

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **3 + 5/12-731*02 Add**

Additif à l'Avis Technique 3/12-731

Panneaux bois à usage
structurel

Elément porteur support d'étanchéité

Panneaux KLH®

Objet de
l'Agrément Technique Européen

ETA-06/0138

Titulaire : KLH Massivholz GmbH
Katsch an der Mur 202
AT-8842 Katsch an der Mur

Tél. : 43 3588 8835 0
Fax : 43 3588 8835 20
Courriel : office@klh.at
Internet : www.KLH.cc

Usine : AT-Katsch an der Mur
(Styrie, Autriche)

Distributeur : Lignatec SAS
88 avenue des Vosges
FR-88100 REMOMEIX

Tél. : 03 29 56 27 27
Fax : 03 29 56 27 28
Courriel : contact@lignatec.fr

Commission chargée de formuler des Avis Techniques
(arrêté du 21 mars 2012)

Groupe Spécialisé n° 5

Toitures, couvertures, étanchéités

Groupe Spécialisé n° 3

Structures, planchers et autres composants structureaux

Vu pour enregistrement le 3 juin 2014

Les Groupes Spécialisés n° 5 « Toitures, couvertures, étanchéités » et n° 3 « Structures, planchers et autres composants structuraux » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques ont examiné, les 17 décembre 2012 et 1^{er} octobre 2013, la demande relative au procédé Panneaux KLH® présenté par KLH Massivholz GmbH titulaire de l'Agrément Technique Européen ETA-06/0138. Le présent document, auquel est annexé le Dossier Technique établi par le demandeur, transcrit l'avis formulé par les Groupes Spécialisés n° 5 « Toitures, couvertures, étanchéités » et n° 3 « Structures, planchers et autres composants structuraux » sur les dispositions de mise en œuvre proposées pour l'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi visé et dans les conditions de la France européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Le procédé PANNEAUX KLH® utilise des panneaux structuraux en bois massifs, épicea ou sapin ou pin sylvestre, contrecollés à la colle polyuréthane.

Les panneaux structuraux KLH® ont les dimensions suivantes :

- Les épaisseurs minimum et maximum sont indiquées dans le Document Technique d'Application 3/12-731;
- Largeurs standards : 240, 250, 273 et 295 cm ;
- Longueurs : $\leq 16,5$ m ;
et sont de densité voisine de 0,5.

Les panneaux de toitures sont assemblés, longitudinalement et transversalement, par des assemblages particuliers indiqués au paragraphe 1.1 du Dossier Technique.

Les toitures froides ou chaudes, isolées ou non isolées, sont établies en climat de plaine ou de montagne.

Les locaux sous toitures sont classés en faible ou moyenne hygrométrie ($W/n \leq 5$ g/m³).

Les toitures sont classées selon leur destination :

- Toitures-terrasses et toitures inclinées inaccessibles, avec chemins de circulation éventuels, sans terrasses à rétention temporaire des eaux pluviales ;
- Toitures inaccessibles avec procédés d'étanchéité photovoltaïques avec modules souples bénéficiant d'un Avis Technique ;
- Toitures à zones techniques (hors chemin de nacelles) ;
- Terrasses et toitures végétalisées ;

et les toitures inversées pour ces destinations d'emploi.

L'emploi en toitures accessibles aux piétons et au séjour est possible avec une protection par dalles sur plots sur un système d'étanchéité spécifique défini au § 4 du Dossier Technique.

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

Le procédé « Panneaux KLH® pour toitures » sert de support ou d'élément porteur à des systèmes d'étanchéité dans les cas suivants :

- Panneaux structuraux KLH® utilisés comme support : le revêtement d'étanchéité est indépendant ou semi-indépendant ou adhérent ;
- Panneaux structuraux KLH® utilisés comme élément porteur : l'isolant support et le pare-vapeur sont associés à un revêtement d'étanchéité indépendant ou semi-indépendant ou adhérent.

Le revêtement d'étanchéité en asphalte traditionnel peut être utilisé dans les conditions prévues au Dossier Technique, de pente 3 % au maximum. Ceux en asphalte non traditionnel, mixte sous asphalte, en feuilles bitumineuses ou en membrane synthétique, et les panneaux isolants éventuels, doivent bénéficier d'un Document Technique d'Application visant l'élément porteur bois ou panneaux à base de bois.

Les toitures peuvent comporter :

- Des noues à pente nulle ;
- Des chemins de circulation, de pente 50 % au maximum ;
- Des zones techniques, de pente 7 % au maximum ;
- Un procédé de végétalisation ;
- Une protection par dalles sur plots, de pente 5 % au maximum (configuration définie au § 4 du dossier technique).

Les toitures, exceptées dans le cas de la végétalisation, doivent présenter des pentes sur plan :

- ≥ 3 %, lorsque les panneaux KLH® sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final w_{fin} dû à toutes les charges limité au 1/250^e de la portée ;

- $\geq 1,8$ %, lorsque les panneaux KLH® sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final w_{fin} dû à toutes les charges limité au 1/400^e de la portée,
- $\geq 1,6$ %, lorsque les panneaux KLH® sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final w_{fin} dû à toutes les charges limité au 1/500^e de la portée.

Les terrasses et terrasses végétalisées doivent présenter des pentes ≥ 3 %.

1.2 Mise sur le marché

Les produits objet de l'Agrément Technique Européen ETA-06/0138 sont soumis, pour leur mise sur le marché, aux dispositions du décret n° 92-647 du 8 juillet 1992 modifié, concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction.

1.3 Identification

Selon le Document Technique d'Application 3/12-731.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Identique au domaine proposé par le Dossier Technique.

2.2 Appréciation sur le procédé

- 2.2.1 Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

Sécurité au feu

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.

Le classement de tenue au feu des revêtements apparents pour toitures est indiqué dans les Documents Techniques d'Application particuliers aux procédés.

Vis-à-vis du feu intérieur

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

Les panneaux en bois massifs contrecollés KLH® sont de classe (cf. le paragraphe B du Dossier Technique) :

- D-s2, d0 à partir d'une Décision de la Commission européenne ;
 - B-s2, d0 lorsque les bois ont été préalablement ignifugés par imprégnation (rapport du SNPE n° 15226-10) ; dans ce cas, les panneaux prennent la désignation KLH® FIRE PROTECT.
- b) L'emploi des panneaux KLH® comme écran de protection d'isolants a été accepté par le Comité d'Étude et de Classification des Matériaux et éléments de construction par rapport au danger d'Incendie (CECMI), le 2 juin 2009 (se reporter au *paragraphe 9.2* du Dossier Technique).

Les dispositions décrites au Dossier Technique permettent d'envisager l'emploi du procédé « Panneaux KLH® pour toitures » conformément aux dispositions décrites dans les Guides suivants :

- « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les établissements recevant du public (ERP) » modifié par l'arrêté du 24 septembre 2009, pris en application de l'arrêté du 6 octobre 2004

modifié par celui du 4 juillet 2007, complété par l'avis du CECMI en date du 27 janvier 2009 ;

- « Guide de l'isolation thermique par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie » *Cahier du CSTB 3231* de juin 2000.

Prévention des accidents et maîtrise des risques lors de la mise en œuvre et de l'entretien

Les panneaux KLH® disposent d'une Fiche de Données de Sécurité (FDS). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce procédé sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'équipements de protection individuelle (EPI). La FDS est disponible à la société Lignatec SAS.

Données environnementales et sanitaires

Il existe une déclaration environnementale mentionnée au *paragraphe C1* du Dossier Technique. Il est rappelé que cette déclaration environnementale n'entre pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Isolation thermique

Afin de vérifier le respect des réglementations thermiques en vigueur, pour les bâtiments neufs et existants selon le cas, les bâtiments équipés de ce procédé doivent faire l'objet d'études énergétiques. Ces études doivent tenir compte des caractéristiques des produits mis en œuvre, notamment lorsqu'ils sont sous Avis Technique ou Document Technique d'Application.

Pour les constructions neuves qui entrent dans le champ d'application de la Réglementation Thermique 2005, la toiture devra satisfaire aux exigences du tableau VIII du fascicule 1/5 « Coefficient U_{bat} » des Règles Th-U, qui définit le coefficient (U_p) surfacique maximum admissible pour la toiture.

Au sujet des *Détails fasciculés* de l'Annexe A du Dossier Technique, le traitement des points singuliers à l'aide de bandes de recouvrement de continuité de l'écran thermique, pour les assemblages et les recouvrements éventuels, modifie le comportement thermique global de la paroi-toiture.

Le procédé Panneaux KLH® sans isolation thermique complémentaire, ne peut être mis en œuvre que sur les ouvrages où la réglementation thermique n'est pas applicable.

Accessibilité de la toiture

Le procédé « Panneaux KLH® pour toitures » convient aux :

- Toitures-terrasses et toitures inclinées inaccessibles, avec chemins de circulation ; les toitures-terrasses à rétention temporaire des eaux pluviales ne sont pas revendiquées au Dossier Technique ;
- Toitures inaccessibles avec procédés d'étanchéité photovoltaïques avec modules souples bénéficiant d'un Avis Technique ;
- Toitures à zones techniques (sans chemin de roulement des appareils d'entretien de façades) ;
- Terrasses et toitures végétalisées ;
- Terrasses accessibles aux piétons et au séjour avec une protection par dalles sur plots.

Résistance au vent des toitures

- a) Panneaux structuraux KLH® : se reporter au Document Technique d'Application 3/12-731.
- b) Systèmes d'étanchéité : se reporter au § 2.342 de l'AVIS et à leurs Documents Techniques d'Application, et à l'Avis Technique des terrasses et toitures végétalisées.

Utilisation en zones sismiques

Se reporter au Document Technique d'Application 3/12-731.

Emploi en climat de montagne

Ce procédé d'élément porteur et support de systèmes d'étanchéité peut être employé en partie courante dans les conditions prévues par le « Guide des toitures-terrasses et toitures avec revêtements d'étanchéité en climat de montagne » (*Cahier du CSTB 2267-2* de septembre 1988).

Emploi dans les régions ultrapériphériques

Ce procédé d'élément porteur et support de systèmes d'étanchéité n'est pas revendiqué pour une utilisation dans les départements d'outre-mer (DOM).

Flexibilité

Les déformations prises par les toitures avec panneaux KLH® sont :

- Les flèches sont calculées en tenant compte du fluage au travers du facteur de déformation K_{def} (valeur) défini dans la norme NF EN 1995-1-1 : 2005 ;

• Le fléchissement final w_{fin} dû à toutes les charges est limité conventionnellement à :

- $1/250^e$ de la portée pour une pente de 3 % minimale,
- $1/400^e$ de la portée pour une pente de 1,8 % minimale,
- $1/500^e$ de la portée pour une pente de 1,6 % minimale

2.22 Durabilité - entretien

a) Panneaux structuraux KLH® : se reporter au Document Technique d'Application 3/12-731.

Les panneaux doivent être vérifiés avant travaux de réfections du système d'étanchéité ; se reporter au *paragraphe 1.2a* du Dossier Technique.

b) Systèmes d'étanchéité : se reporter à leurs Documents Techniques d'Application, et à l'Avis Technique des terrasses et toitures végétalisées.

Entretien et réparations

a) Panneaux structuraux KLH® : se reporter à l'Avis Technique 3/12-731.

Tous percements réalisés après le chantier, et quelque soient leurs dimensions, ne pourront être réalisés qu'après l'obtention de l'accord du bureau d'études de structure et/ou la Société Lignatec SAS.

b) Systèmes d'étanchéité : se reporter à leurs Documents Techniques d'Application.

2.23 Classement FIT

Se référer au Document Technique d'Application particulier des revêtements d'étanchéité.

2.24 Fabrication et contrôle des panneaux KLH®

Se reporter au Document Technique d'Application 3/12-731.

2.25 Mise en œuvre

a) La mise en œuvre des panneaux en bois massifs contrecollés KLH®, des reliefs (acrotères, costières, etc.) et des pièces complémentaires (joint languette, chevron de fonçure, bande métallique...), est faite par le lot Structure (ou Charpente, ou Gros-œuvre).

Les panneaux KLH® sont livrés sur site avec l'ensemble de leurs réservations (lanterneaux, sorties hors toiture, entrées d'eaux pluviales...).

La Société Lignatec SAS apporte son assistance technique sur demande.

Tous percements réalisés pendant le chantier, et quelque soient ses dimensions, ne peuvent être réalisés que par le lot Structure (ou Charpente, ou Gros-œuvre) et uniquement après accord du bureau d'études de structure et/ou de la Société Lignatec SAS. Les réservations et/ou percements ne peuvent pas être réalisés par un autre corps d'état.

b) La mise en œuvre des systèmes d'étanchéité est faite par les entreprises d'étanchéité qualifiées.

Sous cette condition, la mise en œuvre des systèmes d'étanchéité sur les panneaux KLH® ne présente pas de difficulté particulière.

En aucun cas, les réservations et/ou percements ne sont réalisés par le lot Étanchéité. Cette interdiction ne concerne pas la pose des atelages de fixation mécanique des systèmes d'étanchéité (supports isolants, kits des systèmes souples d'étanchéités fixés mécaniquement, par exemple).

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.31 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) technique(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.

2.32 Terrasses et toitures végétalisées

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 n'est pas nécessaire de prendre en compte la charge complémentaire forfaitaire de 85 daN/m² pour le dimensionnement des panneaux structuraux KLH®, puisque le fluage est pris en compte dans leur dimensionnement.

À destination des terrasses et toitures végétalisées comprenant :

- Des panneaux isolants posés libres ;

et/ou

- Un revêtement d'étanchéité indépendant en feuilles bitumineuses ou en membrane synthétique.

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

2.33 Terrasses accessibles aux piétons et au séjour

L'emploi en terrasses accessibles aux piétons et au séjour est prévu par le Dossier Technique avec une constitution particulière du système d'étanchéité couche de protection/isolant/bicouche, protégé par des dalles sur plots, en respectant les prescriptions du § 4 du dossier technique.

Le maître d'ouvrage devra prévoir dans les DPM des descentes d'eau pluviales visibles par l'occupant et permettant ainsi de s'assurer de l'absence de pénétrations d'eau en points bas de la toiture (descente d'eau pluviale spécifique selon la figure 8 du Dossier Technique).

2.34 Attelages de fixation mécanique du système d'étanchéité

2.341 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 plaquette.

2.342 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 NF P 30-310 définie dans la fiche technique de la fixation.

2.35 Cas de la réfection ultérieure du système d'étanchéité

- a) Panneaux structuraux KLH® : les études préalables prescrite au paragraphe 5 de la norme NF P 84-208 (référence DTU 43.5) doivent comprendre un contrôle de la teneur en humidité des panneaux en bois massifs contrecollés et la vérification de leur salubrité.

Ces études sont à la charge du maître d'ouvrage. Elles ne sont pas de la compétence du lot d'Étanchéité.

- b) Systèmes d'étanchéité : l'emploi d'attelages de fixation mécanique pour la liaison des panneaux isolants, et/ou celle des kits des systèmes souples d'étanchéités fixés mécaniquement, doit être précédé d'une vérification systématique des valeurs d'ancrage des fixations envisagées, conformément au CPT Commun de l'e-Cahier du CSTB 3564 de juin 2006.

Il est rappelé qu'il appartient au maître d'ouvrage ou à son représentant de faire vérifier au préalable la stabilité de l'ouvrage dans les conditions de la norme NF P 84-208 (référence DTU 43.5) vis à vis des risques d'accumulation d'eau.

2.36 Cas des noues de pente nulle

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

Lorsque les panneaux sont posés parallèlement à la noue et avec une noue à pente nulle ou < 1.5% et portée entre appuis supérieure à 3.50m, les dispositions devront être prises pour éviter l'effondrement de la toiture sous l'effet d'accumulation d'eau et de neige (conformément à l'EC1).

2.37 Implantations des écrans de cantonnement

Les DPM doivent préciser la position des écrans de cantonnement et/ou des bandes de recouvrement de l'isolant combustible support d'étanchéité.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. *paragraphe 2.1*) et complété par le Cahier des Prescriptions Techniques, est appréciée favorablement.

Validité

Jusqu'au 31 octobre 2018

Pour le Groupe Spécialisé n° 3
La Présidente
Roseline. LARQUETOUX

Pour le Groupe Spécialisé n° 5
Le Président
François MICHEL

3. Remarques complémentaires des Groupes Spécialisés

- a) L'AVIS est formulé en considération des préconisations que s'impose la Société KLH Massivholz 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 paragraphe 2.21 du Dossier Technique*).
- b) Le principe de mise en œuvre d'une isolation thermique en sous-face des panneaux KLH® n'est, ni prévue, ni admise, dans le présent AVIS pour les toitures chaudes.
- c) 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.
- d) Le Groupe demande aux Sociétés KLH Massivholz GmbH et LIGNATEC SAS de tenir à jour une liste de références de terrasses et toitures végétalisées afin de réaliser, lors de la révision, une expertise de ces références et de s'assurer de la prise en compte réelle du fluage des panneaux KLH®.
- e) Dans le cas de terrasses accessibles aux piétons et au séjour, la conception de l'ouvrage devra prévoir des descentes d'eau pluviales visibles par les occupants des locaux.
- f) La diminution du critère de fléchissement final w_{fin} dû à toutes les charges du 1/250^e de la portée pour une pente de 3 % minimale, au 1/400^e de la portée pour une pente de 1,8 % minimale, a pour conséquence d'augmenter le coefficient de sécurité vis-à-vis de la rupture d'environ 30 % et d'environ 50 % lorsque l'on passe au 1/500^e de la portée pour une pente de 1,6 % minimale,

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 3
Anca CRONOPOL

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 5
Stéphanie GILLIOT

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Généralités

1.1 Principe

Le procédé « Panneaux KLH® » est utilisé comme support ou élément porteur des toitures étanchées selon le NF DTU 43.4, complété par les prescriptions du présent Dossier Technique.

Le support ou élément porteur est constitué des panneaux structuraux KLH®.

Ces panneaux structuraux KLH® de grandes dimensions sont constitués de planches en bois massif (épicéa, sapin ou pin sylvestre), empilées en couches croisées à 90° et liaisonnées entre elles à la colle polyuréthane monocomposant sur toute leur surface.

Les panneaux structuraux KLH® destinés aux toitures sont :

- De type Q
avec des planches non aboutées orientées transversalement ;
- De type L
avec des planches aboutées orientées longitudinalement ;

et des assemblages longitudinaux et transversaux (KLH®. figures 1 en fin de Dossier Technique) par :

- Feuillure à mi-bois dans l'épaisseur du panneau KLH® ;
- Interposition d'une bande de liaison (joint languette) ;
- Vis à double filetage lardée à 45° ou vis à filetage total ;

les assemblages étant définis dans le Document Technique d'Application 3/12-731.

Panneaux structuraux KLH® à destination des toitures

Les panneaux structuraux KLH® sont utilisés en travaux neufs de la façon suivante :

- Panneaux de dimensions :
 - longueurs usuelles : $\leq 16,5$ m,
 - largeurs standards : 240 - 250 - 273 et 295 cm,
 - l'épaisseur minimum et l'épaisseur maximum sont celles du Document Technique d'Application 3/12-731.
- Pour des toitures :
 - toitures inaccessibles, avec chemins de circulation éventuels, sans terrasses à rétention temporaire des eaux pluviales,
 - toitures inaccessibles avec procédés d'étanchéité photovoltaïques avec modules souples bénéficiant d'un Avis Technique,
 - toitures à zones techniques, sans chemins de roulement des appareils d'entretien de façades,
 - terrasses et toitures végétalisées de pente minimum 3 %,
 - Terrasses accessibles aux piétons et au séjour avec une protection par dalles sur plots selon le § 7.

Les pentes sur plan des toitures inaccessibles, techniques et accessibles aux piétons sont dépendantes du critère de dimensionnement choisi :

- ≥ 3 %, lorsque les panneaux KLH® sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final w_{fin} dû à toutes les charges limité au 1/250° de la portée,
- $\geq 1,8$ %, lorsque les panneaux KLH® sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final w_{fin} dû à toutes les charges limité au 1/400° de la portée,
- $\geq 1,6$ %, lorsque les panneaux KLH® sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final w_{fin} dû à toutes les charges limité au 1/500° de la portée,
- ≥ 3 % pour les terrasses et toitures végétalisées.

Les toitures-terrasses à rétention temporaire des eaux pluviales ne sont pas revendiquées au présent Dossier Technique.

Le procédé « Panneaux KLH® pour toitures » vise également les toitures-terrasses inversées, lorsqu'il est associé à un panneau isolant de polystyrène extrudé bénéficiant d'un Document Technique d'Application.

- Sous des systèmes d'étanchéité :

- en toitures froides ou en toitures chaudes,
- avec un revêtement d'étanchéité indépendant, semi-indépendant ou adhérent,
- en apparent ou sous protection lourde,

en asphalte traditionnel, en asphalte ou mixte sous asphalte bénéficiant d'un Avis Technique, en feuilles bitumineuses ou en membrane synthétique bénéficiant d'un Document Technique d'Application.

Destination d'emploi

Le procédé « Panneaux KLH® pour toitures » est utilisable :

- Sur tous types de construction, tels que les :
 - bâtiments d'habitation relevant de l'arrêté du 31 janvier 1986 modifié,
 - bâtiments relevant du Code du Travail dont le plancher bas du dernier niveau est à moins ou à plus de 8 m du sol extérieur,
 - établissements recevant du public (ERP).
- Au-dessus des locaux classés à faible ou moyenne hygrométrie selon l'Annexe B du NF DTU 43.4 P1-1.
- En climat de plaine et de montagne.

1.2 Organisation de la mise en œuvre et assistance technique

a) Le lot Structure (ou Charpente, ou Gros-œuvre) assure :

- La construction du support ou de l'élément porteur de partie courante du système d'étanchéité en panneaux structuraux KLH® ;
- L'exécution des points singuliers nécessaires au système d'étanchéité, reliefs - acrotères - costières - joint de dilatation par exemple ;
- La réalisation, dans les panneaux KLH®, des réservations nécessaires au système d'étanchéité. Elles concernent, par exemple, les :
 - lanterneaux ou bandes éclairantes ou voûtes d'éclairage,
 - sorties de crosse,
 - pénétrations diverses et variées,
 - entrées d'eaux pluviales (EEP),
 - etc.

Au moment de la mise en œuvre du système d'étanchéité, le lot structure vérifie que l'humidité des panneaux KLH® n'est pas supérieure à 22 %. L'estimation de la teneur en humidité peut être mesurée en utilisant un humidimètre selon la norme NF EN 13183-2 : 2002.

En cas d'intervention ultérieure imposant une réfection totale du système d'étanchéité, la mise en œuvre du système d'étanchéité de substitution sera exécutée après vérification de l'état du panneau (absence d'altération), et du contrôle que l'humidité du panneau KLH® ne dépasse pas 22 %.

Une assistance technique peut être demandée à la Société Lignatec SAS.

b) Le lot Étanchéité :

- Assure la mise en œuvre du système d'étanchéité, pare-vapeur et support isolant éventuels - revêtement d'étanchéité - protection éventuelle (incluant la protection végétalisée), au-dessus du support en panneaux structuraux KLH® ;
- Vérifie les réservations nécessaires au système d'étanchéité prévues par le maître d'œuvre.

L'assistance technique s'effectue conformément aux dispositions indiquées dans le Document Technique d'Application des panneaux isolants et du revêtement d'étanchéité, et de l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

1.3 Entretien et réparation

a) Entretien et réparation des panneaux structuraux KLH® : se reporter au Document Technique d'Application 3/12-731.

b) L'entretien des toitures est celui prescrit par le NF DTU 43.4 P1-1, complété par :

- Cas des terrasses et toitures végétalisées : se reporter à l'Avis Technique de la protection végétalisée ;

- Cas des terrasses accessibles avec dalles sur plots selon le § 7, se reporter :
- au paragraphe 5 de la norme FD P 84-208-3 (référence DTU 43.1 P3),
- aux Documents Techniques d'Application particuliers des revêtements d'étanchéité.

2. Destination et domaine d'emploi des toitures

Conditions nécessaires à l'exécution des travaux du système d'étanchéité

Les règles propres aux travaux d'étanchéité, éléments porteurs - panneaux isolants éventuels - revêtements d'étanchéité, non modifiées par le présent Dossier Technique sont applicables, notamment :

- Le NF DTU 43.4 ;
- L'annexe E du NF DTU 43.3 P1-1 d'avril 2008 pour les dispositifs d'évacuation des eaux pluviales ;
- La norme NF P 84-208 (référence DTU 43.5), pour les travaux de réfections du système d'étanchéité sur panneaux structuraux KLH® existants ;
- Les « Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées », édition novembre 2007, de l'ADIVET - CSFE – SNPPA – UNEP.

Les *tableaux 1 à 4* résument les conditions d'utilisation du procédé « Panneaux KLH® pour toitures ». Leur emploi doit prendre en compte les règles propres aux panneaux supports isolants (ou isolants inversés), aux revêtements d'étanchéité, et aux protections rapportées (incluant la protection végétalisée) éventuelles.

Implantations des ouvrages particuliers

Émergences

Les dispositions sont définies dans le NF DTU 43.4, dans le Document Technique d'Application des panneaux isolants et du revêtement d'étanchéité, et l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

La hauteur des reliefs est conforme à celles du NF DTU 43.4 P1, complétées par l'Avis Technique du procédé de végétalisation des terrasses et toitures végétalisées.

La nature des costières est conforme à celle du NF DTU 43.4 P1, ou elles sont réalisées en panneaux KLH®.

Joint de dilatation

Les dispositions sont définies dans le NF DTU 43.4, complétées par le paragraphe 6.5 du CPT Commun « Étanchéité de toitures par membranes monocouches synthétiques en PVC-P non compatible avec le bitume » du *Fascicule du CSTB 3502* d'avril 2004.

Faîtages et arêtiers

Les dispositions sont définies dans le NF DTU 43.4, dans le Document Technique d'Application des panneaux isolants éventuels et du revêtement d'étanchéité, et l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

Dispositions d'évacuation des eaux pluviales

Les dispositifs, surfaces collectées, implantations etc., sont définis dans l'annexe E du NF DTU 43.3 P1-1 d'avril 2008 en travaux neufs, dans la norme NF P 84-208 (référence DTU 43.5) en travaux de réfections, et dans le Document Technique d'Application lorsque les panneaux isolants supports ont une forme de pente intégrée.

Noues et chéneaux

En aggravation du NF DTU 43.4, les dimensions, surfaces collectées, implantations, etc. des noues et chéneaux sont définies dans l'annexe E du NF DTU 43.3 P1-1 d'avril 2008 en travaux neufs, dans la norme NF P 84-208 (référence DTU 43.5) en travaux de réfections, et dans le Document Technique d'Application des panneaux isolants supports à forme de pente intégrée.

2.1 Généralités

Le procédé « Panneaux KLH® pour toitures » peut être employé en climat de plaine et de montagne, dans les zones 1 à 4 tous sites de vent selon les Règles V 65 avec modificatif n° 4 de février 2009.

Le Document Technique d'Application des panneaux isolants et du revêtement d'étanchéité, et l'Avis Technique du procédé de végétalisation, peuvent donner, le cas échéant, des limites d'emploi inférieures.

2.2 Cadre d'utilisation

Les § 2.21 à 2.24 ci-après résument les conditions générales d'utilisation du procédé « Panneaux KLH® pour toitures ». Son emploi doit tenir compte des règles propres au système d'étanchéité qui pourraient affecter le domaine d'utilisation.

2.21 Toitures inaccessibles

Se reporter au *tableau 1*.

La pente maximum des chemins de circulation autoprotégés est conforme au NF DTU 43.4 P1-1 ($\leq 50\%$).

2.22 Toitures à zones techniques

Se reporter au *tableau 1*.

La pente maximum de zones techniques autoprotégées est conforme au NF DTU 43.4 P1-1 ($\leq 7\%$).

2.23 Terrasses et toitures végétalisées

Se reporter au *tableau 2*.

La pente maximum est conforme à l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

2.24 Terrasses accessibles aux piétons et au séjour avec protection par dalles sur plots

Se reporter au *tableau 4*.

La pente maximum est conforme au NF DTU 43.4 P1-1 pour une protection lourde ($\leq 5\%$).

2.3 Calcul de la dépression due au vent des systèmes d'étanchéité

Domaine d'application

L'ensemble du domaine envisagé par les Règles V 65 avec modificatif n° 4 de février 2009 est considéré et le calcul, cas par cas, reste toujours possible avec ces Règles.

Pour les applications courantes, est applicable la démarche simplifiée des :

- CPT Commun « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité des toitures fixés mécaniquement », de l'*e-Cahier du CSTB 3563* de juin 2006,
- et
- CPT Commun « Résistance au vent des isolants, supports de systèmes d'étanchéité de toitures », de l'*e-Cahier du CSTB 3564* de juin 2006.

La résistance caractéristique à l'arrachement à prendre en compte est celle de la fixation dans du bois massif conforme à la NF P 30-310 définie dans la fiche technique de l'attelage de fixation.

3. Prescriptions relatives aux toitures inaccessibles, techniques et végétalisées

3.1 Généralités

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

- les panneaux structuraux KLH® (y compris en toiture inversée),
ou
- un support isolant.

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 panneaux structuraux KLH® sont préparés conformément aux dispositions du Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité avec application préalable d'un EIF, ou du NF DTU 43.4 P1 dans le cas de l'asphalte traditionnel.

3.2 Stockage, approvisionnement

3.2.1 Stockage au sol

- a) Panneaux structuraux KLH® : se reporter au Document Technique d'Application 3/12-731;
- b) 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.

3.2.2 Approvisionnement en toiture

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

3.3 Supports isolants thermiques non porteurs

Sont admis les panneaux isolants mentionnés ci-dessous dans les conditions de leur Document Technique d'Application particulier, et le liège aggloméré expansé pur dans les conditions du NF DTU 43.4 P1.

3.31 Nature des isolants thermiques

En complément du liège normalisé, les isolants thermiques possibles sont :

- La laine de verre, nue ou parementée, uniquement en toitures inaccessibles ;
- La laine de roche, nue ou parementée ;
- Le verre cellulaire ;
- La perlite expansée (fibrée) ;
- Le polyuréthane parementé ;
- Le polyisocyanurate parementé ;
- Le polystyrène expansé ;
- Le polystyrène extrudé, uniquement pour les isolations inversées.

Ils sont définis par leurs Documents Techniques d'Application particuliers favorables pour cet emploi, le Document Technique d'Application des panneaux isolants supports ou isolants inversés pouvant ne pas viser l'élément porteur bois et panneaux à base de bois.

Cas particuliers

a) Panneaux de laine de roche ; dans le cas :

- des toitures à zones techniques,
- des fonds et parois de chéneaux,

les panneaux isolants doivent être de Classe C (Guide UEAtc).

En terrasses et toitures végétalisées, le Document Technique d'Application des panneaux isolants doit viser favorablement cette destination d'emploi.

b) Panneaux de polystyrène expansé ; dans le cas :

- des toitures à zones techniques,
- des fonds et parois de chéneaux,

les panneaux isolants doivent être de Classe C (Guide UEAtc).

3.32 Composition du pare-vapeur

Ce paragraphe ne s'applique pas dans le cas des toitures avec protection par dalles sur plots (cf. *paragraphe 4*) et toitures avec isolation inversée.

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.

Il peut être posé :

- Collé à l'EAC exempt de bitume oxydé visé dans un DTA de revêtement d'étanchéité, avec bande de pontage entre panneaux KLH® ;
- Fixé mécaniquement ;
- Libre et sous protection rapportée, pour les surfaces et dépressions au vent extrême autorisées par le Document Technique d'Application des panneaux isolants ;
- Libre sous des panneaux isolants et/ou un revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement ;
- Autoadhésif en semi-indépendance ou en adhérence totale, avec bande de pontage entre panneaux KLH® selon le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité ;
- Par toute autre technique visée favorablement par le Document Technique d'Application des panneaux isolants et celui du revêtement d'étanchéité, pour autant que le Document Technique d'Application vise l'élément porteur bois et panneaux à base de bois.

3.33 Technique de mise en œuvre de l'isolant

Les panneaux isolants sont mis en œuvre conformément à leur Document Technique d'Application visant favorablement l'élément porteur bois ou panneaux à base de bois.

En un ou plusieurs lits, ils peuvent être posés :

- Collés à l'EAC exempt de bitume oxydé visé dans un DTA de revêtement d'étanchéité, selon le NF DTU 43.4 P1 et le Document Technique d'Application particuliers des panneaux isolants ;
- Fixés mécaniquement, selon le NF DTU 43.4 P1 et le Document Technique d'Application particuliers des panneaux isolants ;
- Libres et sous protection rapportée, pour les surfaces et dépressions au vent extrême autorisées par le Document Technique d'Application des panneaux isolants ;
- Collés à froid, sous protection lourde et en système autoprotégé, selon les Documents Techniques d'Application particuliers des panneaux isolants et des revêtements d'étanchéité ;
- Par toute autre technique visée favorablement par le Document Technique d'Application des panneaux isolants et celui du

revêtement d'étanchéité, pour autant que le Document Technique d'Application vise l'élément porteur bois et panneaux à base de bois.

Cas particuliers de la toiture inversée

Les panneaux isolants de polystyrène extrudé sont toujours posés libres.

3.4 Revêtements d'étanchéité

3.4.1 Généralités sur les 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.

3.4.2 Systèmes de pose en partie courante

Les revêtements d'étanchéité sont mis en œuvre conformément :

- Au NF DTU 43.4 P1 dans le cas de l'asphalte traditionnel de pente $\leq 3\%$, complété par le *tableau 4* pour les toitures végétalisées ;
- À leur Document Technique d'Application visant favorablement la destination de la toiture.

Les revêtements d'étanchéité peuvent être mis en œuvre :

a) 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.

b) En semi-indépendance :

- avec une sous-couche clouée (ou fixée mécaniquement) selon le NF DTU 43.4 P1,
- par collage à froid,
- par autoadhésivité,
- par soudage à la flamme à travers un écran perforé,
- à l'aide d'attelages de fixation mécanique,

selon le Document Technique d'Application particulier du support isolant éventuel et du revêtement d'étanchéité.

Ou par toute autre technique visée favorablement par le Document Technique d'Application des panneaux isolants ou du revêtement d'étanchéité, pour autant que le Document Technique d'Application vise l'élément porteur bois et panneaux à base de bois.

c) En adhérence totale :

- par collage à froid,
- par autoadhésivité,
- par soudage à la flamme selon le NF DTU 43.4 P1, selon le Document Technique d'Application particulier du support isolant éventuel et du revêtement d'étanchéité.

Ou par toute autre technique visée favorablement par le Document Technique d'Application des panneaux isolants ou du revêtement d'étanchéité, pour autant que le Document Technique d'Application vise l'élément porteur bois et panneaux à base de bois.

3.4.3 Traitement des relevés

Les relevés sont réalisés selon :

- le NF DTU 43.4 P1,
- le paragraphe 4.23 du CPT Commun du *Fascicule du CSTB 3502* d'avril 2004,
- le Document Technique d'Application particulier des revêtements d'étanchéité,
- l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

3.5 Supports constitués par d'anciens revêtements d'étanchéité établis sur les panneaux structuraux KLH®

Ce sont d'anciennes étanchéités, à base d'asphalte, de feuilles bitumineuses ou de membrane synthétique. Les critères de conservation et de préparation de ces anciennes étanchéités sont définis dans la norme NF P 84-208 (référence DTU 43.5).

Le nouveau système d'étanchéité est conforme aux dispositions de son Document Technique d'Application.

Panneaux structuraux KLH® : les études préalables doivent comprendre un contrôle de la teneur en humidité des panneaux en bois massifs contrecollés et la vérification de leur salubrité.

Ces études sont à la charge du maître d'ouvrage. Elles ne sont pas de la compétence du lot d'Étanchéité.

3.6 Protections

3.61 Protection meuble pour terrasses inaccessibles et les zones techniques

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

- NF DTU 43.4 P1 ;
- Paragraphe 5.1 du CPT Commun « Étanchéité de toitures par membranes monocouches synthétiques en PVC-P non compatible avec le bitume » du *Fascicule du CSTB 3502* d'avril 2004 ;
- Document Technique d'Application particulier des revêtements d'étanchéité.

3.62 Terrasses et toitures végétalisées

La protection des toitures végétalisées est réalisée selon :

- Le paragraphe 5.8 du CPT Commun du *Fascicule du CSTB 3502* d'avril 2004 ;
- Le Document Technique d'Application particulier des revêtements d'étanchéité ;
- L'Avis Technique du procédé de végétalisation.

3.63 Protection par dalles sur plots (cf. § 4)

La protection par dalles sur plots est réalisée selon le :

- Paragraphe 6.6.3.3 de la norme NF P 84-208-1-1 (référence DTU 43.1 P1) ;
- Paragraphe 5.5 du CPT Commun du *Fascicule du CSTB 3502* d'avril 2004 ;
- Le Document Technique d'Application particulier des revêtements d'étanchéité visant l'élément porteur maçonnerie.

4. Dispositions relatives aux terrasses accessibles aux piétons et au séjour

En terrasses accessibles aux piétons et au séjour, l'ouvrage de toiture est constitué de la manière suivante :

- Élément porteur en panneaux KLH® définis au § 4.1 ;
- Couche de protection de l'élément porteur (cf. *paragraphe 4.1*) servant de pare-vapeur ;
- Isolation thermique ;
- Revêtement d'étanchéité bicouche en bitume SBS modifié ;

Identifiés selon les paragraphes ci-après.

4.1 Couche de protection de l'élément porteur

L'élément porteur en panneaux KLH® reçoit, après pontage des joints (cf. § 3.32 du *Dossier Technique*), une feuille monocouche en bitume SBS, utilisé sans autoprotection, faisant l'objet d'un DTA en tant que revêtement d'étanchéité visant la pose directe sur supports à base de bois. Cette feuille est mise en œuvre par soudage au chalumeau à flamme en pleine adhérence, avec une largeur de recouvrement des lés conforme à son DTA.

Cette couche de protection fait office de pare-vapeur.

En variante, un revêtement d'étanchéité bicouche en bitume modifié SBS, utilisé sans autoprotection, faisant l'objet d'un DTA visant les supports à base de bois, peut être également utilisé. Ce revêtement bicouche est mis en œuvre en adhérence totale par autoadhésivité ou soudage au chalumeau à flamme (avec une largeur de recouvrement des lés de 0,06 m minimum).

La couche de protection est relevée en acrotère et en points singuliers, selon les prescriptions de son DTA, jusqu'au revêtement d'étanchéité bicouche (cf. *figure 7*).

Dans le cas d'ouvrage en climat de montagne, la couche de protection devra présenter une performance renforcée à la résistance à la diffusion de vapeur d'eau, en intégrant un parement aluminium.

En variante, la couche de protection en revêtement d'étanchéité bicouche comprendra une seconde couche une feuille de bitume élastomérique 35 Alu choisie parmi celles du DTA du revêtement d'étanchéité bicouche prévue pour cette utilisation.

4.2 Support isolant thermique non porteur

Sont admis les panneaux isolants thermiques faisant l'objet d'un DTA pour l'emploi en pose libre sur éléments porteurs en maçonnerie, en terrasses accessibles avec protection par dalles sur plots, de nature ci-après :

- Verre cellulaire ;
- Polyuréthane parementé ;
- Polyisocyanurate parementé ;
- Polystyrène expansé.

Les panneaux isolants sont mis en œuvre conformément à leur DTA, en pose libre, ou pour le verre cellulaire collé selon son DTA. Dans ce dernier cas, la finition de la couche de protection sera grésée ou sablée.

4.3 Revêtement d'étanchéité

Sont admis les revêtements d'étanchéité en bitume modifié SBS faisant l'objet d'un DTA pour l'emploi sur élément porteur en maçonnerie, sur support isolant défini au § 7.2, en terrasses accessibles avec protection par dalles sur plots.

Les revêtements peuvent être mis en œuvre :

- En indépendance selon le NF DTU 43.4 P1 ;
- En semi-indépendance :
 - par collage à froid,
 - par soudage à la flamme à travers un écran perforé, selon le Document Technique d'Application particulier du support isolant éventuel et du revêtement d'étanchéité ;
- En adhérence totale :
 - par autoadhésivité (collage à froid),
 - par soudage à la flamme selon le NF DTU 43.4 P1, selon le Document Technique d'Application particulier du support isolant et du revêtement d'étanchéité.

4.4 Traitement des relevés

La couche de protection (cf. *paragraphe 4.1*) est relevée suffisamment pour permettre un recouvrement avec le revêtement d'étanchéité d'au moins 6 cm (cf. *figure 7*).

Le relevé étanché est placé derrière un bardage étanche à l'eau de type IV ou XIV au sens du cahier CSTB N° 1833.

Les documents particuliers du marché (DPM) doivent indiquer la composition de ce bardage et identifier le lot concerné par cet ouvrage.

4.5 Dispositions d'évacuation des eaux pluviales

Les descentes d'eau 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 monocouche soudé aux panneaux KLH® et une descente reliée au revêtement d'étanchéité sous les dalles sur plots (cf. *fig. 8*).

5. Dispositions particulières au climat de montagne

On se référera aux dispositions du « Guide des toitures-terrasses et toitures avec revêtements d'étanchéité en climat de montagne » du *Cahier du CSTB 2267-2* de septembre 1988, complétées par le Document Technique d'Application particulier des revêtements d'étanchéité, et par la norme NF P 10-203-1 (référence DTU 20.12 P1) pour la hauteur des reliefs selon la destination des terrasses.

6. Dispositions particulières pour les toitures froides

Les panneaux KLH® peuvent être utilisés en toiture froide en constituant le support direct du revêtement d'étanchéité en respectant le §3.32.

Cette conception est limitée aux bâtiments non isolés et non chauffés.

La sous-face des panneaux KLH® doivent être ventilés sur l'air extérieur conformément aux prescriptions du NF DTU 43.4, et donc prévoir :

- Des entrées d'air à l'égout dans l'avant toiture, ou à l'aide du pied de versant ;
- Un faitage ventilé assurant la sortie de l'air en haut de versant ;
- Une ou plusieurs cheminées de ventilation en haut de versant.

Les entrées d'air en égout doivent être protégées des intempéries par le débord de la toiture. Il n'est donc pas possible de prévoir de chéneau dans ce cas.

7. Matériaux

7.1 Panneaux KLH®

Se reporter au Document Technique d'Application 3/12-731.

7.2 Systèmes d'étanchéité

7.21 Matériaux d'étanchéité

a) Asphalte traditionnel pour parties courantes de pente $\leq 3\%$:

Les asphaltes sont ceux du paragraphe 4.1 du NF DTU 43.1 P1-2 pour les terrasses inaccessibles et celles à zones techniques, et paragraphe 5.3.1 de la norme NF P 84-204-1-2 (référence DTU 43.1 P1-2) pour les terrasses et toitures végétalisées.

- b) Asphalte non traditionnel : revêtement à base d'asphalte dont l'Avis Technique vise favorablement son emploi sur bois et panneaux à base de bois.
- c) Mixte sous asphalte : revêtement avec feuille bitumineuse et couche en asphalte dont l'Avis Technique vise favorablement son emploi sur bois et panneaux à base de bois.
- d) Feuilles d'étanchéité manufacturées :
- bitumineuses relevant de la norme NF EN 13707,
 - synthétiques relevant de la norme NF EN 13956,
- dont le Document Technique d'Application vise favorablement son emploi sur bois et panneaux à base de bois.
- Sur prescriptions de leur Document Technique d'Application particulier, les kits des systèmes souples d'étanchéités fixés mécaniquement comportent des attelages solides au pas (cf. § 7.263e du Dossier Technique).
- Sur terrasses et toitures végétalisées, le revêtement d'étanchéité est résistant à la pénétration des racines.

7.22 Autres matériaux en feuilles

7.221 Écrans d'indépendance

- a) Revêtements en asphalte traditionnel :
- Les écrans d'indépendance sont ceux du paragraphe 5.1 du NF DTU 43.4 P1-2.
- b) Autres revêtements d'étanchéité :
- Les écrans d'indépendance sont cités dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité pour un emploi sur élément porteur bois et panneaux à base de bois.

7.222 Écrans de semi-indépendance

- a) Revêtement en asphalte traditionnel :
- Les écrans de semi-indépendance sont ceux du paragraphe 5.2.1 du NF DTU 43.4 P1-2.
- b) Autres revêtements d'étanchéité :
- Les écrans d'indépendance sont cités dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.
- c) Sous-couches destinées à être clouées :
- Les sous-couches sont citées dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité pour un emploi sur bois et panneaux à base de bois, ou dans le Document Technique d'Application du support isolant en plaques de verre cellulaire.

7.223 Matériau pour couche de désolidarisation

Les matériaux sont ceux du paragraphe 5.3 du NF DTU 43.4 P1-2, et sont cités dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité ou dans celui des panneaux isolants de polystyrène extrudé dans le cas des toitures inversées.

7.224 Matériau en feuilles pour écran thermique sur support isolant de polystyrène expansé

Les matériaux sont ceux du paragraphe 5.4 du NF DTU 43.4 P1-2, et sont cités dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

7.225 Feuilles pour pare-vapeur (hors terrasse accessible)

- a) 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 pour un emploi sur bois et panneaux à base de bois ;
- b) Feuille synthétique relevant de la norme NF EN 13984, et citée dans un Document Technique d'Application de revêtement d'étanchéité pour un emploi sur bois et panneaux à base de bois.

7.23 Feuilles préfabriquées pour équerres de renfort, relevés, noues et chéneaux, etc.

- a) Revêtement en asphalte traditionnel :
- Les feuilles sont celles du paragraphe 4.2.5 du NF DTU 43.4 P1-2, et doivent être citées dans un Document Technique d'Application de revêtement d'étanchéité bitumineux pour un emploi :
- sur support bois et panneaux à base de bois,
 - et sur un revêtement en asphalte traditionnel de partie courante.
- b) Autres revêtements d'étanchéité :

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

Sur terrasses et toitures végétalisées, les relevés sont résistants à la pénétration des racines.

c) Bande de pontage :

Les bandes sont celles du paragraphe 7.2 du NF DTU 43.4 P1-2, ou du Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité visant son emploi sur bois et panneaux à base de bois.

7.24 Matériaux pour l'isolation thermique

- a) Panneaux à base de liège aggloméré expansé pur conforme aux normes NF EN 13170 et NF B 57-054 ; les panneaux sont conformes au paragraphe 6.1 du NF DTU 43.4 P1-2.
- b) Autres panneaux isolants : les panneaux sont définis dans leur Document Technique d'Application visant leur emploi sur bois et panneaux à base de bois ou maçonnerie pour les terrasses accessibles aux piétons et au séjour avec dalles sur plots.
- 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. § 7.263e du Dossier Technique).

7.25 Matériaux de protections

- a) Cas des revêtements en asphalte traditionnel :
- Les granulats sont ceux du paragraphe 7.4 du NF DTU 43.4 P1-2 ;
 - Les dalles pour les chemins de circulation, pour les zones techniques et les terrasses accessibles, sont celles du paragraphe 7.5 du NF DTU 43.4 P1-2, et les dalles en béton préfabriquées doivent bénéficier de la marque de qualité NF (norme NF EN 1339) ;
 - La couche de désolidarisation est choisie parmi celles du paragraphe 5.4 du NF DTU 43.4 P1-2.
- b) Cas des autres revêtements d'étanchéité pour toitures inaccessibles, et toitures à zones techniques :
- Les matériaux sont ceux définis dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité visant l'élément porteur en bois et panneaux à base de bois.
- c) Cas des autres revêtements d'étanchéité pour terrasses accessibles aux piétons et au séjour : les protections sont celles définies dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité, ou dans celui des panneaux isolants de la toiture inversée.
- d) Terrasses et toitures végétalisées :
- La végétalisation, avec couches drainante et filtrante, est définie dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation visant l'élément porteur en bois et panneaux à base de bois.

7.26 Autres matériaux complémentaires

7.261 Enduits

- 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 élément porteur bois et panneaux à base de bois.
- Enduit d'imprégnation à froid : l'EIF est conforme au paragraphe 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.

7.262 Colles à froid

- 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.
- 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.

7.263 Fixations mécaniques

- a) Pour le pare-vapeur et la sous-couche clouée : les fixations sont conformes au paragraphe 8.2 du NF DTU 43.4 P1-2.
- b) Pour les lés d'étanchéité : les fixations sont conformes au paragraphe 8.3 du NF DTU 43.4 P1-2.
- c) Pour la fixation des panneaux isolants : les attelages de fixation mécanique, élément de liaison et plaquette, sont conformes au paragraphe 8.4 du NF DTU 43.4 P1-2, ou au Document Technique d'Application des panneaux isolants.
- d) Pour les kits du système en feuilles souples d'étanchéité 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.

e) 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 ».

8. Détermination de la résistance thermique de la paroi

Les modalités de calcul de « $U_{bât}$ » ou coefficient de déperdition par transmission à travers la paroi-toiture sont données dans les Règles Th-Bât / Th-U.

Pour les calculs, il faut prendre en compte la conductivité thermique utile (λ_{UTILE}) des panneaux KLH® égale à 0,110 W/m.K, valeur par défaut du fascicule 2/5 « Matériaux ».

Exemple d'un calcul thermique

Hypothèse de la construction de la toiture : bâtiment fermé et chauffé, situé à Saint-Étienne-de-Tinée (Alpes-Maritimes) (zone climatique H3)	Résistances thermiques (R_{UTILE}) :
- toiture plane avec résistances superficielles ($R_{si} + R_{se} = 0,140 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)	} 0,140 $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
- panneaux structuraux KLH® d'épaisseur 146 mm de $\lambda_{UTILE} = 0,110 \text{ W/m.K}$	
- pare-vapeur bitumineux d'épaisseur 2,5 mm	} 3,833 $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
- panneaux du support isolant avec $R_{UTILE} = 3,800 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$	
- étanchéité bitumineuse d'épaisseur 5 mm	
Le coefficient de transmission global de la toiture :	
$U_p = U_c = \frac{1}{\sum R_{UTILE}} = 0,19 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	

9. Prescriptions particulières relatives aux panneaux, au regard du risque d'incendie venant de l'intérieur

Les panneaux en bois massifs contrecollés KLH® sont de classe D-s2, d0 (cf. la *Décision de la Commission européenne référencée au paragraphe B du Dossier Technique*).

Avec solutions d'ignifugation appliquée par imprégnation, les panneaux prennent l'appellation KLH® FIRE PROTECT et sont de classe B-s2, d0 (cf. le *rapport de classement n° 15226-10 référencé au paragraphe B du Dossier Technique*).

9.1 Emploi du procédé Panneaux KLH® pour toitures associés à des supports isolants non combustibles

En application des dispositions de l'article AM 8 § 1a modifié par l'arrêté du 6 octobre 2004, l'emploi de produits d'isolation au moins classés A2-s2, d0 (euroclasse) est possible sur les panneaux KLH®, sans disposition complémentaire pour le feu intérieur.

Cette disposition est valable pour les isolants :

- en plaque de verre cellulaire,
- de laine de verre, y compris ceux surfacés au bitume,
- de laine de roche, y compris ceux parementés (bitume...),

titulaires d'un Document Technique d'Application du Groupe Spécialisé n° 5.

9.2 Emploi du procédé Panneaux KLH® pour toitures associés à des supports isolants combustibles

Le 2 juin 2009, le Comité d'Étude et de Classification des Matériaux et éléments de construction par rapport au danger d'Incendie (CECMI) a accepté l'emploi des panneaux KLH® comme écran de protection d'isolants.

9.2.1 Bâtiments relevant de l'article R 4216-24 du Code du travail, c'est-à-dire dont le plancher bas du dernier niveau est à plus de 8 mètres du sol extérieur

Les panneaux structuraux KLH® pour toitures revendiqués au Dossier Technique sont en conformité avec le « Guide de l'isolation thermique par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie » *Cahier du CSTB 3231* de juin 2000.

9.2.2 Toitures des bâtiments d'habitation soumis à l'article 16 de l'arrêté du 31 janvier 1986 modifié

Les panneaux structuraux KLH® pour toitures revendiqués au Dossier Technique sont en conformité avec le « Guide de l'isolation thermique par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie » *Cahier du CSTB 3231* de juin 2000.

9.2.3 Cas particulier des établissements recevant du public (ERP) au regard du risque d'incendie venant de l'intérieur

Pour les établissements recevant du public, les panneaux structuraux KLH® pour toitures revendiqués au Dossier Technique sont en conformité avec l'arrêté du 6 octobre 2004 modifié par l'arrêté du 4 juillet 2007 et le « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les Établissements Recevant du Public » modifié par l'arrêté du 24 septembre 2009 et complété par l'avis du CECMI en date du 27 janvier 2009.

10. Fabrication et contrôle de fabrication des panneaux KLH®

10.1 Fabrication et contrôle

La fabrication des panneaux KLH® est effectuée dans l'usine de la Société KLH Massivholz GmbH à Katsch an-der-Mur, en Autriche.

Se reporter au Document Technique d'Application 3/12-731.

10.2 Marquage

Les panneaux KLH® objet de l'Agrément Technique Européen n° ETA-06/0138 font l'objet du marquage CE.

Se reporter au Document Technique d'Application 3/12-731.

11. Conditionnement, identification, étiquetage et stockage

Se reporter au Document Technique d'Application 3/12-731.

B. Résultats expérimentaux

En complément du Document Technique d'Application 3/12-731:

- Déclaration de la Commission fixant les classes de performance de réaction au feu pour certains produits de construction du 17 janvier 2003, Journal officiel des Communautés européennes du 18 janvier 2003 ;
- Rapport de classement européen de réaction au feu (norme EN 13501-1 :2007) du panneau KLH® FIRE PROTECT, n° 15226-10 du 19 décembre 2010 du SNPE, classe B-s2, d0 ;
- Procès-verbal de la réunion du 2 juin 2009 du Comité d'Étude et de Classification des Matériaux et éléments de construction par rapport au danger d'Incendie (CECMI) du Ministère de l'Intérieur de l'Outre-Mer et des Collectivités territoriales ;
- Attestation n° HCA-CoC-0097 du 1^{er} avril 2009 de Holzcert Austria, relative aux exigences forestières PEFC ;
- Rapports d'essais de LR Étanco n° 110425 - 110426 du 18 avril 2011, essais d'arrachement ;
- Rapports d'essais de SFS intec n° 37.11a BNAD - 37.11b BNAD - 37.11c BNAD du 19 mai 2011, essais d'arrachement ;
- Rapport d'essais du CSTB n° HO 08 07 131 du 9 septembre 2008, détermination d'une résistance et conductivité thermiques sur panneaux contrecollés (norme NF EN 12664) ;
- Rapport d'essais du CSTB n° R2EM-ETA-12-26033487 du 6 janvier 2012, variations dimensionnelles à l'état libre de déformation et en fonction de l'humidité (Guide technique UEAtc, *e-Cahier du CSTB 2662_V2* de juillet 2010).

C. Références

C1. Données Environnementales et Sanitaires ⁽¹⁾

Les panneaux KLH® font l'objet d'une déclaration environnementale, EPD, conforme à la norme ISO 14 025.

Le demandeur déclare que cette déclaration environnementale est individuelle et a fait l'objet d'une autodéclaration.

Cette déclaration environnementale a été établie en juillet 2011 de PE Central & Eastern Europe, sise Hütteldorferstraße 63-65/8 à Vienne (Autriche). Elle n'a pas fait l'objet d'une vérification par un organisme indépendant ; elle est disponible sur le site www.klh.at.

Les données issues des déclarations environnementales ont pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les produits (ou procédés) visés sont susceptibles d'être intégrés.

C2. Références de chantiers

En France, au moins 35 000 m² de panneaux de toitures ont été réalisés avec un revêtement d'étanchéité.

(1) Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet AVIS

Annexe A – *Détails fasciculés* pour l'emploi des isolants combustibles au-dessus des panneaux structuraux KLH® dans les établissements recevant du public (ERP)

Principe

L'écran thermique est constitué de panneaux structuraux KLH®, conformément à la décision prise en CECMI du 2 juin 2009, dans les conditions prévues par :

- l'arrêté du 6 octobre 2004 modifié par celui du 4 juillet 2007,
- le « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les établissements recevant du public » modifié par l'arrêté du 24 septembre 2009, complété par l'avis du CECMI en date du 27 janvier 2009.

Définition

Isolants non combustibles et combustibles

Les isolants sont dits :

- *non combustibles*, lorsqu'ils sont de classe A1 ou A1-s1, d0 ou A2-s1, d1 ou A2-s2, d0,
 - *combustibles*, lorsqu'ils sont de toute autre classe,
- selon l'article AM 8 du règlement de sécurité contre l'incendie.

Panneaux isolants utilisables comme bande de recouvrement

Il s'agit de panneaux isolants à base de laine de roche ou de perlite expansée (fibrée) définis au § 7.24 du Dossier Technique ; ils peuvent être posés en un lit ou plusieurs lits superposés.

Ces panneaux isolants sont de masse volumique :

- 110 kg/m³ minimum pour ceux de laine de roche,
- 150 kg/m³ nominale pour ceux de perlite expansée (fibrée).

Attelages de fixation mécanique des panneaux isolants utilisables comme bande de recouvrement

Les attelages de fixation mécanique, élément de liaison et plaquette de répartition, sont définis au § 6.263c du Dossier Technique.

Ces attelages, élément de liaison et plaquette, sont entièrement métalliques.

Bande de recouvrement de l'isolant thermique combustible

La continuité de l'écran thermique est assurée une bande de recouvrement posée parallèlement au panneau structurel KLH®, ou verticalement dans le cas des reliefs isolés.

Cette bande de recouvrement est de nature identique à celle acceptée comme écran protecteur au paragraphe II.1.2.2 du « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les établissements recevant du public ». Elle est d'épaisseur minimum :

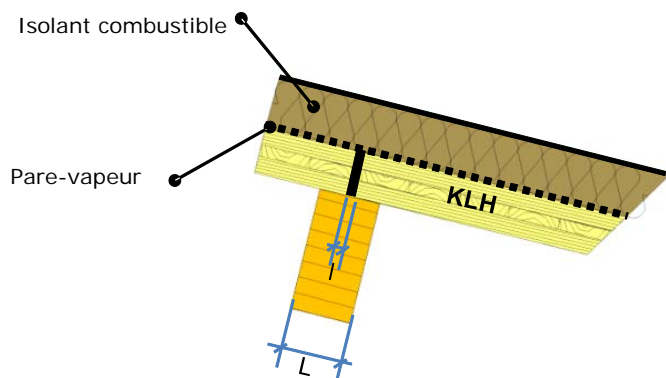
- 60 mm pour une bande en laine de roche,
- 50 mm pour celle de perlite expansée (fibrée).

Pour les panneaux de la bande de recouvrement :

- Chaque panneau isolant est liaisonné aux panneaux KLH® formant écran thermique par au moins un attelage de fixation mécanique (et métallique) ;
- En pose horizontale, la largeur des panneaux isolants est au minimum de 30 cm ; c'est la cote *d* sur les *figures A* ci-après.

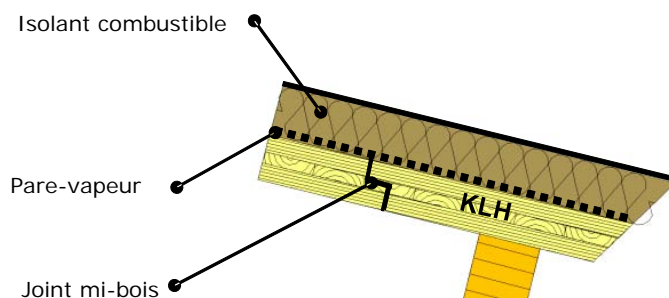
A,1 Continuité de l'écran thermique en panneaux KLH®, en partie courante

La continuité de l'écran thermique en panneaux KLH® est réalisée, à ses assemblages, de la façon suivante :



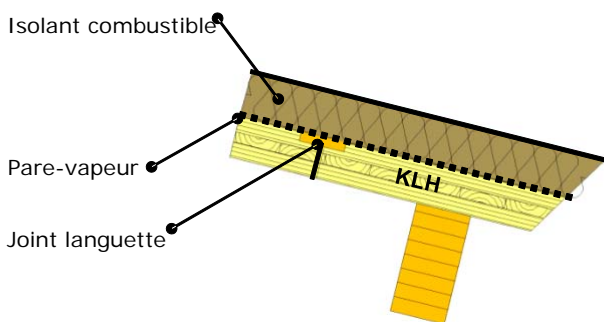
Au droit d'un appui, par exemple, par vis à double filetage lardée à 45° ou vis à filetage total (cf. figure 1c en fin de Dossier Technique).

Figure A,1 – Exemple de jointoiment des panneaux KLH® formant écran thermique, sur appui continu



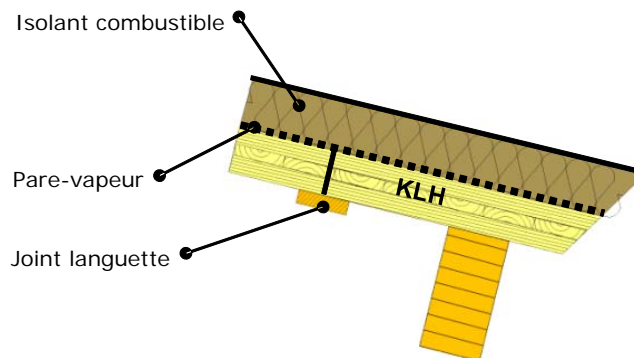
Assemblage par feuillure à mi-bois (cf. figure 1a en fin de Dossier Technique).

Figure A,2 – Exemple de jointoiment des panneaux KLH® formant écran thermique, par joint mi-bois



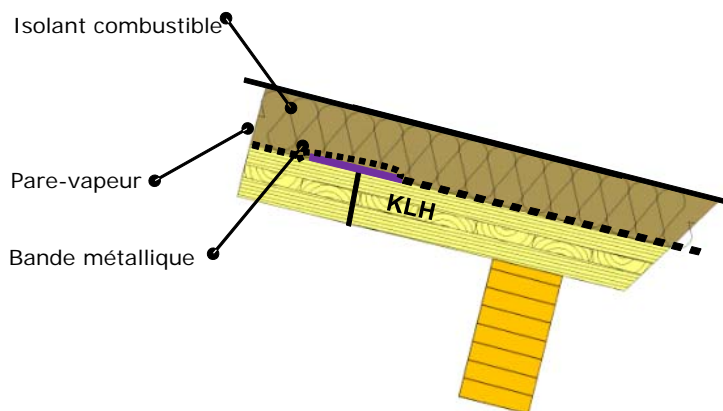
Assemblage par interposition d'un joint languette (cf. figure 1b en fin de Dossier Technique).

Figure A,3 – Autre exemple de jointoiments de panneaux KLH® formant écran thermique, avec joint languette



Assemblage complété par un joint languette apparent.

Figure A,4 – Autre exemple de jointoiments de panneaux KLH® formant écran thermique, avec joint languette apparent

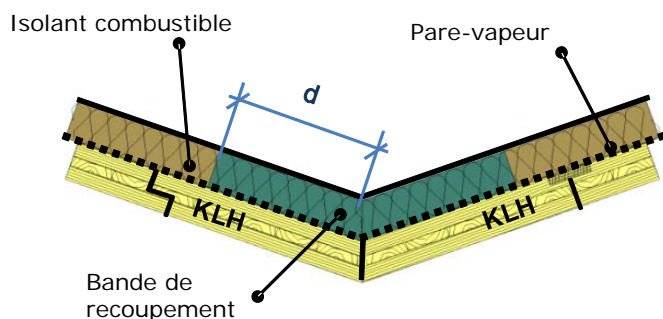


Quelque soit la largeur du joint entre les panneaux KLH®, une bande métallique d'épaisseur nominale 0,63 mm mini et de développé $\geq 0,25$ m, en acier galvanisé (norme P 34-310) ou en inox, est préalablement placée au-dessus des panneaux KLH® formant écran thermique. Cette tôle est fixée en bordure sur tous les 0,20 m environ ; elle est mise en œuvre avant la mise en place du pare-vapeur par le lot Structure (ou Charpente, ou Gros-œuvre).

Figure A,5 – Exemple de jointoiments de panneaux KLH® formant écran thermique, par ajout d'une bande métallique

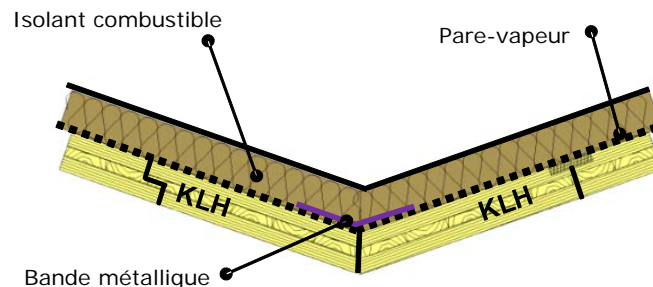
A,2 Continuité de l'écran thermique en panneaux KLH®, en partie noues et faîte

La continuité de l'écran thermique en panneaux KLH® est réalisée, à ses assemblages, de la façon suivante :



La continuité de l'écran thermique en panneaux KLH® est assurée par deux bandes de recouvrement situées de part et d'autre du fond de noue.

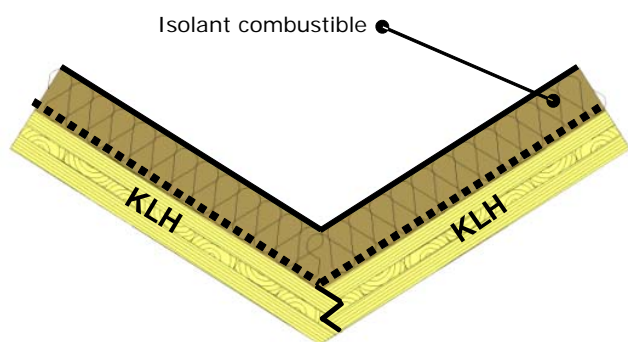
Cote $d \geq 30$ cm



Quelque soit la largeur du joint en noue entre les panneaux KLH®, une bande métallique d'épaisseur nominale 0,63 mm mini et de développé $\geq 0,25$ m, en acier galvanisé (norme P 34-310) ou en inox, est préalablement placée au-dessus des panneaux KLH® formant écran thermique. Cette tôle est fixée en bordures tous les 0,20 m environ ; elle est mise en œuvre avant la mise en place du pare-vapeur par le lot Structure (ou Charpente, ou Gros-œuvre).

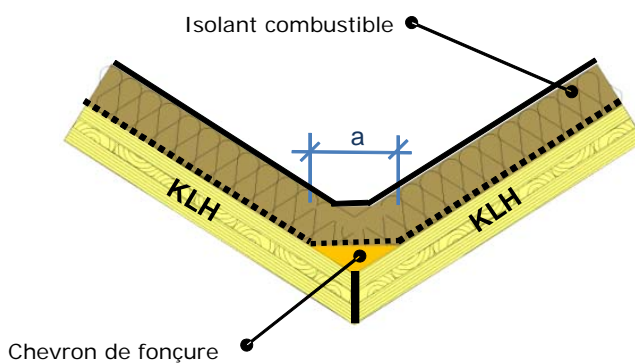
Figure A,6 – Exemple de jointoiment des panneaux KLH® formant écran thermique, en noue centrale

Figure A,7 – Exemple de jointoiment des panneaux KLH® formant écran thermique, avec bande en noue centrale



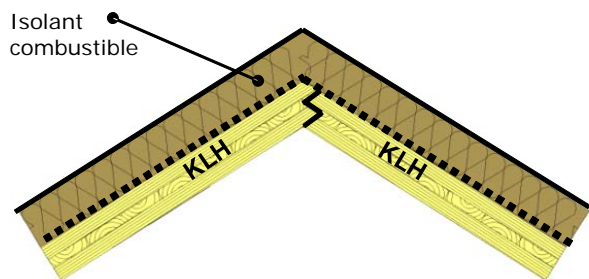
Les panneaux KLH® formant écran thermique sont en contacts, avec assemblage à mi-bois.

Figure A,8 – Exemple de jointoiment des panneaux KLH® formant écran thermique, sur une noue centrale avec assemblage à mi-bois



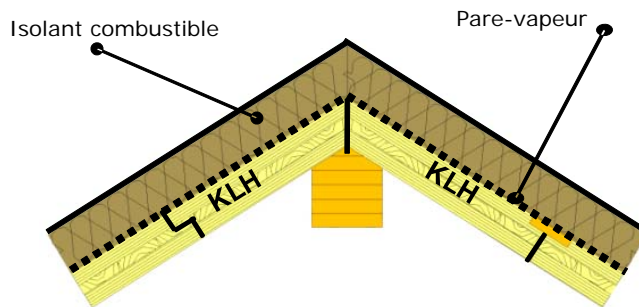
La continuité de l'écran thermique en panneaux KLH® est assurée par un chevron de fonçure, d'une largeur $a \geq 50$ mm, du lot Structure (ou Charpente, ou Gros-œuvre).

Figure A,9 – Exemple de jointoiment des panneaux KLH® formant écran thermique, sur une noue centrale avec fonçure rapportée



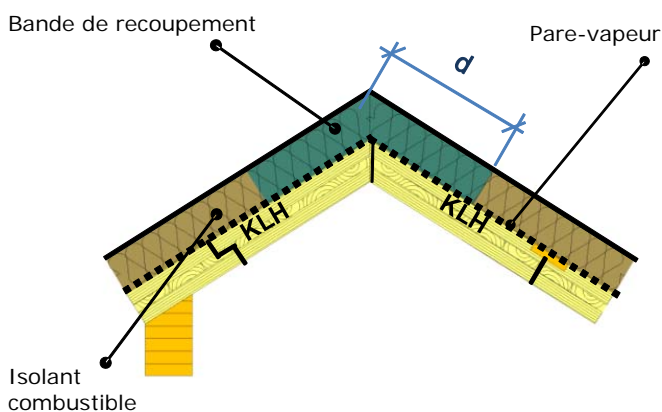
Les panneaux KLH® formant écran thermique sont en contacts, avec assemblage à mi-bois.

Figure A,10 – Exemple de jointoiment des panneaux KLH® formant écran thermique, par joint mi-bois de faite



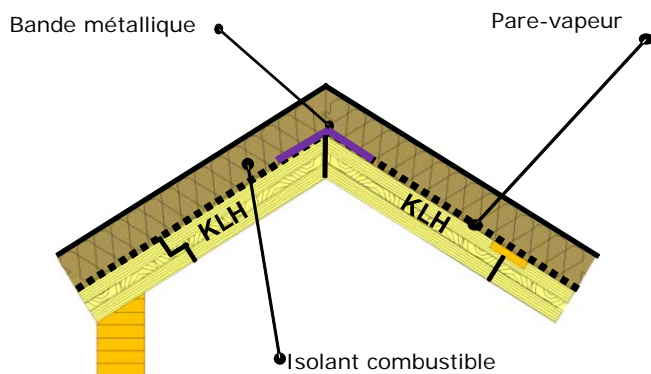
Les panneaux KLH® formant écran thermique sont en contact, le joint filant est placé au droit de la panne de faite.

Figure A,11 – Exemple de jointoiment des panneaux KLH® formant écran thermique, sur un appui simple de faite



La continuité de l'écran thermique en panneaux KLH® est assurée par deux bandes de recouplement situées de part et d'autre du faite. Cote $d \geq 30$ cm

Figure A,12 – Exemple de jointoiment des panneaux KLH® formant écran thermique, avec bandes de recouplement au faite



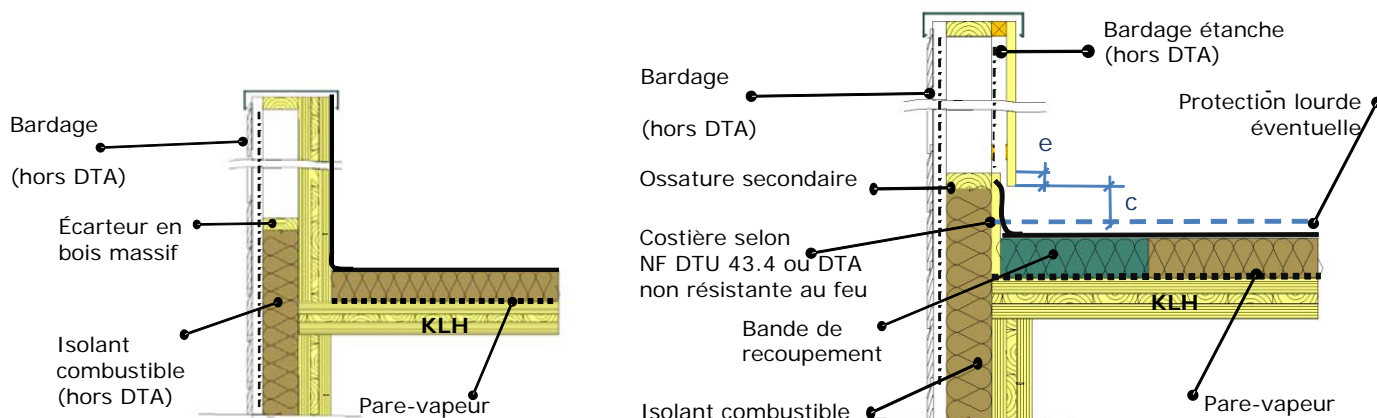
En complément du paragraphe 8.4.2 du NF DTU 43.4 P1-1, et pour toutes les largeurs du joint au faitage entre les panneaux KLH®, une bande métallique d'épaisseur nominale 0,63 mm mini et de développé $\geq 0,25$ m, en acier galvanisé (norme P 34-310) ou en inox, est préalablement placée au-dessus des panneaux KLH® formant écran thermique. Cette tôle est fixée en bordures tous les 0,20 m environ ; elle est mise en œuvre avant la mise en place du pare-vapeur par le lot Structure (ou Charpente, ou Gros-œuvre).

Figure A,13 – Exemple de jointoiment des panneaux KLH® formant écran thermique, avec bande au faite

A,3 Continuité de l'écran thermique en panneaux KLH®, en périmétrie de la toiture

La continuité de l'écran thermique en panneaux KLH® est réalisée :

- Soit :
 - par la costière en bois massif ou en panneau KLH®,
 - par une costière métallique dont l'aile horizontale repose sur le panneau KLH® de partie courante, selon les solutions présentées en CECMI le 27 janvier 2009 ;
- Soit par la mise en œuvre d'une bande de recouvrement.

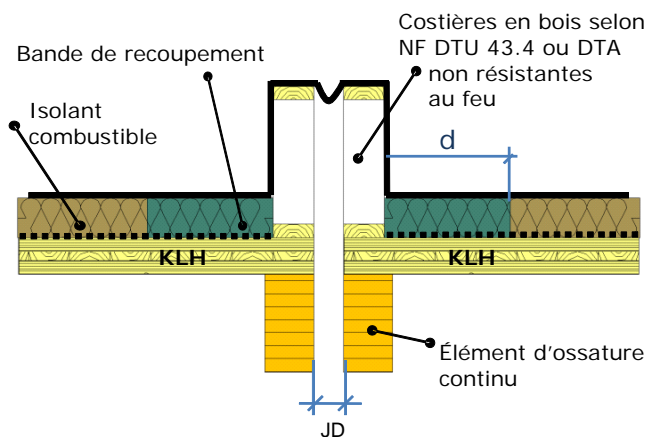
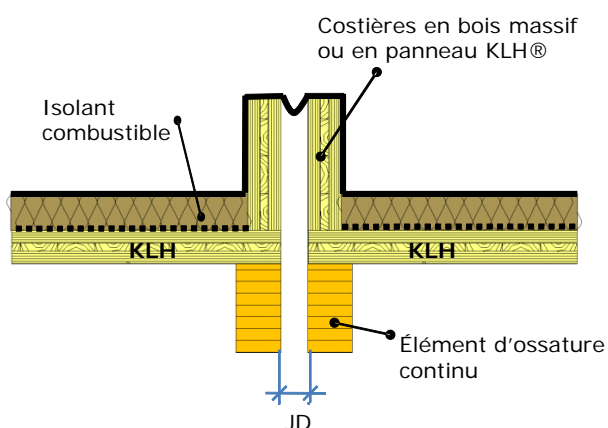


Acrotère ou costière en bois massif ou en panneau KLH® : la continuité de l'écran thermique est réalisée dans les conditions de l'avis du 27 janvier 2009 du CECMI. Les panneaux isolants combustibles sont en contact avec l'acrotère en bois massif ou en panneau KLH®.

Cas de l'acrotère en panneau de contreplaqué (NF DTU 43.4 P1) non résistant au feu : la continuité de l'écran thermique est assurée par une bande de recouvrement. Cotes c et e : selon le NF DTU 43.4 P1-1

Figure A,14 – Exemple de jointoiment des panneaux KLH® formant écran thermique, sur une costière en bois massif ou en panneau KLH®

Figure A,15 – Exemple de jointoiment des panneaux KLH® formant écran, sur une costière non résistante au feu



Costières en bois massif ou en panneau KLH® : la continuité de l'écran thermique est réalisée dans les conditions de l'avis du 27 janvier 2009 du CECMI. Les panneaux isolants combustibles sont en contact avec les costières en bois massif ou en panneau KLH®.

Cas des costières en panneau de contreplaqué (NF DTU 43.4 P1) non résistantes au feu : la continuité de l'écran thermique est assurée par une bande de recouvrement posée de chaque côté du joint, parallèlement au panneau KLH®.

Cote $d \geq 30$ cm

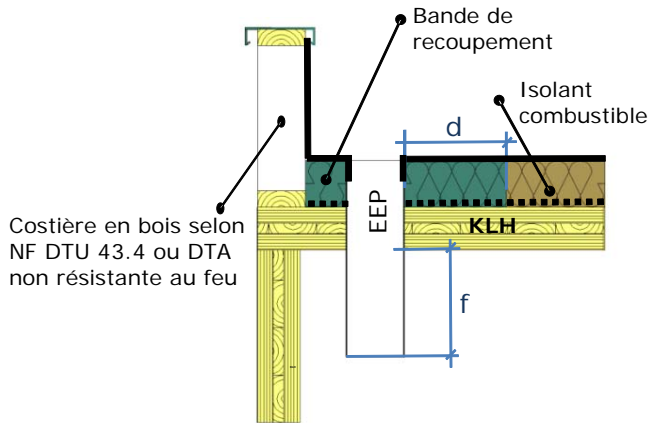
Figure A,16 – Exemple de jointoiment des panneaux KLH® formant écran thermique, sur un joint de dilatation en costières bois massif ou en panneau KLH®

Figure A,17 – Exemple de jointoiment des panneaux KLH® formant écran thermique, sur un joint de dilatation avec costières non résistantes au feu

A,4 Continuité de l'écran thermique en panneaux KLH®, aux points singuliers

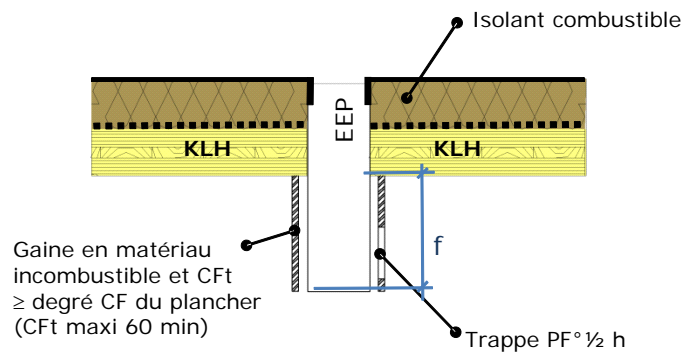
La continuité de l'écran thermique en panneaux KLH® est réalisée :

- Soit par la mise en œuvre d'une bande de recouvrement ;
 - Soit par la création d'une gaine conforme à l'article CO 31 § 4 du règlement de sécurité ;
- Soit par l'une des solutions présentées en CECMI le 27 janvier 2009 pour les costières de lanterneau ou de voûte - bande filante éclairante.



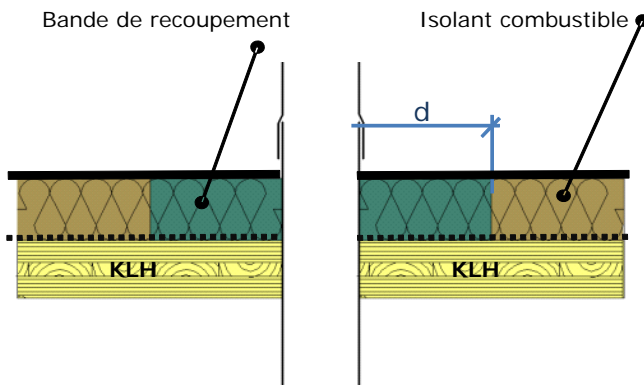
La continuité de l'écran thermique est assurée par une bande de recouvrement placée autour de l'EEP. Cotes $d \geq 30$ cm distance depuis le bord de l'avaloir et $f \geq 15$ cm (NF DTU 43.4 P1-1)

Figure A,18 – EEP entourée d'une bande de recouvrement



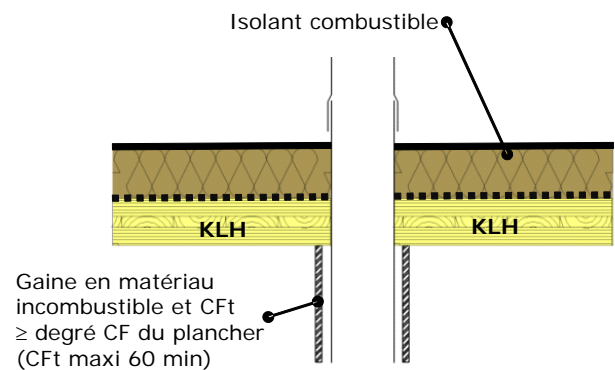
Une gaine CF est créée autour de la DEP, avec trappe de visite pour le moignon de raccordement. Cette gaine et cette trappe ne relèvent, ni du lot Structure (ou Charpente, ou Gros-œuvre), ni du lot Étanchéité. Cote $f \geq 15$ cm (NF DTU 43.4 P1-1)

Figure A,19 – DEP placée dans une gaine conforme à l'article CO 31 § 4



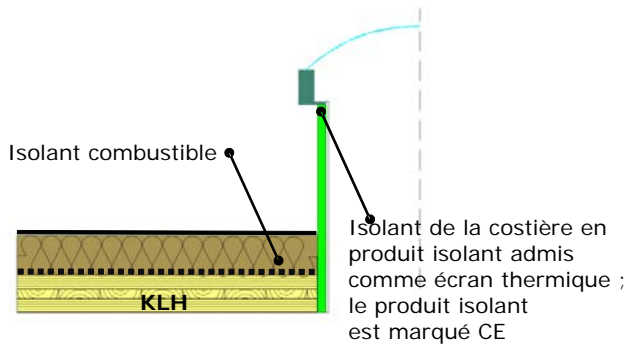
La continuité de l'écran thermique est assurée par une bande de recouvrement placée autour de la traversée ponctuelle. Cote $d \geq 30$ cm : distance depuis le bord de la costière

Figure A,20 – Traversée ponctuelle



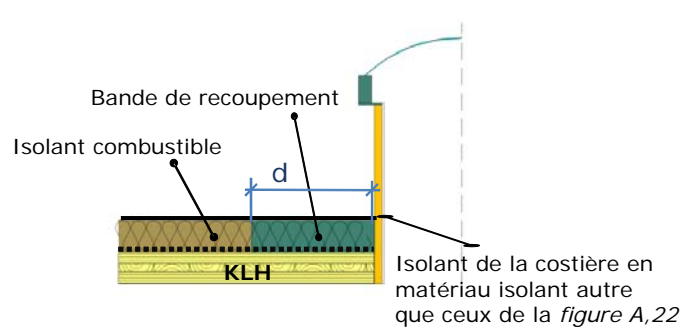
Une gaine CF est créée autour du conduit. Cette gaine ne relève, ni du lot Structure (ou Charpente, ou Gros-œuvre), ni du lot Étanchéité.

Figure A,21 – Conduit placé dans une gaine conforme à l'article CO 31 § 4



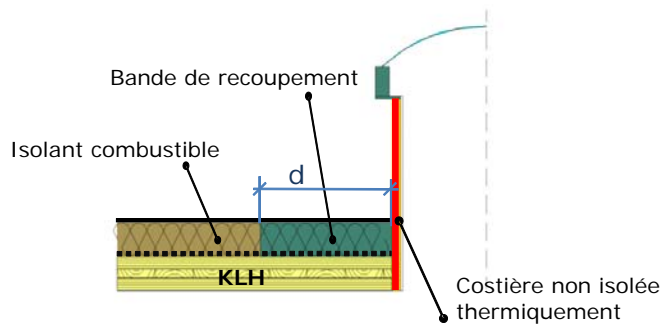
Les panneaux isolants combustibles sont en contact avec la costière pré-isolée avec un produit marqué CE, à base de laine de roche ou de perlite expansée (fibrée).

Figure A,22 – Lanterneau ou voûte - bande filante éclairante comportant des costières pré-isolées, l'isolant thermique des costières est à base de perlite expansée (fibrée) ou de laine de roche, et est marqué CE



Les costières sont isolées avec un matériau isolant autre que ceux de la figure A,22 ci-contre : une bande de recouplement est placée autour du lanterneau ou voûte - bande filante pré-isolé. Cote $d \geq 30$ cm

Figure A,23 – Lanterneau ou voûte - bande filante éclairante comportant des costières pré-isolées, avec bande de recouplement sur toute sa périphérie



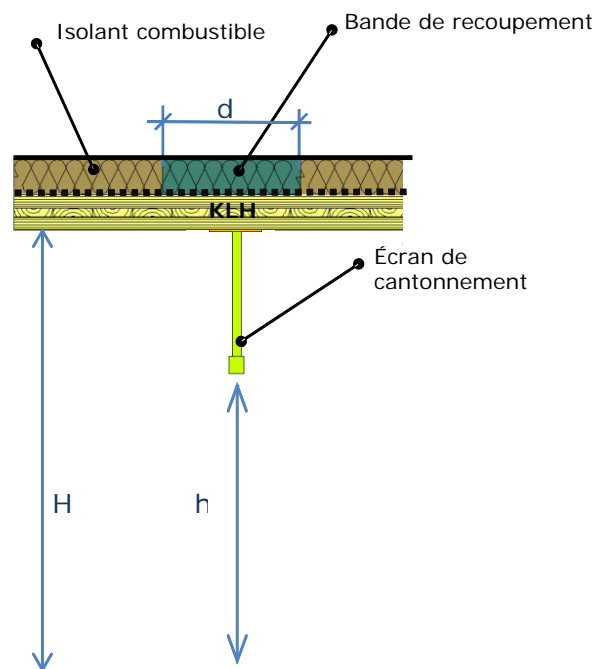
Les costières ne sont pas isolées thermiquement : une bande de recouplement est placée autour du lanterneau ou voûte - bande filante éclairante non isolé. Cote $d \geq 30$ cm

Figure A,24 – Lanterneau ou voûte - bande filante éclairante comportant des costières non isolées, avec bande de recouplement sur toute sa périphérie

A,5 Recouvrement en partie courante de l'isolant combustible

Le recouvrement de l'isolant combustible est réalisé par la mise en œuvre d'une bande de recouvrement sur toute l'épaisseur de l'isolant combustible, d'épaisseur minimum :

- 50 mm, avec une bande de recouvrement en perlite expansée (fibrée),
- 60 mm avec une bande de recouvrement en laine de roche.



Le recouvrement de l'isolant combustible est effectué conformément de l'article I-3.2,3 du « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les établissements recevant du public » modifié par l'arrêté du 24 septembre 2009.
Cote $d \geq 30$ cm

Figure A,25 – Coupe au droit d'un écran de cantonnement

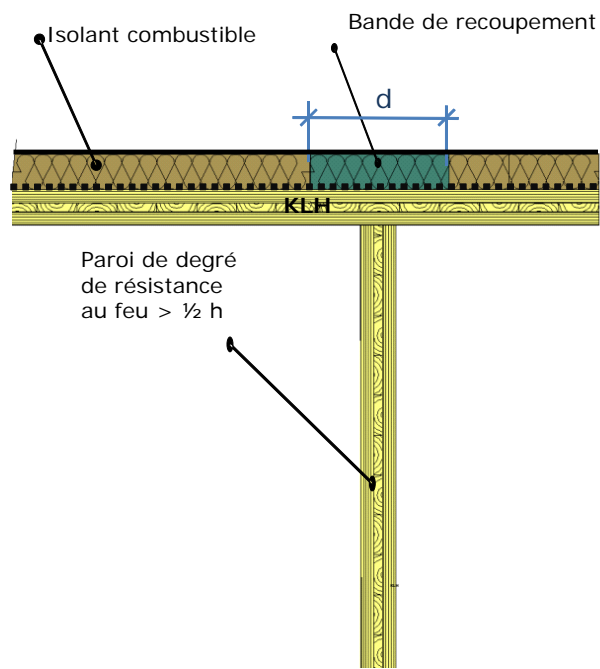


Figure A,26 – Coupe au droit d'une paroi de degré de résistance au feu supérieur à $\frac{1}{2} h$

Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 1 – Emploi en toitures inaccessibles, chemins de circulation et toitures à zones techniques (1)

Support direct du revêtement d'étanchéité (2) ≤ pente ≤ (3)	Revêtement d'étanchéité (4)				
	Systèmes apparents		Systèmes sous protection meuble		
	semi-indépendant	adhérent	indépendant	semi-indépendant	adhérent
Panneaux KLH®	OUI	OUI (5)	OUI	OUI	OUI (5)
Panneaux KLH® sous isolation inversée (6)			OUI	OUI	OUI (5)
Panneaux KLH® + pare-vapeur + support isolant (7)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI

OUI : signifie pose possible, selon le Document Technique d'Application du support isolant et de celui du revêtement d'étanchéité. Les zones grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

(1) Avec les dispositions du Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.
 (2) En aggravation des dispositions du NF DTU 43.4 P1, la pente minimum des parties courantes dépend des critères de dimensionnement des panneaux porteurs (cf. § 1.1 du Dossier Technique).
 (3) En systèmes apparents : ≤ 7 % en zones techniques et ≤ 50 % pour les chemins de circulation ; sous protection meuble : pente ≤ 5 %.
 (4) Les revêtements d'étanchéité sont mis en œuvre conformément à leur Document Technique d'Application, et au NF DTU 43.4 P1 dans le cas de l'asphalte traditionnel.
 (5) Pontage des panneaux KLH® selon le § 3.32 du Dossier Technique.
 (6) Les protections admises par l'isolant sont celles du Document Technique d'Application des panneaux de polystyrène extrudé.
 (7) Dans le cas d'un support isolant en verre cellulaire, on se reportera au Document Technique d'Application des plaques de verre cellulaire.

Tableau 2 – Emploi en terrasses et toitures végétalisées (1)

Support direct du revêtement d'étanchéité pente : (2)	Revêtement d'étanchéité (3)		
	indépendant	semi-indépendant	adhérent
Panneaux KLH®	OUI	OUI	OUI (4)
Panneaux KLH® sous isolation inversée (5)	OUI	OUI	OUI (4)
Panneaux KLH® + pare-vapeur + support isolant (6)	OUI	OUI	OUI

OUI : signifie pose possible, selon le Document Technique d'Application du support isolant et de celui du revêtement d'étanchéité, et de l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

(1) Avec la protection végétalisée définie dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation.
 (2) Les pentes maximales sont celles définies dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation et la pente minimale est de 3%.
 (3) Les revêtements d'étanchéité sont mis en œuvre conformément à leur Document Technique d'Application, et au *tableau 3* dans le cas de l'asphalte traditionnel.
 (4) Pontage des panneaux KLH® selon le § 3.32 du Dossier Technique.
 (5) Les protections admises par l'isolant sont celles du Document Technique d'Application des panneaux de polystyrène extrudé, complété par l'Avis Technique du procédé de végétalisation.
 (6) Dans le cas d'un support isolant en verre cellulaire, on se reportera au Document Technique d'Application des plaques de verre cellulaire.

Tableau 3 – Revêtements d'étanchéité en asphalte traditionnel sur les panneaux KLH®

Support direct du revêtement d'étanchéité	Terrasses et toitures végétalisées pente : 3 %	Terrasses accessibles aux piétons et au séjour avec dalles sur plots 1,6 (5) ≤ pente ≤ 5 %
Panneaux KLH®	EdsF + AP1 + AS1 + double kraft ou EdsF + AG1 ou EdsF + AP5 + AG5 ou EdsF + AS2 + grille de verre + AG2	
Panneaux KLH® + pare-vapeur + support isolant (1)	EdsF (2) + AP1 + AS1 + double kraft ou EdsF + AG1 ou EdsF + AP5 + AG5 ou EdsF (2) + AS2 + grille de verre + AG2	
Panneaux KLH® (4) + couche de protection adhérente + support isolant (2)		EdsF (4) + AP2 + AG2 + double kraft ou EdsF + AG2 ou EdsF + AP2 + AG2 ou EdsF (4) + AS2 + grille de verre + AG2

(1) Panneaux isolants compatibles avec l'asphalte traditionnel, dont le Document Technique d'Application vise favorablement leur emploi en terrasses et toitures végétalisées. Dans le cas d'un support isolant en verre cellulaire, on se reportera au Document Technique d'Application des plaques de verre cellulaire.
 (2) Panneaux isolants compatibles avec l'asphalte traditionnel, dont le Document Technique d'Application vise favorablement leur emploi en terrasses et toitures végétalisées et les toitures accessibles avec dalles sur plots. Dans le cas d'un support isolant en verre cellulaire, on se reportera au Document Technique d'Application des plaques de verre cellulaire.
 (3) L'EdsF peut être remplacé par une double couche de papier kraft.
 (4) Pontage des panneaux KLH® suivant le § 3.32 du Dossier Technique.
 (5) cf. § 1.1 pour le critère de dimensionnement des panneaux KLH dans le cas de pente inférieure à 3% sur plan.

Tableau 4 – Emploi en terrasses accessibles avec dalles sur plots (1)

Support direct du revêtement d'étanchéité 1,6 ≤ pente ≤ 5 %	Revêtement d'étanchéité (2)		
	indépendant	semi-indépendant	adhérent
Panneaux KLH®	NON	NON	NON
Panneaux KLH® sous isolation inversée (4)	NON	NON	OUI
Panneaux KLH® (3) + couche de protection (5-6) + support isolant	OUI	OUI	OUI

OUI : signifie pose possible, selon le Document Technique d'Application du support isolant et de celui du revêtement d'étanchéité.

(1) Avec le système de dalles sur plots du Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

(2) Le revêtement d'étanchéité est mis en œuvre conformément à son Document Technique d'Application et au tableau 3 dans le cas d'asphalte traditionnel.

(3) Pontage des panneaux KLH® selon le § 7.2 du Dossier Technique.

(4) les protections admises par l'isolant sont celles du DTA des panneaux de polystyrène extrudé.

(5) La couche de protection adhérente est mis en œuvre conformément à son Document Technique d'Application. En variante, un revêtement d'étanchéité bicouche adhérent peut également être utilisé cf. § 4.1).

(6) En climat de montagne, un aluminium bitumé (norme NF P84-310) est placé sur la couche de protection ou, en variante, le revêtement bicouche comprendra une seconde feuille de bitume élastomère 35 alu.

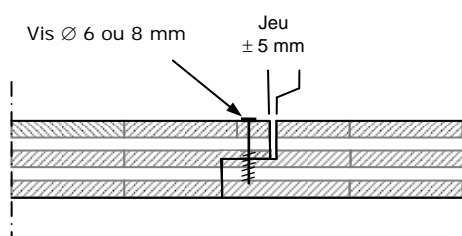


Figure 1a – Assemblage par feuillure à mi-bois dans l'épaisseur du panneau

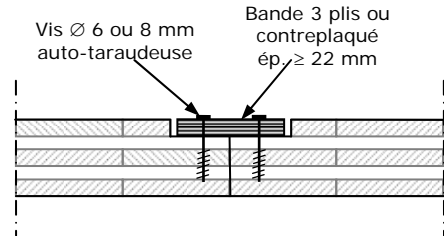


Figure 1b – Assemblage par interposition d'une bande de liaison (joint languette)

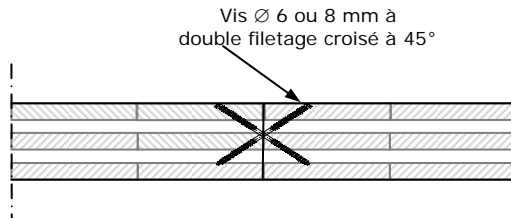


Figure 1c – Assemblage par vis à double filetage lardée à 45° ou vis à filetage total

Figures 1 – Différents assemblages des panneaux structuraux KLH®

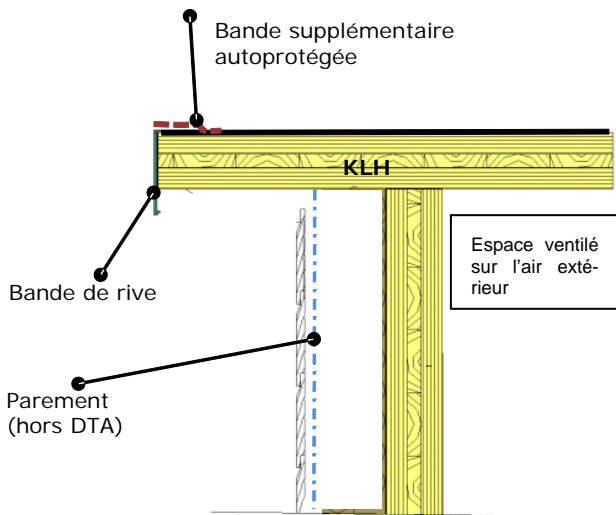
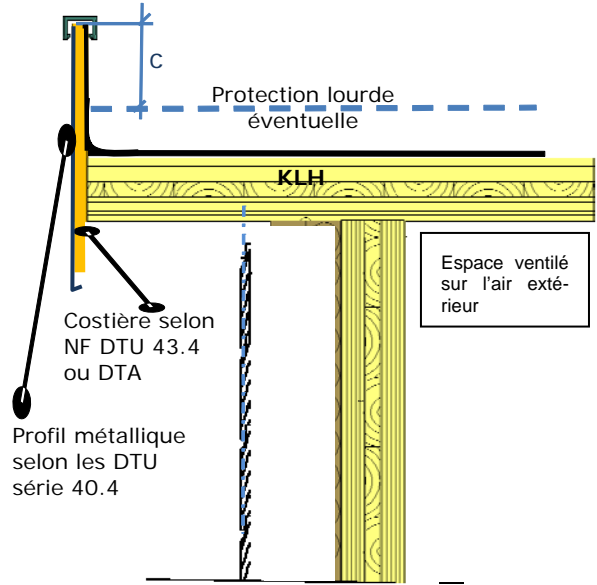


Figure 2a – Bande de rive métallique - toiture non isolée
Bâtiment non chauffé et ventilé



Cote c selon le NF DTU 43.4 P1

Figure 2b – Costière de rive selon le NF DTU 43.4 P1,
sur toiture non isolée
Bâtiment non chauffé et ventilé

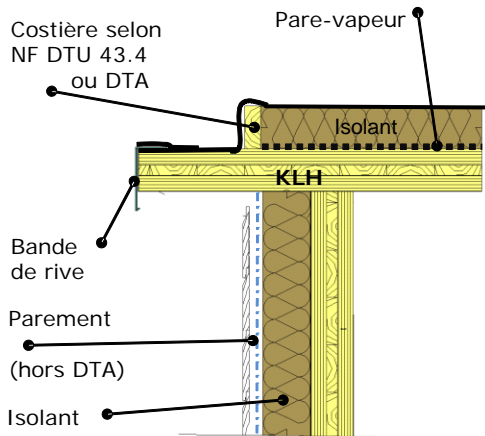


Figure 2c – Bande de rive métallique - toiture isolée

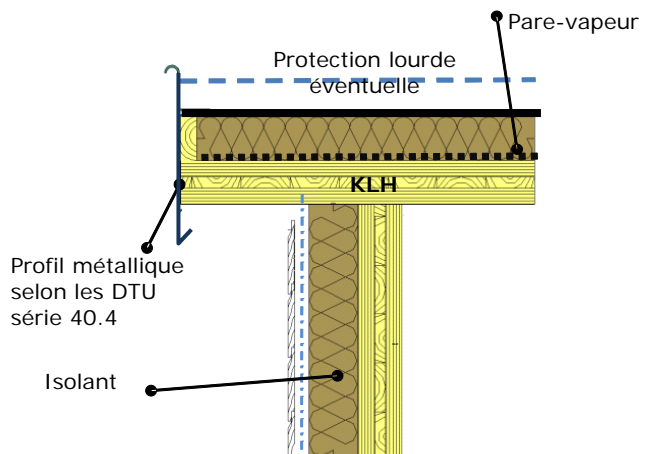
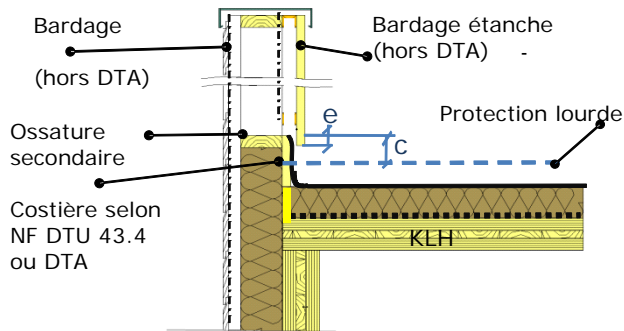
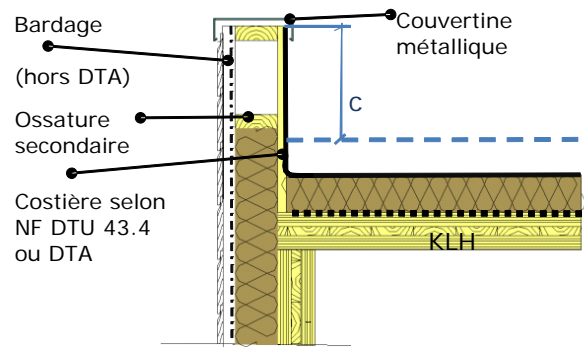


Figure 2d – Costière de rive selon le NF DTU 43.4 P1,
sur toiture isolée

Figure 2 – Exemples de relief en bois

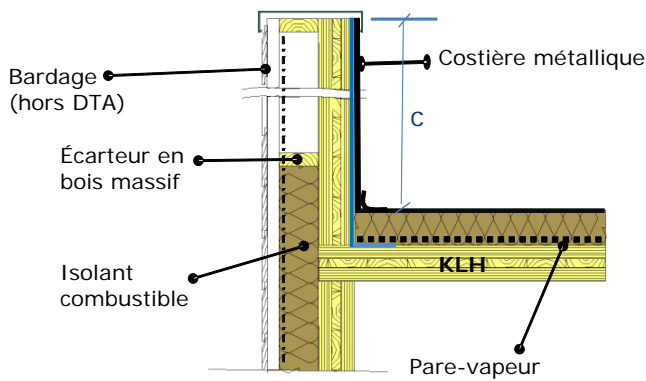


Cotes e et c selon le NF DTU 43.4 P1



Cote c selon le NF DTU 43.4 P1

Figure 3 – Exemple de relevés



Cote c selon le NF DTU 43.4 P1

Figure 4 – Exemple de relevés avec costière métallique

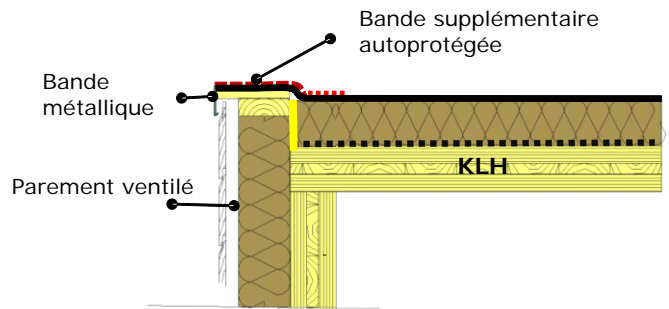
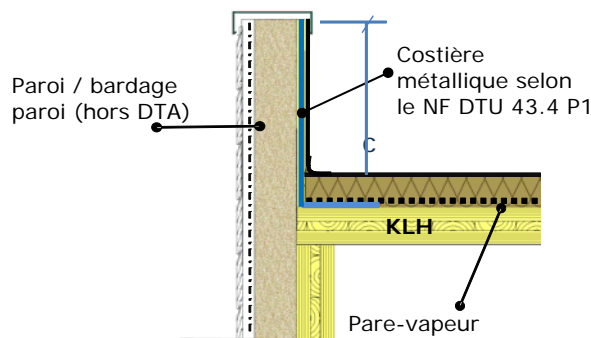
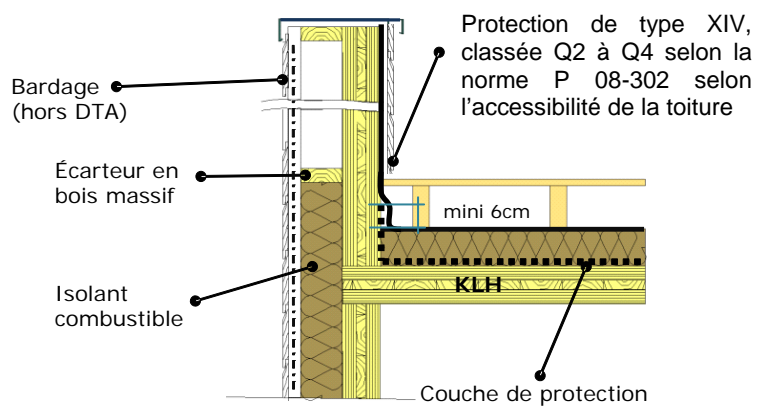


Figure 5 – Exemple d'une rive avec support isolant de partie courante



Cote c selon le NF DTU 43.4 P1

Figure 6 – Exemple de relevé avec costière métallique, dont l'aile horizontale repose sur le panneau KLH® de partie courante



**Figure 7 – Exemple de relevé en terrasses accessibles aux piétons et au séjour
La fonction garde-corps, si elle est nécessaire, doit être vue par ailleurs**

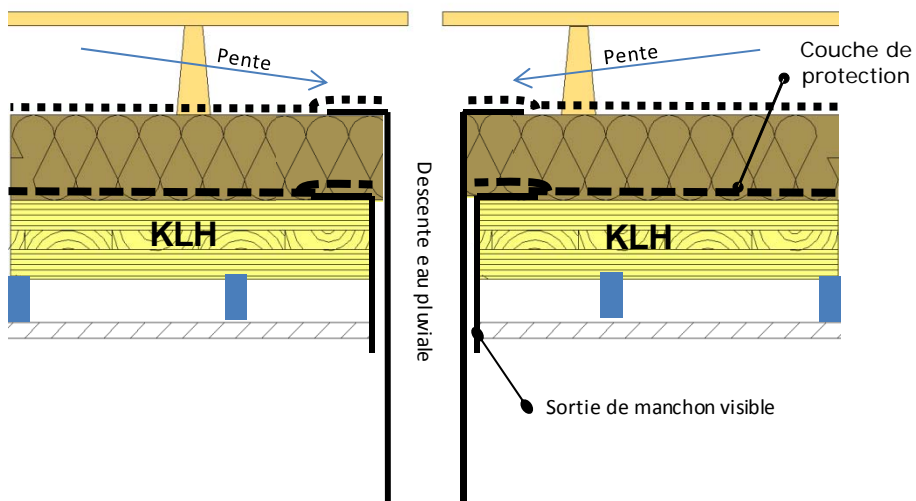


Figure 8 – Descente des eaux pluviales en terrasses accessibles aux piétons et au séjour