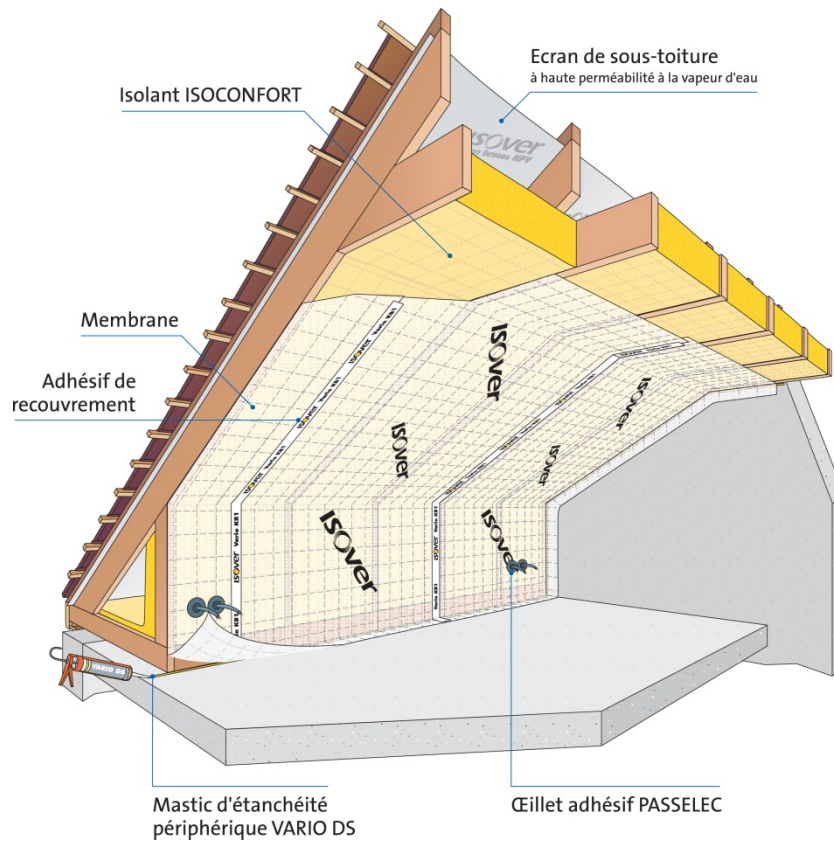


Figure 8 - Charpente en fermettes industrialisées pour comble aménagé : Pose du mastic d'étanchéité VARIO DS

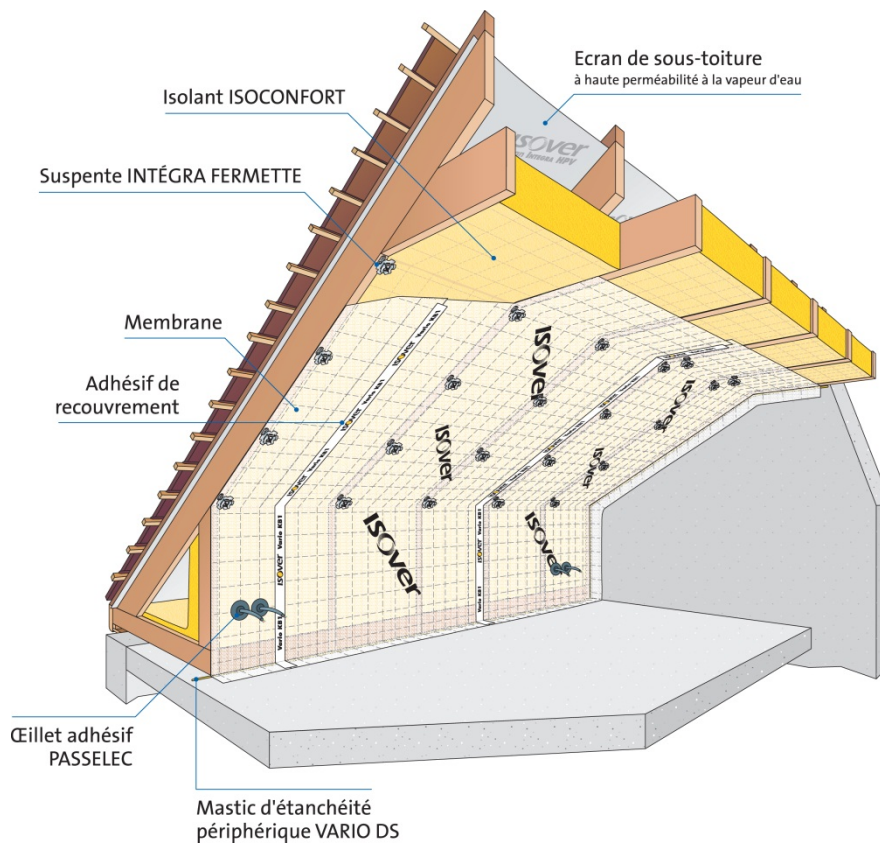


Figure 9 - Charpente en fermettes industrialisées pour comble aménagé : Pose des suspentes INTEGRA Fermette

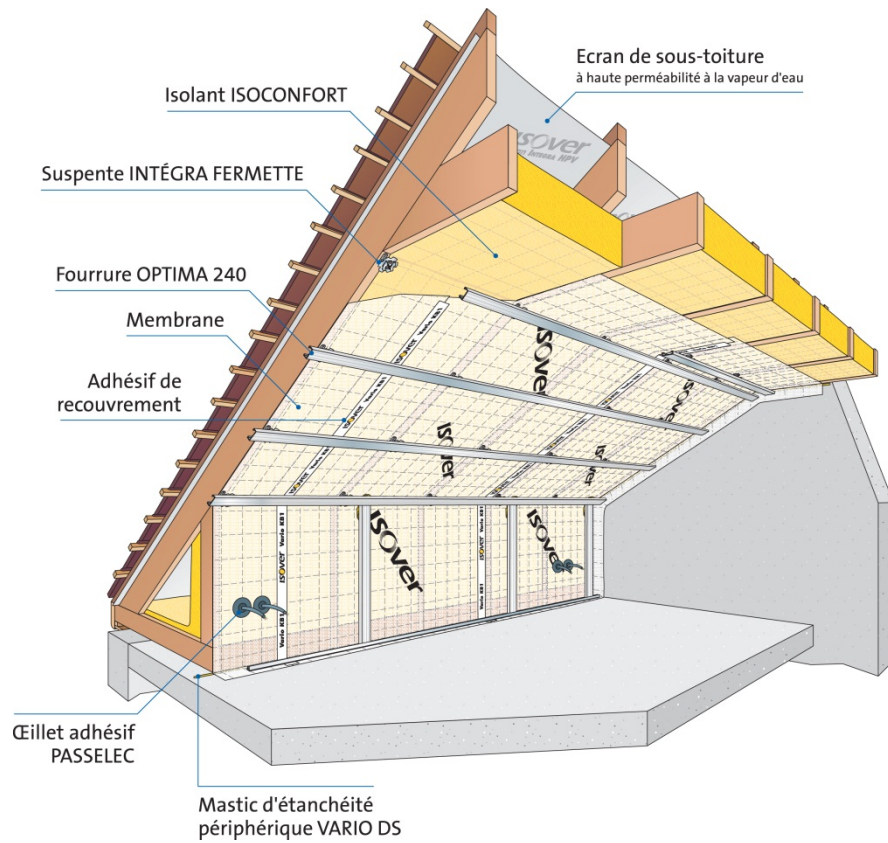


Figure 10 - Charpente en fermettes industrialisées pour comble aménagé : Pose de l'ossature métallique (entraxe des montants au niveau du pied droit : 0,60 m maximum)

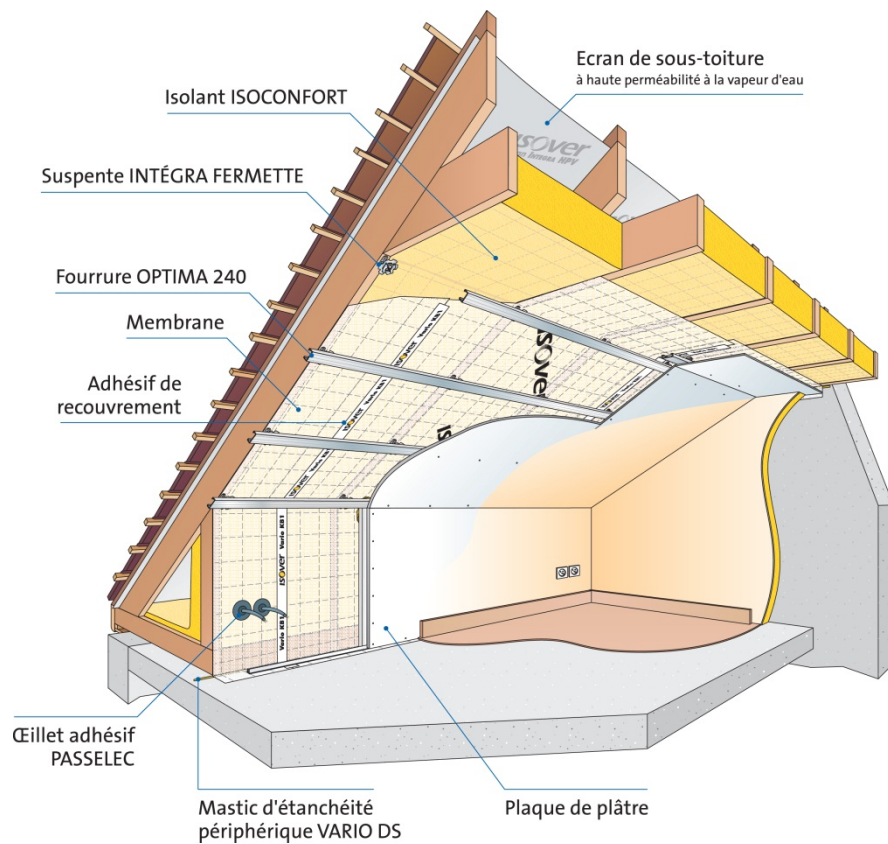


Figure 11 - Charpente en fermettes industrialisées pour comble aménagé : Pose des plaques de plâtre perpendiculaires à l'ossature métalliques (mur pignon isolé)

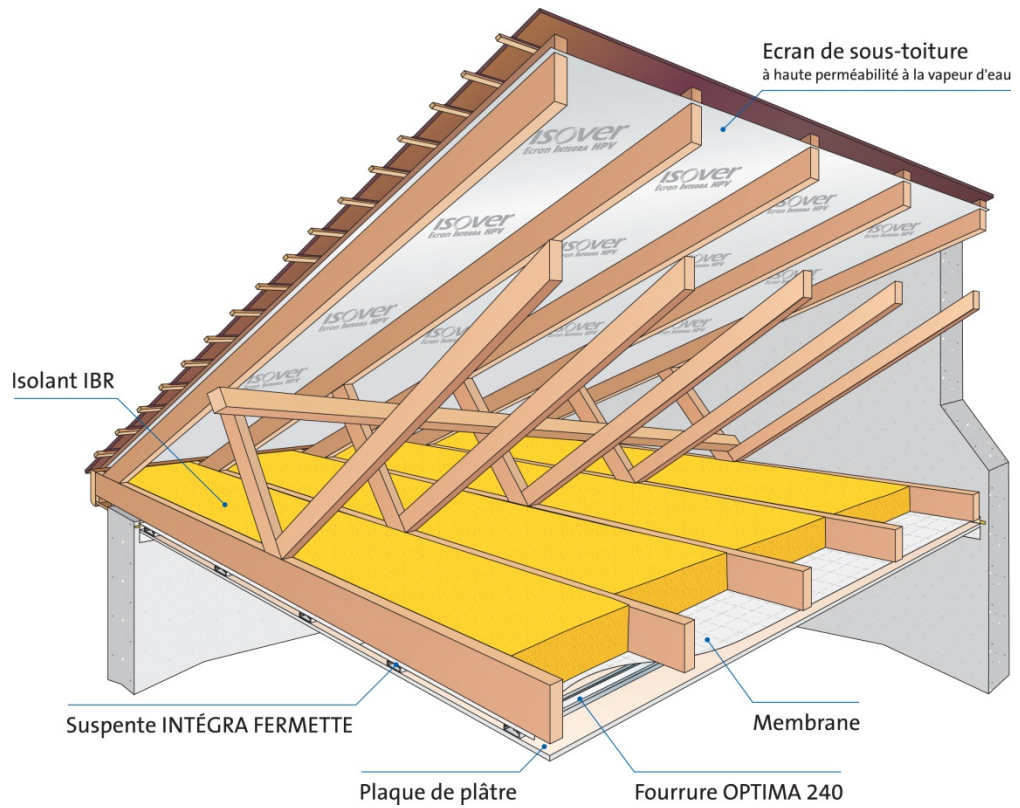


Figure 12 - Charpente en fermettes industrialisées pour comble perdu : Isolant en panneau, panneau roulé ou rouleau – Pose du plafond suspendu sur ossature métallique avec la suspenste Integra fermette

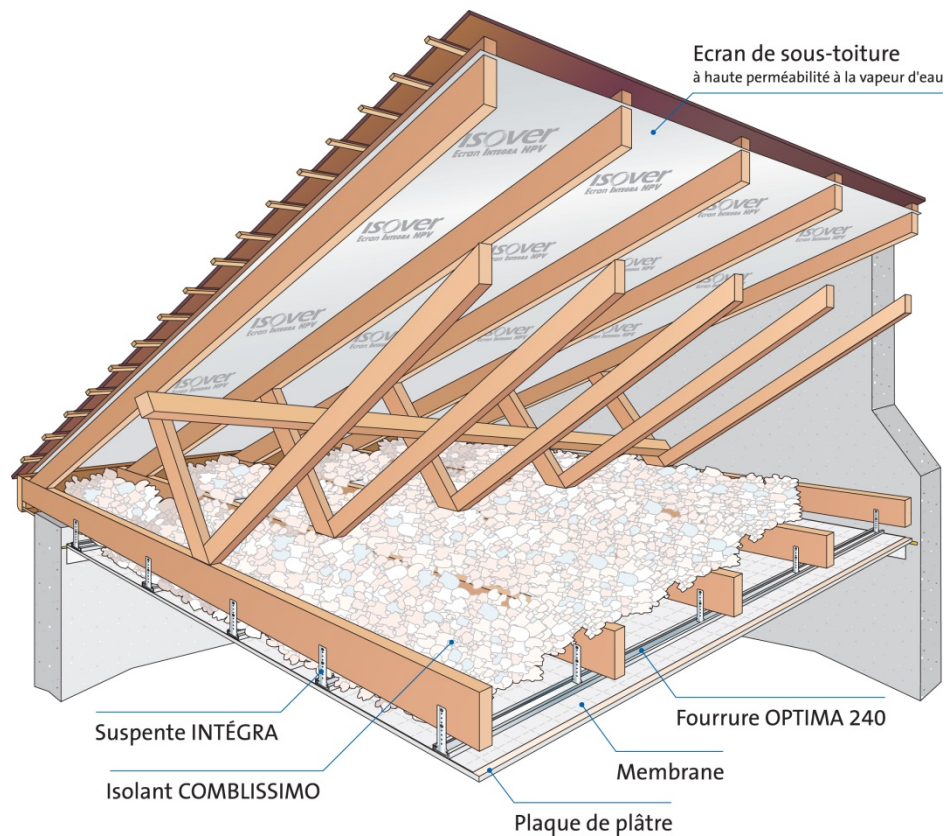


Figure 13 - Charpente en fermettes industrialisées pour comble perdu : Isolant en vrac soufflé mécaniquement - Mise en œuvre du procédé avec la suspenste Intégra

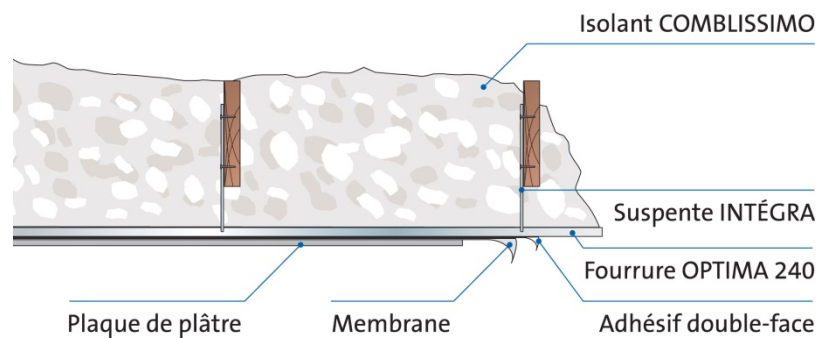


Figure 14 - Charpente en fermettes industrialisées pour comble perdu : Isolant en vrac soufflé mécaniquement - Mise en œuvre du procédé avec la suspente Intégra (coupe en 2D)

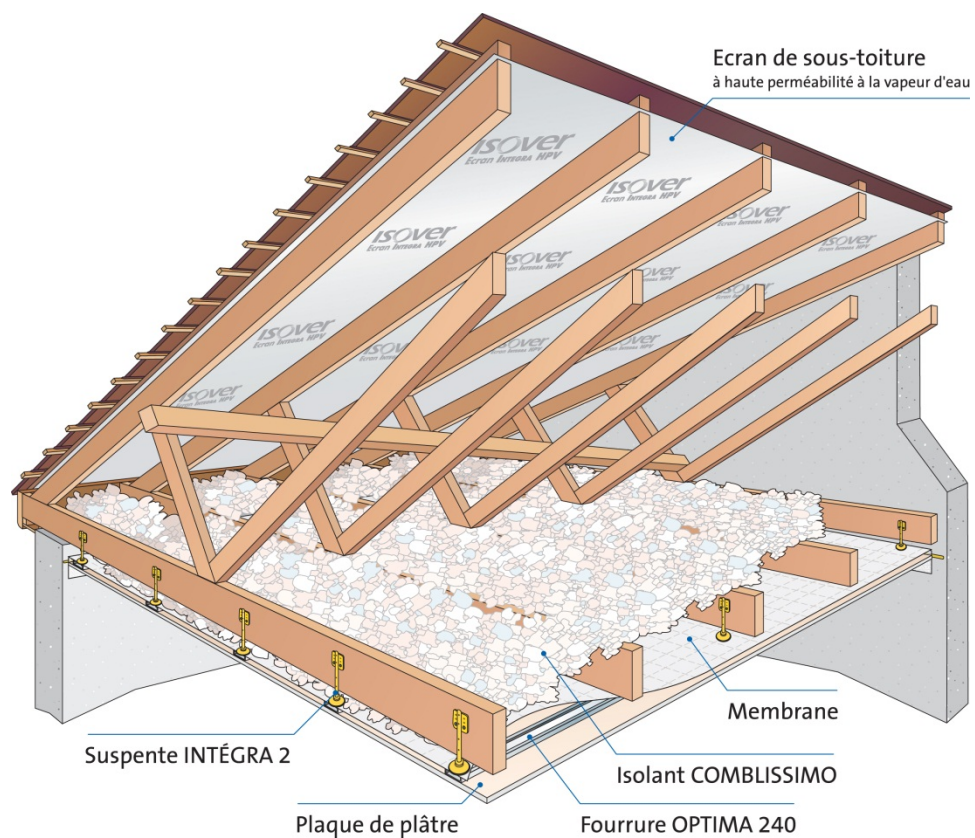


Figure 15 - Charpente en fermettes industrialisées pour comble perdu : Isolant en vrac soufflé mécaniquement - Mise en œuvre du procédé avec la suspente Intégra2

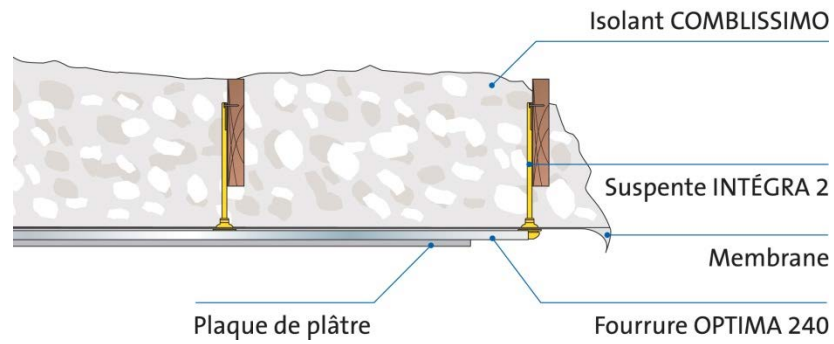


Figure 16 - Charpente en fermettes industrialisées pour comble perdu : Isolant en vrac soufflé mécaniquement - Mise en œuvre du procédé avec la suspente Intégra2 (coupe en 2D)

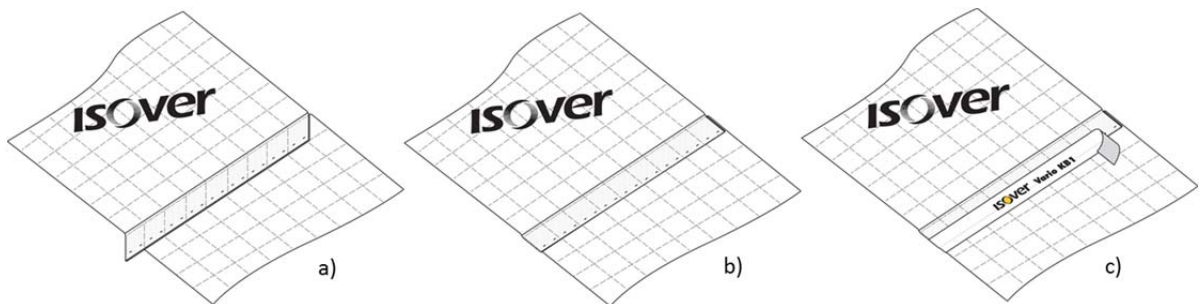


Figure 17 - Charpente en fermettes industrialisées pour comble perdu : Isolant en vrac soufflé mécaniquement - Mise en œuvre du procédé avec la suspente Intégra2 – focus sur la jonction des lès de membrane – vue de dessous (a) agrafage, (b) pliage, (c) pose de l'adhésif

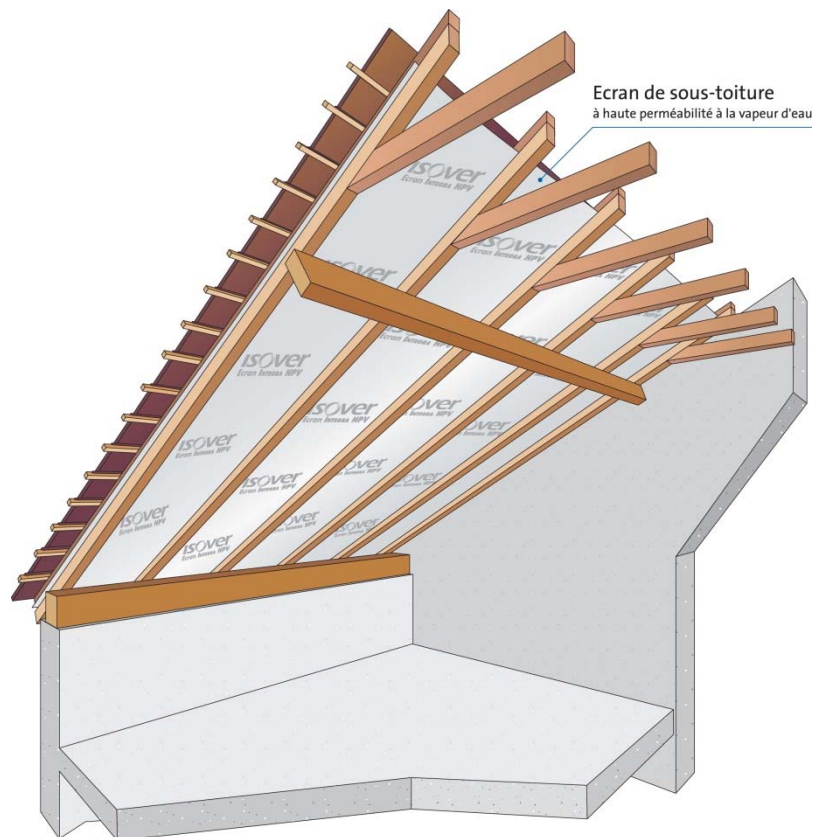


Figure 18 - Charpente traditionnelle : Ecran de sous-toiture en charpente traditionnelle

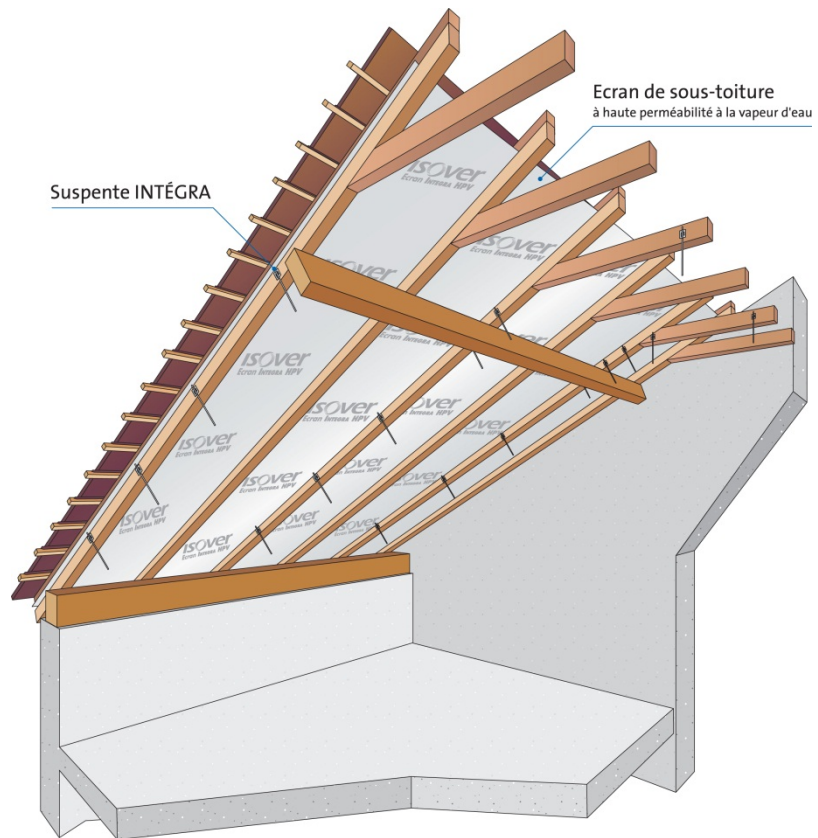


Figure 19 - Charpente traditionnelle : Pose de suspentes Intégra

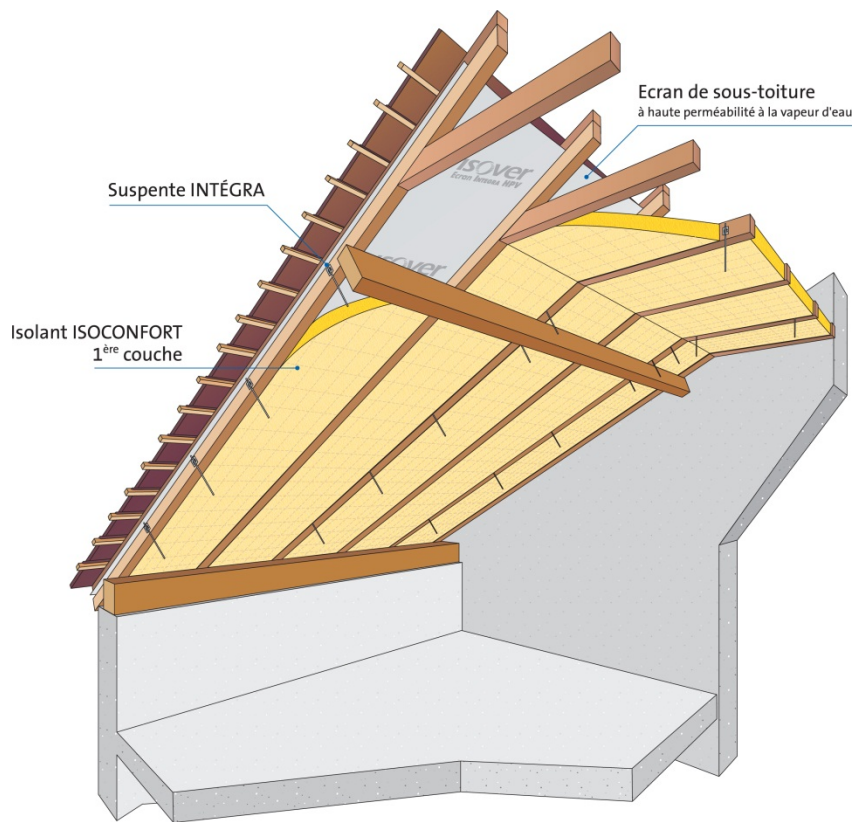


Figure 20 - Charpente traditionnelle : Pose de la première couche de l'isolant entre chevrons

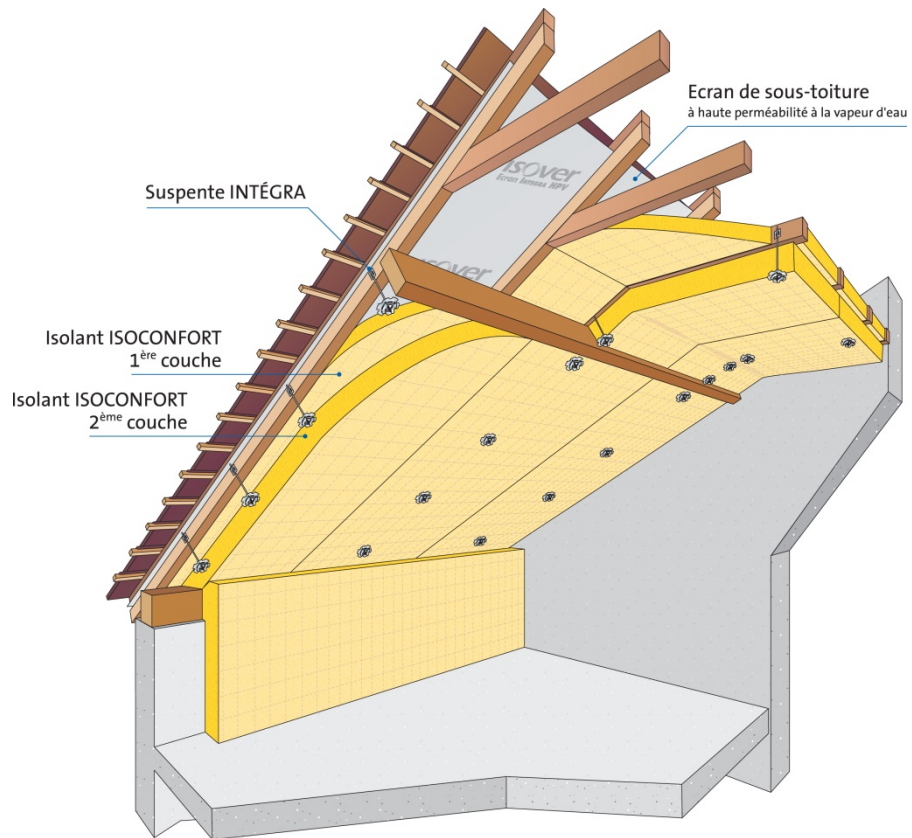


Figure 21 - Charpente traditionnelle : Pose de la deuxième couche de l'isolant sous chevrons

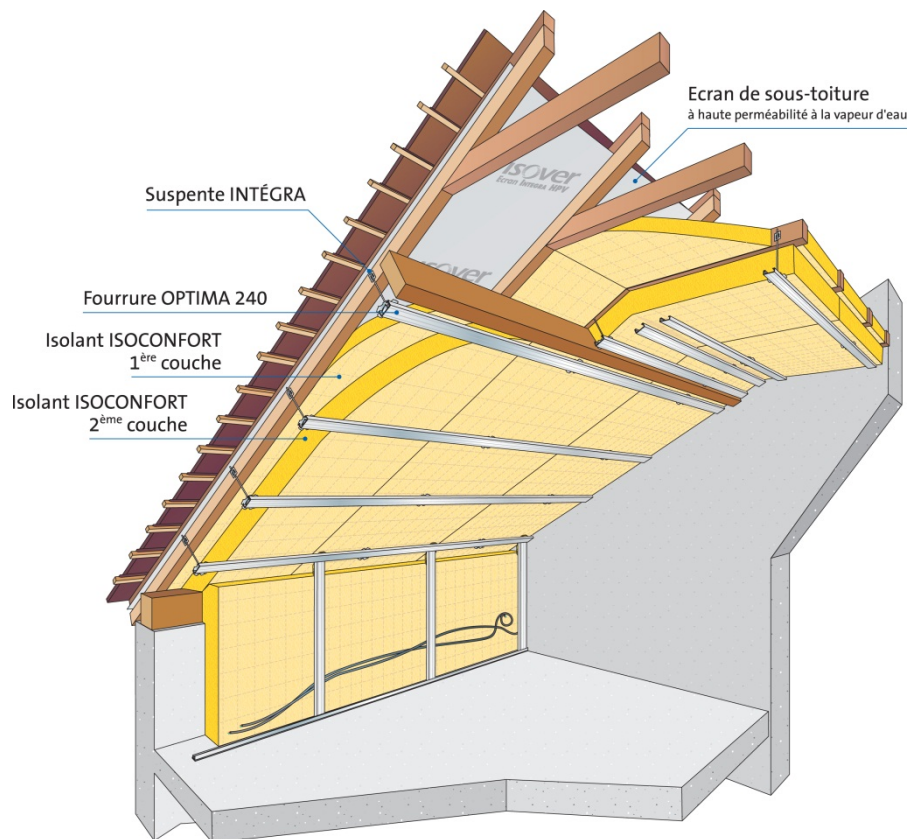


Figure 22 - Charpente traditionnelle : Pose de l'ossature métallique (entraxe des montants au niveau du pied droit : 0,60 m maximum)

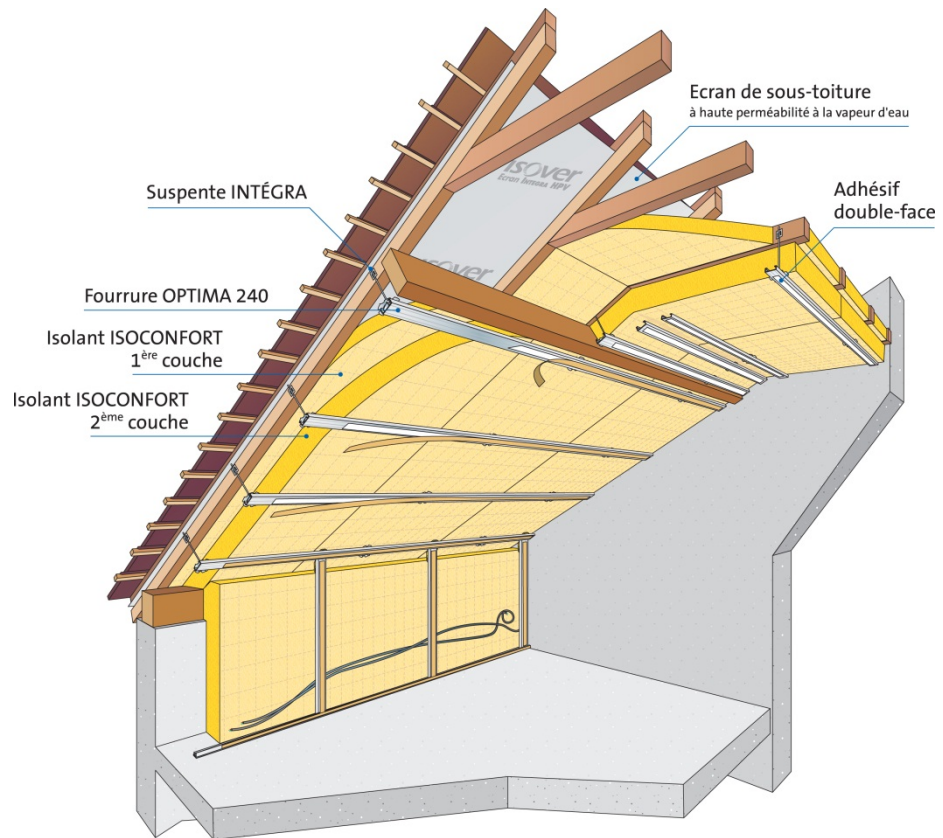


Figure 23 - Charpente traditionnelle : Pose de l'adhésif double face

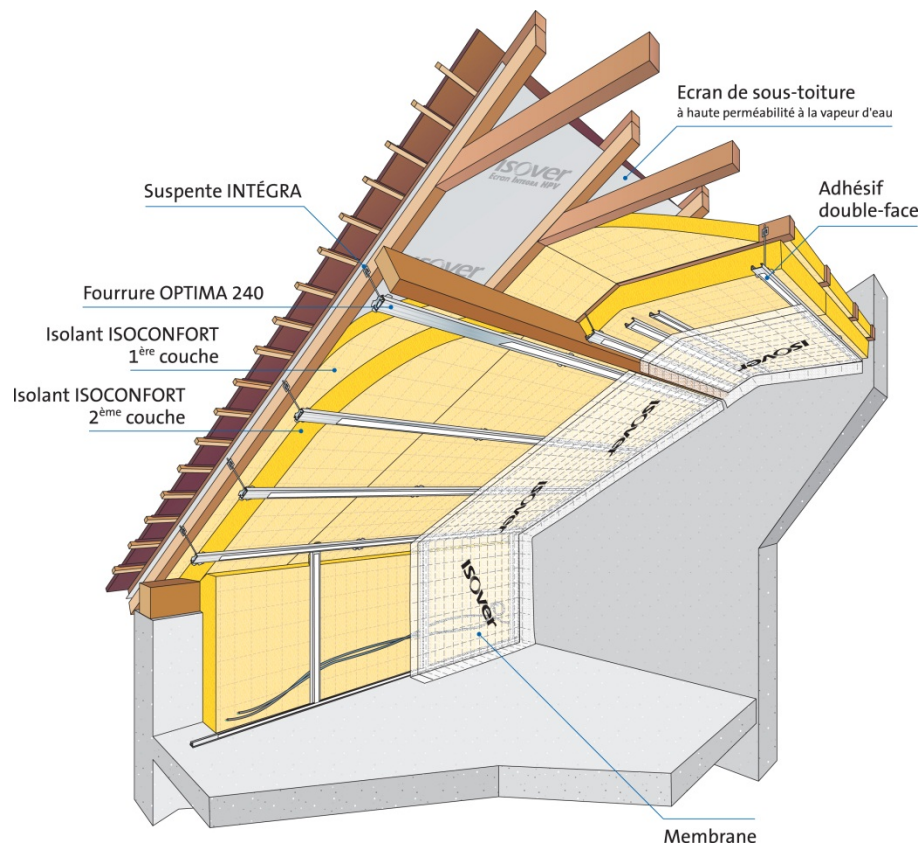


Figure 24 - Charpente traditionnelle : Pose du premier lé de membrane

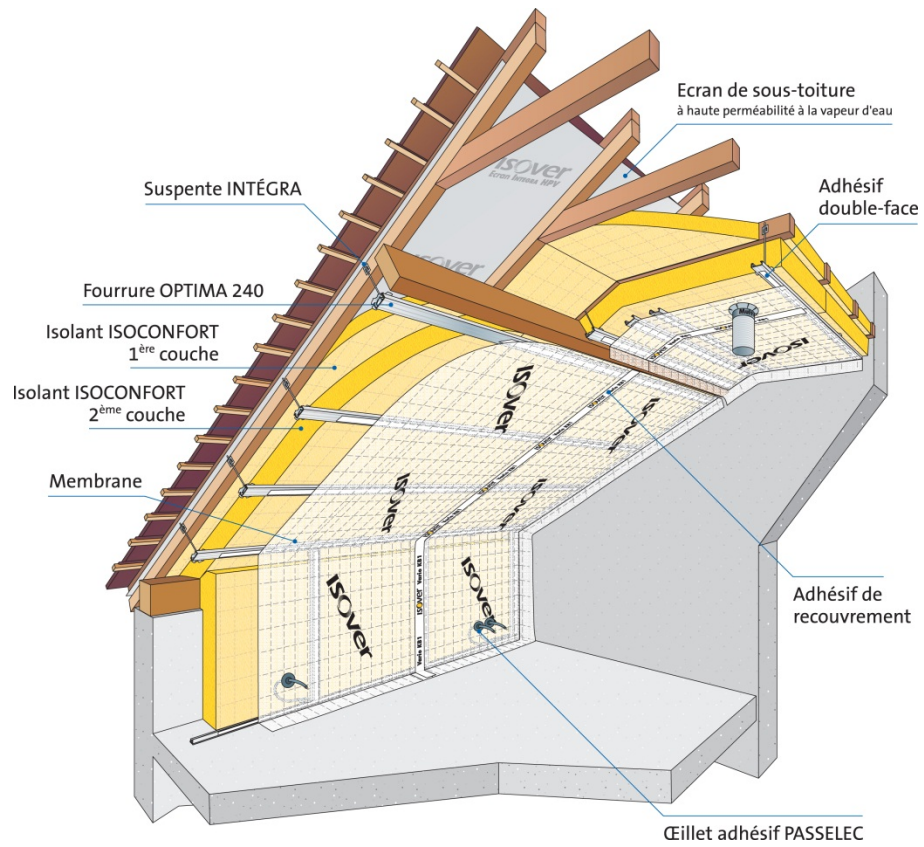


Figure 25 - Charpente traditionnelle : Pose du deuxième lé de membrane et suivants

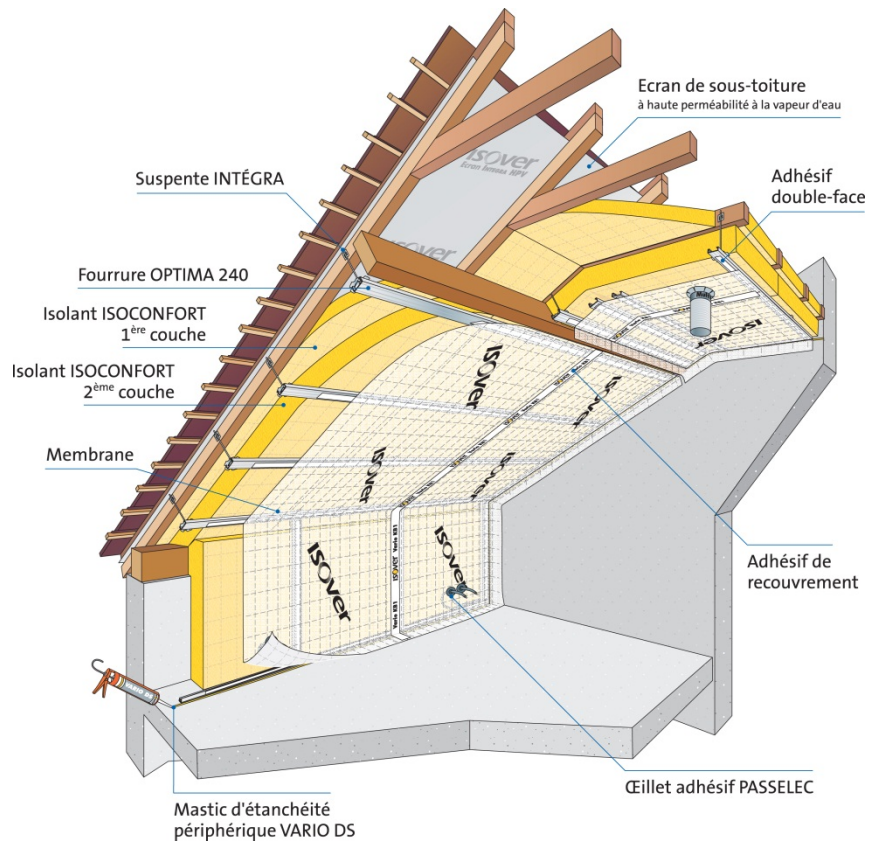


Figure 26 - Charpente traditionnelle : Pose du mastic d'étanchéité VARIO DS

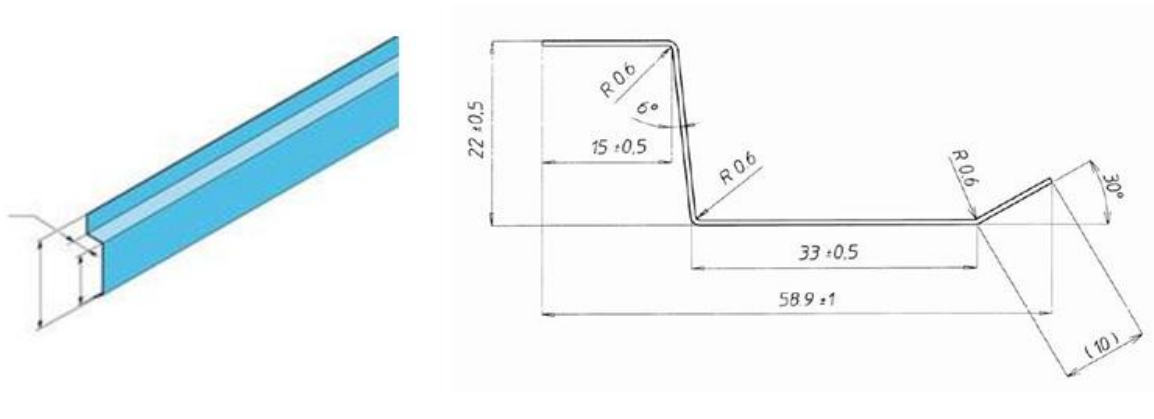


Figure 27 - Schéma du profilé Stil'MOB

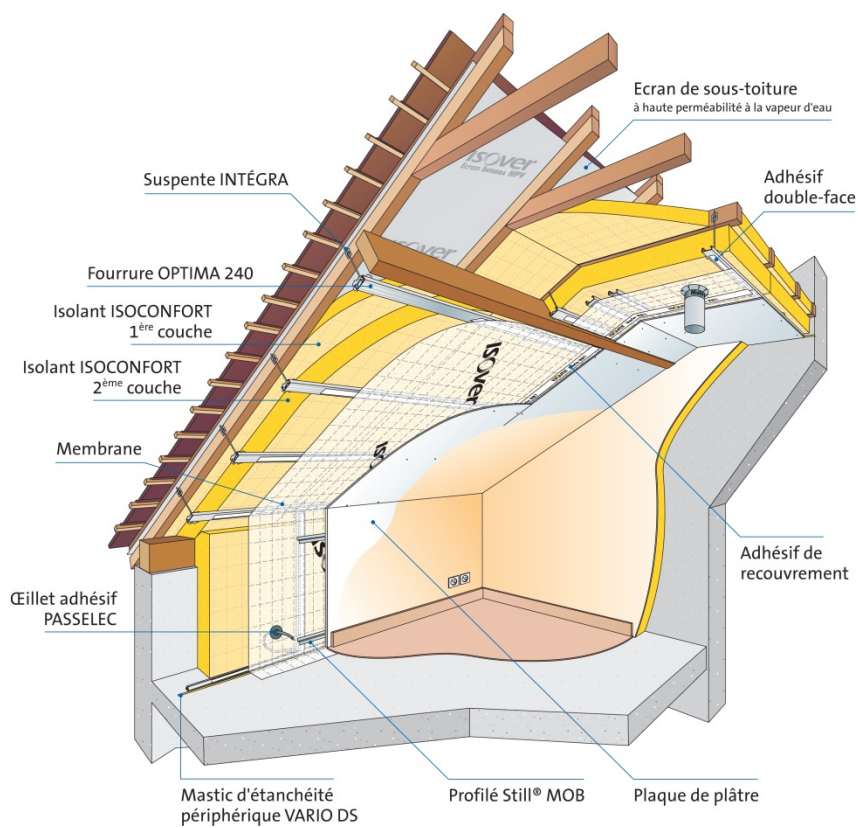


Figure 28 - Charpente traditionnelle : Pose des plaques de plâtre avec pré-perçement pour passage des gaines électriques (finition après isolation du mur pignon). En pied droit pose des plaques sur ossature secondaire métallique (profilés Stil'MOB- cf. Figure 26)

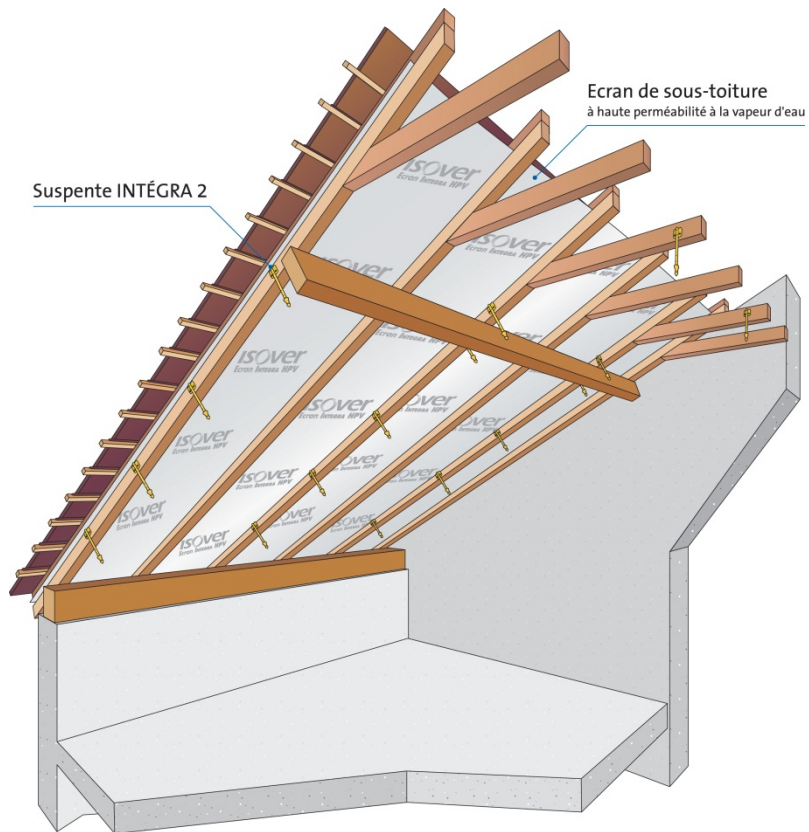


Figure 29 - Charpente traditionnelle : Pose des suspentes INTEGRA2

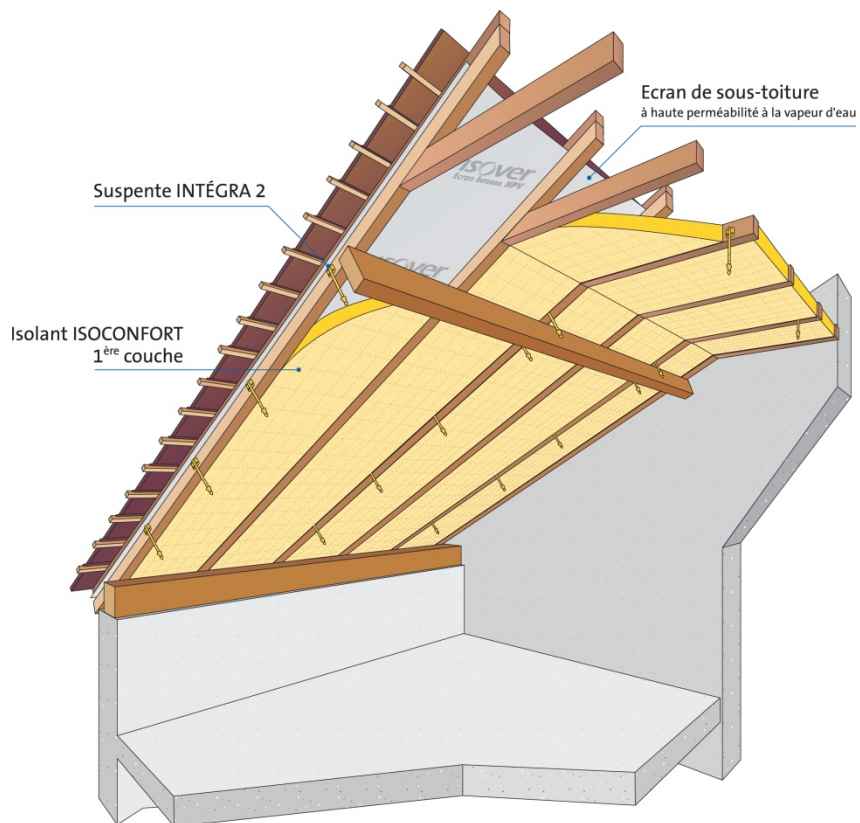


Figure 30 - Charpente traditionnelle : Pose de la première couche d'isolant entre chevrons

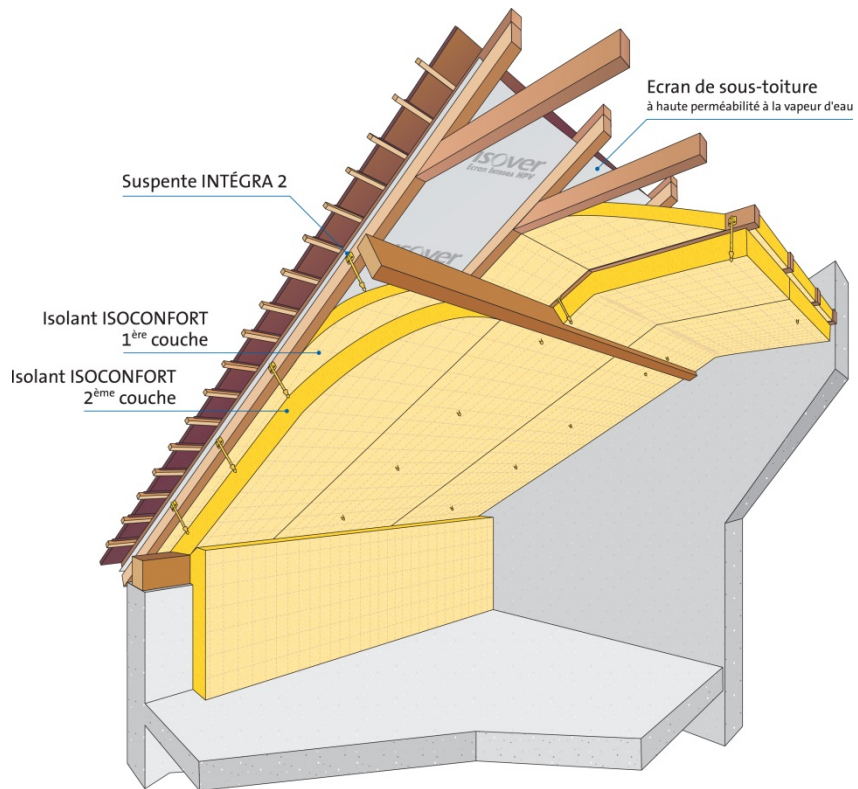


Figure 31 - Charpente traditionnelle : Pose de la deuxième couche d'isolant embrochée sur les corps de suspentes INTÉGRA2

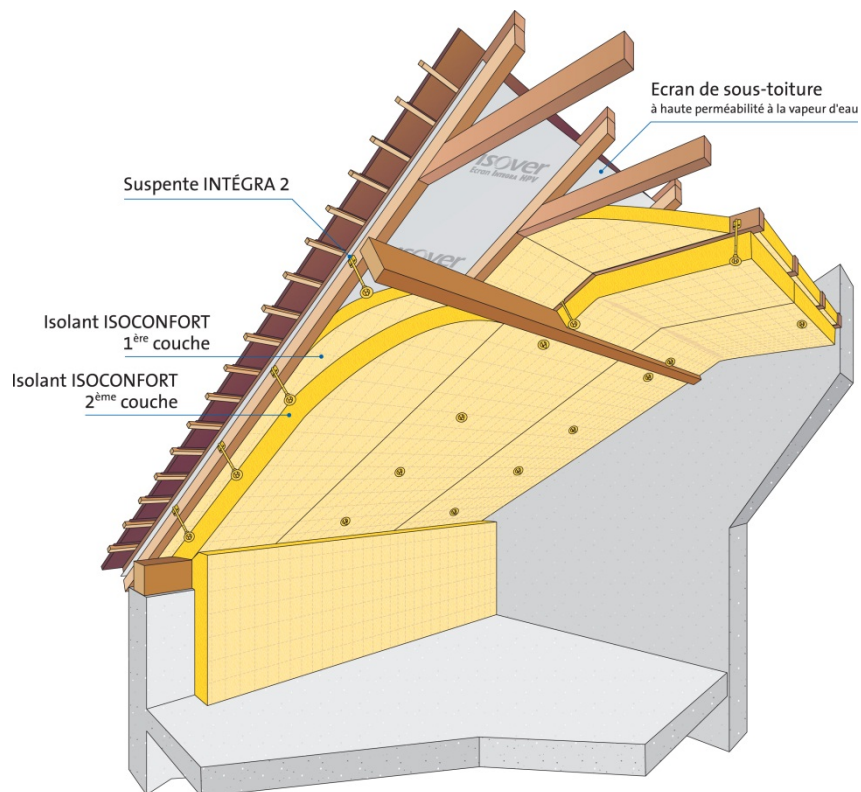


Figure 32 - Charpente traditionnelle : Pose des rondelles INTÉGRA2 (clipsage sur les corps de suspentes)

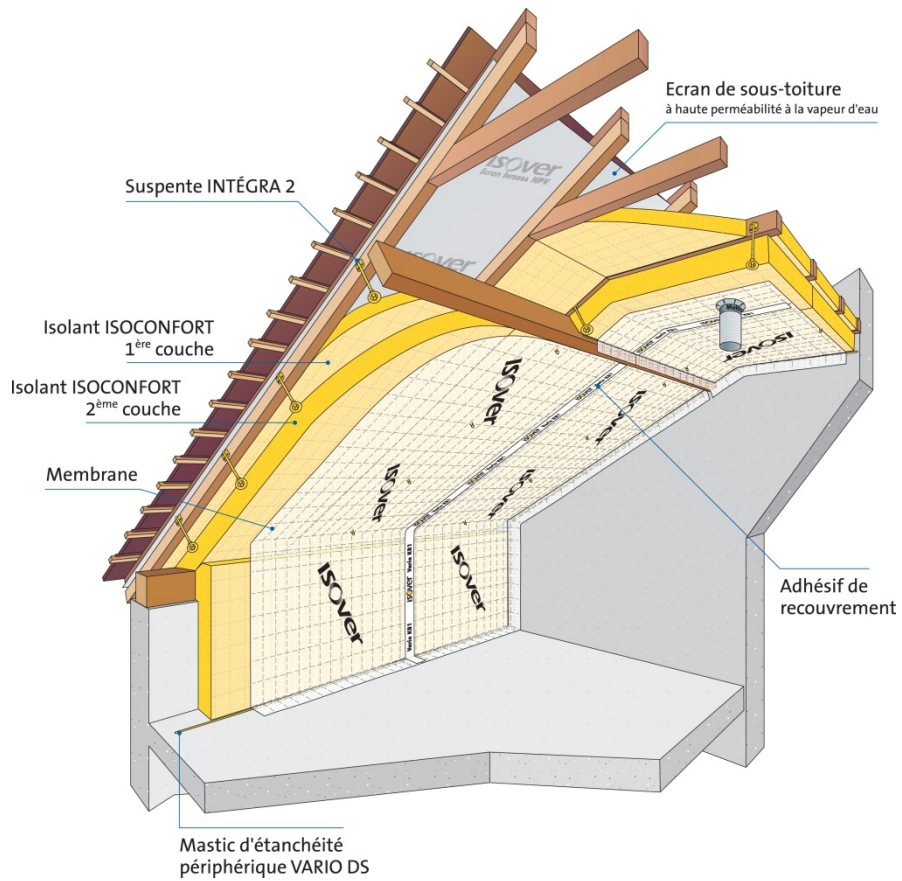


Figure 33 - Charpente traditionnelle : Pose des lés de membrane embrochés sur les corps de suspentes contre les rondelles

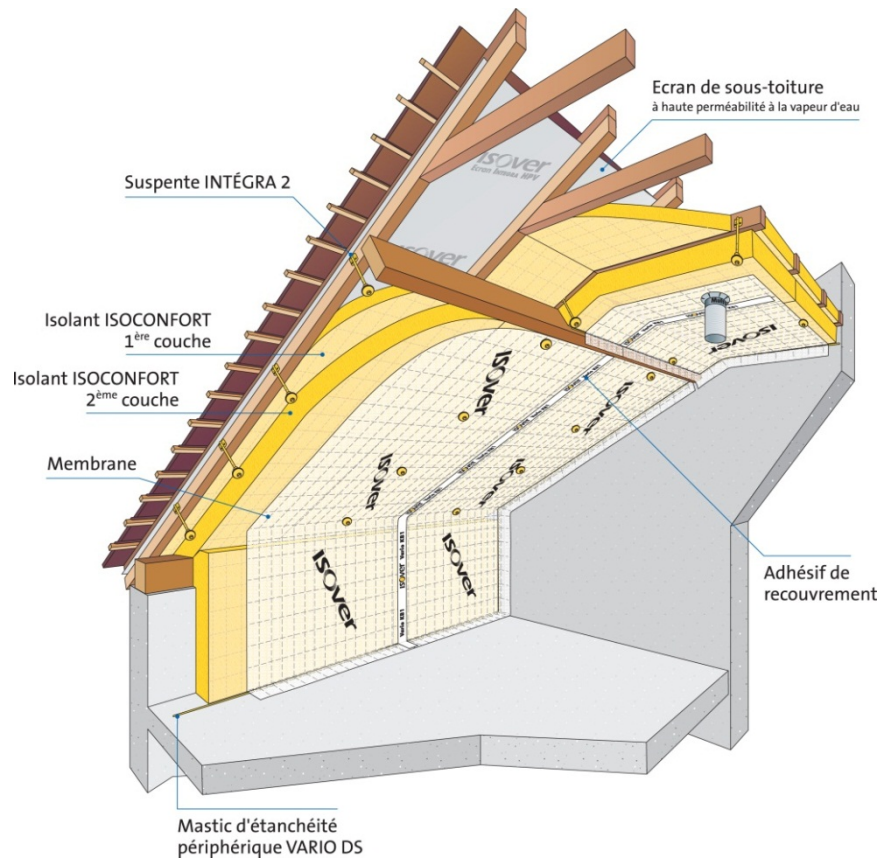


Figure 34 - Charpente traditionnelle : Pose des clefs INTEGRA2 : la membrane est pincée entre la rondelle et la clef et le clip sonore verrouille l'étanchéité à l'air

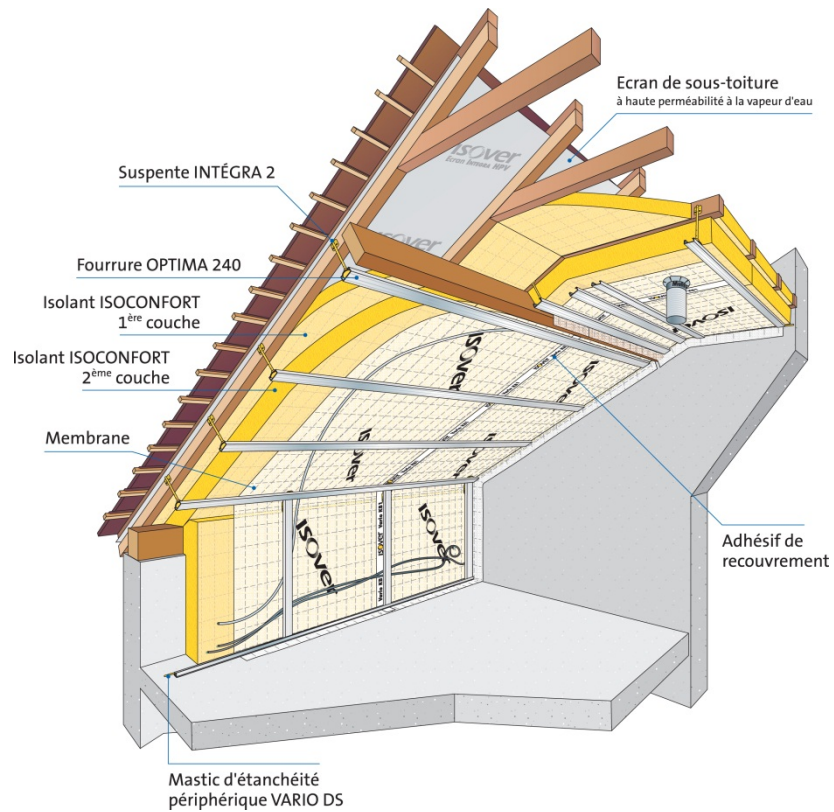


Figure 35 - Charpente traditionnelle : Pose de l'ossature métallique : les fourrures sont clipsées sur les clefs INTEGRA2. Les gaines électriques sont passées entre la membrane et l'ossature métallique

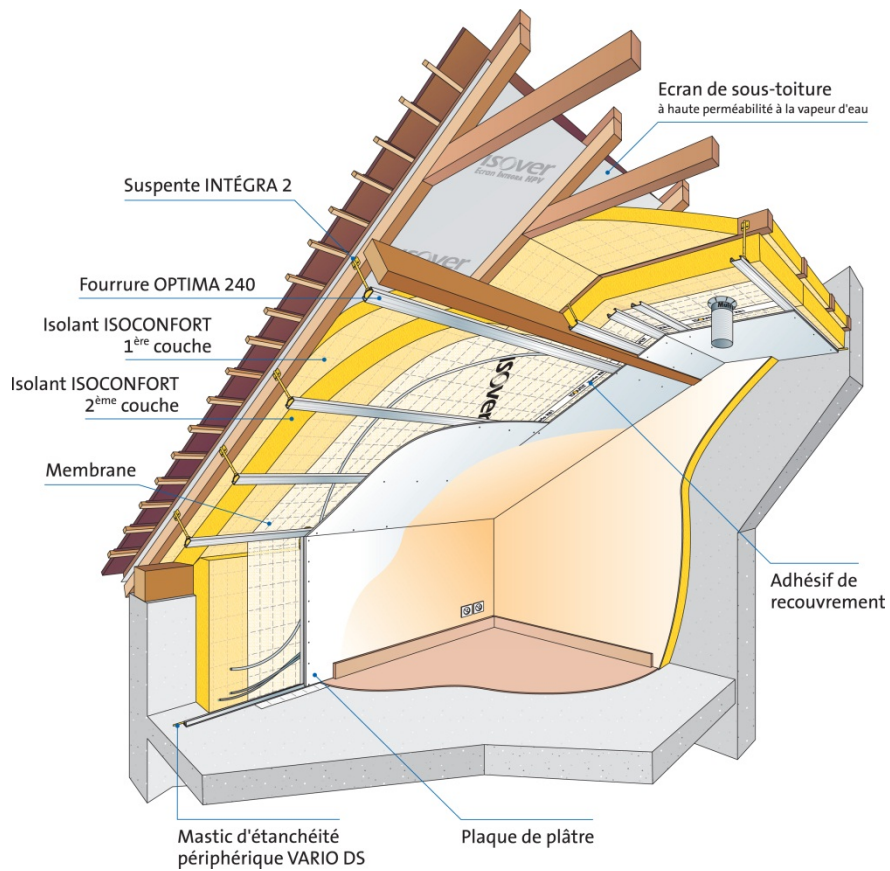


Figure 36 - Charpente traditionnelle : Pose des plaques de plâtre (mur pignon isolé)

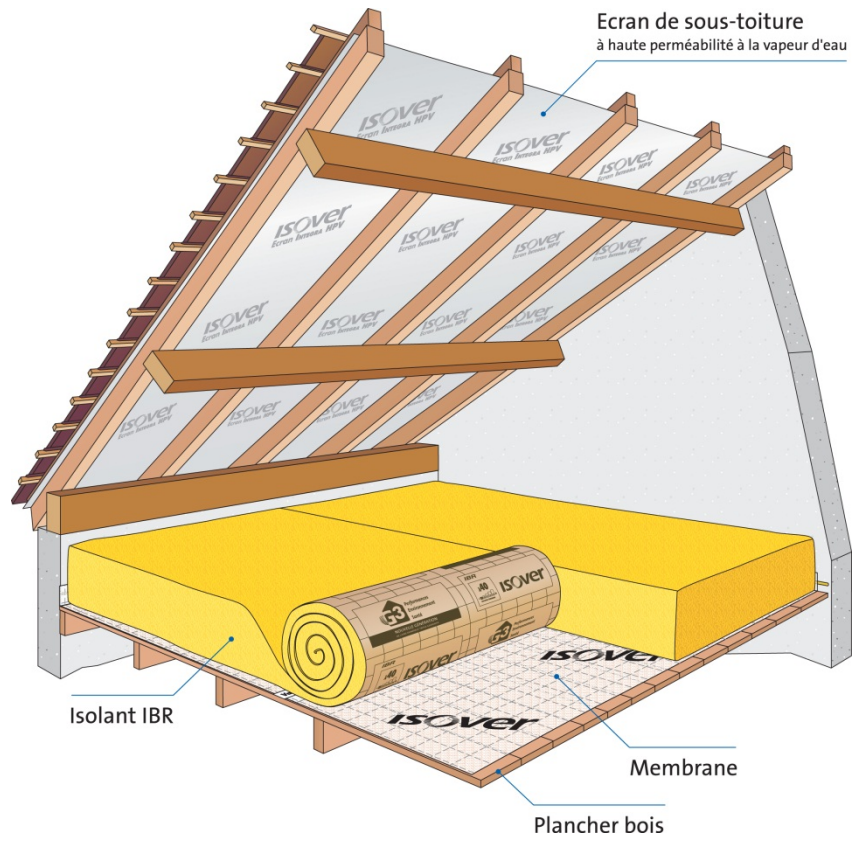


Figure 37 - Pose sur plancher de comble perdu : Exemple de mise en œuvre d'isolant en rouleau sur plancher de comble perdu

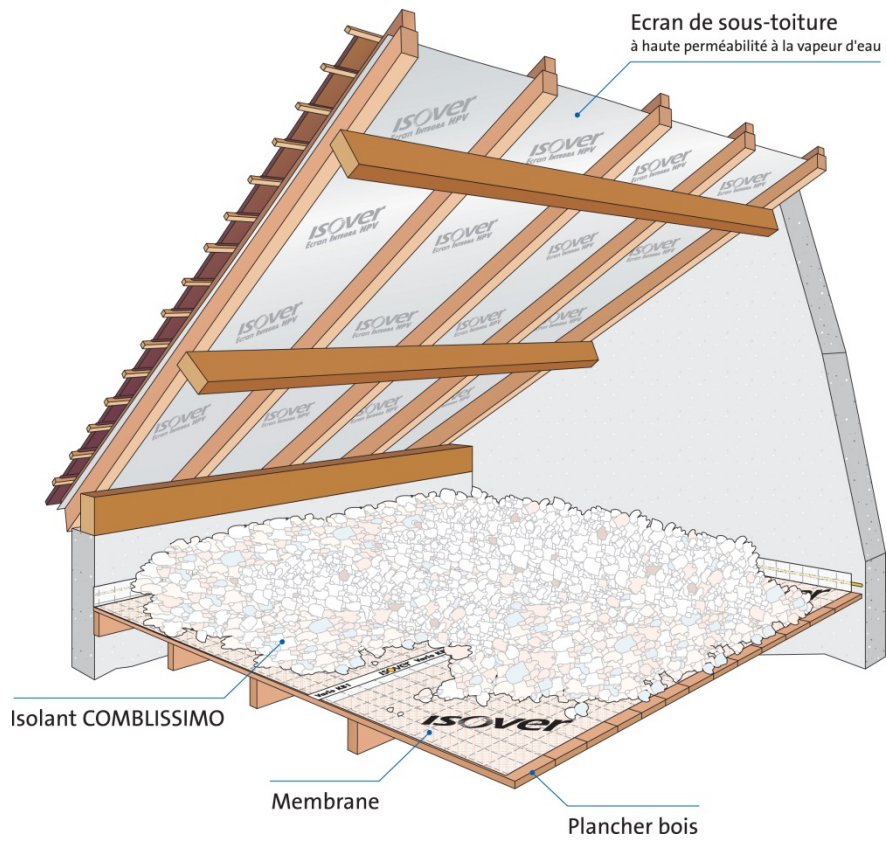


Figure 38 - Pose sur plancher de comble perdu : Exemple de mise en œuvre d'isolant en vrac sur plancher de comble perdu

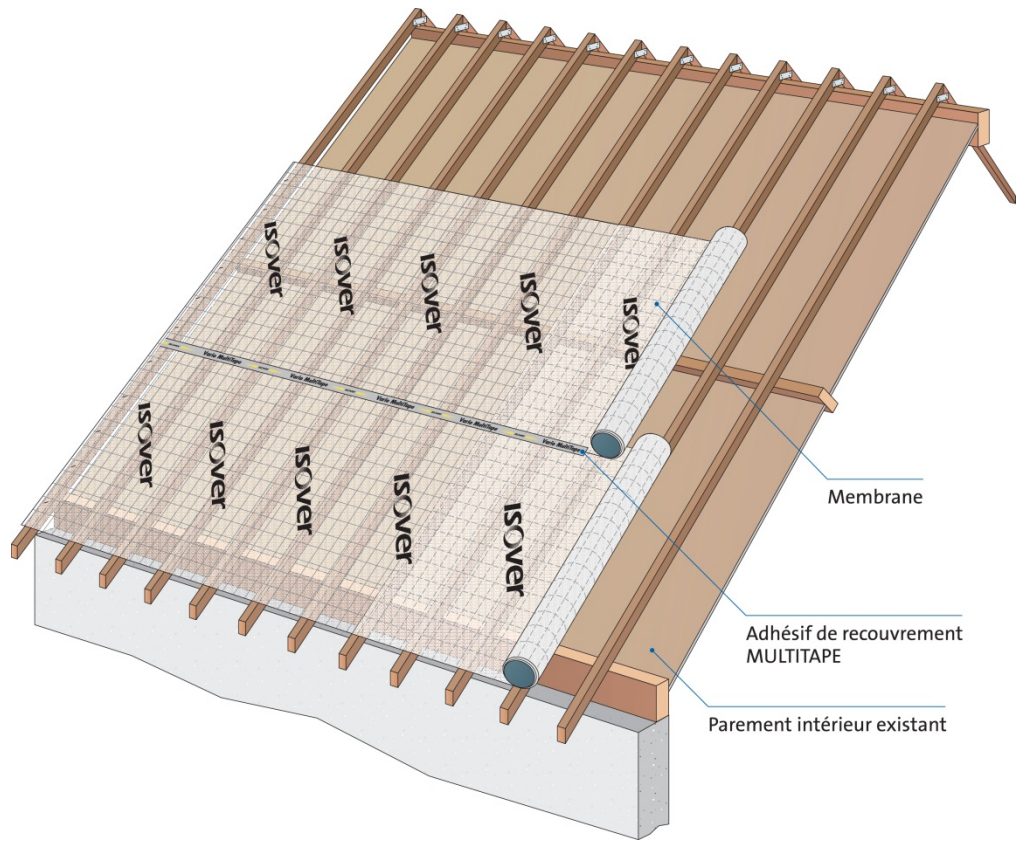


Figure 39 - Pose par l'extérieur de la membrane en rénovation de couverture

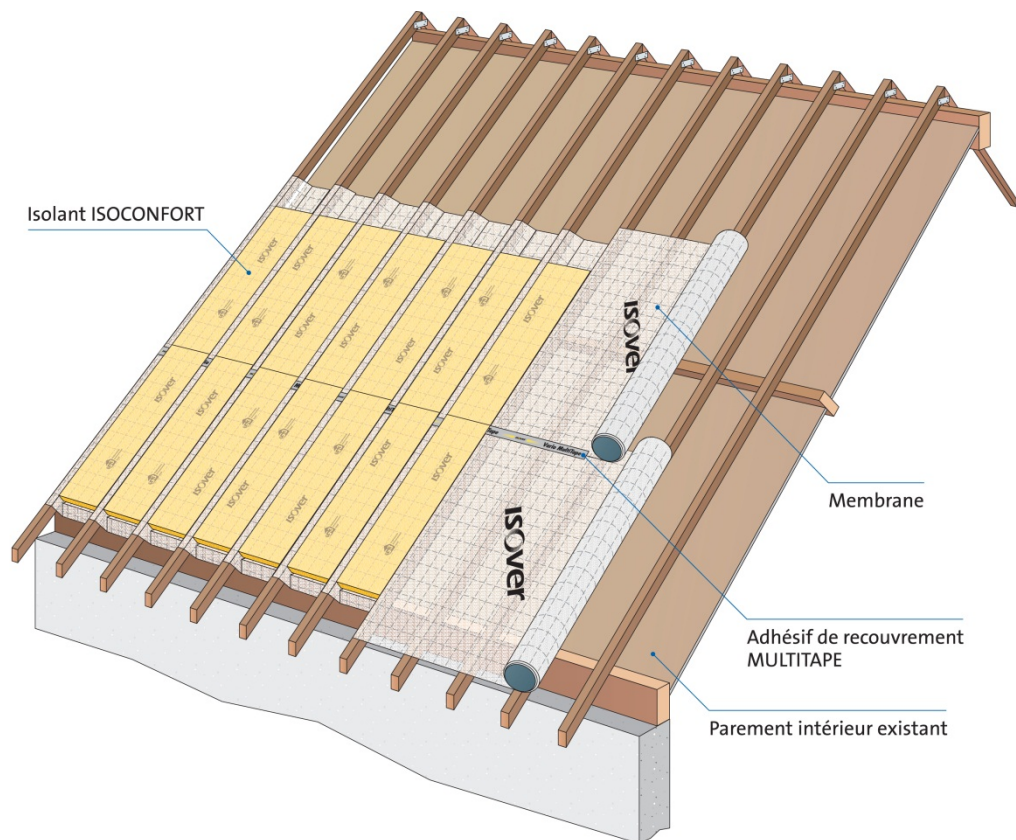


Figure 40 - Pose par l'extérieur de l'isolant entre chevrons

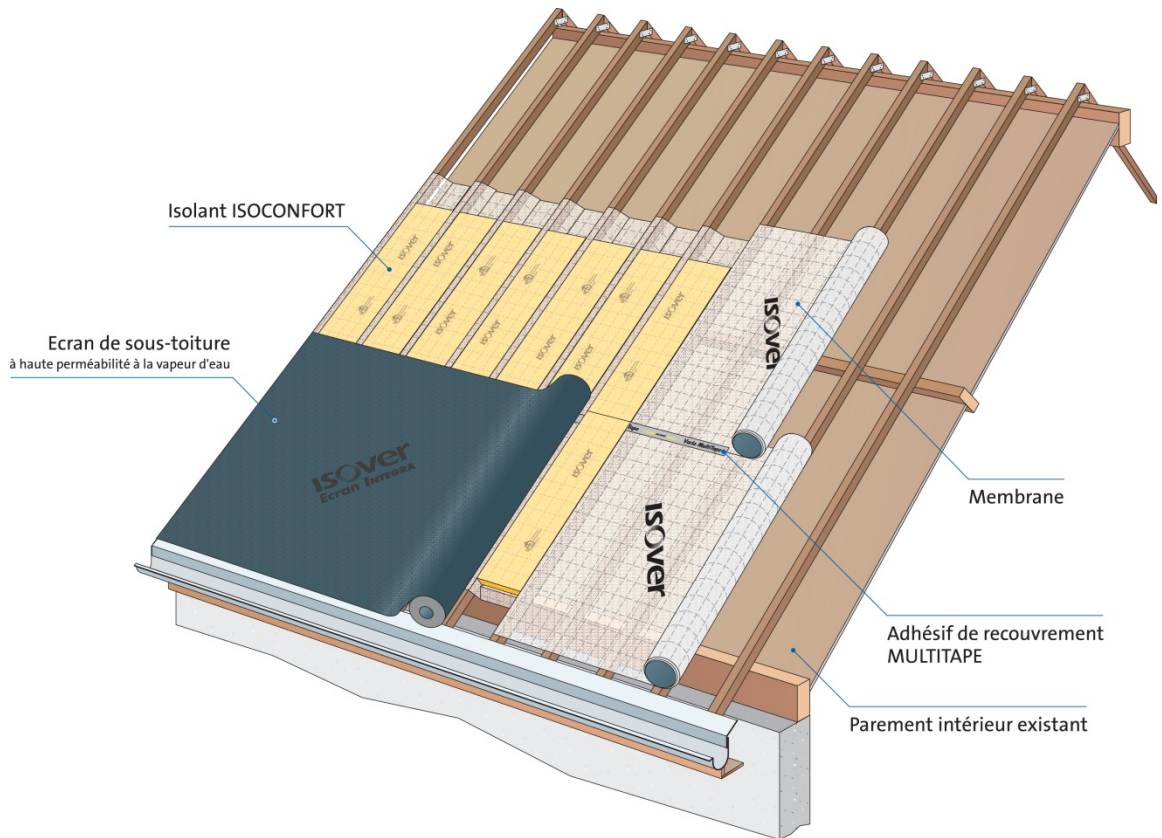


Figure 41 - Pose par l'extérieur de l'écran de sous-toiture tendu sur les chevrons

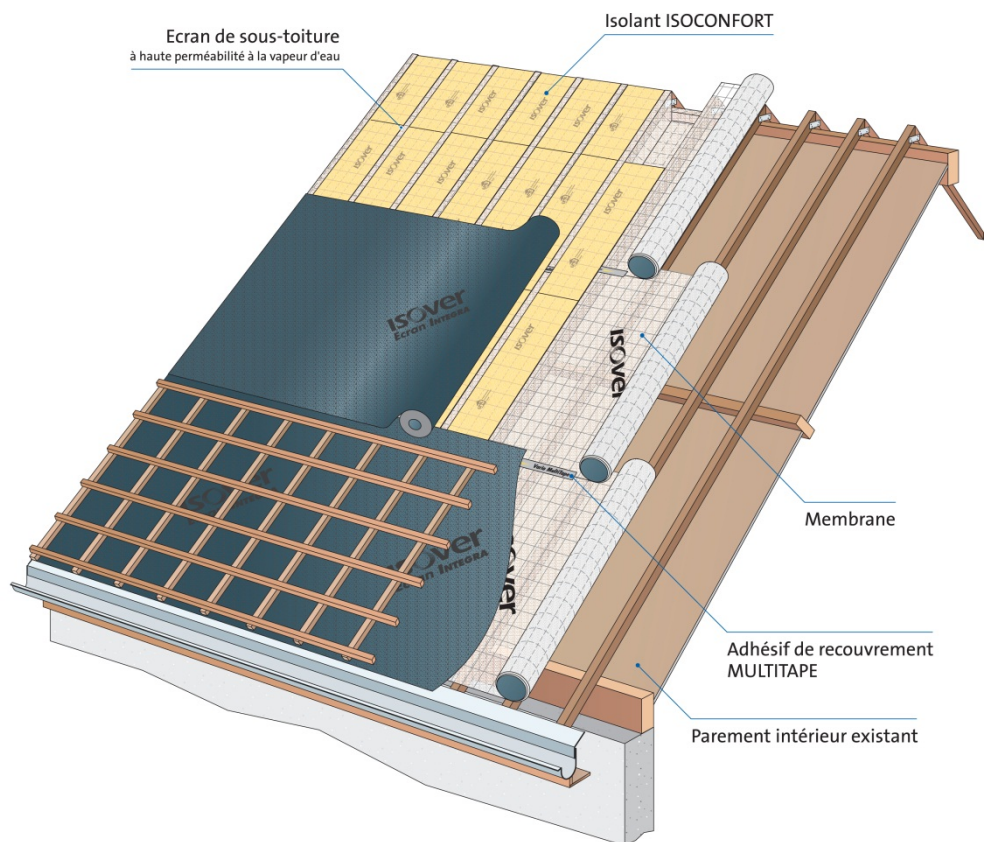


Figure 42 - Mise en place du contre-lattage et des liteaux support de couverture

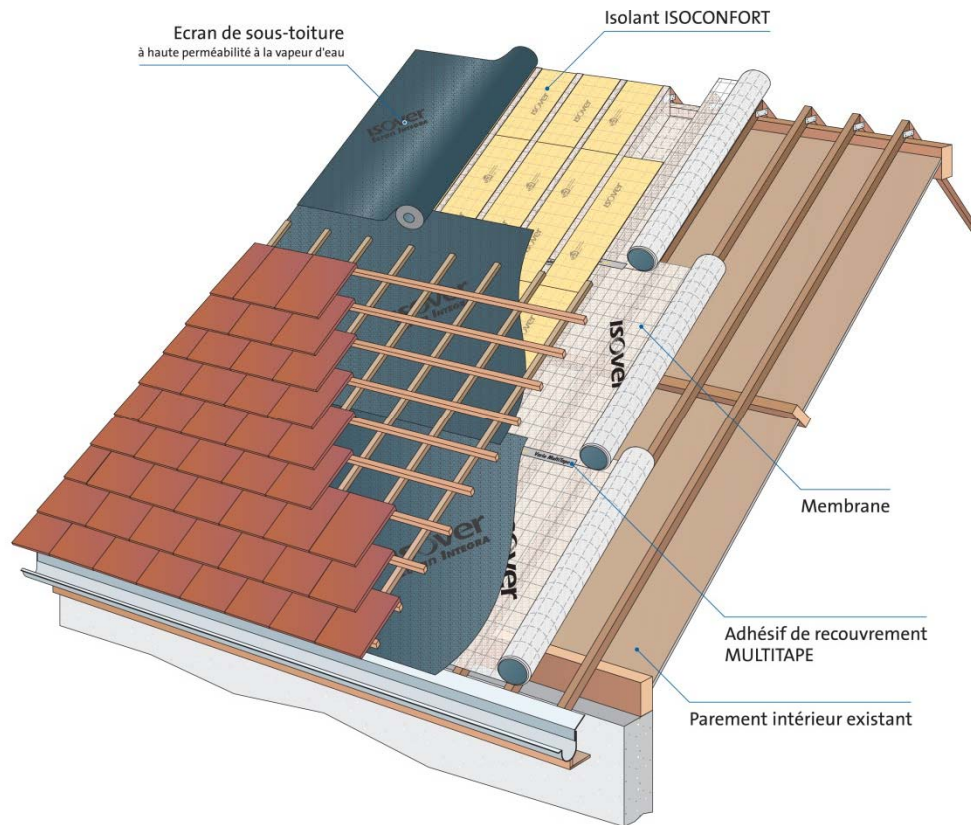


Figure 43 - Pose de la couverture

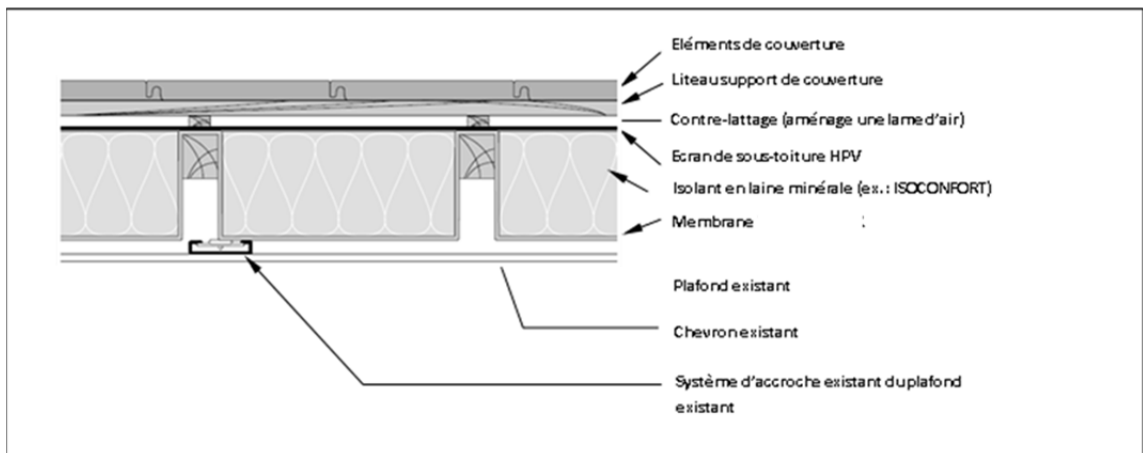


Figure 44 - Coupe en partie courante du système INTEGRA RENO (dans cette configuration, l'absence d'isolant sous la semelle des chevrons engendre des ponts thermiques)

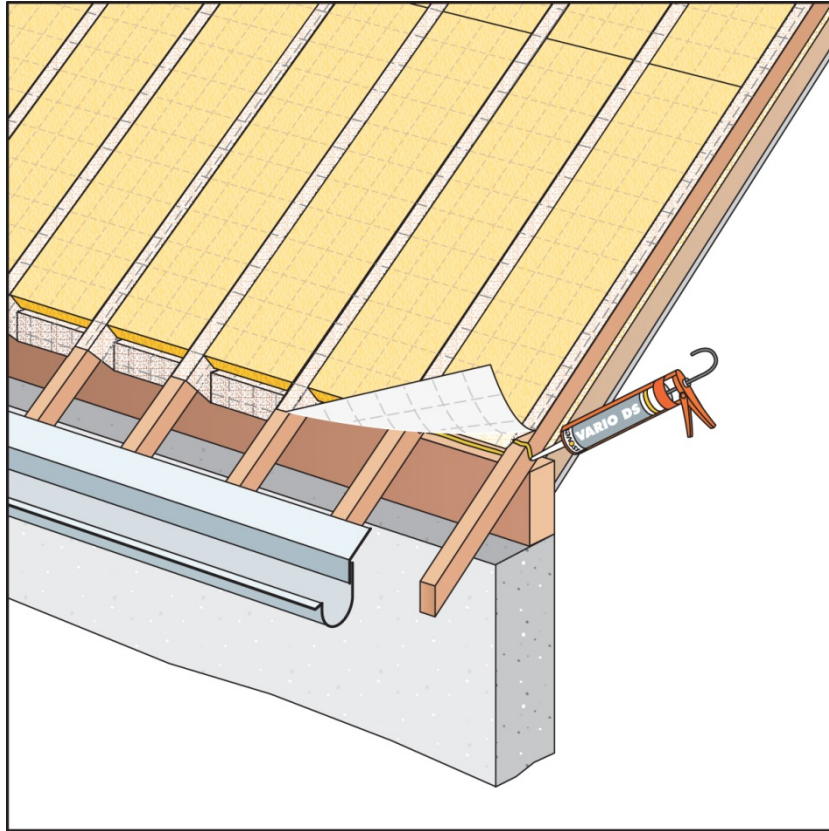


Figure 45 - Traitement de la panne sablière en pose par l'extérieur

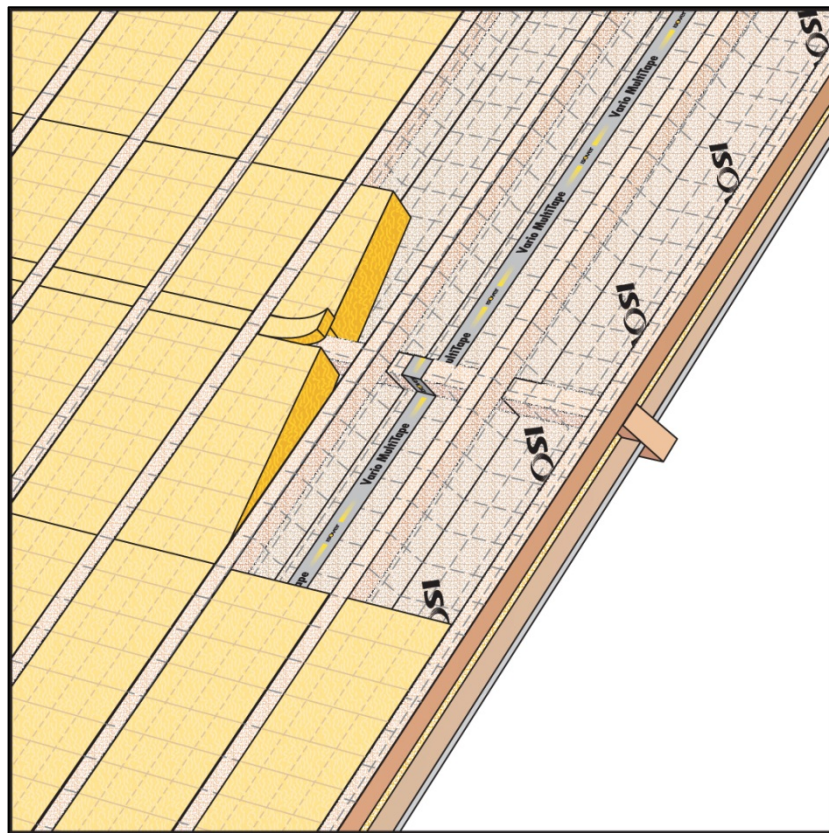


Figure 46 - Traitement des pannes intermédiaires en pose par l'extérieur

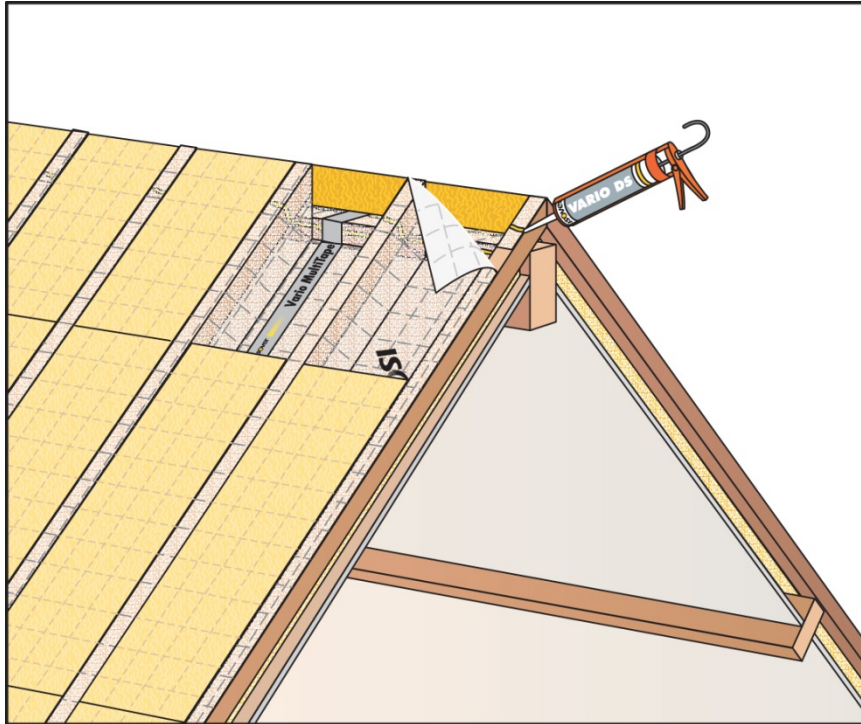


Figure 47 - Traitement du faitage : scellement au mastic VARIO DS des deux membranes lors de la fin du traitement du second versant

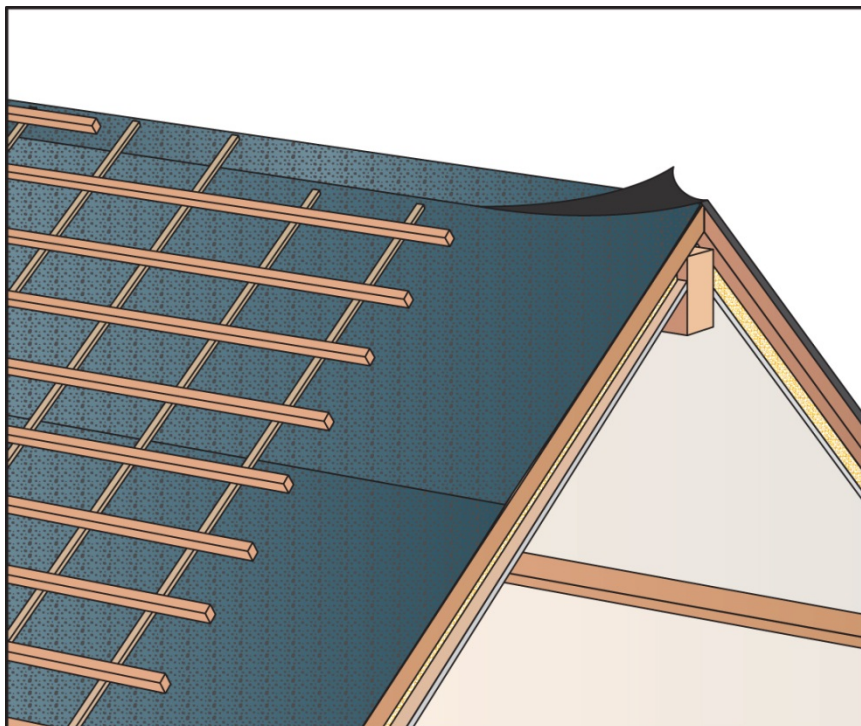


Figure 48 - Traitement du faitage : raccordement de l'écran de sous-toiture au niveau de la ligne de faitage à la fin du second versant

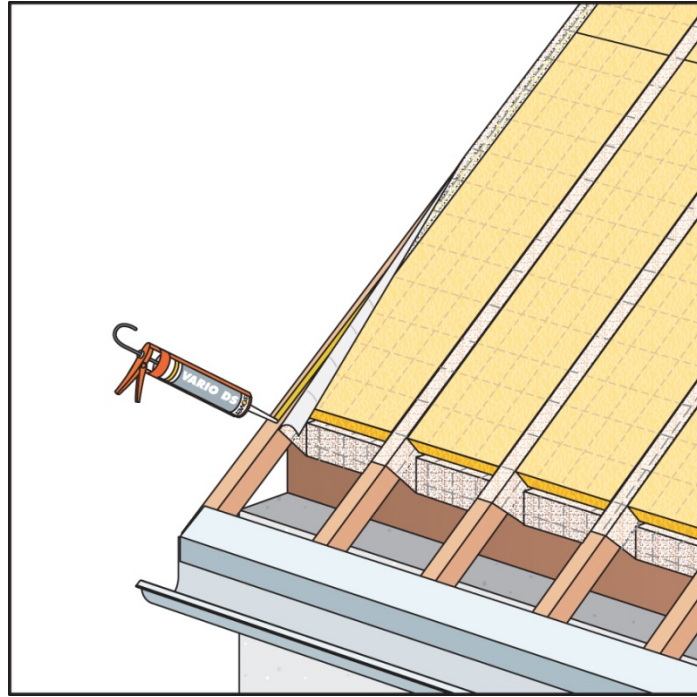


Figure 49 - Traitement de l'étanchéité à l'air au niveau du chevron de rive en début d'ouvrage

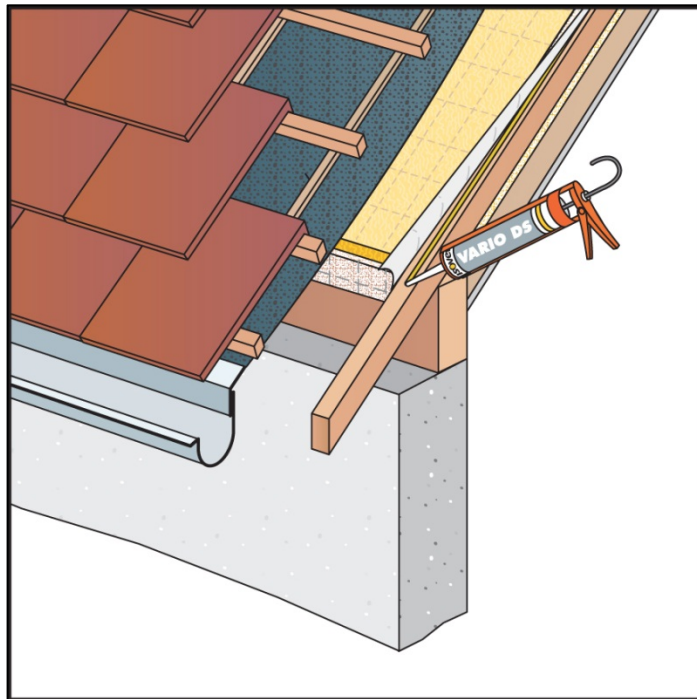


Figure 50 - Traitement de l'étanchéité à l'air au niveau du chevron de rive en fin d'ouvrage

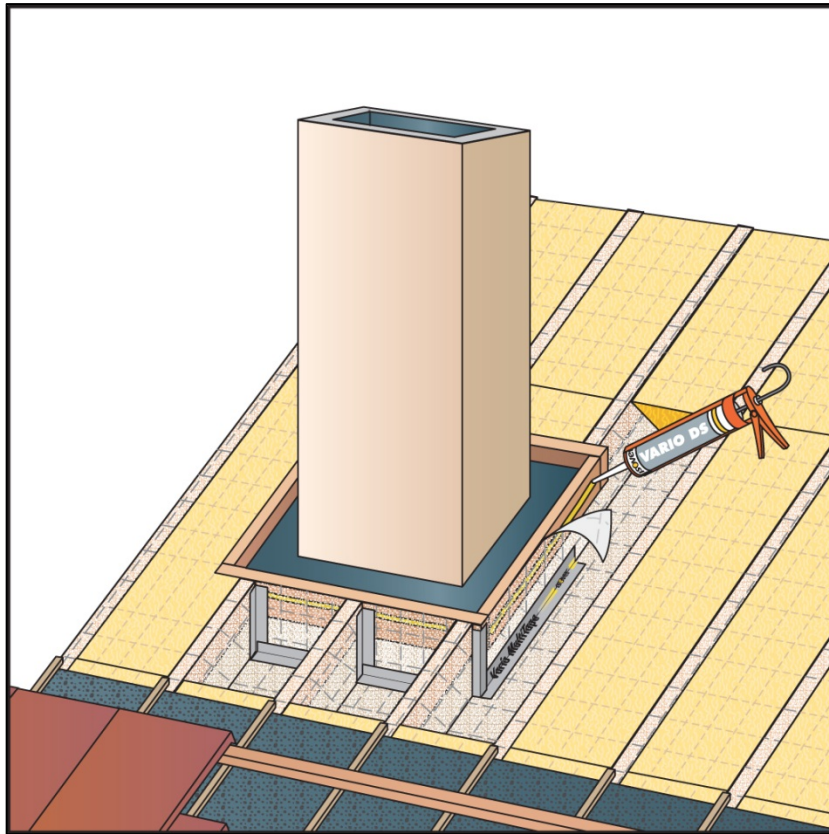


Figure 51 - Traitement des souches de cheminée

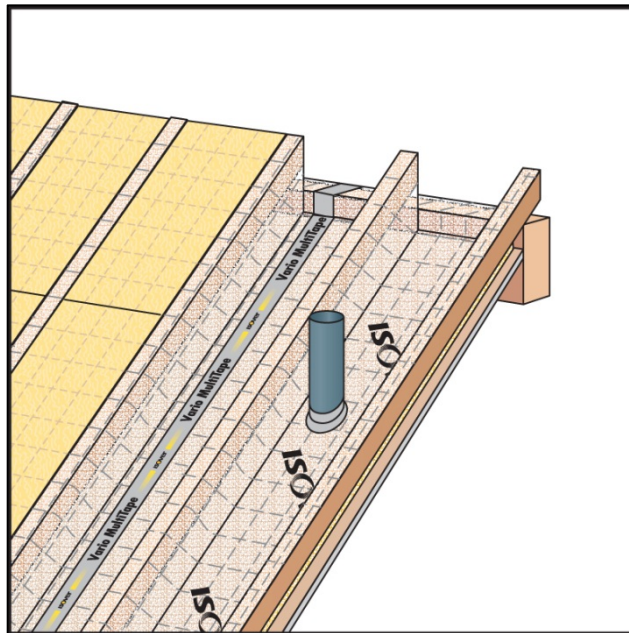


Figure 52 - Traitement des sorties de ventilation

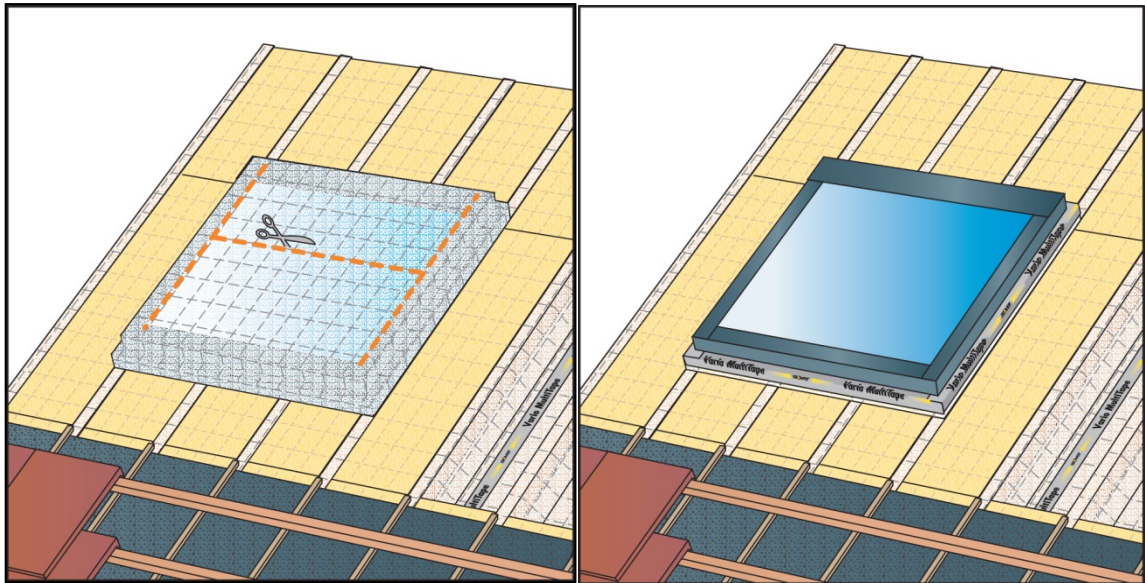


Figure 53 - Traitement d'une fenêtre de toit

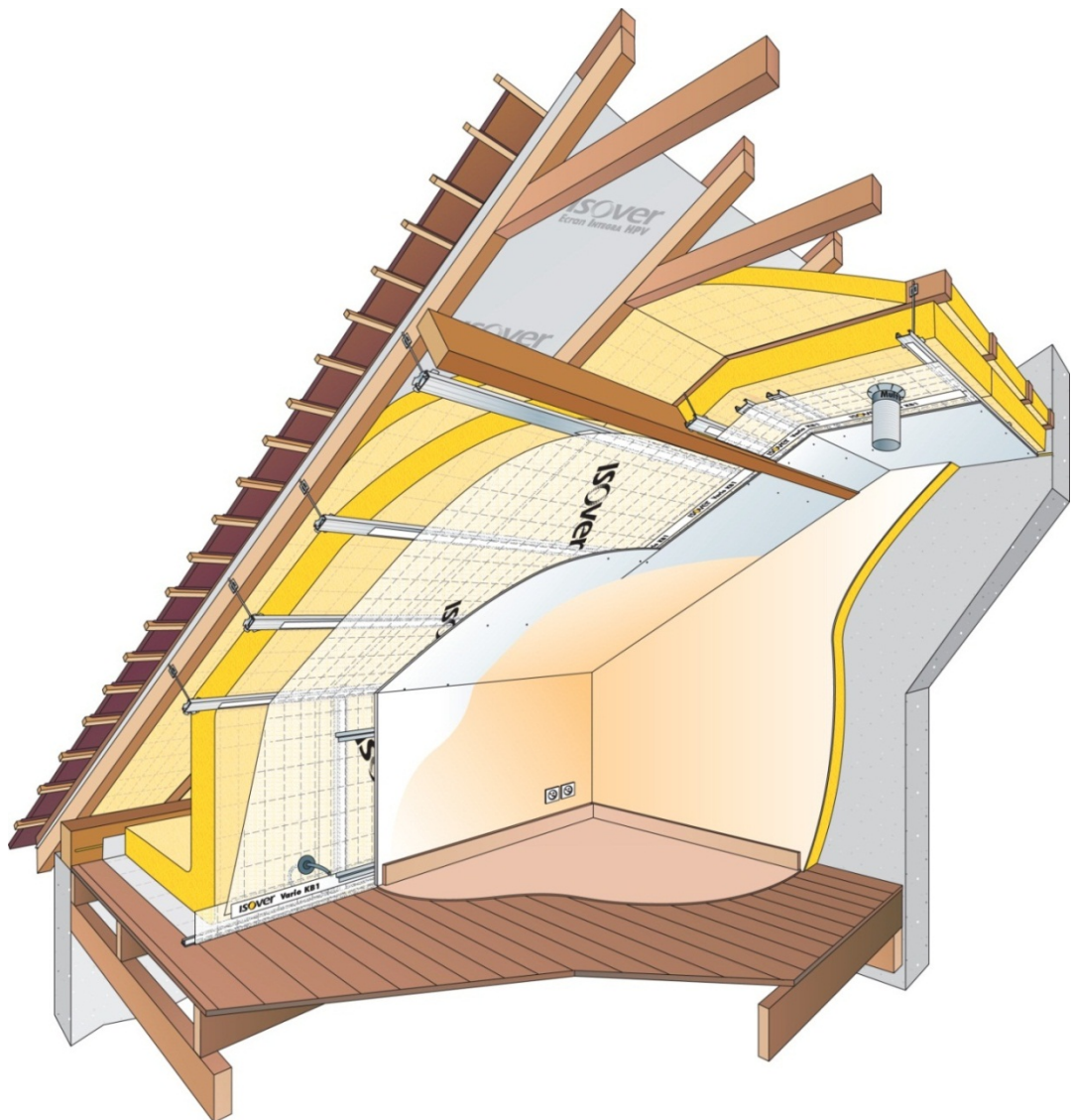


Figure 54 - Réalisation de l'isolation et de l'étanchéité à l'air du pied droit avant mise en place de l'espace technique et du parement intérieur

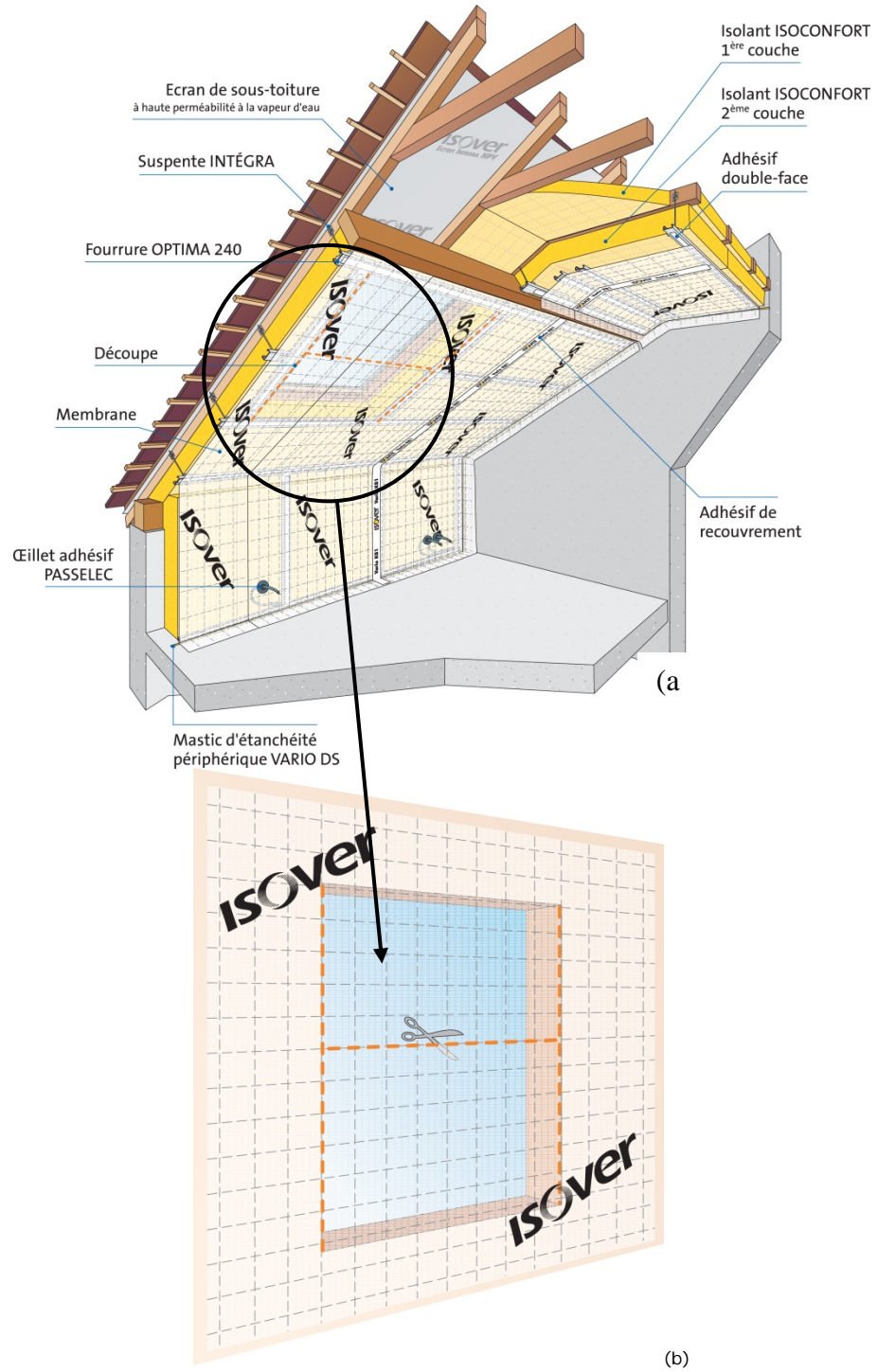


Figure 55 - Passage de la membrane devant la fenêtre (a) et découpe en H (b)

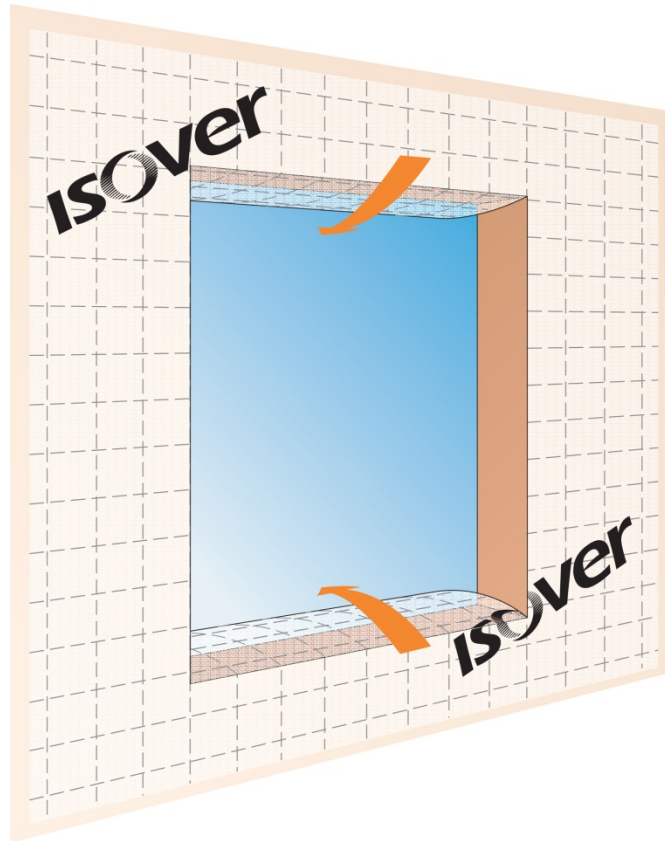


Figure 56 - Rabat de la membrane sur les joues horizontales de la fenêtre et fixation avec mastic

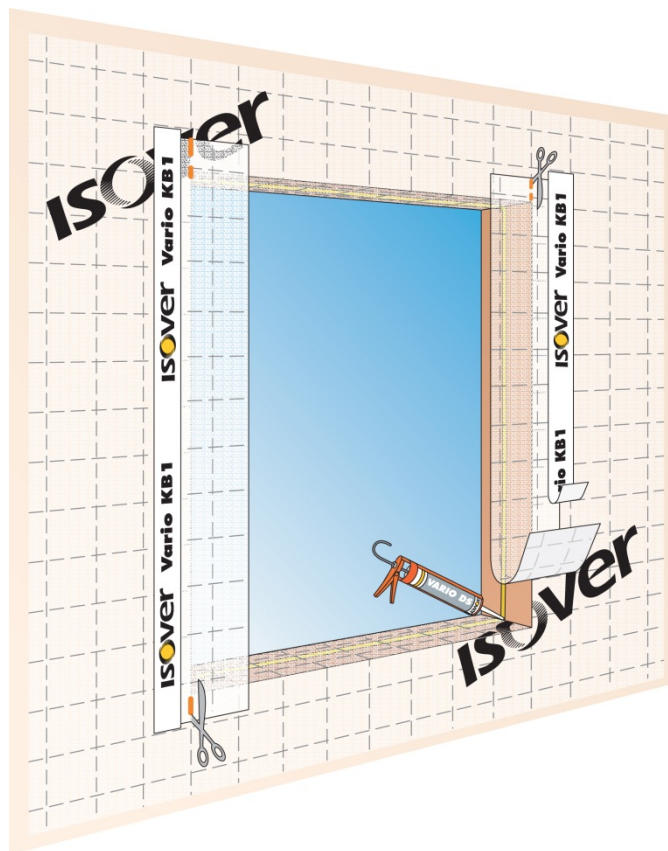


Figure 57 - Pose des bandes de membrane complémentaires sur la partie courante de la membrane avec l'adhésif et pose du mastic sur les jouées verticales de la fenêtre

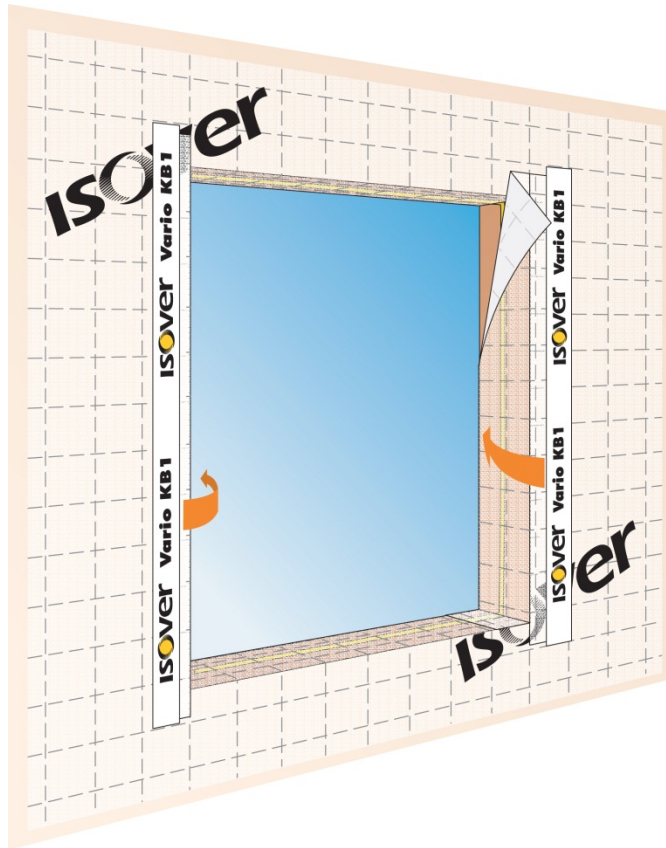


Figure 58 - Collage des bandes de membrane sur les jouées verticales avec le mastic

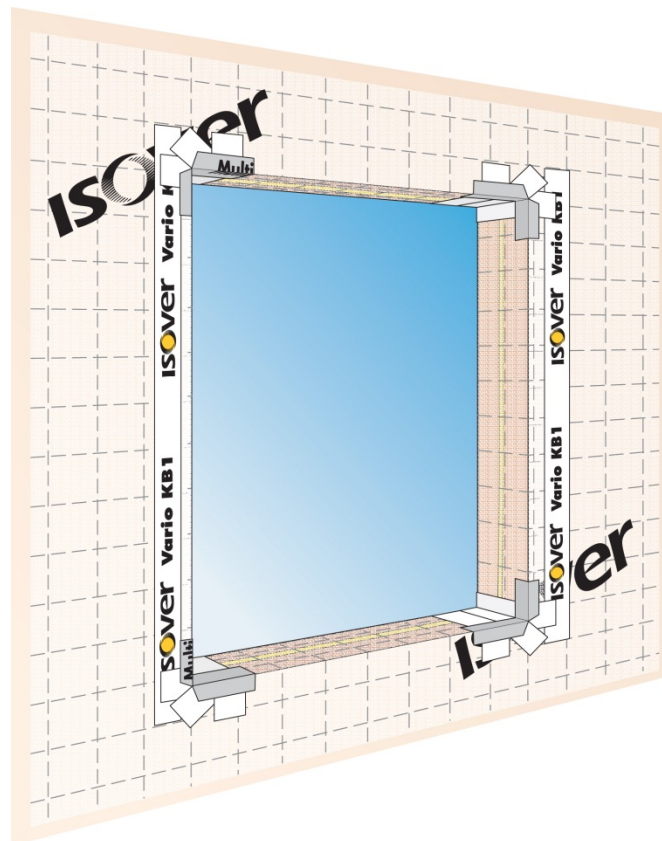


Figure 59 - Finition des angles avec les adhésifs VARIO KB1 et VARIO MultiTape

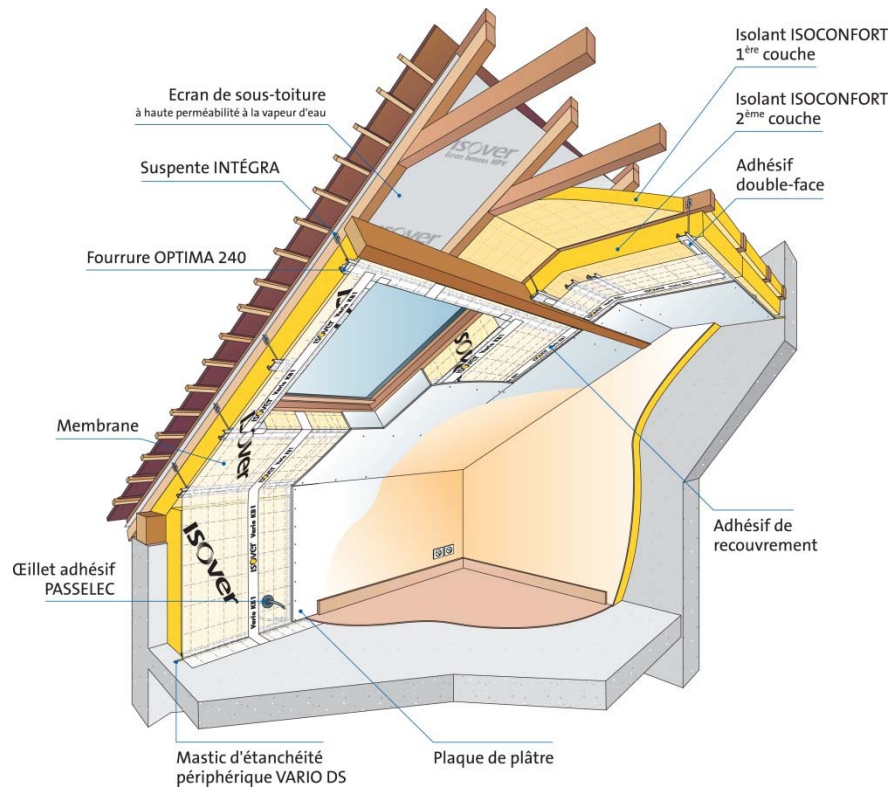


Figure 60 - Pose du parement

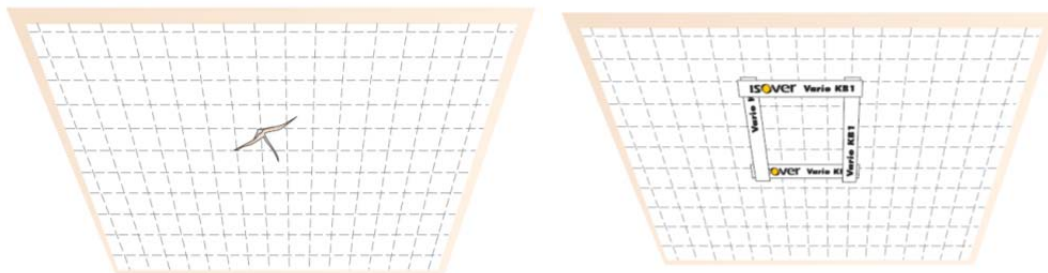


Figure 61 - Réparation d'une déchirure ou entaille de grande dimension

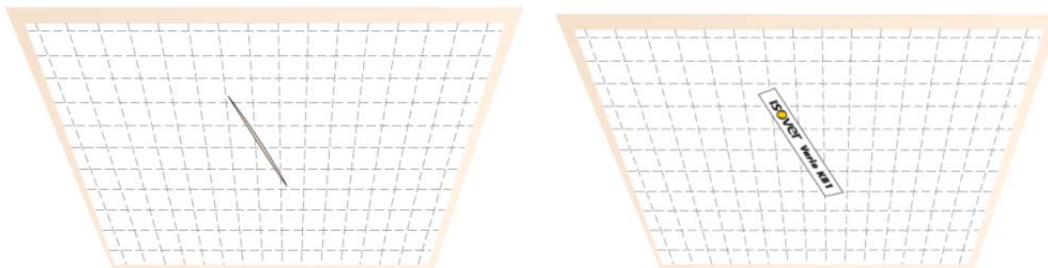


Figure 62 - Réparation d'une entaille de petite dimension

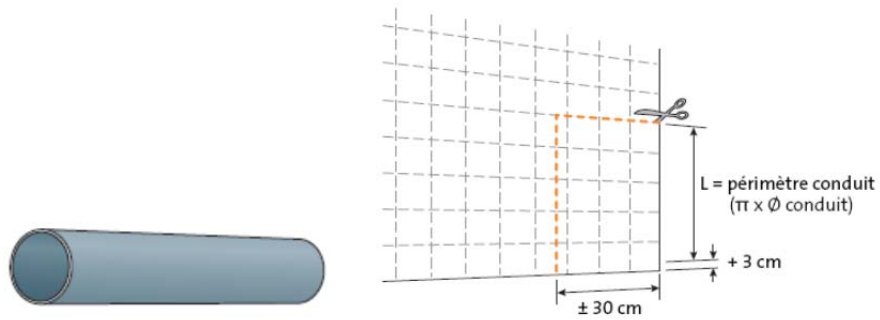


Figure 63 - Découpe d'une pièce de membrane de longueur identique au périmètre de la canalisation ou conduit plus 3 cm de recouvrement et de longueur 30 cm

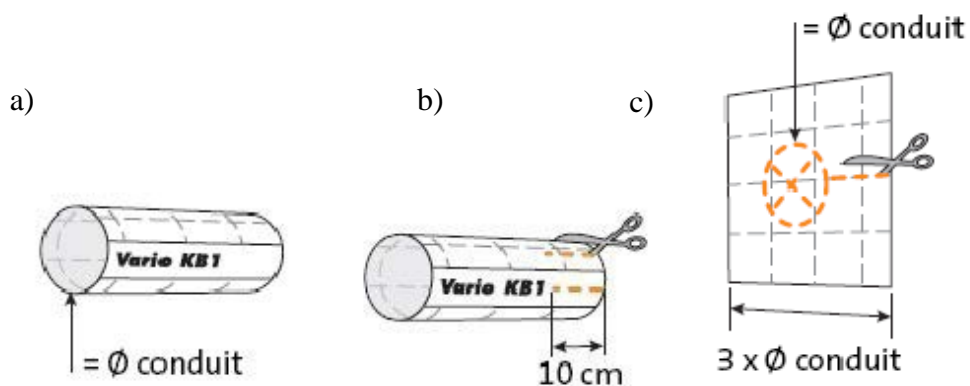


Figure 64 - Préparation du manchon

a) fermer la bande par collage avec de l'adhésif VARIO KB1 ou VARIO MULTITAPE (son diamètre sera celui de la canalisation),

b) à l'une des extrémités de ce manchon, répartir 6 à 8 entailles (selon le diamètre) de 10 à 12 cm dans le sens de la longueur autour de cette pièce pour former une collerette,

c) Préparer une pièce carrée dont le côté est égal à trois fois le diamètre de la canalisation, taillée en croix au milieu pour former un trou équivalent au diamètre de la canalisation. Pratiquer une entaille depuis le diamètre jusqu'à un bord pour permettre sa pose.

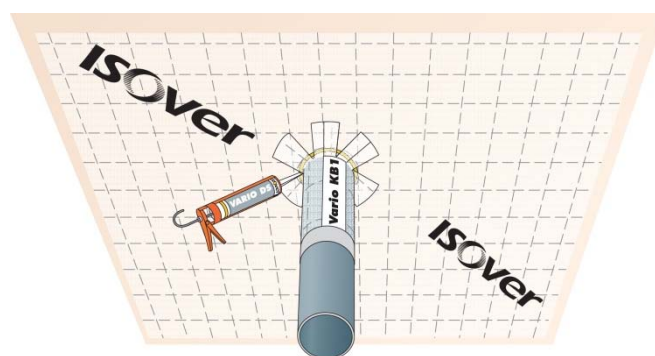


Figure 65 - Pose de la canalisation : passer la canalisation dans la membrane, Enfiler la collerette sur la canalisation et la fixer sur la membrane en collant les pattes avec du mastic VARIO DS au plus près du diamètre.

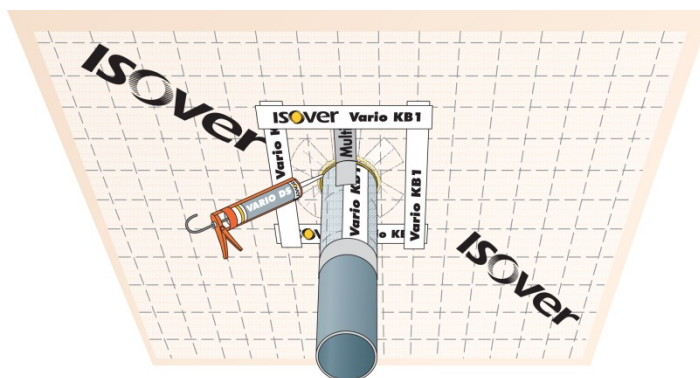


Figure 66 - Rapporter la pièce carrée en la serrant autour de la canalisation et la coller au mastic VARIO DS sur la canalisation puis terminer par la fixation en périphérie avec l'adhésif VARIO KB1 ou VARIO MULTITAPE.

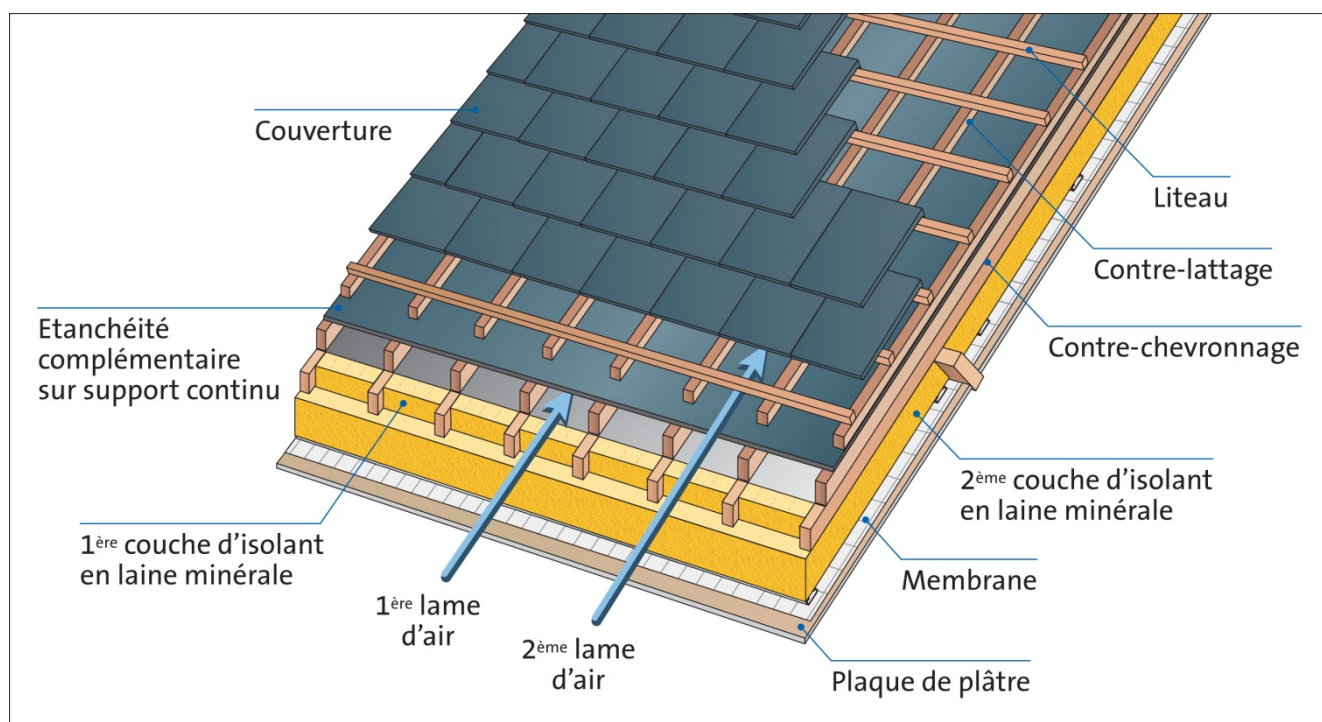


Figure 67 - Conception et réalisation de l'ouvrage conforme au Guide CSTB « Couverture en climat de montagne » de 2011 : la membrane HPV bénéficie d'une homologation (référentiel d'homologation des écrans souples de sous-toiture e-cahier 3651-P1-V2 du CSTB) ou d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application et est hautement perméable à la vapeur d'eau (HPV) de résistance à la diffusion de vapeur d'eau $Sd \leq 0,1$ m.

Propriété	Méthode d'essai	Unités	Valeurs	
			VARIO KM DUPLEX UV	VARIO XTRA
Masse surfacique	NF EN 1849-2	g/m ²	80	85
Epaisseur	NF EN 1849-2	mm	0,2	0,3
Résistance à la déchirure au clou sens longitudinal (L) et transverse (T) Etat initial	NF EN 12310-1	N	> 50 (L) > 50 (T)	> 40 (L) > 40 (T)
Résistance à la traction sens longitudinal (L) et transverse (T) Etat initial	NF EN 12311-2	N/50mm	> 100 (L) > 100 (T)	> 100 (L) > 100 (T)
Allongement à la rupture en traction sens longitudinal (L) et transverse (T) Etat initial	NF EN 12311-2	%	50 (L) 50 (T)	20 (L) 50 (T)
Transmission de la vapeur d'eau Etat initial	NF EN 1931 si Sd ≥ 0,2 m ou NF EN ISO 12572 si Sd < 0,2m	m	Valeurs variables en fonction % RH de 0,2 à 4m	Valeurs variables en fonction % RH de 0,4 à 25m
Transmission de la vapeur d'eau après vieillissement EN 13984	NF EN 1931 si Sd ≥ 0,2 m ou NF EN ISO 12572 si Sd < 0,2m	m	Conforme à la norme NF EN 13984	
Réaction au feu	EN 13501-1	Euroclasse	E	E

Tableau 4 - Caractéristiques des membranes

Propriété	Méthode d'essai	Unités	VARIO Côté Polyamide
Résistance au cisaillement sens longitudinal (L) Etat initial	NF EN 12317-2 Pour les adhésifs, largeur utile testée Pour les mastics, recouvrement de 12,5 mm	N/50 mm	VARIO KB1 : Fmax > 100 N MULTITAPE : Fmax > 80 N VARIO DS : Fmax > 100 N
Résistance au cisaillement sens longitudinal (L) Après vieillissement	NF EN 12317-2 Pour les adhésifs, largeur utile testée Pour les mastics, recouvrement de 12,5 mm	N/50 mm	VARIO KB1 : Fmax > 100 N MULTITAPE : Fmax > 80 N VARIO DS : Fmax > 100 N
Détermination de la résistance au pelage	NF EN 12316-2 Pour les adhésifs, largeur utile testée Pour les mastics, recouvrement de 12,5 mm	N/50 mm	VARIO KB1 : Fmax > 25 N MULTITAPE : Fmax > 30 N VARIO DS : Fmax > 40 N
Le VARIO PASSELEC ne relève pas de norme européenne harmonisée. Ses performances intrinsèques et sa compatibilité avec le procédé VARIO / VARIO XTRA Application en Toiture ont fait l'objet d'une évaluation selon les mêmes méthodes que celles applicables aux adhésifs, mastics.			

Tableau 5 - Caractérisation de la jonction entre lés de membrane - VARIO KM DUPLEX UV

Propriété	Méthode d'essai	Unités	Mastic VARIO DS
Détermination de la résistance au pelage	NF EN 12316-2 Recouvrement de 12,5 mm de mastic	N/50 mm	Support métal : Fmax > 60 N Support béton : Fmax > 70 N

Tableau 6 - Caractérisation des jonctions entre les supports et la membrane VARIO KM DUPLEX UV

Propriété	Méthode d'essai	Unités	VARIO XTRA Côté Polyamide
Résistance au cisaillement sens longitudinal (L) Etat initial	NF EN 12317-2 Pour les adhésifs, largeur utile testée Pour les mastics, recouvrement de 12,5 mm	N/50 mm	VARIO KB1 : Fmax > 100 N MULTITAPE : Fmax > 85 N EXTRATAPE : Fmax > 100 N
Résistance au cisaillement sens longitudinal (L) Après vieillissement	NF EN 12317-2 Pour les adhésifs, largeur utile testée Pour les mastics, recouvrement de 12,5 mm	N/50 mm	VARIO KB1 : Fmax > 100 N MULTITAPE : Fmax > 90 N EXTRATAPE : Fmax > 100 N
Détermination de la résistance au pelage	NF EN 12316-2 Pour les adhésifs, largeur utile testée Pour les mastics, recouvrement de 12,5 mm	N/50 mm	VARIO KB1 : Fmax > 50 N MULTITAPE : Fmax > 40 N EXTRATAPE : Fmax > 50 N
Le VARIO PASSELEC ne relève pas de norme européenne harmonisée. Ses performances intrinsèques et sa compatibilité avec le procédé VARIO / VARIO XTRA Application en Toiture ont fait l'objet d'une évaluation selon les mêmes méthodes que celles applicables aux adhésifs, mastics.			

Tableau 7 - Caractérisation de la jonction entre les de membrane – VARIO XTRA

Propriété	Méthode d'essai	Unités	Mastic VARIO DS	Adhésif VARIO PROTAPE
Détermination de la résistance au pelage	NF EN 12316-2 Recouvrement de 12,5 mm de mastic	N/50 mm	Support métal : Fmax > 50 N Support brique : Fmax > 40 N	Support métal : Fmax > 50 N Support brique : Fmax > 55 N

Tableau 8 - Caractérisation des jonctions entre les supports et la membrane VARIO XTRA

Calculs thermiques Dossier Technique - ANNEXE

Coefficients ψ , χ , U_c et U_p

Les coefficients ψ , χ , U_c et U_p ont été calculés pour les configurations détaillées ci-après et représentatives des cas de figures présentés dans le dossier technique

Caractéristiques communes pour ces configurations :

- Conductivité thermique considérée pour le bois (chevrons, pannes, fermettes) : $\lambda = 0,13 \text{ W/(m.K)}$ valable pour du bois feuillu de masse volumique normale telle que $230 < \rho_n \leq 500 \text{ kg/m}^3$ ou du résineux tel que $\rho_n \leq 500 \text{ kg/m}^3$.
- Répartition des suspentes : entraxe 0,60 m x 1,20 m conformément à la norme NF DTU 25.41, soit une densité de 1,39 suspentes par m^2 .
- Une lame d'air non ventilée de 17,5 mm a été considérée entre l'isolant et la plaque de plâtre, ce qui correspond à une résistance thermique équivalente de $0,167 \text{ m}^2.\text{K/W}$.

Configuration 1 : Isolation entre fermettes

Hypothèses :

- Fermettes : 35 mm x 225 mm, entraxe 600 mm
- Suspentes Intégra Fermette et fourrures de dimension standard
- Isolant de $\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$

Epaisseur d'ISOCONFORT	U_c (W/m ² .K)	χ susp (W/K)	ψ ferm (W/m.K)	ψ rail (W/m.K)	U_p (W/m ² .K)
200	0,16	0,000	0,013	0,000	0,19
220	0,15	0,000	0,012	0,000	0,17
240	0,14	0,000	0,010	0,000	0,15

Configuration 2 : Isolation entre et sous fermettes

Hypothèses :

- Fermettes : 35 mm x 225 mm, entraxe 600 mm
- Fourrures de dimension standard
- Isolant de $\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$ ou de $\lambda = 0,032 \text{ W/(m.K)}$
- L'épaisseur d'isolant entre fermettes est de 220 mm
 - L'épaisseur d'isolant sous fermettes est variable : 60, 80, 100, 120, 160, 180, 200, 220, 240 et 280 mm
 - La lame d'air entre l'isolant et la plaque de plâtre est considérée comme non ventilée

Suspentes Intégra :

Epaisseur sous fermettes (mm)	R total (m ² .K/W)	U_c (W/m ² .K)	χ susp (W/K)	ψ ferm (W/m.K)	ψ rail (W/m.K)	U_p (W/m ² .K)
60	7,95	0,12	0,001	0,008	0,000	0,14
80	8,50	0,11	0,001	0,007	0,000	0,12
160	10,80	0,09	0,001	0,004	0,000	0,10
200	11,95	0,08	0,001	0,004	0,000	0,09

Suspentes INTEGRA2 :

Epaisseur sous fermettes (mm)	R total (m ² .K/W)	U _c (W/m ² .K)	χ susp (W/K)	ψ ferm (W/m.K)	ψ rail (W/m.K)	U _p (W/m ² .K)
60	7,95	0,12	0,001	0,008	0,000	0,14
80	8,50	0,11	0,001	0,007	0,000	0,12
160	10,80	0,09	0,001	0,004	0,000	0,10
200	11,95	0,08	0,001	0,004	0,000	0,09

Calculs complémentaires pour cette configuration 2 :

Section de fermette [mm ²]	35*225															
Type de Suspente	Intégra2															
Epaisseur entre fermettes [mm]	220															
λ _{isolant} entre fermettes [W/(m.K)]	0,032											0,035				
λ _{isolant} sous fermettes [W/(m.K)]	0,032											0,035	0,032	0,035		
Epaisseur sous fermettes [mm]	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	280	240	240	260	280	
U _c [W/(m ² .K)]	0,109	0,102	0,096	0,091	0,086	0,081	0,077	0,074	0,071	0,068	0,065	0,070	0,074	0,071	0,068	
χ _{suspente} [W/K]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	
ψ _{fermettes} [W/(m.K)]	0,008	0,007	0,006	0,005	0,005	0,004	0,004	0,004	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	
U _p [W/(m ² .K)]	0,12	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	

Configuration 3 : Isolation en une couche sous chevrons

Hypothèses :

- Chevrons : 60 mm x 80 mm, entraxe 600 mm
- Pannes : 75 mm x 200 mm et 120 x 240 mm, entraxe 1,5 m
- Isolant de λ = 0,035 W/(m.K) ou de λ = 0,032 W/(m.K) en épaisseur 200, 220, 240, 260, 280, 350 mm

Suspentes Intégra :

Epaisseur isolant (mm)	U _c (W/m ² .K)	χ susp (W/K)	ψ rail (W/m.K)	ψ panne (W/m.K)	U _p (W/m ² .K)
200	0,16	0,005	0,001	0,030	0,19
220	0,15	0,005	0,001	0,028	0,17
240	0,13	0,005	0,001	0,023	0,16

Suspentes INTEGRA2 :

Epaisseur isolant (mm)	U _c (W/m ² .K)	χ susp (W/K)	ψ rail (W/m.K)	ψ panne (W/m.K)	U _p (W/m ² .K)
200	0,16	0,005	0,001	0,030	0,19
220	0,15	0,005	0,001	0,028	0,17
240	0,13	0,005	0,001	0,023	0,16

Calculs complémentaires pour cette configuration 3 :

Section de chevron [mm ²]	42*62 ou 60*80													
Section panne [mm ²]	75*200							120*240						
Type de suspente	Intégra2					Intégra		Intégra2					Intégra	
Epaisseur d'isolant sous chevron [mm]	200	220	240	260	280	280	350	200	220	240	260	280	280	350
λ _{isolant sous chevron} [W/(m.K)]	0,032					0,035		0,032					0,035	
χ _{suspente} [W/K]	0,004	0,004	0,004	0,004	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,003	0,004	0,004
ψ _{panne} [W/(m.K)]	0,028	0,029	0,030	0,031	0,033	0,032	0,038	0,044	0,042	0,039	0,040	0,041	0,040	0,045
U _c [W/(m ² .K)]	0,150	0,137	0,126	0,117	0,109	0,119	0,096	0,150	0,137	0,126	0,117	0,109	0,119	0,096
U _p [W/(m ² .K)]	0,18	0,17	0,16	0,15	0,15	0,16	0,14	0,20	0,18	0,17	0,16	0,15	0,16	0,15

Configuration 4 : Isolation entre et sous chevrons

Hypothèses :

- Chevrons : 60 mm x 80 mm, entraxe 600 mm
- Pannes : 75 mm x 200 mm et 120 mm x 240 mm, entraxe 1,5 m
- Isolant entre chevrons : épaisseur = 60 mm (en rénovation si absence d'écran de sous-toiture HPV) ou 80 mm (en neuf ou rénovation avec pose d'écran de sous-toiture HPV)
- Isolant sous chevrons : épaisseur variable : 120, 140, 160, 180, 200, 220, 240, 280, 350 mm

Configuration 4.1 Suspentes Intégra :

Isolant de λ = 0,035 W/(m.K) ou de λ = 0,032 W/(m.K)

Epaisseur entre chevrons 60 mm

Dimension des pannes (mm ²)	Epaisseur d'isolant sous chevrons (mm)	U _c (W/m ² .K)	χ suspente (W/K)	ψ rail (W/(m.K))	ψ chevron (W/(m.K))	ψ panne (W/(m.K))	χ croisement (W/K)	U _p (W/(m ² .K))
75 x 200	160	0,15	0,004	0,000	0,003	0,014	0,001	0,18
	200	0,13	0,004	0,000	0,002	0,014	0,001	0,16
120 x 240	160	0,15	0,004	0,000	0,003	0,020	0,001	0,18
	200	0,13	0,004	0,000	0,002	0,021	0,001	0,16
	240	0,11	0,003	0,000	0,002	0,020	0,001	0,13

Epaisseur entre chevrons 80 mm

Dimension des pannes (mm ²)	Epaisseur d'isolant sous chevrons (mm)	U _c (W/m ² .K)	χ suspente (W/K)	ψ rail (W/(m.K))	ψ chevron (W/(m.K))	ψ panne (W/(m.K))	χ croisement (W/K)	U _p (W/(m ² .K))
75 x 200	160	0,14	0,003	0,000	0,004	0,012	0,001	0,17
	200	0,12	0,003	0,000	0,003	0,012	0,001	0,15
120 x 240	160	0,14	0,003	0,000	0,004	0,017	0,001	0,17
	200	0,12	0,003	0,000	0,003	0,017	0,001	0,15
	240	0,10	0,003	0,000	0,003	0,017	0,001	0,12

Configuration 4.2 Suspentes INTEGRA2 :

- Isolant de λ = 0,035 W/(m.K) ou de λ = 0,032 W/(m.K)

Epaisseur entre chevrons 60 mm

Dimension des pannes (mm)	Conductivité thermique de l'isolant entre chevrons (W/(m.K))	Epaisseur d'isolant sous chevrons (mm)	Conductivité thermique de l'isolant sous chevrons (W/(m.K))	U _c (W/(m ² .K))	χ suspente (W.K)	ψ chevron (W/(m.K))	ψ panne (W/(m.K))	χ croisement (W/K)	U _p (W/(m ² .K))
75 x 200	0,030	160	0,032	0,14	0,003	0,003	0,013	0,001	0,15
			0,035	0,14	0,003	0,003	0,012	0,001	0,16
			0,032	0,14	0,003	0,004	0,014	0,001	0,16
			0,035	0,15	0,003	0,003	0,014	0,001	0,17
	0,030	200	0,032	0,12	0,003	0,002	0,013	0,001	0,13
			0,035	0,12	0,003	0,003	0,013	0,001	0,14
			0,032	0,12	0,003	0,003	0,014	0,000	0,14
			0,035	0,13	0,003	0,002	0,014	0,001	0,15
120 x 240	0,030	160	0,032	0,14	0,003	0,003	0,019	0,001	0,16
			0,035	0,14	0,003	0,004	0,018	0,001	0,17
			0,032	0,14	0,003	0,004	0,020	0,001	0,16
			0,035	0,15	0,003	0,003	0,020	0,001	0,17
	0,030	200	0,032	0,12	0,003	0,002	0,020	0,001	0,14
			0,035	0,12	0,003	0,003	0,018	0,001	0,15
			0,032	0,12	0,003	0,003	0,020	0,001	0,14
			0,035	0,13	0,003	0,002	0,020	0,001	0,15
	0,030	240	0,032	0,10	0,003	0,002	0,020	0,001	0,12
			0,035	0,11	0,003	0,002	0,018	0,001	0,13
			0,032	0,10	0,003	0,002	0,020	0,001	0,12
			0,035	0,11	0,003	0,002	0,020	0,001	0,13

Epaisseur entre chevrons 80 mm

Dimension des pannes (mm)	Conductivité thermique de l'isolant entre chevrons (W/(m.K))	Epaisseur d'isolant sous chevrons (mm)	Conductivité thermique de l'isolant sous chevrons (W/(m.K))	U_c (W/(m ² .K))	χ suspente (W.K)	ψ chevron (W/(m.K))	ψ panne (W/(m.K))	χ croisement (W/K)	U_p (W/(m ² .K))
75 x 200	0,032	160	0,032	0,13	0,003	0,004	0,012	0,001	0,15
	0,035		0,035	0,14	0,002	0,004	0,011	0,001	0,16
	0,032	200	0,032	0,11	0,003	0,003	0,012	0,000	0,13
	0,035		0,035	0,12	0,003	0,003	0,012	0,001	0,14
120 x 240	0,032	160	0,032	0,13	0,003	0,004	0,016	0,001	0,15
	0,035		0,035	0,14	0,003	0,004	0,016	0,001	0,16
	0,032	200	0,032	0,11	0,003	0,003	0,017	0,001	0,13
	0,035		0,035	0,12	0,003	0,003	0,017	0,001	0,14
	0,032	240	0,032	0,10	0,003	0,002	0,017	0,001	0,12
	0,035		0,035	0,11	0,003	0,002	0,017	0,001	0,12

Calculs complémentaires pour cette configuration 4 :

Section de chevron [mm ²]	60*80													
Section de panne [mm ²]	75*200							120*240						
Epaisseur d'isolant entre chevron [mm]	60							60						
Type de suspente	Intégra2					Intégra		Intégra2					Intégra	
$\lambda_{\text{isolant entre chevron}}$ [W/(m.K)]	0,032					0,035		0,032					0,035	
Epaisseur d'isolant sous chevron [mm]	160	180	200	220	240	280	350	160	180	200	220	240	280	350
$\lambda_{\text{isolant sous chevron}}$ [W/(m.K)]	0,032					0,035		0,032					0,035	
χ_{suspente} [W/K]	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,005	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,005	0,003
ψ_{panne} [W/(m.K)]	0,014	0,014	0,014	0,015	0,016	0,019	0,024	0,020	0,020	0,021	0,021	0,020	0,022	0,027
ψ_{chevron} [W/(m.K)]	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001
$\chi_{\text{croisement}}$ [W/K]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
U_c [W/(m ² .K)]	0,137	0,126	0,117	0,109	0,102	0,099	0,082	0,137	0,126	0,117	0,109	0,102	0,099	0,082
U_p [W/(m ² .K)]	0,16	0,15	0,14	0,13	0,13	0,13	0,11	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12