

Sur le procédé

Sapisol® (Toiture Chaude – Support d'étanchéité)

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

Titulaire(s) : **Société Simonin SAS**

AVANT-PROPOS

Les avis techniques et les documents techniques d'application, désignés ci-après indifféremment par Avis Techniques, sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction **des éléments d'appréciation sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés** dont la constitution ou l'emploi ne relève pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Le présent document qui en résulte doit être pris comme tel et n'est donc **pas un document de conformité ou à la réglementation ou à un référentiel d'une « marque de qualité »**. Sa validité est décidée indépendamment de celle des pièces justificatives du dossier technique (en particulier les éventuelles attestations réglementaires).

L'Avis Technique est une démarche volontaire du demandeur, qui ne change en rien la répartition des responsabilités des acteurs de la construction. Indépendamment de l'existence ou non de cet Avis Technique, pour chaque ouvrage, les acteurs doivent fournir ou demander, en fonction de leurs rôles, les justificatifs requis.

L'Avis Technique s'adressant à des acteurs réputés connaître les règles de l'art, il n'a pas vocation à contenir d'autres informations que celles relevant du caractère non traditionnel de la technique. Ainsi, pour les aspects du procédé conformes à des règles de l'art reconnues de mise en œuvre ou de dimensionnement, un renvoi à ces règles suffit.

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

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V2	Cette version annule et remplace le Document Technique d'Application 5.2/19-2649_V1 et intègre les modifications suivantes : • Ajout d'un nouveau fournisseur d'isolant PSE • Ajout d'une FDES	MINON Anouk	DRIAT Philippe

Descripteur :

Système isolant support d'étanchéité résultant de l'assemblage par rainures et languettes d'éléments sandwichs de faible largeur (205 mm) et toutes longueurs dans les limites transportables. Chaque élément est constitué d'une âme isolante en polystyrène expansé graphité, assemblée par collage sur deux frises de bois de 20 ou 27 mm d'épaisseur.

Ce procédé, posé et fixé sur une charpente en bois massif, en bois lamellé-collé, béton (avec interposition d'une fourrure en bois) ou acier (avec interposition d'une fourrure en bois), est destiné à la réalisation de « toiture chaude », avec ou sans isolation supérieure complémentaire. Il sert de support ou d'élément porteur à des systèmes d'étanchéité.

La pente mini de toiture (sur plan) $\geq 3\%$ en particulier pour les terrasses et toitures végétalisées.

Ce procédé est utilisable pour des toitures cintrées.

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé.....	4
1.1.	Domaine d'emploi accepté.....	4
1.1.1.	Zone géographique	4
1.1.2.	Ouvrages visés.....	4
1.2.	Appréciation	5
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé	5
1.2.2.	Durabilité	6
1.2.3.	Impacts environnementaux.....	7
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	7
1.4.	Annexe de l'Avis du Groupe Spécialisé.....	7
2.	Dossier Technique	9
2.1.	Mode de commercialisation.....	9
2.1.1.	Coordonnées.....	9
2.1.2.	Identification.....	9
2.2.	Description	9
2.2.1.	Principe.....	9
2.2.2.	Types de configurations du complexe	9
2.2.3.	Caractéristiques des composants	10
2.3.	Dispositions de conception.....	13
2.3.1.	Conditions de conception.....	13
2.3.2.	Conditions relatives à la structure porteuse	14
2.3.3.	Attelages de fixation mécanique du système d'étanchéité.....	15
2.3.4.	Dispositions particulières aux terrasses et toitures végétalisées.....	15
2.3.5.	Dispositions particulières au massif jurassien (1200 m maxi).....	15
2.4.	Dispositions de mise en œuvre.....	15
2.4.1.	Généralités.....	15
2.4.2.	Mise en œuvre des madriers isolants Sapisol®.....	15
2.4.3.	Mise en œuvre des systèmes d'étanchéités de toitures inaccessibles, techniques et végétalisées	17
2.5.	Assistante technique	19
2.6.	Maintien en service du produit ou procédé.....	19
2.7.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication	19
2.7.1.	Fabrication.....	19
2.7.2.	Contrôles.....	19
2.7.3.	Conditionnement.....	20
2.8.	Mention des justificatifs	20
2.8.1.	Résultats expérimentaux	20
2.8.2.	Références chantiers	20
2.9.	Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre.....	21

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre II « Dossier Technique » ci-après a été examiné le 19 septembre 2022 par le Groupe Spécialisé qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

Le procédé « Sapisol® » est employé en France métropolitaine, en climat de plaine et en climat de montagne (uniquement dans le massif jurassien altitude maxi 1200 m).

1.1.2. Ouvrages visés

Les madriers isolants Sapisol® sont des éléments de toiture destinés à être utilisés comme supports ou éléments porteurs de systèmes d'étanchéité dans les constructions de toutes destinations :

- Bâtiments neufs et rénovation. La rénovation entraîne la mise en œuvre de madriers Sapisol® neufs ;
- Bâtiments en climat de plaine et dans le massif jurassien (altitude maxi 1200 m);
- Utilisation dans des locaux en faible ou moyenne hygrométrie ($W/n \leq 5 \text{ g/m}^3$) dont les piscines privées avec prescriptions suivantes :
 - conditions de température, d'humidité et de classes d'emploi définies,
 - utilisation en climat de plaine uniquement,
 - système de déshumidification dimensionné en fonction :
 - dimensions du bassin,
 - dimensions du local,
 - température de l'air et de l'eau,
 - hygrométrie du local.

Une étude doit être réalisée par la maîtrise d'œuvre systématiquement afin de calculer la quantité d'eau qui s'évapore et adapter le type de déshumidificateur et sa puissance d'évacuation ;

- la température de l'air doit être comprise entre 25 et 30 °C et l'humidité relative de l'air entre 60 et 70 %,
- les parois du local doivent être isolées,
- les ouvertures doivent être en double vitrage, et il est nécessaire de prévoir des grilles de soufflages au bas des vitrages,
- afin de limiter les zones humides dues à la forme du bâtiment, il est nécessaire de prévoir, soit un système de déshumidification par gaines positionnées au plus près de ces zones, soit ajouter un brassage de l'air en complément du système de déshumidification,
- lorsque la piscine n'est pas utilisée, il est nécessaire de prévoir un système de bâchage afin de limiter l'évaporation de l'eau.

Le système est utilisable en :

- Toitures terrasses inaccessibles, avec chemins de circulation éventuels, sans rétention des eaux pluviales ;
- Toitures rampantes, inclinées ou courbes, inaccessibles, avec chemins de circulation éventuels ;
- Toitures inaccessibles avec procédés d'étanchéité photovoltaïques avec modules souples bénéficiant d'un Avis Technique ;
- Toitures techniques ou zones techniques, sans chemin de roulement d'appareils d'entretien ou de levage ;
- Toitures terrasses et toitures végétalisées uniquement pour les configurations A, B et D (cf. § 2.2.1.1.).

Le revêtement d'étanchéité doit être choisi en tenant compte de l'ambiance intérieure des locaux et des prescriptions des Avis Techniques ou des Documents Techniques d'Application.

Le contreventement de la toiture ainsi que la stabilisation des pannes, par les madriers isolants Sapisol® ne sont pas visés dans le présent document.

Les pentes de toiture (sur plan) doivent être :

- Selon le DTU 43.4 pour les toitures terrasses et toitures inaccessibles, et techniques ;
- $\geq 3 \%$ pour les terrasses et toitures végétalisées.

Les madriers isolants Sapisol® peuvent être utilisés en classes d'emploi 2 ou 3.1 au sens de la norme NF EN 335.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

1.2.1.1. Sécurité en cas d'incendie

Dans les lois et règlements en vigueur, les dispositions à considérer pour les toitures proposées ont trait à la tenue au feu venant de l'extérieur et de l'intérieur.

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

Le comportement au feu des toitures mises en œuvre sous une protection lourde conformes à celles de l'arrêté du 14 février 2003 satisfait aux exigences vis-à-vis du feu extérieur (art. 5 de l'arrêté du 14 février 2003).

Le procédé avec d'autres protections rapportées n'est pas classé.

Vis-à-vis du feu intérieur (cf. § 2.3.1.5)

Certaines 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.

1.2.1.2. Pose en zones sismiques

Selon la réglementation 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 Sapisol® (Toiture Chaude – Support d'étanchéité) 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 classes A, B, C, D et E.

La limitation d'utilisation en zone sismique peut-être donnée dans l'Avis Technique ou le Document Technique d'Application du procédé d'étanchéité.

Les exigences supplémentaires du maître d'ouvrage en termes de sécurité en cas de séisme ne sont pas prises en considération dans le présent Avis.

1.2.1.3. Isolation thermique

Les bâtiments équipés de ce procédé doivent faire l'objet d'études énergétiques pour vérifier le respect des réglementations thermiques en vigueur, pour les bâtiments neufs et existants selon le cas.

Ces études doivent tenir compte des caractéristiques de ces procédés listées ci-après :

- Le coefficient de transmission surfacique global de la paroi Up (en W/(m².K)), ponts thermiques intégrés et résistances superficielles pris en compte ;
- La résistance thermique totale de la paroi R (en (m².K)/W), ponts thermiques intégrés pris en compte ;
- La conductivité thermique de l'âme isolante en polystyrène graphité ayant une valeur certifiée par un Certificat ACERMI et égale à 0,031 W/(m.K) ;
- La conductivité thermique des 2 faces bois ayant une valeur égale à 0,13 W/(m.K) (valeur issue des Règles Th -Bat) ;
- La conductivité thermique de l'isolation complémentaire supérieure ayant une valeur certifiée par un Certificat ACERMI.

Le calcul du coefficient de transmission surfacique global d'une paroi Up (en W/(m².K)), ponts thermiques intégrés pris en compte, se fait de la façon suivante :

$$U_p = U_c + \frac{N}{L \times l} \cdot X$$

Avec :

Uc coefficient de transmission thermique en partie courante du madrier (Uc = 1/(0,2+Rp+Ri) où Rp représente la résistance thermique des deux parements extérieurs et Ri la résistance thermique de l'isolant en âme et de l'isolant complémentaire supérieur, en W/(m².K), donné aux tableaux 1 du § 1.4,

N nombre de fixations par madrier,

x coefficient de transmission ponctuel dû à la tige de la fixation métallique, en W/K, donné aux tableaux 1,

L longueur des madriers en m,

l largeur utile des madriers en m.

Le calcul de la résistance thermique totale d'une paroi R (en (m².K)/W), ponts thermiques intégrés pris en compte, se fait de la façon suivante :

$$R = \frac{1}{U_p} - 0,2$$

Les tableaux 1 bis du § 1.4 présentent des valeurs précalculées de Up en tenant compte des conductivités thermiques des différents matériaux et des valeurs de x (en W/K), sans l'isolation complémentaire supérieure.

1.2.1.4. Risque de condensation

Les costières métalliques et pièces en bois massif peuvent constituer des points froids.

1.2.1.5. Acoustique

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 ;
- Arrêté du 13 avril 2017 relatif aux travaux de rénovation en zones exposées au bruit ;

Le passage de la performance du système à la performance de l'ouvrage peut être réalisé à l'aide d'une des trois approches suivantes :

- Le calcul selon la norme NF EN 12354-1 à 6, objet du logiciel ACOUBAT ;
- Le Référentiel QUALITEL ;
- Les Exemples de Solutions Acoustiques, de janvier 2014.

Les performances d'affaiblissement acoustique du procédé Sapisol® n'ont pas été évaluées.

Les performances de la sous face acoustique des madriers isolants ont été évaluées par des essais de l'absorption acoustique en salle réverbérante référencés dans le § 2.8.1.

1.2.1.6. 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.

1.2.1.7. Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

La mise en œuvre de cette toiture impose le respect des dispositions relatives à la sécurité des personnes contre les chutes de hauteur.

Le procédé ne dispose pas de Fiche de Données de Sécurité (FDS).

Résistance au vent des toitures

- a. Madriers isolants Sapisol® : se reporter au dossier technique de l'Avis.
- b. Revêtements d'étanchéité et isolants support d'étanchéité : se reporter à leurs Documents Techniques d'application et au § 2.2.3.3.1.
- c. Ancrage des fixations mécaniques dans le parement supérieur des madriers isolant Sapisol® : résistance caractéristique P_k selon NF P 30-313 égale à celle obtenue pour un ancrage dans du bois massif.

1.2.1.8. Flexibilité et sécurité à la ruine

Les déformations prises par les toitures avec les madriers isolants Sapisol® sont :

- Flèche instantanée au plus égale au 1/400ème de la portée ;
- Flèche différée (compte tenu du fluage) au plus égale au 1/200ème de la portée ;
- Le tableau de portées et charges a été établi sur la base des résultats d'essais avec un coefficient de sécurité à la ruine ≥ 5 .

1.2.1.9. 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. Durabilité

La durabilité des supports isolants SAPI SOL est assurée si, comme prévu par le domaine d'emploi accepté par l'Avis, ces éléments sont réservés à la réalisation de toiture-terrasse de locaux à faible, moyenne hygrométrie ou des piscines dans les conditions de température, d'humidité décrites dans le § 1.1.2 ; et si ces supports sont protégés de l'humidification lors de la pose (cf. § 2.4.2.4).

Dans les conditions de pose prévues par le dossier technique, complétées par les Prescriptions Techniques, et dans la limite d'emploi accepté par l'Avis (cf. § 1.1), la durabilité des revêtements d'étanchéité associés est comparable à celle des mêmes revêtements d'étanchéités posés sur support traditionnel.

Les dispositions d'entretien du DTU 43.4 s'appliquent aux matériaux associés à ce procédé, ainsi que les Avis Techniques et Documents Techniques d'Application.

Les madriers isolants Sapisol® ne nécessitent pas d'entretien particulier, sauf éventuellement la finition en sous face.

Cet entretien devra être réalisé selon les fiches techniques et prescriptions du fabricant du produit de finition.

1.2.3. Impacts environnementaux

Le Procédé Sapisol® (Toiture Chaude – Support d'étanchéité) avec planches de 20 mm dispose d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES). Cette FDES a été établie en mars 2022, a fait l'objet d'une vérification par tierce partie indépendante selon l'arrêté du 31 août 2015 et est déposée sur le site www.inies.fr

Les données issues des FDES ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les produits (ou procédés) visés sont susceptibles d'être intégrés. Il est rappelé que les FDES n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 1.1) est appréciée favorablement.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

L'Avis est formulé en considération des préconisations que s'impose la Société Simonin SAS dans son dossier technique, visant l'association de son procédé avec un système d'étanchéité (panneaux isolants thermiques - revêtement d'étanchéité - protection lourde) faisant, par ailleurs, l'objet d'un Document Technique d'Application pouvant ne pas viser l'ensemble du domaine d'emploi visé par le présent Avis (cf. le § 1.1).

Le principe de mise en œuvre d'une isolation thermique en sous-face des madriers isolants Sapisol® n'est, ni prévue, ni admise, dans le présent Avis pour les toitures chaudes.

Comme pour tous les supports en bois ou à base de bois selon le NF DTU 43.4, l'implantation des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales doit être faite conformément à l'Annexe E du NF DTU 43.3 P1-1 d'avril 2008.

Les intégrations électriques et la fixation d'objet ne sont pas visées par le présent Avis Technique.

L'ancrage des équipements de protection individuelle doit se faire dans la charpente et non dans le parement supérieur des madriers isolants Sapisol®.

Les configurations A, B et C (cf. § 2.2.1.1) sont limitées à des membranes d'étanchéité à base de PVC-P dont le Sd est ≤ 30 m (cf. DTA du revêtement). La valeur de Sd à prendre en compte est la valeur maximale (Valeur nominale + tolérance).

1.4. Annexe de l'Avis du Groupe Spécialisé

Caractéristiques thermiques des madriers isolants SAPI SOL														
	Sapisol® planches 27 mm							Sapisol® planches 20 mm						
	S100-27	S120-27	S150-27	S174-27	S200-27	S214-27	S220-27	S86-20	S106-20	S136-20	S160-20	S186-20	S200-20	S220-20
Épaisseur parement (mm)	27	27	27	27	27	27	27	20	20	20	20	20	20	20
Épaisseur isolant (mm)	46	66	96	120	146	160	166	46	66	96	120	146	160	180
Épaisseur parement (mm)	27	27	27	27	27	27	27	20	20	20	20	20	20	20
Largeur utile (m)	0,205													
Uc (W/m².K)	0,476	0,364	0,269	0,223	0,188	0,173	0,167	0,502	0,379	0,277	0,228	0,192	0,176	0,158
χ (W/K)	0,008	0,008	0,007	0,007	0,006	0,006	0,006	0,008	0,008	0,007	0,007	0,006	0,006	0,006

Valeurs avec EPS graphité Certificats ACERMI n° 16/007/1206, 19/195/1420 et 22/150/1545

Tableaux 1 – Caractéristiques thermiques du procédé Sapisol® (Toiture chaude), sans isolation complémentaire supérieure

Valeurs de Up (W/m².K) - Sapisol® seul														
	Sapisol® planches 27 mm							Sapisol® planches 20 mm						
Entraxe des supports (m)	S100-27	S120-27	S150-27	S174-27	S200-27	S214-27	S220-27	S86-20	S106-20	S136-20	S160-20	S186-20	S200-20	S220-20
2,0	0,51	0,39	0,29	0,25	0,21	0,20	0,19	0,53	0,41	0,30	0,25	0,21	0,20	0,18
2,5	0,50	0,39	0,29	0,24	0,21	0,19	0,19	0,53	0,40	0,30	0,25	0,21	0,19	0,18
3,0	0,50	0,38	0,29	0,24	0,20	0,19	0,18	0,52	0,40	0,29	0,25	0,21	0,19	0,17
3,5	0,49	0,38	0,28	0,24	0,20	0,19	0,18	0,52	0,40	0,29	0,24	0,20	0,19	0,17
4,0	0,49	0,38	0,28	0,24	0,20	0,18	0,18	0,52	0,39	0,29	0,24	0,20	0,19	0,17
4,5	0,49	0,38	0,28	0,23	0,20	0,18	0,18	0,52	0,39	0,29	0,24	0,20	0,19	0,17
5,0	0,49	0,38	0,28	0,23	0,20	0,18	0,18	0,51	0,39	0,29	0,24	0,20	0,19	0,17
5,5	0,49	0,38	0,28	0,23	0,20	0,18	0,18	0,51	0,39	0,29	0,24	0,20	0,18	0,17
6,0	0,49	0,37	0,28	0,23	0,20	0,18	0,17	0,51	0,39	0,29	0,24	0,20	0,18	0,17

Valeurs avec EPS graphité

Tableau 1bis – Valeurs précalculées de Up (W/m².K) en fonction de l'entraxe des supports, en partie courante de toiture, pour des madriers isolants Sapisol® de largeur 205 mm en 3 appuis – fixations acier galvanisé

2. Dossier Technique

Issu des éléments fournis par le titulaire et des prescriptions du Groupe Spécialisé acceptées par le titulaire

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

Le procédé est commercialisé par le titulaire.

Titulaire : Société Simonin SAS

22 ZA des Epinottes

FR – 25500 Montlebon

Tél. : 03 81 67 01 26

Email : simonin@simonin.com

Internet : www.simonin.com

Distributeur : Société Simonin SAS

22 ZA des Epinottes

FR – 25500 Montlebon

Tél. : 03 81 67 01 26

Email : simonin@simonin.com

Internet : www.simonin.com

2.1.2. Identification

Les éléments Sapisol® sont caractérisés par leur géométrie particulière illustrée par le tableau 4 du dossier technique.

Chaque élément Sapisol® comporte les indications suivantes :

- Sapisol® ;
- Jour/mois/année de fabrication ;
- Marque CTB n° 203 ;
- Le repère correspondant au calepinage (ajouté ultérieurement).

2.2. Description

2.2.1. Principe

Madrier isolant support d'étanchéité résultant de l'assemblage par rainures et languettes d'éléments sandwichs de faible largeur (205 mm) et toutes longueurs dans les limites transportables.

Chaque élément est constitué d'une âme isolante en polystyrène expansé graphité, assemblée par collage sur deux frises de bois de 20 ou 27 mm d'épaisseur.

Ce procédé, posé et fixé sur une charpente en bois massif, en bois lamellé-collé, béton (avec interposition d'une fourrure en bois) ou acier (avec interposition d'une fourrure en bois), est destiné à la réalisation de « toiture chaude », avec ou sans isolation supérieure complémentaire. Il sert de support ou d'élément porteur à des systèmes d'étanchéité :

- Madriers isolants utilisés comme support : le revêtement d'étanchéité est indépendant ou semi-indépendant.
- Madriers isolants utilisés comme élément porteur : l'isolant complémentaire support et le pare-vapeur (sauf dans le cas du verre cellulaire) sont associés à un revêtement d'étanchéité indépendant, semi-indépendant ou adhérent ;

Les systèmes étanchéités sont mis en œuvre comme selon le NF DTU 43.4 des toitures en éléments porteurs en bois et panneaux à base de bois avec revêtements d'étanchéité, ou Avis technique, ou Documents Techniques d'application des différents matériaux qui compose le système.

2.2.2. Types de configurations du complexe

Différentes configurations du complexe « Madriers isolants Sapisol® + système d'étanchéité » peuvent être utilisées (cf. figures 16 à 18).

Type A : madriers isolants Sapisol® + Étanchéité à base de PVC-P avec $S_d(*) \leq 30$ m ;

Type B : madriers isolants Sapisol® + Panneaux à base de bois + Étanchéité à base de PVC-P avec $S_d(*) \leq 30$ m ;

Type C : madriers isolants Sapisol® + Lambourdes (vide d'air non ventilé) + Bois massif ou Panneaux à base de bois + Étanchéité à base de PVC-P avec $S_d(*) \leq 30$ m (limité à des surfaces de 100 m²) ;

Les configurations A, B et C sont limitées à des membranes d'étanchéité à base de PVC-P dont le S_d est ≤ 30 m (cf. DTA du revêtement).

(*) La valeur de S_d à prendre en compte est la valeur maximale (Valeur nominale + tolérance)

Type D : madriers isolants Sapisol® + Pare-vapeur + Isolant complémentaire + Étanchéité tous types et tous Sd, avec règle 2/3-1/3 (cf. § 2.4.3.3) ;

Les différentes possibilités d'utilisation sont indiquées dans les tableaux 10 et 11.

Ces configurations ont été établies d'après l'expérience et les résultats d'études hygrothermiques réalisées par le FCBA, validés par une étude du CSTB.

2.2.3. Caractéristiques des composants

2.2.3.1. Définition des madriers isolants Sapisol®

Les éléments Sapisol® se présentent sous la forme de madriers isolants destinés à la réalisation d'un support isolant d'étanchéité ou d'un élément porteur de support isolant, pare-vapeur éventuel et étanchéité. Ils sont constitués d'une âme en polystyrène expansé graphité, assemblée par collage sur deux parements bois de largeur utile 205 mm.

2.2.3.1.1. Parement

Les parements sont constitués de lames en bois d'épaisseur 20 ou 27 mm, aboutés selon la norme NF EN 15497 en continu et ajustées à la longueur finale du panneau. Ces lames sont :

- En parement supérieur, en bois résineux de classe minimale C24 selon la norme EN 338 ;
- En parement inférieur, en bois résineux de classe minimale C24 selon la norme EN 338 ou en bois feuillus ou exotique, de classe minimale D24 selon la norme EN 338.

La protection des madriers isolants est assurée en fonction de l'essence de bois utilisée selon les classes d'emploi données au § 2.2.3.1.9.

2.2.3.1.2. Âme isolante

L'âme isolante est constituée de polystyrène expansé graphité d'épaisseur 46 à 180 mm, de classe minimale EPS150, marqué CE selon la norme EN 13163 et possédant un Certificat ACERMI n° 16/007/1206, 19/195/1420 et 22/150/1545. La masse volumique minimale est de 25 kg/m³.

2.2.3.1.3. Colle d'assemblage

L'adhésif utilisé pour l'aboutage des lames et le collage est une colle mélamine structurelle de type I selon la norme EN 301, code C1. Elle est sans pentachlorophénol et sans émission de formaldéhyde.

2.2.3.1.4. Sous-face acoustique (cf. figure 14).

Les madriers isolants peuvent recevoir une sous-face acoustique. Elle est constituée de lattes en bois avec une forme étudiée afin d'améliorer les performances d'absorption acoustique. Elles sont collées sous le parement inférieur, mais ne sont pas considérées dans le fonctionnement mécanique des madriers isolants. Elles peuvent être en interruption aux appuis ou sans interruption.

Des essais acoustiques ont permis de déterminer le coefficient de Sabine α_w , qui est égal à 0,25.

2.2.3.1.5. Caractéristiques dimensionnelles, pondérales et thermiques des madriers isolants

Les cotes, poids et résistances thermiques R des différents types de Sapisol® sont indiqués dans les tableaux 1 et 2 en annexe. Les résistances thermiques tiennent compte du coefficient de conductivité thermique égale à 0,13 (W/m.k) pour le bois et 0,031 (W/m.k) pour l'isolant.

Les madriers isolants Sapisol® sont fabriqués à la demande dans des longueurs courantes de 13,50 m. Cependant, il est possible de fabriquer des madriers isolants dans les limites transportables.

Les madriers isolants existent également en longueur standard de 5,50 m utile avec rainure et languette aux extrémités, pour certains types de Sapisol®.

2.2.3.1.6. Types des profils et aspect des madriers isolants

Les types de profils et aspects des madriers isolants sont indiqués dans le tableau 3 en annexe.

Les madriers isolants peuvent-être usinés selon 2 types de profils :

- Profil N° 1 = avec élégi ;
- Profil N° 2 = avec chanfrein.

Pour la pose sur support cintré, le profilage est effectué à l'angle, avec la possibilité d'usiner la face inférieure suivant le rayon pour les fortes courbures. Le rayon minimal de courbure est de 630 mm.

La face non visible est rabotée. La face visible est rabotée, poncée ou brossée, à la demande du client.

2.2.3.1.7. Dimensions des profils

Les dimensions des profils sont indiquées dans le tableau 4 en annexe.

2.2.3.1.8. Taillage des madriers isolants

Tous types de toitures simples ou complexes peuvent être taillées sur mesure, prêtes à la pose, à la demande du client.

Le taillage des madriers isolants est effectué sur machines à commande numérique d'après l'étude réalisée par le bureau d'études de la Société Simonin SAS. Les plans et repérages sont fournis pour le montage des madriers isolants.

Les madriers isolants sont collés en atelier.

Le taillage peut être réalisée par le client.

2.2.3.1.9. Protection des bois

La protection des madriers isolants est assurée, selon exigences des DPM, conformément aux exigences de la norme NF EN 335 et du fascicule FD P 20-651. Le traitement est adapté et compatible avec les classes d'emploi 1, 2 et 3.1 de la norme NF EN 335, en tenant compte éventuellement de la durabilité naturelle de certaines essences de bois.

Les produits utilisés sont :

- Pour classe d'emploi 2 - un produit insecticide, fongicide et anti-termite : Code T2-1 ou Code T2-2 ;
- Pour classe d'emploi 3.1 - un produit insecticide et fongicide : Code T3-1.

2.2.3.1.10. Finition

Les madriers isolants peuvent recevoir une finition en peinture, saturateur ou en lasure selon nuancier, en une ou plusieurs couches suivant teinte.

2.2.3.2. Accessoires

2.2.3.2.1. Fixations des éléments Sapolis® (fournies sur demande)

Les dispositifs de fixation des madriers isolants Sapolis® doivent posséder un Marquage CE selon la norme EN 14592. La fixation des madriers isolants Sapolis®, sur support bois, est obtenu par des pointes cannelées avec large tête ou par des vis à bois de charpente à large tête, dont les dimensions sont déterminées en fonction de l'épaisseur du panneau, avec un ancrage minimum de 60 mm. La valeur caractéristique Pk (selon NF P 30-310) de ces fixations est donnée dans les tableaux 8 (pour vis HBS de chez Rothoblaas et pointes cannelées de chez Norfix : d'autres fixations de caractéristiques identiques peuvent être utilisées).

Le traitement des fixations est fait par galvanisation à chaud ou par électro-zingage blanc ou jaune, selon les normes EN 14592. Pour les atmosphères extérieures humides (cas des débords de toitures ou des bâtiments ouverts) ou les piscines, les fixations doivent présenter une résistance au brouillard salin d'au moins 240 h.

La fixation des madriers isolants Sapolis®, sur support métallique ou béton, est réalisée uniquement par l'interposition d'une fourrure en bois ancrée d'épaisseur et de largeur minimales 100 x 100 mm (cf. figure 9).

2.2.3.2.2. Mousse polyuréthane (non fournie)

Pour le remplissage de certains points singuliers (faîtage, noues, arêtières et jonctions maçonnerie), de la mousse polyuréthane expansive isolante en bombe est utilisée (Exemple : Mousse PU SOCODA de chez Soudal).

2.2.3.2.3. Joints (non fournis)

Pour les jonctions entre les madriers isolants, la charpente et la maçonnerie, il est nécessaire de prévoir si besoin des joints : joints Compriband, joints néoprène, joints EPDM, Mastic Polyuréthane, etc. (exemple : Mastic PU 40 de chez WURTH).

2.2.3.2.4. Isolation rupture pont phonique (non fournie)

Au droit du mur de refend, une isolation en laine minérale est insérée entre les madriers isolants (exemple : ROCKMUR 50 mm de chez ROCKWOOL).

2.2.3.3. Matériaux des systèmes d'étanchéités

2.2.3.3.1. Revêtements d'étanchéité

Le choix du type de revêtement d'étanchéité est fonction de la destination des toitures, du support isolant et de la protection rapportée éventuels.

Les madriers isolants Sapolis® sont destinés à recevoir des revêtements d'étanchéité, avec ou sans pare-vapeur, avec ou sans isolant supérieur complémentaire, bénéficiant d'Avis Technique ou Document Technique d'Application visant favorablement un emploi sur éléments porteurs en bois ou panneaux à base de bois, soit :

- Revêtement d'étanchéité monocouche ou bicouche à base de bitume modifié relevant de la norme NF EN 13707, posé en système indépendant, semi-indépendant ou adhérent sur isolant (cas de la configuration de type D au § 2.2.1.1) ;
- Membrane synthétique monocouche relevant de la norme NF EN 13956, posé en système indépendant, semi-indépendant, adhérent sur isolant (cas de la configuration de type D au § 2.2.1.1) ou fixé mécaniquement.

Sur prescriptions de leur document Technique d'Application particulier, les procédés des systèmes souples d'étanchéité synthétique fixés mécaniquement comportent des attelages solides au pas (cf. § 2.2.3.3.13).

Sur terrasse et toitures végétalisées, le revêtement d'étanchéité est résistant à la pénétration des racines.

2.2.3.3.2. Écrans d'indépendance

Les écrans d'indépendance sont cités dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité visant un emploi sur éléments porteurs en bois et panneaux à base de bois.

2.2.3.3.3. Écrans de semi-indépendance

- a. Revêtement d'étanchéité :

Les écrans de semi-indépendance sont cités dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité visant un emploi sur bois et panneaux à base de bois.

- a. Sous couches destinées à être clouées :

Les sous-couches sont citées dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité visant un emploi sur bois et panneaux à base de bois.

2.2.3.3.4. Couches de désolidarisation (entre revêtement d'étanchéité et protection)

Les matériaux sont ceux du § 5.3 du NF DTU 43.4 P1-2 et sont cités dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

2.2.3.3.5. Isolants thermiques supérieur complémentaires

Suivant le système d'étanchéité, un isolant complémentaire peut être mis en place en pose libre, pose collée ou fixé mécaniquement.

Ils sont définis soit :

- dans leur Document Technique d'Application
- ou dans le cas de la protection lourde conformes aux Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2021 ,
- ou dans le cas de l'isolation inversée conforme aux Règles Professionnelles « Isolation inversée des toitures - terrasses » de juin 2021,

et certifié Acermi pour les spécifications prévues par les règles visant un emploi sur bois et panneaux à base de bois.

Sur prescriptions de leur Document Technique d'Application particulier, les panneaux isolants supports sont fixés à l'aide d'attelages de fixation mécanique solides au pas (cf. § 2.2.3.3.13).

L'emploi des isolants fixés mécaniquement est limité à une dépression au vent extrême de 3605 Pa.

Dans le cas d'un isolant collé, la limite de dépression au vent extrême est celle indiquée dans le DTA de l'isolant ou du revêtement d'étanchéité (la plus petite de deux valeurs)

2.2.3.3.6. Lambourdes

Les lambourdes sont en bois massif de classe d'emploi 2 selon le Fascicule FD P 20-651 (durabilité naturelle ou conféré), de section minimum 27 x 40 mm. L'entraxe (maximum 60 cm) et les largeurs d'appuis sont déterminés selon la norme NF DTU 43.4.

Leurs fixations doivent posséder un marquage CE selon la norme EN 14592, avec un traitement par galvanisation à chaud ou électro-zingage blanc ou jaune selon la norme EN 14592.

2.2.3.3.7. Support en bois massif et panneaux à base de bois

Sont admis comme support :

- Le bois massif et les panneaux à base de bois conformes aux prescriptions du NF DTU 43.4 P1 ;
- Autres panneaux à base de bois sous Avis Technique ou Document Technique d'Application visé favorablement pour un emploi en tant qu'élément porteur de toitures et terrasses étanchées.
- Pour la pose directe sur Sapisol®, l'épaisseur mini des panneaux à base de bois sera de 12 mm.

Les fixations doivent posséder un Marquage CE selon la norme EN 14592. Le traitement des fixations est fait par galvanisation à chaud ou par électro-zingage blanc ou jaune, selon les normes EN 14592. Pour les atmosphères extérieures humides ou les piscines, les fixations doivent présenter une résistance au brouillard salin d'au moins 240 h

2.2.3.3.8. Pare-vapeur (uniquement pour le cas de configuration D, cf. § 2.2.1.1)

Le pare-vapeur est, soit :

- Feuille de bitume modifié (BE 25 VV 50) relevant de la norme NF EN 13970, épaisseur $\geq 2,5$ mm et citée dans un Document Technique d'Application de revêtement d'étanchéité visant un emploi sur bois et panneaux à base de bois.
- Autre pare-vapeur cité dans un Document Technique d'Application de revêtement d'étanchéité synthétique visant un emploi sur bois et panneaux à base de bois.

2.2.3.3.9. Feuilles préfabriquées pour équerrés de renfort, relevés, noues et chéneaux, etc.

- a. Revêtements d'étanchéité :

Les feuilles préfabriquées doivent être citées dans un Document Technique d'Application de revêtement d'étanchéité visant un emploi sur bois et panneaux à base de bois.

Sur terrasses et toitures végétalisées, les revêtements d'étanchéité sont résistants à la pénétration des racines.

- a. Bande de pontage des panneaux à base de bois (configuration B ou C) :

Les bandes sont celles du Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité visant un emploi sur bois et panneaux à base de bois. Pour une mise en œuvre sur les madriers isolants Sapisol®, ces bandes de pontage ne sont pas nécessaires.

2.2.3.3.10. Protections

- a. Cas des revêtements d'étanchéité pour toitures inaccessibles et toitures à zones techniques :

Les matériaux sont définis dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité visant un emploi sur éléments porteurs en bois et panneaux à base de bois.

- a. Cas des terrasses et toitures végétalisées :

La végétalisation, avec couches drainante et filtrante, est définie dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation visant un emploi sur éléments porteurs en bois et panneaux à base de bois.

2.2.3.3.11. Enduits

- a. Enduit d'application à chaud (EAC) :

- L'EAC est défini dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité et/ou des panneaux isolants supports visant leur emploi sur bois et panneaux à base de bois ;
- ALTEK ECO²B (cf. Avis Technique ALTEK ECO²B).

- b. Enduit d'imprégnation à froid :

- L'EIF est conforme au § 4.2.2 du NF DTU 43.4 P1-2, ou défini dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité visant le support bois et panneaux à base de bois.

2.2.3.3.12. Colles à froid

- a. Pour le collage des panneaux isolants :

La colle mise en œuvre par plots ou cordons, doit être visée favorablement dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité ou dans celui des panneaux isolants pour un emploi sur pare-vapeur bitumineux.

- a. Pour le collage du revêtement d'étanchéité :

La colle mise en œuvre par plots ou cordons, doit être visée favorablement dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité pour un emploi sur bois et panneaux à base de bois.

2.2.3.3.13. Fixations mécaniques des éléments du complexe d'étanchéité

- a. Pour le pare-vapeur et la sous-couche clouée :

Les fixations sont conformes au § 8.2 du NF DTU 43.4 P1-2.

- a. Pour les lés d'étanchéité :

Les fixations sont celles décrites dans le Document Technique d'Application du procédé d'étanchéité.

- a. Pour la fixation des panneaux isolants :

Les attelages de fixation mécanique, élément de liaison et plaquette, sont conformes au Document Technique d'Application des panneaux isolants. L'emploi des isolants fixés mécaniquement est limité à une dépression au vent extrême de 3605 Pa.

- a. Pour les procédés de feuilles souples d'étanchéité synthétiques fixés mécaniquement :

Les attelages sont définis dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité visant son application sur bois et panneaux à base de bois.

- a. Les attelages sont dits « solides au pas » :

Le terme solide au pas s'applique à un attelage composé d'un élément de liaison et d'une plaquette de répartition servant à assurer la fixation mécanique d'un isolant ou d'un revêtement d'étanchéité sur un support. Cet attelage est muni d'un dispositif permettant d'éviter, en service, le désaffleurement de la tête de l'élément de liaison (par exemple vis) de la partie supérieure de la plaquette de répartition.

Les attelages conformes à la norme NF P 30-317 répondent à cette caractéristique.

Les attelages de fixations mécaniques des revêtements d'étanchéité fixés mécaniquement, et des isolants supports fixés mécaniquement, doivent être du type « solide au pas » qui empêche, en service, le désaffleurement de la tête de l'élément de liaison au-dessus de la plaquette lorsque la compression à 10 % de l'isolant support est inférieure à 100 kPa (norme NF EN 826).

Cette disposition est applicable aux travaux neufs, comme en travaux de réfection. À cet égard, dans le cas où il existerait une couche isolante existante, et à moins que la contrainte en déformation à 10 % de déformation de ce support isolant ne soit connue (norme NF EN 826), les attelages de fixation à employer doivent être également du type « solide au pas ».

2.2.3.3.14. Accessoires métalliques.

Les bandes de rives, profilés de retombés, costières de relevé sont conformes au § 9.9 du DTU 43.4 ou sont celles décrites dans le DTA du revêtement d'étanchéité.

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Conditions de conception

2.3.1.1. Étude d'adaptation et organisation de la mise en œuvre

Le fabricant est tenu de procéder à l'étude préalable de calepinage et d'adaptation de ce système.

Lorsque la pose de ce support n'est pas assurée par le fabricant lui-même, celle-ci doit être effectuée par des entreprises dûment averties des particularités de ce système, lesquelles nécessitent un monitoring et une assistance technique du fabricant.

2.3.1.2. Approvisionnement en toiture

Le poids des matériaux nécessaires aux travaux d'étanchéité à stocker sur la toiture en madriers isolants Sapisol® est communiqué par le lot étanchéité au maître d'ouvrage, assisté de son maître d'œuvre.

2.3.1.3. Conditions d'adaptations dans le cas des toitures courbes

Dans le cas de toiture courbe, une étude d'adaptation devra être réalisée, afin notamment d'établir les spécifications en matière de fixation des éléments SAPI SOL sur la charpente (cf. § 2.4.2).

2.3.1.4. Implantation des zones techniques

Les documents particuliers du marché (DPM) précisent, lorsqu'il y a, en toiture, des équipements qui justifient le traitement de la toiture en zone(s) techniques(s), l'implantation et la surface de ces zones. La surface unitaire de la zone technique ou de chaque partie constituant chaque zone technique ne sera jamais inférieure à 200 m².

2.3.1.5. Assistance technique vis-à-vis de la sécurité incendie

A la demande de l'entrepreneur, le titulaire de l'Avis Technique doit apporter son assistance technique vis-à-vis des dispositions pour le complexe à mettre en œuvre pour le respect de la réglementation incendie selon le type d'exploitation.

2.3.1.6. Cas des noues

Pose perpendiculaire à la noue

Les noues à pente nulle sont possibles dans le cas de madriers isolants Sapisol® posés perpendiculairement (ou de biais) à la noue.

Pose parallèle à la noue

Lorsque les madriers isolants sont posés parallèlement à la noue et avec une noue à pente nulle ou < 1,5 %, une naissance d'eau pluviale doit être positionnée à mi-portée de chaque travée.

2.3.1.7. Stockage sur chantier

a. Madriers isolants Sapisol® :

Les charges de Sapisol® doivent être stockées sur une aire plane, avec interposition de cales d'épaisseur de 7 cm minimum, espacées de 2 m au maximum. Après déchargement, les charges seront immédiatement bâchées jusqu'au sol et l'emballage d'origine devra être coupé en bas de la charge pour éviter les condensations.

Le temps de stockage doit être au maximum de deux semaines.

Ces prescriptions sont indiquées sur une étiquette sur toutes les charges.

a. Systèmes d'étanchéité : se reporter au Document Technique d'Application des panneaux isolants et à celui du revêtement d'étanchéité, et à l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

2.3.2. Conditions relatives à la structure porteuse

Les structures porteuses doivent respecter les limites de flèche indiquées dans les normes des éléments supports et rappelées ci-dessous :

- Acier, conformément à la norme NF EN 1993-1-1/NA. Dans ce cas, les valeurs limites maximales à prendre en compte pour les flèches verticales sont celles de la ligne « Toiture en général » du tableau 1 de la clause 7.2.1 (1) B de la NF EN 1993-1-1/NA ;
- Bois, conformément à la norme NF EN 1995-1-1/NA. Dans ce cas, les valeurs limites à prendre en compte pour les flèches sont celles figurant à l'intersection de la colonne « Bâtiments courants » et de la ligne « Éléments structuraux » du tableau 7.2 de la clause 7.2 (2) de la NF EN 1995-1-1/NA ;
- Béton, conformément à la norme NF EN 1992-1-1/NA.

2.3.2.1. Portées et charges

L'entraxe maximal des appuis est donné au tableau 6, quelle que soit la configuration envisagée (cf § 2.2.1.1). La charge descendante est égale à la charge permanente (poids du complexe d'étanchéité) + la charge climatique normale selon NV65 modifiées (sans aucune réduction).

« D_n » est la charge normale de base déterminée à partir des valeurs « p_{n0} » définies par l'article R-II-2, 1 en tenant compte des effets de l'altitude selon l'article R-II-2, 2 et des dispositions simplifiées pour la prise en compte des charges accidentelles des Règles NV 65 modifiées.

Le tableau 6 a été établi sur la base des résultats d'essais en vérifiant que :

- Sécurité à la ruine ≥ 5.
- Flèche instantanée au plus égale au 1/400ème de la portée ;
- Flèche différée (compte tenu du fluage) au plus égale au 1/200ème de la portée ;

2.3.2.2. Repos sur appui

Sur charpente bois, la largeur minimale de repos des madriers isolants est de 40 mm pour les appuis d'extrémités et 65 mm pour les appuis intermédiaires.

Sur Acier et béton, la largeur minimale de repos des madriers isolants est de 100 mm.

Cas particuliers

- Les débords des madriers isolants Sapisol, non supportés, en rives sont donnés par le tableau 7 ;

Éléments posés sur 2 appuis : ce type de pose doit rester limitée à des parties d'ouvrage. Les portées admissibles sont celles du tableau 6 (coefficient réducteur de 0,8 par rapport aux portées en 3 appuis).

2.3.3. Attelages de fixation mécanique du système d'étanchéité

2.3.3.1. Résistance en compression

Lorsque la compression à 10 % de déformation de l'isolant support est inférieure à 100 kPa (norme NF EN 826), il est rappelé que les attelages de fixation mécanique des panneaux isolants supports, et/ou des kits des systèmes souples d'étanchéités fixés mécaniquement, doivent être du type « solide au pas » qui empêche, en service, le désaffleurement de la tête de l'élément de liaison au-dessus de la plaque.

2.3.3.2. Résistance à l'arrachement

Pour le calcul des densités de fixations des supports isolants ou des revêtements d'étanchéité fixés mécaniquement, la résistance caractéristique à l'arrachement à prendre en compte est celle de la fixation dans du bois massif conforme à la norme NF P 30-313 définie dans la fiche technique de la fixation.

Les revêtements fixés mécaniquement sont vissés dans le parement supérieur des madriers isolants Sapisol. Les rangées de fixations sont disposées perpendiculairement aux madriers isolants Sapisol.

2.3.4. Dispositions particulières aux terrasses et toitures végétalisées

Les emplois sous Toitures-terrasses végétalisées sont admis uniquement pour les configurations A, B et D pour des procédés de végétalisation ayant un poids à capacité maximale en eau d'au plus 133 kg/m².

Dans le cas de terrasses et toitures végétalisées, les charges de Capacité Maximale en Eau (C.M.E) du système de végétalisation devront être prises en compte. Ces charges sont indiquées dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

En référence aux « règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées » et lorsque la pente est inférieure à 7 % sur plan, il est nécessaire de prendre en compte une charge de sécurité de 100 daN/m².

À destination des terrasses et toitures végétalisées comprenant :

- Des panneaux isolants complémentaires posés libres,

et/ou

- Un revêtement d'étanchéité indépendant en feuilles bitumineuses ou en membranes synthétique,

le revêtement et la protection végétalisée devront bénéficier d'un Avis Technique visant la pose en indépendance des deux produits.

2.3.5. Dispositions particulières au massif jurassien (1200 m maxi)

On se référera aux dispositions du NF DTU 43.11, complétées par le Document Technique d'Application particulier des revêtements d'étanchéité, et par le NF DTU 20.12 pour la hauteur des reliefs selon la destination des terrasses.

2.4. Dispositions de mise en œuvre

2.4.1. Généralités

La mise en œuvre de ce support relève de la compétence des entreprises de charpentes qualifiées et averties des particularités de pose de ce système. Les madriers isolants Sapisol® étant des produits finis, les opérations de manutention et de mise en œuvre doivent être effectuées avec soin.

En particulier, l'accostage soigné des éléments doit être réalisé avant leur fixation sur la charpente, afin d'assurer une étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau satisfaisante de ce support. En outre, une étude préalable de calepinage est rendue nécessaire afin de permettre l'approvisionnement à dimension des éléments sur le chantier.

L'ensemble de ces considérations conduit à limiter l'application de ce système par le fabricant lui-même ou par des entreprises dûment instruites, par le fabricant, des particularités du procédé (cf. § 2.3.1).

2.4.2. Mise en œuvre des madriers isolants Sapisol®

2.4.2.1. Pose des madriers isolants Sapisol®

La pose des madriers isolants Sapisol® peut être effectuée parallèlement ou perpendiculairement à l'égout, sur une structure plane ou cintrée.

Dans le cas de structures à simple courbure concaves ou convexes, les profils sont usinés de manière à être rayonnant et les madriers isolants sont posés dans le sens du cylindre. Le bureau d'études de la Société Simonin SAS devra être consulté.

La pose sur structure conique est également possible et le bureau d'études de la Société Simonin SAS devra également être consulté.

Les madriers isolants sont conçus pour être fixés directement sur des supports en bois massif, bois lamellé collé. La largeur minimale de repos des madriers isolants est de 40 mm pour les appuis d'extrémités et 65 mm pour les appuis intermédiaires.

Pour les supports en béton ou métallique, il sera interposé une fourrure en bois convenablement assujettie à la structure. La fourrure sera de section minimale de 100 x 100 mm (cf. figure 9).

La pose des madriers isolants Sapisol® peut se faire sur deux ou plusieurs appuis, à joints droits ou joints croisés, avec ou sans porte-à-faux. Elle est effectuée d'après un calepinage précis. Les madriers isolants sont emboîtés l'un contre l'autre sans excès à la largeur utile de 205 mm, le contact ayant lieu sur le polystyrène. Il est normal que le bois ne soit pas totalement jointif. Il est conseillé de faire un traçage sur les supports pour assurer une pose parallèle des madriers isolants.

Pour emboîter les madriers isolants, il faut utiliser une cale de protection en bois (non fournie), avec bois dur côté Sapisol® et bois tendre côté à frapper (cf. figure 15 en annexe).

2.4.2.2. Fixation des madriers isolants

Les fixations préconisées sont des pointes galvanisées à chaud à têtes larges ou des vis à bois électro-zinguée de charpente à têtes larges.

Pour la mise en place des fixations, un préperçage est effectué, soit en usine, soit sur le chantier en fonction du calepinage. Quand il est nécessaire de le réaliser sur chantier, un gabarit de traçage réalisé à l'aide d'un linceul, est employé pour positionner l'emplacement des perçages. Le préperçage est égal au diamètre de la fixation. Dans le cas de vis à bois auto-perceuses, le préperçage n'est pas nécessaire. La fixation s'effectue au croisement de chaque panneau sur chaque appui. Pour

faciliter l'emboîtement des madriers, la mise en place des fixations se fait avec un madrier de retard. Les têtes des fixations doivent être entièrement enfoncées dans le bois (cf. figure 15 en annexe).

La fixation peut être doublée selon l'effort de soulèvement à reprendre (cf. tableau 8 en annexe).

2.4.2.3. Traitement des points singuliers pour pose des madriers isolants Sapisol®

2.4.2.3.1. Faîtages (cf. figure 1)

Selon la pente des versants, les madriers isolants Sapisol® sont coupés d'aplomb ou suivant le rampant. L'espace entre les madriers isolants est rempli de mousse expansive isolante. Un joint doit être mis en place entre les madriers isolants et les pièces de charpente lorsque nécessaire.

2.4.2.3.2. Noues, arêtières (cf. figure 2)

Les noues et arêtières sont à gérer dans le même principe que les faîtages.

2.4.2.3.3. Bas de pente (cf. figure 3)

En bas de pente, un bandeau en bois massif, en panneau contreplaqué, est vissé pour fermer les madriers isolants Sapisol® et permettre de fixer le chéneau.

2.4.2.3.4. Rives latérales (cf. figures 4 et 4 bis)

En rive, un bandeau en bois massif, en panneau contreplaqué est vissé pour fermer les madriers isolants Sapisol®.

2.4.2.3.5. Sablières (cf. figure 5)

Sur la sablière bois, un joint est mis en œuvre lorsque nécessaire.

Sur la maçonnerie, un joint Comcriband est mis en œuvre lorsque nécessaire.

2.4.2.3.6. Noe de rive (cf. figure 6)

Sur la sablière (lierne) bois, un joint est mis en œuvre lorsque nécessaire. Sur la maçonnerie, le jeu de montage est rempli avec de la mousse expansive isolante.

Pose madriers isolants perpendiculaire à la noue

Les noues à pente nulle sont possibles dans le cas où les madriers isolants sont posés perpendiculairement (ou de biais) à la noue.

Pose madriers isolants parallèle à la noue

Lorsque les madriers isolants sont posés parallèlement à la noue et avec une noue à pente nulle ou $< 1,5\%$, une naissance d'eau pluviale doit être positionnée à mi-portée de chaque travée.

2.4.2.3.7. Pignons (cf. figure 7)

Sur la pièce de bois, un joint est mis en œuvre lorsque nécessaire.

Sur la maçonnerie, un joint Comcriband ou, si le jeu est trop important, de la mousse expansive isolante est mis en œuvre.

2.4.2.3.8. Refend entre logement (cf. figure 8)

Pour la rupture du pont phonique entre deux logements, les madriers isolants Sapisol® doivent être interrompus, avec un vide rempli par une isolation phonique.

2.4.2.3.9. Renforts de chevêtres (cf. figure 10)

Les pénétrations sont renforcées par des chevêtres suivant la dimension et la conception de la charpente. Pour des chevêtres de petites dimensions (dont la largeur est inférieure au 1/3 de la portée entre pannes), le renfort est réalisé avec des pièces de bois incorporés dans l'épaisseur du polystyrène (cas 1), ou complété par des madriers pleins (cas 2).

Le bureau d'études de la Société Simonin SAS doit être consulté.

2.4.2.3.10. Renfort en avant toit (cf. figure 11)

Lorsqu'il est demandé pour que les pièces supports des madriers isolants ne sortent pas en avant toit, il est possible de prévoir des renforts incorporés dans l'épaisseur du polystyrène.

Dans ce cas, le bureau d'études de l'entreprise Simonin SAS devra être consulté pour la faisabilité et pour justifier le calcul statique en fonction de l'épaisseur des madriers, des charges appliquées, du porte-à-faux et de l'entraxe à prévoir.

2.4.2.3.11. Fenêtres de toit (cf. figure 12)

La pose des fenêtres de toit doit être conforme aux prescriptions du fabricant et à l'Avis Technique. Les rives doivent être fermées par un bandeau en bois massif, en panneaux contreplaqué vissés, l'étanchéité thermique et à l'air étant assurée par un remplissage en mousse expansive isolante.

2.4.2.3.12. Traversées de toiture (cf. figure 13)

Pour les conduits de cheminées, ils doivent laisser une distance de sécurité selon le DTU 24.1 ou l'Avis Technique associé. Le remplissage est réalisé avec un matériau incombustible.

2.4.2.3.13. Dispositifs d'évacuation des eaux pluviales

Les descentes d'eaux pluviales doivent être visibles par l'occupant et permettre d'alerter les occupants d'une infiltration d'eau éventuelle. Elles sont traitées par un manchon relié au revêtement d'étanchéité.

Lorsque les madriers isolants sont posés parallèlement à la noue et avec une noue à pente nulle ou $< 1,5\%$, une naissance d'eaux pluviales doit être positionnée à mi-portée de chaque travée.

Il est nécessaire de prévoir un chevêtre de renfort dans le cas de naissance de grande dimension.

2.4.2.3.14. Sous face acoustique (cf. figure 14)

La pose des madriers isolants Sapisol® avec sous-face acoustique peut être réalisée de deux façons soit :

- Sans interruption de la sous-face acoustique ;
- Avec interruption de la sous-face acoustique.

Pour la pose sans interruption, la dimension de la fixation doit bien sûr être ajustée pour tenir compte d'une épaisseur supplémentaire due à la planche de la sous face acoustique. La surface d'appui doit être contrôlée par la Société Simonin SAS, en fonction des charges descendantes, appui réel et contrainte en compression.

2.4.2.4. Protection contre l'humidification lors de la pose

Les madriers isolants Sapisol® doivent être posés par temps sec et la pose du revêtement d'étanchéité doit être réalisée à l'avancement, ou à défaut, un bâchage efficace et provisoire doit être prévu.

Les exigences et conditions de mise hors d'eau doivent être respectées selon le DTU 43.4.

2.4.2.5. Dispositions particulières aux toitures courbes

Pour la mise en œuvre des madriers isolants sur support cintré, le profilage est effectué à l'angle, avec la possibilité d'usinage de la face inférieure suivant le rayon pour les fortes courbures. Le rayon minimal de courbure est de 630 mm.

La mise en œuvre des madriers isolants sur support cintré est effectuée de la même façon que les madriers isolants posés sur supports droits (cf. § 2.4.2), en respectant les pentes indiquées dans le paragraphe 1.1.2 de l'Avis, sauf le cas particulier de la toiture courbe continue en partie haute, où il n'existe pas de stagnation d'eau et d'inversion de pente sur la partie haute (cf. figure 19).

2.4.3. Mise en œuvre des systèmes d'étanchéités de toitures inaccessibles, techniques et végétalisées

2.4.3.1. Généralités

Le support direct décrit la nature du support sur lequel est posé le revêtement d'étanchéité :

- Soit les madriers isolants Sapisol® ;
- Soit des planches en bois massif ou des panneaux à base de bois
- Soit un support isolant complémentaire.

Les supports destinés à recevoir les revêtements d'étanchéité doivent être stables et plans, présenter une surface propre, libre de tout corps étranger et sans souillure d'huile, plâtre, hydrocarbures, etc.

Préparation des supports

Les madriers isolants Sapisol® sont préparés conformément aux dispositions du Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité avec application préalable d'un EIF.

2.4.3.2. Pose du pare-vapeur

Le pare-vapeur est mis en œuvre conformément au :

- NF DTU 43.4 P1 ;
- Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité visant favorablement l'élément porteur bois ou panneaux à base de bois ;

2.4.3.3. Pose de l'isolant supérieur complémentaire

Les panneaux isolants sont mis en œuvre, en un ou plusieurs lits, conformément à leur Document Technique d'Application visant favorablement l'élément porteur bois ou panneaux à base de bois, dans les limites mentionnées aux § 1.1.2 et 2.2.1.1 et en respectant de la règle des 2/3 – 1/3 : La résistance thermique de l'isolant complémentaire au-dessus du pare-vapeur doit être au moins 2 fois supérieure à celle des madriers isolant Sapisol® situés en dessous du pare-vapeur.

Dans le cas de la pose de l'isolant sous revêtement sous protection lourde, elle est mise en œuvre selon les Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2021.

2.4.3.4. Pose des revêtements d'étanchéité

Le choix du type de revêtement est opéré dans les tableaux 10 et 11 en fonction de sa destination et de la nature de son support direct.

2.4.3.4.1. Système de pose en partie courantes

Les revêtements d'étanchéité sont mis en œuvre conformément à leur Document Technique d'Application visant favorablement la destination de la toiture.

Les revêtements d'étanchéité peuvent être mis en œuvre :

- En indépendance, toujours sous une protection lourde rapportée, selon le NF DTU 43.4 P1 et les Documents Techniques d'Application particuliers des revêtements d'étanchéité. Dans le cas des toitures terrasses végétalisées, l'Avis Technique du procédé de végétalisation devra autoriser la pose du revêtement d'étanchéité en indépendance.
- En semi-indépendance : selon le Document Technique d'Application particulier du support isolant éventuel et du revêtement d'étanchéité et les limites mentionnées aux § 1.1.
- En adhérence totale sur isolant selon les tableaux 10 et 11: selon le Document Technique d'Application particulier du support isolant éventuel et du revêtement d'étanchéité.

2.4.3.4.2. Ouvrages particuliers

Les ouvrages particuliers (relevés, noues, faîtages, arêtières, rives et égouts, chéneaux, traversées de toitures, etc.) sont réalisés conformément au § 2.4.2.3, au NF DTU 43.4, complété par les Documents Techniques d'Application des revêtements d'étanchéité ou l'Avis technique du procédé de végétalisation.

2.4.3.5. Pose des protections

2.4.3.5.1. Protection meuble pour terrasses inaccessibles et les zones techniques

La protection meuble, les dalles préfabriquées ou panneaux de polystyrène extrudé sur couche de désolidarisation des chemins de circulation et des zones techniques sont réalisées selon le :

- NF DTU 43.4 P1 ;
- Document Technique d'Application particulier des revêtements d'étanchéité et dans le cas des toitures inversées, la protection lourde est conforme à celle décrite dans les Règles Professionnelles « Isolation inversée des toitures - terrasses » de juin 2021;

2.4.3.5.2. Terrasses et toitures végétalisées (Configuration de type C non admise)

La protection des toitures végétalisées est réalisée selon :

- Le Document Technique d'Application particulier des revêtements d'étanchéité ;
- L'Avis Technique du procédé de végétalisation.

2.4.3.6. Cas de la configuration de type B

Pour la pose directe d'un platelage en panneaux à base de bois sur Sapisol®, l'épaisseur mini des panneaux à base de bois sera de 12 mm. Dans ce cas, les fixations mécaniques des étanchéités devront traverser les panneaux et venir se fixer dans la planche supérieure du Sapisol®, pour les épaisseurs comprises entre 12 et 18 mm.

Leurs fixations doivent posséder un marquage CE selon la norme EN 14592, avec un traitement par galvanisation à chaud ou électro-zingage blanc ou jaune selon la norme EN 14592.

Les supports en bois massif ou panneaux à base de bois sont fixés par des vis à bois de diamètre 5 mm minimum, de longueur égale à l'épaisseur du panneau + hauteur de la planche supérieure du Sapisol® + 10 mm minimum dans le PSE. Les têtes des vis doivent être entièrement enfoncées dans le bois ou les panneaux.

Le nombre de fixation minimum est de 10/m².

2.4.3.7. Cas de la configuration de type C

- Pose des lambourdes (cf. § 2.2.3.3.6):

Les lambourdes sont fixées, perpendiculairement aux madriers Sapisol, directement dans les madriers isolants Sapisol® par des vis à bois de diamètre 5 mm minimum, de longueur égale à la hauteur de la lambourde + hauteur de la planche supérieure du Sapisol® + 10 mm minimum dans le PSE. Les têtes des vis doivent être entièrement enfoncées dans le bois.

Le nombre de fixation au m² est donné dans les tableaux 9 en fonction des charges ascendantes. L'entraxe de ces fixations est limité à 50 cm maxi.

L'entraxe entre lambourdes est d'au plus 60 cm.

- Pose du support (cf. § 2.2.3.3.7):

Le support en bois massif ou en panneaux à base de bois doit être posé conformément aux prescriptions du NF DTU 43.4 P1 ou d'un Document Technique d'Application pour toitures étanchées, avec pontage des jonctions entre panneaux.

2.5. Assistante technique

La Société Simonin SAS met à disposition son bureau d'études pour la conception de la toiture en madriers isolants Sapisol® et la charpente porteuse. Elle doit assurer la formation et/ou l'assistance au démarrage du chantier, auprès des utilisateurs qui en font la demande, afin de préciser les dispositions spécifiques de la mise en œuvre des madriers isolants Sapisol®.

2.6. Maintien en service du produit ou procédé

Les madriers isolants Sapisol® ne nécessitent pas d'entretien particulier, sauf éventuellement la finition en sous-face.

Cet entretien devra être réalisé selon les fiches techniques et prescriptions du fabricant du produit de finition.

2.7. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.7.1. Fabrication

La fabrication des madriers isolants Sapisol® est assurée uniquement par Simonin SAS sur le site de Montlebon (25).

La fabrication en continu par aboutage à entures multiples des frises constitutives des parements est celle utilisée par le fabricant dans le cadre des charpentes en lamellé-collé.

L'assemblage des frises de bois sur l'âme isolante en polystyrène expansé s'apparente également aux techniques d'assemblage des poutres lamellées-collées.

Elle est effectuée de la manière suivante :

- Les planches sont séchées et aboutées sur des machines automatiques ;
- La colle est appliquée avec une encolleuse, après rabotage ;
- Les madriers isolants sont collés avec des presses haute-fréquence, en continu ;
- L'usinage des madriers isolants est réalisé avec une raboteuse quatre faces et une ponceuse à bandes ;
- Le taillage des madriers isolants est effectué sur machines à commande numérique (il peut être éventuellement réalisé par le client lui-même) ;
- Le traitement et la finition sont réalisés avec une machine, en application par pulvérisation, avec tunnel de séchage.

2.7.2. Contrôles

La fabrication fait l'objet d'un contrôle interne portant notamment sur les conditions et précautions relatives à la fabrication des panneaux. Les contrôles de production sont repris dans le tableau 5.

L'institut technologique FCBA réalise deux visites de contrôle par an, les caractéristiques vérifiées selon la marque CTB n° 203 « Composants et système bois » du FCBA sont :

- L'essence et la qualité des bois utilisés.
- Le type d'adhésif utilisé
- Le type et la qualité des isolants utilisés
- L'aptitude à la classe d'emploi
- La qualité de fabrication
- La qualité du collage

2.7.3. Conditionnement

Les madriers isolants Sapisol® sont emballés sous film plastique étirable, afin de limiter les reprises d'humidité trop importantes lors du transport et le temps du chantier.

2.8. Mention des justificatifs

2.8.1. Résultats expérimentaux

- Essais de flexion et de ruine sous charges descendante :
 - origine : CSTB (N° EM-00-029 du 28 février 2000),
 - origine : CSTB (N° ES 553 03 0042 du 29 octobre 2003) ;
- Essais de fluage sous charge descendante maintenue :
 - origine : CSTB (N° ES 552 05 1083 du 22 novembre 2005) ;
- Essais de perméabilité :
 - origine : CSTB (N° HO-99-015 du 16 juin 1999),
 - origine : CSTB (N° HO-01-007 du 4 avril 2001) ;
- Essais d'orientation feu :
 - origine : CSTB (N° RS 05-161 du 20 février 2006),
 - origine : CSTB (N° RS 05-160 du 23 février 2006) ;
- Simulations hygrothermiques :
 - origine : CSTB (N° CPM 06/260-01198-A du 1er juillet 2008),
 - origine : FCBA (N° 2013.454.0354 du 20 décembre 2013),
 - origine : FCBA (N° 2015.392.1021 du 21 janvier 2015),
 - origine : FCBA (N° 2016.029.01601 du 08 juin 2016),
 - origine : FCBA (N° 2018.405.1137 du 17 mai 2018),
 - origine : CSTB (N° EMI 17-26070970-1 du 8 février 2018) ;
- PV CECMI, séances du 5 décembre 2006 et 6 mars 2007 ;
- Appréciation de laboratoire n° AL19-254 V2 ;
- Autres essais :
 - essais CSTB :
 - n° EEM 08 26017519 du 27 janvier 2009 - Essais de chocs et de sécurité à la marche,
 - essais FCBA :
 - RC N° 09/RC30 du 23 juillet 2009 - Essais SBI,
 - RC N° 16/RC108 a&r du 09 février 2018 - Essais SBI ;
- Évaluation mécanique de flexion sous charges ascendantes et descendantes
 - origine : FCBA (N° 2017.297.3114 du 24 avril 2017),
 - origine : FCBA (N° 2017.349.1114 du 24 avril 2017),
 - origine : CSTB (N° DEIS/FACET-17-483 du 9 mars 2018) ;
- Essais de comportement en tant que support d'étanchéité (selon cahier 2662_V2) : CSTB – FaCeT 16-26063087-1 du 05/05/2017.
- Essais acoustiques :
 - origine : FCBA (N° 404.09.286 du 20 novembre 2009),

2.8.2. Références chantiers

Les premiers emplois des madriers isolants Sapisol® en support de procédé d'étanchéité de toiture remontent à l'année 1984. Ils ont donné lieu à la réalisation de plus de 220 000 m² en toitures chaudes avec étanchéités.

2.9. Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre

Sapisol® avec PLANCHES d'épaisseur 27 mm								
Type = épaisseur totale (mm)		S100-27	S120-27	S150-27	S174-27	S200-27	S214-27	S220-27
Composition (mm)	Parement inférieur épicéa (ou bois feuillus ou exotique)	27	27	27	27	27	27	27
	polystyrène graphité sous Acermi (cf. § 2.2.3.1.2) densité : 25 kg/m³ mini	46	66	96	120	146	160	166
	Parement supérieur épicéa	27	27	27	27	27	27	27
Largeur (mm)		205	205	205	205	205	205	205
Longueur		Longueurs courantes = 13,5 ml (et jusqu'à des limites transportables)						
Poids (kg/m²)		24,6	25,2	26,1	26,8	27,6	28,0	28,2
Poids (kg/m²) en version acoustique		30,7	31,3	32,2	33,0	33,7	34,2	34,3
Résistance thermique R (*) théorique (m².K/W)		1,90	2,54	3,51	4,29	5,13	5,58	5,77
Compression à 10% de déformation relative (kPa)		150						
Traction perpendiculaire aux faces (kPa)		250						
Résistance en cisaillement (kPa)		95						
Classement réaction au feu		D-s1,d0 (B-s1,d0 possible)						
(*) Ne tient pas compte des résistances thermiques superficielles et des ponts thermiques des fixations.								

Sapisol® avec PLANCHES d'épaisseur 20 mm								
Type = épaisseur totale (mm)		S86-20	S106-20	S136-20	S160-20	S186-20	S200-20	S220-20
Composition (mm)	Parement inférieur épiceá (ou bois feuillus ou exotique)	20	20	20	20	20	20	20
	polystyrène graphité sous Acermi densité : 25 kg/m3 mini	46	66	96	120	146	160	180
	Parement supérieur épiceá	20	20	20	20	20	20	20
Largeur (mm)		205	205	205	205	205	205	205
Longueur		Longueurs courantes = 13,5 ml (et jusqu'à des limites transportables)						
Existe en longueur standard de 5,5 ml utile avec rainure et languette aux extrémités		oui	non	oui	oui	oui	non	non
Poids (kg/m²)		18,7	19,3	20,2	20,9	21,7	22,1	22,7
Poids (kg/m²) en version acoustique		24,7	25,3	26,2	26,9	27,7	28,1	28.7
Résistance thermique R (*) théorique (m².K/W)		1,79	2,44	3,40	4,18	5,02	5,47	6,11
Compression à 10% de déformation relative (kPa)		150						
Traction perpendiculaire aux faces (kPa)		250						
Résistance en cisaillement (kPa)		95						
Classement réaction au feu		D-s1,d0 (B-s1,d0 possible)						
(*) Ne tient pas compte des résistances thermiques superficielles et des ponts thermiques des fixations.								

 Types de Sapisol® au catalogue

Tableaux 1 et 2 – Caractéristiques dimensionnelles, pondérales et thermiques des madriers isolants SAPI SOL

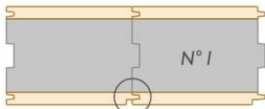
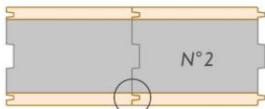
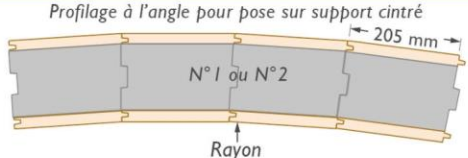
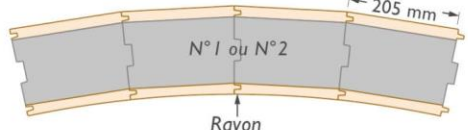
Type de profil	Type de SAPISOL®	Finition face visible	
 N°1 Profil avec élégi 	S 86 à S 220 f S 100 à S 220 e	 	PONCÉE (standard) ou BROSSÉE (sur demande)
 N°2 Profil sans élégi 			
Profilage à l'angle pour pose sur support cintré  N°1 ou N°2 205 mm Rayon	Sous-face usinée suivant rayon de courbure conseillé pour rayon < 1.50 m S 86 à S 220 f S 100 à S 220 e <i>(Possibilité d'usiner également la face supérieure suivant le rayon)</i>		uniquement RABOTÉE
 N°1 ou N°2 205 mm Rayon			

Tableau 3 – Types des profils et aspects des madriers isolants Sapisol®

Type de Sapisol®	Cotes en mm						
	A	B	C	D	E	F	G
S100-27	46	100	27	20	19,8	10	9,5
S120-27	66	120	27	30	29,8	10	9,5
S150-27	96	150	27	35	34,8	10	9,5
S174-27	120	174	27	40	39,8	10	9,5
S200-27	146	200	27	50	49,8	10	9,5
S214-27	160	214	27	55	54,8	10	9,5
S220-27	166	220	27	55	54,8	10	9,5
S86-20	46	86	20	20	19,8	9	8,5
S106-20	66	106	20	30	29,8	9	8,5
S136-20	96	136	20	35	34,8	9	8,5
S160-20	120	160	20	40	39,8	9	8,5
S186-20	146	186	20	50	49,8	9	8,5
S200-20	160	200	20	55	54,8	9	8,5
S220-20	180	220	20	60	59,8	9	8,5

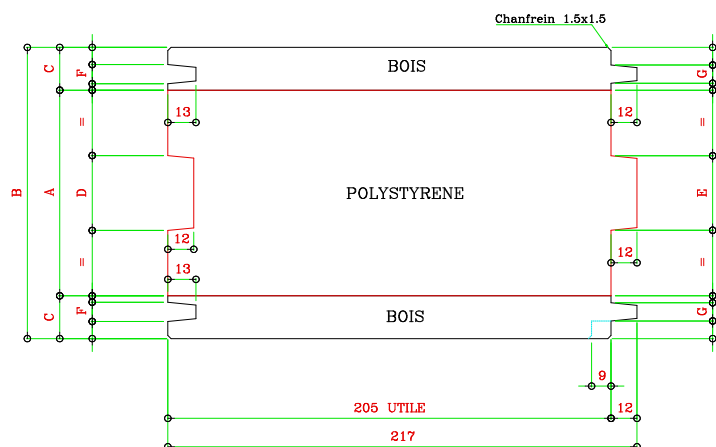


Tableau 4 – Dimensions des profils des madriers isolants Sapisol®

Sur matières premières 1.Bois Contrôle visuel + triage Contrôle humidité Contrôle masse volumique 2.Isolant Contrôle dimension Contrôle masse volumique 3.Colle Enregistrement des numéros de lots Température de stockage	Permanent Permanent 1 pour 1000 m ² 1 fois par jour 1 fois par jour A chaque livraison Permanent
En cours de fabrication Température et hygrométrie de l'atelier Essais de flexion lames aboutées Contrôle rabotage épaisseur lamelles Grammage et dosage de colle Température haute fréquence	Enregistrement continu 1 pour 1000 m ² Permanent Permanent par ordinateur 4 fois par jour
Sur produits finis Contrôles dimensionnels Collage Contrôle traction perpendiculaire Contrôle cisaillement PSE et plan de collage	A chaque changement de profil Contrôle visuel permanent 1 fois par jour 1 fois par semaine et par fournisseur de PSE
Sur fiches de production est répertorié N° de lot de bois N° de lot de colles Date aboutage et collage N° de lots de polystyrène	

Les essais de flexion d'aboutage sont réalisés d'après les modalités définies dans la norme EN 408.

Les essais de traction perpendiculaire sont réalisés d'après les modalités définies dans la norme NF EN 1607.

Les essais de cisaillement du plan de collage sont réalisés d'après les modalités définies dans la norme EN 12090.

Tableau 5 – Contrôles de production

Charges descendantes réparties (daN/m²)	Nb Appuis	Type de madriers isolants SAPI SOL													
		Sapisol planches de 27 mm							Sapisol planche de 20 mm						
		S100 -27	S120 -27	S150 -27	S174 -27	S200 -27	S214 -27	S220 -27	S86 -20	S106 -20	S136 -20	S160 -20	S186 -20	S200 -20	S220 -20
100	3	5,30	5,80	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	6,00	6,00
	2	4,25	4,65	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	3,20	3,60	4,00	4,40	4,80	4,80	4,80
150	3	4,35	4,75	5,35	5,75	6,00	6,00	6,00	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	6,00	6,00
	2	3,50	3,80	4,30	4,60	4,80	4,80	4,80	3,20	3,60	4,00	4,40	4,80	4,80	4,80
200	3	3,75	4,10	4,60	5,30	6,00	6,00	6,00	3,60	4,00	4,45	5,10	5,90	5,90	5,90
	2	3,00	3,30	3,70	4,25	4,80	4,80	4,80	2,90	3,20	3,55	4,10	4,70	4,70	4,70
250	3	3,35	3,70	4,15	4,80	5,50	5,50	5,50	3,30	3,60	4,05	4,70	5,40	5,40	5,40
	2	2,70	2,95	3,30	3,85	4,40	4,40	4,40	2,65	2,90	3,25	3,75	4,30	4,30	4,30
300	3	3,10	3,35	3,80	4,40	5,00	5,00	5,00	3,00	3,25	3,70	4,30	4,90	4,90	4,90
	2	2,50	2,70	3,05	3,50	4,00	4,00	4,00	2,40	2,60	2,95	3,45	3,90	3,90	3,90
350	3	2,85	3,10	3,50	4,00	4,50	4,50	4,50	2,75	3,00	3,40	3,90	4,40	4,40	4,40
	2	2,30	2,50	2,80	3,20	3,60	3,60	3,60	2,20	2,40	2,70	3,10	3,50	3,50	3,50
400	3	2,65	2,90	3,30	3,60	3,90	3,90	3,90	2,60	2,80	3,20	3,70	3,80	3,80	3,80
	2	2,10	2,30	2,65	2,90	3,10	3,10	3,10	2,10	2,25	2,55	2,95	3,05	3,05	3,05
500	3	2,45	2,70	3,10	3,40	3,70	3,70	3,70	2,40	2,60	3,00	3,30	3,40	3,40	3,40
	2	1,95	2,15	2,50	2,70	2,95	2,95	2,95	1,90	2,10	2,40	2,65	2,70	2,70	2,70
600	3	2,25	2,50	2,90	3,20	3,50	3,50	3,50	2,10	2,40	2,80	3,10	3,20	3,20	3,20
	2	1,80	2,00	2,30	2,55	2,80	2,80	2,80	1,70	1,90	2,25	2,50	2,55	2,55	2,55
700	3	2,10	2,30	2,70	3,00	3,20	3,20	3,20	1,90	2,20	2,50	2,80	3,00	3,00	3,00
	2	1,70	1,85	2,15	2,40	2,55	2,55	2,55	1,50	1,75	2,00	2,25	2,40	2,40	2,40
750	3	1,90	2,10	2,50	2,80	3,00	3,00	3,00	1,70	2,00	2,30	2,50	2,80	2,80	2,80
	2	1,50	1,70	2,00	2,25	2,40	2,40	2,40	1,35	1,60	1,85	2,00	2,25	2,25	2,25

 Types de SAPI SOL au catalogue.

Tableau 6 – Tableau de portées maximales admissibles (m) en charges descendantes (complexe d'étanchéité + neige normale selon NV 65 modifiées) – Pente mini 3%

Charges descendantes réparties (daN/m ²)	Type de madriers isolants SAPI SOL													
	Sapisol planches de 27 mm							Sapisol planches de 20 mm						
	S100-27	S120-27	S150-27	S174-27	S200-27	S214-27	S220-27	S86-20	S106-20	S136-20	S160-20	S186-20	S200-20	S220-20
100	1,30	1,50	1,70	1,80	2,00	2,00	2,00	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	1,80	1,80
150	1,15	1,30	1,60	1,75	1,90	1,90	1,90	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	1,80	1,80
200	1,00	1,15	1,40	1,60	1,80	1,80	1,80	0,90	1,20	1,30	1,50	1,80	1,80	1,80
250	0,95	1,00	1,25	1,45	1,65	1,65	1,65	0,85	1,10	1,20	1,40	1,60	1,60	1,60
300	0,85	0,95	1,15	1,30	1,50	1,50	1,50	0,80	1,00	1,10	1,30	1,50	1,50	1,50
350	0,80	0,90	1,05	1,20	1,35	1,35	1,35	0,75	0,90	1,00	1,20	1,30	1,30	1,30
400	0,75	0,85	1,00	1,10	1,20	1,20	1,20	0,70	0,85	0,95	1,10	1,15	1,15	1,15
500	0,70	0,80	0,95	1,05	1,15	1,15	1,15	0,65	0,80	0,90	1,05	1,10	1,10	1,10
600	0,65	0,75	0,90	1,00	1,10	1,10	1,10	0,60	0,75	0,80	1,00	1,05	1,05	1,05
700	0,60	0,70	0,85	0,95	1,05	1,05	1,05	0,50	0,70	0,70	0,90	1,00	1,00	1,00
750	0,55	0,65	0,80	0,90	1,00	1,00	1,00	0,45	0,55	0,65	0,80	0,90	0,90	0,90

Les porte-à-faux sont au plus égaux au tiers de la portée adjacente.

Ces porte-à-faux sont valables pour des madriers isolants posés et fixés sur 2 ou 3 appuis.

 Types de SAPI SOL au catalogue.

Tableau 7 – Porte à faux admissibles sans renforts (m) sous charges descendantes (complexe d'étanchéité + neige normale selon NV 65 modifiées)

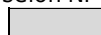
		Type de madriers isolants SAPI SOL en planches de 27 mm																															
		S100-27				S120-27				S150-27				S174-27				S200-27				S214-27				S220-27							
		Pointes		Vis		Pointes		Vis		Pointes		Vis		Pointes		Vis		Pointes		Vis		Pointes		Vis		Pointes		Vis					
		ø 5,5 x 180	ø 8 x 180	ø 6 x 200	ø 8 x 200	ø 7 x 225	ø 8 x 240	ø 7 x 250	ø 8 x 260	ø 7x 300	ø 8 x 280	ø 7 x 300	ø 8 x 300	ø 7 x 300	ø 8 x 300	ø 7 x 300	ø 8 x 300																
Valeur caractéristique Pk (daN)		104		220		124		220		168		220		168		220		168		220		168		220		168		220					
Ancrage (mm)		80		80		80		80		75		90		76		86		100		80		86		86		80		80					
Charges ascendantes réparties (daN/m²)	Nombre Appuis	1 Pte		2 Ptes		1 Vis		2 Vis		1 Pte		2 Ptes		1 Vis		2 Vis		1 Pte		2 Ptes		1 Vis		2 Vis		1 Pte		2 Ptes		1 Vis		2 Vis	
		1 Pte	2 Ptes	1 Vis	2 Vis	1 Pte	2 Ptes	1 Vis	2 Vis	1 Pte	2 Ptes	1 Vis	2 Vis	1 Pte	2 Ptes	1 Vis	2 Vis	1 Pte	2 Ptes	1 Vis	2 Vis	1 Pte	2 Ptes	1 Vis	2 Vis	1 Pte	2 Ptes	1 Vis	2 Vis	1 Pte	2 Ptes		
50	3	3,45	5,30	5,30	5,30	4,12	5,80	5,80	5,80	5,58	6,00	6,00	6,00	5,58	6,00	6,00	6,00	5,58	6,00	6,00	6,00	5,58	6,00	6,00	6,00	5,58	6,00	6,00	6,00	5,58	6,00	6,00	6,00
	2	4,25	4,25	4,25	4,25	4,65	4,65	4,65	4,65	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	
75	3	2,30	4,61	4,87	5,30	2,75	5,49	4,87	5,80	3,72	6,00	4,87	6,00	3,72	6,00	4,87	6,00	3,72	6,00	4,87	6,00	3,72	6,00	4,87	6,00	3,72	6,00	4,87	6,00	3,72	6,00	4,87	6,00
	2	4,25	4,25	4,25	4,25	4,65	4,65	4,65	4,65	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	
100	3	1,73	3,45	3,65	5,30	2,06	4,12	3,65	5,80	2,79	5,58	3,65	6,00	2,79	5,58	3,65	6,00	2,79	5,58	3,65	6,00	2,79	5,58	3,65	6,00	2,79	5,58	3,65	6,00	2,79	5,58	3,65	6,00
	2	4,25	4,25	4,25	4,25	4,65	4,65	4,65	4,65	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	
125	3	1,38	2,76	2,92	4,83	1,65	3,29	2,92	5,28	2,23	4,46	2,92	5,68	2,23	4,46	2,92	5,85	2,23	4,46	2,92	5,85	2,23	4,46	2,92	5,85	2,23	4,46	2,92	5,85	2,23	4,46	2,92	5,85
	2	3,45	3,88	3,88	3,88	4,12	4,23	4,23	4,23	4,55	4,55	4,55	4,55	4,70	4,70	4,70	4,70	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80
150	3	1,15	2,30	2,44	4,35	1,37	2,75	2,44	4,75	1,86	3,72	2,44	4,87	1,86	3,72	2,44	4,87	1,86	3,72	2,44	4,87	1,86	3,72	2,44	4,87	1,86	3,72	2,44	4,87	1,86	3,72	2,44	4,87
	2	2,88	3,50	3,50	3,50	3,43	3,80	3,80	3,80	4,30	4,30	4,30	4,30	4,60	4,60	4,60	4,60	4,65	4,80	4,80	4,80	4,80	4,65	4,80	4,80	4,80	4,65	4,80	4,80	4,80	4,65	4,80	4,80
175	3	0,99	1,97	2,09	4,05	1,18	2,35	2,09	4,18	1,59	3,19	2,09	4,18	1,59	3,19	2,09	4,18	1,59	3,19	2,09	4,18	1,59	3,19	2,09	4,18	1,59	3,19	2,09	4,18	1,59	3,19	2,09	4,18
	2	2,47	3,25	3,25	3,25	2,94	3,55	3,55	3,55	3,99	4,00	4,00	4,00	3,99	4,43	4,43	4,43	3,99	4,80	4,80	4,80	3,99	4,80	4,80	4,80	3,99	4,80	4,80	4,80	3,99	4,80	4,80	4,80
200	3	0,86	1,73	1,83	3,65	1,03	2,06	1,83	3,65	1,39	2,79	1,83	3,65	1,39	2,79	1,83	3,65	1,39	2,79	1,83	3,65	1,39	2,79	1,83	3,65	1,39	2,79	1,83	3,65	1,39	2,79	1,83	3,65
	2	2,16	3,00	3,00	3,00	2,57	3,30	3,30	3,30	3,49	3,70	3,70	3,70	3,49	4,25	4,25	4,25	3,49	4,80	4,57	4,80	3,49	4,80	4,57	4,80	3,49	4,80	4,57	4,80	3,49	4,80	4,57	4,80
250	3	0,69	1,38	1,46	2,92	0,82	1,65	1,46	2,92	1,12	2,23	1,46	2,92	1,12	2,23	1,46	2,92	1,12	2,23	1,46	2,92	1,12	2,23	1,46	2,92	1,12	2,23	1,46	2,92	1,12	2,23	1,46	2,92
	2	1,73	2,70	2,70	2,70	2,06	2,95	2,95	2,95	2,79	3,30	3,30	3,30	2,79	3,85	3,65	3,85	2,79	4,40	3,65	4,40	2,79	4,40	3,65	4,40	2,79	4,40	3,65	4,40	2,79	4,40	3,65	4,40
300	3	0,58	1,15	1,22	2,44	0,69	1,37	1,22	2,44	0,93	1,86	1,22	2,44	0,93	1,86	1,22	2,44	0,93	1,86	1,22	2,44	0,93	1,86	1,22	2,44	0,93	1,86	1,22	2,44	0,93	1,86	1,22	2,44
	2	1,44	2,50	2,50	2,50	1,72	2,70	2,70	2,70	2,32	3,05	3,04	3,05	2,32	3,50	3,04	3,50	2,32	4,00	3,04	4,00	2,32	4,00	3,04	4,00	2,32	4,00	3,04	4,00	2,32	4,00	3,04	4,00

Calculé avec charges climatiques normales, poids propre des éléments et de la couverture déduits, avec un coefficient de sécurité de 2,35 par rapport à la résistance caractéristique Pk selon NF P 30-310.

Types de SAPI SOL au catalogue.

		Type de madriers isolants SAPISOL en planches de 20 mm																											
		S86-20				S106-20				S136-20				S160-20				S186-20				S200-20				S220-20			
		Pointes		Vis		Pointes		Vis		Pointes		Vis		Pointes		Vis		Pointes		Vis		Pointes		Vis		Pointes		Vis	
		ø 5,1 x 150	ø 8 x 160	ø 5,5 x 180	ø 8 x 180	ø 6 x 200	ø 8 x 220	ø 7x 225	ø 8 x 240	ø 7 x 250	ø 8 x 260	ø 7 x 300	ø 8 x 280	ø 7 x 300	ø 8 x 300														
Valeur caractéristique Pk (daN)		89		220		104		220		124		220		168		220		168		220		168		220		168		220	
Ancrage (mm)		64		74		74		74		64		84		65		80		64		74		100		80		80		80	
Charges ascendantes réparties (daN/m²)	Nombre Appuis	1 Pte	2 Ptes	1 Vis	2 Vis	1 Pte	2 Ptes	1 Vis	2 Vis	1 Pte	2 Ptes	1 Vis	2 Vis	1 Pte	2 Ptes	1 Vis	2 Vis	1 Pte	2 Ptes	1 Vis	2 Vis	1 Pte	2 Ptes	1 Vis	2 Vis	1 Pte	2 Ptes	1 Vis	2 Vis
50	3	2,96	4,00	4,00	4,00	3,45	4,50	4,50	4,50	4,12	5,00	5,00	5,00	5,50	5,50	5,50	5,50	5,58	6,00	6,00	6,00	5,58	6,00	6,00	6,00	5,58	6,00	6,00	6,00
	2	3,20	3,20	3,20	3,20	3,60	3,60	3,60	3,60	4,00	4,00	4,00	4,00	4,40	4,40	4,40	4,40	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80
75	3	1,97	3,94	4,00	4,00	2,30	4,50	4,50	4,50	2,75	5,00	4,87	5,00	3,72	5,50	4,87	5,50	3,72	6,00	4,87	6,00	3,72	6,00	4,87	6,00	3,72	6,00	4,87	6,00
	2	3,20	3,20	3,20	3,20	3,60	3,60	3,60	3,60	4,00	4,00	4,00	4,00	4,40	4,40	4,40	4,40	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80
100	3	1,48	2,96	3,65	4,00	1,73	3,45	3,65	4,50	2,06	4,12	3,65	5,00	2,79	5,50	3,65	5,50	2,79	5,58	3,65	6,00	2,79	5,58	3,65	6,00	2,79	5,58	3,65	6,00
	2	3,20	3,20	3,20	3,20	3,60	3,60	3,60	3,60	4,00	4,00	4,00	4,00	4,40	4,40	4,40	4,40	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80
125	3	1,18	2,36	2,92	4,00	1,38	2,76	2,92	4,50	1,65	3,29	2,92	5,00	2,23	4,46	2,92	5,50	2,23	4,46	2,92	5,85	2,23	4,46	2,92	5,85	2,23	4,46	2,92	5,85
	2	2,96	3,20	3,20	3,20	3,45	3,60	3,60	3,60	4,00	4,00	4,00	4,00	4,40	4,40	4,40	4,40	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80
150	3	0,99	1,97	2,44	4,00	1,15	2,30	2,44	4,50	1,37	2,75	2,44	4,87	1,86	3,72	2,44	4,87	1,86	3,72	2,44	4,87	1,86	3,72	2,44	4,87	1,86	3,72	2,44	4,87
	2	2,46	3,20	3,20	3,20	2,88	3,60	3,60	3,60	3,43	4,00	4,00	4,00	4,40	4,40	4,40	4,40	4,65	4,80	4,80	4,80	4,65	4,80	4,80	4,80	4,65	4,80	4,80	4,80
175	3	0,84	1,69	2,09	3,80	0,99	1,97	2,09	4,18	1,18	2,35	2,09	4,18	1,59	3,19	2,09	4,18	1,59	3,19	2,09	4,18	1,59	3,19	2,09	4,18	1,59	3,19	2,09	4,18
	2	2,11	3,05	3,05	3,05	2,47	3,40	3,40	3,40	2,94	3,78	3,78	3,78	3,99	4,25	4,25	4,25	3,99	4,75	4,75	4,75	3,99	4,75	4,75	4,75	3,99	4,75	4,75	4,75
200	3	0,74	1,48	1,83	3,60	0,86	1,73	1,83	3,65	1,03	2,06	1,83	3,65	1,39	2,79	1,83	3,65	1,39	2,79	1,83	3,65	1,39	2,79	1,83	3,65	1,39	2,79	1,83	3,65
	2	1,85	2,90	2,90	2,90	2,16	3,20	3,20	3,20	2,57	3,55	3,55	3,55	3,49	4,10	4,10	4,10	3,49	4,70	4,57	4,70	3,49	4,70	4,57	4,70	3,49	4,70	4,57	4,70
250	3	0,59	1,18	1,46	2,92	0,69	1,38	1,46	2,92	0,82	1,65	1,46	2,92	1,12	2,23	1,46	2,92	1,12	2,23	1,46	2,92	1,12	2,23	1,46	2,92	1,12	2,23	1,46	2,92
	2	1,48	2,65	2,65	2,65	1,73	2,90	2,90	2,90	2,06	3,25	3,25	3,25	2,79	3,75	3,65	3,75	2,79	4,30	3,65	4,30	2,79	4,30	3,65	4,30	2,79	4,30	3,65	4,30
300	3	0,49	0,99	1,22	2,44	0,58	1,15	1,22	2,44	0,69	1,37	1,22	2,44	0,93	1,86	1,22	2,44	0,93	1,86	1,22	2,44	0,93	1,86	1,22	2,44	0,93	1,86	1,22	2,44
	2	1,23	2,40	2,40	2,40	1,44	2,60	2,60	2,60	1,72	2,95	2,95	2,95	2,32	3,45	3,04	3,45	2,32	3,90	3,04	3,90	2,32	3,90	3,04	3,90	2,32	3,90	3,04	3,90

Calculé avec charges climatiques normales, poids propre des éléments et de la couverture déduits, avec un coefficient de sécurité de 2,35 par rapport à la résistance caractéristique Pk selon NF P 30-310.

 Types de SAPISOL au catalogue.

Tableaux 8 - Tableaux de portées entre appuis en fonction des charges ascendantes (vent normal selon NV 65 modifiées en rive avec un vent perpendiculaire aux génératrices)

Résistance caractéristique Pk (daN) (1)	Nombre de vis par m ² Ø Vis 5 mm – Ø Tête 10 mm	
	Planches 27 mm	Planches 20 mm
	97	97
Charges ascendantes réparties (daN/m ²)	Lambourdes / Sapisol (2)	
100	3,0	3,0
125	3,8	3,8
150	4,5	4,5
175	5,3	5,3
200	6,1	6,1
250	7,6	7,6
300	9,1	9,1

Résistance caractéristique Pk (daN) (1)	Nombre de vis par m ² Ø Vis 6 mm – Ø Tête 12 mm	
	Planches 27 mm	Planches 20 mm
	140	131
Charges ascendantes réparties (daN/m ²)	Lambourdes / Sapisol (1)	
100	2,1	2,2
125	2,6	2,8
150	3,1	3,4
175	3,7	3,9
200	4,2	4,5
250	5,2	5,6
300	6,3	6,7

1. Calculée avec charges climatiques normales au sens des règles NV 65 modifiées avec le vent perpendiculaire aux génératrices, poids de la couverture déduit, avec un coefficient de sécurité de 2,35 par rapport à la résistance caractéristique Pk selon NF P 30-310.
2. L'entraxe maxi des fixations pour les lambourdes est de 50 cm.

Tableaux 9 – Nombre de vis pour fixation lambourdes directement sur SAPI SOL – cas de la configuration de type C (cf. § 2.2.1.2)

Support direct du revêtement d'étanchéité	Revêtement d'étanchéité						
	Système apparent			Système sous protection			
	Semi-indépendant	Adhérent	Fixé mécanique	Indépendant	Semi-indépendant	Adhérent	Fixé mécanique
Sapisol® (Type A)	NON	NON	OUI (1)	OUI (1)	NON	NON	NON
Sapisol® + bois ou panneaux à base de bois (Type B)	NON	NON	OUI (1)	OUI (1)	NON	NON	NON
Sapisol® + lambourde + bois ou panneaux à base de bois (Type C)	NON	NON	OUI (1)	OUI (1)	NON	NON	NON
Sapisol® + pare-vapeur + support isolant (Type D)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	NON
cf.§ 2.2.1.1: uniquement avec membranes à base de PVC-P ($S_d \leq 30m$)							

Tableau 10 : Emploi en toitures inaccessibles, toitures techniques et à zones techniques (avec chemins de circulation)

Support direct du revêtement d'étanchéité	Revêtement d'étanchéité			
	Indépendant ⁽¹⁾	Semi-indépendant	Adhérent	Fixé mécanique
Sapisol® (Type A)	OUI (2)	NON	NON	NON
Sapisol® + bois ou panneaux à base de bois (Type B)	OUI (2)	NON	NON	NON
Sapisol® + lambourde + bois ou panneaux à base de bois (Type C)	NON	NON	NON	NON
Sapisol® + pare-vapeur + support isolant (Type D)	OUI	OUI	OUI	NON
(1) Uniquement sur élément porteur de pente < 5 % et si l'Avis Technique du procédé de végétalisation le prévoit et que le système de végétalisation assure la protection du revêtement et la tenue au vent du revêtement				
(2) cf.§ 2.2.1.1: uniquement avec membranes à base de PVC-P ($S_d \leq 30m$)				

Tableau 11 : Emploi en toitures terrasses et toitures végétalisées

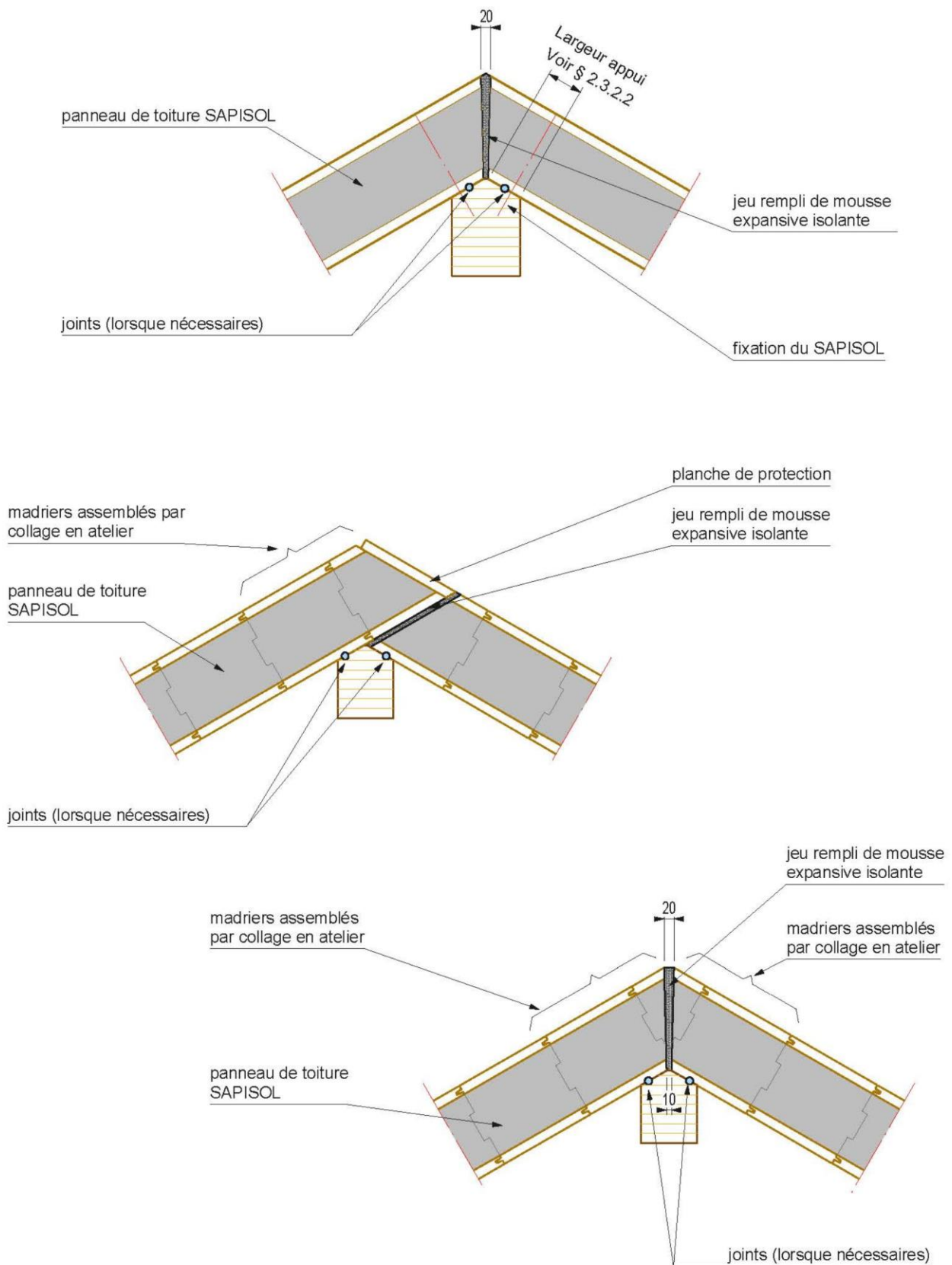


Figure 1 – Faîtages

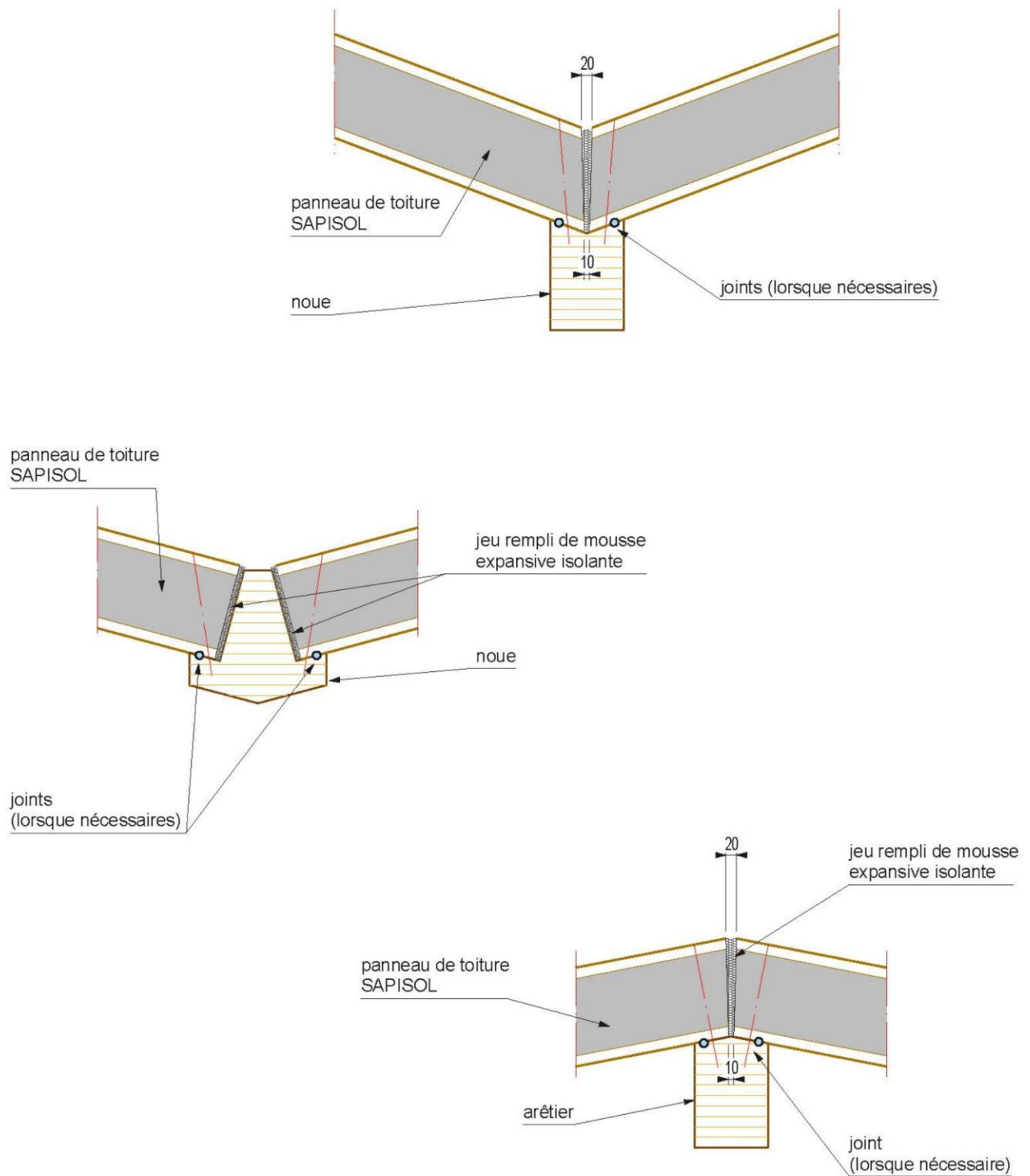


Figure 2 - Noues, arêtiers

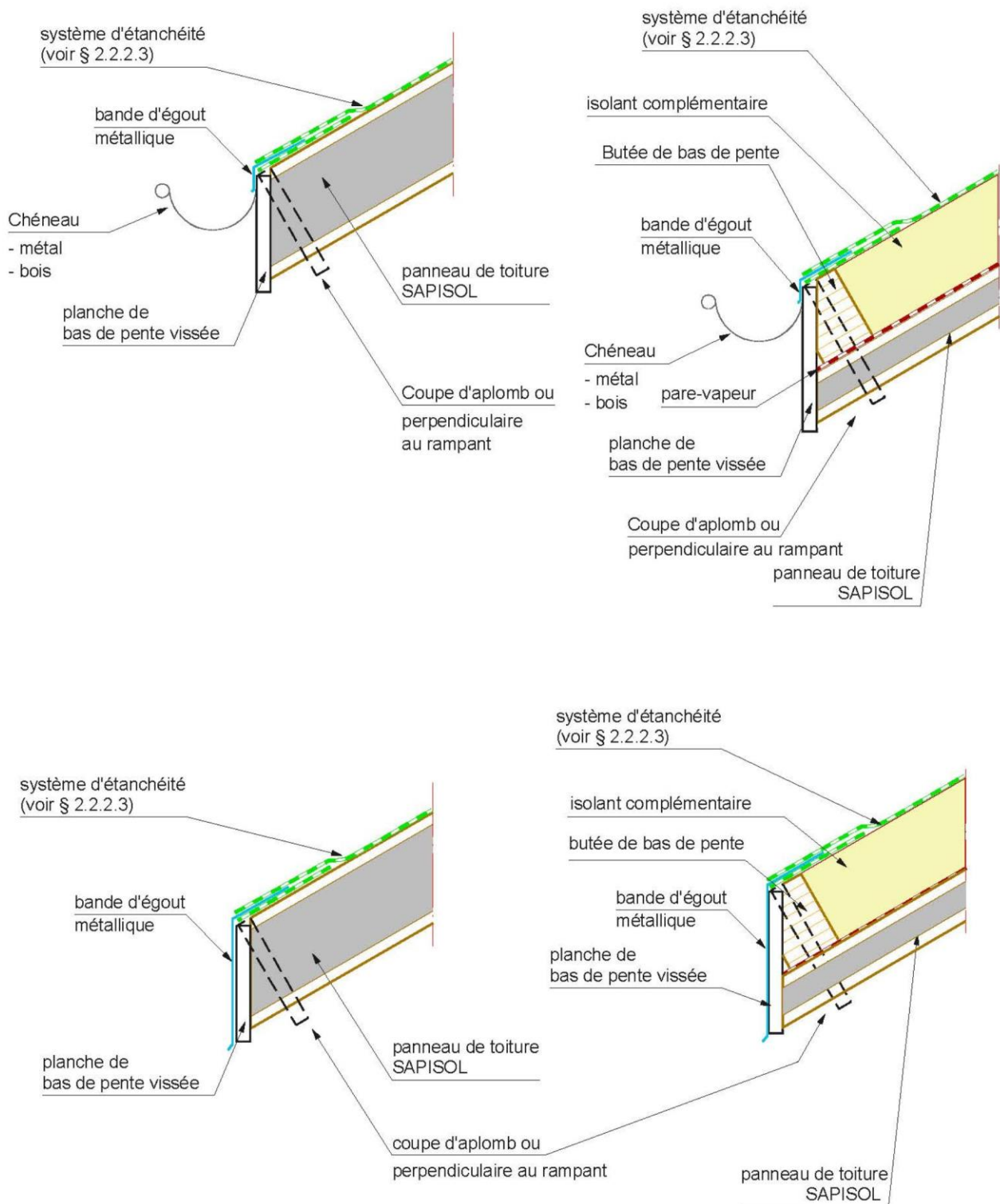


Figure 3 – Bas de pente

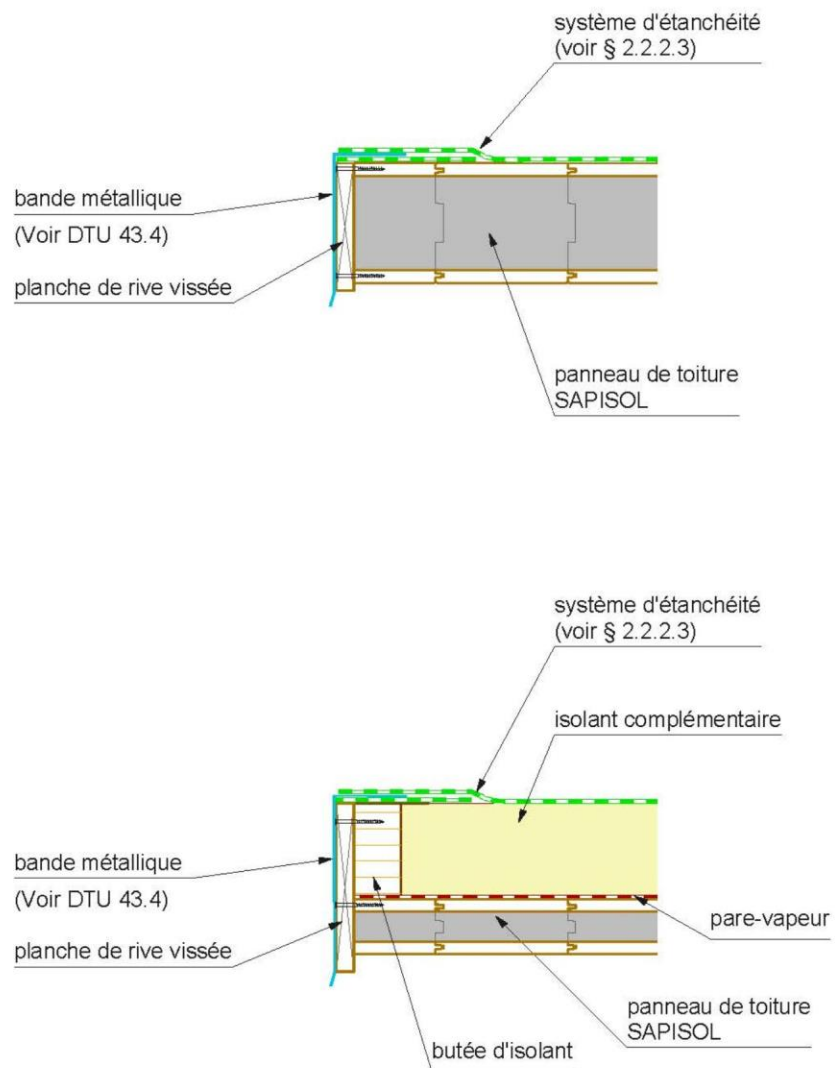


Figure 4 – Rives latérales

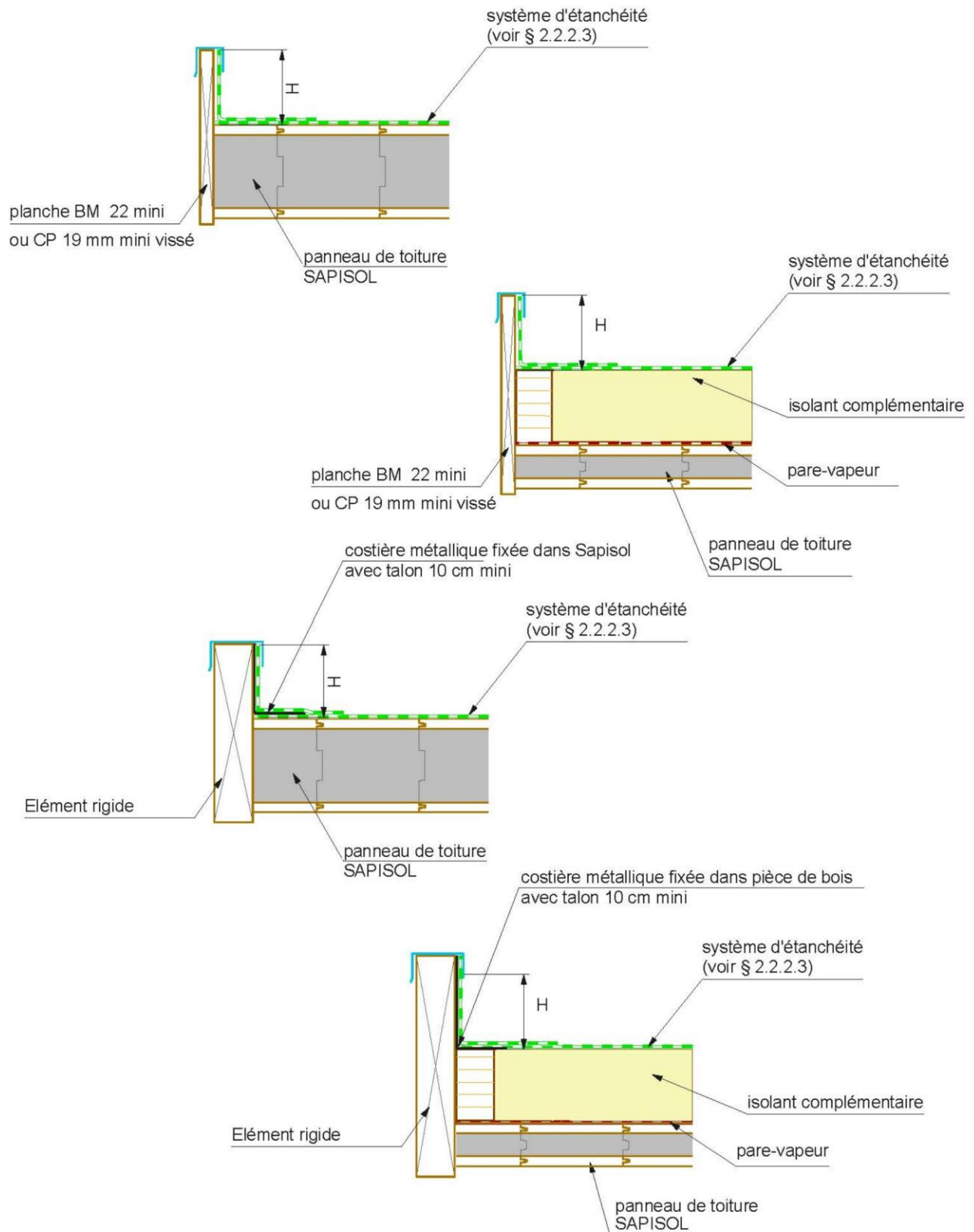


Figure 4 bis – Reliefs

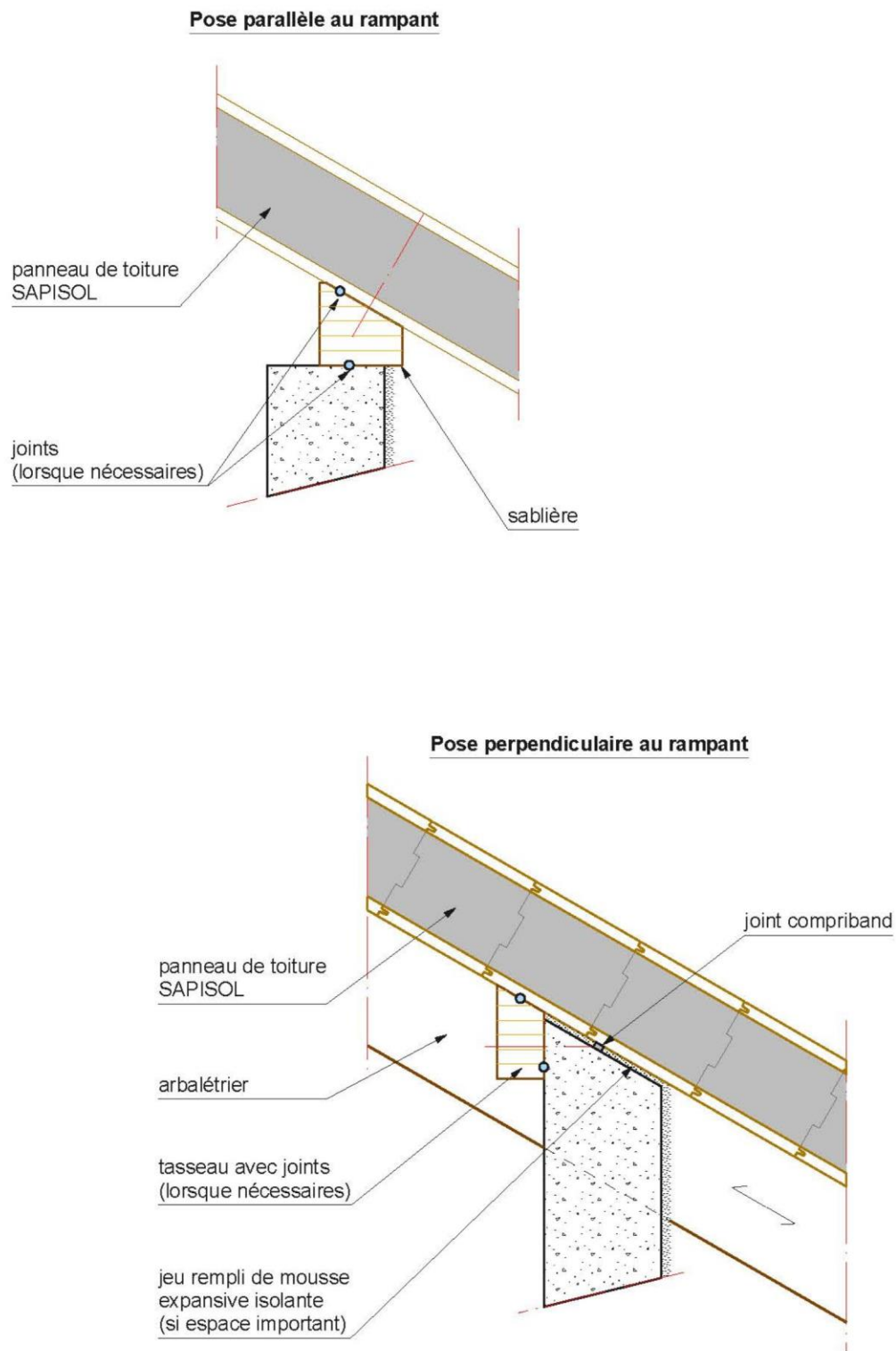
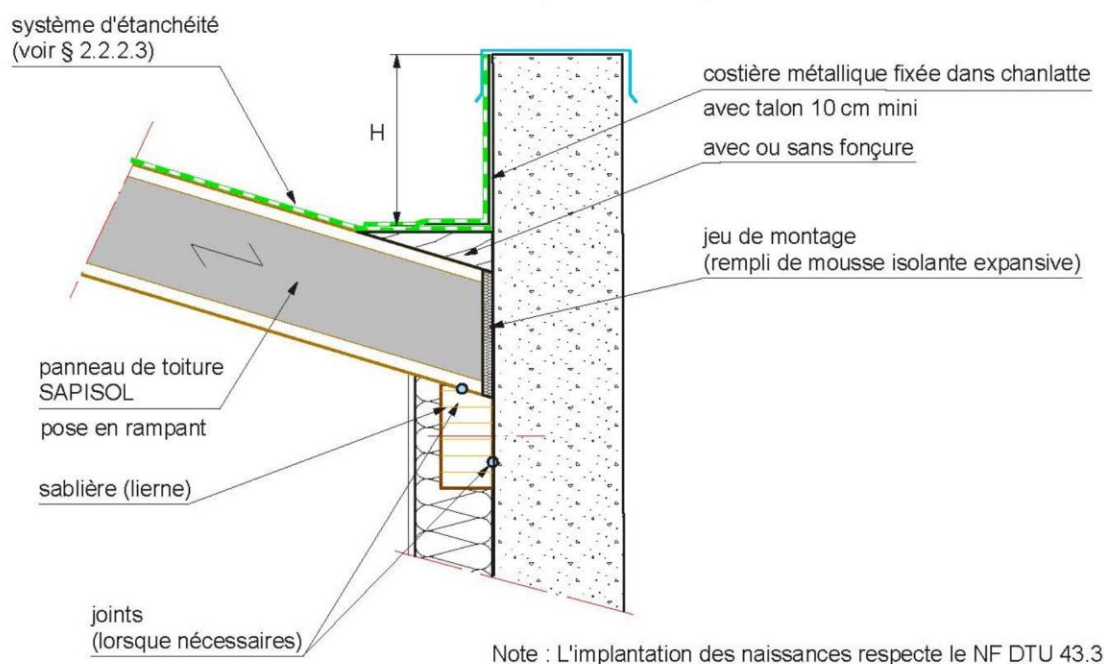


Figure 5 – Sablières

Pose madriers perpendiculaire (ou de biais) à la noue

Les noues à pente nulle sont possible

**Pose madriers parallèle à la noue**

Si noue à pente nulle ou $< 1.5\%$ une naissance d'eau pluviale doit-être positionnée à mi-portée de chaque travée

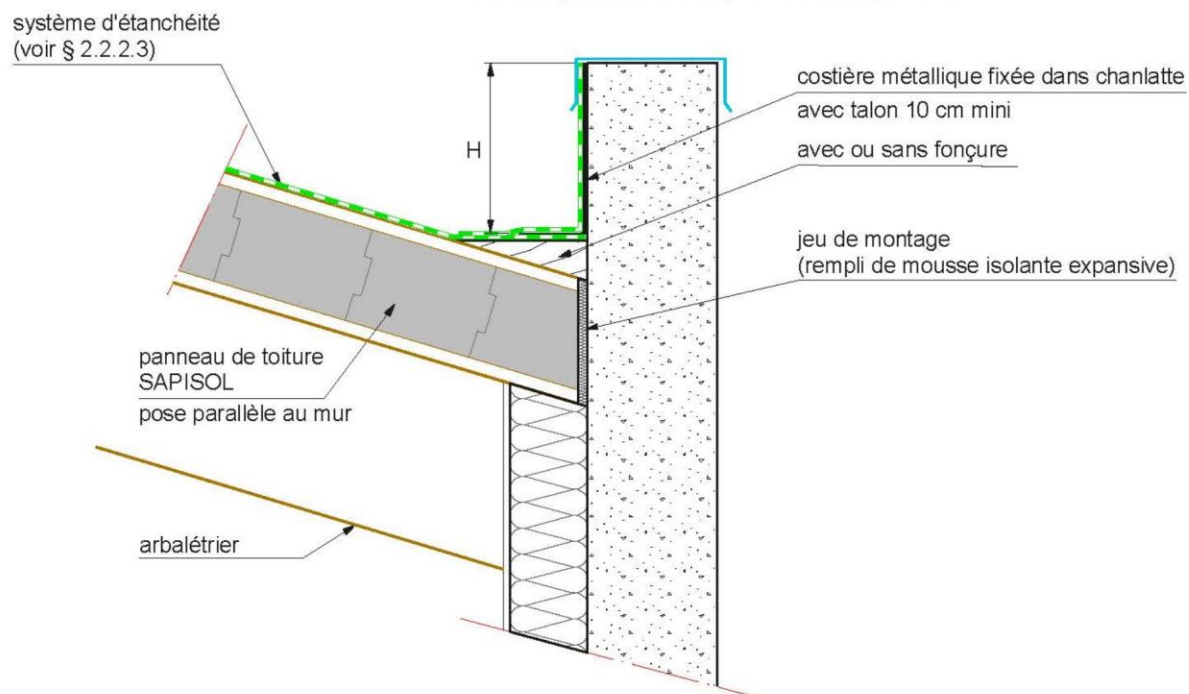
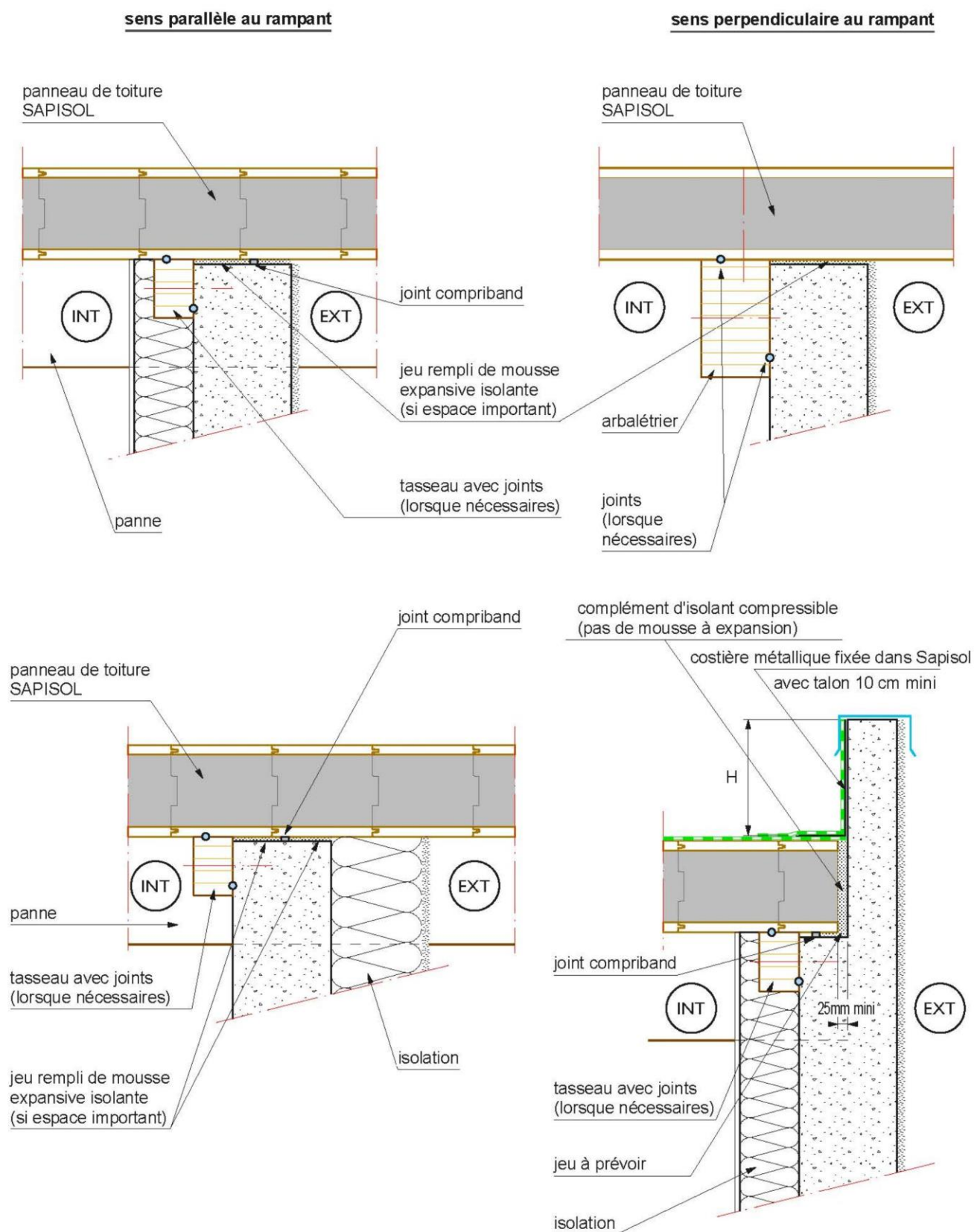


Figure 6 –Noue de rive

**Figure 7 – Pignons**

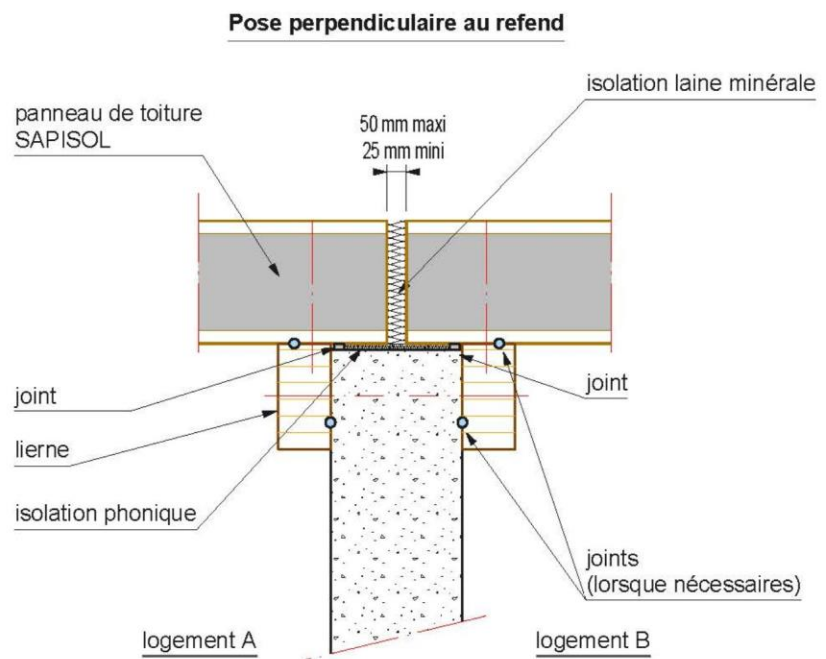
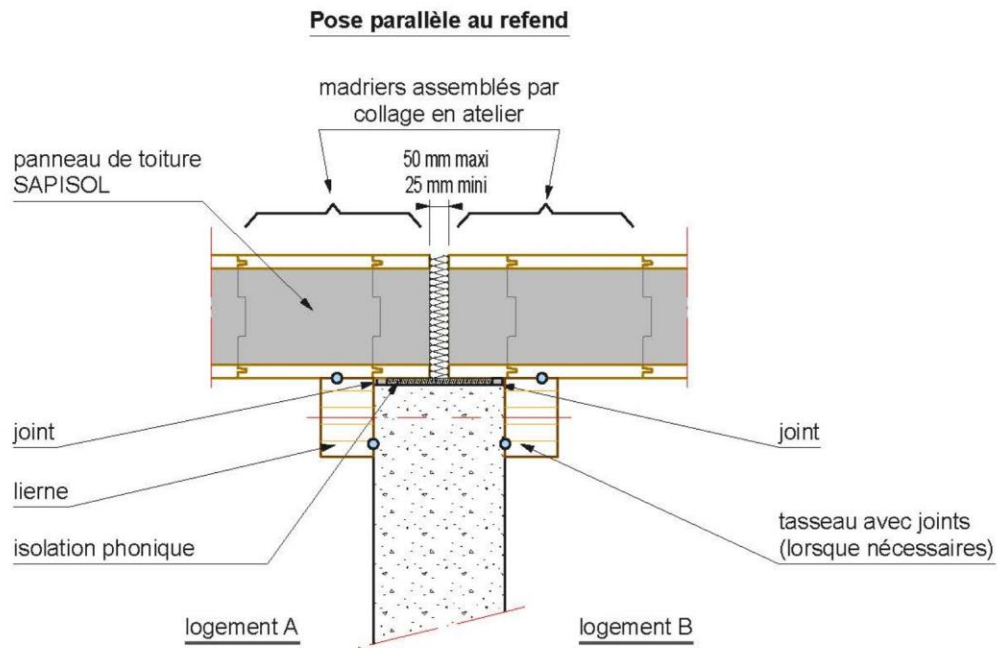


Figure 8 – Refends entre logements (rupture pont phonique)

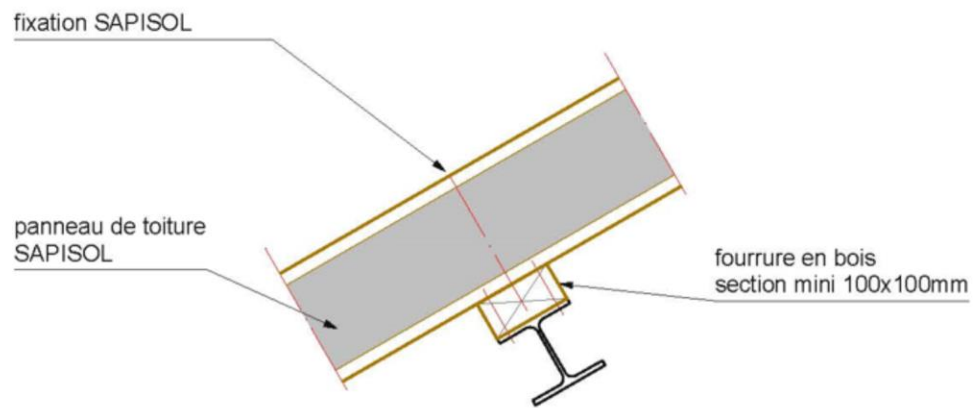
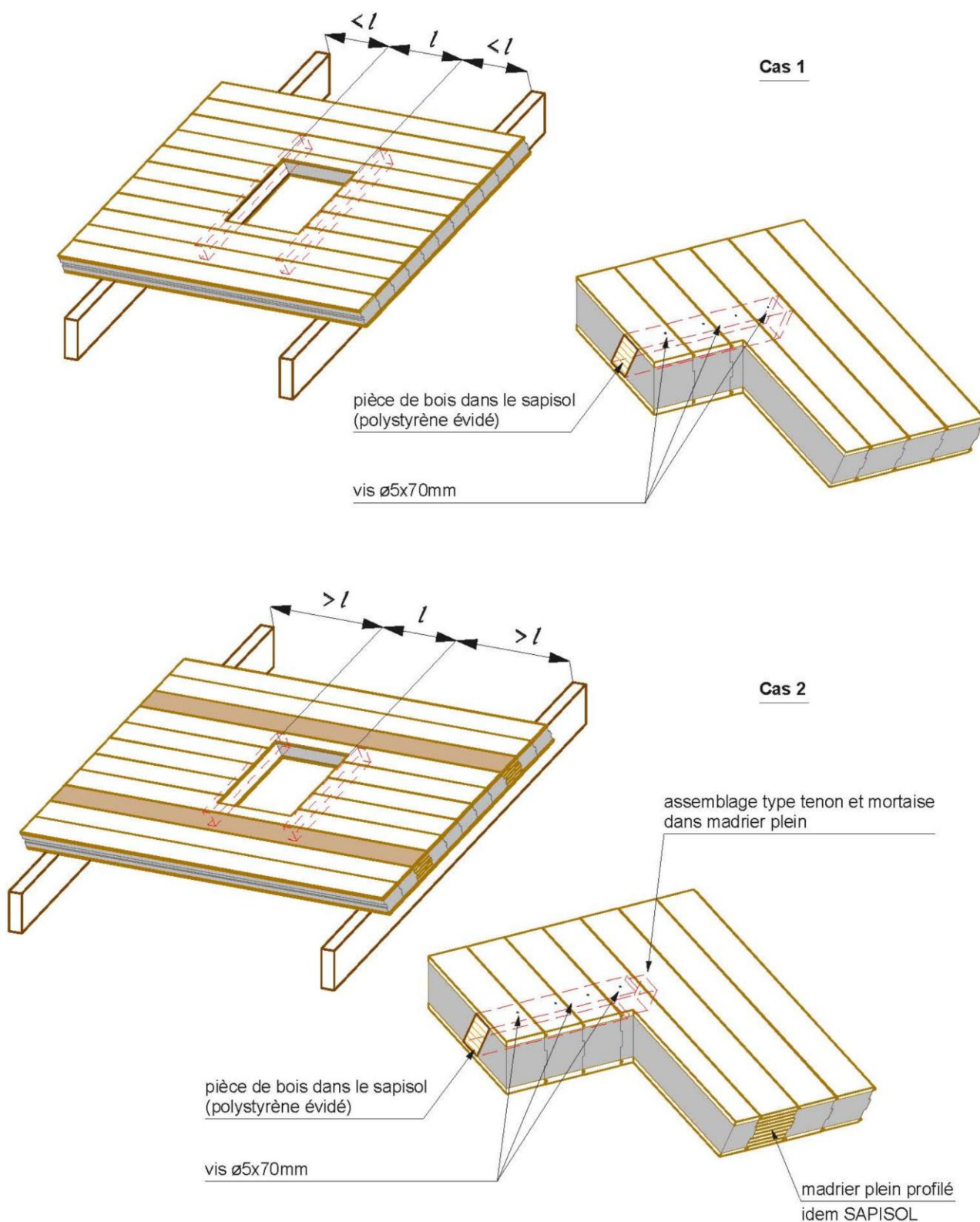


Figure 9 – Pose sur charpentes métalliques



Note : Le bureau d'étude de la société SIMONIN SAS doit être consulté pour adapter les renforts.

Figure 10 – Chevêtres

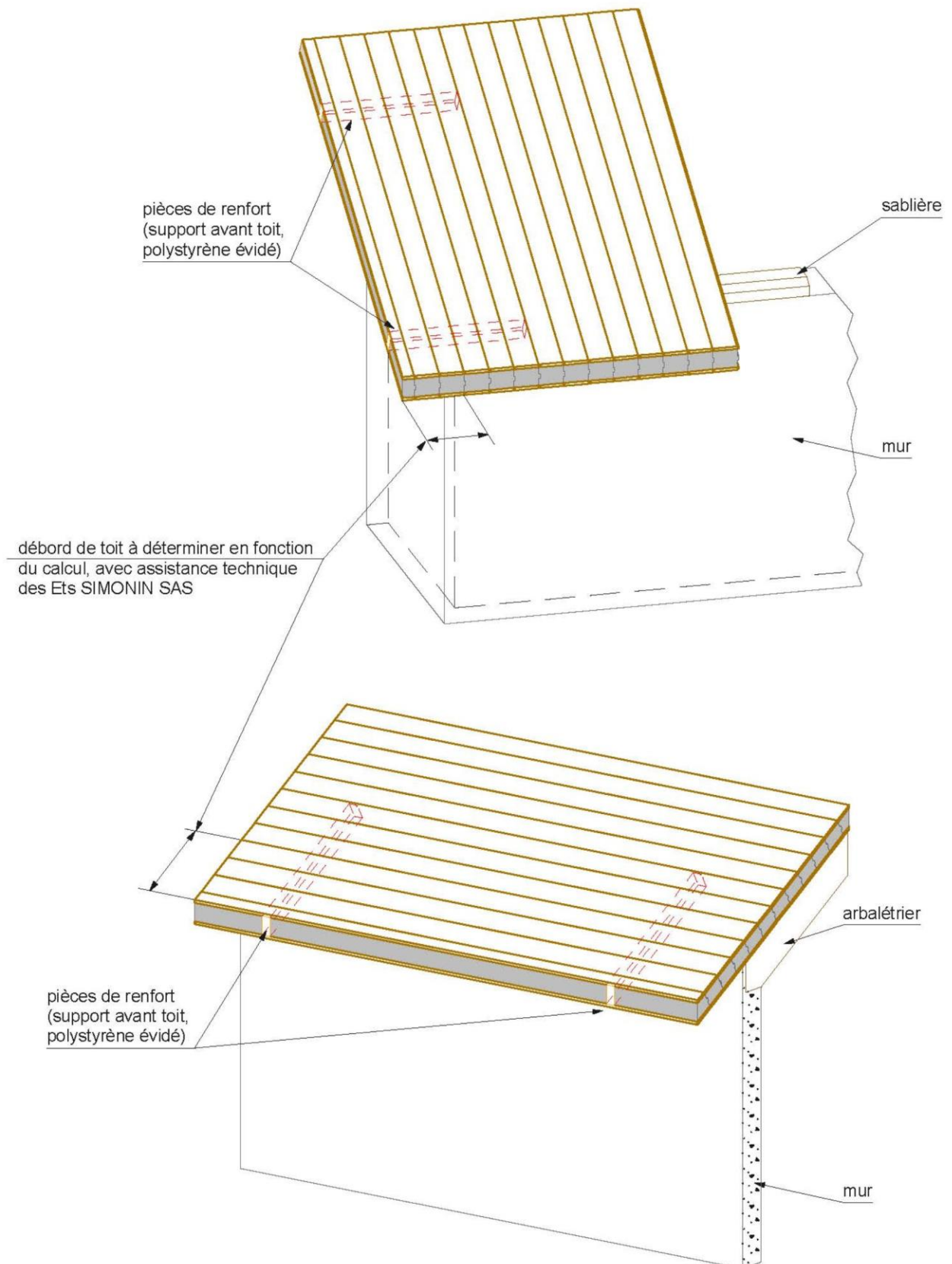


Figure 11 – Renforts en avant toit – Avec l'assistance technique des Établissements Simonin SAS

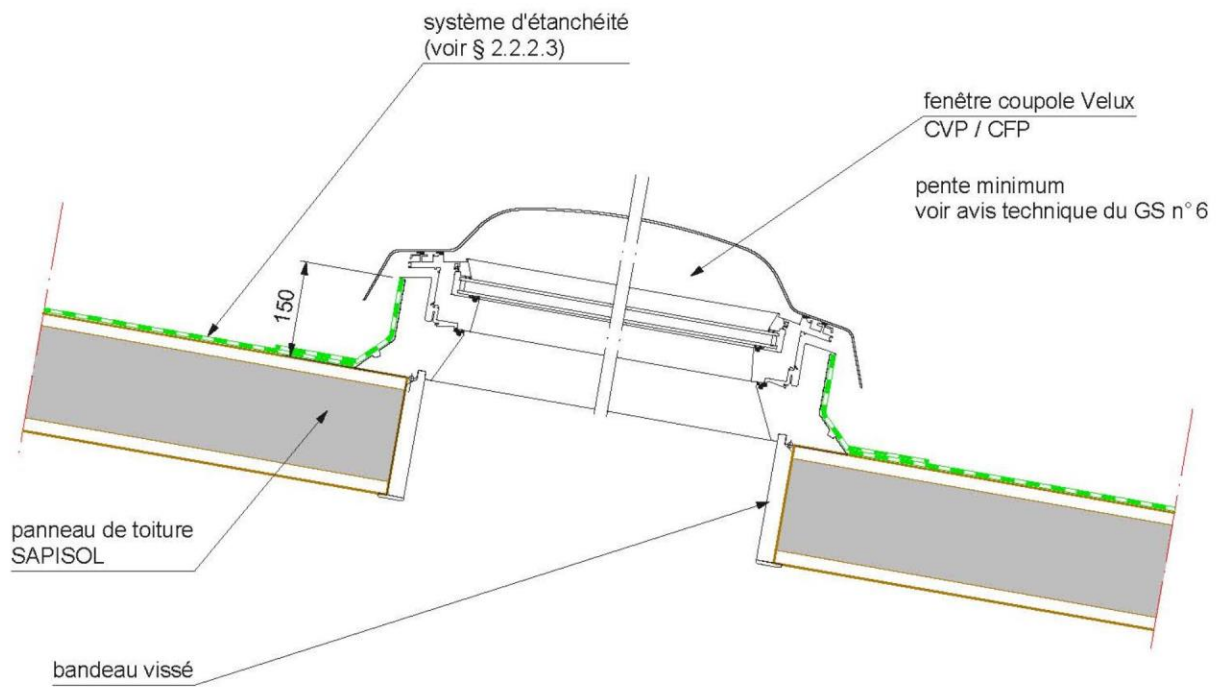


Figure 12 – Fenêtres de toit (cf. AT du GS 6)

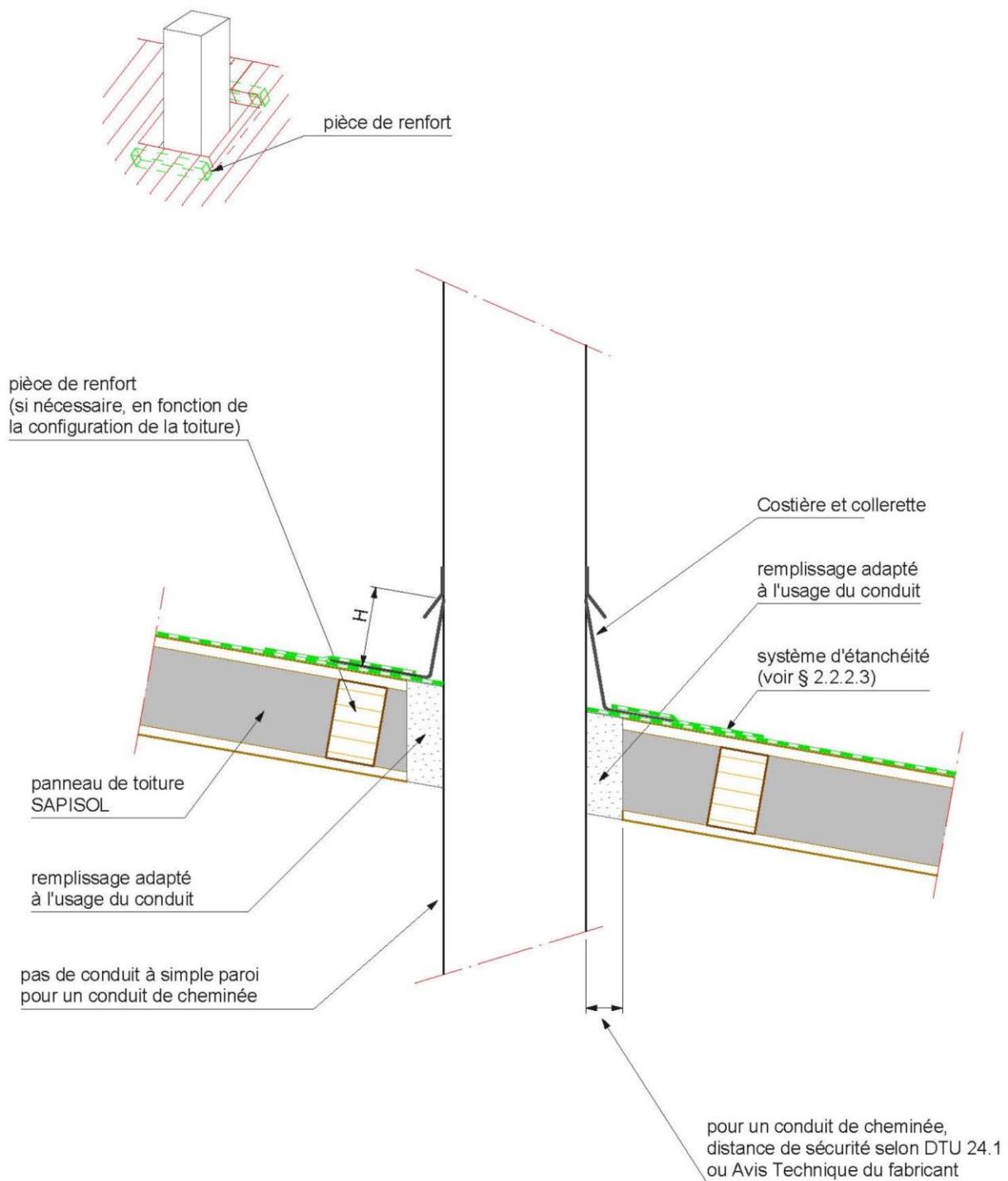
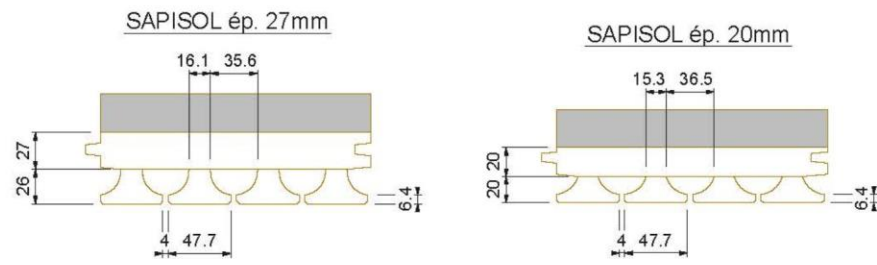


Figure 13 – Traversées de toiture



Pose avec sous-face acoustique

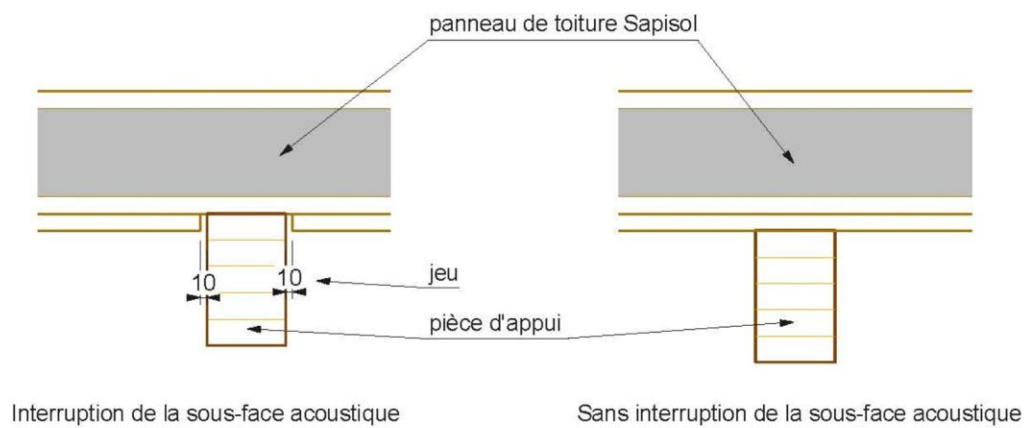


Figure 14 – Sous-face acoustique

Cale en bois avec :

- 1 face en bois dur coté sapisol
- 1 face en bois tendre coté à frapper

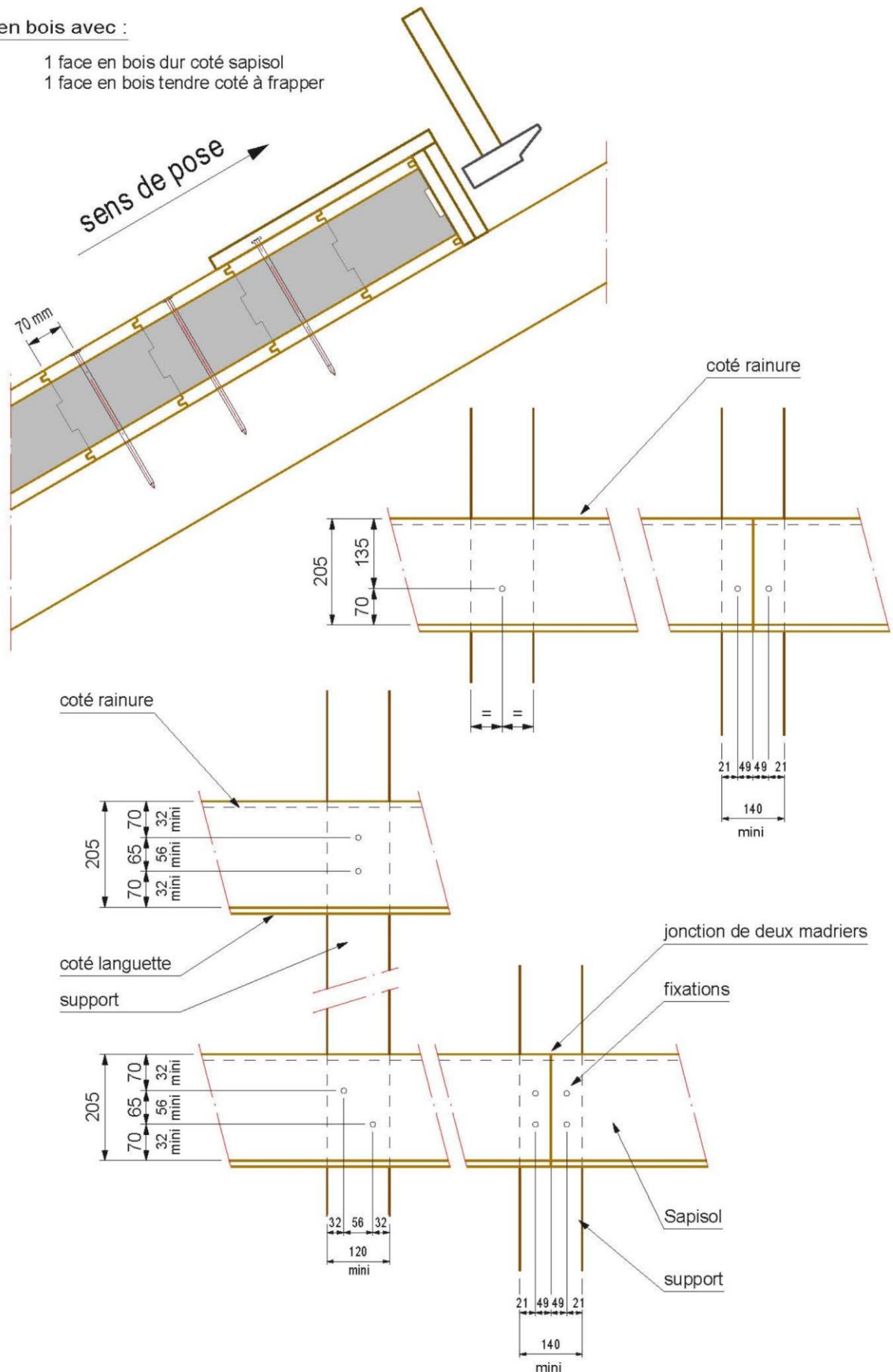
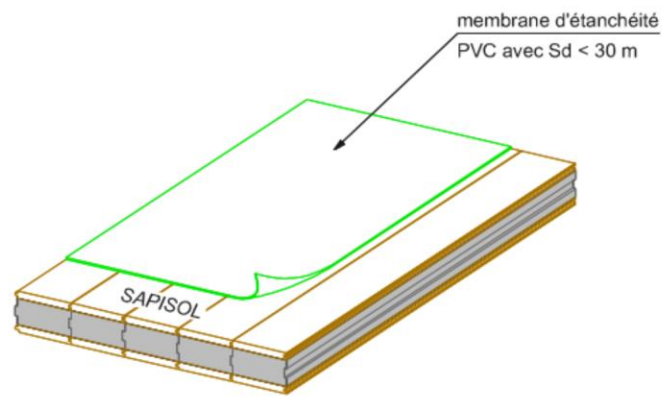
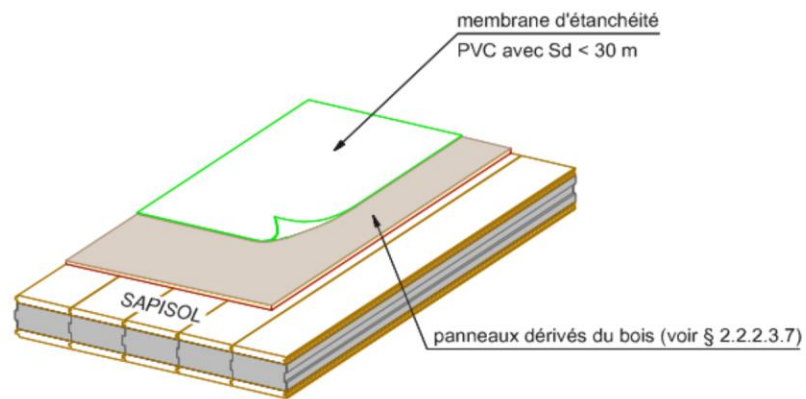


Figure 15 – Pose et fixation des panneaux

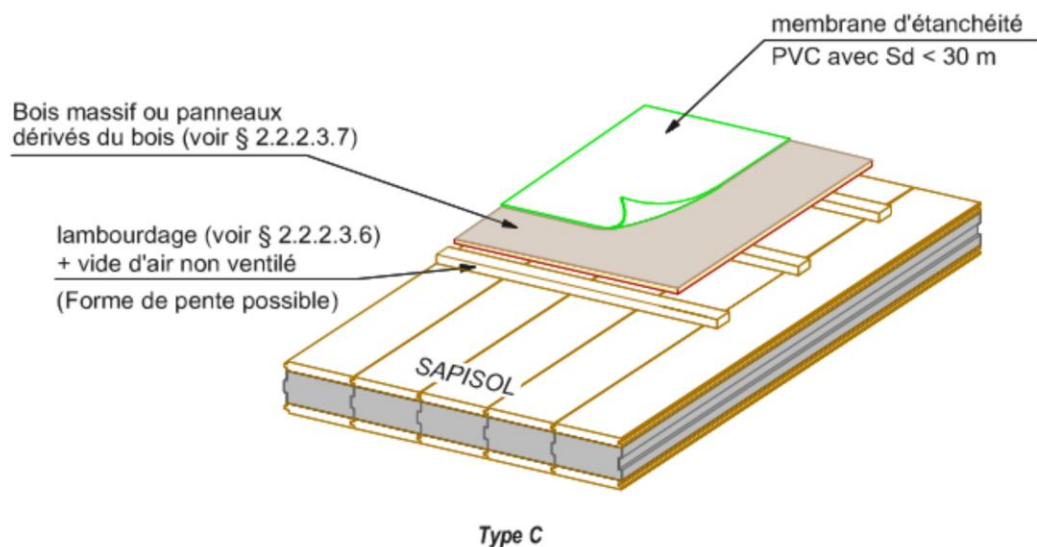


Type A



Type B

Figure 16 – Types de configurations du complexe – Type A et B (cf. § 2.2.1.1)



**Figure 17 – Type de configurations du complexe – Type C (cf. § 2.2.1.1)
Limité a des surfaces de 100 m^2 - Hors TTV**

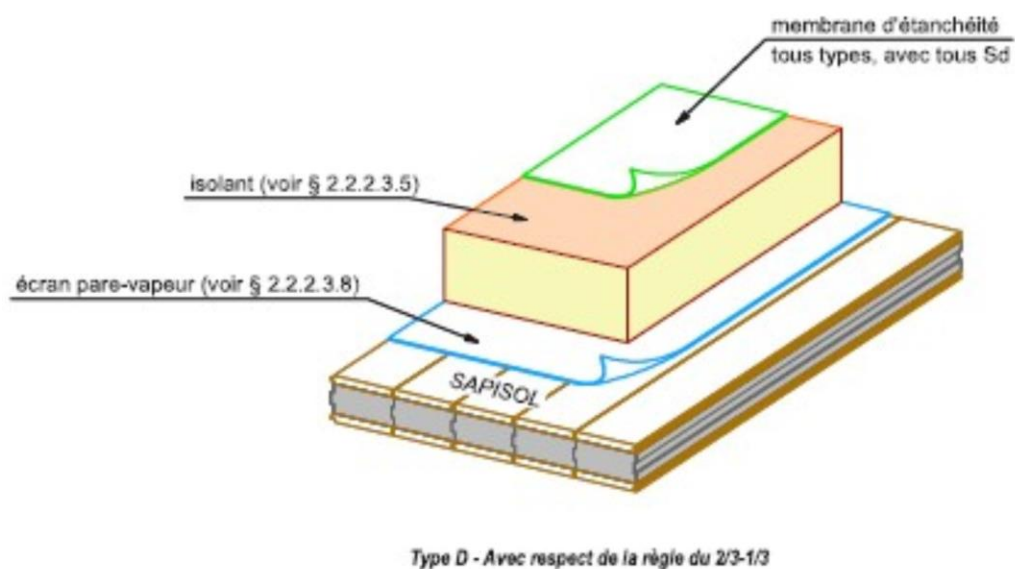
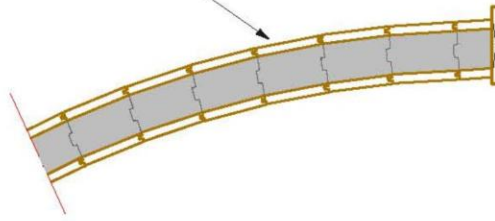


Figure 18 – Type de configurations du complexe – Type D (cf. § 2.2.1.1)

pente mini suivant DTU 43.4



Cas particulier toiture courbe continue en partie haute

pas de risque de stagnation d'eau
et d'inversion de pente

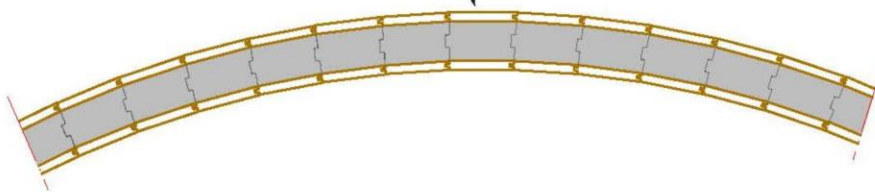


Figure 19 – Disposition particulières aux toitures courbes