

Valide du
au **31 mars 2025**

Sur le procédé

Hygro+ Toiture Plate Bois

Titulaire : **Société Saint-Gobain ISOVER**
Internet : <http://www.isover.fr>
Assistance technique : 09 72 72 10 18

Distributeur : **Société Saint-Gobain ISOVER**
Tour Saint-Gobain
12, place de l'Iris
92400 Courbevoie

Descripteur :

Procédé de toiture plate inaccessible sur une structure en bois et éléments porteurs en panneau à base de bois identifiés, avec membrane synthétique spécifique citée au tableau 2, associé à un système d'isolation thermique par l'intérieur en sous face spécifique, complémenté par une membrane hygrorégulante Hygro +.

Groupe Spécialisé n 5.2 - Produits et procédés d'étanchéité de toitures-terrasses, de parois enterrées et cuvelage

Famille de produit/Procédé : Élément porteur en panneau à base de bois pour toitures avec complexe d'étanchéité

AVANT-PROPOS

Les Avis Techniques et les Documents Techniques d'Application sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction des éléments d'appréciation sur la façon de concevoir et de construire des ouvrages au moyen de produits ou procédés de construction dont la constitution ou l'emploi ne relèvent pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Au terme d'une évaluation collective, l'avis technique de la commission se prononce sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés relativement aux exigences réglementaires et d'usage auxquelles l'ouvrage à construire doit normalement satisfaire.

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V1	Nouvelle demande	Anouk MINON	Philippe DRIAT

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé	5
1.1.	Définition succincte	5
1.1.1.	Description succincte	5
1.2.	AVIS.....	5
1.2.1.	Domaine d'emploi accepté.....	5
1.2.2.	Appréciation sur le procédé	5
1.2.3.	Prescriptions Techniques	6
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	7
2.	Dossier Technique.....	8
2.1.	Données commerciales	8
2.2.	Description.....	8
2.3.	Domaine d'emploi	8
2.3.1.	Types de locaux visés	8
2.3.2.	Les limitations du procédé	8
2.3.3.	Supports	9
2.4.	Éléments et matériaux.....	9
2.4.1.	Structure porteuse et élément porteur bois.....	9
2.4.2.	Revêtement d'étanchéité extérieur fixé mécaniquement	10
2.4.3.	Isolants thermo-acoustiques.....	10
2.4.4.	Membrane pare vapeur hygro-variable intérieure Hygro+	11
2.4.5.	Accessoires de mise en œuvre de la membrane.....	12
2.4.6.	Accessoires de mise en œuvre de l'ossature et parement	13
2.5.	Fabrication et contrôles.....	13
2.5.1.	Structure porteuse et élément porteur bois.....	13
2.5.2.	Membrane d'étanchéité extérieure.....	13
2.5.3.	Isolants thermo-acoustiques	13
2.5.4.	Membrane pare-vapeur hygro-variable intérieure Hygro+.....	14
2.5.5.	Accessoires de mise en œuvre de la membrane.....	14
2.5.6.	Accessoires de mise en œuvre de l'ossature et parement	15
2.6.	Distribution - Stockage	16
2.6.1.	Distribution et commercialisation.....	16
2.6.2.	Assistance Technique.....	16
2.6.3.	Stockage.....	16
2.7.	Mise en œuvre en partie courante	16
2.7.1.	Modalités de préparation de chantier	16
2.7.2.	Mise en œuvre des éléments bois et de l'étanchéité extérieure.....	17
2.7.3.	Mise en œuvre de l'isolation, de la membrane Hygro+ et de l'ossature	17
2.7.4.	Pose des plaques de plâtre (Cf. § 2.12.1 Figure 7, 11, 12 ou 13).....	20
2.8.	Mise en œuvre aux points singuliers	20
2.8.1.	Jonction avec les parois verticales	20
2.8.2.	Passage des gaines électriques et conduites de ventilation dans le vide technique	20
2.8.3.	Traversée de la paroi par des canalisations et conduits (autre que conduits de fumée).....	21
2.8.4.	Traversée de la paroi par un conduit de fumées (Cf. § 2.12.1 Figure 21)	21
2.8.5.	Encastrement de spots lumineux	21
2.8.6.	Déchirement ou coupure de la membrane Hygro+	21
2.8.7.	Traitement des évacuations d'eaux pluviales.....	22
2.9.	Calculs thermiques	22
2.10.	Résultats expérimentaux.....	24

2.11.	Références	24
2.11.1.	Données Environnementales ()	24
2.11.2.	Références chantiers.....	24
2.12.	Annexes du Dossier Technique.....	25
2.12.1.	Figures du Dossier Technique.....	25
2.12.2.	Protection temporaire en cours de chantier	37
2.12.3.	Mesure de la teneur en humidité dans les bois depuis la réception des pièces	39
2.12.4.	Fiche de suivi et d'autocontrôle du chantier Hygro+ : charpente & étanchéité	40
2.12.5.	Fiche de suivi et d'autocontrôle du chantier Hygro+ : isolation & pare-vapeur	41
2.12.6.	Fiche à laisser au propriétaire ou à l'exploitant de l'ouvrage pour les opérations ultérieures	42

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le Groupe Spécialisé n 5.2 - Produits et procédés d'étanchéité de toitures-terrasses, de parois enterrées et cuvelage de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 28 mars 2022, le procédé **Hygro+ Toiture Plate Bois**, présenté par la Société Saint Gobain ISOVER. Il a formulé, sur ce procédé, le Document Technique d'Application ci-après. L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine (hors DROM).

1.1. Définition succincte

1.1.1. Description succincte

Le procédé Hygro+ Toiture Plate Bois est un procédé de toiture plate inaccessible sur une structure bois recevant un revêtement d'étanchéité, bénéficiant d'un Document Technique d'Application pour l'emploi « apparent fixé mécaniquement en monocouche » et dont les caractéristiques sont décrites au tableau 2, associé à un système de doublage thermique par l'intérieur, contenant un isolant en laine de verre et une membrane pare-vapeur hygro-variable étanche à la vapeur d'eau et à l'air (cf. § 2.12.1 Figure 1).

L'isolation de la toiture plate est réalisée par l'intérieur sous l'élément support de l'étanchéité en panneaux de particules P5 certifiés CTB-H ou panneaux OSB de classe 3 (voir caractéristiques des supports bois au tableau 1). Cette isolation est complétée par la membrane Hygro+ assurant à la fois le traitement de la vapeur d'eau et de l'étanchéité à l'air.

Ce procédé Hygro+ Toiture Plate Bois est réalisé exclusivement avec les gammes de panneaux ou rouleaux semi-rigides GR et Isoconfort d'ISOVER. L'emploi des isolants en vrac n'est pas visé.

1.2. AVIS

1.2.1. Domaine d'emploi accepté

Le domaine d'emploi est détaillé au § 2.3 du Dossier Technique.

1.2.2. Appréciation sur le procédé

1.2.2.1. Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

Sécurité en cas d'incendie

Vis-à-vis du feu venant de l'intérieur

Les dispositions réglementaires à considérer sont fonction de la destination des locaux, de la nature et du classement de réaction au feu de l'isolant et de son support.

Il y a lieu pour l'entreprise de pose de s'assurer auprès d'une entreprise qualifiée mandatée par le Maître d'Ouvrage de la conformité des installations électriques avant la mise en œuvre du procédé, et de respecter les prescriptions prévues par la norme NF DTU 24.1 et l'e-cahier 3816 en matière de distance de sécurité vis-à-vis des conduits de fumée.

Vis-à-vis du feu venant de l'extérieur

Le classement Broof(t3) des complexes d'étanchéité sur cet élément porteur n'est pas connu.

Lorsqu'il est exigé un classement de tenue au feu Broof(t3), des systèmes d'étanchéité (revêtement + isolant) présentent un classement de tenue au feu Broof(t3), l'entreprise de pose doit se procurer ces procès-verbaux auprès du titulaire de l'Avis Technique et vérifier que le système d'étanchéité à mettre en œuvre est pris en compte par l'un de ces procès-verbaux.

Pose en zones sismiques

Selon la réglementation sismique définie par :

- le décret n° 2010-1254 relatif à la prévention du risque sismique ;
- le décret n° 2010-1255 portant sur la délimitation des zones de sismicité du territoire français ;
- l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal »,

le procédé peut être mis en œuvre, en respectant les prescriptions du Dossier Technique sur des bâtiments de catégorie d'importance I, II, III et IV, situés en zone de sismicité 1 (très faible), 2 (faible), 3 (modérée) et 4 (moyenne), sur des sols de classe A, B, C, D et E.

Isolation thermique

L'arrêté du 26 octobre 2010 (Réglementation Thermique 2012) et le décret RE 2020 n°2021-1004 (Réglementation Environnementale RE 2020) n'imposent pas d'exigences minimales sur la transmission thermique surfacique des parois mais imposent des exigences sur les performances énergétiques globales du bâti.

La méthode de calcul énergétique est décrite dans ses principes généraux dans « méthode Th-BCE 2020 ». Les modalités d'obtention de certaines des données d'entrée de cette méthode de calcul énergétique sont précisées dans un ensemble de règles appelées « Règles Th-Bat 2020 ».

Le § 2.4.3 donne les résistances thermiques des isolants certifiées par l'ACERMI. Il appartiendra cependant à l'utilisateur de vérifier que le certificat ACERMI est toujours valide ; faute de quoi, les caractéristiques thermiques utiles (λ_u ou R_u) sont prises égales aux valeurs par défaut données dans les règles Th-Bat 2020.

Acoustique

Les performances acoustiques du procédé Hygro+ Toiture Plate Bois ont fait l'objet d'essais (cf. Rapport n°AC17-26066839).

Les performances acoustiques des systèmes constituent des données nécessaires à l'examen de la conformité d'un bâtiment vis-à-vis de la réglementation acoustique en vigueur :

- Arrêté du 30 juin 1999 relatif aux bâtiments d'habitation ;
- Arrêté du 25 avril 2003 relatif aux hôtels, établissements d'enseignement et de santé.

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

L'isolation intérieure dispose d'une Fiche Volontaire de Données de Sécurité (FVDS). L'objet de la FVDS est d'informer l'utilisateur de ce procédé sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'Equipements de Protection Individuelle (EPI). La FVDS est disponible auprès de la Société Saint-Gobain ISOVER.

Données environnementales

Il n'existe pas une Déclaration Environnementale (DE) vérifiée par une tierce partie indépendante pour le produit Hygro+.

Il est rappelé que cette DE n'entre pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du produit (procédé).

Aspects sanitaires

Le présent avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux produits pouvant contenir des substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent Avis. Le titulaire du présent Avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

1.2.2.2. Durabilité - Entretien

Dans le domaine d'emploi accepté, la durabilité, du procédé est satisfaisante.

Entretien

Cf. les normes NF DTU série 43.

1.2.2.3. Fabrication et contrôle

Cet Avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification de fabrication décrits dans le Dossier Technique.

1.2.2.4. Mise en œuvre

L'ouvrage « Etanchéité », « Charpente et élément porteur » et « Isolation » doit être traité sous la responsabilité soit d'une entreprise unique, soit par un groupement d'entreprises.

La société Saint-Gobain ISOVER assure une formation des compagnons et délivre une attestation nominative et apporte au maître d'œuvre, à l'entreprise responsable de l'ouvrage et aux entreprises sous-traitantes, son assistance technique, tant au niveau de la conception, qu'en phase de mise en œuvre.

La mise en œuvre de l'ouvrage ne présente pas de difficultés particulières, mais nécessite du soin notamment pour le positionnement précis de l'ensemble des constituants et le traitement des points singuliers. Elle doit être réalisée par des compagnons bénéficiant de l'attestation de formation délivrée par Saint-Gobain ISOVER pour le système Hygro+ Toiture Plate Bois.

Les locaux en sous-face doivent être ventilés pendant le chantier et jusqu'à réception du bâtiment (cf. § 2.7.1.3).

Avant la mise en œuvre de la membrane hygro-variable, les bois ne doivent pas présenter une humidité de plus de 18 % en masse (contrôle selon le § 2.12.3).

L'entreprise doit suivre son chantier et effectuer les autocontrôles décrits aux § 2.12.4 et 2.12.5.

1.2.3. Prescriptions Techniques

1.2.3.1. Conditions de conception

Panneaux porteurs à base de bois

L'utilisation de panneaux de particules P5 ou OSB 3 présentant une diffusion à la vapeur d'eau S_d supérieure à 4 m modifierait les transferts de vapeur à travers la paroi qui auraient pour conséquence l'augmentation de l'humidité de ces panneaux et donc le déclenchement d'un développement fongique, pouvant conduire à la dégradation de l'élément porteur en panneaux à base de bois, voire à l'effondrement de l'élément porteur. Les références et épaisseurs des panneaux utilisables sont listées au § 2.4.1 du dossier technique et seules ces références sont permises.

L'entreprise de pose devra s'assurer que la perméabilité à la vapeur d'eau du panneau de particules P5 ou du panneau OSB 3 utilisé est conforme au dossier technique et qu'elle est suivie, dans le cadre d'une certification FCBA Certification, par son fabricant qui doit être en mesure de fournir des mesures réalisées au moins une fois par an selon la norme NF EN 12572 (climat sec, coupelle sèche).

EEP

L'évacuation des eaux pluviales ne pourra être réalisée que par l'implantation de déversoirs (sans traversée de la toiture).

1.2.3.2. Conditions de mise en œuvre

Membrane Hygro+

Dans le cas où :

- la membrane hygro-variable n'a pas été contrôlée en continu par l'entreprise de pose,
- ou en cas de percements ou entailles,

le passage de la vapeur d'eau dans la paroi serait inévitable. Le risque de condensation deviendrait anormalement élevé et pourrait conduire également à la dégradation de l'élément porteur en panneaux à base de bois, voire à l'effondrement de l'élément porteur.

Dans ces conditions, l'entreprise de pose devra réaliser l'autocontrôle de toutes les étapes de mise en œuvre telles que décrites par les § 2.12.4 et 2.12.5, de les enregistrer et de les remettre, à la réception de l'ouvrage, au maître d'ouvrage. De même la fiche du § 2.12.6 devra être laissée au propriétaire et exploitant de l'ouvrage pour prévenir toute intervention ultérieure non conforme.

1.2.3.3. Conditions d'entretien de la toiture terrasse

Conformément au NF DTU 43.4, une visite d'entretien est à effectuer au moins une fois par an (de préférence à la fin de l'automne si proximité d'arbres) pour examiner l'état général des ouvrages d'étanchéité visibles, en particulier les relevés et les traversées, pour enlever les éventuels feuilles, boues, objets, etc... et pour nettoyer les évacuations d'eaux pluviales. Il conviendra de marcher avec précaution et sans caillou sous la chaussure pour ne pas endommager le revêtement.

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. § 1.2.1) est appréciée favorablement.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

- Dans la durée de vie de l'ouvrage, le propriétaire ou l'exploitant se doit de ne pas venir percer la membrane hygro-variable (cf. § 2.12.6 « Opérations ultérieures sur l'ouvrage »).
- L'entreprise devra remettre au propriétaire ou à l'exploitant de l'ouvrage, le DIUO et la « Fiche à laisser au propriétaire ou à l'exploitant de l'ouvrage en cas d'opérations ultérieures » (voir § 2.12.6) pour la paroi de toiture, reprenant les informations du § 2.12.6.
- Selon le vide technique (≥ 7 cm), dans le cas de travaux sur les gaines, conduits, l'électricien, le plombier ou le plaquiste doit rétablir la continuité de la membrane hygro-variable selon les prescriptions du dossier technique.
- L'évacuation des eaux pluviales ne pourra être réalisée que par l'implantation de déversoirs (sans traversée de la toiture).
- Si des évolutions étaient introduites dans le NF DTU 43.4 au cours de la durée de validité du présent Avis Technique, elles s'appliqueraient à ce procédé de toiture.
- Dans le cas d'un défaut d'étanchéité, un diagnostic de l'état de l'isolation et des éléments porteurs devra être réalisé. Une période de vigilance devra être observée.

2. Dossier Technique

Issu du dossier établi par le titulaire

2.1. Données commerciales

Titulaire : Société Saint-Gobain ISOVER

Distributeur : Société Saint-Gobain ISOVER
Internet : www.isover.fr
Assistance technique : 09 72 72 10 18

2.2. Description

Le procédé Hygro+ Toiture Plate Bois est un procédé de toiture chaude plate inaccessible en apparent sur une structure bois recevant un revêtement d'étanchéité en membrane synthétique dont les caractéristiques sont décrites au tableau 2, bénéficiant d'un Document Technique d'Application pour l'emploi « apparent fixé mécaniquement en monocouche », associé à un système de doublage thermique par l'intérieur, contenant un isolant en laine de verre et une membrane pare-vapeur hygro-variable étanche à la vapeur d'eau et à l'air (cf. § 2.12.1 Figure 1).

L'isolation de la toiture plate est réalisée par l'intérieur sous l'élément support de l'étanchéité en panneaux de particules P5 certifiés CTB-H ou panneaux OSB de classe 3 (voir caractéristiques au tableau 1). Cette isolation est complétée par la membrane Hygro+ assurant à la fois la maîtrise des transferts de la vapeur d'eau et de l'étanchéité à l'air.

Ce procédé Hygro+ Toiture Plate Bois est réalisé exclusivement avec les gammes de panneaux ou rouleaux semi-rigides GR et Isoconfort sous la marque ISOVER. L'emploi des isolants en vrac n'est pas visé.

2.3. Domaine d'emploi

2.3.1. Types de locaux visés

Le procédé est utilisé pour l'isolation de locaux à faible ou moyenne hygrométrie, ventilés conformément à la réglementation qui leur est applicable et ayant un $W/n \leq 5 \text{ g/m}^3$.

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

Le procédé est destiné à l'isolation de toitures plates étanchées de :

- maisons individuelles,
- bâtiments résidentiels collectifs,
- bâtiments non résidentiels chauffés à usage courant à l'exclusion des bâtiments climatisés, des bâtiments de process ou des bâtiments industriels.

Les bâtiments agricoles ou agroalimentaires ne sont pas visés.

Le procédé est applicable :

- en neuf,
- en extension et surélévation.

Le procédé est applicable pour les zones climatiques ou naturelles de France européenne, en climat de plaine, hors zone très froide.

Nota : une zone très froide est définie par une température de base inférieure à -15 °C (NF P52-612/CN). Les départements de la zone très froide sont :

- Le Bas-Rhin, le Haut-Rhin, les Vosges, le Territoire de Belfort, la Moselle et la Meurthe-et-Moselle pour les altitudes > 400 m.
- Le Doubs pour les altitudes > 600 m.
- L'Ain, les Hautes-Alpes, l'Isère, le Jura, la Loire, la Nièvre, le Rhône, la Haute-Saône, la Saône-et-Loire, la Savoie et la Haute-Savoie pour les altitudes > 800 m.

Les zones en climat de montagne, qui sont définies pour une altitude supérieure ou égale à 900 m, sont considérées comme zones très froides.

2.3.2. Les limitations du procédé

- La surface extérieure de toiture plate traitée avec le procédé est limitée à 170 m² au maximum ;
- La pente de la toiture doit être comprise entre 3 % et 5 % au maximum ;
- La toiture est inaccessible en apparent ;
- Les pénétrations autorisées sont celles du dossier technique aux § 2.8.3 et 2.8.4 ;
- La résistance thermique totale ne doit pas dépasser 11,25 m².K/W ;
- L'entraxe maximum entre les éléments de structure porteuse bois est de 600 mm ;

- La valeur S_d des parements intérieurs est limitée à $S_d \leq 1$ m (sont exclus les lambris types PVC et les parements intérieurs avec pare-vapeur intégré) ;
- Ne sont pas visés les départements et régions d'outre-mer, ni les travaux réalisés en climat de montagne ou zone très froide.
- Une coordination des lots « Etanchéité », « Charpente et élément porteur » et « Isolation » est nécessaire :
 - soit l'ouvrage est traité en macro-lot « Toiture » comprenant les lots « Etanchéité », « Charpente et élément porteur » et « Isolation », sous la responsabilité d'une entreprise ou d'un groupement d'entreprises,
 - soit l'ouvrage est contrôlé sur toute la chaîne par un Constructeur de Maison individuelle qui approvisionne lui-même tous les éléments du système (panneau bois, membrane d'étanchéité PCV-P, isolant, membrane Hygro+, accessoires de finition des membranes PVC-P et Hygro+, suspentes et ossature métallique) et contrôle leur mise en œuvre.

2.3.3. Supports

2.3.3.1. Supports verticaux de la toiture

Le procédé est applicable sur les supports suivants :

- Murs en maçonnerie définis selon la norme NF DTU 20.1,
- Murs extérieurs en panneaux préfabriqués de grandes dimensions définis selon la norme NF DTU 22.1,
- Murs en béton banché définis selon la norme NF DTU 23.1,
- Murs à ossatures bois définis selon la norme NF DTU 31.2 (dans ce cas, il faut vérifier que la conception permette une séparation étanche à la vapeur entre le mur et la toiture, comme expliqué au § 2.8.1.2).

2.3.3.2. Structure porteuse de la toiture

Les éléments de structure admis sont les bois massifs structuraux tels que définis et autorisés par la norme NF DTU 31.1 Travaux de bâtiment – Charpente et escaliers en bois, la norme NF DTU 31.2 Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois et la norme NF DTU 31.3 Charpente en bois assemblées par connecteurs métalliques ou goussets.

Sont notamment exclues les charpentes à base de poutres composites telles que décrites dans l'EAD 130367-00-0304, en particulier les poutres en « I » décrites dans le Cahier du CSTB n°3768 et les poutres connectées.

Une classe de service 2 et la classe d'emploi 2 sont à prendre en compte pour le dimensionnement de la structure en bois.

Les exigences à satisfaire pour la flèche de la charpente sont celles définies au tableau 7.2 de la norme NF EN 1995-1-1/NA:2005, Eurocode 5 P1 pour les bâtiments courants.

2.3.3.3. Support de l'étanchéité

Le procédé est applicable sur les éléments porteurs suivants, mis en œuvre selon la norme NF DTU 43.4, et ayant une résistance à la diffusion de vapeur d'eau S_d inférieure ou égale à 4 m :

- Panneaux de particules conformes à la norme NF EN 312 et d'épaisseur ≥ 18 mm conformément à la norme NF DTU 43.4 :
 - * P5 : Panneaux travaillants utilisés en milieu humide,
- Panneaux de lamelles minces, longues et orientées (OSB) conformes à la norme NF EN 300 et d'épaisseur ≥ 15 mm :
 - * OSB/3 : Panneaux travaillants utilisés en milieu humide,

2.4. Eléments et matériaux

2.4.1. Structure porteuse et élément porteur bois

La structure porteuse en bois ou à base de bois est conforme aux normes NF DTU 31.1, 31.2 et 31.3.

Les références et caractéristiques des panneaux de particules P5 ou OSB/3 admis sont listées au tableau 1 ci-après.

Tableau 1 : Panneaux porteurs à base de bois

Type	Marque	Références	Perméabilité à la vapeur			Epaisseur (mm)
			μ humide	μ sec	Source	
Panneaux OSB/3 selon NF EN 300	SWISS KRONO SAS	OSB 3	67	86	certifié CTB - Panneau OSB Construction - Certification individuelle (Certificat FCBA 18mm)	18 mm
Panneaux de particules de type P5 certifiés CTB-H	CF2P	APHSC	105 et 82	142 et 109	certifié CTB - Panneau de Process 19 et 22mm	19 mm 22 mm

Dans le cas où une autre référence est utilisée, elle doit être sous certification du FCBA avec suivi du S_d pour l'épaisseur concernée. Son S_d doit être inférieure ou égale à 4 m. De plus, les panneaux de particules P5 doivent être conformes à la norme NF EN 312 et d'épaisseur ≥ 18 mm conformément à la norme NF DTU 43.4, et les panneaux de lamelles minces, longues et orientées OSB3 doivent être conformes à la norme NF EN 300 et d'épaisseur ≥ 15 mm.

2.4.2. Revêtement d'étanchéité extérieur fixé mécaniquement

Le revêtement d'étanchéité doit faire l'objet d'un Document Technique d'Application visant le domaine d'application des toitures terrasses plates en bois.

Les membranes à base de PVC-P ou en EVA utilisables sont listées au tableau 2 ci-après.

Tableau 2 : Membranes d'étanchéité compatibles avec le procédé

Fabricant/distributeur	Nom de la membrane	Type de membrane	n° DTA	Epaisseurs membrane
Renolit	Alkorplan F	PVC-P	5.2/17-2563_V1	1,2 mm
				1,5 mm
FDT France SAS	Rhenofol fixé mécaniquement	PVC-P	5.2/20-2667_V2	1,2 mm
				1,5 mm
IKO	ARMOURPLAN SM 120	PVC-P	5.2/17-2572_V1	1,2 mm
Sika	Sikaplan G et VG fixé méca	PVC-P	5.2/14-2423_V1	1,2 mm
Axter	Hyperflex FM	PVC-P	5.2/17-2579_V1	1,2 mm
Groupe DERBIGUM (Imperbel SA)	VAEPLAN® FM	VAE/VC-EVA	5.2/18-2638_V1	1,2 mm
				1,5 mm

2.4.3. Isolants thermo-acoustiques

Les isolants doivent appartenir aux gammes de laines de verre semi-rigides ISOCONFORT ou GR, nues ou surfacées, commercialisées par la société Saint-Gobain ISOVER au travers d'un réseau de négoce.

Ils sont conformes à la norme NF EN 13162, font l'objet :

- d'un marquage CE et sont étiquetés conformément aux exigences du marquage CE.
- de Déclarations de Performances (DdP). Les étiquettes comportent un numéro de DdP, associé à un lien url.
- d'une certification ACERMI et respectent les conditions d'étiquetage de la certification ACERMI (www.acermi.com) :
 - * Gamme ISOCONFORT : certificats n° 03/018/340 (Isoconfort 35), 05/018/408 (Isoconfort 35 kraft), 09/018/550 (Isoconfort 35 nu), 17/018/1252 (Isoconfort 35 N), 05/018/384 (Isoconfort 32), 13/018/808 (Isoconfort 32 kraft), 08/018/540 (Isoconfort 32 nu),
 - * Gamme GR : certificats n° 02/018/098 (GR 32 nu, GR 32 roulé nu), 02/018/100 (GR 32 kraft, GR 32 roulé kraft), 17/018/1288 (GR 30 kraft).

Le tableau 3 ci-après précise, pour chaque produit, la forme (rouleaux ou panneaux), le surfacage, les caractéristiques techniques certifiées par l'ACERMI.

Pour les calculs de déperditions thermiques, le tableau 8 du § 2.9 donne les valeurs précalculées de coefficient de transmission thermique surfacique Up.

Tableau 3 : Désignations et caractéristiques des isolants compatibles avec le procédé

Gamme	Nom de produit	Forme	Surfaçage	λ mW/(m.K)	Plage d'épaisseur certifiée	Plage des R m²K/W	Tolérance épaisseur	Euroclasse	Autres caractéristiques	ACERMI	Semi-rigidité
Gamme ISOCONFORT	ISOCONFORT 35	Rlx	Voile Confort	35	60-240	1,70-6,85	T2	A2-s1, d0	WS – MU1	03/018/340	Oui
	ISOCONFORT 35 REVETU KRAFT	Rlx	Kraft	35	45-300	1,25-8,00	T2	F	WS	05/018/408	Oui
	ISOCONFORT 35 NU	Rlx	-	35	45-280	1,25-8,00	T2	A1	WS – MU1	17/018/125 2	Oui
	ISOCONFORT 32	Rlx	Voile Confort	32	60-160	1,85-5,00	T3	A2-s1, d0	WS – MU1	05/018/384	Oui
	ISOCONFORT 32 REVETU KRAFT	Rlx	Kraft	32	200	6,25	T3	F	WS	13/018/808	Oui
	ISOCONFORT 32 NU	Rlx	-	32	60-160	1,85-5,00	T3	A1	WS – MU1	08/018/540	Oui
Gamme GR	GR 32 Nu	Pan	-	32	45 - 210	1,40-6,55	T3	A1	WS – MU1	02/018/098	Oui
	GR 32 Roulé Nu	Rlx	-	32	45 - 210	1,40-6,55	T3	A1	WS – MU1	02/018/098	Oui
	GR 32 REVETU KRAFT	Pan	Kraft	32	45-180	1,40-5,60	T3	F	WS	02/018/100	Oui
	GR 32 ROULE REVETU KRAFT	Rlx	Kraft	32	45-180	1,40-5,60	T3	F	WS	02/018/100	Oui
	GR 30 KRAFT	Pan	Kraft	30	30-240	1,00-8,00	T4	F	WS	17/018/128 8	Oui

2.4.4. Membrane pare vapeur hygro-variable intérieure Hygro+

La membrane pare-vapeur hygro-variable Hygro+ est constituée de polyamide (PA), de polypropylène (PP) et d'éthylène-alcool-polyvinyle (EVOH), de quelques centaines de microns d'épaisseur.

Sa résistance à la diffusion de la vapeur d'eau S_d varie de 16 à 48 m, mesurée selon la norme EN ISO 12572 :

- $S_d = 16$ m est obtenu avec 54 % d'humidité relative côté intérieur (côté imprimé) et 95,5 % juste au-dessus de la membrane, ce qui correspond à des conditions qu'on peut retrouver réellement certains jours très chauds en période estivale.
- $S_d = 48$ m est obtenu avec 75 % d'humidité relative côté intérieur (côté imprimé) et 1% juste au-dessus de la membrane, ce qui correspond à des conditions qu'on peut retrouver réellement certains jours très froids en période hivernale.

Cette résistance à la diffusion n'est pas identique dans les 2 sens de la membrane. Par exemple si on inverse le gradient d'humidité relative du cas ci-dessus, en passant à 1% d'humidité relative côté intérieur (côté imprimé) et 75 % juste au-dessus de la membrane, le S_d de la membrane passe de 48 à 21 m. Il est donc obligatoire de respecter le sens de pose :

- La face imprimée et quadrillée doit être tournée vers l'intérieur. Elle comporte l'inscription « Face côté intérieur à adhérer ».
- La face arrière non lisse doit être tournée vers la laine de verre.

Face imprimée et quadrillée Face arrière non lisse



La membrane comporte un quadrillage en vue de faciliter la découpe et la pose. Un marquage en trait continu à 10 cm des bords permet de visualiser le recouvrement minimal des lés. La membrane Hygro+ est roulée et conditionnée sous housse polyéthylène transparente en rouleaux de 40 (0 ; +2) m de longueur et $1,5 \pm 0,02$ m de largeur.

Les caractéristiques mécaniques et hygrothermiques de la membrane sont détaillées dans les tableaux 4 à 6 ci-après.

Tableau 4 : Caractéristiques de la membrane Hygro+

Propriété	Méthode d'essai	Unités	Valeurs minimales	Valeurs indicatives
Masse surfacique	NF EN 1849-2	g/m ²	130	
Résistance à la déchirure au clou sens longitudinal (L) et transverse (T) Etat initial	NF EN 12310-1	N	> 140	167 (L) 161 (T)
Résistance à la traction sens longitudinal (L) et transverse (T) Etat initial	NF EN 12311-2	N/50mm	> 160 (L) > 120 (T)	198 (L) 137 (T)
Transmission de la vapeur d'eau Etat initial	NF EN ISO 12572	m	Valeurs variables en fonction % HR de 16 à 48 m	
Transmission de la vapeur d'eau après vieillissement 12 semaines à 70 °C selon EN 13984	NF EN ISO 12572	m	Conforme à la norme NF EN 13984 (variation du Sd inférieure à ± 50 % par rapport à celui d'un produit non vieilli)	
Réaction au feu	EN 13501-1	Euroclasse	E	

Tableau 5 : Caractérisation de la jonction entre lés de membrane Hygro+ (adhésivité sur côté imprimé)

Propriété	Méthode d'essai	Unités	Adhésif	F _{max} minimale	F _{max} indicative
Résistance au cisaillement sens longitudinal (L) Etat initial	NF EN 12317-2 Adhésifs, largeur utile testée	N/50 mm	VARIO® MULTITAPE VARIO® FAST TAPE	> 60	87 119
Résistance au cisaillement sens longitudinal (L) Après vieillissement	NF EN 12317-2 Adhésifs, largeur utile testée	N/50 mm	VARIO® MULTITAPE VARIO® FAST TAPE	> 60	89 120
Détermination de la résistance au pelage	NF EN 12316-2 Adhésifs, largeur utile testée	N/50 mm	VARIO® MULTITAPE VARIO® FAST TAPE	> 25	40 28

Tableau 6 : Caractérisation des jonctions entre les supports et la membrane Hygro+

Propriété	Méthode d'essai	Unités	F _{max} minimale	Mastic VARIO® DOUBLE FIT	Mastic VARIO® DOUBLE FIT+	Adhésif ISOSTRETCH
Détermination de la résistance au pelage	NF EN 12316-2 Recouvrement de 12,5 mm de mastic	N/50 mm	> 40	Métal : F _{max} = 58 Brique : F _{max} = 59 Béton : F _{max} = 97	Béton : F _{max} = 117	Métal : F _{max} = 62

2.4.5. Accessoires de mise en œuvre de la membrane

La continuité du pare vapeur est assurée par les accessoires suivants, conçus et distribués via un réseau de négoce par la société Saint-Gobain ISOVER.

- Les rubans adhésifs :

- * VARIO® FAST TAPE : ruban adhésif simple face de largeur 60 mm sans protecteur pour le jointoiement des lés et pour l'étanchéité intérieure autour de pénétrations (trémies, conduits...). Masse adhésive de base acrylique.
- * VARIO® MULTITAPE : ruban adhésif simple face de largeur 60 ou 150 mm avec protecteur pour le jointoiement des lés et pour l'étanchéité intérieure autour de perforations (conduits, trémies...). Masse adhésive de base acrylique.
- * VARIO® DOUBLE FACE : ruban double face standard de largeur 38 mm pour positionnement temporaire de la membrane sur les ossatures avant sa fixation mécanique. Masse adhésive de base acrylique.
- * ISOSTRETCH : ruban adhésif butyle simple face extensible composé d'une peau crêpée et d'une bande adhésive sur un protecteur pelable prédécoupé en deux parties dans le sens de la longueur, pour le jointoiement aux points singuliers.

- Les joints :
 - * VARIO® DOUBLE FIT ou DOUBLE FIT+ : joint mastic extrudé en cartouche, base acrylique.
 - * VARIO® PROTAPE : joint butyle sous forme de ruban.
- Le cache spot ISOSPOT (conforme aux spécifications du NF DTU 45.11 P1-2)

2.4.6. Accessoires de mise en œuvre de l'ossature et parement

La mise en œuvre de l'ossature métallique et du parement nécessite les produits suivants :

- Les dispositifs de suspension (suivant configuration choisie) :
 - * Les suspentes Intégra₂, avec ses rallonges Intégra₂ et les clips Plenum Intégra₂ de la société Saint-Gobain ISOVER ou les suspentes longues Stil® F530 de la société Placoplatre ;
 - * Les suspentes articulées Stil® SA de la société Placoplatre ou des demi-colliers permettant la fixation d'une tige filetée sous une panne ;
 - * Les cavaliers Intégra Zen ou Intégra₂ de la société Saint-Gobain ISOVER, ou les cavaliers Stil® F530 de la société Placoplatre ;
 - * Les tiges filetées qui doivent être conformes à la norme NF E25-136 et répondre aux spécifications définies dans la norme NF DTU 25-41.
- Les éléments d'ossature métalliques, qui doivent répondre aux spécifications définies dans la norme NF DTU 25.41 (indice de classement P72-203). La protection contre la corrosion est assurée par galvanisation à chaud conformément à la norme NF EN 10346. Un autre mode de protection peut être utilisé à condition qu'il offre des garanties au moins équivalentes (exemple : AluZinc). Les éléments d'ossature métalliques qui font l'objet de la marque NF « Eléments d'ossatures métalliques pour plaque de plâtre » répondent à ces spécifications.
 - * les fourrures métalliques OPTIMA 240 de la société Saint-Gobain ISOVER ou Stil® F530 de la société Placoplatre, de largeur 45 mm et de hauteur 18 mm.
 - * Les fourrures référencées ci-dessous et bénéficiant d'un certificat NF profilés peuvent également être utilisées :
 - Fourrures 18-45 de la société SPP (C/18/45/18)
 - Fourrures Protektor 5107 de la société Protektor (C/18/46/18)
 - Fourrures Beguin 45 de la société Plafometal (C/18/45/18)
 - * Les lisses Clip/Optima de la société ISOVER ou le rail Stil® F530 de la société Placoplatre.
 - * Les cornières de rive 30x35 mm, type Stil® CR2 de la société Placoplatre.
- Les parements intérieurs constitués de plaques de plâtre bénéficiant de la marque NF, de S_d au maximum 1 m. Les parements dépassant cette limite sont exclus. Les plaques de plâtre peuvent être recouvertes de peinture de classe I selon la norme EN ISO 7782-2.

2.5. Fabrication et contrôles

2.5.1. Structure porteuse et élément porteur bois

Les éléments en bois massif de section rectangulaire et leurs contrôles doivent être conformes à la norme NF EN 14081-1.

Les éléments porteurs à base de bois et leurs contrôles doivent être conformes au tableau 1.

2.5.2. Membrane d'étanchéité extérieure

Les membranes d'étanchéité extérieures à base de PVC-P ou EVA et leurs contrôles doivent être conformes à leurs Documents Techniques d'Application.

2.5.3. Isolants thermo-acoustiques

2.5.3.1. Fabrication et distribution

Les laines de verre sont fabriquées par la société Saint-Gobain ISOVER dans ses usines en France et en Europe plus largement et distribuées par Saint-Gobain ISOVER (cf. § 2.4.3 Tableau 3).

2.5.3.2. Contrôles en fabrication

Les contrôles internes en usine sont conformes à la norme EN 13162 Annexe B et au règlement technique ACERMI.

- Matières premières : fiches fournisseurs et contrôles par analyse chimique.
- Fabrication : dosages matière, température, viscosité, débits, vitesse de chaîne, dimensions produits, taux de liant.
- Produits finis : mesures dimensionnelles, masse volumique, résistance thermique, rigidité.

Ces contrôles font l'objet d'audits réguliers avec prélèvements d'échantillons dans le cadre de la certification ACERMI.

2.5.3.3. Marquage

Les étiquettes des panneaux et rouleaux de laines de verre comportent notamment :

- Le nom du produit,
- Les dimensions,
- La réaction au feu (Euroclasse) déclarée,
- La résistance et la conductivité thermique déclarées
- Le code de désignation par référence à la norme EN 13162
- Le numéro de DdP et le lien url

De plus le numéro de certificat ACERMI fait l'objet d'une étiquette sur l'emballage ainsi que le marquage sur les COV conformément à la réglementation française.

2.5.4. Membrane pare-vapeur hygro-variable intérieure Hygro+

2.5.4.1. Fabrication et distribution

La membrane pare-vapeur hygro-variable Hygro+, est fabriquée par la société LENZING Plastics GmbH & Co KG, A 4860 Lenzing (Autriche) et distribuée par la société Saint-Gobain ISOVER.

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

2.5.4.2. Contrôles

Les contrôles internes en usine sont détaillés dans le tableau 7 ci-après.

Tableau 7 : Plan de contrôle de la membrane Hygro+ (suivant NF EN 13984)

	Contrôle	Fréquence
Matière première	assurance qualité du fournisseur	
Pendant la fabrication	Masse surfacique	1 / jumbo
	Largeur de laize	1 / jumbo
	Contrôle d'aspect, vérification de la composition, poussière	1 / jumbo
	Structure des couches, aspect	1 / jumbo
	Impression	Au démarrage
Sur produit fini	Largeur de laize	1 / jumbo
	Couleur	Au démarrage
	Structure des couches, aspect	1 / jumbo
	Résistance au pelage	1 / jumbo
	Résistance en traction : Force maximale	1 / production
	Résistance en traction : Allongement à rupture	1 / production
	Résistance à la déchirure au clou	1 / production
	Résistance à la pénétration d'eau	1 / production
	Propriétés de transmission de la vapeur d'eau selon EN 1931 à 23 °C avec 0/75 % HR	1 / production
	Test de transmission lumineuse pour détection de défauts	1 / production
	Comportement au feu selon la norme 13501-1	1 / 3 ans

2.5.4.3. Marquage

Les informations relatives au marquage CE du produit sont apposées par une étiquette sur le rouleau qui précise :

- La référence commerciale
- La longueur et la largeur
- Le nom et l'adresse du distributeur
- Les caractéristiques déclarées
- La référence à la DdP et le lien url

De plus une autre étiquette fait apparaître :

- L'étiquette COV
- Le schéma de principe de la pose

2.5.5. Accessoires de mise en œuvre de la membrane

2.5.5.1. Fabrication et distribution

Les pièces dédiées à la pose de la membrane :

- Les rubans adhésifs :
 - * Adhésif Vario® MULTITAPE
 - * Adhésif Vario® FAST TAPE
 - * Adhésif Vario® DOUBLE FACE
 - * Adhésif ISOSTRETCH
- Les joints mastic :
 - * Mastic Vario® DOUBLE FIT ou DOUBLE FIT+

- * Joint Ruban Vario® PROTAPE

- Les cache spot ISOSPOT sont fabriquées par différents sous-traitants sur la base de cahiers des charges et distribués par les sociétés 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.

2.5.5.2. Contrôles

Pour les adhésifs VARIO® FAST TAPE, VARIO® MULTITAPE et VARIO® DOUBLE FACE, les contrôles internes en usine sont les suivants :

- Matière première :
 - * Spectre IR et viscosité des pâtes
 - * Grammage de la grille et du film
- Contrôles en cours de fabrication :
 - * Masse surfacique
 - * Adhésion
- Contrôles sur produit fini :
 - * Défauts d'aspect et de découpe
 - * Masse surfacique
 - * Longueur et largeur

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

- Matière première :
 - * Assurance qualité du fournisseur
 - * Adhésion du butyle
 - * Elongation du film étirable
- Contrôles sur produit fini :
 - * Défauts d'aspect
 - * Dimensions

Pour le mastic Vario® Double Fit et Double Fit+, les contrôles internes en usine sont les suivants :

- Matière première active :
 - * Viscosité, densité, pH, teneur en eau du filler, indice de réfraction
- Contrôles en cours de fabrication :
 - * Masse volumique, densité, pH
- Contrôles sur produit fini :
 - * Aspect

2.5.5.3. Marquage

Les emballages comportent une étiquette avec le nom commercial du produit et le marquage sur les COV conformément à la réglementation française.

2.5.6. Accessoires de mise en œuvre de l'ossature et parement

2.5.6.1. Fabrication et distribution

Les pièces dédiées de pose sont les suivantes :

- Les suspentes
 - * Suspentes Intégra₂
 - * Suspentes longues Stil® F530
 - * Suspente articulée Stil® SA
 - * Cavalier Intégra₂
 - * Cavalier Intégra Zen
 - * Cavaliers Still® F530
 - * Rallonges Intégra₂
 - * Clip Plenum Intégra₂
- Les rails métalliques :
 - * Fourrures Optima 240 ou Stil® F530
 - * Lisse Clip Optima ou rail Stil® F530
 - * Cornière Stil® CR2

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

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

2.5.6.2. Contrôles

Pour les suspentes Intégra₂, les contrôles qualité sont les suivants :

- Matière première :
 - * Assurance qualité du fournisseur
- Contrôles en cours de fabrication :
 - * Pression et temps d'injection
- Contrôles sur produit fini :
 - * Défauts d'aspect
 - * Dimensions
 - * Résistance en traction
 - * Poids

2.5.6.3. Marquage

Les emballages comportent une étiquette avec le nom commercial du produit.

2.6. Distribution - Stockage

2.6.1. Distribution et commercialisation

Les isolants de laines de verre sont commercialisés par la société Saint-Gobain ISOVER.

Les accessoires sont commercialisés par les sociétés Saint-Gobain ISOVER sous la marque commerciale ISOVER. Ces produits doivent être stockés à l'abri de l'humidité.

2.6.2. Assistance Technique

La société Saint-Gobain ISOVER met à disposition des entreprises et des clients, des documentations techniques détaillées et un soutien au démarrage des chantiers par une équipe technique formée. Elle propose également une formation sur ce système dans ses centres de formation agréés ou en ligne, à l'issue de laquelle le poseur bénéficiera d'une attestation nominative.

De plus, la société Saint-Gobain ISOVER dédie d'un numéro vert d'assistance technique : 09 72 72 10 18 et un site Internet : www.isover.fr.

2.6.3. Stockage

Les produits isolants palettisés peuvent être stockés à l'extérieur. Une fois dépalettisés, ils doivent être stockés à l'abri des intempéries.

La membrane Hygro+ et les accessoires de pose doivent être stockés à l'abri des intempéries et des UV.

Les panneaux à base de bois et les membranes d'étanchéité doivent être stockés à l'abri des intempéries.

2.7. Mise en œuvre en partie courante

2.7.1. Modalités de préparation de chantier

2.7.1.1. Entreprises d'exécution

La qualité d'exécution de l'ouvrage et le respect du présent dossier technique sont essentiels pour assurer la pérennité et la fonctionnalité de l'ouvrage. Pour cela, il est nécessaire de respecter les points suivants :

- La coordination des entreprises est nécessaire et obligatoire pour réaliser la performance globale de l'ouvrage. Elle se fait sous la responsabilité du maître d'œuvre qui a la charge de coordonner les lots étanchéité, charpente et isolation :
 - Soit l'ouvrage est traité en macro-lot « Toiture » comprenant les lots « Etanchéité », « Charpente et élément porteur » et « Isolation », sous la responsabilité d'une entreprise ou d'un groupement d'entreprises;
 - Soit l'ouvrage est contrôlé sur toute la chaîne par un Constructeur de Maison individuelle qui approvisionne lui-même tous les éléments du système (panneau bois, membrane d'étanchéité PVC-P, isolant, membrane Hygro+, accessoires de finition des membranes PVC-P et Hygro+, suspentes et ossature métallique) et contrôle leur mise en œuvre.
- La mise en œuvre de la charpente et du support d'étanchéité et de la membrane d'étanchéité en toiture relève d'entreprises spécialisées et qualifiées pour ces ouvrages.
- La mise en œuvre de l'isolation et de la membrane pare-vapeur hygro-variable Hygro+ relève de l'entreprise spécialisée et qualifiée pour cet ouvrage (notamment le plaquiste), conformément aux recommandations et formations de la société Saint-Gobain ISOVER. Le suivi d'une formation, sur site ou en centre de formation avec un formateur Saint-Gobain Isover, ou en ligne sur le site de la formation Saint-Gobain, avec obtention d'un certificat de formation, est obligatoire avant le démarrage du lot pour toutes les personnes qui mettront en œuvre l'isolation et la membrane Hygro+.
- Dans le cas de la réalisation de l'ouvrage en atelier - en construction ossature bois - il est de la responsabilité du chef d'atelier d'assurer que l'ensemble du processus de réalisation en atelier et sur le chantier est en conformité avec le présent document. Le suivi de la formation décrite précédemment est aussi obligatoire pour le chef d'atelier.

2.7.1.2. Protection temporaire obligatoire en cours de chantier

Les conditions ci-après sont indispensables pour obtenir une pérennité du système constructif :

- L'ensemble des matériaux et produits y compris les bois doivent être stockés à l'abri des intempéries soit dans un local couvert soit par un bâchage conformément au § 2.12.2. Aucune pièce de bois ne doit être mouillée.

- L'entreprise est tenue de protéger l'ensemble de la charpente bois afin qu'aucune humidification de tout ou partie de l'ouvrage ne puisse avoir lieu jusqu'à la fin de sa réalisation de l'ouvrage complet et fini.
- En particulier, sauf si l'étanchéité est mise en œuvre à l'avancement, une protection temporaire de la toiture, par exemple sous forme de membranes pare-pluie, est nécessaire entre la mise en place de la charpente et celle de l'étanchéité. Cette protection, y compris les pointes ou agrafes de fixation, est déposée à l'avancement du chantier.
- Des prescriptions illustratives sont données au § 2.12.2.

Les entreprises doivent également assurer pendant le chantier la mise en place de dispositifs de protection des travailleurs contre les chutes de hauteur. Elles recourent si besoin à l'emploi de dispositifs de répartition de charges afin d'éviter les déformations permanentes des éléments de structure ou de support de l'étanchéité préjudiciables au comportement de la toiture.

2.7.1.3. Ventilation des locaux pendant le chantier et jusqu'à la réception du bâtiment

Durant la mise en œuvre du système Hygro+, l'ouvrage doit impérativement être clos dans des conditions sèches afin qu'il n'y ait pas d'accumulation d'humidité dans la charpente.

Il ne doit pas y avoir d'excès d'humidité pendant toute la réalisation de l'ouvrage de toiture. L'ouvrage réalisé, compte tenu des éléments constitutifs sensibles à l'humidité de l'air, nécessite une ventilation efficace des locaux tout au long du chantier pour limiter la reprise d'humidité des matériaux en bois et à base de bois. Cette ventilation est assurée soit par des ouvertures traversantes permettant une ventilation naturelle des locaux, soit par un dispositif mécanique.

Lors de la réalisation et pendant le séchage d'ouvrages à base de liant hydraulique (chape, enduit de finition ou de décoration), une ventilation efficace des locaux doit être assurée, soit par des ouvertures traversantes permettant une ventilation naturelle des locaux, soit par un dispositif mécanique. Cette ventilation a pour objet d'évacuer l'excès d'humidité provoquée par le séchage de la chape, en vue d'éviter l'apparition de désordres sur les plaques et dans la charpente. On évitera de recourir à un chauffage forcé qui pourrait être à l'origine de fissures au droit des joints entre plaques. Cette ventilation doit être continue et permanente jusqu'à la mise en fonctionnement de la ventilation mécanique du bâtiment.

2.7.1.4. Conditions préalables à la mise en œuvre

La mise en œuvre de l'isolation et de la membrane pare-vapeur hygro-variable Hygro+ ne peut intervenir que si et seulement si les bois ont fait l'objet d'une mesure d'humidité par l'entreprise en charge de la mise en œuvre de l'isolation et de la membrane, démontrant qu'aucune pièce de bois n'excède 18 % de teneur en eau en masse. Le sondage doit porter sur 50 % des pièces de bois.

Dans le cas de la réalisation d'une chape à base de liant hydraulique avant la pose de la membrane Hygro+, cette condition impose un délai entre la réalisation de la chape et la pose de la membrane afin de garantir une teneur en eau des bois $\leq 18\%$. Le § 2.12.3 décrit la méthode de mesure de l'humidité dans les bois par humidimètre à pointe, conformément à la norme NF EN 13183-2 ainsi que la correction liée à la température et l'essence de bois.

Dans le cas où l'humidité mesurée dans la charpente en bois est $\geq 18\%$, l'entreprise doit impérativement faire sécher la structure porteuse et l'élément porteur à l'aide d'une ventilation efficace (soit par des ouvertures traversantes permettant une ventilation naturelle des locaux, soit par un dispositif mécanique) ou d'un déshumidificateur jusqu'à obtention d'une humidité inférieure ou égale à 18 % en masse des bois avant la mise en œuvre de l'isolation et de la membrane Hygro+. Il procède à nouveau à un sondage par mesure pour s'assurer de la teneur en humidité de l'ensemble.

Dans le cas où l'humidité mesurée dans l'élément porteur à base de bois est $\geq 25\%$, il doit être remplacé par de nouveaux panneaux.

Le § 2.12.4 donne les contrôles à effectuer à chaque étape de la mise en œuvre pour vérifier l'absence de toute reprise d'humidité durant le chantier.

2.7.2. Mise en œuvre des éléments bois et de l'étanchéité extérieure

2.7.2.1. Pose de la structure porteuse

La réalisation est conforme à la norme NF DTU 31.1 relatif aux ouvrages de charpente. Les bois sont des bois massifs structuraux, des bois massifs reconstitués, des bois lamellés-collés, des bois massifs aboutés et Lamibois.

Sont exclues les charpentes à base de poutres composites telles que décrits dans l'ETAG 011, en particulier les poutres en « I » décrites dans le CPT 3768 et les poutres connectées.

2.7.2.2. Pose de l'élément porteur

La pose des éléments porteurs en panneaux de particules est conforme à la norme NF DTU 43.4 P1-1 § 6.2.2 qui précise les portées maximales et les assemblages.

Pour les panneaux OSB/3, à épaisseur égale et à module d'élasticité longitudinal supérieur ou égal, les portées à retenir sont celles prévues pour les panneaux de particules dans la norme NF DTU 43.4 P1-1. Les panneaux OSB/3 sont posés dans le sens de leur module d'élasticité le plus élevé.

2.7.2.3. Pose de la membrane d'étanchéité sur le support élément en bois

La pose est conforme au DTA de la membrane d'étanchéité prévoyant l'usage sur support élément porteur bois avec un écran de séparation. Toutes les soudures sont soigneusement contrôlées avec une pointe sèche (ou similaire) que l'on déplace le long de la jonction après refroidissement ou évaporation du solvant, conformément au DTA de la membrane d'étanchéité. Une finition des soudures avec un cordon de membrane liquide conformément au DTA de la membrane d'étanchéité est ici obligatoire, même si la pente nulle n'est pas couverte par le présent DTA.

2.7.3. Mise en œuvre de l'isolation, de la membrane Hygro+ et de l'ossature

Avant de démarrer la mise en œuvre de l'isolation et de la membrane Hygro+, il convient de remplir les 3 premières lignes du tableau d'auto-contrôle présenté au § 2.12.5, concernant l'étanchéité extérieure, la teneur en eau des bois et la ventilation. Les 4 lignes suivantes seront à remplir à la fin de la mise en œuvre.

La pose de l'isolant peut se faire en une ou deux couches, et deux finitions de plafonds sont possibles : une finition de plafond plat ou une finition de plafond qui suit la pente de la toiture.

2.7.3.1. Cas d'une isolation entre pannes uniquement

Pose de l'isolant entre pannes (cf. § 2.12.1 Figure 3)

L'épaisseur de l'isolant retenue est celle de la hauteur de la panne. Lorsqu'une résistance thermique supérieure est nécessaire, la pose est obligatoirement réalisée entre et sous panne. Aucune lame d'air ne doit exister ni entre l'élément porteur à base de bois et l'isolant, ni entre l'isolant et la membrane Hygro+.

L'isolant nu ou revêtu est découpé à la largeur de l'entraxe plus 1 cm. Il est inséré entre les éléments de structure jusqu'à toucher le panneau support de façon intime en tous points, de sorte qu'il n'y ait aucun vide d'air y compris en périphérie.

Lorsque l'isolant a un surfacage, ce dernier est positionné côté intérieur chaud. Il n'est pas nécessaire de le lacérer.

Selon la gamme d'isolant retenue, si l'épaisseur commerciale est inférieure à celle de la panne, on met l'isolant en deux couches pour remplir totalement la hauteur de la panne.

L'entreprise contrôle que l'isolant est bien continu et sans vide d'air sur toute la surface et aux jonctions avec les éléments de structure en bois.

Des valeurs Up de configurations d'isolation en une ou deux couches sont l'objet du § 2.9.

Pose de la membrane pare-vapeur hygro-variable Hygro+ par agrafage sous les pannes (cf. § 2.12.1 Figure 4)

Lors de la mise en œuvre, la partie imprimée (quadrillage) doit impérativement être installée du côté de l'installateur, car le comportement vis-à-vis de la diffusion à la vapeur d'eau n'est pas identique pour les deux sens de la membrane. Le sens de pose de la membrane doit être respecté pour garantir la bonne gestion de la vapeur d'eau et assurer la pérennité de l'ensemble du système (adhésifs, mastics...). Pour ce faire, le marquage « Face côté intérieur à adhérer » est apposé sur la membrane pour éviter toute erreur de sens de pose.

Pour la mise en œuvre de la membrane :

- La membrane doit être propre et sèche avant sa pose et au moment de son jointoiment.
- Un premier lé est positionné le long du pignon en laissant un débordement suffisant (le plus souvent 10 cm) pour rendre étanche à la vapeur d'eau et à l'air la jonction avec le mur et pour séparer de manière tout aussi étanche l'isolation du mur de celle de la toiture, comme décrit au § 2.8.1.
- Elle est agrafée sous la semelle des pannes à raison de 1 agrafe tous les 60 cm au maximum, recouverte de pastilles de diamètre 25 mm ou d'un morceau d'adhésif VARIO® FAST TAPE ou VARIO® MULTITAPE. La pose des autres lés s'effectue de la même manière que le premier lé en respectant un recouvrement entre lés de 10 cm minimum comme illustré sur le marquage de bordure de la membrane Hygro+.
- Les lés sont jointoyés par l'adhésif VARIO® MULTITAPE ou VARIO® FAST TAPE sur toute la longueur et largeur de recouvrement des lés. La membrane doit être propre et sèche avant jointoiment.
- Un marouflage par pression de l'adhésif sur la membrane doit être réalisé lors du jointoiment des lés de membrane. Ces conditions sont nécessaires pour assurer l'efficacité du collage ainsi que sa durabilité.
- Un jointoiment étanche à la vapeur d'eau et à l'air est réalisé à la jonction avec le mur, de telle sorte que la toiture soit étanche à l'air et pour séparer de manière tout aussi étanche l'isolation du mur de celle de la toiture, comme décrit au § 2.8.1.

Pose des suspentes (cf. § 2.12.1 Figure 5 et 6)

Les suspentes articulées Stil® SA ou les demi-colliers sont vissés sous la semelle des pannes en vérifiant leur alignement soit au cordeau soit au laser. Ces dispositifs sont vissés avec des vis à bois adaptées sous les pannes à raison de 1,5 à 3 suspentes (ou demi-colliers) par m² en fonction du poids à supporter et de la géométrie de la pièce, conformément à l'article 6.2.2.2.1 de la norme NF DTU 25.41 : les entraxes ne doivent pas excéder 1,20 m entre suspentes dans le sens des fourrures et 0,60 m entre fourrures (0,50 m dans le cas d'un parement constitué de plaques de plâtre d'épaisseur supérieure ou égale à 15 mm).

Les tiges filetées, de longueurs variables pour rattraper l'écart de pente entre le dessous des pannes et le plafond horizontal, sont vissées aux suspentes articulées. Les cavaliers Intégra Zen (ou Intégraz ou Stil® F530) sont vissés aux tiges filetées et réglés pour former un plafond horizontal (cf. § 2.12.1 Figure 5 et 5bis).

Alternativement, des tasseaux bois de taille minimale 40 x 40 mm peuvent être vissés sous la membrane Hygro+, avec un entraxe maximal de 1,2 m. Les tasseaux longeant un mur extérieur ne doivent pas être côté froid de l'isolation de ce mur. Les suspentes longues Stil® F530 sont découpées pour rattraper l'écart de pente entre le dessous des pannes et le plafond horizontal et vissées sur le côté des tasseaux, de telle sorte que leurs extrémités soient alignées horizontalement. Les suspentes doivent être vissées sous les pannes et à une distance ≤ 5 cm d'une fixation du tasseau (cf. § 2.12.1 Figure 6).

Pose de l'ossature métallique (Cf. § 2.12.1 Figure 7)

Les fourrures sont clipsées sur les cavaliers. Les gaines électriques sont passées entre l'ossature métallique et la membrane par l'entreprise qui est en charge du lot.

Afin d'éviter tout pont thermique potentiellement source de condensation, une bande d'isolant de hauteur égale à l'épaisseur du vide technique créé entre la membrane et les ossatures métalliques est inséré sur le dessus des fourrures et des cornières le long du mur de rive et sous la muralière, avant la pose de la plaque de plâtre, afin d'assurer la continuité de l'isolation du mur jusqu'à l'isolation de la toiture (cf. § 2.12.1 Figure 7).

2.7.3.2. Cas d'une isolation entre et sous pannes

Pose des Suspentes Intégraz (cf. § 2.12.1 Figure 8)

Poser les Suspentes Intégraz sur le côté des pannes en vérifiant leur alignement soit au cordeau soit à l'aide d'un niveau laser, de telle sorte que :

- les pointes des suspentes soient alignées dans un plan parallèle à l'élément porteur à base de bois.

- la longueur de suspente dépassant sous la panne soit égale à l'épaisseur d'isolant qui sera installé sous panne.

Les suspentes sont vissées 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.

Conformément à l'article 6.2.2.2.1 de la norme NF DTU 25.41, les entraxes ne doivent pas excéder 1,20 m entre suspentes dans le sens des fourrures et 0,60 m entre fourrures (0,50 m dans le cas d'un parement constitué de plaques de plâtre d'épaisseur supérieure ou égale à 15 mm).

Dans le cas d'une double ossature, c'est l'ossature inférieure sur laquelle sont vissées les plaques de plâtre qui est à prendre en compte pour le placement des suspentes. Les suspentes devront alors être disposées en quinconce suivant § 2.12.1 Figure 11.

Pose de l'isolant entre et sous pannes (cf. § 2.12.1 Figure 9)

La première couche d'isolant peut être nue ou avoir un surfaçage. Dans le cas d'un surfaçage, celui-ci doit être mis en œuvre vers l'intérieur (il n'est pas nécessaire de le lacer). L'épaisseur de l'isolant est celle de la hauteur de panne. La pose est exécutée comme décrit dans le § 2.7.3.1.

La seconde couche peut être nue ou avoir un surfaçage (posé côté chaud vers l'intérieur), et peut être posée indifféremment dans le sens de la première couche ou perpendiculairement. Cette couche est embrochée sur les tiges de suspentes puis maintenue par les rondelles Intégra₂. Vérifier comme pour la première couche la parfaite continuité de l'isolation sur l'ensemble de la surface.

Aucune lame d'air ne doit exister ni entre l'élément porteur bois et l'isolant, ni entre les 2 couches d'isolant ou entre l'isolant et la membrane Hygro+.

Il est admis une compression maximale partielle et ponctuelle de l'isolant de 10 %.

Des valeurs Up de configurations d'isolation en une ou deux couches sont l'objet du § 2.9.

Pose de la membrane pare vapeur hygro variable Hygro+ (cf. § 2.12.1 Figure 10)

Lors de la mise en œuvre, la partie imprimée (quadrillage) doit impérativement être installée du côté de l'installateur car le comportement vis-à-vis de la diffusion à la vapeur d'eau n'est pas identique pour les deux sens de la membrane. Le sens de pose de la membrane doit être respecté pour garantir la bonne gestion de la vapeur d'eau et assurer la pérennité de l'ensemble du système (adhésifs, mastics...). Pour ce faire, le marquage « Face côté intérieur à adhérer » est apposé sur la membrane pour éviter toute erreur de sens de pose.

Pour la mise en œuvre de la membrane :

- La membrane doit être propre et sèche avant sa pose et au moment de son jointoiment.
- Un premier lé est positionné le long du pignon en laissant un débordement suffisant (le plus souvent 10 cm) pour rendre étanche à la vapeur d'eau et à l'air la jonction avec le mur et pour séparer de manière tout aussi étanche l'isolation du mur de celle de la toiture, comme décrit au § 2.8.1.
- Elle est embrochée sur les suspentes Intégra₂ contre les rondelles déjà en place.
- L'étanchéité à la vapeur d'eau et à l'air est garantie par clipsage au maillet des clés Intégra₂ sur les corps de suspentes Intégra₂ sous la membrane.
- La pose des autres lés s'effectue de la même manière que le premier lé de membrane en respectant un recouvrement entre lés de 10 cm minimum illustré sur le marquage de bordure de la membrane.
- Les lés sont jointoyés par l'adhésif VARIO® MULTITAPE ou VARIO® FAST TAPE sur toute la longueur et largeur de recouvrement des lés. La membrane doit être propre et sèche avant jointoiment.
- Un marouflage par pression de l'adhésif sur la membrane doit être réalisé lors du jointoiment des lés de membrane. Ces conditions sont nécessaires pour assurer l'efficacité du collage ainsi que sa durabilité.
- Un jointoiment étanche à la vapeur d'eau et à l'air est réalisé à la jonction avec le mur, de telle sorte que la toiture soit étanche à l'air et pour séparer de manière tout aussi étanche l'isolation du mur de celle de la toiture, comme décrit au § 2.8.1.

Pose de l'ossature métallique : cas d'un plafond horizontal (cf. § 2.12.1 Figure 11)

Une 1^{ère} ossature est constituée en clipsant les fourrures sur les clés Intégra₂.

Pour obtenir un plafond plat, une 2^{ème} ossature doit être mise en place :

- Les suspentes articulées ou des semi-colliers sont vissés sous la 1^{ère} ossature, à une distance de 5 à 15 cm des clés de suspentes Intégra₂, avec des vis métal - métal. Conformément à la norme NF DTU 25.41, les entraxes n'excèdent pas 1,20 m entre suspentes dans le sens des lignes de l'ossature inférieure et 0,60 m entre fourrures (0,50 m dans le cas d'un parement constitué de plaques de plâtre d'épaisseur supérieure ou égale à 15 mm), avec une mise en œuvre en quinconce.
- Les tiges filetées, de longueurs variables pour rattraper l'écart de pente entre les 2 ossatures, sont vissées aux suspentes articulées.
- Les cavaliers Intégra Zen (ou Intégra₂ ou Stil® F530) sont vissés aux tiges filetées. Leur hauteur est réglée pour obtenir un plafond horizontal.
- Les fourrures sont clipsées sur les cavaliers.

Afin d'éviter tout pont thermique potentiellement source de condensation, une bande d'isolant de hauteur égale à l'épaisseur du vide technique créé entre la membrane et les ossatures métalliques est inséré sur le dessus des fourrures et des cornières le long du mur de rive et sous la muralière, avant la pose de la plaque de plâtre, afin d'assurer la continuité de l'isolation du mur jusqu'à l'isolation de la toiture.

Les gaines électriques sont passées entre les 2 ossatures métalliques par celui qui en a la charge.

Alternativement dans ce cas de double ossature, il est possible de remplacer les suspentes Intégra₂ par des suspentes longues Stil® F530. La membrane Hygro+ est alors collée sous les fourrures de l'ossature supérieure avec l'adhésif VARIO® DOUBLE FACE au lieu d'être embrochée sur les suspentes Intégra₂ (Cf. § 2.12.1 Figure 12).

Pose de l'ossature métallique : cas d'un plafond parallèle à l'élément porteur bois (cf. § 2.12.1 Figure 13)

Afin de réduire le risque de percement inopiné de la membrane Hygro+ lors d'opérations ultérieures sur le plafond, un vide technique est créé avec les rallonges Intégra₂ associées aux suspentes Intégra₂ et aux clips Plenum Intégra₂. Les clips Plenum Intégra₂ permettent le maintien des lés d'isolants afin d'éviter la création des vides d'air et de faciliter la mise en œuvre du système. Ils sont clipsés sur les suspentes Intégra₂ avant la mise en œuvre de la membrane, ou sur les rallonges Intégra₂ après la membrane, en vérifiant dans les 2 cas que le disque de fixation est tourné côté membrane (cf. § 2.12.1 Figure 13).

Afin d'éviter tout pont thermique potentiellement source de condensation, une bande d'isolant de hauteur égale à l'épaisseur du vide technique créé entre la membrane et les ossatures métalliques est inséré sur le dessus des fourrures et des cornières le long du mur de rive et sous la muralière, avant la pose de la plaque de plâtre, afin d'assurer la continuité de l'isolation du mur jusqu'à l'isolation de la toiture (cf. § 2.12.1 Figure 7).

Les gaines électriques sont passées entre l'ossature métallique et la membrane par celui qui en a la charge.

2.7.4. Pose des plaques de plâtre

Voir. § 2.12.1 Figure 7, 11, 12 ou 13.

Une fois la membrane Hygro+ et les ossatures installées, ainsi que les points singuliers du § 2.8 traités, il convient de finir le remplissage du tableau d'auto-contrôle présenté au § 2.12.5.

Le parement de la paroi (plaque de plâtre ou autre) est alors posé et le traitement de la cueillie est réalisé conformément à la norme NF DTU 25.41.

Dans le cas des plaques de plâtre, il faut veiller au percement préalable des plaques pour les passages de gaines ou des spots.

Les plaques sont vissées pour réaliser le parement d'habillage à l'aide de vis de longueur au minimum égale à l'épaisseur totale des plaques à visser majorée de 10 mm.

2.8. Mise en œuvre aux points singuliers

2.8.1. Jonction avec les parois verticales

2.8.1.1. Cas d'un mur maçonné

La membrane Hygro+ est découpée pour permettre un retour de 10 cm sur le mur maçonné. Elle est collée au mastic VARIO® DOUBLE FIT ou DOUBLE FIT+ sur la maçonnerie, en prenant soin de ne pas écraser le joint mastic pour lui permettre de garder son élasticité (cf. § 2.12.1 Figures 4 et 10). Le joint ruban VARIO® PROTAPE peut également être utilisé.

Le mastic d'étanchéité est posé sur toute la périphérie des parois verticales (béton, brique, acier, bois, ciment, PVC). Ce cordon est posé en continu sur la paroi support mur en soulevant la membrane qui est rabattue immédiatement dessus pour réaliser le collage. Le mastic ne doit pas être complètement écrasé pour conserver sa souplesse dans le temps.

En cas de présence d'une membrane de gestion de vapeur d'eau et d'étanchéité à l'air au mur, cette membrane est jointoyée à la plaque de plâtre du plafond à l'aide d'un mastic compatible. La protection de l'isolant placé en périphérie du vide technique est réalisée soit avec la membrane Hygro+ avant sa jonction avec le mur, soit avec une bande de la membrane utilisée en mur, jointoyée à la plaque avec un mastic compatible et à la membrane Hygro+ avec l'adhésif VARIO® MULTITAPE ou VARIO® FAST TAPE. Le joint mastic entre la membrane Hygro+ et le mur est dans tous les cas nécessaire (cf. § 2.12.1 Figure 14).

2.8.1.2. Cas d'une maison à ossature bois

Cas de la présence d'une membrane de $S_d \geq 18$ m en mur, montant jusqu'à la couverture (cf. § 2.12.1 Figure 15)

Lorsque la membrane de gestion de vapeur d'eau et d'étanchéité à l'air du mur a un S_d fixe ≥ 18 m et sépare de façon continue l'isolation du mur jusqu'à la couverture de celle de la toiture, elle empêche tout transfert de vapeur d'eau. La membrane Hygro+ est jointoyée à la membrane du mur sur toute la périphérie des parois verticales avec l'adhésif VARIO® MULTITAPE ou VARIO® FAST TAPE. La membrane Hygro+ est mise en œuvre de telle sorte qu'elle ait un retour de 10 cm sur la membrane du mur.

Cas de la présence d'une membrane en mur, interrompue sous élément porteur bois (cf. § 2.12.1 Figure 16)

Dans cette configuration, il est nécessaire de prévoir une panne en bois (muralière ou panne sablière) en périphérie de la toiture sur tous les côtés pour séparer de façon continue l'isolation du mur de l'isolation de la toiture, afin d'empêcher tout transfert de vapeur d'eau. La membrane Hygro+ est jointoyée sous cette panne sur toute la périphérie au mastic VARIO® DOUBLE FIT ou DOUBLE FIT+, en prenant soin de ne pas écraser le joint mastic pour lui permettre de garder son élasticité, ou au joint ruban VARIO® PROTAPE. Un retour de 10 cm de la membrane Hygro+ sur la membrane du mur doit être prévu.

Puis l'étanchéité à l'air est complétée et finalisée en jointoyant la membrane Hygro+ à la membrane du mur avec l'adhésif VARIO® MULTITAPE ou VARIO® FAST TAPE.

Tout autre configuration de chantier doit reposer sur le même principe de dissociation de comportement à la diffusion de la vapeur d'eau du mur et de la toiture afin que les deux parois soient indépendantes vis-à-vis des transferts de vapeur d'eau.

2.8.1.3. Précaution à prendre en cas de membrane murale non commercialisée par ISOVER

Si la membrane du mur n'est pas une membrane commercialisée par la société Saint-Gobain ISOVER, sa compatibilité avec les adhésifs VARIO® MULTITAPE ou VARIO® FAST TAPE doit être vérifiée par un essai de cisaillement (≥ 40 N/50 mm) selon la norme NF EN 12317-2 et un essai de pelage (≥ 25 N/50 mm) selon la norme NF EN 12316-2.

2.8.2. Passage des gaines électriques et conduites de ventilation dans le vide technique

Les gaines et boîtiers électriques sont installés entre la membrane Hygro+ et l'ossature où sera vissé le parement, dans le vide technique créé selon les cas par la tige filetée, la suspente Stil® F530 vissée sur le tasseau ou la rallonge Intégra₂, en prenant soin d'éviter tout endommagement de la membrane Hygro+. Tout déchirement ou coupure devra être réparé selon les préconisations du § 2.8.6. Il n'est pas admis de percer la membrane Hygro+.

2.8.3. Traversée de la paroi par des canalisations et conduits (autre que conduits de fumée)

Afin de limiter le risque de mauvaise mise en œuvre, il convient de disposer les canalisations/conduits avant la mise en œuvre de l'isolation et de la membrane

2.8.3.1. Isolation des canalisations et conduits (cf. § 2.12.1 Figure 17)

L'isolation de la paroi est posée jointive et continue tout autour du conduit. Tout espace éventuel entre l'isolant et le conduit doit être calfeutrer avec des chutes d'isolant sur toute la hauteur de l'isolation, jusqu'au panneau bois support d'étanchéité.

2.8.3.2. Passage de la membrane au travers du conduit (cf. § 2.12.1 Figure 18)

Une fois l'isolation du conduit effectuée et la pose de l'isolation dans la paroi terminée, procéder à la pose de la membrane conformément aux § 2.7.3.1 ou 2.7.3.2. A la jonction entre la membrane Hygro+ et la canalisation ou conduits (PVC ou acier) déjà en place, faire une encoche dans la membrane pour y passer le conduit.

Jointoyer la membrane avec le conduit avec l'adhésif déformable ISOSTRETCH (cf. § 2.12.1 Figure 18 et 19) :

- Découper une bande d'ISOSTRETCH de longueur égale à la circonférence du tuyau + 2cm.
- Enlever la moitié du film protecteur (pré-fendu à mi largeur) et enrouler la partie découverte autour du rouleau.
- Enlever l'autre moitié du film et étirer la moitié de ruban non encore collée avant de la collée sur la membrane.

Alternativement à l'utilisation d'ISOSTRECH, il est possible de jointoyer la membrane avec le conduit avec l'adhésif VARIO® MULTITAPE (cf. § 2.12.1 Figure 20) :

- Découper une bande de VARIO® MULTITAPE 150 de longueur égale à la circonférence du tuyau + 2cm (ou la juxtaposition de 2 bandes de VARIO® MULTITAPE 60 dont l'une est collée sur l'autre sur au moins 1cm).
- Entailler la bande sur la moitié de sa largeur, afin de permettre son enroulement (cf. § 2.12.1 Figure 20).
- Enlever la moitié du film protecteur (pré-fendu à mi largeur) et enrouler la partie découverte autour du rouleau.
- Coller les bandes entaillées en étoile sur la membrane.
- Refermer les ouvertures créées par les entailles avec des bandes de VARIO® MULTITAPE 60 à cheval sur le conduit et la membrane.

Dans tous les cas, après avoir bien maroufler l'ensemble des adhésifs posés, refermer avec l'adhésif VARIO® MULTITAPE ou VARIO® FAST TAPE toute entaille effectuée pour faire l'encoche et passer le conduit.

2.8.4. Traversée de la paroi par un conduit de fumées

Voir § 2.12.1 Figure 21.

La traversée de l'ouvrage de fumisterie au travers d'une toiture plate doit suivre les recommandations du e-cahier 3816 « Guide sur les travaux d'isolation thermique de parois horizontales et verticales traversées ou adjacentes à un conduit de fumée », avec la mise en place d'une distance de sécurité entre l'isolant et le conduit, dont la distance dépend du type de conduit.

Cette distance de sécurité doit être isolée avec un système de kit isolé sous Avis Technique, incluant en particulier une coquille isolante et une plaque d'étanchéité. La coquille isolante sous Avis Technique doit éviter tout vide d'air entre le conduit et l'isolation du plafond. Après la pose du kit isolé de traversée de la paroi de toiture plate, l'isolation est posée continue tout autour de la coquille de protection du conduit.

La membrane Hygro+ est raccordée sur la périphérie du conduit grâce à la plaque d'étanchéité spécifiée dans l'Avis Technique du kit isolé. Cette plaque peut être appelée plaque de distance de sécurité étanche équipée d'un joint ou plaque d'étanchéité en silicone suivant les fournisseurs. Il n'est pas possible de raccorder la membrane directement au conduit ou à la coquille isolante.

La jonction entre la membrane Hygro+ et la plaque d'étanchéité est réalisée soit grâce à l'adhésif VARIO® MULTITAPE ou VARIO® FAST TAPE, soit grâce à l'adhésif éventuellement incorporé à la plaque d'étanchéité (cf. § 2.12.1 Figure 22). La compatibilité de cet adhésif avec la membrane Hygro+ doit être vérifiée par essai de cisaillement (≥ 40 N/ 50 mm) selon la norme NF EN 12317-2 et essai de pelage (≥ 25 N/ 50 mm) selon la norme NF EN 12316-2.

2.8.5. Encastrement de spots lumineux

En cas de spots lumineux encastrés, halogène ou à LED, le perçage de la plaque de plâtre doit être effectué avant son installation et un espace entre la membrane Hygro+ et le spot lumineux doit être créé. Cet espace peut être réalisé (cf. § 2.12.1 Figure 23 et 24) :

- Soit par un plenum entre la plaque de plâtre et la membrane Hygro+ dans lequel le spot pourra être positionné sans risque de contact avec la membrane et permettant de dissiper la chaleur produite par le spot. La distance entre la membrane Hygro+ et le haut du spot doit être au minimum de 10 cm au niveau de chaque spot. Un soutien local de la membrane Hygro+ au-dessus du spot permet de ne pas avoir à prendre en compte l'éventuelle flèche de la membrane sous la charge de l'isolant. Ce soutien peut être réalisé par un tasseau / fourrure fixé sous les pannes, ou dans le cas d'une isolation entre et sous pannes avec double ossature, par une fourrure / plaque de plâtre fixée à l'ossature supérieure.
- Soit par le capot de protection Isospot, en particulier si le plenum permettant le rattrapage de pente ne permet pas d'assurer pour chaque spot une distance suffisante entre la membrane Hygro+ et le haut du spot. Cette mise en œuvre n'est possible que si on se trouve au bord d'une extrémité de la plaque, ou si les plaques sont mises en œuvre parallèlement aux ossatures. Le cache spot doit être posé sur la plaque de plâtre à l'avancement de l'installation des plaques en le glissant par le vide technique sur la plaque installée. De hauteur 135 mm, le capot Isospot ne doit pas pénétrer dans la laine de plus de 35mm, c'est-à-dire qu'un plenum de 10 cm doit exister entre la plaque de plâtre et le plan théorique de la membrane Hygro+ (sans prise en compte de son éventuelle flèche sous charge).

2.8.6. Déchirement ou coupure de la membrane Hygro+

Deux possibilités s'offrent :

- Découper une pièce de membrane Hygro+ de dimension supérieure à l'entaille, la positionner sur l'entaille, puis coller avec de l'adhésif VARIO® MULTITAPE ou VARIO® FAST TAPE la périphérie de la pièce de raccord, en prenant soin que l'adhésif chevauche la pièce et la membrane en tous points (cf. § 2.12.1 Figure 25).
- Si l'entaille est petite et rectiligne, reconstituer la membrane avec de l'adhésif VARIO® MULTITAPE ou VARIO® FAST TAPE (cf. § 2.12.1 Figure 26).

2.8.7. Traitement des évacuations d'eaux pluviales

Seule la technique d'évacuation des eaux pluviales par déversoir est admise pour ce système (cf. § 2.12.1 Figure 27). La conception et les modes de raccordements de l'évacuation par déversoir doivent être conformes à la norme NF DTU 43.3.

2.9. Calculs thermiques

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 les configurations calculées ci-après :

- Les solives sont de section 80*200 mm² avec un entraxe de 400 ou 600 mm.
- L'épaisseur du panneau porteur est ≥ 18 mm.
- La répartition des suspentes est faite selon un entraxe de 0,60 m x 1,20 m conformément à la norme NF DTU 25.41, soit :
 - * 2,08 suspentes par m² pour un entraxe de 400 mm,
 - * 1,39 suspentes par m² pour un entraxe de 600 mm.
- Le pont thermique linéique lié aux fourrures métalliques, assurant le maintien de l'isolant et la fixation de la plaque de plâtre, est considéré comme négligeable.
- La plaque de plâtre est fixée aux fourrures.

Les conductivités thermiques des matériaux utilisées sont :

Matériaux	Conductivités thermiques W/(m.K)	Sources
Plaque de plâtre à parement de carton « standard » et « haute dureté » ou éléments préfabriqués en plâtre à parements lisses	0,25	Th-U Fascicule 2/5
Panneau porteur	0,21 ⁽¹⁾	
Solive	0,11	
	0,18	
Acier (fourrure et suspente)	50	
Polyamide renforcé (Intégra 2)	0,3	
Polypropylène (Intégra 2)	0,22	
Laine de verre	0,035	ISOCONFORT 35 : N° ACERMI 03/018/340
	0,032	ISOCONFORT 35 Kraft : N° ACERMI 05/018/408
		ISOCONFORT 32 : N° ACERMI 05/018/384
	0,030	ISOCONFORT 32 Kraft : N° ACERMI 13/018/808
		GR 30 Kraft : N° ACERMI 17/018/1288
Air	$\lambda^{(3)}$	Norme CEN 6946

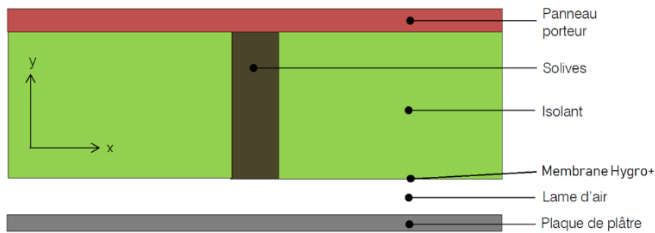
⁽¹⁾ Une simulation complémentaire réalisée avec $\lambda_{\text{panneau porteur}} = 0,18$ W/(m.K) au lieu de $\lambda_{\text{panneau porteur}} = 0,21$ W/(m.K), a permis de montrer que l'impact sur les coefficients ψ_{solive} , χ_{Integra2} , U_c et U_p est négligeable (voir en annexe).

⁽²⁾ : Valeurs n'ayant pas fait l'objet d'une vérification dans le cadre de cette étude et qui est à justifier conformément aux règles Th-bât pour toute utilisation des résultats de cette étude

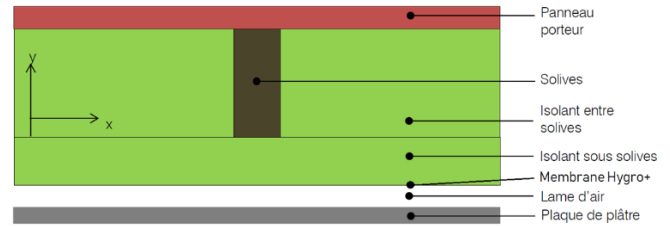
⁽³⁾ : Conductivité thermique équivalente

Cas d'une toiture avec isolation en une couche entre solives

- L'épaisseur d'isolant entre solives est de 200 mm.
- L'épaisseur de la lame d'air entre l'isolant et la plaque de plâtre est de 41 mm.

**Cas d'une toiture avec isolation en deux couches entre et sous solives**

- L'épaisseur d'isolant entre solives est de 200 mm.
- L'épaisseur d'isolant sous solives est variable : 60, 80, 100 ou 160 mm.
- L'épaisseur de la lame d'air entre l'isolant et la plaque de plâtre est de 17,5 mm.

**Tableau 8 : Ponts thermiques intégrés et coefficients U_p et U_c pour les configurations 1 et 2**

λ_{solive}	$\lambda_{isolant}$ [W/(m.K)]	Coefficients	Epaisseur isolant sous solives (mm)				
			0	60	80	100	160
0,11	0,030	ψ_{solive} [W/(m.K)]	0,025	0,013	0,011	0,009	0,006
		$\chi_{integro2}$ [W/K]	0,0021	0,0015	0,0014	0,0014	0,0011
		U_c [W/(m².K)]	0,140	0,109	0,102	0,095	0,080
		U_p [W/(m².K)]- entraxe 400*	0,21	0,14	0,13	0,12	0,10
		U_p [W/(m².K)]- entraxe 600**	0,18	0,13	0,12	0,11	0,09
	0,032	ψ_{solive} [W/(m.K)]	0,024	0,012	0,011	0,009	0,006
		$\chi_{integro2}$ [W/K]	0,0021	0,0015	0,0014	0,0013	0,0011
		U_c [W/(m².K)]	0,148	0,116	0,108	0,101	0,085
		U_p [W/(m².K)]- entraxe 400*	0,21	0,15	0,14	0,13	0,10
		U_p [W/(m².K)]- entraxe 600**	0,19	0,14	0,13	0,12	0,10
	0,035	ψ_{solive} [W/(m.K)]	0,023	0,012	0,010	0,009	0,006
		$\chi_{integro2}$ [W/K]	0,0021	0,0015	0,0014	0,0013	0,0011
		U_c [W/(m².K)]	0,161	0,126	0,118	0,110	0,093
		U_p [W/(m².K)]- entraxe 400*	0,22	0,16	0,15	0,14	0,11
		U_p [W/(m².K)]- entraxe 600**	0,20	0,15	0,14	0,13	0,10
0,18	0,030	ψ_{solive} [W/(m.K)]	0,043	0,019	0,016	0,014	0,009
		$\chi_{integro2}$ [W/K]	0,0021	0,0017	0,0017	0,0017	0,0015
		U_c [W/(m².K)]	0,140	0,109	0,102	0,095	0,080
		U_p [W/(m².K)]- entraxe 400*	0,25	0,16	0,15	0,13	0,11
		U_p [W/(m².K)]- entraxe 600**	0,21	0,14	0,13	0,12	0,10
	0,032	ψ_{solive} [W/(m.K)]	0,042	0,020	0,016	0,014	0,010
		$\chi_{integro2}$ [W/K]	0,0021	0,0017	0,0017	0,0017	0,0014
		U_c [W/(m².K)]	0,15	0,12	0,11	0,10	0,09
		U_p [W/(m².K)]- entraxe 400*	0,26	0,17	0,15	0,14	0,11
		U_p [W/(m².K)]- entraxe 600**	0,22	0,15	0,14	0,13	0,10
	0,035	ψ_{solive} [W/(m.K)]	0,041	0,020	0,017	0,014	0,010
		$\chi_{integro2}$ [W/K]	0,0021	0,0017	0,0016	0,0016	0,0014
		U_c [W/(m².K)]	0,161	0,126	0,118	0,110	0,093
		U_p [W/(m².K)]- entraxe 400*	0,27	0,18	0,16	0,15	0,12
		U_p [W/(m².K)]- entraxe 600**	0,23	0,16	0,15	0,14	0,11

2.10. Résultats expérimentaux

Le procédé a fait l'objet des essais suivants :

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

Caractérisation des performances intrinsèques de la Membrane Hygro+, 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 CSTB n° EMI 17-26067342
- Rapport CSTB n° HO17 E17-038
- Rapport ISOVER/CRIR n° 2017-0164
- Rapport FCBA n° 403/21/0997/A-2-v1 et 403/21/0997/A-6-v1

Etudes de simulation du comportement hygrothermique des parois de toitures avec le procédé :

- Rapport CSTB n° EMI 17-26068670/A : calculs préliminaires
- Rapport CSTB n° EMI 17-26068670/B : calculs préliminaires
- Rapport CSTB n° EMI 17-26069793 : viabilité avec membrane de Sd = 35 m (27 m +30 %) et panneau bois de Sd = 4 m
- Rapport CSTB n° EMI 17-26070973 : viabilité avec membrane de Sd = 35 m (27 m +30 %) et panneau bois de Sd = 4 m
- Rapport CSTB n° DEB/R2EB-2021-195-NP/LB : viabilité avec membrane de Sd = 100 m et panneau bois de Sd = 10 m

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

- Rapport CSTB DIR/HTO 2016-087-FL/CB- N° SAP 70056386

Validation de la résistance à la traction selon DTU 25.41 :

- Suspentes Intégra₂ associées aux éléments porteurs : RE n° EEM 10 26025649 /A et /B

2.11. Références

2.11.1. Données Environnementales ⁽¹⁾

Le procédé ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE).

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.

2.11.2. Références chantiers

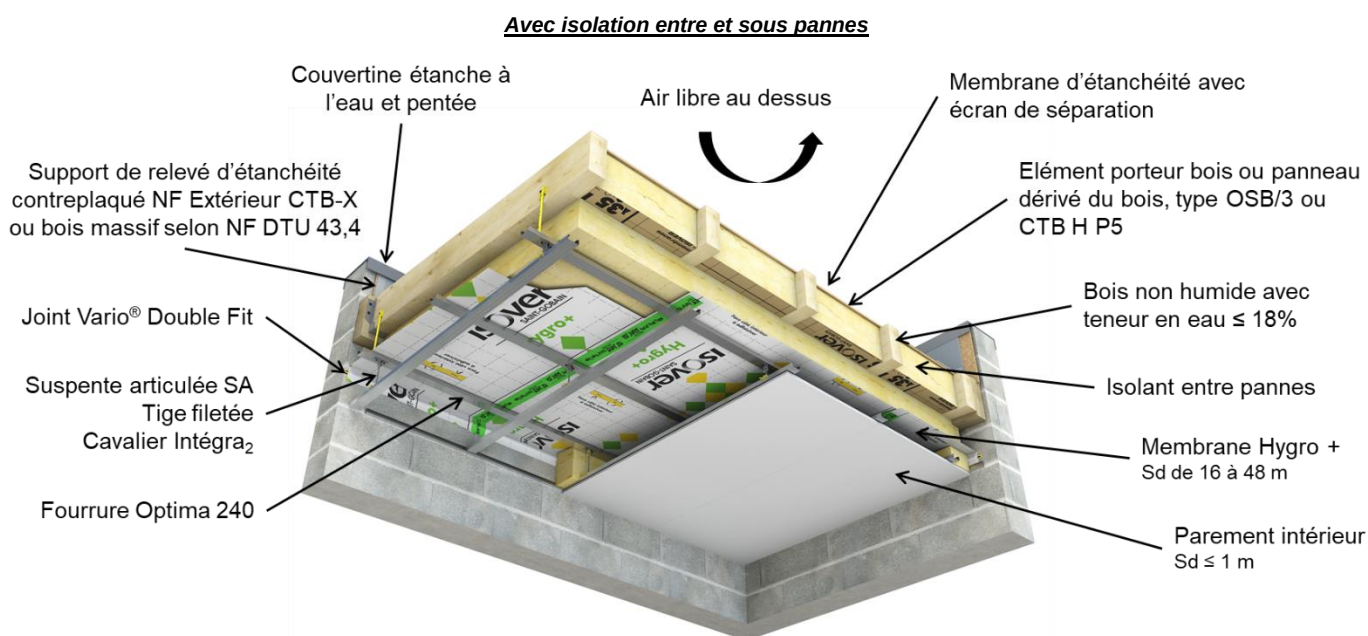
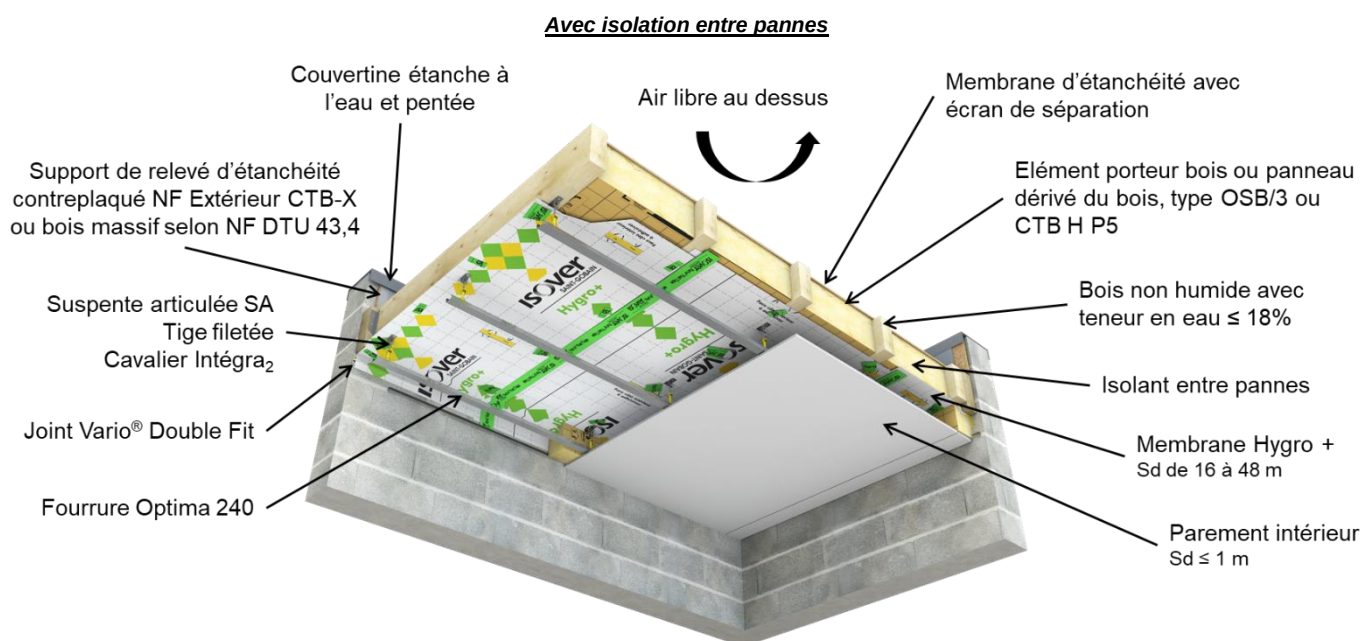
Mise en œuvre de membrane Hygro+ depuis 2018 : plusieurs dizaines de milliers de m².

¹ Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis

2.12. Annexes du Dossier Technique

2.12.1. Figures du Dossier Technique

Figure 1 : Vue globale du système dans le cas de murs en maçonnerie



Pas à pas de pose - Cas d'une isolation entre pannes uniquement

(Figure 2 à Figure 7)

Figure 2 : Solivage, élément porteur bois, couverture et membrane d'étanchéité extérieure posés.

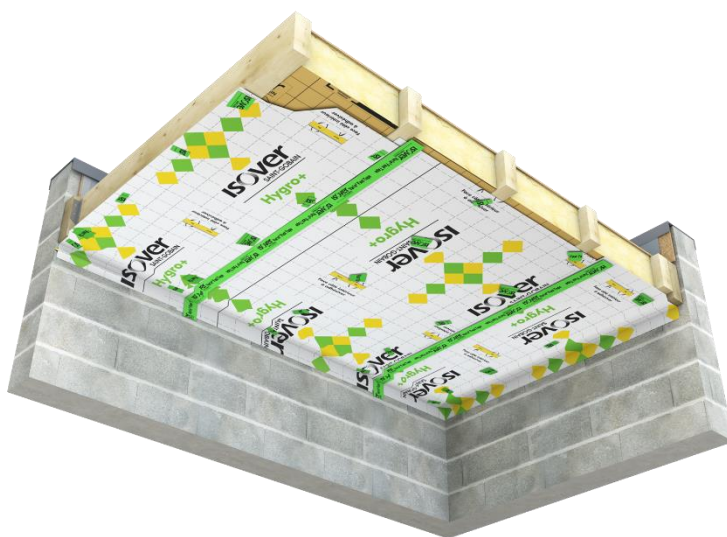
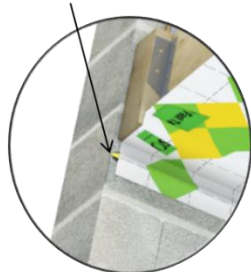


Figure 3 : Pose de l'isolation entre pannes (isolant 1cm plus large que la distance entre pannes).



Figure 4 : Pose de la membrane Hygro+ sous la semelle des pannes, par agrafage, jonction des lés et protection des agrafes à l'adhésif VARIO® FAST TAPE ou MULTITAPE, jointolement en périphérie au mastic VARIO® DOUBLE FIT.

Joint au mastic
Vario® Double Fit



Agrafes
protégées

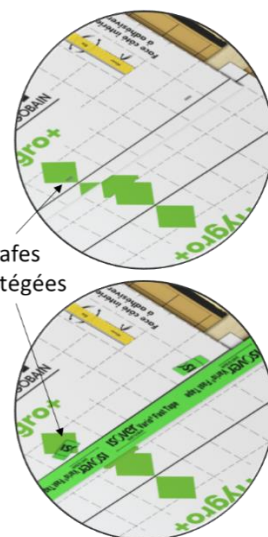
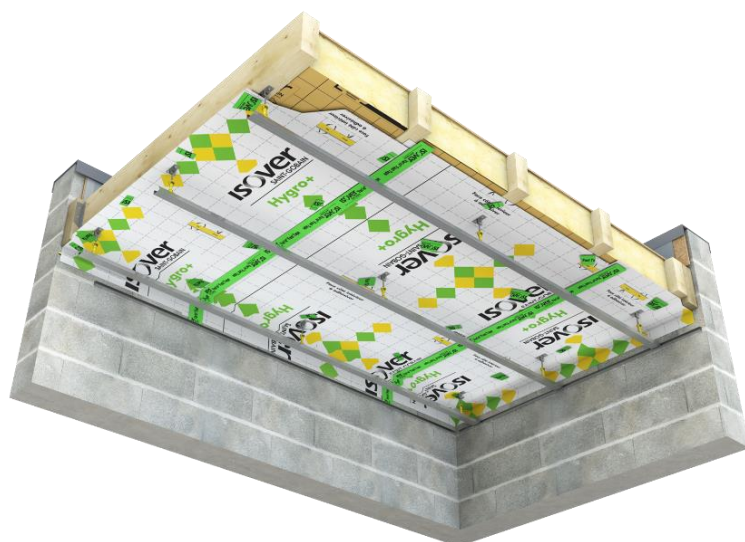


Figure 5 : Pose des suspentes articulées sous la semelle des pannes, des tiges filetées de longueurs variables pour récupérer la pente de la toiture, et des cavaliers Intégra Zen (ou Intégra₂ ou métallique Stil® F530).



Cavalier Intégra₂ (à assembler)



Cavalier Intégra Zen



Cavalier Stil® F 530

Figure 5 bis : pose d'un plafond plat avec rattrapage de pente. Vue du rattrapage de pente, avec une pente exagérée dans un but illustratif (rappel : la pente de la toiture doit être entre 3 et 5%).



Figure 6 : Alternative avec tasseaux bois

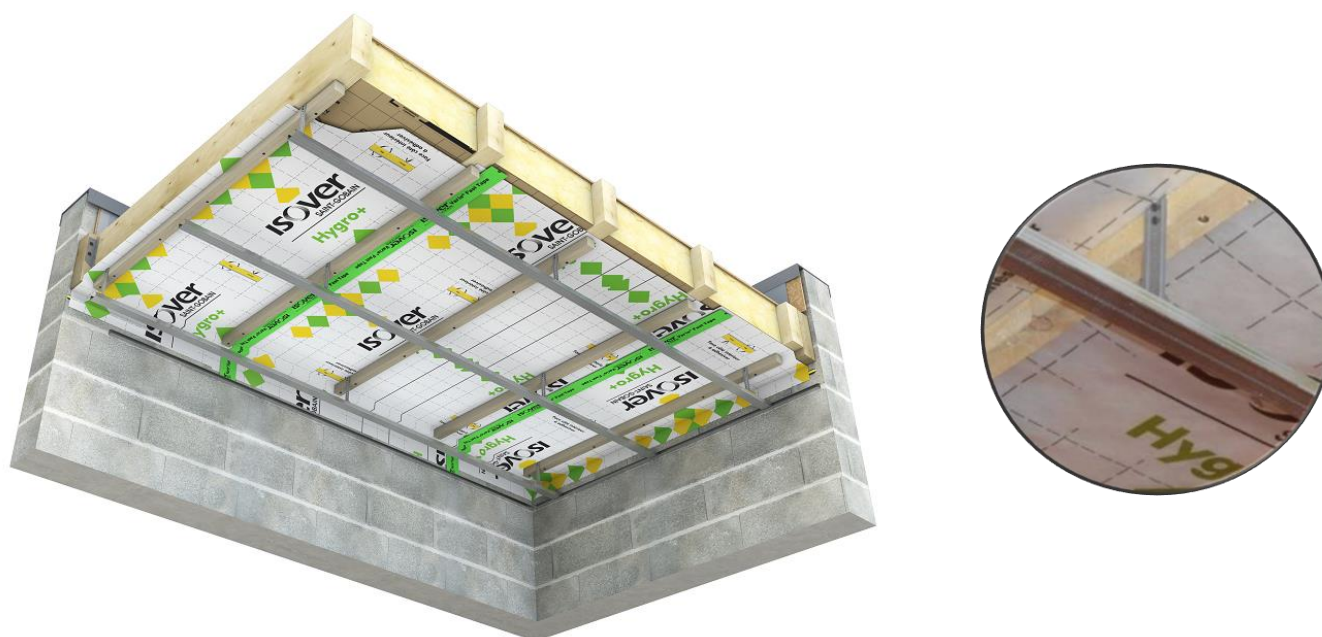
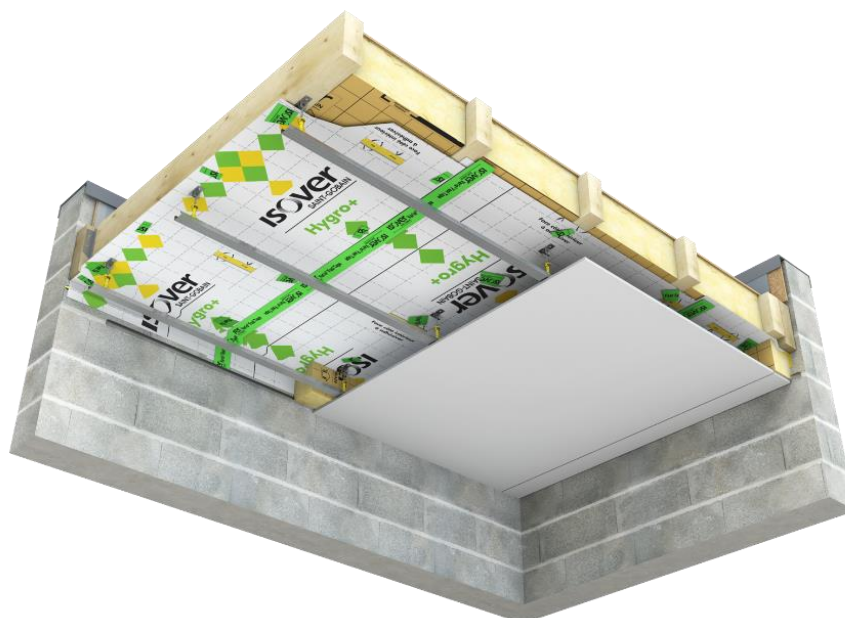


Figure 7 : Pose de l'isolation du vide technique et du parement



Pas à pas de pose - Cas d'une isolation entre et sous pannes

(Figure 8 à Figure 13)

Figure 8 : Pose des suspentes Intégra₂



Figure 9 : Pose de la 1ère couche d'isolation entre pannes et de l'éventuelle seconde couche, sous les pannes, embrochée sur les suspentes Intégra₂. Puis pose des rondelles Intégra₂ sur les suspentes pour tenir la laine de verre.



Rondelle
de maintien
de la laine

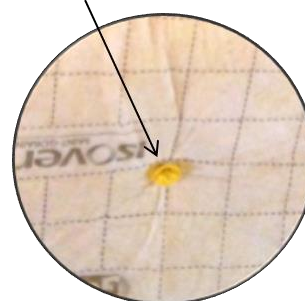
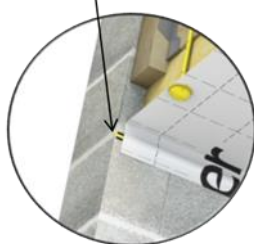


Figure 10 : Pose de la membrane Hygro+, clipsage au maillet des clés des suspentes Intégra₂, jonction des lés à l'adhésif VARIO® FAST TAPE, jointoiement en périphérie au mastic VARIO® DOUBLE FIT.

Joint au mastic
Vario® Double Fit



Clé
Intégra₂

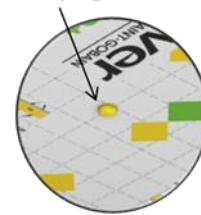
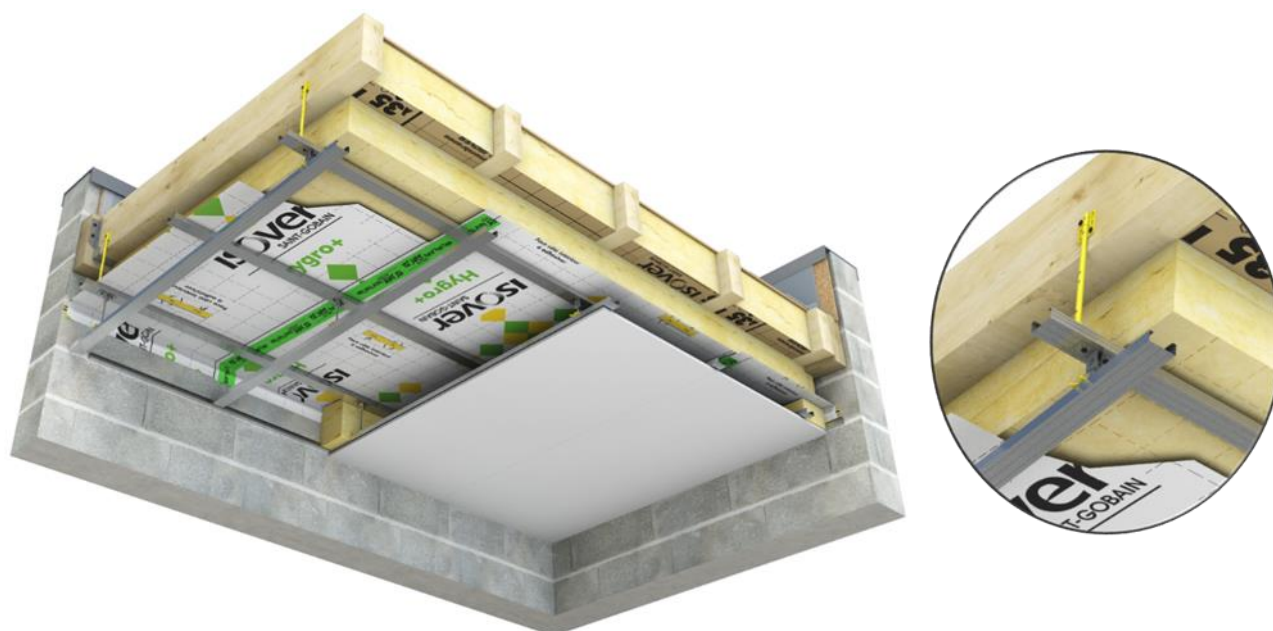


Figure 11 : Pose des ossatures métalliques et du parement : cas d'un plafond horizontal



Plan de mise en œuvre
de la double ossature,
dans le cas d'un parement BA13

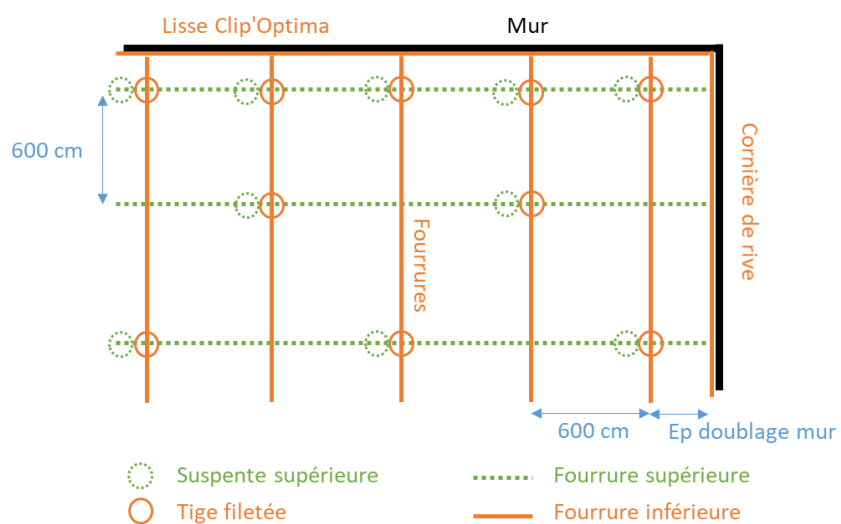


Figure 12 : Pose des ossatures métalliques et du parement : cas d'un plafond horizontal avec suspente Stil® F530

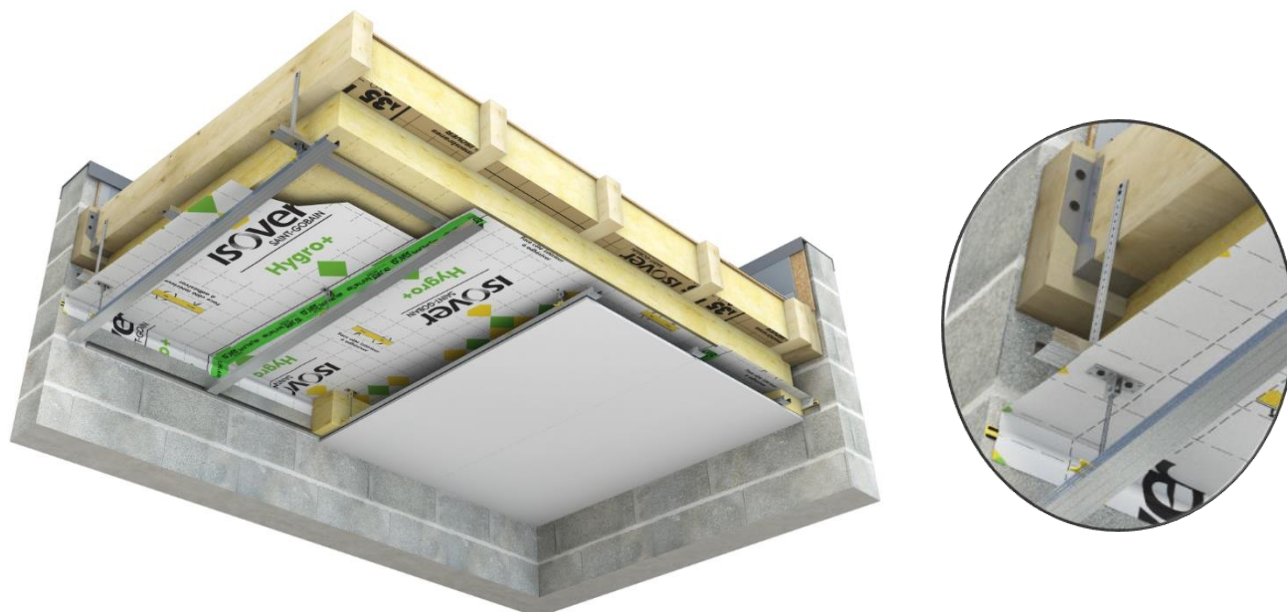
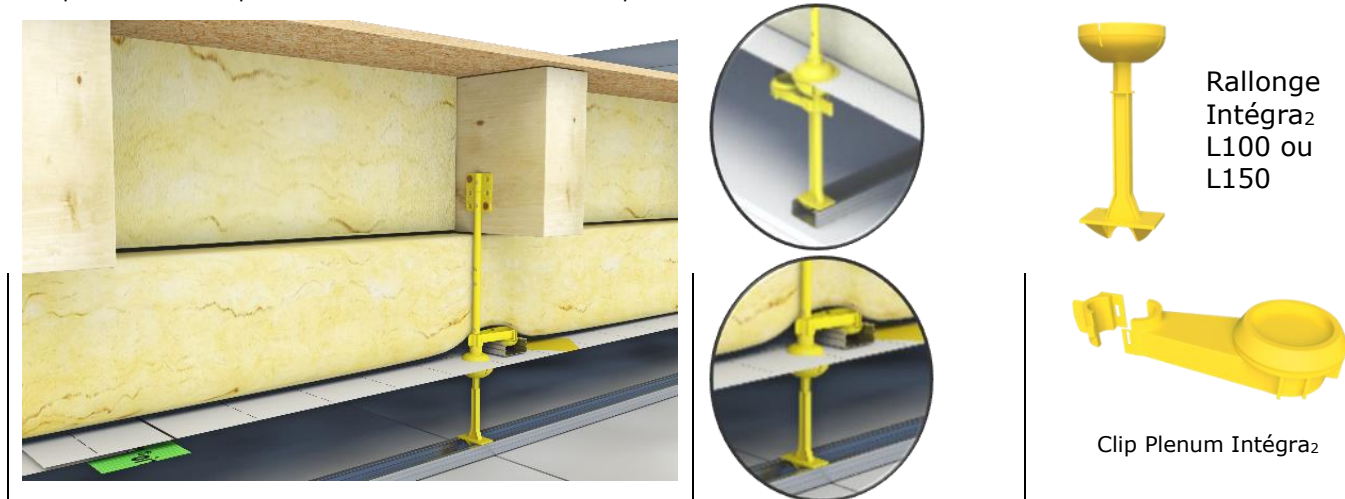


Figure 13 : Pose des ossatures métalliques et du parement : cas d'un plafond parallèle à l'élément porteur bois avec vide technique obligatoire.

Les Rallonges Intégra₂ L100 ou L150, permettant de créer un vide technique de hauteur 100 ou 150 mm, et du clip plenum Intégra₂ permet le maintien des lés d'isolants afin d'éviter la création de vides d'air et de faciliter la mise en œuvre du système. Le clip et sa fourrure peuvent être aussi bien au-dessus qu'en dessous de la membrane.



Jonction avec le mur

(Figure 14 à Figure 16)

Figure 14 : Jonction de la membrane Hygro+ avec une membrane murale pour un mur maçonné.

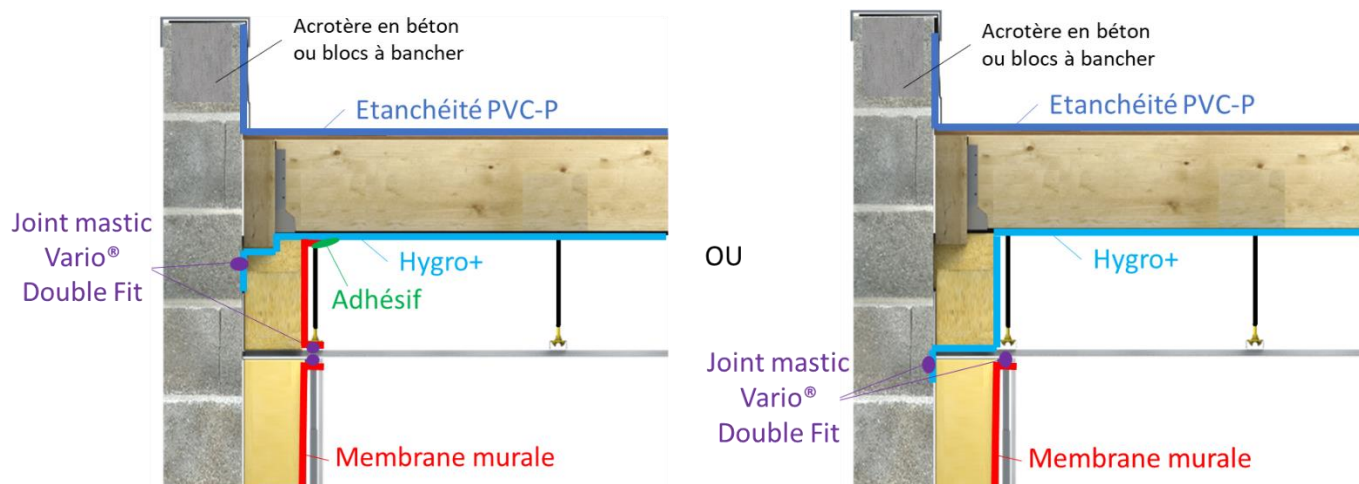


Figure 15 : Jonction de la membrane Hygro+ avec une membrane murale montant dans l'acrotère en MOB sur relief conforme au DTU 43.4

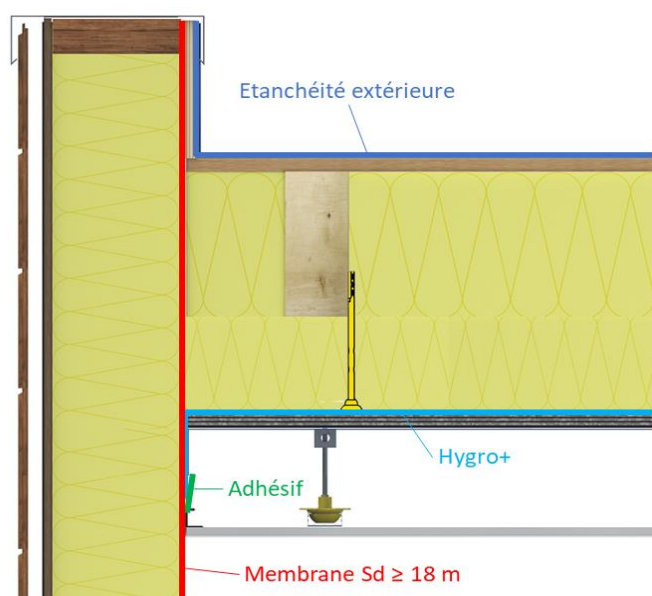
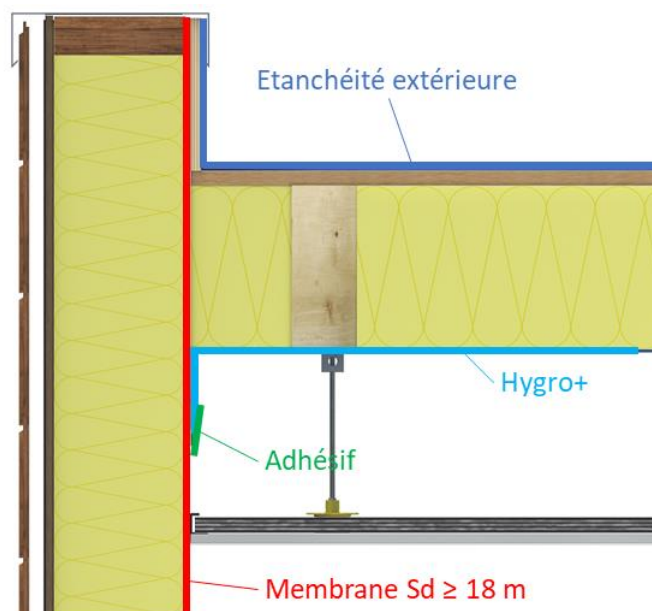
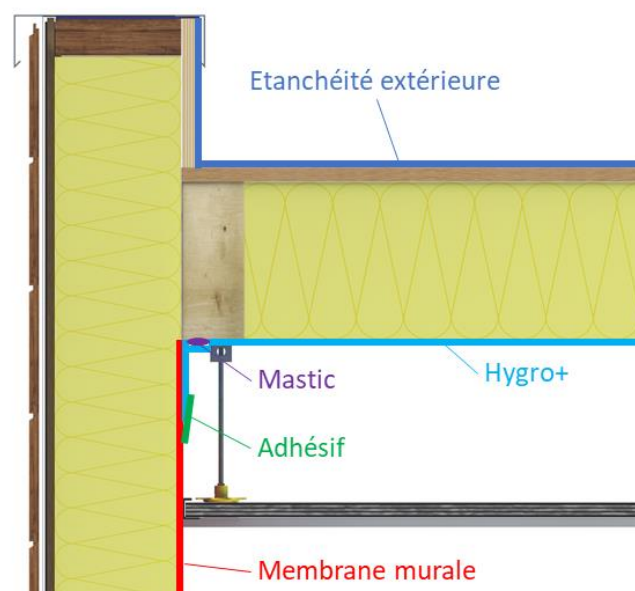


Figure 16 : Jonction de la membrane Hygro+ avec la panne périphérique en MOB



Passage d'un conduit traversant

(Figure 17 à Figure 20)

Figure 17 : Pose de l'isolation autour du conduit sans aucun vide d'air entre l'isolant et le conduit (calfeutrer l'espace éventuel entre l'isolant et le conduit avec des chutes d'isolant).



Figure 18 : Pose de la Membrane Hygro+ et jonction entre la membrane et le conduit avec l'adhésif ISOSTRETCH



Figure 19 : pas à pas de pose de l'ISOSTRETCH autour du conduit pour assurer l'étanchéité à la vapeur d'eau de la jonction membrane Hygro+ / conduit

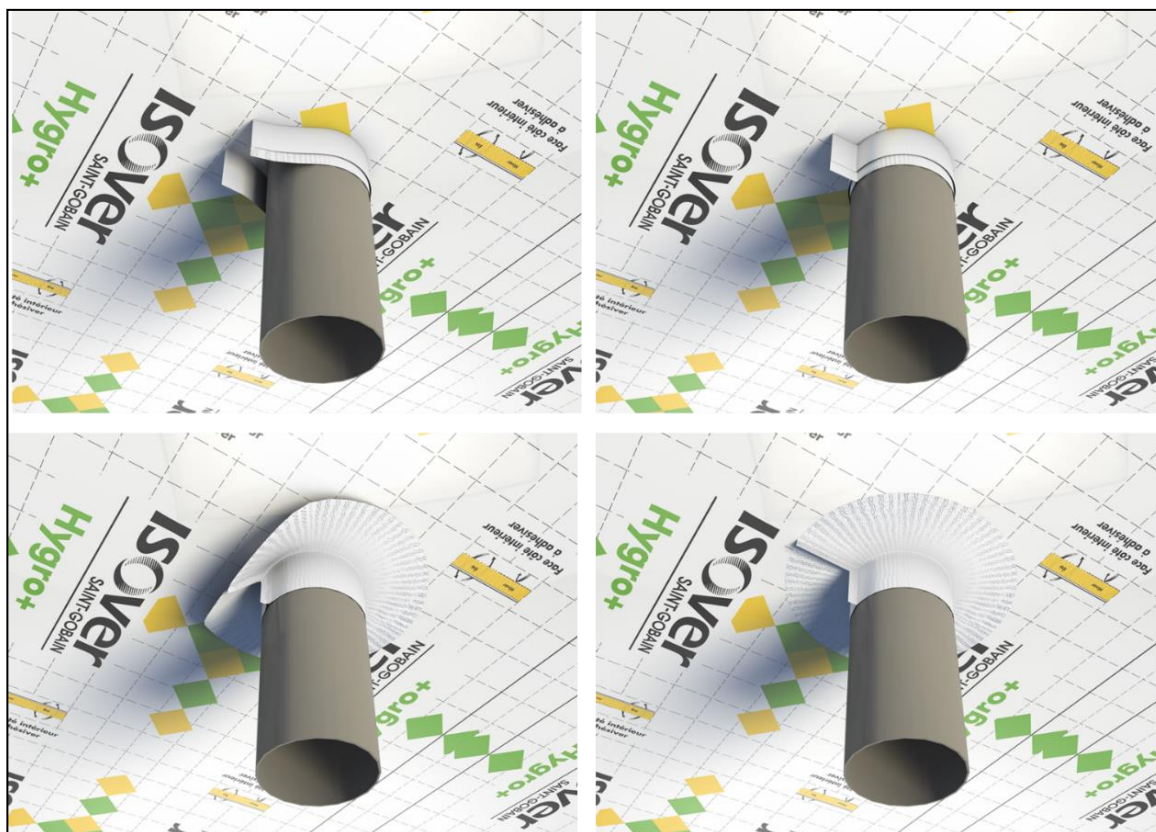


Figure 20 : pas à pas de pose du VARIO® MULTITAPE autour du conduit pour assurer l'étanchéité à la vapeur d'eau de la jonction membrane Hygro+ / conduit



Traitement du passage d'un conduit de fumées

(Figure 21 à Figure 22)

Figure 21 : Traitement du passage d'un conduit de fumée avec un kit isolé sous Avis Technique.

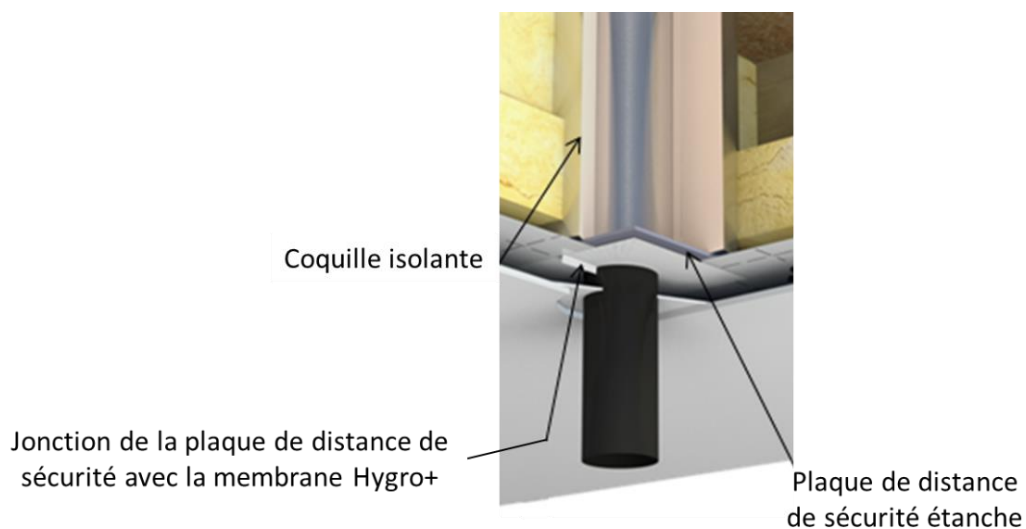


Figure 22 : Détail de la jonction entre la membrane Hygro+ et la plaque de distance de sécurité étanche (parfois appelée plaque d'étanchéité), soit grâce à l'adhésif VARIO® MULTITAPE ou VARIO® FAST TAPE, soit grâce à l'adhésif éventuellement incorporé à la plaque d'étanchéité, après vérification de sa compatibilité avec la membrane Hygro+.



Spots lumineux

Figure 23 : Mise en œuvre des spots lumineux avec une distance minimale de 10cm entre le dessus du spot et la membrane Hygro+, dans le cas d'une isolation en simple couche entre pannes

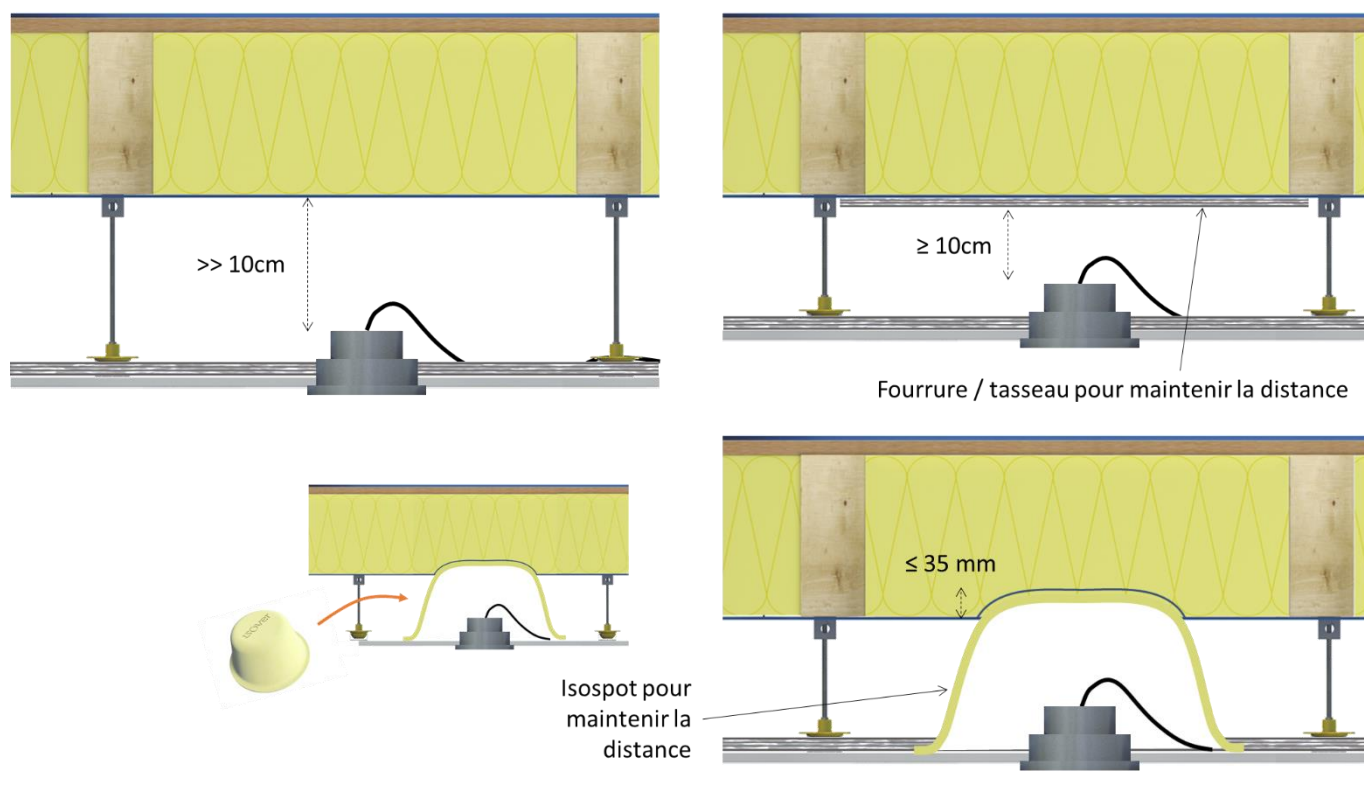
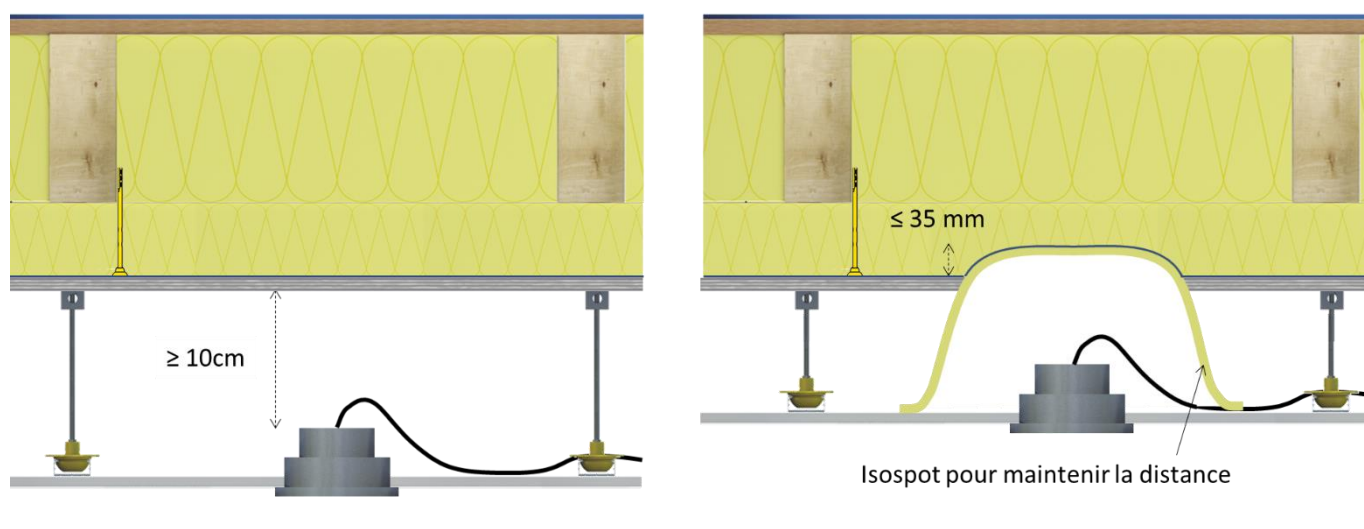


Figure 24 : Mise en œuvre des spots lumineux avec une distance minimale de 10cm entre le dessus du spot et la membrane Hygro+, dans le cas d'une isolation en double couche entre et sous pannes



Réparation d'une déchirure de la membrane Hygro+

Figure 25 : Réparation d'une déchirure ou entaille de grande dimension en apposant une surface de membrane Hygro+ de dimension 5 cm de plus sur toute la périphérie de la partie endommagée puis fixation par adhésivité avec VARIO® FAST TAPE.

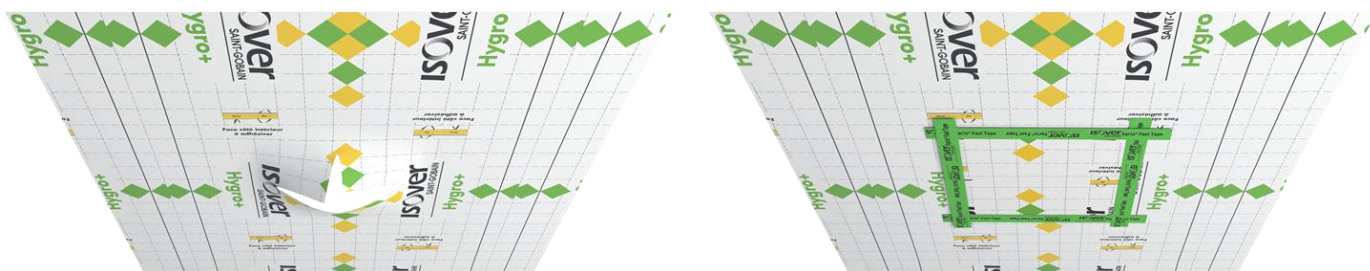
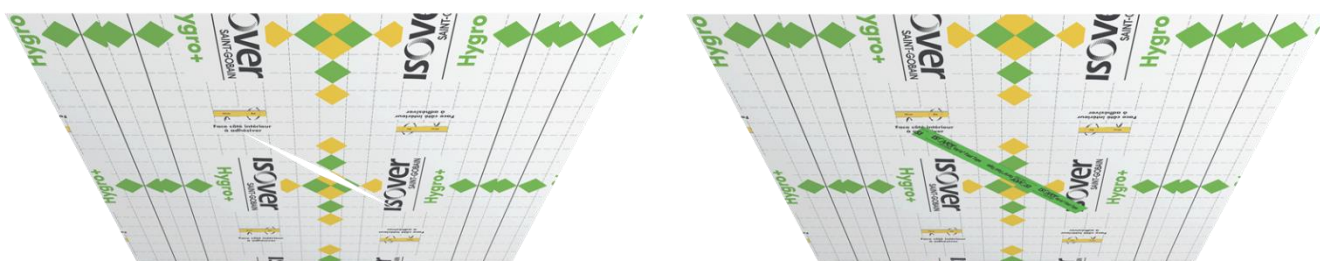


Figure 26 : Réparation d'une déchirure ou entaille de petite dimension de la membrane pare vapeur Hygro+ par adhésivage avec VARIO® FAST TAPE.



Principe de l'évacuation des eaux pluviales selon le NF DTU 43.3

Figure 27 : Traitement des eaux pluviales



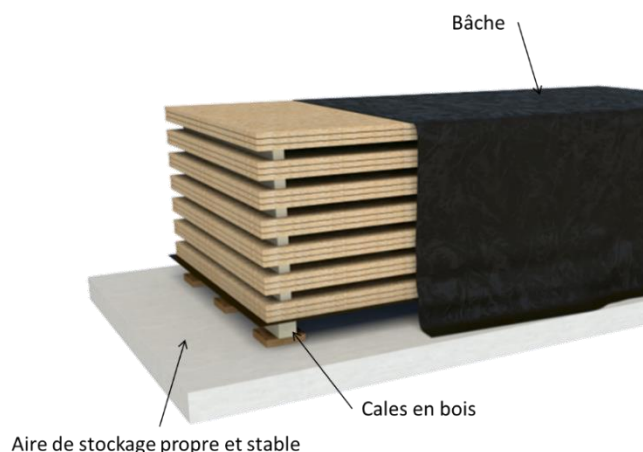
2.12.2. Protection temporaire en cours de chantier

Protection lors du stockage

Le stockage sur le chantier des éléments en bois doit être effectué sur une aire régulièrement plane et stable prévue par la maîtrise d'œuvre.

Il est nécessaire de protéger les éléments de toute humidification en adoptant les préconisations suivantes :

- Réaliser le stockage temporaire sur une aire propre et stable, sans risque d'accumulation d'eau et limitant les possibilités de rejaillissement.
- Des cales en bois de hauteur suffisante sont interposées entre les panneaux et le sol support pour éviter qu'en cas de fortes pluies les pièces de bois soient trempées. Un écran de protection contre le rejaillissement de l'eau est posé sur les cales avant d'entreposer les éléments à protéger.
- Si les éléments en bois sont bâchés, alors il faudra s'assurer qu'ils restent ventilés par l'air extérieur. Sinon ils devront être recouvert d'un film perméable à la vapeur d'eau ($S_d > 0,18 \text{ m}$), de type pare-pluie conforme à la partie 1-2 du NF DTU 31.2. La surface supérieure de la protection doit avoir une pente d'au moins 3 % pour évacuer l'eau de pluie.



Protection entre la mise en place de la charpente et celle de l'étanchéité

Lors du montage des éléments de la toiture plate en bois et avant que son étanchéité soit réalisée, il convient de prendre toutes les mesures pour éviter une humidification du bois.

Sauf si l'étanchéité est posée à l'avancement, il est nécessaire de protéger les panneaux à base de bois vis-à-vis des intempéries par un ouvrage de protection provisoire imperméable. Dans tous les cas, il faut éviter toute stagnation ou accumulation d'eau liquide sur les panneaux ainsi que tout confinement d'humidité.

Une solution consiste en une protection par application de lés fixés sur les panneaux. Les protections temporaires utilisables sont constituées d'écrans souples synthétiques à base de polyéthylène, polypropylène ou polyester, de type écrans pare-pluie conformes à la partie 1-2 du NF DTU 31.2.

Selon la durée de vieillissement selon l'annexe C de la norme NF EN 13859-2 (336 / 1 000 / 5 000 heures), ayant été appliquée pour obtenir le classement W1 de résistance à la pénétration de l'eau, les écrans souples doivent être remplacés par le titulaire du lot structure bois, à une fréquence de :

- 10 jours pour un écran vieilli 336 h ;
- 2 mois pour un écran certifiés QB38 "1000h" ;
- 4 mois pour un écran vieilli 5 000 h.

Les protections temporaires sont posées perpendiculairement à la ligne de plus grande pente de la couverture ($\geq 3 \%$). Les protections sont posées en lés successifs, du bas de pente vers le haut de pente. Le recouvrement minimum des lés des protections est de 10 cm. La jonction entre les lés est complétée avec une bande adhésive compatible avec l'écran souple au sens de l'annexe D de la partie 1-2 du NF DTU 31.2.

Les protections temporaires sont fixées aux panneaux à base de bois par des lignes de fixation (pointes ou des agrafes conformes à la partie 1-2 du NF DTU 31.2) d'entraxe 600 mm. L'entraxe entre pointes ou agrafes est de 300 mm maximum. Au droit de chaque pointe ou agrafe, sont mises en œuvre des pastilles adhésives de diamètre minimum 2,5 cm, compatibles avec l'écran souple.

Gestion des points singuliers

Il convient de protéger les chants des panneaux à base de bois exposés aux intempéries en descendant la protection temporaire de 10 cm en façade. Dans le cas où la protection est descendue dans le plan du mur en bas de pente, il convient de l'arrêter sur un tasseau jouant le rôle de goutte d'eau.

En l'absence de relief en bas de pente, il est nécessaire de mettre en œuvre une gouttière temporaire dimensionnée selon le NF DTU 60.11 P3 en bas de pente. La liaison entre la gouttière et la protection temporaire est complétée par une bande adhésive, compatible avec l'écran souple et le matériau de la gouttière. La gouttière est raccordée sur un réseau vertical, ou, à défaut, l'eau sera rejetée en façade avec un débord d'au moins 100 cm.

Les protections de section courante sont relevées au niveau des éventuels reliefs sur une hauteur minimale de 20 cm. La jonction entre la protection temporaire protégeant le relief et la protection temporaire de section courante est réalisée par la superposition de la protection du relief sur la protection de section courante avec un recouvrement vertical de 10cm minimum. La jonction entre les lés est complétée avec une bande adhésive compatible avec la protection.

Les protections temporaires viennent recouvrir les évacuations d'eaux pluviales. Le raccord est complété par une bande adhésive. L'évacuation est raccordée à un réseau horizontal de tuyaux d'évacuation d'eau de pluie débouchant sur un réseau vertical, ou, à défaut, l'eau sera rejetée en façade avec un débord d'au moins 100 cm.

En cas de réservations dans les panneaux à base de bois, un panneau bois de type NF EN 13986 dimensionné pour résister aux efforts de vents et aux passages éventuels est rapporté et fixé pour recouvrir la réservation. La protection temporaire est fixée sur le panneau de protection bois rapporté de la même manière qu'en section courante.

Il convient de contrôler les stagnations d'eaux éventuelles après chaque période d'intempéries et il est nécessaire le cas échéant d'évacuer l'eau accumulée au racleau en la dirigeant vers le bas de pente, ou dans le cas de présence de relief en bas de pente, en la dirigeant vers les descentes d'eaux pluviales.

Dans le cas où la protection temporaire est abîmée, une réparation ponctuelle est réalisée, soit par empiècement avec le matériau d'origine, soit par bande adhésive en fonction de la taille de la zone concernée.

Protection durant la mise en œuvre de l'étanchéité

La protection, y compris les pointes ou agrafes de fixation, est déposée à l'avancement du chantier. Tout arrêt de chantier entraîne la mise en œuvre du bâchage de protection.

L'eau potentiellement accumulée ne doit pas stagner et doit être redirigée vers les évacuations d'eaux pluviales de la toiture pour éviter toute accumulation d'eau au point bas de la toiture plate et toute infiltration sous la bâche de protection. La pose est donc réalisée pour correspondre à ces objectifs.

2.12.3. Mesure de la teneur en humidité dans les bois depuis la réception des pièces

L'humidité de tous les éléments en bois et pour chaque type de bois utilisé doit être mesurée au moment du montage et le taux d'humidité au maximum de 18 %. On retient la mesure selon la NF EN 13183-2 qui décrit l'estimation de la teneur en humidité par la méthode « électrique par résistance ».

Humidimètre électrique à résistance équipé d'électrodes isolées

L'humidimètre doit être équipé de systèmes de réglage ou accompagné de tableaux pour apporter les corrections en fonction de l'essence forestière et de la température.

Mode opératoire

- Enfoncer les électrodes dans une face de la pièce.
 - L'emplacement de mesure doit être distant d'au moins 300 mm des extrémités de la pièce, (ou situé à mi longueur si la longueur est < 600 mm) et dans le cas des pannes à une distance égale à 0,3 fois la largeur de la face mesurée.
 - Dans le cas des panneaux CTBH ou OSB, ne pas dépasser 5mm de pénétration pour ne pas risquer d'endommager la membrane PVC-P ou EVA.
 - L'emplacement de mesure doit être exempt de bois résiné et de singularités telles que de l'écorce, des nœuds et des poches de résine. Si de telles singularités existent, effectuer la mesure à l'emplacement exempt de singularités le plus proche, vers le centre de la pièce.
- Lire le résultat après 2 s à 3 s et le corriger les résultats de l'humidimètre électrique à résistance de façon à prendre en considération la température et l'essence du bois mesuré.
 - En l'absence de correction de température intégrée, le guide du FCBA de 2016 recommande une compensation de température de l'ordre de 0,1 % à 0,15 % d'humidité par °C à ajouter à la valeur lue pour les températures inférieures à 20°C et à retirer à la valeur lue pour les températures supérieures à 20 °C.
 - Par exemple, en hiver, pour une pièce de bois à 10° C et une lecture sur l'appareil de 18 %, l'humidité réelle du bois est entre 19% et 19,5%, soit au moins 1 point supplémentaire à la mesure indiquée.
 - Certains documents techniques de fabricants montrent des variations plus fortes, allant jusqu'à +3 % pour une mesure à 5 °C (l'humidité réelle pour une lecture à 15 % à 5 °C est alors 18 %).
- Tester au moins 50 % des éléments bois, en répartissant les mesures sur leur ensemble. Aucun des bois ne doit être au-dessus des 18 % de teneur en eau. Si ≥ 18 %, ils sont écartés, ou séchés avant utilisation.
 - Par exemple, à réception de la palette des pannes bois, effectuer des mesures sur les pannes du dessus, celles au milieu et celles en bas de la palette.
 - De même, une fois le support bois posé, effectuer des mesures sur l'élément bois et les pannes disposés au centre de la pièce et à ses périphéries et dans les zones intermédiaires



2.12.4. Fiche de suivi et d'autocontrôle du chantier Hygro+ : charpente & étanchéité

Nom et lieu du Chantier :
 Date : du/...../..... au/...../.....
 Nom de l'entreprise de charpente :
 Nom de l'étancheur :

Panneaux bois installés	Membrane d'étanchéité installée
☐ SWISS KRONO SAS OSB 3 18mm ☐ CF2P APHSC CTBH P5 19 ou 22 mm ☐ Autre panneau CTBH P5 ou OSB 3 certifié par le FCBA, incluant un suivi du $S_d \leq 4m$	☐ Alkorplan F 1,2 mm ou 1,5 mm ☐ Rhenofol fixé mécaniquement 1,2 mm ou 1,5 mm ☐ Armourplan SM 120 1,2 mm ☐ Sikaplan G et VG fixé méca 1,2 mm ☐ Hyperflex FM 1,2 mm ☐ VAEPLAN® FM 1,2 mm ou 1,5 mm

*** Bois = pannes + panneaux porteurs support d'étanchéité**

Teneur en eau des bois* stockés sur chantier avant leur installation (voir § 2.12.3)

Date :	Teneur en eau max de l'OSB / CTBH :	Teneur en eau max des pannes :	Conditions météo :

Les bois* sont-ils préservés des intempéries (pluie, neige...) durant leur stockage sur chantier ? (voir § 2.12.2)

Date :	Observations :	Actions correctives si besoin :

Teneur en eau des bois* avant la pose de l'étanchéité (voir § 2.12.3)

Date :	Teneur en eau max de l'OSB / CTBH :	Teneur en eau max des pannes :	Conditions météo :

Les bois* sont-ils préservés des intempéries (pluie, neige...) entre leur installation et la pose du revêtement d'étanchéité ? (voir § 2.12.2)

Date :	Observations :	Actions correctives si besoin :

2.12.5. Fiche de suivi et d'autocontrôle du chantier Hygro+ : isolation & pare-vapeur

Nom et lieu du Chantier :

Date : du/...../..... au/...../.....

Nom de l'entreprise :

* Bois = pannes + panneaux porteurs support d'étanchéité

Contrôles à effectuer	Méthodes et exigences	Résultat des observations	Action corrective si besoin	Date Visa
La toiture est-elle bien inaccessible, sans isolant par le dessus et avec une étanchéité PVC-P ou EVA de $S_d \leq 27m$?	Inaccessible Pas d'isolant par le dessus PVC-P / EVA $S_d \leq 27 m$			
La teneur en eau des bois* est-elle bien inférieure à 18% lors de la mise en œuvre de l'isolation et de la membrane Hygro+ ?	Voir § 2.12.3 : teneur en eau $\leq 18 \%$	Teneur en eau maximale : - des pannes : - de l'OSB / CTBH :		
Les locaux sont-ils bien ventilés pendant les travaux ?	Voir § 2.7.1.3 : ventilation efficace lors du chantier			
Les isolants ont-ils bien été mis sans lame d'air entre le panneau porteur support d'étanchéité et la membrane Hygro+ ?	Voir § 2.7.3 : aucune lame d'air significative			
La membrane Hygro+ est-elle bien continue ?	Voir § 2.7.3 : jonction des lés, réparation si déchirure, protections des agrafes			
La membrane Hygro+ est-elle bien jointoyée aux murs et au niveau des traversées ?	Voir § 2.8 : joint au mur, étanchéité autour des conduits et fenêtres			
Les conduits de fumée sont-ils bien isolés avec un kit sous avis technique et la membrane jointoyée à la plaque d'étanchéité ?	Voir § 2.8 kit isolé sous AT, jonction entre Hygro+ et plaque d'étanchéité			

2.12.6. Fiche à laisser au propriétaire ou à l'exploitant de l'ouvrage pour les opérations ultérieures

Nom et lieu du Chantier :

Date : du/...../..... au/...../.....

Nom et téléphone du maître d'œuvre ou du responsable du macro-lot :

Nom et téléphone du charpentier :

Panneau bois utilisé en toiture :

Nom et téléphone de l'étancheur :

Membrane d'étanchéité PVC-P ou EVA posée sur la toiture :

Nom et téléphone du plaquiste :

La toiture de votre maison a été isolée grâce au système Hygro+ d'Isover.

La pérennité de la toiture dans le temps nécessite de s'assurer :

- **Du bon état de la membrane d'étanchéité de toiture.** Conformément au NF DTU 43.4, une visite d'entretien est à effectuer au moins une fois par an (de préférence à la fin de l'automne si proximité d'arbres) : examen général des ouvrages d'étanchéité visibles, en particulier les relevés et les traversées ; enlèvement des éventuels feuilles, boues, objets, etc... ; nettoyage des évacuations d'eaux pluviales.
- **Du non percement de la membrane pare-vapeur Hygro+.**
Tout percement de la plaque de plâtre devra être effectué avec soin pour que la mèche n'atteigne pas la membrane.
- **De l'absence d'installation ultérieure d'une climatisation ou de panneaux solaires.**



Opération ultérieure sur l'ouvrage	Recommandation à suivre
Entretien de l'étanchéité de la toiture plate (examen général + nettoyage comme expliqué ci-dessus)	Marcher avec précaution et sans caillou sous la chaussure pour ne pas endommager le revêtement. Vérifier l'intégrité de l'étanchéité, en particulier les relevés et les traversées ; enlever les éventuels feuilles, boues, objets, etc... ; nettoyer les évacuations d'eaux pluviales.
Réfection ponctuelle ou complète de l'étanchéité de la toiture plate	Une réparation ponctuelle est possible avec la même membrane que celle posée initialement, dans la limite d'un patch de 50 cm de côté. Toute réparation supérieure nécessite la dépose de l'ancienne étanchéité et la pose d'une nouvelle membrane PVC-P ou EVA de $S_d \leq 27m$. En cas de défaut d'étanchéité en toiture, vérifier l'état de l'isolation et de la charpente.
Fixation dans le plafond en plaque de plâtre	Utiliser une mèche de longueur apparente inférieure à 60mm et percer doucement. Vérifier que la membrane pare-vapeur Hygro+ n'a pas été percée, la réparer éventuellement avec l'adhésif Vario® Multitape. Utiliser une fixation débordant de moins de 60 mm à l'arrière de la plaque. Ajout de spot lumineux non autorisé après la construction.
Réfection ou changement de la VMC	Tout percement doit respecter les recommandations ci-dessus. En cas de modification du tuyau d'évacuation de la VMC, l'isolation autour du tuyau et les jonctions du tuyau avec la membrane d'étanchéité de toiture et avec la membrane pare-vapeur Hygro+ doivent être refaits avec soin.