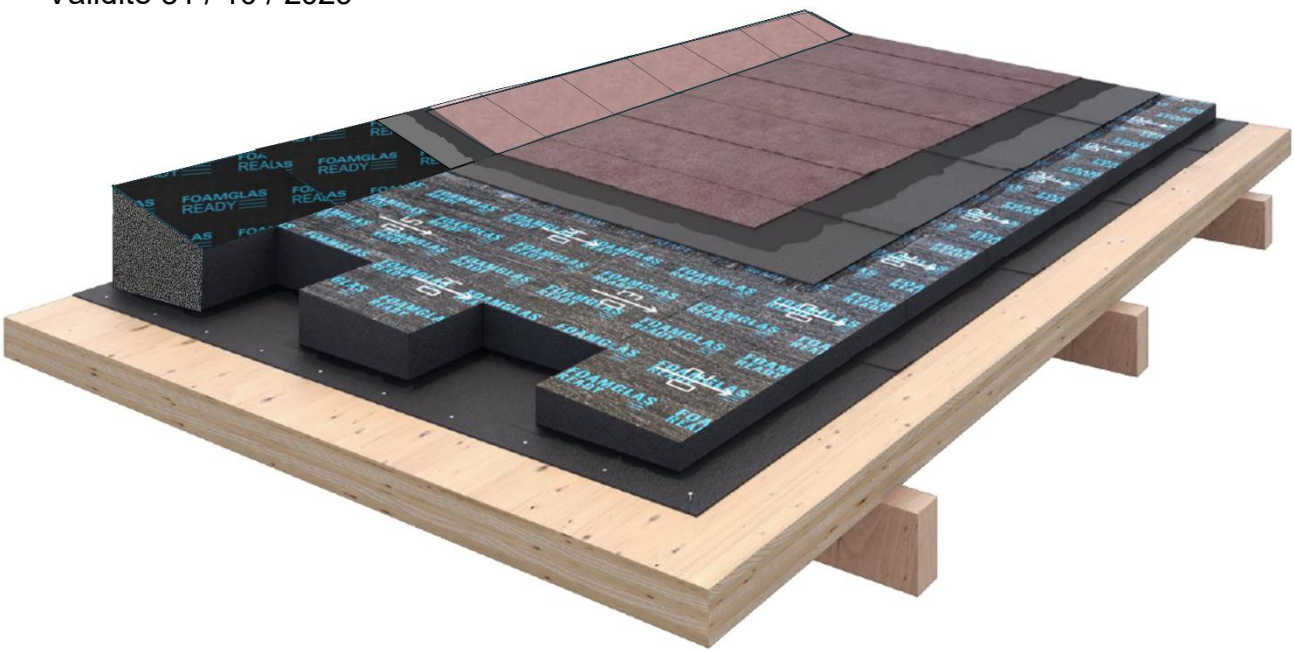
Cahier des Prescriptions de Pose

Dossier technique

FOAMGLAS® TAPERED sur panneaux KLH® CLT de pente nulle et sur panneaux KLH® CLT nervuré profil T ou caisson H

Edition Octobre 2026

Validité 31 / 10 / 2029



Ce Cahier des Prescriptions de Pose a été validé par ALPHA CONTROLE selon les conclusions ci-incluses de son rapport d'enquête Technique.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

SOMMAIRE

1 Principe 5
2 Domaine d'emploi 5
2.1 Domaine d'emploi 6
2.2 Eléments porteurs 6
2.3 Destination 6
2.4 Pentes 7
2.5 Hygrométrie des locaux 7
2.5.1 Prescription piscines couvertes 9
3 Description des matériaux 9
3.1 Elément porteur KLH® (nervuré ou pas) 9
3.1.1 Nature 10
3.1.2 Caractéristiques 10
3.1.3 Résistance thermique 10
3.1.4 Facteur de résistance à la diffusion 10
3.2 Isolation thermique FOAMGLAS® 11
3.2.1 Nature 11
3.2.2 Caractéristiques 11
3.3 Tassements absolus sous charges d'utilisation réparties 13
3.4 Résistance thermique 13
3.4.1 Plaques à forme de pente FOAMGLAS® TAPERED 14
3.4.2 Plaques pour les reliefs 16
3.4.3 Chanfreins en verre cellulaire 16
4 Fabrication 17
4.1 Isolation thermique FOAMGLAS® 17
4.1.1 Centre de fabrication 17
4.1.2 Description sommaire 17
4.1.3 Contrôles de fabrication 17
4.1.4 Conditionnement - Étiquetage 18
4.2 Panneaux structuraux bois KLH®-CLT 18
4.2.1 Centre de fabrication 18
4.2.2 Description sommaire 18
4.2.3 Contrôles de fabrication 19
4.2.4 Conditionnement - Étiquetage 19
5 Autres produits 20
5.1 Produits de collage 20
5.1.1 Enduit d'Application à Chaud (EAC) 20
5.1.2 Colle à froid PC® 500 21
5.1.3 Colle à froid PC® 800 22
5.1.4 Colle à froid bitumineuse PC® 56 23
5.1.5 Raclettes dentées 24
5.2 Ancrages 24
5.2.1 Plaquettes crantées 24
5.2.2 Ancrage type F 25
5.3 Revêtements d'étanchéité 26
5.4 Sous-couche bitumineuse soudée 26
6 Mise en œuvre 26
6.1 Généralités 26
6.2 Mise en œuvre préalable du support 27
6.3 Mise en œuvre de la sous-couche sur panneaux KLH®-CLT 29
6.3.1 Généralités 29
6.3.2 Réception et préparation du support 29
6.3.3 Traitement des joints 29
6.3.4 Mise en œuvre de la sous-couche 29
6.3.5 Cas des terrasses accessibles 29
6.3.6 Cas des systèmes à pente nulle avec FOAMGLAS® TAPERED 29
6.3.7 Vérifications préalables au collage 30
6.4 Mise en œuvre des panneaux FOAMGLAS® TAPERED 30
6.4.1 Panneaux collés sur sous-couche bitumineuse soudée sur CLT 30
6.4.2 Chanfreins et raccordements sur reliefs 35
6.5 Mise en œuvre du revêtement d'étanchéité 35
6.5.1 Généralités 35
6.5.2 Nature du revêtement 35
6.5.3 Cas des panneaux FOAMGLAS® nus 36
6.5.4 Cas des panneaux FOAMGLAS® READY 36
6.5.5 Mise en œuvre du revêtement 36
6.5.6 Cas des toitures sous protection lourde 37
6.5.7 Contrôle de réalisation 37
7 Traitement des points singuliers 37
7.1 Généralités 37
7.2 Dispositions applicables KLH®-CLT 38
7.3 Sous-couche bitumineuse soudée 38
7.4 Dispositions applicables à l'isolation 39
7.5 Relevés d'étanchéité 39
7.5.1 Dispositions générales 39
7.5.2 Collage au bitume chaud 39
7.5.3 Collage à froid 40
7.5.4 Maintien des panneaux en relevé 40
7.5.5 Mise en œuvre du relevé d'étanchéité 41
7.5.6 Traitement du pied de relevé 41
7.6 Rives et bas de pente 42
7.7 Entrées d'eaux pluviales et trop-pleins 43
7.8 Joints de dilatation 44
7.8.1 Principe 44
7.8.2 Arrêt de l'isolation 44
7.8.3 Joints bordés par des costières 45
7.8.4 Étanchéité du joint 45
7.9 Pénétrations, traversées et émergences 46
7.10 Costières et supports d'équipements 46
7.11 Protection éventuelle des revêtements 47
7.12 Travaux de réfection 47
7.12.1 Cas particulier d'un complexe existant avec FOAMGLAS® 47
7.13 Toiture DUO - Isolation complémentaire 50
7.14 Procédés photovoltaïques 50
7.14.1 Généralités 50
7.14.2 Vérification de l'ouvrage 51
7.14.3 Procédés photovoltaïques lestés 51
7.14.4 Systèmes photovoltaïques 51
7.14.5 Pénétrations et cheminements 53
7.14.6 Vérification thermique 53
7.14.7 Entretien et maintenance 53
7.15 Toitures-terrasses végétalisées 54
7.15.1 Généralités 54
7.15.2 Constitution du complexe 54
7.15.3 Vérification de l'ouvrage 54
7.15.4 Drainage et évacuation des eaux 54

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

7.15.5 Protection du revêtement 55
7.15.6 Entretien 55
7.16 Toitures-terrasses à rétention temporaire des eaux pluviales 55
7.16.1 Généralités 55
7.16.2 Vérification de l'ouvrage 56
7.16.3 Hauteur maximale d'eau retenue 56
7.16.4 Dispositifs de régulation 56
7.16.5 Vérification des déformations 56
7.16.6 Entretien et maintenance 56
8 Prescriptions particulières de dimensionnement du support KLH®-CLT 57
8.1 Conditions de conception et de calcul 57
9 Prescriptions particulières 58
9.1 Prescriptions climat de montagne 58
9.2 Entretien et maintenance de l'ouvrage 58
10 Contrôles de réception et d'autocontrôle 59
10.1 Contrôle du support avant travaux 59
10.2 Contrôle de la sous-couche d'étanchéité 59
10.3 Contrôle de l'isolation 59
10.4 Contrôle du revêtement d'étanchéité 60
11 Détermination résistance thermique utile 60
12 Références 61
12.1 Résultats expérimentaux 61
12.2 Références normatives et réglementaires applicables 61
12.2.1 Généralités 61
12.2.2 Normes de calcul et de dimensionnement structural 61
12.2.3 Ouvrages d'étanchéité 62
12.2.4 Isolation thermique 62
12.2.5 Vérifications hygrothermiques 62
12.2.6 Éléments porteurs en bois contrecollé 62
12.2.7 Toitures à usages particuliers 63
12.2.8 Sécurité incendie 63
12.2.9 Références thermiques 63
12.3 Données Environnementales et Sanitaires 63
12.3.1 Panneaux FOAMGLAS® 63
12.3.2 Panneaux KLH®-CLT 64
12.4 Références de chantier 64
13 Assistance technique 64
13.1 Isolant FOAMGLAS® 64
13.2 Lignatec - KLH 65
14 Documentation technique 65

ANNEXES 66

Annexe A – Matrice indicative de compatibilité du procédé avec les conditions hygrométriques des locaux 67
A.1 Objet de la matrice 67
A.2 Niveaux de sensibilité 67
A.3 Matrice de compatibilité 67
A.4 Dispositions particulières 69
A.5 Limites d'utilisation de la matrice 70

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

A titre liminaire :

Le procédé « FOAMGLAS® TAPERED sur panneaux KLH® CLT de pente nulle et sur panneaux KLH® CLT nervuré profil T ou caisson H » fait l'objet d'un Cahier des Prescriptions de pose et d'Avis Techniques et Document Technique d'Application auxquels il est renvoyé, désignés ci-après indifféremment par Avis Techniques, et qui 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.

Les caractéristiques techniques du produit reprises dans les Cahier des Prescriptions de pose et Avis Techniques résultent de tests et essais réalisés conformément à des normes réglementaires, dont Pittsburgh Corning France ni KLH/Lignatec ne maîtrisent pas les modalités d'application. Ces caractéristiques ne sont pas exhaustives de toutes les caractéristiques techniques du produit. L'usage particulier auquel est destiné le produit peut nécessiter la recherche d'autres caractéristiques techniques que celles reportées dans Cahier des Prescriptions de pose et les Avis Techniques.

L'adéquation de l'utilisation et de la mise en œuvre du produit ne saurait être présumée du seul fait des domaines d'emploi dans lesquels le produit est référencé, et doit être confirmée par un bureau d'études qualifié, en tenant compte notamment de l'ensemble des caractéristiques techniques du produit, des contraintes du site, de l'environnement et de l'ouvrage dans lesquels les produits ont vocation à être intégrés.

Des produits qui ne sont pas fabriqués par le Fournisseur, sont mentionnés dans le présent Cahier des Prescriptions de Pose, comme pouvant être utilisés avec des produits FOAMGLAS® et comme étant compatibles avec ces derniers. Le Fournisseur n'engage toutefois aucune responsabilité à raison de ces produits qui ne sont pas de sa fourniture. L'installateur est libre d'utiliser, sous sa seule responsabilité, d'autres produits en substitution de ceux mentionnés dans le Cahier des Prescriptions de Pose.

La mise en œuvre des produits requiert par ailleurs l'intervention d'une entreprise spécialisée et qualifiée en étanchéité.

Le Cahier des Prescriptions de Pose est une démarche volontaire de Pittsburgh Corning France et de KLH/Lignatec, qui ne change en rien la répartition des responsabilités des acteurs de la construction. Indépendamment de l'existence ou non de ce Cahier des Prescriptions de Pose et/ou des Avis Techniques, pour chaque ouvrage, les acteurs doivent fournir ou demander, en fonction de leurs rôles, les justificatifs requis pour la réalisation de l'ouvrage dans les règles de l'art et conformément aux normes en vigueur.

Le Cahier des Prescriptions de Pose 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.

Le présent document comportant les prescriptions d'utilisation, de pose et d'entretien du produit n'est pas un document de conformité à la réglementation ou à un référentiel d'une « marque de qualité », et ne saurait se substituer aux études techniques nécessaires à la vérification de l'utilisation et de l'adéquation du produit à l'usage pour lequel il est employé, compte tenu de ses caractéristiques, des contraintes du site, de son environnement et de l'ouvrage dans lequel il est destiné à s'intégrer

Les schémas de principes, présents dans ce document, qui ne prennent pas en compte les contraintes particulières du site, de l'environnement et des ouvrages auxquels les produits sont intégrés, ne sauraient se substituer à une étude technique spécifique intégrant ces contraintes.

Gestion des écarts et modifications du procédé : toute adaptation du système non prévue au présent CPP doit faire l'objet d'une validation préalable par un bureau d'études compétent et par le service technique du titulaire.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

1 Principe

Le procédé a pour objet la réalisation d'une forme de pente destinée à l'évacuation des eaux pluviales sur des toitures-terrasses établies sur éléments porteurs en panneaux de bois massif contrecollés KLH®-CLT, nervurés ou non, de pente nulle ou insuffisante.

La pente est obtenue par la mise en œuvre d'un complexe isolant en verre cellulaire FOAMGLAS®, dont la couche supérieure est constituée de panneaux préusinés à pente intégrée de type FOAMGLAS® TAPERED. Le dimensionnement des pentes, l'implantation des lignes de rupture et des points bas ainsi que le calepinage des panneaux font l'objet d'une étude spécifique établie pour chaque chantier en fonction de la configuration de la toiture et de l'emplacement des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales.

L'isolation thermique est réalisée à l'aide de plaques en verre cellulaire FOAMGLAS® mises en œuvre en un ou plusieurs lits. Lorsque l'épaisseur d'isolation requise ne peut être obtenue au moyen des seuls panneaux de pente, un ou plusieurs lits de plaques FOAMGLAS® planes sont disposés sous les éléments FOAMGLAS® TAPERED. Dans le cas d'une mise en œuvre multicouche, le ou les premiers lits sont obligatoirement constitués de plaques FOAMGLAS® nues.

Les plaques sont collées au bitume chaud (EAC) ou avec une colle à froid FOAMGLAS® sur l'élément porteur en panneaux KLH®-CLT conformément aux dispositions du présent Cahier des Prescriptions de Pose. Les joints entre plaques sont traités de manière à assurer la continuité du complexe isolant et de la fonction pare-vapeur intrinsèque du verre cellulaire.

Le procédé est destiné aux travaux neufs ainsi qu'aux travaux de réfection de toitures existantes conformes au domaine d'emploi du présent document. Après réalisation de la forme de pente, le complexe isolant FOAMGLAS® constitue un support continu permettant la mise en œuvre directe du revêtement d'étanchéité conformément au Document Technique d'Application ou à l'Enquête de Technique Nouvelle validée par un bureau de contrôle, du procédé d'étanchéité concerné.

Le système assure simultanément les fonctions de correction de pente, d'isolation thermique, de pare-vapeur et de support d'étanchéité. Cette conception permet de limiter les charges permanentes rapportées sur la structure porteuse tout en garantissant une évacuation maîtrisée des eaux pluviales vers les dispositifs prévus à cet effet.

Le présent Cahier des Charges vise l'emploi des panneaux FOAMGLAS®

Plaques nues	Plaques surfacées
FOAMGLAS® TAPERED T3+	FOAMGLAS® TAPERED READY T3+
FOAMGLAS® TAPERED T4+	FOAMGLAS® TAPERED READY T4+
FOAMGLAS® TAPERED S3	FOAMGLAS® TAPERED READY S3
FOAMGLAS® TAPERED F	FOAMGLAS® TAPERED READY F
FOAMGLAS® T3+	FOAMGLAS® READY T3+
FOAMGLAS® T4+	FOAMGLAS® READY T4+
FOAMGLAS® S3	FOAMGLAS® READY S3
FOAMGLAS® F	FOAMGLAS® READY F

2 Domaine d'emploi

Avant toute mise en œuvre du produit par une entreprise spécialisée, l'adéquation du produit au site et à l'usage particuliers envisagés, doit être contrôlée par un bureau d'études techniques.

Les prescriptions de pose ci-après sont mentionnées sans prise en considération des contraintes particulières du site, de l'environnement et de l'ouvrage d'implantation, et ne sauraient remplacer la réalisation d'études techniques.

La mise en œuvre du produit doit être réalisée conformément aux normes en vigueur, aux avis techniques, documents techniques d'application et règles de l'art.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

2.1 Domaine d'emploi

- Toitures-terrasses non accessibles :
  - Inaccessibles, y compris les chemins de circulation ;
  - Techniques ou à zones techniques ;
  - Inaccessibles à rétention temporaire des eaux pluviales ;
  - Techniques avec procédés solaires thermiques ou photovoltaïques, intégrés ou auto-lestés bénéficiant d'un Avis Technique, d'une Atex favorable ou d'une ETN validée par un Bureau de Contrôle ;
- Toitures-terrasses accessibles à la circulation piétonnière et au séjour, y compris sous protection par dalles sur plots (pression non pondérée admise ≤ 60 kPa) ou platelage ;
- Toitures-terrasses végétalisées ;
- Toitures-terrasses jardins.

2.2 Eléments porteurs

Les éléments porteurs visés par le présent procédé sont constitués :

- Soit de panneaux structuraux en bois massif contrecollé-croisé KLH®-CLT, relevant du Document Technique d'Application n° 3.3/20-1016_V3 ;
- Soit d'éléments KLH®-CLT nervurés de type T ou caisson H, relevant de l'Avis Technique n° 3.3/22-1061_V3.

Les éléments sont aptes à l'emploi comme éléments porteurs supports d'étanchéité. Leur conception, leur dimensionnement, leurs assemblages, leurs conditions d'appui et leur mise en œuvre doivent être conformes aux prescriptions du document technique de référence applicable ainsi qu'aux dispositions du Cahier du CSTB n° 3814.

Dans le cadre du présent procédé, les éléments porteurs sont mis en œuvre à pente nulle. La pente nécessaire à l'évacuation des eaux pluviales est réalisée au moyen de panneaux isolants FOAMGLAS® TAPERED.

Les éléments porteurs doivent être dimensionnés en tenant compte des déformations instantanées et différées sous l'ensemble des charges. La flèche finale wfin est limitée à L/500, afin de garantir, après déformation, une pente minimale de 1,6 % de la toiture finie.

Le dimensionnement et la justification de l'élément porteur relèvent du lot structure et doivent être établis par un bureau d'études compétent. Les notes de calcul et le plan de pose doivent être tenus à disposition des intervenants concernés.

2.3 Destination

Pentes admissibles : Toitures à pente nulle, plates ou inclinées. La pente est limitée à 40 % avec butée basse en cas de collage de l'isolant à l'aide d'une colle à froid. Aucune limitation de pente n'est applicable lorsque le collage est réalisé à l'EAC.

Locaux à faible, moyenne, forte et très forte hygrométrie.

En climat de plaine et de montagne.

Le procédé est admis dans les zones de vent 1 à 5, tous sites confondus, conformément aux Règles NV 65 modifiées (modificatif n° 4 de février 2009). Sous revêtement d'étanchéité apparent, les limites de dépression au vent extrême applicables au complexe sont de 7 250 Pa pour les panneaux FOAMGLAS® T3+, T4+, S3 et F, et de 5 000 Pa pour les panneaux FOAMGLAS® READY T3+, T4+, S3 et F, que l'isolant soit collé au bitume chaud ou à froid sur élément porteur en panneaux KLH®-CLT ; ces valeurs doivent être comparées à celles prescrites dans les documents techniques d'application des revêtements d'étanchéité et, le cas échéant, des autres composants du complexe, la valeur la plus défavorable étant retenue pour le dimensionnement de l'ouvrage.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

Toute intervention postérieure à la réception susceptible d'affecter le complexe d'isolation ou d'étanchéité doit être réalisée conformément aux règles professionnelles applicables et sous la responsabilité des intervenants concernés. Les percements et fixations dans l'ouvrage ne peuvent être réalisés qu'après vérification de leur compatibilité avec le procédé.

La mise en place ultérieure d'équipements techniques, installations photovoltaïques, supports de maintenance ou tout autre élément générant des charges permanentes ou temporaires supplémentaires doit faire l'objet d'une vérification préalable de la capacité portante de l'ouvrage.

2.4 Pentes

Les éléments porteurs en panneaux de bois massif contrecollés KLH®-CLT, nervurés ou non, visés par le présent procédé sont mis en œuvre à pente nulle.

La pente nécessaire à l'évacuation des eaux pluviales est créée au moyen des panneaux isolants en verre cellulaire FOAMGLAS® TAPERED, présentant une pente intégrée minimale de 1,6 %.

La pente de la toiture finie doit être déterminée en tenant compte des déformations instantanées et différées de l'élément porteur sous l'effet des charges permanentes et d'exploitation. Le dimensionnement des panneaux KLH®-CLT doit ainsi permettre de garantir, après déformation finale de l'ouvrage, les pentes minimales suivantes :

- 3 % minimum, lorsque la flèche finale wfin des panneaux KLH®-CLT sous l'ensemble des charges est limitée à L/250 ;
- 1,8 % minimum, lorsque la flèche finale wfin des panneaux KLH®-CLT sous l'ensemble des charges est limitée à L/400 ;
- 1,6 % minimum, lorsque la flèche finale wfin des panneaux KLH®-CLT sous l'ensemble des charges est limitée à L/500.

Pour les terrasses jardins et les toitures végétalisées, ainsi que les toitures bio-solaires, la pente de la toiture finie doit être supérieure ou égale à 3 %, quelles que soient les hypothèses de déformation retenues pour le dimensionnement de l'élément porteur.

La justification des pentes résiduelles relève de l'étude de structure de l'ouvrage. Celle-ci doit démontrer que les déformations prévisibles de l'élément porteur ne conduisent pas, en phase d'exploitation, à la formation de contre-pentes ou de zones de stagnation d'eau incompatibles avec les dispositions des normes de la série NF DTU 43.

2.5 Hygrométrie des locaux

Le procédé est admis en locaux à faible, moyenne, forte ou très forte hygrométrie, sous réserve du respect des prescriptions du présent Cahier de Prescriptions de Pose.

Pour les locaux à faible ou moyenne hygrométrie, aucune disposition complémentaire n'est requise au titre du présent paragraphe, sous réserve du respect des règles habituelles de conception et de mise en œuvre des ouvrages.

Prescriptions relatives aux locaux à forte et très forte hygrométrie

Pour les locaux à forte ou très forte hygrométrie, l'emploi du procédé sur élément porteur en panneaux de bois massif contrecollés KLH®-CLT est limité aux configurations relevant du domaine d'emploi du Document Technique d'Application en vigueur du panneau considéré.

Une étude hygrothermique spécifique à l'opération doit être réalisée par un bureau d'études compétent, sous la responsabilité de la maîtrise d'œuvre. Cette étude a pour objet de vérifier l'absence de condensation préjudiciable dans l'ouvrage et de justifier la compatibilité du complexe de toiture avec les conditions réelles d'exploitation du bâtiment.

L'étude doit notamment vérifier l'absence de condensation préjudiciable au sein du panneau KLH®-CLT, à sa sous-face, au droit de la sous-couche bitumineuse, aux interfaces entre les différentes couches constitutives du complexe ainsi qu'au niveau des points singuliers.

La justification hygrothermique est réalisée conformément à la NF EN ISO 13788 ou, lorsque les conditions de service le nécessitent, conformément à la NF EN 15026. Une simulation hygrothermique dynamique

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

équivalente peut également être utilisée lorsqu'elle permet de caractériser le comportement réel de l'ouvrage dans ses conditions d'exploitation.

Si une simulation dynamique selon NF EN 15026 est nécessaire, elle doit prendre en compte:

- les données climatiques extérieures représentatives du site ;
- la température intérieure de calcul prévue pour l'ouvrage ;
- l'hygrométrie des locaux ;
- les caractéristiques hygrothermiques des matériaux constituant le complexe ;
- les conditions réelles d'exploitation et de ventilation /climatisation du bâtiment ;
- les sollicitations particulières liées à l'usage du bâtiment susceptibles d'influencer les transferts de chaleur ou de vapeur d'eau ;

L'étude doit notamment vérifier :

- les points singuliers de l'ouvrage dus à des éventuelles discontinuités de l'enveloppe dans le complexe en question (isolation extérieure discontinue)
- l'incidence des éventuelles fixations traversantes ;
- la maîtrise des risques de condensation localisée au droit des points singuliers ;
- l'absence d'humidité critique vis-à-vis du risque de corrosion des éléments métalliques ;

Dans l'étude hygrothermique (statique ou dynamique), il est supposé que soient assurés :

- la continuité de la sous-couche bitumineuse ;
- la continuité du collage des panneaux FOAMGLAS® ;
- le remplissage complet des joints entre panneaux ;
- le traitement des raccordements aux relevés, pénétrations et émergences ;

L'étude doit démontrer le maintien des performances thermiques, mécaniques, sanitaires et de durabilité du complexe pendant sa durée de service.

- l'absence de condensation permanente ou préjudiciable dans l'ouvrage ;
- l'absence d'humidité critique dans les panneaux KLH®-CLT ;
- l'absence de risque de développement fongique, de moisissures ou d'altération biologique du bois ;
- l'absence de dégradation des interfaces entre les différentes couches constitutives du complexe ;
- le maintien de l'aptitude au service et de la durabilité de la toiture.

En complément, une vérification du dimensionnement de la structure en panneaux KLH®-CLT doit être réalisée par un bureau d'études compétent, avec la participation du fabricant des panneaux ou de son représentant technique. Cette vérification doit prendre en compte les caractéristiques du procédé, les charges permanentes et variables du projet, les déformations différées du bois ainsi que les variations dimensionnelles susceptibles d'être induites par les conditions hygrométriques d'exploitation.

Les conclusions des études hygrothermiques et structurelles doivent établir la compatibilité du procédé avec l'élément porteur KLH®-CLT, démontrer l'absence de risque de dégradation préjudiciable du bois, le maintien de sa stabilité structurelle ainsi que la conservation des performances attendues du complexe pendant sa durée de service.

À défaut de justification satisfaisante, ou lorsque les conditions d'exposition excèdent le domaine d'emploi défini par l'évaluation technique en vigueur du panneau KLH®-CLT considéré, la mise en œuvre du procédé ne relève pas du domaine d'application du présent Cahier de Prescriptions de Pose.

2.5.1 Prescriptions particulières relatives aux piscines couvertes

Le procédé peut être mis en œuvre au-dessus de piscines couvertes publiques ou privées sous réserve que la configuration considérée relève du domaine d'emploi du Document Technique d'Application ou de l'Avis Technique applicable aux panneaux KLH®-CLT.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

Les conditions d'exploitation retenues pour les études doivent correspondre aux conditions les plus défavorables raisonnablement prévisibles. Dans le cadre du présent procédé, les conditions conventionnelles du domaine d'emploi sont limitées à :

- Une température intérieure comprise entre 25 °C et 30 °C ;
- Une humidité relative comprise entre 60 % et 70 %.

Les valeurs ci-dessus correspondent au domaine conventionnel du présent CPP. Des conditions d'exploitation plus sévères peuvent être envisagées sous réserve d'une justification hygrothermique spécifique. Lorsque les conditions prévues excèdent durablement ces valeurs, une justification spécifique complémentaire doit être établie.

Le bâtiment doit être équipé d'un système de ventilation, de chauffage et de déshumidification dimensionné par un bureau d'études compétent en fonction :
- Du volume du local ;
- De la surface et du volume des bassins ;
- De la température de l'eau ;
- De la température et de l'humidité intérieure ;
- De la fréquentation maximale prévue ;
- Des conditions d'exploitation de l'ouvrage.

La conception et le dimensionnement du système de traitement d'air doivent permettre d'éviter la formation de condensation superficielle ou localisée, notamment au droit des vitrages, des angles, des plafonds de grande hauteur et des zones à faible circulation d'air.

L'étude hygrothermique définie au paragraphe 2.5 doit intégrer les transferts convectifs d'humidité susceptibles de résulter des défauts résiduels d'étanchéité à l'air de l'enveloppe. La valeur de perméabilité à l'air retenue pour les calculs doit être explicitement définie dans les documents de conception.

Une mesure de la perméabilité à l'air de l'enveloppe doit être réalisée après exécution des travaux. En cas d'écart significatif entre la valeur mesurée et la valeur retenue dans l'étude hygrothermique, une vérification complémentaire doit être réalisée.

La constitution des ouvrages situés en sous-face des panneaux KLH®-CLT, notamment les plafonds suspendus, absorbants acoustiques, isolants rapportés et éventuels plénums techniques, doit être prise en compte dans l'étude hygrothermique. Ces ouvrages ne doivent pas créer de zone confinée susceptible de favoriser une accumulation d'humidité au contact des panneaux KLH®-CLT.

3 Description des matériaux

Avant-propos : Les caractéristiques techniques du produit reprises ci-après et dans les Avis Techniques résultent de tests et essais réalisés conformément à des normes réglementaires, dont Pittsburgh Corning France ne maîtrise pas les modalités d'application. Ces caractéristiques ne sont pas exhaustives de toutes les caractéristiques techniques du produit. L'usage particulier auquel est destiné le produit peut nécessiter la recherche d'autres caractéristiques techniques que celles reportées dans les Avis Techniques et reprises ci-après.

3.1 Elément porteur KLH® (nervuré ou pas)

3.1.1 Nature

Les panneaux structuraux KLH®-CLT (nervuré ou pas) sont des panneaux de grandes dimensions constitués de planches en bois massif, empilées en plis croisés à 90° et collées entre elles sur toute leur surface. La disposition croisée des planches longitudinales et transversales permet de réduire considérablement les variations dimensionnelles et de reprendre efficacement les efforts dans les deux directions. Les planches en bois utilisées pour la réalisation des panneaux KLH®-CLT sont essentiellement en épicéa ou sapin. Elles peuvent être également en pin, mélèze ou douglas.

Les panneaux sont fabriqués en largeur maximum de 2.95 m, et en longueur maximum de 16.5 m.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

3.1.2 Caractéristiques

Les panneaux structuraux KLH®-CLT (nervuré ou pas) destinés aux toitures sont :

• De type Q : avec des planches orientées transversalement

• De type L : avec des planches orientées longitudinalement

et des assemblages longitudinaux et transversaux par :

• Feuillure à mi-bois dans l'épaisseur du panneau KLH®-CLT

• Interposition d'une bande de liaison (joint languette)

• Vis à double filetage lardée à 45° ou vis à filetage total

Les assemblages sont définis dans le Document Technique d'Application 3.3/20-1016_V3 et l'avis technique 3.3/22-1061_V3 pour les panneaux nervurés.

Les dimensions des panneaux sont :
• longueurs usuelles : ≤ 16,50 m
• largeurs standards : 245 - 250 – 273- 295 cm et sur demande 310-320-330-340 et 350cm
• épaisseur minimum : 60 mm
• épaisseur maximum : 300 mm

3.1.3 Résistance thermique

Les panneaux KLH®-CLT (nervuré ou pas) ont un coefficient de conductibilité thermique utile λ_{utile} égal à 0,12 W/m.K. Les résistances thermiques ci-dessous sont données pour les principaux panneaux :

PANNEAU	Résistance thermique (m².K/W)	PANNEAU	Résistance thermique (m².K/W)
KLH 60	0,50	KLH 140	1,17
KLH 70	0,58	KLH 150	1,25
KLH 90	0,75	KLH 160	1,33
KLH 100	0,83	KLH 180	1,50
KLH 110	0,92	KLH 200	1,67
KLH 130	1,08	KLH 230	1,92

Tableau 1 – Résistances thermiques indicatives des principaux panneaux KLH®-CLT

3.1.4 Facteur de résistance à la diffusion

Le facteur de résistance à la diffusion de la vapeur variable a été mesuré : μsec = 300 et μhumide = 46.

Ces valeurs sont destinées à être utilisées pour des calculs hygrothermiques dynamiques selon la norme NF EN 15026.

Les calculs statiques (type méthode de Glaser) selon la norme NF EN 13788, ne peuvent pas prendre en compte la variabilité du facteur de résistance à la vapeur d'eau et doivent se baser donc sur la valeur statique mesurée par le LERMAB : μ = 100.

3.2 Isolation thermique en verre cellulaire FOAMGLAS®

3.2.1 Nature

Les matériaux FOAMGLAS® et FOAMGLAS® READY sont un isolant thermique en verre cellulaire selon la norme NF EN 13167, d'une composition totalement inorganique sans addition de liants.

3.2.2 Caractéristiques

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

Les caractéristiques des plaques de la gamme FOAMGLAS® et FOAMGLAS® READY :

- FOAMGLAS® READY T3+
- FOAMGLAS® READY T4+
- FOAMGLAS® READY S3
- FOAMGLAS® READY F
- FOAMGLAS® T3+
- FOAMGLAS® T4+
- FOAMGLAS® S3
- FOAMGLAS® F
- FOAMGLAS® READY TAPERED T3+
- FOAMGLAS® READY TAPERED T4+
- FOAMGLAS® READY TAPERED S3
- FOAMGLAS® READY TAPERED F
- FOAMGLAS® TAPERED T3+
- FOAMGLAS® TAPERED T4+
- FOAMGLAS® TAPERED S3
- FOAMGLAS® TAPERED F

Les plaques préenduites de bitume FOAMGLAS® READY sont à base de plaques de la gamme FOAMGLAS® nu (FOAMGLAS® T3+, FOAMGLAS® T4+, FOAMGLAS® S3 ou FOAMGLAS® F).

Elles sont préenduites sur une seule face :

- Sur leur face supérieure : un revêtement par film polyéthylène de 15 µm (± 15 %), collé (en usine) au bitume à raison de 650 à 850 g/m^2 ;

- Sur leur face inférieure ainsi que les chants : le verre cellulaire est nu.

Les dimensions des plaques FOAMGLAS® READY et FOAMGLAS® sont :

- 50 mm ≤ épaisseurs ≤ 200 mm pour les plaques FOAMGLAS® T3+, et FOAMGLAS® READY T3+, FOAMGLAS® T4+ et FOAMGLAS® S3, FOAMGLAS® READY T4+, FOAMGLAS® READY S3

- 50 mm ≤ épaisseurs ≤ 180 mm pour la plaque FOAMGLAS® F et FOAMGLAS® READY F.

- Longueur (600 ± 5) mm, largeur (450 ± 2) mm.

Durabilité du procédé

Les matériaux FOAMGLAS® étant constitués de verre cellulaire inorganique, ils ne sont pas sensibles à la putrescibilité, aux moisissures, aux rongeurs ou aux insectes.

Sous réserve du respect des prescriptions du présent document et de celles du revêtement d'étanchéité associé, les performances de l'isolant sont maintenues pendant la durée normale d'exploitation de l'ouvrage.

Caractéristiques spécifiées des plaques de la gamme FOAMGLAS® (1)

Caractéristiques spécifiées	FOAMGLAS® et FOAMGLAS® READY FOAMGLAS® TAPERED et FOAMGLAS® TAPERED READY				
	T3+	T4+	S3	F	Méthode
Identification :					
Dimensions et tolérances (mm)					
- longueur (± 2) (mm)	600	600	600	600	EN 822
- largeur (± 2) (mm)	450	450	450	450	EN 822
- épaisseur (± 2) (mm)	50 à 200 au pas de 10	50 à 200 au pas de 10	50 à 200 au pas de 10	50 à 180 au pas de 10	EN 823

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

- équerrage (mm/panneau)	≤ 2	≤ 2	≤ 2	≤ 2	EN 824
- planéité (mm)	≤ 2	≤ 2	≤ 2	≤ 2	EN 825
Masse volumique (kg/m^3) (± 10 %)	95	115	135	165	EN 1602
Mécanique :					
Contrainte moyenne de rupture en compression sans écrasement (kPa)	≥ 500 CS(Y)\500	≥ 600 CS(Y)\600	≥ 900 CS(Y)\900	≥ 1 600 CS(Y)\1600	EN 826
Classe de compressibilité (80 kPa - 80 °C)	Classe D	Classe D	Classe D	Classe D	Guide UEAtc
Résistance de service à la compression :					(2)
• Rcs_{mini} (MPa)	0,30	0,36	0,54	0,96	(4)
• ds, avec l'épaisseur en mm (3) :	(0,5× épaisseur) / 100	(0,5× épaisseur) / 100	(0,5× épaisseur) / 100	(0,5× épaisseur) / 100	
ds_{mini} (%)	0,3	0,3	0,3	0,3	(4)
ds_{maxi} (%)	1,0	1,0	1,0	1,0	(4)
Contrainte de rupture en traction perpendiculaire (kPa)	TR ≥100	TR ≥100	TR ≥ 100	TR ≥ 150	EN 1607
Thermique :					
Conductivité thermique utile (W/(m.K))	0,036	0,041	0,045	0,050	Certificats ACERMI
Résistance thermique utile ((m^2.K)/W)	Cf. *tableau*	cf. *tableau*	cf. *tableau*	cf. *tableau*	
Réaction au feu, Euroclasse :					
- plaques nues	A1	A1	A1	A1	(5)
- plaque préenduite de bitume pour reliefs ou FOAMGLAS® READY	**E**	**E**	**E**	**E**	

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emplois.

(1) Et caractéristiques spécifiées des plaques à forme de pente TAPERED, et celles préenduites de bitume pour les reliefs (relevés) FOAMGLAS® READY de dimensions 600 × 450 mm, de caractéristiques identiques à celles des plaques planes.

(2) La connaissance de la résistance critique de service et de la déformation de service permet au maître d'œuvre de dimensionner l'ouvrage en béton pour la circulation des chemins de nacelle de nettoyage des façades, des véhicules légers et des véhicules lourds, en tenant compte du revêtement d'étanchéité et de l'épaisseur des plaques de la gamme FOAMGLAS®.

(3) Dans tous les cas, la déformation *ds* est inférieure à 0,5 mm.

(4) Selon l'annexe D de la norme NF P 01-203-1 (référence DTU 20.12-1) et le *Cahier du CSTB* 3230_V2 de novembre 2007.

(5) Selon le Rapport de classement européen n° 13815B du WFRGENT NV de Gand (cf. *§ B du Dossier Technique)*.

Tableau 2a : Caractéristiques spécifiées des plaques de la gamme FOAMGLAS®

Caractéristiques indicatives des plaques de la gamme FOAMGLAS®

Caractéristiques spécifiées	**FOAMGLAS® et FOAMGLAS® READY FOAMGLAS® TAPERED et FOAMGLAS® TAPERED READY**				
	T3+	**T4+**	**S3**	**F**	**Méthode**
Caractéristiques mécaniques :					
Contraintes admissibles (cas général sous protection rapportée)	130 kPa	200 kPa	300 kPa	500 kPa	
Charge non pondérée admise sous plot des terrasses accessibles aux piétons - au séjour	60 kPa	60 kPa	60 kPa	60 kPa	(2)
Contrainte moyenne de rupture en flexion	BS ≥ 450	BS ≥ 400	BS ≥ 500	BS ≥ 550	EN 1209

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

Module d'élasticité en compression	65 MN/mm²				EN 826
Hygrothermiques :					
Perméabilité à la vapeur d'eau	Nulle	Nulle	Nulle	Nulle	EN 12086
Absorption d'eau par immersion	Nulle	Nulle	Nulle	Nulle	EN 1609 EN 12087
Stabilité dimensionnelle :					
- déformation résiduelle après stabilisation à + 80 °C et - 15 °C	Nulle	Nulle	Nulle	Nulle	Guide UEAtc
- incurvation sous gradient thermique	Nulle	Nulle	Nulle	Nulle	Guide UEAtc
Variations dimensionnelles :					
Coefficient de dilatation thermique (°C)	9 10^{-6}	9 10^{-6}	9 10^{-6}	9 10^{-6}	EN 14706
(1) Et caractéristiques indicatives des plaques à forme de pente TAPERED et celles préenduites de bitume pour les reliefs (relevés) FOAMGLAS® READY, de caractéristiques identiques à celles des plaques planes. (2) Se reporter au *tableau* ci-dessous.					

Tableau 2b : Caractéristiques indicatives des plaques de la gamme FOAMGLAS®

3.3 Tassements absolus (en mm) sous charges d'utilisation réparties

Dans le cas particulier des terrasses sous dalles sur plots accessibles aux piétons et au séjour, la contrainte admissible non pondérée est de 60 kPa.

	Épaisseurs (mm)										
Charge		**50**	**60**	**70**	**80**	**90**	**100**	**110**	**120**	**130**	**140**
60 kPa		< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
Charge	**150**	**160**	**170**	**180**	**190**	**200**	**210**	**220**	**230**	**240**	**250**
60 kPa	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
Charge	**260**	**270**	**280**	**290**	**300**	**310**	**320**	**330**	**340**	**350**	**360**
60 kPa	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
(1) Tassements déterminés à partir de l'essai de comportement sous charge maintenue pour une déformation de 2 mm maxi, valeurs extrapolées à 100 000 h (environ 11,4 ans) ; le dessus de la plaque de la gamme FOAMGLAS® est recouvert de bitume.											

Tableau 3 : Tassement absolu, en mm, sous charge répartie pour une déformation de 2 mm au plus en un ou plusieurs lits (1)

Dans le cadre des essais réalisés selon la norme EN 13167, quel que soit le type de plaques FOAMGLAS®, la déformation ds demeure systématiquement inférieure à 0,5 mm.

3.4 Résistance thermique

Il appartiendra à l'utilisateur de se référer au Certificat ACERMI de l'année en cours. Voir tableau ci-dessous. Tous les produits FOAMGLAS® bénéficient également d'une certification KEYMARK.

Epaisseurs (mm)	Résistance thermique R (m² K / W)			
	FOAMGLAS® T3+ & READY T3+	FOAMGLAS® T4+ & READY T4+	FOAMGLAS® S3 & READY S3+	FOAMGLAS® F & READY F
50	1,35	1,20	1,10	1,00
60	1,65	1,45	1,30	1,20
70	1,90	1,70	1,55	1,40
80	2,20	1,95	1,75	1,60

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

90	2,50	2,15	2,00	1,80
100	2,75	2,40	2,20	2,00
110	3,05	2,65	2,40	2,20
120	3,30	2,90	2,65	2,40
130	3,60	3,15	2,85	2,60
140	3,85	3,40	3,10	2,80
150	4,15	3,65	3,30	3,00
160	4,40	3,90	3,55	3,20
162	4.50			
170	4,70	4,10	3,75	3,40
180	5,00	4,35	4,00	3,60
190	5,25	4,60	4,20	
200	5,55	4,85	4,40	

Tableau 4 : résistances des plaques de la gamme FOAMGLAS®

3.4.1 Plaques à forme de pente FOAMGLAS® TAPERED

Les plaques FOAMGLAS® sont proposées également en FOAMGLAS® TAPERED, plaques à forme de pente intégrée.

Pentes standard des panneaux FOAMGLAS® TAPERED : 0,6 % - 1,1 % - 1,25% - 1,3 % - 1,51 % - 1,67 % - 2,0 % - 2,2 % - 2,8 % - 3,0 % - 3,3 % - 4,0 % - 4,4 % - 5,0 % - 5,6 % - 6,7 % - 7,8 % - 8,9 % - 10,0 %.

D'autres pentes peuvent être fabriquées à la demande.

Les panneaux FOAMGLAS® TAPERED peuvent être posés :

- FOAMGLAS® TAPERED T3+, T4+ et S3 : en 1 lit, d'épaisseur maximale de 200 mm et minimale de 50mm,
- FOAMGLAS® TAPERED F : en 1 lit, d'épaisseur maximale de 180 mm et minimale de 50mm,
- FOAMGLAS® TAPERED T3+, T4+, S3 et F : en lit supérieur, sur 1 ou plusieurs lits de panneaux FOAMGLAS® nus (sans pente intégrée) selon le « DTA FOAMGLAS® Collé à chaud » en cours de validité, avec une épaisseur totale maximale de 540 mm.
- L'épaisseur minimum des plaques à forme de pente intégrée est de 50 mm.
- Plusieurs gradients de pente peuvent être associés sur une même terrasse, sous réserve d'assurer l'évacuation gravitaire des eaux pluviales.

3.4.1.1 Calepinage des panneaux FOAMGLAS® TAPERED et FOAMGLAS® TAPERED READY

Préalablement à toute commande et à toute mise en œuvre des panneaux à forme de pente intégrée, l'entreprise d'étanchéité doit transmettre à Pittsburgh Corning France SAS un relevé dimensionnel exhaustif de la toiture ou les plans d'exécution correspondants.

Ce relevé doit notamment préciser la géométrie de l'ouvrage, les pentes et contre-pentes existantes, l'emplacement des évacuations des eaux pluviales (EEP), des joints de dilatation, des relevés ainsi que de l'ensemble des singularités susceptibles d'influer sur l'écoulement des eaux.

Sur la base de ces éléments, Pittsburgh Corning France établit un plan de calepinage spécifique au chantier définissant la répartition, le repérage et la numérotation des panneaux à forme de pente intégrée ainsi que leur ordre de pose.

Le plan de calepinage constitue un document d'exécution du procédé. Il doit être vérifié, validé et approuvé par l'entreprise d'étanchéité avant le lancement de la fabrication ou de la commande des panneaux. Toute modification ultérieure de l'ouvrage ou des conditions du chantier nécessite la révision préalable du plan de calepinage.

Les panneaux sont livrés avec un repérage correspondant au plan approuvé. Leur mise en œuvre doit être réalisée conformément audit plan et dans le strict respect de l'ordre de pose défini. Toute substitution,

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

inversion ou modification du positionnement prévu est interdite sans validation préalable de Pittsburgh Corning France.

Dans le cadre des travaux de réfection, les pentes et contre-pentes existantes doivent être relevées par l'entreprise d'étanchéité et intégrées au dossier transmis pour l'établissement du calepinage. Lorsque le projet conduit à une modification des pentes existantes, une étude spécifique de l'évacuation des eaux pluviales doit être réalisée afin de vérifier l'adéquation du système de collecte des eaux, notamment en ce qui concerne l'implantation et le dimensionnement des dispositifs d'évacuation.

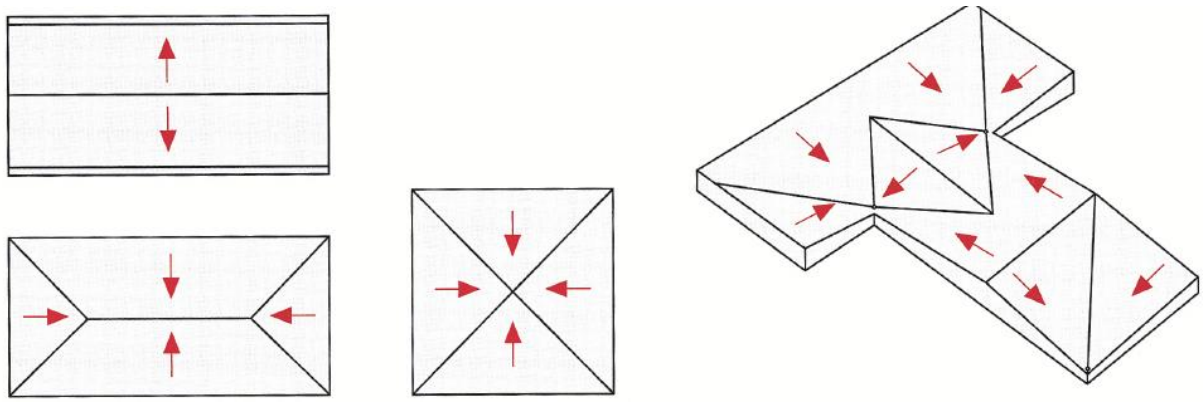


Figure 1 : exemples de formes de pente de toitures possibles

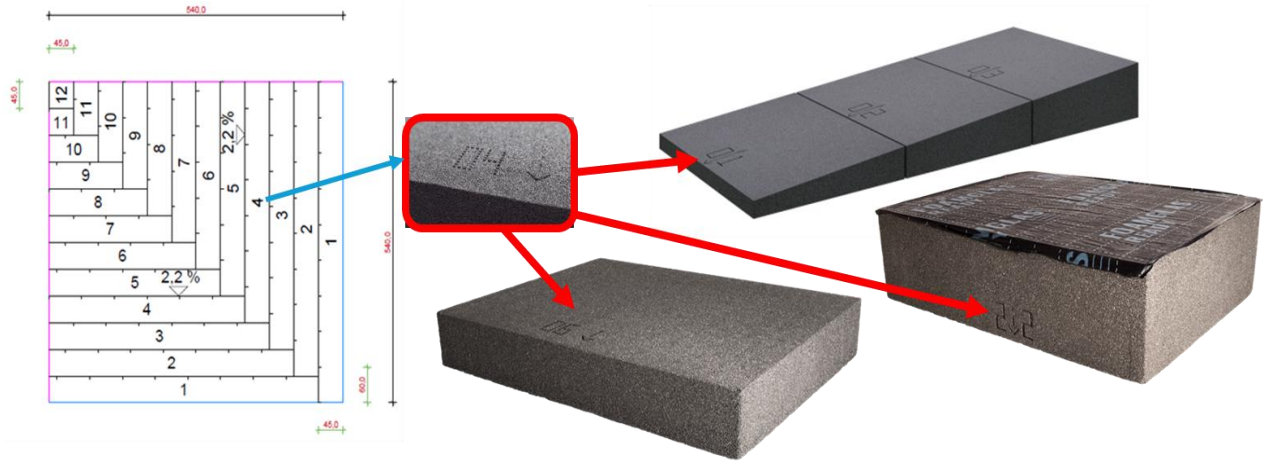
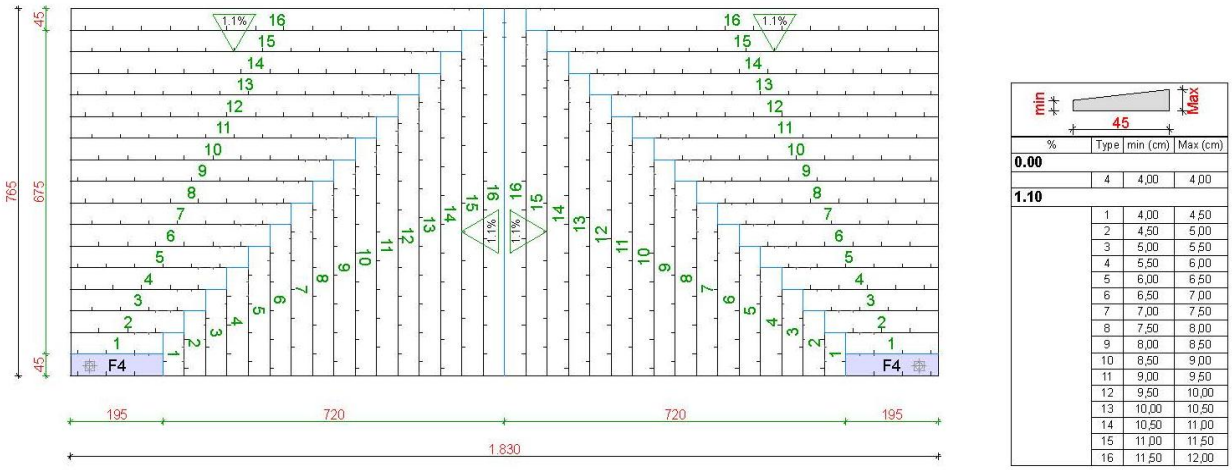


Figure 2 : plan Tapered et repérage des numéros sur panneaux FOAMGLAS® et FOAMGLAS® READY

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91



%	Type	min (cm)	Max (cm)
0.00			
	4	4,00	4,00
1.10			
	1	4,00	4,50
	2	4,50	5,00
	3	5,00	5,50
	4	5,50	6,00
	5	6,00	6,50
	6	6,50	7,00
	7	7,00	7,50
	8	7,50	8,00
	9	8,00	8,50
	10	8,50	9,00
	11	9,00	9,50
	12	9,50	10,00
	13	10,00	10,50
	14	10,50	11,00
	15	11,00	11,50
	16	11,50	12,00

Figure 3 : exemple de plan Tapered

3.4.2 Plaques pour les reliefs

Les plaques de la gamme FOAMGLAS® READY BOARD et FOAMGLAS® READY sont aussi utilisées pour les reliefs (par exemple isolation sur acrotère) et aptes à recevoir l'étanchéité de relevé soudée en pleine adhérence. Les panneaux FOAMGLAS® « nus » sont réservés au système décrit en 7.5.2.3.

3.4.3 Chanfreins en verre cellulaire

Chanfreins préfabriqués en verre cellulaire, issus de la découpe en usine de panneaux FOAMGLAS® nus, destinés au traitement des relevés d'étanchéité en pied d'ouvrage (dispositif optionnel). Leur mise en œuvre permet de substituer à un angle droit (90°) deux surfaces inclinées à 45°, limitant ainsi les concentrations de contraintes et améliorant la durabilité du système d'étanchéité.

Dimensions : 5 × 45 cm et 10 × 45 cm.

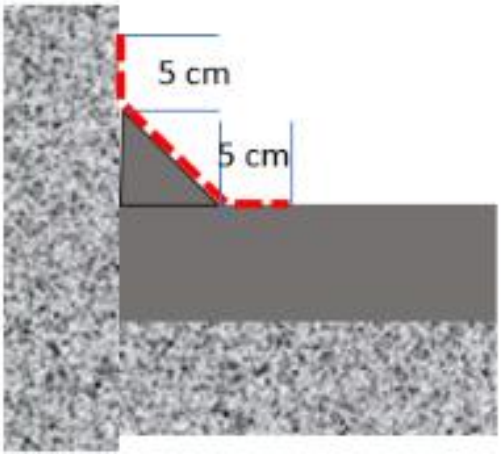


Figure 4 : schéma de principe des chanfreins

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

4 Fabrication

4.1 Isolation thermique FOAMGLAS®

4.1.1 Centre de fabrication

Le site de production du verre cellulaire FOAMGLAS®, à Tessenderlo (Belgique), est certifié EN ISO 9001 et 14001.

4.1.2 Description sommaire

Présentation du produit

Le produit FOAMGLAS® est un isolant thermique rigide en verre cellulaire, fabriqué sous forme de plaques ou de panneaux et destiné à l'isolation thermique des ouvrages du bâtiment. Sa structure à cellules fermées et sa composition minérale lui confèrent des caractéristiques adaptées aux applications nécessitant une maîtrise durable des transferts thermiques et hydriques.

Description du matériau et fabrication

L'isolant thermique en verre cellulaire FOAMGLAS® est un produit manufacturé conforme à la norme NF EN 13167+A1 relative aux produits manufacturés en verre cellulaire utilisés pour l'isolation thermique des bâtiments. Il est constitué de matériaux minéraux et ne comporte pas de liants organiques.

L'isolant FOAMGLAS® présente une structure à cellules fermées. Selon les performances déclarées pour les références concernées, le matériau présente une étanchéité à l'eau et à la vapeur d'eau, une stabilité dimensionnelle et une résistance à la compression adaptées à son domaine d'emploi. Il est imputrescible et conserve ses caractéristiques physiques et thermiques dans les conditions d'utilisation prévues par le présent dossier. La réaction au feu des produits est celle indiquée dans la Déclaration des Performances et dans les documents de certification applicables.

La fabrication est réalisée sur le site industriel de Tessenderlo, en Belgique, dont le système de management est certifié selon les référentiels EN ISO 9001 et EN ISO 14001.

Le procédé de fabrication repose sur l'utilisation de verre recyclé et de matières premières minérales sélectionnées. Les constituants sont fondus afin d'obtenir un verre homogène, puis broyés sous forme de poudre fine. Un agent moussant est ensuite incorporé au mélange avant sa mise en moule. La formulation intègre en moyenne 50 % (*) de verre recyclé, préalablement sélectionné et soumis à des contrôles qualité.

Les moules sont introduits dans des fours où le matériau subit une expansion contrôlée conduisant à la formation de sa structure cellulaire fermée. Les phases de moussage, de recuisson et de refroidissement sont automatisées et font l'objet d'un contrôle continu. Les blocs obtenus sont ensuite calibrés et découpés aux dimensions requises pour constituer les produits finis.

La fabrication fait l'objet d'un contrôle de production en usine portant notamment sur les caractéristiques dimensionnelles, la conductivité thermique, la masse volumique et la résistance à la compression. Les performances déclarées des produits sont définies conformément à la NF EN 13167+A1 et sont précisées dans les documents de certification et les Déclarations des Performances correspondant aux références retenues.

(*) Teneur moyenne pondérée en verre recyclé calculée sur la masse totale des produits finis mis sur le marché, selon la méthode du pourcentage moyen glissant définie par l'ISO 22095.

4.1.3 Contrôles de fabrication

Sur produits finis, sont notamment contrôlées : les dimensions, la résistance à la compression, la conductivité thermique, la masse volumique et la charge statique concentrée des panneaux.

L'autocontrôle est supervisé par l'UBAtc.

La fabrication du verre cellulaire FOAMGLAS® bénéficie de la certification EN ISO 9001.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

4.1.4 Conditionnement – Étiquetage

Les plaques sont conditionnées en paquets, sous film polyéthylène rétractable. Eux-mêmes ensuite conditionnés sur palettes et sous housse polyéthylène.

Chaque paquet comporte une étiquette indiquant notamment le type FOAMGLAS®, les dimensions des plaques et le sens de stockage des paquets.

Sur les paquets de plaques à forme de pente FOAMGLAS® TAPERED, est indiqué le numéro des plaques en référence au plan de calepinage (cf. Dossier Technique des DTA FOAMGLAS® collé à chaud et FOAMGLAS® TAPERED collé à chaud).

Les plaques préenduites ont la face supérieure de couleur noire, avec l'inscription FOAMGLAS® READY, la face inférieure et les chants sont nus.

4.2 Panneaux structural bois panneaux KLH®-CLT

4.2.1 Centre de fabrication

La fabrication des panneaux KLH®-CLT est exclusivement réalisée dans les usines de Teufenbach-Katsch et de Wiesenau en Autriche.

4.2.2 Description sommaire

- **Des panneaux structuraux en bois massif contrecollé-croisé KLH®-CLT**

Les panneaux KLH sont constitués de planches en bois massif, empilées en couches croisées à 90° et collées entre elles sur toute leur surface. Le nombre de couches (dénommées plis) est impair.

De ce fait, les plis extérieurs sont orientés dans la même direction. Les panneaux sont constitués de 3, 5, 7 ou 8 plis de manière standard.

L'épaisseur des panneaux KLH dépend du nombre de plis et des combinaisons possibles entre les différentes épaisseurs de planches.

Les épaisseurs des panneaux sont des valeurs nominales qui peuvent varier jusqu'à 1mm par rapport aux épaisseurs réelles.

- **D'éléments KLH®-CLT nervurés de type T ou caisson H,**

Les éléments KLH®-CLT nervurés sont des éléments de structure bois de grandes dimensions qui se composent de panneaux contrecollés KLH®-CLT formant le tablier de compression et de poutres en bois jouant le rôle de nervures.

Le procédé consiste à augmenter l'inertie du panneau KLH®-CLT grâce à l'ajout des nervures permettant de rigidifier le panneau.

Les nervures sont soit en bois lamellé collé ou bois massif reconstitué conforme à la norme NF EN 14080, soit en bois massif conforme à la norme NF EN 14081.

Ces composants (panneaux KLH®-CLT et nervures) sont collés entre eux structurellement à l'aide d'un adhésif polyuréthane ou résorcine.

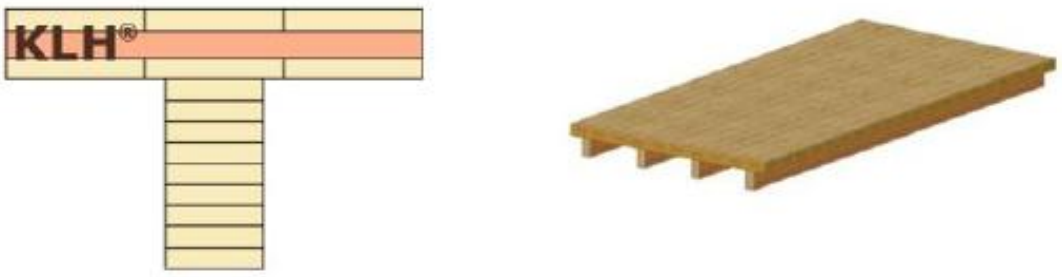


Figure 5 : Eléments KLH®-CLT nervurés de type T : Panneau KLH®-CLT type L ou Q avec nervures rapportée

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

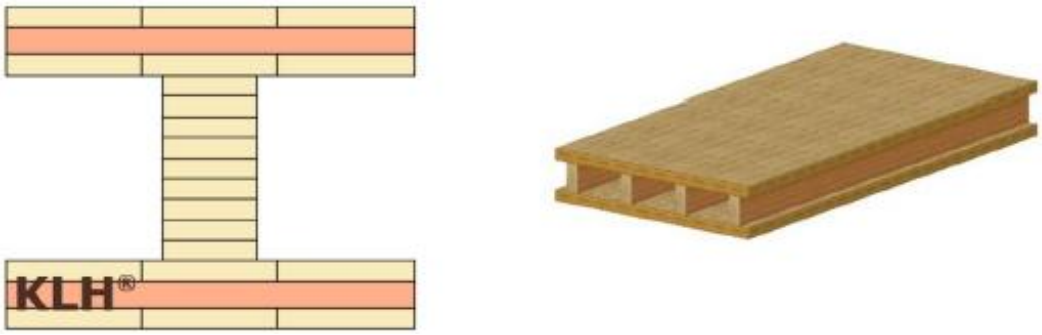


Figure 6 : caisson H : Panneau KLH®-CLT type L + nervures + Panneau KLH®-CLT type L

Description du matériau et fabrication

Le processus de fabrication des panneaux KLH®-CLT comporte les étapes suivantes :

- Stockage des planches destinées à la fabrication des panneaux à une humidité de 12 ± 2 %,

-Triage : un tri est effectué par scanner en fonction de la classe mécanique, de la qualité visuelle visible ou non.

- Aboutage d'extrémité des planches destinées à la réalisation des plis longitudinaux des panneaux,

- Rabotage des planches

- Sciage des planches aboutées à la longueur prévue des panneaux,

- Mise en place bord à bord avec ou sans encollage des planches longitudinales aboutées du premier pli (cas des panneaux de type L) ou des planches transversales non aboutées du premier pli (cas des panneaux de type Q) sur le plateau métallique plan d'un chariot mobile,

- Serrage latéral des planches longitudinales du premier pli dans le cas de la fabrication des panneaux de type L,

- Encollage de la face supérieure du premier pli par aspersion automatique à raison de 0,15 kg de colle par m^2 de surface collée, l'encollage se faisant par translation de l'ensemble du pli à encoller sous un portique de collage fixe. Les opérations de collage sont effectuées avec un enregistrement en continu de la température et de l'humidité de l'air ;

- Mise en place bord à bord des planches transversales non aboutées du second pli (cas des panneaux de type L) ou des planches longitudinales aboutées du second pli (cas des panneaux de type Q).

4.2.3 Contrôles de fabrication

La fabrication des panneaux KLH®-CLT est soumise d'une part à une procédure de contrôle interne en usine mise en œuvre par le fabricant, d'autre part à un contrôle externe assuré par l'organisme autrichien Holzforschung Austria et par le FCBA pour les panneaux nervurés.

L'autocontrôle interne et le contrôle externe garantissent notamment une résistance caractéristique au cisaillement des plans de collage.

La fabrication des panneaux KLH®-CLT bénéficie de la certification EN ISO 9001 et EN ISO 14001.

4.2.4 Conditionnement – Étiquetage

Les panneaux sont livrés directement sur site, taillés et prêts à poser. Les panneaux sont chargés sur remorques suivant l'ordre de chargement demandé par le client charpentier. Chaque panneau est équipé de sangles à usage unique pour la manutention sur chantier.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

Chaque panneau est identifié par une étiquette apposée sur la tranche indiquant :
• Le logo KLH®
• Le numéro du certificat de conformité du marquage CE
• Le numéro de l'Agrément Technique Européen
• Les deux derniers chiffres de l'année où le marquage CE a été apposé
• Les essences de bois utilisées
• La référence du panneau (n° de position, épaisseur, nombre et direction des couches, qualité)
• Le numéro de lot de fabrication.

5 Autres produits

5.1 Produits de collage

5.1.1 Enduit d'Application à Chaud (EAC)

Les enduits d'application à chaud (EAC) utilisés doivent être conformes aux DTU de la série 43 et/ou visés dans un Avis Technique ou Document Technique d'Application d'étanchéité.

Conformément aux normes P84 série 200 (référence DTU série 43), aucun travail au bitume n'est entrepris lorsque le support est humide et/ou à une température inférieure à + 2 °C.

Les températures de fusion et d'utilisation sont celles décrites dans les Fiches Techniques des bitumes. Dans le cas des bitumes modifiés le bitume est chauffé en fondoir thermostaté (avec régulateur de température cf. illustration ci-dessous).

Dans le cas de tôle d'acier nervurée, le bitume sera placé dans un bac de trempage chauffé de manière à maintenir le bitume à température sur le lieu de pose.

Le bac de trempage est situé, au plus, à 4 m du lieu de pose.



Figure 7 : Illustration d'un fondoir à bitume thermorégulé de marque Grün pour exemple

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

5.1.2 Colle à froid PC® 500

Conditionnement et stockage Bidon de 25 kg (poids net)

- Conserver au frais et au sec, dans le bidon bien fermé.
- Protéger le produit contre la chaleur et l'exposition directe aux rayons du soleil.
- Tenir à l'écart des flammes et des étincelles. Stockage : maximum 1 an.
- En conditions climatiques hivernales, les colles PC® 500 et PC® 800 sont maintenues avant emploi dans un local tempéré à une température comprise entre 15 °C et 25 °C, de manière à préserver leurs caractéristiques d'application lors de la mise en œuvre.

Consommation

Collage des plaques d'isolation thermique sur toitures plates ou en légères pentes : env. 5,0 à 7,0 kg/m^2

Propriétés

Colle PC® 500	Colle mono-composante
Base	Huiles végétales à fort pourcentage de fibres et d'autres minéraux
Consistance	Pâteux
Températures limites de service	De - 30 °C à + 80 °C
Températures limites d'application (air + substrat)	De + 5 °C à + 40 °C
Durée du traitement à 20 °C :	Plusieurs jours
Temps de prise	Plusieurs heures
Temps de séchage	Plusieurs mois
Densité	env. 1.50 kg/dm^3
Couleur	Brun foncé
Résistance à la diffusion de vapeur d'eau	μ = env. 20 000
Solubilité dans l'eau	Insoluble après séchage complet
Solvant	< 5 %

Tableau 5 – données techniques pour la colle PC® 500

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

5.1.3 Colle à froid PC® 800

Conditionnement et stockage Sac de 25 kg (poids net)

- Conserver au frais et au sec, dans le bidon bien fermé.
- Protéger le produit contre la chaleur et l'exposition directe aux rayons du soleil.
- Tenir à l'écart des flammes et des étincelles. Stockage : maximum 1 an.
- En conditions climatiques hivernales, les colles PC® 500 et PC® 800 sont maintenues avant emploi dans un local tempéré à une température comprise entre 15 °C et 25 °C, de manière à préserver leurs caractéristiques d'application lors de la mise en œuvre.

Consommation

Collage des plaques d'isolation thermique sur toitures plates ou en légères pentes : env. 4,0 à 6,0 kg/m^2

Propriétés

Colle PC® 800	Colle mono-composante
Base	Huiles naturelles et d'autres substances minérales mais sans fibre
Consistance	Pâteux
Températures limites de service	De - 40 °C à + 90 °C
Températures limites d'application (air + substrat)	De + 5 °C à + 40 °C
Durée du traitement à 20 °C :	Plusieurs jours
Temps de prise	Plusieurs heures
Temps de séchage	Plusieurs jours
Densité	env. 1.3 kg/l
Couleur	Brun foncé
Résistance à la diffusion de vapeur d'eau	μ = env. 20 000
Solubilité dans l'eau	Insoluble après séchage complet

Tableau 6 – données techniques pour la colle PC® 800

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

5.1.4 Colle à froid bitumineuse PC® 56 (uniquement pour collage des relevés)

Conditionnement et stockage Bidon de 28 kg (poids net)

- Conserver au frais et au sec, dans le bidon bien fermé.
- Protéger le produit contre la chaleur et l'exposition directe aux rayons du soleil.
- Protéger le produit contre le gel. Stockage : maximum 1 an.

Consommation

Collage des plaques d'isolation thermique : env. 5,0 à 7,0 kg/m²

Propriétés

Colle PC® 56	colle à deux composants, à prise hydraulique
Base	composant A : émulsion bitumeuse composant B : silicate de calcium, aluminate de calcium, ferrite d'aluminate de calcium
Consistance	pâteux
Températures limites de service	de - 15 °C à + 45 °C
Températures limites d'application (air+ substrat)	de + 5 °C à + 35 °C
Durée du traitement	env. 90 minutes à 20°C
Temps de prise	env. 3 heures
Temps de séchage	24 à 48h selon la température
Densité	env. 1,20 kg/dm³
Couleur	brun foncé
Résistance à la traction	0,193 N/mm²
Cohésion	Rupture cohésive dans l'isolant FOAMGLAS®
Résistance à la diffusion de vapeur d'eau	μ = env. 40 000
Solubilité dans l'eau	insoluble après séchage complet
Solvant	aucun

Tableau 7 – données techniques pour la colle PC® 56

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

5.1.5 Raclettes dentées

Dans le cadre de la mise en œuvre du procédé, l'application des colles PC®500 et PC®800 est réalisée au moyen de raclettes dentées spécifiques, destinées à répartir uniformément la colle sur le support tout en garantissant le dépôt de la quantité requise pour assurer les performances d'adhérence du système, en poussant la colle (et non, en la tirant vers soi).

Deux modèles de raclettes sont utilisés :

- La Raclette Dentée PC®500 (réf. 1235661), permettant d'obtenir une **consommation nominale de colle d'environ 6 kg/m²**
- La Raclette Dentée PC®800 (réf. 1235719), permettant d'obtenir une **consommation nominale de colle d'environ 4 kg/m²**.

Ces deux outils se distinguent par la géométrie de leur denture, notamment par le nombre et la hauteur des dents, afin d'adapter l'épaisseur du lit de colle aux caractéristiques du produit mis en œuvre.

L'utilisation de la raclette correspondant à la colle employée est recommandée afin de garantir la consommation visée et la régularité de l'encollage. Toutefois, l'emploi de la Raclette Dentée PC®500 avec la colle PC®800 demeure possible sous réserve d'une adaptation de l'angle d'application permettant d'ajuster la quantité de colle déposée sur le support. Les modalités de mise en œuvre doivent permettre d'obtenir un film de colle continu, homogène et conforme aux prescriptions du procédé.



Figure 8 : raclettes dentées PC® 500 et PC® 800

5.2 Ancrages

5.2.1 Plaquettes crantées

Les plaquettes crantées utilisées pour la fixation des têtes de lés des membranes sont fabriquées pour Pittsburgh Corning France.

Elles sont en acier galvanisé Z 350 et présentent une épaisseur de 1,5 mm (cf. figure 9).

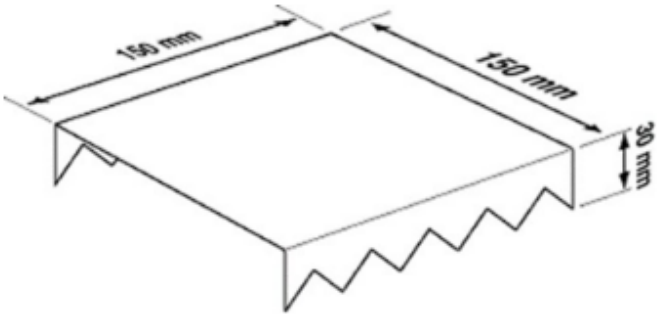


Figure 9 – Plaquette crantée FOAMGLAS® (cotes en mm)

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

5.2.2 Ancrage type F

Les ancrages PC® F en acier inoxydable AISI 304 (1.4301) sont utilisés pour la fixation des plaques FOAMGLAS® sur les relevés de hauteur supérieure à 60 cm, sans générer de ponts thermiques significatifs.

Les ancrages PC® F ne constituent pas un mode de fixation autonome des panneaux isolants. Ils sont exclusivement utilisés en complément du collage des plaques FOAMGLAS® au moyen de l'adhésif prescrit dans le procédé et ne peuvent, à eux seuls, assurer le maintien définitif de l'isolation.

Les ancrages PC® F de dimensions 0, 1 et 2 sont fournis avec leur cheville à clou et peuvent être utilisés pour la fixation mécanique complémentaire des plaques FOAMGLAS® sur certains supports en béton. L'adéquation de la fixation au support doit être vérifiée avant mise en œuvre. Le cas échéant, la fixation fournie est remplacée par une fixation compatible avec le support et justifiée par le fabricant pour l'usage considéré.

- Dimension 0, hauteur d'âme 20 mm, épaisseur de la couche d'isolation 40 mm
- Dimension 1, hauteur d'âme 30 mm, épaisseur de la couche d'isolation 50-80 mm
- Dimension 2, hauteur d'âme 60 mm, épaisseur de la couche d'isolation à partir de 90 mm

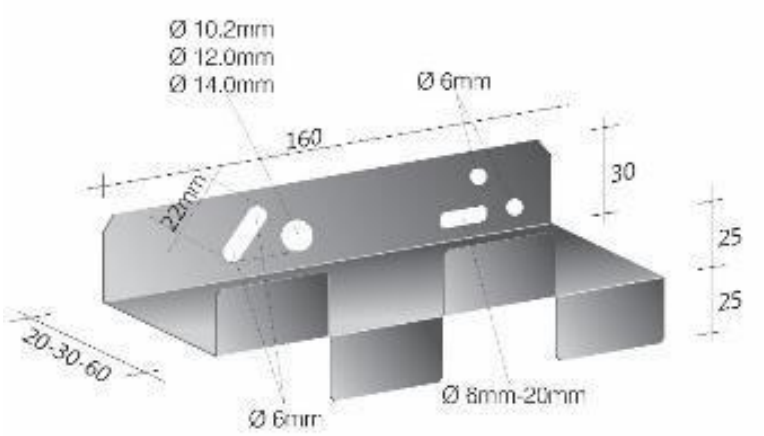


Figure 10a : cotes de l'ancrage type F

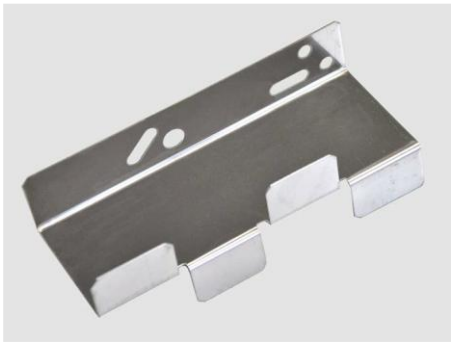


Figure 10b : photo ancrage type F

Conditionnement et stockage

Carton de 100 ancrages PC® F de gabarit 0/1/2 avec vis et cheville.

Conserver au sec et à l'abri de l'humidité.

Consommation minimale

1 ancrage PC® F par panneau au-delà de 0,60 m de hauteur de relevé.

Propriétés

Ancrage type F	inox 1.4301cf. EN 10088-2
Base	inox
Epaisseur	0,7 mm
Qualité de surface	2 B
Norme de tolérance	EN ISO 9445: 2006

Tableau 8 : données techniques pour les fixations Ancrage type F

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

5.3 Revêtements d'étanchéité

Les revêtements d'étanchéité compatibles avec le procédé « FOAMGLAS® collé au bitume chaud » bénéficient d'un Document Technique d'Application visant leur emploi sur isolant en verre cellulaire :

- Revêtements d'étanchéité bitumineux (bicouche ou monocouche).
- Revêtements d'étanchéité synthétiques.
- Revêtements asphalte.
- Revêtements mixtes.

Ils doivent présenter un classement FIT minimal I4 pour les monocouches, et I3 pour les bicouches. La mise en œuvre d'un revêtement, classé T4, soudé sur glacis de bitume, sur les panneaux FOAMGLAS®, conduit au classement T2. La membrane soudée sur panneaux READY permet de conserver le classement T4.

Dans le cas d'un revêtement d'étanchéité synthétique, une membrane bitumineuse intermédiaire doit être soudée en pleine adhérence sur les panneaux FOAMGLAS® avant la mise en place de la membrane synthétique.

La membrane bitumineuse intermédiaire est constituée d'une feuille bitumineuse de classe L4, d'épaisseur minimale 2,5 mm.

Par exception, une feuille de type BE 25 VV 50 peut être utilisée lorsque l'analyse du chantier et de la destination de l'ouvrage permet de démontrer l'absence de risque de poinçonnement ou de dégradation mécanique de la membrane, aussi bien pendant l'exécution des travaux que pendant la durée de vie du revêtement d'étanchéité. Cette vérification relève de la responsabilité de l'entreprise de mise en œuvre et/ou de la maîtrise d'œuvre.

5.4 Sous-couche bitumineuse soudée

La sous-couche bitumineuse est constituée d'une feuille bitumineuse élastomère SBS ou plastomère APP, de type BE 25 VV 50 minimum, conforme aux normes de la série NF DTU 43 ou bénéficiant d'un Document Technique d'Application (DTA) pour revêtement d'étanchéité sur supports bois. Elle doit être compatible avec les panneaux structuraux bois, CLT-KLH®. Pour recevoir les plaques isolantes FOAMGLAS®, sa face supérieure est grésée ou présente une finition compatible avec le collage ultérieur de l'isolant.

Dans le cas des toitures-terrasses accessibles aux piétons, la sous-couche est constituée d'une feuille monocouche en bitume SBS ou APP soudée en pleine adhérence sur le support CLT. Cette couche assure la protection de l'élément porteur. Elle participe à la maîtrise des transferts de vapeur d'eau au sein de l'ouvrage avant la mise en œuvre de l'isolant FOAMGLAS® et du revêtement d'étanchéité.

Les sous-couches autoadhésives avec pose éventuelle d'un primaire en pleine adhérence sont autorisées du moment que la surface de la membrane est grésée ou sablée. Dans tous les cas, on devra se référer au DTA du revêtement d'étanchéité ou à une ETN validée par un bureau de contrôle.

6 MISE EN ŒUVRE

6.1 Généralités

La mise en œuvre du procédé « FOAMGLAS® TAPERED sur panneaux CLT KLH à pente nulle » est réalisée par des entreprises qualifiées en travaux d'étanchéité, conformément aux prescriptions du présent Cahier des Prescriptions de Pose, aux Documents Techniques d'Application des composants associés ainsi qu'aux normes et règles professionnelles applicables aux ouvrages de toiture sur éléments porteurs bois.

Le support est constitué de panneaux CLT-KLH® conformes à leur Document Technique d'Application visant l'emploi en toiture. Les prescriptions relatives aux portées admissibles, à la stabilité de l'ouvrage, aux tolérances dimensionnelles et aux conditions d'utilisation du support doivent être respectées.

Selon les Règles V 65 avec modificatif n° 4 de février 2009 en système apparent, le procédé isolant « FOAMGLAS® TAPERED sur panneaux KLH® CLT de pente nulle » est limité à une dépression au vent

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

extrême de 7 250 Pa pour les panneaux FOAMGLAS® nus, et de 5 000 Pa pour les panneaux FOAMGLAS® READY surfacés.

Le procédé est destiné aux ouvrages dont la pente d'évacuation des eaux pluviales est obtenue principalement par le complexe isolant FOAMGLAS® TAPERED. Le support CLT KLH® peut être réalisé à pente nulle.

Avant le commencement des travaux, il convient de vérifier :

- La conformité du support aux documents de référence applicables ;
- La stabilité, la continuité et la planéité du support ;
- La compatibilité des tolérances du support avec les exigences du plan de pente du complexe FOAMGLAS® TAPERED ;
- L'absence d'humidité, d'eau stagnante, de givre ou de tout élément susceptible de nuire à l'adhérence des matériaux ;
- La conformité du plan de calepinage et du plan de pente transmis pour l'opération concernée.

Toute irrégularité susceptible d'altérer l'écoulement des eaux pluviales ou le bon positionnement des panneaux doit être corrigée avant la mise en œuvre de l'isolation.

Les panneaux FOAMGLAS® doivent être stockés à l'abri des intempéries et protégés contre toute détérioration avant leur mise en œuvre. Les travaux d'étanchéité sont réalisés à l'avancement de manière à assurer en permanence la mise hors d'eau de l'ouvrage.

Protection des zones de circulation

Pendant la durée des travaux, les zones de circulation, de roulage, de manutention et d'approvisionnement doivent être organisées de manière à ne pas détériorer le support, la sous-couche bitumineuse ou les panneaux FOAMGLAS® en cours de mise en œuvre. Lorsque nécessaire, des protections temporaires adaptées ou des dispositifs de répartition des charges doivent être mis en place conformément aux Documents Particuliers du Marché.

6.2 Mise en œuvre préalable du support

Les panneaux KLH®-CLT, nervurés ou non, ainsi que les reliefs et pièces complémentaires associés sont mis en œuvre par le lot Structure ou Charpente conformément aux prescriptions de leur document technique de référence. Les réservations, percements et renforcements nécessaires doivent être définis dans les plans d'exécution et réalisés par ce même lot. Aucun percement, aucune réservation ni modification des panneaux ne doit être effectué par le lot Étanchéité.

Avant la mise en œuvre du complexe d'isolation et d'étanchéité, le support doit faire l'objet d'une acceptation contradictoire entre les lots Structure et Étanchéité. Pour les éléments KLH®-CLT nervurés, cette acceptation s'inscrit dans le Plan d'Assurance Qualité établi conformément au paragraphe 8.3 du e-Cahier du CSTB n° 3814 et donne lieu à l'établissement d'une fiche de réception du support.

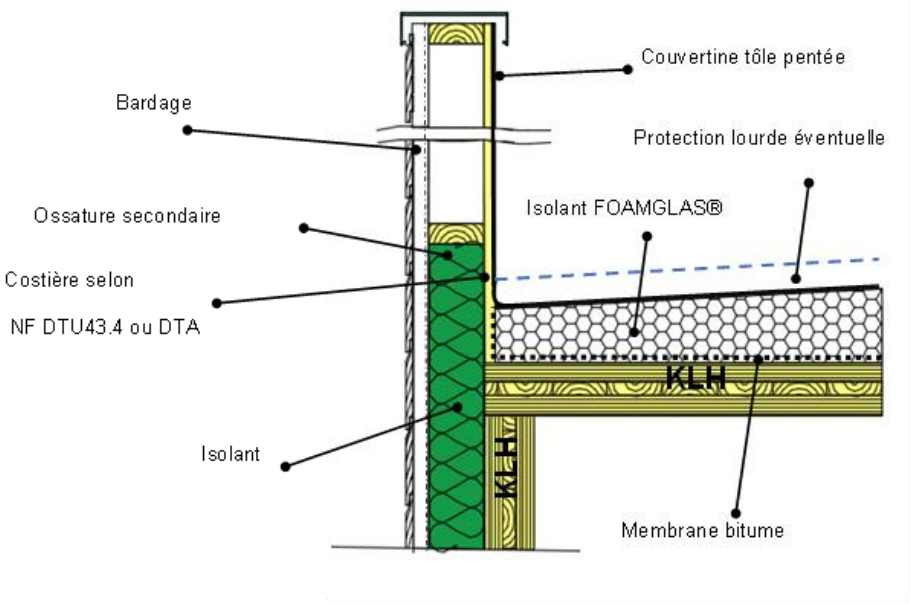
Le support doit être stable, plan, propre, sec et exempt de poussières, de givre, d'eau libre, d'huile, de graisse ou de toute substance susceptible de nuire à l'adhérence des constituants. Le désaffleurement entre panneaux adjacents doit être inférieur à 2 mm et leur ouverture inférieure à 10 mm. Les têtes de fixation ne doivent présenter aucune saillie. Les trous laissés par les dispositifs de manutention doivent être rebouchés lorsque leur diamètre est supérieur à 10 mm.

La siccité du support doit être contrôlée avant la mise en œuvre du complexe. L'humidité des panneaux, mesurée à l'aide d'un humidimètre conformément à la NF EN 13183-2, ne doit pas être supérieure à 20 %. Les résultats des contrôles doivent être formalisés et transmis au maître d'œuvre. Toute non-conformité doit être traitée conformément aux prescriptions du document technique de référence applicable avant la poursuite des travaux.

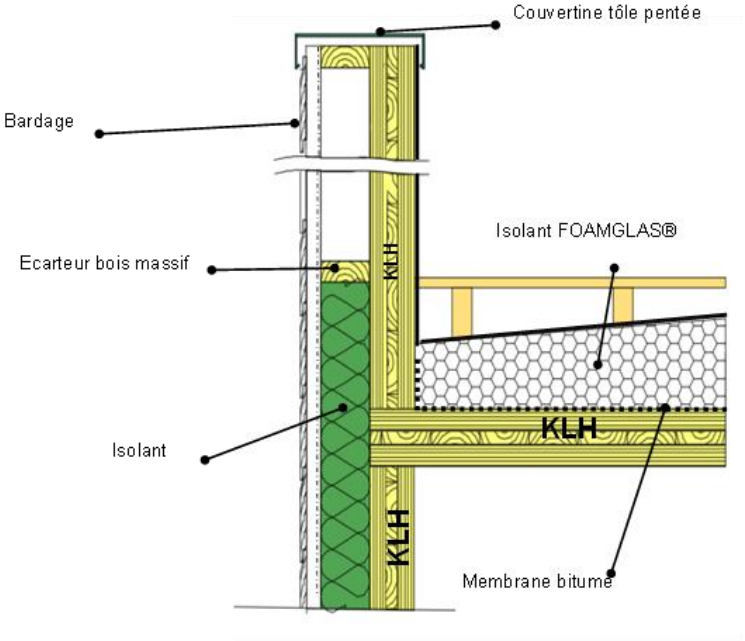
Après traitement des joints conformément au e-Cahier du CSTB n° 3814, le support reçoit un enduit d'imprégnation à froid, puis une sous-couche bitumineuse compatible avec le collage des panneaux FOAMGLAS®. Ces produits sont mis en œuvre conformément au Document Technique d'Application du système d'étanchéité retenu.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

En cas de réfection totale du complexe d'étanchéité, une étude préalable doit vérifier la teneur en humidité ainsi que l'état sanitaire et structurel des panneaux KLH®-CLT avant la mise en œuvre du nouveau complexe.



Figures 11 – Coupe de principe en terrasse inaccessible, sur élément porteur KLH (nervuré ou pas)



Figures 12 – Coupe de principe en terrasse accessible, sur élément porteur KLH (nervuré ou pas)

NB : L'isolation thermique de la façade n'est pas visée dans le présent document.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

6.3 Mise en œuvre de la sous-couche sur panneaux KLH®-CLT

6.3.1 Généralités

La présente disposition s'applique à la réalisation de la sous-couche bitumineuse destinée à recevoir le collage des panneaux isolants FOAMGLAS® sur support constitué de panneaux structuraux en bois contrecollé-croisé (CLT). La sous-couche assure la protection de l'élément porteur et constitue le support de collage de l'isolant. Sa mise en œuvre est réalisée conformément au NF DTU 43.4, au e-Cahier du CSTB n°3814 ainsi qu'au Document Technique d'Application de la feuille bitumineuse utilisée.

La sous-couche est constituée d'une feuille bitumineuse en bitume modifié SBS ou APP, bénéficiant d'un Document Technique d'Application visant la pose directe sur supports en bois ou panneaux à base de bois. La face supérieure de la feuille est grésée ou sablée afin d'être compatible avec le collage ultérieur des panneaux FOAMGLAS®.

6.3.2 Réception et préparation du support

Avant la mise en œuvre de la sous-couche, les panneaux CLT doivent présenter :

- Un désaffleurement maximal de 2 mm entre panneaux adjacents ;
- Une ouverture maximale de 10 mm entre panneaux ;
- Une surface propre, sèche et exempte de toute souillure ;
- L'absence de têtes de fixation saillantes ;
- Une pente conforme aux prescriptions du projet.

Les trous résultant des dispositifs de manutention d'un diamètre supérieur à 10 mm sont rebouchés avant intervention. Les panneaux CLT reçoivent ensuite un Enduit d'Imprégnation à Froid (EIF) appliqué conformément au Document Technique d'Application de la feuille bitumineuse employée.

6.3.3 Traitement des joints

Lorsque l'ouverture entre panneaux ou entre languettes et panneaux est supérieure à 2 mm, les joints sont préalablement pontés conformément aux prescriptions du e-Cahier du CSTB n°3814 et du système d'étanchéité retenu.

6.3.4 Mise en œuvre de la sous-couche bitumineuse

La feuille bitumineuse est déroulée sur le support préparé puis soudée au chalumeau à flamme en pleine adhérence sur les panneaux CLT après application d'un EIF Enduit d'Imprégnation à Froid.

Les lés sont disposés conformément au plan de calepinage du chantier. Les recouvrements longitudinaux et transversaux sont réalisés conformément aux dispositions du Document Technique d'Application de la feuille utilisée.

La soudure doit permettre d'obtenir une adhérence continue de la feuille sur le support, sans cloques, plis ou zones de décollement. Une attention particulière est portée aux jonctions entre panneaux, aux relevés ainsi qu'aux points singuliers.

Dans le cas d'une feuille bitumineuse autoadhésive, la mise en œuvre en pleine adhérence avec pose préalable d'un primaire sera conforme au DTA du revêtement d'étanchéité ou à une ETN validée par bureau de contrôle.

6.3.5 Cas des terrasses accessibles

Lorsque l'ouvrage relève du domaine des terrasses accessibles aux piétons et au séjour, la sous-couche est constituée d'une feuille monocouche en bitume SBS ou APP, sans autoprotection, soudée en pleine adhérence sur le support CLT après pontage des joints lorsque nécessaire. Cette feuille assure la protection de l'élément porteur.

6.3.6 Cas des systèmes à pente nulle avec FOAMGLAS® TAPERED

Dans les systèmes à pente nulle réalisés à l'aide de panneaux FOAMGLAS® TAPERED, les panneaux CLT reçoivent une feuille bitumineuse à face supérieure grésée, soudée en pleine adhérence sur le support. Cette feuille constitue le support direct du collage des panneaux FOAMGLAS® TAPERED.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

Les panneaux FOAMGLAS® sont ensuite collés en plein à l'Enduit d'Application à Chaud (EAC), conformément aux prescriptions du procédé sous Avis Technique « FOAMGLAS® collé à chaud » ou à la colle à froid, conformément au « CPP FOAMGLAS® collé à froid sur béton et bois ».

6.3.7 Vérifications préalables au collage des panneaux FOAMGLAS®

Avant le démarrage du collage des panneaux FOAMGLAS®, l'entreprise vérifie :
- La continuité de la sous-couche ;
- La conformité des recouvrements ;
- L'absence de défaut de soudure ou de décollement ;
- La continuité des relevés ;
- La présence d'une finition grésée ou sablée compatible avec le collage du verre cellulaire.

La surface obtenue doit constituer un support continu, propre et compatible avec le collage en plein des panneaux FOAMGLAS® au moyen de l'EAC.

6.4 Mise en œuvre des panneaux FOAMGLAS® TAPERED

6.4.1 Mise en œuvre des panneaux FOAMGLAS® TAPERED collés sur sous-couche bitumineuse soudée sur CLT

Les panneaux FOAMGLAS® TAPERED sont collés en pleine surface sur la sous-couche bitumineuse préalablement mise en œuvre conformément aux prescriptions du présent Cahier des Prescriptions de Pose.

La sous-couche bitumineuse doit être propre, sèche, adhérente à son support, exempte de plis, de cloques, d'humidité et de toute souillure susceptible de nuire à l'adhérence du complexe isolant.

Les panneaux sont mis en œuvre conformément au plan de calepinage et au plan de pente établis pour l'ouvrage. Ils sont disposés en rangées régulières, à joints décalés, de manière à assurer la continuité de l'isolation thermique et la conformité des formes de pente prévues.

6.4.1.1 Collage des panneaux

Le collage des panneaux FOAMGLAS® TAPERED est réalisé selon l'un des procédés suivants :

- Collage à chaud à l'Enduit d'Application à Chaud (EAC) ;
- Collage à froid à l'aide de la colle PC® 800.

6.4.1.1.1 Collage à chaud à l'EAC

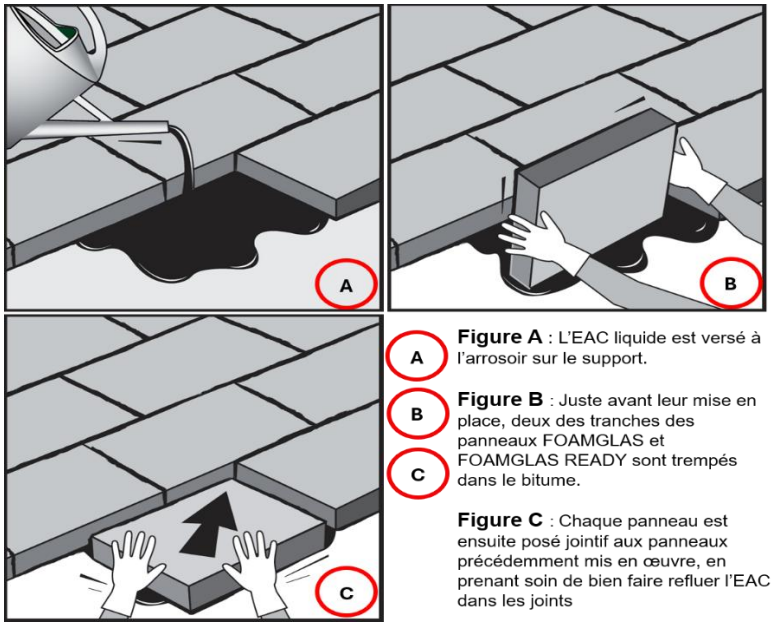


Figure A : L'EAC liquide est versé à l'arrosoir sur le support.

Figure B : Juste avant leur mise en place, deux des tranches des panneaux FOAMGLAS et FOAMGLAS READY sont trempés dans le bitume.

Figure C : Chaque panneau est ensuite posé jointif aux panneaux précédemment mis en œuvre, en prenant soin de bien faire refluer l'EAC dans les joints

Figures 13 – Principe de pose des panneaux FOAMGLAS® et FOAMGLAS® READY à l'EAC

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

Conditions d'application de l'EAC

L'EAC est chauffé dans un fondoir thermorégulé conformément aux prescriptions du fabricant afin d'obtenir un bitume suffisamment fluide pour assurer :
- L'adhérence complète en sous-face ;
- Le collage latéral entre panneaux ;
- Le reflux du bitume dans les joints.

Aucun travail au bitume ne doit être entrepris lorsque :
- Le support est humide ;
- La température du support est inférieure à +2 °C ;
- Les conditions météorologiques sont incompatibles avec une mise en œuvre correcte du procédé.

Les températures de chauffe et d'utilisation de l'EAC doivent être conformes aux prescriptions figurant dans les fiches techniques du fabricant. Le maintien de ces températures est assuré au moyen d'un fondoir équipé d'un dispositif de régulation thermique.

Principe de collage des panneaux FOAMGLAS®

Les panneaux FOAMGLAS® sont collés en pleine adhérence sur la sous-couche bitumineuse soudée selon le principe utilisé pour les supports en maçonnerie et bois.

La mise en œuvre est réalisée selon la séquence suivante :
a) Versement de l'EAC liquide sur la sous-couche bitumineuse au moyen d'un arrosoir de couvreur.
b) Trempage dans l'EAC de deux chants adjacents du panneau immédiatement avant sa pose.
c) Positionnement du panneau sur l'EAC encore fluide.
d) Pression manuelle du panneau afin de provoquer le reflux du bitume dans les joints.
e) Pose des panneaux suivants à joints serrés et en quinconce.

Le principe de pose est illustré dans le DTA du procédé.

Quantité minimale d'EAC

La quantité minimale d'EAC destinée au collage et au remplissage des joints est de : 5 kg/m² minimum par couche d'isolation (dans le cas d'un isolant d'épaisseur égale à 10 cm).

Cette consommation ne comprend pas le glacis bitumineux éventuellement réalisé ultérieurement sur les panneaux FOAMGLAS® nus avant soudage du revêtement d'étanchéité.

Pose en lits multiples

Lorsque l'épaisseur d'isolation requise nécessite plusieurs lits :
- Le premier ou les premiers lits, sont constitués de panneaux FOAMGLAS® nus ;
- Chaque lit est collé à chaud ;
- Les panneaux sont posés à joints croisés ;
- Les joints entre lits successifs sont systématiquement décalés ;
- L'épaisseur totale du complexe isolant peut atteindre 540 mm.

Traitement des joints

Tous les joints entre panneaux et tous les interstices au droit des émergences, relevés, costières ou équipements traversants doivent être intégralement remplis à l'EAC.

L'objectif est d'obtenir :
- Une continuité parfaite du pare-vapeur ;
- Une continuité parfaite de l'isolation thermique ;
- Un support continu et homogène pour l'étanchéité.

Les éventuels manques localisés peuvent être complétés par un apport d'EAC en surface avant la réalisation du glacis.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

Contrôles de mise en œuvre

Avant exécution du revêtement d'étanchéité, l'entreprise vérifie :
- L'adhérence de chaque panneau ;
- L'absence de déplacement ou de basculement ;
- Le remplissage complet des joints ;
- Le respect du calepinage ;
- La continuité de l'isolation au droit des relevés et pénétrations ;
- L'absence d'humidité sous les panneaux.

Protection immédiate et revêtement d'étanchéité

Le revêtement d'étanchéité ou au minimum sa première couche doit être exécuté à l'avancement du chantier afin d'éviter toute exposition prolongée du complexe isolant aux intempéries.

Dans le cas des panneaux FOAMGLAS® nus, un glacis d'EAC refroidi est réalisé à raison d'environ **2 kg/m² minimum** avant soudage du revêtement bitumineux.

Les panneaux FOAMGLAS® READY reçoivent directement le revêtement d'étanchéité soudé sur leur face surfacée bitume.

Cette disposition garantit la continuité de l'étanchéité, de la fonction pare-vapeur et de la cohésion mécanique du complexe de toiture sur support CLT.

6.4.1.1.2 Collage à froid à la colle PC® 800



Figure 14a – verser la colle sur le support

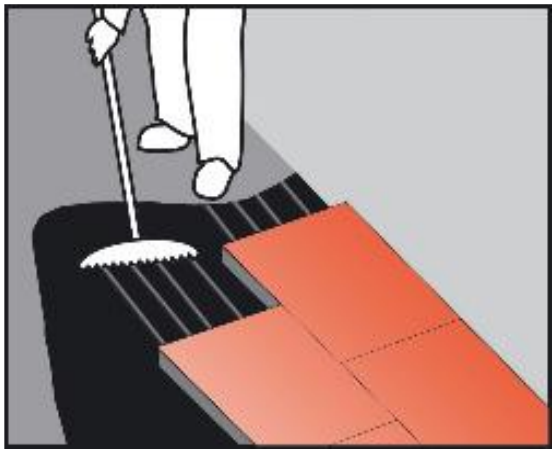
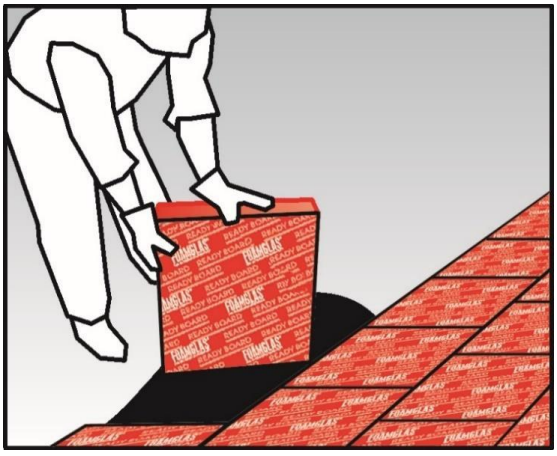


Figure 14b – étaler la colle avec une spatule crantée



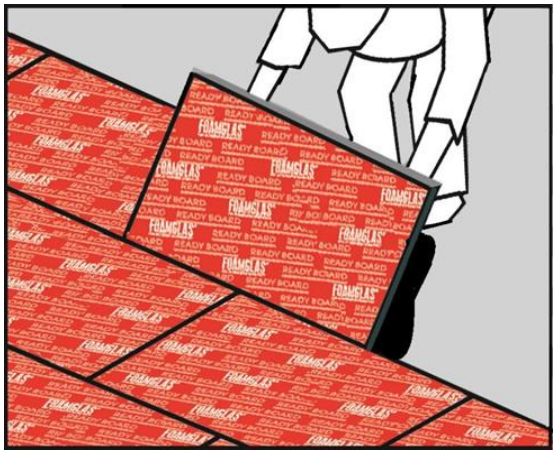


Figure 14c et 14d – pose de la plaque isolante, les deux bords de la plaque sont trempés dans la colle

Les plaques isolantes FOAMGLAS® sont collées en pleine adhérence à l'aide de la colle thixotrope monocomposant sans solvant et sans eau à base d'huiles naturelles PC® 800, prête à l'emploi. Le procédé

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

de référence est la colle PC®800. La colle PC®500 peut être utilisée dans les mêmes conditions lorsque les prescriptions de son domaine d'emploi sont respectées. L'utilisation de toute autre colle à froid devra faire l'objet d'une validation préalable

Avant utilisation, la colle est homogénéisée par malaxage manuel ou mécanique lent afin de rétablir sa consistance d'application.

Afin de faciliter sa mise en œuvre par temps frais, la colle doit être stockée dans un local tempéré, à une température comprise entre 15 °C et 25 °C, pendant au moins 24 heures avant son emploi.

Préparation du support

Le support doit être :

- Sec ;
- Propre ;
- Cohésif ;
- Exempt de poussière ;
- Exempt d'huile, de graisse ou d'humidité libre ;
- Conforme aux prescriptions du présent Cahier des Prescriptions de Pose.

Les surfaces contaminées par des huiles, produits de cure ou substances susceptibles de nuire à l'adhérence doivent faire l'objet d'un traitement préalable adapté.

Application de la colle

La colle est versée directement sur le support par zones successives correspondant à la surface pouvant être recouverte dans le temps ouvert de la colle.

Elle est ensuite répartie uniformément à l'aide d'une raclette dentée PC® 800 ou d'un outil équivalent permettant d'obtenir la consommation prescrite.

L'application doit être réalisée en poussant la colle devant la raclette afin d'obtenir un lit continu et homogène.

La consommation totale de colle, comprenant le collage du support et le remplissage des joints, est comprise entre : 4 et 6 kg/m² selon l'état du support, la rugosité de surface et les conditions de chantier.

Traitement des joints

Deux chants adjacents de chaque panneau FOAMGLAS® sont préalablement enduits de colle PC® 800 par immersion dans la colle fraîchement répartie sur le support ou par application directe.

L'ensemble de la surface des chants doit être enduit de manière à assurer :

- La continuité du collage ;
- L'étanchéité à la vapeur au niveau des joints ;
- La continuité du pare-vapeur constitué par les panneaux FOAMGLAS® à joints traités.

Pose des panneaux

Chaque panneau est posé dans la colle fraîche puis serré contre les panneaux déjà en place.

Les plaques sont disposées en rangées parallèles, à joints alternés, avec serrage maximal des joints.

La mise en œuvre doit permettre d'obtenir :

- Un collage continu en sous-face ;
- Un remplissage intégral des joints sur toute leur hauteur ;
- L'absence de vide significatif susceptible de compromettre les performances du procédé.

L'opération est renouvelée progressivement jusqu'à couvrir la totalité de la surface à traiter.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

Cas de la pose multicouche

Lorsque la mise en œuvre comporte plusieurs lits d'isolant :

- Chaque lit est posé en quinconce ;
- Les joints de deux lits successifs sont décalés ;
- Les joints sont intégralement remplis de colle PC® 800 ;
- Seul le lit supérieur est constitué de panneaux FOAMGLAS® READY, sauf dispositions particulières prévues par le présent Cahier des Prescriptions de Pose.

Utilisation du PC® ACTIVATOR SPRAY

Lors de l'application de la colle PC® 800 sur :

- Une sous-couche bitumineuse ;
- Une ancienne étanchéité bitumineuse conservée ;
- Une surface existante de panneaux FOAMGLAS® ;
- Toute surface fermée ou faiblement absorbante ;

Un primaire d'activation de type PC® ACTIVATOR SPRAY est appliqué préalablement sur la zone concernée conformément aux prescriptions du fabricant.

L'application de la colle PC® 800 doit intervenir tant que l'activateur demeure actif.

Conditions de chantier

Aucun travail ne doit être entrepris lorsque :

- La température du support ou de l'air est inférieure à **+5 °C** ;
- Le support est gelé ;
- De l'eau libre est présente ;
- Des précipitations sont en cours.

Les panneaux doivent être protégés contre les intempéries pendant toute la durée du chantier.

Le revêtement d'étanchéité ou sa première couche doit être réalisé à l'avancement de manière à limiter les risques d'humidification accidentelle du système.

Contrôle du collage

L'entreprise vérifie régulièrement :

- La continuité du lit de colle ;
- Le transfert correct de la colle entre le support et le panneau ;
- Le remplissage effectif des joints ;
- Le respect des consommations prescrites.

Toute plaque présentant un défaut de collage ou un remplissage insuffisant des joints doit être déposée et reposée.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

Circulation sur les panneaux

Sous des conditions normales de température et d'humidité, la circulation sur les panneaux est admise environ **une heure après la pose**.

Ce délai peut être augmenté lorsque les conditions climatiques ralentissent la prise de la colle.

6.4.2 Chanfreins et raccordements sur reliefs

Lorsque des chanfreins sont prévus en pied de relevé, ceux-ci sont réalisés au moyen d'éléments compatibles avec le procédé FOAMGLAS®. Les éléments FOAMGLAS® READY sont collés au bitume chaud après activation préalable de leur face de collage conformément aux prescriptions du fabricant. La continuité du collage et de la fonction pare-vapeur doit être assurée sur l'ensemble du raccordement.

6.5 Mise en œuvre du revêtement d'étanchéité en partie courante

6.5.1 Généralités

Après mise en œuvre de la sous-couche bitumineuse soudée et du procédé d'isolation thermique FOAMGLAS® conformément aux prescriptions du présent Cahier des Prescriptions de Pose, le revêtement d'étanchéité est exécuté en partie courante selon les dispositions prévues par le Document Technique d'Application du système d'étanchéité retenu et conformément aux prescriptions du NF DTU 43.4 relatives aux toitures sur éléments porteurs en bois et panneaux à base de bois.

Le revêtement d'étanchéité constitue la couche d'étanchéité définitive assurant la protection de l'ouvrage contre les infiltrations d'eau. Sa nature, sa composition et son épaisseur sont déterminées en fonction de la destination de la toiture, de sa pente, de son exposition ainsi que des sollicitations mécaniques prévues en service.

Seuls les systèmes d'étanchéité bénéficiant d'un Document Technique d'Application valide ou d'une Enquête de Technique Nouvelle validée par un Bureau de Contrôle, pour une mise en œuvre sur le procédé d'isolation FOAMGLAS® peuvent être utilisés.

6.5.2 Nature du revêtement

Le revêtement d'étanchéité est constitué :

- Soit d'un monocouche ou bicouche bitumineux ;

Les membranes utilisées sont à base de bitume élastomère SBS ou de bitume plastomère APP et disposent des performances adaptées à la destination de l'ouvrage.

- Soit de membranes synthétiques ;

Les membranes synthétiques sont mises en œuvre par collage, soudage ou par autoadhésivité, conformément à leurs documents de références (ATec, DTA ou ETN validés à la date du chantier). Une membrane bitumineuse aura été préalablement soudée en pleine adhérence sur les panneaux FOAMGLAS®.

La membrane bitumineuse intermédiaire mise en œuvre sur les panneaux d'isolation FOAMGLAS® est de préférence constituée d'une feuille bitumineuse de classe L4, d'épaisseur minimale 2,5 mm.

L'utilisation d'une feuille de type BE 25 VV 50 est admise sous réserve que les conditions de mise en œuvre et d'exploitation de l'ouvrage ne soient pas susceptibles de générer de sollicitations mécaniques pouvant entraîner le poinçonnement de la membrane. Cette disposition est limitée aux cas où l'absence de risque de détérioration de la feuille a été préalablement vérifiée, tant pendant les opérations de chantier que durant la durée de service du système d'étanchéité.

Le choix de la membrane doit être adapté à la destination de la toiture, aux conditions d'exploitation prévisibles et aux charges susceptibles d'être appliquées sur l'ouvrage.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

6.5.3 Cas des panneaux FOAMGLAS® nus

Sur les panneaux FOAMGLAS® nus, un glacis continu d'EAC refroidi est réalisé préalablement à la pose du revêtement d'étanchéité. Ce glacis a pour fonction de fermer les pores superficiels du verre cellulaire et de constituer une surface régulière permettant le soudage du revêtement.

La consommation minimale d'EAC destinée à la réalisation du glacis est de 2 kg/m². La totalité de la surface des panneaux doit être recouverte de manière uniforme.

Après refroidissement du glacis, le revêtement d'étanchéité est soudé en pleine adhérence selon les prescriptions de son DTA.

6.5.4 Cas des panneaux FOAMGLAS® READY

Les panneaux FOAMGLAS® READY, préenduits en usine d'un revêtement bitumineux, reçoivent directement le revêtement d'étanchéité par soudage en pleine adhérence.

Aucun glacis complémentaire n'est requis. La membrane est soudée directement sur le parement bitumineux du panneau selon les prescriptions du Document Technique d'Application du revêtement concerné.

6.5.5 Mise en œuvre du revêtement

La mise en œuvre du revêtement d'étanchéité est réalisée conformément aux prescriptions du fabricant du système d'étanchéité et aux dispositions de son Document Technique d'Application ou ETN validés.

Les membranes sont déroulées à plat sur le support constitué par l'isolant FOAMGLAS® préalablement collé et parfaitement adhérent à la sous-couche bitumineuse.

Les recouvrements longitudinaux et transversaux sont exécutés conformément aux valeurs minimales définies par le DTA du système d'étanchéité. La continuité de la soudure et la parfaite adhérence des joints doivent être vérifiées au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

Les conditions climatiques lors de la mise en œuvre doivent être compatibles avec les prescriptions du fabricant. Les travaux sont interrompus en cas d'intempéries susceptibles de compromettre la qualité des soudures ou l'adhérence des membranes.

6.5.5.1 Revêtements bitumineux

Les revêtements bitumineux monocouches ou bicouches sont mis en œuvre conformément aux prescriptions de leur DTA.

La pose s'effectue en pleine adhérence :

- Par soudage sur glacis d'EAC refroidi dans le cas des panneaux FOAMGLAS® nus ;
- Par soudage direct dans le cas des panneaux FOAMGLAS® READY.

Les largeurs de recouvrement des lés, les traitements des joints, relevés, émergences et accessoires sont réalisés conformément aux prescriptions du système d'étanchéité considéré et aux NF DTU de la série 43 applicables.

6.5.5.2 Revêtements synthétiques

Les membranes synthétiques peuvent être utilisées lorsqu'elles bénéficient d'un Document Technique d'Application ou d'une ETN validée par un bureau de contrôle, visant explicitement leur emploi sur isolant en verre cellulaire.

Une sous-couche bitumineuse intermédiaire est mise en œuvre, soudée en plein au chalumeau d'étancheur sur glacis refroidi ou sur panneaux FOAMGLAS® READY.

La membrane intermédiaire est constituée d'une feuille manufacturée à base de bitume modifié SBS ou APP, d'épaisseur minimale 2,5 mm, armée au minimum d'un voile de verre VV 50, bénéficiant d'un Document Technique d'Application en vigueur pour l'emploi considéré. Afin de garantir une meilleure résistance aux sollicitations de chantier et en service, l'utilisation d'une membrane de classement L4 est fortement recommandée.

Le revêtement synthétique est ensuite mis en œuvre, par collage, soudage ou autoadhésivité, selon les préconisations de son document technique de référence (ATec, DTA, ATEx ou ETN).

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

6.5.5.3 Cas particulier d'un revêtement indépendant

Avant la mise en œuvre d'un revêtement d'étanchéité indépendant, bitumineux ou synthétique, uniquement sous protection lourde, une sous-couche bitumineuse, définie au chapitre 6.5.5.2, sera soudée en pleine adhérence sur isolation thermique.

6.5.6 Cas des toitures sous protection lourde

Pour les toitures inaccessibles sous protection lourde, techniques ou accessibles, le revêtement d'étanchéité est réalisé conformément aux Règles professionnelles « Étanchéité sous protection lourde ».

La protection rapportée (gravillons, dalles sur plots, dallage ou complexe circulable) ne peut être mise en œuvre qu'après réception du revêtement d'étanchéité et vérification de sa conformité.

6.5.7 Contrôle de réalisation

L'entreprise d'étanchéité procède aux vérifications suivantes :

- Conformité des produits mis en œuvre ;
- Respect des recouvrements prescrits ;
- Continuité des soudures ;
- Absence de plis, cloques ou défauts d'adhérence ;
- Traitement conforme des raccordements et relevés ;
- Conformité du revêtement aux prescriptions des Documents Techniques applicables.

Tout défaut constaté doit être repris avant poursuite des travaux ou mise en œuvre des protections éventuelles.

7 TRAITEMENT DES POINTS SINGULIERS

7.1 Généralités

Le présent chapitre définit les dispositions particulières applicables au traitement des points singuliers du procédé sur éléments porteurs en panneaux structuraux bois de type CLT.

Les points singuliers comprennent notamment :

- Les relevés d'étanchéité ;
- Les acrotères et costières ;
- Les rives et bas de pente ;
- Les entrées d'eaux pluviales et les trop-pleins ;
- Les joints de dilatation ;
- Les pénétrations, traversées et émergences ;
- Les supports d'équipements techniques ;
- Les raccordements avec les ouvrages adjacents.

Les éléments porteurs en panneaux KLH®-CLT doivent être conformes à leur Document Technique d'Application visant leur emploi comme éléments porteurs de systèmes d'étanchéité de toiture et relever des dispositions du Cahier du CSTB 3814. La pente minimale, le domaine d'emploi, les critères de dimensionnement et les éventuelles restrictions d'emploi sont ceux définis dans le Document Technique d'Application du procédé CLT considéré.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

Le traitement des points singuliers est réalisé conformément :

- Au Document Technique d'Application de l'élément porteur KLH®-CLT ;
- Au Cahier du CSTB 3814 ;
- Aux normes NF DTU de la série 43 applicables ;
- Au Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité associé ;
- Aux prescriptions du présent Cahier des Prescriptions de Pose.

Les dispositions constructives doivent assurer la continuité de l'isolation thermique, de la sous-couche bitumineuse soudée, du collage des panneaux isolants et du revêtement d'étanchéité.

Lorsque le complexe FOAMGLAS® assure également la fonction de barrière à la vapeur d'eau, la continuité de cette fonction doit être maintenue au droit de l'ensemble des points singuliers.

Les points singuliers doivent être définis dans les documents d'exécution avant le commencement des travaux. Toute adaptation non prévue par le présent CPP doit faire l'objet d'une validation préalable par le bureau d'études compétent et par le service technique du titulaire du procédé.

7.2 Dispositions applicables au support KLH®-CLT

Avant la mise en œuvre du complexe, l'entreprise d'étanchéité vérifie la conformité de l'élément porteur CLT aux prescriptions du Document Technique d'Application dont il relève.

Le support doit être :
- Stable et dimensionné pour les sollicitations de l'ouvrage ;
- Propre, sec et exempt d'humidité libre ;
- Dépoussiéré ;
- Plan et sans désaffleurement incompatible avec la mise en œuvre du complexe ;
- Exempt de gonflement, de délamination ou d'altération biologique ;
- Exempt de graisse, d'huile ou de tout produit susceptible de compromettre l'adhérence de la sous-couche bitumineuse.

Les réservations, percements et renforcements nécessaires à la réalisation des points singuliers doivent être définis dans les documents d'exécution de la structure.

Toute découpe ou modification du panneau CLT non prévue dans les plans d'exécution doit être soumise à l'accord préalable du concepteur de la structure ou du titulaire du procédé CLT.

7.3 Sous-couche bitumineuse soudée

L'élément porteur CLT reçoit systématiquement une sous-couche bitumineuse soudée avant la mise en œuvre des panneaux FOAMGLAS® ou FOAMGLAS® READY.

La sous-couche bitumineuse doit être visée par un Document Technique d'Application autorisant sa mise en œuvre sur panneaux CLT. Sa nature, son mode de pose, la préparation du support et le traitement de ses recouvrements sont conformes à ce document ainsi qu'au Document Technique d'Application de l'élément porteur CLT. Sa mise en œuvre est conforme aux paragraphes 6.3.4 et 6.3.5.

La sous-couche est mise en œuvre de manière continue. Elle est raccordée aux reliefs, costières, entrées d'eaux pluviales, pénétrations et autres ouvrages singuliers conformément aux dispositions prévues dans les documents techniques de référence.

Lorsque la sous-couche est utilisée comme étanchéité provisoire, cet usage doit être expressément admis par son Document Technique d'Application.

La répartition des résistances thermiques de part et d'autre de la sous-couche soudée est vérifiée conformément au paragraphe 7.3 et à l'annexe B du Cahier du CSTB 3814.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

7.4 Dispositions générales applicables à l'isolation

Les panneaux isolants sont découpés et ajustés au plus près des reliefs, costières, entrées d'eaux pluviales, pénétrations et autres ouvrages émergents.

Les découpes doivent être régulières et ne doivent pas altérer les panneaux adjacents.

Les joints entre panneaux ainsi que les raccordements avec les ouvrages singuliers sont entièrement remplis avec le produit de collage prévu par le procédé.

Les espaces accidentels de largeur supérieure à 5 mm sont comblés au moyen de pièces de verre cellulaire découpées aux dimensions nécessaires et collées avec le produit prévu pour la partie courante.

Le remplissage de ces espaces par la seule colle ou par un produit de calfeutrement étranger au procédé n'est pas admis.

Les panneaux cassés, endommagés, insuffisamment collés ou présentant un défaut susceptible d'altérer les performances du complexe doivent être déposés et remplacés avant la mise en œuvre du revêtement d'étanchéité.

7.5 Relevés d'étanchéité

7.5.1 Dispositions générales

L'isolation thermique des acrotères, costières et autres reliefs est réalisée au moyen de panneaux en verre cellulaire visés par le présent CPP et aptes à recevoir le relevé d'étanchéité prévu. Les panneaux FOAMGLAS® READY peuvent être remplacés par des panneaux FOAMGLAS® READY BOARD

Les reliefs doivent présenter une surface stable, cohésive, plane, propre et sèche.

Les panneaux isolants sont découpés aux dimensions requises et collés en pleine adhérence sur le relief. Le produit de collage est réparti uniformément sur toute la surface du panneau destinée à être mise en contact avec le support.

Les panneaux sont appliqués fermement contre le relief afin d'obtenir un contact continu, sans vide significatif entre le panneau et son support.

7.5.2 Collage au bitume chaud

Lorsque les panneaux isolants sont mis en œuvre suivant le procédé collé au bitume chaud, leur collage sur les reliefs est réalisé :

- Soit à l'enduit d'application à chaud, à raison de 2,5 kg/m² au minimum ;
- Soit à la colle PC® 56, à raison de 3,5 kg/m² au minimum, sous réserve de la compatibilité de la colle avec le support du relief.

La température de mise en œuvre de l'enduit d'application à chaud est conforme aux prescriptions de sa fiche technique et du Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité associé.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

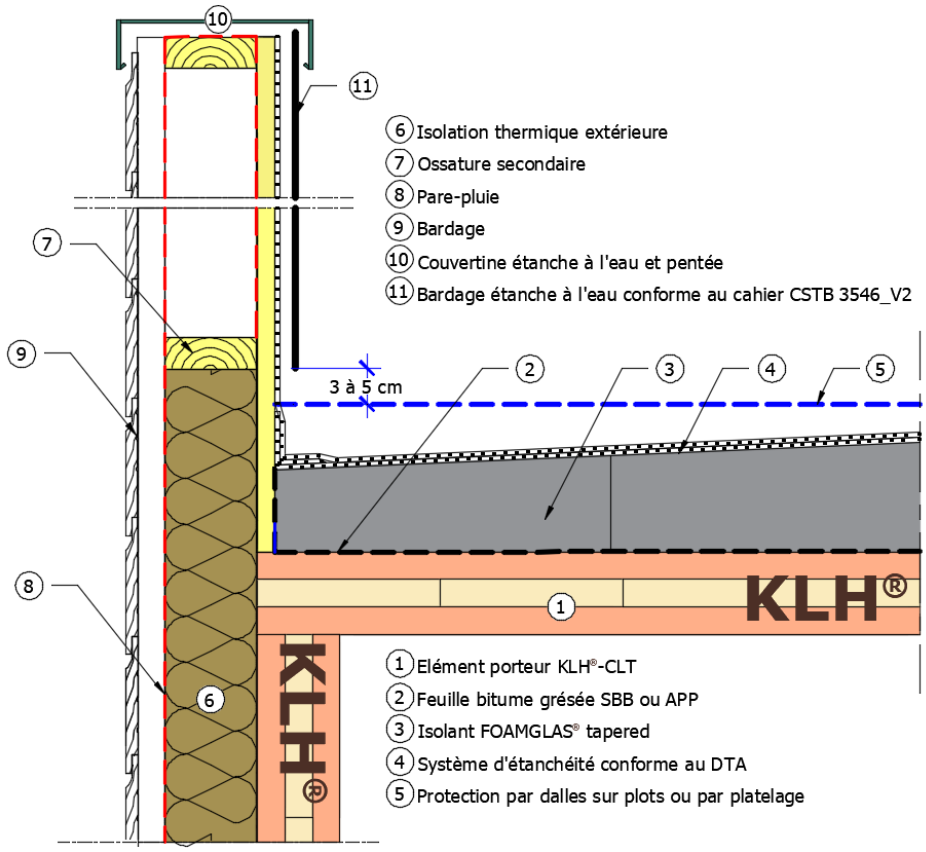


Figure 15 – Détail de principe d'un relevé isolé sur élément porteur KLH®-CLT

7.5.3 Collage à froid

Lorsque les panneaux isolants sont mis en œuvre suivant le procédé collé à froid, leur collage sur les reliefs est réalisé en pleine adhérence avec une colle visée dans le présent CPP et compatible avec le support considéré.

La préparation, la consommation, les conditions d'utilisation et le délai de prise de la colle sont conformes aux prescriptions du chapitre relatif au produit de collage retenu.

Les conditions de température et d'humidité du support doivent respecter les limites d'emploi de la colle.

7.5.4 Maintien des panneaux en relevé

Le maintien des panneaux isolants FOAMGLAS® par collage seul est admis pour les relevés de hauteur inférieure ou égale à 0,60 m.

Pour les relevés de hauteur supérieure à 0,60 m, le collage doit être complété par un dispositif de maintien mécanique. Ce maintien est assuré :

- soit par des ancrages dédiés au verre cellulaire de type **FOAMGLAS® Ancrage Type F**, implantés dans l'épaisseur de l'isolant sans le traverser ;
- soit par des fixations traversantes équipées d'une rosace de répartition adaptée.

Le nombre, l'implantation et les caractéristiques des dispositifs de maintien sont déterminés en fonction de la hauteur du relevé, des sollicitations prévisibles et de la nature du support.

Les fixations ou ancrages employés doivent être compatibles avec le support CLT et dimensionnés conformément aux prescriptions de leur fabricant. Leur longueur, leur profondeur d'ancrage, leur densité de fixation ainsi que leur protection contre la corrosion sont définies dans les documents d'exécution.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

Les dispositifs de maintien doivent assurer la stabilité durable des panneaux isolants sans provoquer d'écrasement, de fissuration, de décollement ou de désaffleurement susceptible d'altérer la continuité du système d'étanchéité.

FOAMGLAS® Ancrages Type F

Les ancrages FOAMGLAS® PC® F sont mis en œuvre en complément du collage des panneaux isolants et fixés mécaniquement dans le support CLT au moyen d'une fixation adaptée.

Le type d'ancrage est choisi en fonction de l'épaisseur de l'isolant :

Épaisseur de l'isolant	Type d'ancrage PC® F
40 mm	Type 0
50 à 80 mm	Type 1
≥ 90 mm	Type 2

Pour les relevés de hauteur supérieure à 0,60 m, **au moins un ancrage PC® F par panneau** doit être mis en œuvre.

La longueur de la fixation ainsi que sa profondeur d'ancrage dans le CLT sont définies dans les documents d'exécution conformément aux prescriptions du fabricant de la fixation.

Fixations traversantes

Lorsque des fixations traversantes sont utilisées, leur implantation doit être compatible avec les prescriptions du système d'étanchéité et ne pas compromettre sa continuité ni sa durabilité.

La fixation des panneaux isolants sur un relief constitué d'un panneau KLH®-CLT ou de tout autre ouvrage rapporté ne doit pas dégrader les performances mécaniques, structurelles ou de durabilité de l'ouvrage support. Toute fixation dans l'élément porteur doit être justifiée dans les documents d'exécution.

7.5.5 Mise en œuvre du relevé d'étanchéité

Le relevé d'étanchéité est mis en œuvre en pleine adhérence conformément à son Document Technique d'Application.

Sur panneau FOAMGLAS® nu, la surface destinée à recevoir une membrane bitumineuse soudée est préalablement revêtue du glacis prescrit par le procédé.

Sur panneau FOAMGLAS® READY et READY BOARD, le relevé d'étanchéité est mis en œuvre sur la face supérieure préenduite, conformément aux prescriptions du Document Technique d'Application du revêtement.

Le pied du relevé doit être exécuté sans vide, pli, tension excessive ni défaut d'adhérence.

Les hauteurs minimales de relevé, les dispositifs écartant les eaux de ruissellement et les protections en tête sont conformes aux règles applicables à la destination de la toiture et au revêtement d'étanchéité retenu.

7.5.6 Traitement du pied de relevé

Un chanfrein préfabriqué en verre cellulaire peut être mis en œuvre en pied de relevé afin de remplacer l'angle droit par deux surfaces inclinées à 45°.

Le chanfrein est collé en continu sur ses faces d'appui horizontale et verticale avec un produit compatible avec le procédé retenu (EAC ou PC® 56).

Lorsque le chanfrein est mis en œuvre sur un panneau FOAMGLAS® READY, le film thermofusible est préalablement sublimé sur la zone destinée à recevoir le collage.

La face extérieure du chanfrein reçoit le surfaçage nécessaire à la mise en œuvre de l'équerre de renfort ou du relevé d'étanchéité.

La présence du chanfrein ne dispense pas de la mise en œuvre de l'équerre de renfort lorsque celle-ci est prescrite par le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

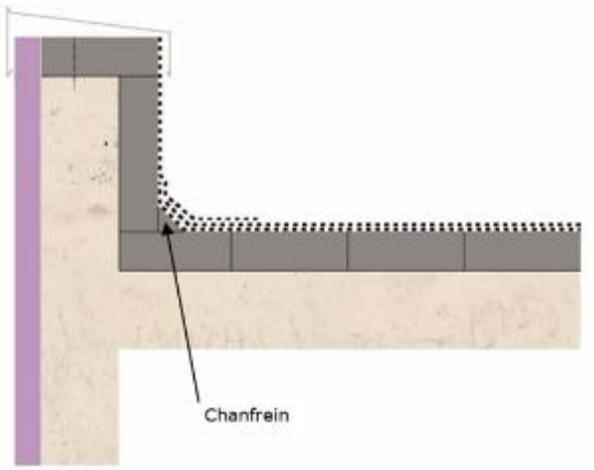


Figure 16 – Exemple de traitement d'acrotère avec chanfrein

7.6 Rives et bas de pente

En l'absence d'acrotère plein en périphérie de toiture ou en présence d'un acrotère désolidarisé de l'élément porteur, une butée filante est mise en œuvre en rive et en bas de pente.

Cette butée constitue un appui continu pour la tranche du ou des lits de panneaux isolants.

Sur élément porteur CLT, la butée est constituée :

- Soit d'une cornière métallique en forme de U asymétrique, d'épaisseur minimale 1 mm, fixée mécaniquement dans l'élément porteur ;
- Soit d'une pièce de bois fixée mécaniquement dans l'élément porteur.

La butée métallique reçoit un enduit d'imprégnation à froid compatible lorsqu'elle est destinée à être intégrée au complexe.

La hauteur de la butée est égale à l'épaisseur totale du ou des lits de panneaux isolants.

La nature, le diamètre, la longueur, l'espacement et la profondeur d'ancrage des fixations sont déterminés en fonction :

- Du poids du complexe d'isolation et d'étanchéité ;
- De la pente de la toiture ;
- De la longueur du rampant ;
- Des efforts de cisaillement transmis à la butée ;
- De la nature et de l'épaisseur du panneau CLT ;
- De la capacité résistante des fixations dans le support.

Le dimensionnement de la butée et de ses fixations fait l'objet d'une justification spécifique au chantier.

La continuité de la sous-couche bitumineuse doit être rétablie au droit des fixations et des raccordements conformément au Document Technique d'Application du revêtement concerné.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

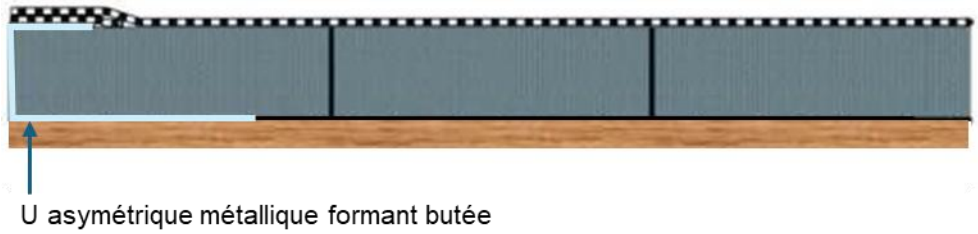


Figure 17 – Coupe de principe sur rive sans acrotère, sur élément porteur bois, avec butée métallique



Figure 18 – Coupe de principe sur rive sans acrotère, sur élément porteur bois, avec butée bois

7.7 Entrées d'eaux pluviales et trop-pleins

Les entrées d'eaux pluviales et les trop-pleins sont réalisés conformément au Document Technique d'Application de l'élément porteur CLT et à celui du revêtement d'étanchéité associé.

Les réservations nécessaires sont définies dans les documents d'exécution du panneau CLT. Toute réservation ou découpe réalisée dans l'élément porteur après sa fabrication doit être validée par le concepteur de la structure.

La continuité de la sous-couche bitumineuse est assurée au droit de l'évacuation et raccordée à celle-ci conformément aux dispositions du revêtement d'étanchéité.

La platine de l'entrée d'eaux pluviales est logée dans un décaissé réalisé dans l'épaisseur des panneaux isolants. Ce décaissé doit éviter toute surépaisseur susceptible de provoquer une rétention d'eau au droit de l'évacuation.

La profondeur du décaissé est au minimum de 10 mm et est adaptée à l'épaisseur réelle de la platine.

Les dimensions du décaissé permettent le raccordement du revêtement d'étanchéité à la platine conformément à son Document Technique d'Application.

Les panneaux isolants sont découpés et ajustés au plus près du moignon ou du corps de l'entrée d'eaux pluviales. Les interstices périphériques sont entièrement traités avec le produit de collage prévu.

Les formes de pente et les éventuels dévers sont réalisés de manière à diriger les eaux vers les évacuations sans création de contre-pente.

Les entrées d'eaux pluviales sont équipées d'une crapaudine, d'un garde-grève ou d'un dispositif équivalent adapté à la protection de la descente.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

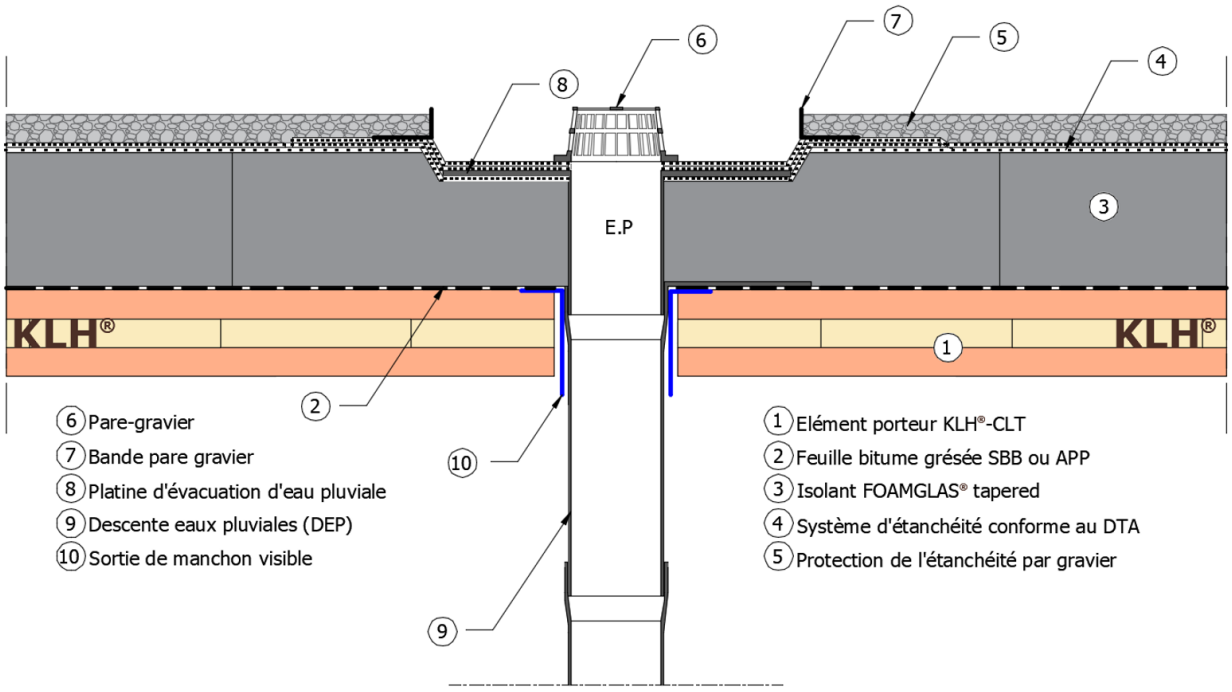


Figure 19 – schéma de principe isolation et étanchéité d'une EEP

7.8 Joints de dilatation

7.8.1 Principe

Les joints de dilatation de la structure doivent être reportés dans toute l'épaisseur du complexe de toiture.

Ils ne doivent pas être pontés rigidement par :

- La sous-couche bitumineuse ;
- Les panneaux isolants ;
- Le produit de collage ;
- Le revêtement d'étanchéité ;
- La protection rapportée.

Le traitement du joint est défini en fonction de la largeur du joint, de l'amplitude prévisible des mouvements et de la destination de la toiture.

Il est réalisé conformément :

- Aux dispositions établies par le concepteur de la structure CLT ;
- Au Document Technique d'Application de l'élément porteur CLT ;
- Au Document Technique d'Application du dispositif d'étanchéité de joint ;
- Au Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

7.8.2 Arrêt de l'isolation

Les panneaux isolants sont arrêtés de part et d'autre du joint de dilatation.

Leurs chants sont découpés proprement et ajustés contre les costières ou les reliefs bordant le joint.

L'espace nécessaire au mouvement de la structure ne doit pas être rempli par un produit rigide, par la colle ou par des éléments en verre cellulaire.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

7.8.3 Joints bordés par des costières

Lorsque le joint est bordé par deux costières, chacune d'elles est solidaire de la partie de structure située de son côté du joint.

La conception, le dimensionnement et la fixation des costières sont définis par le concepteur de la structure. Les costières doivent permettre les mouvements relatifs prévisibles sans transmettre d'efforts incompatibles à l'élément porteur CLT.

Les faces verticales des costières sont isolées conformément aux prescriptions du paragraphe « 7.5-Relevés d'étanchéité ».

L'espace compris entre les costières peut recevoir un matériau isolant compressible sous réserve que celui-ci :

- Soit compatible avec les mouvements prévisibles ;
- Ne constitue pas un blocage mécanique du joint ;
- Ne s'oppose pas au fonctionnement du dispositif d'étanchéité ;
- Soit compatible avec les matériaux adjacents.

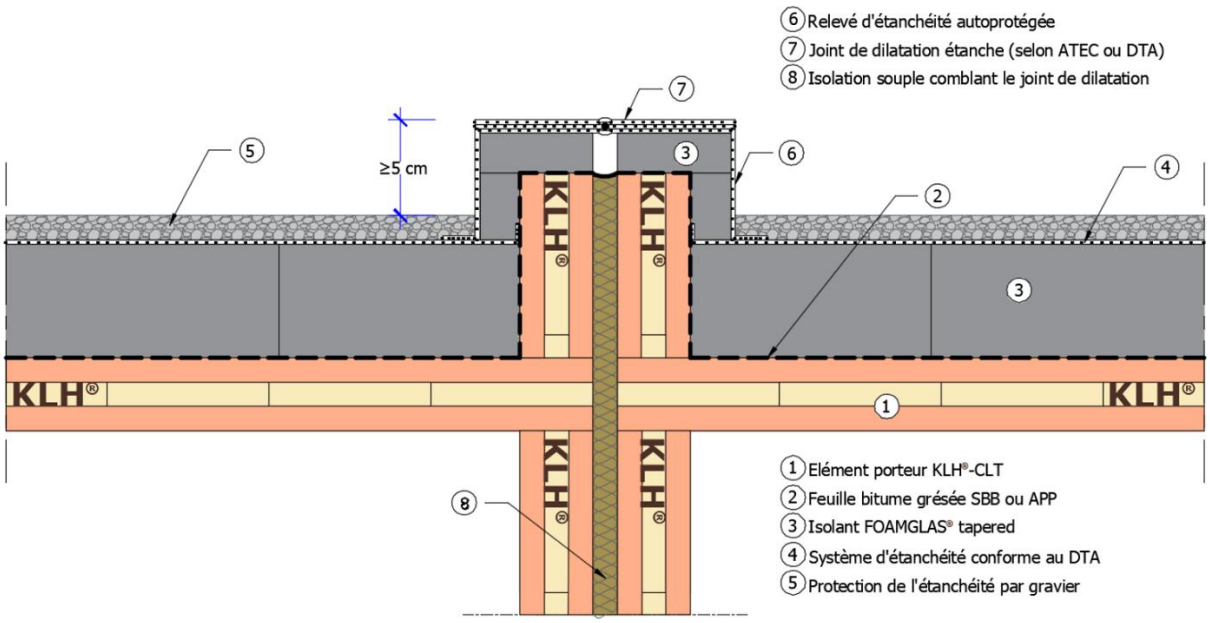


Figure 20 – schéma de principe isolation et étanchéité d'un joint de dilatation

7.8.4 Étanchéité du joint

Le dispositif d'étanchéité du joint doit bénéficier d'un Document Technique d'Application visant son emploi avec le support et le revêtement considérés.

Les parties adhérentes du dispositif sont mises en œuvre sur des supports continus, stables, propres, secs et compatibles avec le produit retenu.

La protection de la toiture est interrompue ou fractionnée au droit du joint de manière à ne pas entraver ses mouvements.

Le dispositif de joint doit rester visitable, entretenable et, lorsque son document technique le prévoit, remplaçable.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

7.9 Pénétrations, traversées et émergences

Les pénétrations, conduits, fourreaux, crosses, potelets et autres émergences sont définis dans les documents d'exécution avant la fabrication ou la mise en œuvre des panneaux KLH®-CLT.

Les réservations, percements et renforcements nécessaires sont validés par le concepteur de la structure.

Les panneaux isolants sont découpés et ajustés au plus près des émergences. Les raccordements périphériques sont entièrement remplis avec le produit de collage prévu.

Aucun vide traversant ne doit subsister dans l'épaisseur de l'isolation.

Les espaces accidentels de largeur supérieure à 5 mm sont comblés au moyen de pièces de verre cellulaire découpées, ajustées et collées.

Les platines, fourreaux, costières rapportées et supports d'équipements sont fixés dans la structure porteuse. Les panneaux FOAMGLAS® ne doivent pas être utilisés seuls pour reprendre des efforts de traction, de flexion ou de cisaillement.

La continuité de la sous-couche bitumineuse et du revêtement d'étanchéité est rétablie au droit de chaque traversée conformément aux Documents Techniques d'Application correspondants.

Les pénétrations sont, autant que possible, regroupées sur des costières permettant la réalisation de relevés d'étanchéité conformes aux prescriptions du paragraphe 7.5.

Toute intervention postérieure à la réception susceptible d'affecter le complexe d'isolation ou d'étanchéité doit être précédée d'une vérification de sa compatibilité avec le procédé.

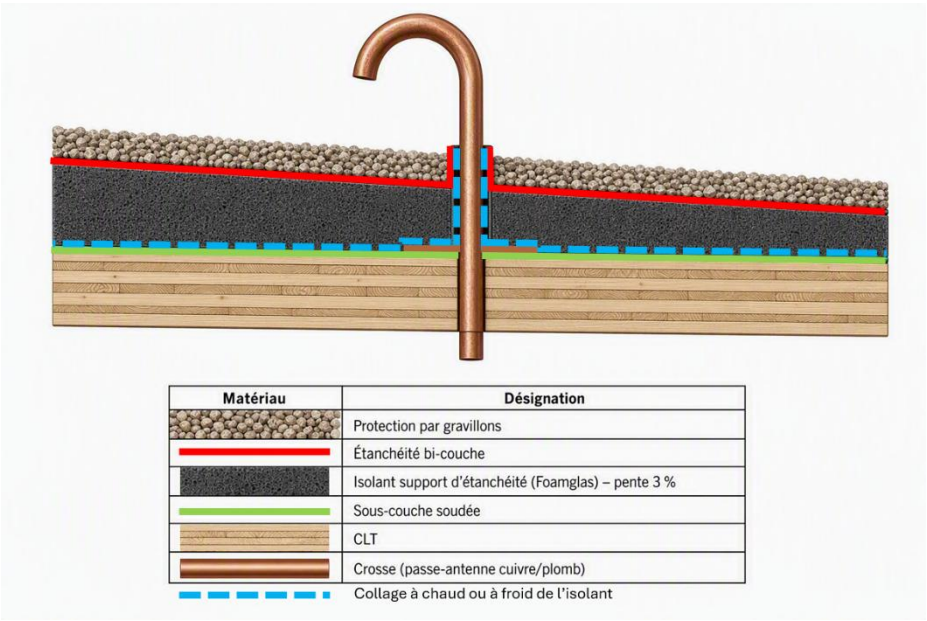


Figure 21 – exemple de traversée de toiture (crosse)

7.10 Costières et supports d'équipements

Les costières destinées aux lanterneaux, exutoires, équipements techniques et autres ouvrages émergents sont dimensionnées et fixées à la structure indépendamment de l'isolation thermique.

Leur conception prend en compte :

- Les charges permanentes des équipements ;
- Les charges d'entretien et d'exploitation ;

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

- Les sollicitations climatiques ;
- Les efforts transmis à l'élément porteur CLT ;
- Les mouvements différentiels éventuels ;
- La continuité de l'isolation et de l'étanchéité.

Lorsqu'elles sont isolées, les costières sont traitées conformément aux dispositions applicables aux relevés.

Les équipements ne doivent pas être fixés uniquement dans les panneaux isolants.

La mise en place ultérieure d'équipements techniques, d'installations photovoltaïques, de supports de maintenance ou de tout élément générant des charges supplémentaires doit faire l'objet d'une vérification préalable de la capacité portante de l'ouvrage.

7.11 Protection éventuelle des revêtements

Les protections lourdes rapportées sont celles décrites par les normes P 84 série 200-1 (référence DTU série 43 P1), dans les RÈGLES PROFESSIONNELLES - Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde, Recommandations professionnelles RAGE – Toitures terrasses accessibles aux piétons avec élément porteur en bois et panneaux à base de bois avec revêtement d'étanchéité – neuf, rénovation ou cahier des charges validés par un bureau de contrôle.

Dans le cas d'une protection rapportée, les contraintes admissibles sur le verre cellulaire de la gamme FOAMGLAS® READY sont de :

- 200 kPa (20 N/cm^2) pour FOAMGLAS® T4+ et FOAMGLAS® READY T4+
- 300 kPa (30 N/cm^2) pour le FOAMGLAS® S3 et FOAMGLAS® READY S3
- 500 kPa (50 N/cm^2) pour le FOAMGLAS® F et FOAMGLAS® READY F à l'exception des cas particuliers.
- Des terrasses accessibles aux piétons et au séjour sous dalles sur plots, où la charge non pondérée sous plots est d'au plus 60 kPa.

Le revêtement d'étanchéité peut imposer sa propre limite.

Pendant la réalisation des travaux, les circulations intensives en direct sur l'isolant nu ou revêtu sont à éviter. Il y a lieu d'assurer une protection mécanique par platelage croisé ou d'utiliser un engin adapté (pneus à bandage à faible pression de gonflage).

7.12 Travaux de réfection

Les critères de conservation et de préparation des anciens revêtements d'étanchéité et des autres éléments de toiture (éléments porteurs, pare-vapeur, isolant thermique, protection), sont définis dans la norme NF P 84-208 (référence DTU 43.5).

Dans le cas d'un complexe existant FOAMGLAS® avec revêtement d'étanchéité existant, on s'assurera que le revêtement d'étanchéité ou sa première couche est bien adhérent à l'isolant FOAMGLAS®.

Dans le cas d'un complexe existant FOAMGLAS® avec revêtement d'étanchéité existant défectueux, ou partiellement adhérent, il convient d'arracher l'étanchéité par pelage en conservant l'isolant FOAMGLAS® adhérent en place. Si des panneaux, ou morceaux de panneaux FOAMGLAS® sont arrachés lors du pelage de l'étanchéité, il conviendra de prévoir la mise en œuvre d'un panneau neuf par collage à la colle à froid, ou collage à bain de bitume chaud, les joints seront traités toute hauteur avec la même colle.

Une nouvelle étanchéité sera alors soudée conformément au paragraphe 6.5.

7.12.1 Cas particulier d'un complexe existant avec panneaux FOAMGLAS®

Dans le cas particulier d'un complexe existant avec panneaux FOAMGLAS® et revêtement d'étanchéité adhérent (après vérification de l'élément porteur conformément au NF DTU 43.5), trois options sont envisageables :

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

• Soit conservation du revêtement existant, à condition que celui-ci soit bien adhérent à l'isolant FOAMGLAS®. Le nouveau complexe isolant FOAMGLAS® - étanchéité est alors mis en œuvre sur le revêtement d'étanchéité conservé.

• Soit pelage du revêtement existant si son état n'est pas compatible avec la mise en œuvre de l'isolant « FOAMGLAS® collé à froid sur béton et bois », avec conservation de l'isolation FOAMGLAS® existante.

Dans ce second cas (pelage du revêtement avec conservation de la couche FOAMGLAS® existante), il convient à l'entreprise de :

• Découper l'étanchéité existante par bandes de 1 m de large sur 2 m environ de long, par un découpage manuel à l'aide d'un cutter, comme illustré aux photos (1) et (2).

• De peler manuellement la zone prédécoupée, en tirant minutieusement un angle de la bande d'étanchéité à peler vers l'angle opposé photos (3) à (7).

• De nettoyer minutieusement la surface des panneaux FOAMGLAS® mise à nu photo (8).

• De procéder à une réception minutieuse de la surface obtenue après pelage du revêtement. Les critères d'acceptabilité de la conservation d'une isolation FOAMGLAS® existante après pelage de son revêtement sont les suivants :

○ Panneaux non cassés et propres.

○ Panneaux parfaitement collés.

○ Surface continue et uniforme.

Une fois la réception minutieuse exécutée par l'entreprise, un glacis de colle DERBIGUM® DMS sera réalisé afin d'obtenir une surface plane et apte à recevoir une membrane bitumineuse collée en pleine adhérence.

En cas de non-respect de ces critères, les panneaux FOAMGLAS® doivent nécessairement être déposés et remplacés. C'est-à-dire nécessité de dépose totale du complexe existant.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

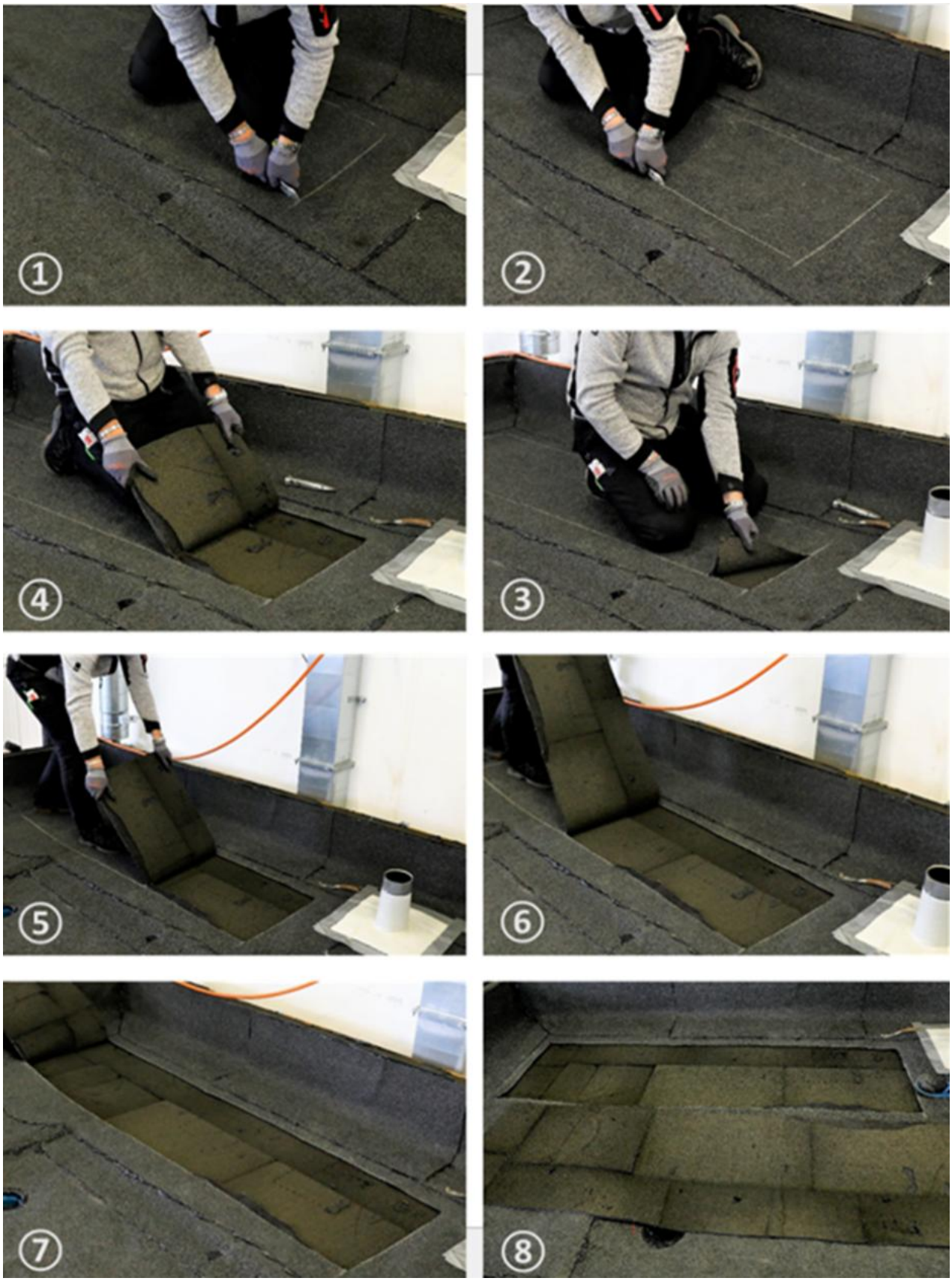


Figure 22 : mode opératoire d'un pelage d'étanchéité sur panneaux FOAMGLAS existants

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

7.13 Toiture DUO – Isolation complémentaire

La mise en œuvre d'une isolation complémentaire peut être envisagée, sur l'isolant FOAMGLAS® excepté pour les procédés des § 7.5.2.3 et § 7.5.3.

Les limitations de pente, de vent et de destination des toitures, complémentaires à celles du procédé FOAMGLAS® sont à respecter.

L'isolant complémentaire est mis en œuvre, quel que soit le type d'élément porteur, conformément aux dispositions de son Document Technique d'Application.

La détermination de la limitation à une dépression au vent extrême se fait en retenant la valeur la plus faible du complexe (isolation thermique FOAMGLAS®, isolation complémentaire ou étanchéité du système), selon les Avis Techniques en vigueur.

• 1er cas

- L'isolant thermique FOAMGLAS® reçoit une membrane bitume modifié surface grésée posée en pleine adhérence destinée à recevoir une isolation complémentaire, support d'étanchéité apparente. L'isolant complémentaire est posé sur cette membrane et ce conformément à son Avis Technique (comme dans le cas d'une pose sur un pare vapeur ou revêtement d'étanchéité existant conservé). Le complexe d'étanchéité du système est posé sur cette isolation complémentaire.

Les panneaux et leur mise en œuvre sont conformes à leur Document Technique d'Application

- Cas d'une isolation en panneaux polyuréthane de type PIR

A titre d'exemple, le panneau isolant en mousse PIR « Eurothane Autopro SI® », fabricant RECTICEL

A titre d'exemple, le panneau IKO enertherm ALU XL doit être mis en œuvre, quel que soit le type d'élément porteur, conformément aux dispositions de son ATEx n°2243-v3.

A titre d'exemple, sur élément porteur béton ou bois, le panneau en mousse PIR « Knauf Thane MulTTI Se », fabricant KNAUF.

- Cas d'une isolation en panneaux de PSE

A titre d'exemple, le panneau en PSE « Knauf Therm TTI Se AA », fabricant KNAUF.

• 2ème Cas

- Le complexe d'étanchéité est mis en œuvre sur l'isolant thermique FOAMGLAS®. L'isolant complémentaire est posé sur ce complexe d'étanchéité en pose inversée. Les panneaux et leur mise en œuvre sont conformes à leur Document Technique d'Application ou aux règles professionnelles de la CSFE « Isolation inversée de toiture-terrasse », de Juin 2021.

- Cas d'une isolation en panneaux XPS.

A titre d'exemple, les panneaux « JACKODUR KF 300 Standard » ou « JACKODUR Plus 300 Standard », fabricant JACKON Insulation GmbH.

7.14 Procédés photovoltaïques

7.14.1 Généralités

Le procédé « FOAMGLAS® TAPERED sur panneaux KLH®-CLT de pente nulle et sur panneaux KLH®-CLT nervurés de type T ou caisson H » est admis sous procédés photovoltaïques bénéficiant d'un Avis Technique, d'un Document Technique d'Application, d'une Appréciation Technique d'Expérimentation favorable ou d'une Enquête de Technique Nouvelle valide pour l'emploi considéré.

Les prescriptions du présent Cahier des Prescriptions de Pose s'appliquent en complément de celles du document technique du procédé photovoltaïque retenu.

La mise en œuvre du procédé photovoltaïque ne doit pas porter atteinte :

- À la continuité du complexe d'étanchéité ;
- À la continuité de l'isolation thermique ;

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

- À la pérennité de l'élément porteur ;
- Au libre écoulement des eaux pluviales ;
- À l'accessibilité des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales ;
- Aux opérations d'inspection, de maintenance et d'entretien de l'ouvrage.

7.14.2 Vérification de l'ouvrage

Le dimensionnement de l'élément porteur KLH®-CLT relève du bureau d'études structures de l'opération.

Les justifications de calcul doivent prendre en compte :

- Le poids propre du procédé photovoltaïque ;
- Les charges permanentes associées ;
- Les charges d'entretien et de maintenance ;
- Les charges climatiques applicables ;
- Les actions du vent ;
- Les sollicitations localisées transmises à l'ouvrage.

Les sollicitations transmises au complexe isolant ne doivent pas conduire au dépassement des contraintes admissibles des panneaux FOAMGLAS® retenus.

Les charges prises en compte dans les calculs doivent figurer dans les documents d'exécution de l'ouvrage.

7.14.3 Procédés photovoltaïques lestés

Les procédés photovoltaïques lestés sont admis sous réserve de la justification préalable de l'ouvrage.

Le système de lestage doit être conçu de manière à :

- Ne pas provoquer d'écrasement localisé de l'isolant ;
- Ne pas altérer les formes de pente ;
- Ne pas créer de contre-pente susceptible de nuire à l'évacuation des eaux ;
- Ne pas compromettre la stabilité du complexe de toiture.

Les dispositifs de lestage doivent assurer une répartition appropriée des charges sur l'ensemble des supports.

Les zones de lestage ne doivent pas réduire l'accessibilité aux dispositifs d'évacuation des eaux pluviales.

7.14.4 Systèmes photovoltaïques soudés ou collés à la membrane

Le procédé photovoltaïque est constitué d'un système de montage supportant les modules photovoltaïques et reposant sur des dispositifs de liaison directement solidarisés au revêtement d'étanchéité par soudage ou collage, sans fixation mécanique traversante dans l'élément porteur. Les efforts transmis par le procédé photovoltaïque, notamment ceux résultant de l'action du vent, sont repris par ces dispositifs de liaison puis transmis au complexe de toiture.

Le procédé photovoltaïque associé doit bénéficier d'une évaluation technique en vigueur visant explicitement l'emploi considéré (Avis Technique, Document Technique d'Application, Appréciation Technique d'Expérimentation, Enquête de Technique Nouvelle ou Cahier des Prescriptions de Pose). Les dispositions du présent Cahier des Prescriptions de Pose s'appliquent en complément des prescriptions définies dans le document technique du procédé photovoltaïque retenu.

La compatibilité du procédé photovoltaïque avec le support d'étanchéité et le procédé d'isolation visé par le présent CPP doit être justifiée par le titulaire du procédé photovoltaïque ou par son document technique de

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

référence. Les procédés comportant des fixations traversantes dans l'élément porteur ne relèvent pas du présent CPP sauf justification spécifique validée par le bureau d'études structure et le titulaire du procédé.

Vérification de l'ouvrage

Le dimensionnement de l'élément porteur KLH®-CLT doit être réalisé en tenant compte :

- Du poids propre du procédé photovoltaïque ;
- Des charges permanentes associées ;
- Des charges d'entretien et de maintenance ;
- Des charges climatiques applicables ;
- Des sollicitations localisées transmises à l'ouvrage.

Les justifications de calcul doivent prendre en compte les sollicitations ponctuelles ou localisées éventuellement générées par le procédé considéré. Lorsque le procédé photovoltaïque engendre des sollicitations concentrées, une justification spécifique de l'élément porteur doit être réalisée par un bureau d'études compétent.

Compatibilité du revêtement d'étanchéité

Le revêtement d'étanchéité destiné à recevoir le procédé photovoltaïque doit être explicitement visé par le document technique du procédé considéré.

La nature du revêtement, son mode de pose, sa classification et ses caractéristiques mécaniques doivent être compatibles avec les exigences du système photovoltaïque retenu.

La mise en œuvre du procédé photovoltaïque ne peut être réalisée que sur un revêtement relevant du domaine d'emploi défini dans le document technique correspondant.

Mise en œuvre des supports photovoltaïques

Les supports photovoltaïques sont mis en œuvre exclusivement par une entreprise qualifiée pour les travaux d'étanchéité.

Les opérations de préparation des surfaces, de collage ou de soudage sont réalisées conformément aux prescriptions du document technique du procédé photovoltaïque concerné.

Les dispositifs de liaison doivent assurer :

- La continuité du revêtement d'étanchéité ;
- La transmission des efforts au complexe de toiture ;
- Le maintien durable des supports photovoltaïques ;
- La pérennité de l'ouvrage.

La mise en œuvre doit permettre d'obtenir une adhérence continue, homogène et durable entre les supports photovoltaïques et le revêtement d'étanchéité.

Dispositions particulières de conception

La mise en œuvre du procédé photovoltaïque ne doit pas :

- Créer de contre-pente ;
- Entraver l'écoulement des eaux pluviales ;
- Réduire l'accessibilité des entrées d'eaux pluviales ;
- Empêcher l'inspection ou l'entretien des ouvrages particuliers.

Le calepinage du procédé photovoltaïque doit tenir compte :

- Des entrées d'eaux pluviales ;
- Des trop-pleins ;

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

- Des joints de dilatation ;
- Des relevés ;
- Des émergences ;
- Des chemins de circulation et de maintenance.

Les modules photovoltaïques ne doivent pas être implantés dans des zones susceptibles de compromettre l'entretien ou le fonctionnement normal des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales.

7.14.5 Pénétrations et cheminements techniques

Les traversées nécessaires au raccordement des modules photovoltaïques sont réalisées conformément au paragraphe « Pénétrations, traversées et émergences » du présent Cahier des Prescriptions de Pose.

La continuité doit être assurée au droit de chaque traversée :

- Des panneaux FOAMGLAS® ;
- De la sous-couche bitumineuse ;
- Du revêtement d'étanchéité ;

Les câbles, gaines et accessoires associés ne doivent pas reposer directement sur le revêtement d'étanchéité.

Les cheminements techniques doivent permettre :

- L'inspection ;
- L'entretien ;
- La maintenance ;
- Le remplacement ultérieur des équipements.

7.14.6 Vérification thermique

La présence de procédés photovoltaïques est susceptible de modifier les conditions thermiques de fonctionnement de la toiture.

Lorsque le procédé photovoltaïque comporte des dispositifs susceptibles de limiter l'évaporation de l'eau en surface ou d'accroître les températures localement observées, il appartient au maître d'œuvre ou au bureau d'études compétent de vérifier l'absence d'incidence défavorable sur :

- le comportement de l'ouvrage ;
- les performances thermiques du complexe ;
- le fonctionnement du système d'étanchéité ;
- les conditions de séchage de l'ouvrage.

7.14.7 Entretien et maintenance

Les procédés photovoltaïques doivent permettre un accès permanent :

- Aux entrées d'eaux pluviales ;
- Aux trop-pleins ;
- Aux relevés d'étanchéité ;
- Aux équipements techniques ;

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

- Aux ouvrages nécessitant des opérations de maintenance.

Toute intervention ultérieure sur le procédé photovoltaïque doit être réalisée sans dégradation :

- Du revêtement d'étanchéité ;
- Des panneaux FOAMGLAS® ;
- Des dispositifs de liaison ;
- Des ouvrages particuliers.

Le maintien des performances du procédé est conditionné par le respect des prescriptions d'entretien figurant dans le document technique propre au système photovoltaïque considéré.

7.15 Toitures-terrasses végétalisées

7.15.1 Généralités

Le procédé est admis sous toitures et terrasses végétalisées relevant du domaine d'emploi du système de végétalisation retenu. Les composants du complexe de toiture végétalisée doivent bénéficier des justificatifs permettant leur emploi sur le procédé d'étanchéité considéré.

Pour ces ouvrages, la pente de la toiture finie doit être supérieure ou égale à 3 %.

7.15.2 Constitution du complexe de toiture végétalisée

Le complexe de toiture végétalisée comprend notamment :

- Le revêtement d'étanchéité ;
- La protection anti-racines lorsqu'elle est nécessaire ;
- La couche de protection éventuelle ;
- La couche drainante ;
- La couche filtrante ;
- Le substrat ;
- La végétation.

L'ensemble des composants doit être compatible avec le revêtement d'étanchéité mis en œuvre.

La mise en œuvre est réalisée conformément aux prescriptions du document technique du système de végétalisation retenu.

7.15.3 Vérification de l'ouvrage

Le dimensionnement de l'élément porteur KLH®-CLT doit prendre en compte :

- Le poids propre du complexe de toiture végétalisée ;
- Le poids du substrat en condition de saturation en eau ;
- Les charges d'exploitation ;
- Les charges d'entretien ;
- Les charges climatiques.

Les hypothèses retenues doivent être intégrées aux notes de calcul de l'ouvrage.

7.15.4 Drainage et évacuation des eaux

Les formes de pente réalisées au moyen des panneaux FOAMGLAS® TAPERED doivent permettre l'écoulement gravitaire des eaux vers les dispositifs d'évacuation.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

La couche drainante doit assurer l'évacuation permanente de l'eau excédentaire vers les entrées d'eaux pluviales.

Des zones stériles doivent être aménagées autour :

- Des entrées d'eaux pluviales ;
- Des trop-pleins ;
- Des émergences ;
- Des relevés ;
- Des équipements techniques.

Les dispositifs d'évacuation doivent demeurer accessibles pour les opérations d'entretien.

7.15.5 Protection du revêtement d'étanchéité

Le revêtement d'étanchéité doit être résistant à la pénétration des racines ou recevoir une protection spécifique autorisée par son document technique de référence.

La mise en œuvre du complexe de toiture végétalisée ne doit pas entraîner de détérioration :

- Du revêtement d'étanchéité ;
- Des relevés ;
- Des dispositifs d'évacuation des eaux ;
- Des ouvrages émergents ;
- Du complexe isolant.

7.15.6 Entretien

L'entretien du complexe de toiture végétalisée est réalisé conformément aux prescriptions du système considéré. L'entretien est dû au maître d'ouvrage.

Il comprend notamment :

- Le contrôle périodique de l'état de la végétation ;
- Le nettoyage des dispositifs d'évacuation ;
- Le contrôle des zones stériles ;
- La vérification de la couche drainante ;
- Le maintien des caractéristiques fonctionnelles du complexe de végétalisation.

Toute anomalie susceptible de compromettre la pérennité de l'ouvrage doit être traitée par une entreprise spécialisée.

7.16 Toitures-terrasses à rétention temporaire des eaux pluviales

7.16.1 Généralités

Le procédé est admis dans les ouvrages de toiture-terrasse destinés à la rétention temporaire des eaux pluviales. La rétention a pour objet le stockage temporaire des eaux pluviales avant régulation de leur rejet vers le réseau d'évacuation.

Le dimensionnement hydraulique relève d'une étude spécifique réalisée par un bureau d'études compétent.

La mise en œuvre est réalisée conformément aux prescriptions du système de rétention retenu.

La pente admise pour les toitures terrasses à rétention temporaire d'eau est comprise entre 1,6% et 3%. Les dispositions du présent paragraphe concernent exclusivement les toitures à rétention temporaire sans végétalisation.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

7.16.2 Vérification de l'ouvrage

Le dimensionnement de l'élément porteur KLH®-CLT doit être réalisé en tenant compte :

- Du poids propre de l'ouvrage ;
- Du volume maximal d'eau stocké ;
- Des charges climatiques ;
- Des charges d'exploitation ;
- Des équipements éventuellement associés à la toiture.

Les situations les plus défavorables doivent être prises en compte dans les justifications de calcul. Une étude devra être réalisée par un bureau d'étude compétent à chaque chantier.

7.16.3 Hauteur maximale d'eau temporairement retenue

La hauteur maximale d'eau temporairement retenue est déterminée :

- Par l'étude hydraulique ;
- Par les justifications structurelles ;
- Par les limitations éventuelles du système d'étanchéité ;
- Par les caractéristiques du dispositif de régulation retenu.

Cette hauteur doit être explicitement mentionnée dans les documents d'exécution.

7.16.4 Dispositifs de régulation hydraulique et trop-pleins

Toute toiture à rétention temporaire des eaux pluviales doit comporter :

- Un dispositif de régulation hydraulique ;
- Un ou plusieurs dispositifs de trop-plein de sécurité.

Ces dispositifs doivent permettre d'éviter toute surcharge accidentelle de l'ouvrage résultant d'un dysfonctionnement, d'un colmatage ou d'un défaut d'entretien.

Les capacités hydrauliques retenues doivent être justifiées dans le cadre de l'étude de conception.

7.16.5 Vérification des déformations et du phénomène d'accumulation d'eau

Le dimensionnement de l'élément porteur doit démontrer que les déformations instantanées et différées de l'ouvrage ne conduisent pas :

- À la formation de contre-pentes ;
- À des stagnations permanentes non prévues ;
- À un phénomène d'accumulation progressive des eaux.

La stabilité de l'ouvrage vis-à-vis du phénomène d'accumulation d'eau doit être vérifiée conformément au e-Cahier du CSTB n° 3814.

La justification doit démontrer le maintien des pentes fonctionnelles après déformation finale de la structure.

7.16.6 Entretien et maintenance

Les dispositifs de régulation hydraulique, les entrées d'eaux pluviales et les trop-pleins doivent faire l'objet d'un entretien périodique.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

Le maintien de leur bon fonctionnement relève de la responsabilité du maître d'ouvrage ou de son représentant.

Les opérations d'entretien comprennent notamment :

- Le contrôle des organes de régulation ;
- Le nettoyage des entrées d'eaux pluviales ;
- Le nettoyage des trop-pleins ;
- La vérification de l'absence d'obstruction ;
- Le contrôle du fonctionnement hydraulique de l'ouvrage.

Toute dégradation ou anomalie susceptible d'affecter le stockage ou l'évacuation des eaux doit être traitée sans délai par une entreprise compétente.

8 Prescriptions particulières de dimensionnement du support KLH®-CLT

8.1 Conditions de conception et de calcul

La conception, le dimensionnement et la justification des panneaux KLH®-CLT, nervurés ou non, relèvent du bureau d'études structures de l'opération. Celui-ci établit les notes de calcul ainsi que les plans d'exécution et de pose conformément au Document Technique d'Application n° 3.3/20-1016_V3 pour les panneaux KLH®-CLT et à l'Avis Technique n° 3.3/22-1061_V3 pour les éléments KLH®-CLT nervurés. Les abaques et tableaux de prédimensionnement ne se substituent pas aux justifications propres à l'ouvrage.

Le dimensionnement est réalisé conformément à la NF EN 1995-1-1 et à son Annexe Nationale. Il prend en compte les charges permanentes, d'exploitation et climatiques ainsi que, lorsqu'elles sont applicables, les actions sismiques. Les charges permanentes comprennent notamment le poids propre de l'élément porteur, du complexe FOAMGLAS® TAPERED, du revêtement d'étanchéité, des protections rapportées et des équipements. Les charges localisées et les charges temporaires résultant du stockage des matériaux en phase chantier doivent également être considérées.

Les panneaux KLH®-CLT et les éléments KLH®-CLT nervurés sont dimensionnés en tant qu'éléments porteurs supports d'étanchéité. Les déformations instantanées et différées, calculées sous les combinaisons d'actions applicables en tenant compte du fluage, doivent rester compatibles avec le maintien des performances du complexe d'isolation et d'étanchéité.

Dans la configuration à pente nulle visée par le présent procédé, la flèche finale w_{fin} de l'élément porteur sous l'ensemble des charges est limitée à L/500. Le dimensionnement coordonné du support et de la forme de pente FOAMGLAS® TAPERED doit garantir une pente de la toiture finie au moins égale à 1,6 % après déformation. Le cas échéant, la stabilité de l'ouvrage vis-à-vis du phénomène d'accumulation d'eau doit être vérifiée conformément à l'annexe D du e-Cahier du CSTB n° 3814.

Les ouvrages doivent relever des classes de service admises par les documents techniques de référence applicables. Les dispositions constructives doivent assurer la pérennité du support et prévenir toute accumulation d'humidité susceptible d'altérer les performances mécaniques des panneaux.

Les appuis, assemblages et liaisons entre panneaux doivent être justifiés. Pour les éléments KLH®-CLT nervurés, les vérifications portent également sur le tablier, les nervures, leurs interfaces collées, les appuis et, lorsque la configuration l'exige, les dispositifs de transfert des charges et les entretoises.

Les documents d'exécution doivent préciser le type et l'épaisseur des panneaux, leur sens porteur, les portées, les conditions d'appui, les assemblages, les joints structuraux, les réservations ainsi que l'implantation des équipements, des ouvrages particuliers et des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales. Les charges et hypothèses retenues doivent être consignées dans la note de calcul. Aucune réservation, découpe ou modification non prévue dans les documents d'exécution ne doit être réalisée sans l'accord préalable du bureau d'études structures.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

La mise en œuvre du procédé ne peut être entreprise qu'après acceptation d'un support conforme aux plans d'exécution et aux notes de calcul, selon les dispositions du chapitre 6.2 du présent document.

9 Prescriptions particulières

9.1 Prescriptions concernant le climat de montagne

La pose des plaques de la gamme FOAMGLAS® et FOAMGLAS® READY, plat ou avec forme de pente intégrée, est possible en climat de montagne. On se reportera aux prescriptions du chapitre IX de la norme

NF P 84-204 : 1994 (référence DTU 43.1), à celles du « Guide des toitures terrasses et toitures avec revêtements d'étanchéité en climat de montagne » (Cahier du CSTB 2267-2, septembre 1988) et aux Documents Techniques d'Application des revêtements d'étanchéité. Application du DTU 43.11.

Le recours à un porte-neige dépend des limites d'emploi imposées par les fabricants d'étanchéité selon l'altitude et la pente du support.

L'utilisation du procédé en climat de montagne est limitée aux ouvrages pour lesquels les charges de neige ont été déterminées conformément à la NF EN 1991-1-3/NA et pour lesquels la justification du support CLT et des panneaux isolants FOAMGLAS® vis-à-vis de ces sollicitations a été établie. La mise en œuvre est interdite sur support enneigé, verglacé ou présentant des traces d'humidité incompatibles avec les prescriptions du fabricant du support. Les dispositifs de collecte et d'évacuation des eaux doivent permettre l'évacuation simultanée des eaux pluviales et des eaux de fonte. Les relevés d'étanchéité doivent présenter une hauteur minimale de 150 mm au-dessus du niveau fini de la toiture.

9.2 Entretien et maintenance de l'ouvrage

Le maintien des performances du procédé pendant la durée d'exploitation de l'ouvrage est conditionné par la mise en œuvre d'un programme d'entretien adapté à la destination de la toiture-terrasse.

L'entretien relève de la responsabilité du maître d'ouvrage ou de son représentant. Il est réalisé conformément aux prescriptions des normes NF DTU de la série 43 applicables ainsi qu'aux dispositions particulières du revêtement d'étanchéité mis en œuvre.

Il convient notamment de :

- Maintenir en état de fonctionnement les dispositifs d'évacuation des eaux pluviales ;
- Éliminer les dépôts, déchets, végétations ou matériaux susceptibles d'entraver l'écoulement des eaux ;
- Vérifier périodiquement l'état apparent du revêtement d'étanchéité, des relevés et des ouvrages émergents;
- S'assurer de l'absence de détériorations liées à des interventions ultérieures ou à l'exploitation de la toiture;
- Procéder sans délai à la réparation des désordres constatés par une entreprise spécialisée.

Les interventions réalisées après réception de l'ouvrage et susceptibles d'affecter le complexe d'étanchéité ou d'isolation doivent être exécutées dans le respect des règles professionnelles applicables.

Pour les toitures recevant des équipements techniques, une végétalisation, des panneaux photovoltaïques ou toute autre installation particulière, les opérations d'entretien sont complétées par les prescriptions spécifiques aux équipements concernés.

L'absence d'entretien périodique est susceptible d'altérer les performances et la durabilité de l'ouvrage. Les visites d'entretien doivent permettre de détecter précocement les éventuels désordres et de préserver les conditions normales de fonctionnement du système d'étanchéité.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

10 Contrôles de réception et d'autocontrôle

10.1 Contrôle du support avant travaux

Avant toute intervention, l'entreprise d'étanchéité procède à une réception contradictoire du support en panneaux KLH®-CLT afin de vérifier son aptitude à recevoir le procédé FOAMGLAS® TAPERED.

Les contrôles portent notamment sur l'état de conservation du support, sa géométrie, sa propreté, son taux d'humidité et l'absence de désordres susceptibles de compromettre la mise en œuvre ou la durabilité du système.

Les critères d'acceptation sont les suivants :

Point contrôlé	Critère admissible
Humidité du panneau KLH®-CLT	≤ 20 %
Désaffleurement entre panneaux	≤ 2 mm
Ouverture entre panneaux	≤ 10 mm
État de surface	Propre, sec et exempt de souillures
Présence d'eau libre	Interdite
Présence de givre ou de glace	Interdite
Planéité générale	Conforme aux plans d'exécution et aux tolérances du support

Tableau 9 : critères d'acceptation du contrôle du support avant travaux

Toute non-conformité constatée doit faire l'objet d'un traitement ou d'une correction avant le démarrage des travaux. Aucune mise en œuvre de la sous-couche ou de l'isolation FOAMGLAS® ne peut être entreprise tant que les dispositions correctives n'ont pas été réalisées et validées.

10.2 Contrôle de la sous-couche d'étanchéité

Après mise en œuvre de la sous-couche bitumineuse, l'entreprise réalise un autocontrôle visuel et technique permettant de vérifier la conformité de l'ouvrage avant la pose de l'isolation.

Les vérifications portent notamment sur :

- La continuité de la membrane sur l'ensemble de la surface traitée ;
- La bonne adhérence de la membrane au support ;
- L'absence de cloques, boursouflures ou décollements ;
- L'absence de plis, tensions ou défauts de mise en œuvre ;
- La conformité des largeurs de recouvrement et de leur soudure ;
- La continuité des relevés et des raccordements aux ouvrages verticaux ;
- Le traitement conforme des pénétrations et points singuliers.

Tout défaut susceptible d'affecter l'étanchéité à l'air ou à l'eau doit être repris avant la poursuite des travaux.

10.3 Contrôle de l'isolation FOAMGLAS® TAPERED

Un autocontrôle est réalisé en continu lors de la pose des panneaux FOAMGLAS® TAPERED afin de garantir le respect des prescriptions du plan de calepinage et des performances attendues du système.

Les vérifications portent notamment sur :

- La conformité de la pose avec le plan de calepinage validé ;

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

- Le respect de l'orientation et du repérage des panneaux de pente ;
- Le remplissage complet des joints par le bitume ou le procédé de collage retenu ;
- L'absence de panneau cassé, fissuré ou détérioré ;
- Le respect des consommations minimales de produits de collage prescrites ;
- La continuité de l'isolation au droit des relevés, évacuations, émergences et autres points singuliers ;
- La bonne exécution des découpes et ajustements ;
- Le respect des pentes de projet et des filants d'écoulement définis au plan.

Tout élément endommagé ou non conforme doit être remplacé avant la mise en œuvre du revêtement d'étanchéité.

10.4 Contrôle du revêtement d'étanchéité

Après réalisation du revêtement d'étanchéité, un contrôle final est effectué afin de vérifier la conformité de l'ouvrage aux prescriptions du procédé et aux règles professionnelles applicables.

Les vérifications portent notamment sur :

- La conformité du revêtement mis en œuvre par rapport au complexe prescrit ;
- La qualité et la continuité des soudures ;
- La continuité des relevés d'étanchéité ;
- Le traitement des évacuations des eaux pluviales (EEP) ;
- Le traitement des joints de dilatation et dispositifs de fractionnement ;
- Le traitement des émergences, traversées et équipements rapportés ;
- La conformité des protections éventuelles ;
- L'absence de perforation, défaut, cloquage, plissement ou dégradation apparente.

L'entreprise doit procéder à une inspection générale de la toiture avant réception de l'ouvrage et consigner les résultats des contrôles réalisés dans le dossier qualité du chantier.

11 Détermination de la résistance thermique utile

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

Pour le calcul, il faut prendre en compte la résistance thermique utile des plaques de la gamme FOAMGLAS® donnée au tableau du Dossier Technique du DTA FOAMGLAS®.

La conductivité thermique utile des plaques FOAMGLAS® TAPERED à forme de pente est identique à celle des plaques planes de la gamme FOAMGLAS®, conformément à la décision du C.T.A.T. n° 125.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

Exemple d'un calcul thermique pour plaques planes

Hypothèse de la construction de la toiture : bâtiment fermé et chauffé, situé à Venise (Doubs) (zone climatique H1)	Résistances thermiques
Toiture plane avec résistances superficielles (Rsi + Rse = 0,14 m^2.K/W)	0,140 m^2.K/W
• Elément porteur en panneaux de contreplaqué de densité sèche > 600 kg/m^3 et d'épaisseur 35 mm • Deux lits de plaques FOAMGLAS® T4+ d'épaisseur 110 mm (RUTILE = 5,20 m^2.K/W) • Etanchéité bitumineuse d'épaisseur 5 mm	5,388 m^2.K/W
Le coefficient de transmission global de la toiture : $Up = \frac{1}{\Sigma R} = 0,18$ W/m^2.K	

12 Références

12.1 Résultats expérimentaux

Les résultats expérimentaux sont cités dans les DTA FOAMGLAS® collé à chaud et FOAMGLAS® TAPERED collé à chaud

Les résultats expérimentaux sont cités dans les DTA Panneaux KLH® et ELEMENTS KLH®-CLT NERVURES

12.2 Références normatives et réglementaires applicables

12.2.1 Généralités

La conception, le dimensionnement, la justification mécanique, la vérification hygrothermique, la mise en œuvre, le contrôle et l'entretien du procédé **FOAMGLAS® TAPERED sur panneaux KLH®-CLT de pente nulle et sur panneaux KLH®-CLT nervurés de type T ou caisson H** doivent être réalisés conformément aux dispositions législatives, réglementaires, normatives et professionnelles en vigueur à la date d'exécution des travaux.

Le procédé relève des règles applicables aux ouvrages de toiture-terrasse sur éléments porteurs en bois, aux panneaux massifs contrecollés (CLT), aux systèmes d'isolation thermique en verre cellulaire, ainsi qu'aux revêtements d'étanchéité associés.

Les prescriptions du présent document complètent celles des documents de référence cités ci-après. En cas de divergence entre plusieurs textes applicables, les dispositions les plus contraignantes vis-à-vis de la sécurité, de la stabilité, de la durabilité ou de l'aptitude à l'emploi de l'ouvrage prévalent.

Les documents de référence sont considérés dans leur dernière édition en vigueur, complétée le cas échéant par leurs amendements, annexes nationales et textes d'application.

12.2.2 Normes de calcul et de dimensionnement structural

Le dimensionnement des éléments porteurs, des assemblages, des charges climatiques et des sollicitations appliquées à la toiture est réalisé conformément aux textes suivants :

- **NF EN 1990** et son Annexe Nationale : Bases de calcul des structures ;
- **NF EN 1991-1-1** et son Annexe Nationale : Actions sur les structures - Densités, poids propres et charges d'exploitation ;
- **NF EN 1991-1-3** et son Annexe Nationale : Actions de la neige ;
- **NF EN 1991-1-4** et son Annexe Nationale : Actions du vent ;

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

- **NF EN 1995-1-1 (Eurocode 5)** : Calcul des structures en bois ;
- **NF EN 1995-1-1/NA** : Annexe Nationale française à l'Eurocode 5.

Les vérifications portent notamment sur la résistance des panneaux KLH®-CLT, les déformations admissibles, la stabilité des assemblages, ainsi que les sollicitations induites par le complexe de toiture et ses équipements éventuels.

12.2.3 Ouvrages d'étanchéité

La conception et la réalisation des ouvrages d'étanchéité sont effectuées conformément aux documents suivants :

- **NF DTU 43.4** : Travaux d'étanchéité des toitures-terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en bois et panneaux dérivés du bois ;
- **NF DTU 43.5** : Réfection des ouvrages d'étanchéité des toitures-terrasses ou inclinées ;
- **Cahier CSTB n°3814_V2** : Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toiture ;
- Règles professionnelles et recommandations techniques publiées par la **CSFE** applicables aux systèmes concernés.

Les dispositions relatives aux relevés, évacuations des eaux pluviales, points singuliers, zones techniques et interfaces avec les équipements rapportés doivent également être respectées.

12.2.4 Isolation thermique

Les produits isolants FOAMGLAS® intégrés au procédé doivent satisfaire aux exigences des documents suivants :

- **NF EN 13167** : Produits manufacturés en verre cellulaire ;
- Certificats **ACERMI** en vigueur applicables aux produits utilisés ;
- Certification **Keymark** lorsque celle-ci est applicable ;
- Déclarations des performances (DoP) et marquage CE associés aux produits.

Les performances thermiques retenues pour le dimensionnement correspondent aux valeurs certifiées en vigueur à la date du chantier.

12.2.5 Vérifications hygrothermiques

Les études hygrothermiques éventuellement nécessaires sont réalisées conformément aux normes suivantes :

- **Cahier CSTB n°3567** : classement hygrométrique des locaux.
- **NF EN ISO 13788** : méthode simplifiée de vérification des risques de condensation.
- **NF EN 15026** : simulation hygrothermique dynamique des transferts couplés de chaleur et d'humidité dans les parois.

Ces vérifications visent notamment à démontrer l'absence de risque préjudiciable de condensation dans les panneaux KLH®-CLT et à garantir la pérennité du complexe.

12.2.6 Éléments porteurs en bois massif contrecollé

Les éléments porteurs relevant du procédé doivent être conformes aux documents d'évaluation technique en vigueur applicables aux systèmes KLH®-CLT :

- DTA KLH®-CLT n° 3.3/20-1016 relatif aux panneaux massifs contrecollés de pente nulle ;

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

• Avis Technique KLH®-CLT nervuré n° 3.3/22-1061 relatif aux panneaux nervurés de type T et caisson H.

Les conditions d'utilisation, de dimensionnement, de stockage, de mise en œuvre, ainsi que les limites d'emploi définies dans ces documents doivent être respectées.

12.2.7 Toitures à usages particuliers

Lorsque le procédé est associé à des fonctions spécifiques, les références complémentaires suivantes s'appliquent :

Toitures végétalisées

• Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des toitures et terrasses végétalisées éditées par la CSFE ;

• Documents techniques de référence applicables aux systèmes de végétalisation utilisés.

Toitures de rétention temporaire des eaux pluviales

• Référentiels techniques et règles professionnelles applicables aux dispositifs de rétention temporaire en toiture ;

• Cahiers du CSTB et textes techniques relatifs à la gestion des eaux pluviales à la parcelle lorsqu'ils sont applicables.

Toitures photovoltaïques

• Avis Techniques, Appréciations Techniques d'Expérimentation (ATEx), Enquêtes de Technique Nouvelle (ETN) ou Documents Techniques d'Application des procédés photovoltaïques utilisés ;

• Prescriptions du système de montage photovoltaïque et de son évaluation technique ;

• Règles professionnelles en vigueur relatives à l'intégration d'installations photovoltaïques sur toiture-terrasse.

12.2.8 Sécurité incendie

Les performances de réaction au feu et les exigences réglementaires de sécurité incendie sont vérifiées conformément notamment à :

• **NF EN 13501-1** : Classement au feu des produits et éléments de construction ;

• Réglementations incendie applicables selon la destination du bâtiment ;

• Évaluations techniques et rapports de classement associés aux composants du procédé.

12.2.9 Références réglementaires thermiques et environnementales

La justification des performances énergétiques et environnementales de l'ouvrage est réalisée conformément aux réglementations en vigueur applicables au projet, notamment :

• Réglementation Environnementale **RE 2020** ;

• Code de la Construction et de l'Habitation ;

• Exigences particulières du maître d'ouvrage ou du bureau de contrôle lorsque celles-ci sont plus contraignantes.

12.3 Données Environnementales et Sanitaires

12.3.1 Panneaux FOAMGLAS®

Les plaques FOAMGLAS® T3+ et T4+ font l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale et

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

Sanitaire (FDES) conforme à la norme NF P 01-010.

Le demandeur déclare que cette fiche est individuelle et a fait l'objet d'une vérification par tierce partie indépendante habilitée.

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

12.3.2 Panneaux KLH®-CLT

Le procédé de panneaux structuraux KLH®-CLT fait l'objet d'une déclaration environnementale produit (FDES) conforme à la norme NF EN 15804+A1 et son complément national NF EN 15804/CN.

12.4 Références de chantier

Les plaques FOAMGLAS® sont fabriquées depuis 1963 à l'usine de Tessenderlo. Dans le cadre de l'Avis Technique, 15 millions de mètres carrés ont été posés en France. Les plaques de la gamme FOAMGLAS® ont été posées sur plusieurs chantiers sous climats tropicaux ou équatoriaux humides.

La mise en œuvre sur élément porteur bois au-dessus de locaux à forte et très forte hygrométrie a fait l'objet de plus de 30 000 m^2 et ce depuis plus de 20 ans.

13 Assistance technique

13.1 Isolant FOAMGLAS®

Pittsburgh Corning France assure l'information et l'aide aux entreprises qui en font la demande, pour le démarrage d'un chantier afin de préciser les dispositions spécifiques de mise en œuvre du produit (ou procédé). Cette assistance au démarrage peut être demandée par l'entreprise, la maitrise d'œuvre ou la maîtrise d'ouvrage.

Cette assistance technique est obligatoire dans le cas d'une entreprise n'ayant jamais réalisé de chantier avec cette technique. Il incombe à l'entreprise, la maîtrise d'œuvre et/ou la maîtrise d'ouvrage de transmettre, à Pittsburgh Corning France, dans un délai de 15 jours minimum, avant exécution des travaux, tous les renseignements nécessaires à la mise en place de cette assistance (par exemple, la date de mise en œuvre, les coordonnées du chantier, les éléments constitutifs du système iso-étanche à mettre en œuvre…). Ces éléments doivent être communiqués, à l'avance, de manière que l'assistant technique puisse être présent et informé de la technicité du chantier concerné.

L'assistance technique et la démonstration donnée à cette occasion par la société Pittsburgh Corning France SAS sur le chantier, à la demande de l'entreprise, de la maîtrise d'œuvre ou de la maîtrise d'ouvrage, ne saurait valider l'utilisation et l'adéquation du produit sur le site où il est mis en œuvre ; la société Pittsburgh Corning France SAS ne faisant pas office de bureau d'études.

L'assistance technique et la démonstration donnée à cette occasion par la société Pittsburgh Corning France SAS ne saurait davantage se substituer à celle d'un maître d'œuvre ; la société Pittsburgh Corning France SAS n'assumant aucune mission de suivi de chantier.

L'assistance technique et la démonstration donnée à cette occasion par la société Pittsburgh Corning France SAS sur les chantiers ne change en rien la répartition des responsabilités des acteurs de la construction. Indépendamment de l'existence ou non de cette assistance technique, pour chaque ouvrage, les acteurs doivent fournir ou demander, en fonction de leurs rôles, les justificatifs requis pour la réalisation de l'ouvrage conformément aux normes en vigueur et aux règles de l'art.

Cette assistance ne peut être assimilée ni à une mission de conception de l'ouvrage, ni à une mission d'assistance à la réception des supports, ni à une mission de suivi et contrôle des règles de mise en œuvre.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

13.2 Lignatec - KLH

La société LIGNATEC SAS propose une assistance technique pour la conception, le dimensionnement et la mise en œuvre des panneaux KLH®-CLT, nervurés ou non. Elle met à la disposition des acteurs de la construction la documentation technique, les outils de prédimensionnement et le logiciel de calcul associés au procédé ainsi qu'une liste de bureaux d'études disposant de l'expertise requise.

Cette assistance ne se substitue pas au dimensionnement spécifique de l'ouvrage, qui doit faire l'objet d'une note de calcul établie par un bureau d'études compétent, en tenant compte des particularités du projet et conformément aux prescriptions du document technique de référence applicable et des normes en vigueur.

14 Documentation technique

Pour consulter les fiches « produits » et accéder à l'ensemble de la documentation technique utile (notices, DTA, certificats, etc.), vous êtes invités à vous référer aux sites internet des fabricants cités : http://foamglas.fr/ (partie Bibliothèque), https://www.lignatec.com/ (partie téléchargements).

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

ANNEXES

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

Annexe A – Matrice indicative de compatibilité du procédé avec les conditions hygrométriques des locaux

A.1 Objet de la matrice

La présente matrice est fournie à titre indicatif afin d'aider le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre, le bureau d'études structure, le bureau d'études thermiques et l'entreprise à identifier les configurations susceptibles de nécessiter des vérifications complémentaires en matière d'hygrométrie, de transferts de vapeur d'eau et de durabilité des éléments porteurs en panneaux KLH®-CLT.

Cette matrice ne se substitue pas à l'analyse spécifique de chaque projet ni aux prescriptions du présent Cahier des Prescriptions de Pose.

Le classement proposé repose sur les conditions d'exploitation habituellement rencontrées dans les bâtiments considérés. Les conditions réelles du projet demeurent déterminantes.

Lorsque les conditions d'exploitation sont susceptibles de conduire à une hygrométrie élevée, à des condensations localisées, à la présence de vapeur d'eau ou à une exposition prolongée à l'humidité, une étude hygrothermique conforme au § 2.5 du présent CPP doit être réalisée.

A.2 Niveaux de sensibilité

Niveau	Signification
Faible	Conditions peu favorables à la condensation et à l'humidification du CLT
Modéré	Conditions courantes nécessitant une vigilance normale
Important	Risque significatif de condensation ou d'humidité localisée
Élevé	Risque important nécessitant systématiquement une justification spécifique
Très élevé	Environnement particulièrement sévère nécessitant une étude approfondie et une analyse spécifique du projet

---

A.3 Matrice de compatibilité

Type de bâtiment ou de local	Hygrométrie usuelle	Étude hygrothermique spécifique	Niveau de risque
Logements	Faible	Non	Faible
Bureaux	Faible	Non	Faible
Bâtiments administratifs	Faible	Non	Faible
Écoles primaires	Faible à moyenne	Non	Faible
Collèges	Faible à moyenne	Non	Faible
Lycées	Faible à moyenne	Non	Faible
Universités	Faible à moyenne	Non	Faible
Bibliothèques	Faible	Non	Faible
Musées	Faible à moyenne	Selon projet	Faible
Hôtels	Faible à moyenne	Non	Faible
Résidences étudiantes	Faible à moyenne	Non	Faible

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

Type de bâtiment ou de local	Hygrométrie usuelle	Étude hygrothermique spécifique	Niveau de risque
Résidences de tourisme	Faible à moyenne	Non	Faible
Commerces	Faible à moyenne	Non	Faible
Centres commerciaux	Faible à moyenne	Non	Faible
Salles polyvalentes	Faible à moyenne	Non	Faible
Théâtres	Faible	Non	Faible
Cinémas	Faible	Non	Faible
Salles de spectacle	Faible	Non	Faible
Datacenters	Faible	Non	Faible
Entrepôts secs	Faible	Non	Faible
Ateliers industriels secs	Faible à moyenne	Non	Modéré
Crèches	Moyenne	Selon projet	Modéré
EHPAD	Moyenne	Selon projet	Modéré
Hôpitaux (hors zones humides)	Moyenne	Selon projet	Modéré
Cabinets médicaux	Moyenne	Non	Modéré
Restaurants (salles)	Moyenne	Non	Modéré
Vestiaires sans douches	Moyenne	Non	Modéré
Locaux techniques CVC	Moyenne	Selon projet	Modéré
Vestiaires avec douches	Forte	Oui	Important
Sanitaires collectifs	Forte	Oui	Important
Boulangeries	Forte	Oui	Important
Pâtisseries	Forte	Oui	Important
Patinoires couvertes	Forte	Oui	Important
Salles de sport avec vestiaires collectifs	Forte	Oui	Important
Centres de remise en forme	Forte	Oui	Important
Cuisines professionnelles	Très forte	Oui	Élevé
Cuisines centrales	Très forte	Oui	Élevé
Restaurants collectifs	Très forte	Oui	Élevé
Blanchisseries	Très forte	Oui	Élevé
Brasseries artisanales	Très forte	Oui	Élevé
Laiteries	Très forte	Oui	Élevé
Industries agroalimentaires humides	Très forte	Oui	Élevé
Abattoirs	Très forte	Oui	Élevé

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

Type de bâtiment ou de local	Hygrométrie usuelle	Étude hygrothermique spécifique	Niveau de risque
Étables	Forte	Oui	Élevé
Porcheries	Très forte	Oui	Élevé
Couvoirs	Très forte	Oui	Élevé
Piscines privées couvertes	Très forte	Oui	Très élevé
Piscines publiques couvertes	Très forte	Oui	Très élevé
Centres aquatiques	Très forte	Oui	Très élevé
Centres de thalassothérapie	Très forte	Oui	Très élevé
Thermes	Très forte	Oui	Très élevé
Spas	Très forte	Oui	Très élevé
Locaux de traitement des eaux	Très forte	Oui	Très élevé
Stations d'épuration couvertes	Très forte	Oui	Très élevé
Serres agricoles chauffées	Très forte	Oui	Très élevé
Jardineries sous serre climatique	Très forte	Oui	Très élevé
Résidences seniors autonomes	Faible à moyenne	Non	Faible
Cliniques et établissements de soins (hors zones humides)	Moyenne	Selon projet	Modéré
Laboratoires d'analyses médicales	Moyenne à forte	Oui	Important
Laboratoires de recherche et d'essais	Moyenne à forte	Oui	Important
Gymnases	Moyenne	Selon projet	Modéré
Complexes sportifs couverts	Moyenne à forte	Selon projet	Modéré à Important
Boulodrome	Forte à Très forte	oui	Important
Plateformes logistiques	Faible à moyenne	Non	Faible à Modéré
Hangars agricoles de stockage	Faible à moyenne	Selon projet	Modéré
Stockages de céréales	Moyenne	Selon projet	Modéré
Chais viticoles	Forte	Oui	Important
Caves de vinification	Forte à très forte	Oui	Élevé

Le classement des bâtiments et locaux présenté dans la matrice ne constitue pas un classement réglementaire. Il appartient au maître d'œuvre de vérifier, pour chaque opération, la catégorie hygrométrique réelle du local conformément aux conditions d'exploitation du projet. En cas d'incertitude ou de situation atypique, une étude hygrothermique spécifique doit être réalisée conformément au § 2.5 du présent CPP.

A.4 Dispositions particulières

Pour les configurations classées **Élevé** ou **Très élevé**, les vérifications suivantes doivent être réalisées :

- Étude hygrothermique conformément à la NF EN ISO 13788 et/ou NF EN 15026 ;
- Vérification de la compatibilité du domaine d'emploi des panneaux KLH®-CLT ;
- Vérification structurelle intégrant les effets de l'humidité, du fluage et des déformations différées ;
- Analyse des points singuliers de l'ouvrage ;

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

- Vérification des conditions réelles d'exploitation du bâtiment ;
- Justification du maintien des performances mécaniques, thermiques et sanitaires de l'ouvrage pendant sa durée de service.

L'absence de classement d'un local ou d'un bâtiment dans la présente matrice ne dispense pas de l'analyse de sa compatibilité avec le procédé. Le niveau de vérification retenu doit être adapté aux conditions réelles d'exploitation du projet.

A.5 Limites d'utilisation de la matrice

La présente matrice est fournie à titre indicatif afin d'aider les concepteurs à identifier les configurations susceptibles de nécessiter des vérifications complémentaires. Elle ne constitue pas un outil de classement réglementaire des locaux et ne dispense pas de l'analyse spécifique de chaque projet.

Le choix des vérifications à réaliser relève de la maîtrise d'œuvre et des bureaux d'études compétents en fonction :

- Des conditions réelles d'exploitation ;
- De la localisation du projet ;
- Des caractéristiques de l'enveloppe ;
- Du système de ventilation ;
- Des transferts de chaleur et de vapeur d'eau ;

En cas de doute, ou lorsque les conditions d'exploitation sont susceptibles de conduire à une hygrométrie forte ou très forte, une étude hygrothermique spécifique conforme au § 2.5 du présent Cahier des Prescriptions de Pose doit être réalisée.

SAS ALPHA CONTRÔLE
46, avenue des Frères Lumière
parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES Cedex
Tél. 01 61 37 09 90
Fax 01 61 37 09 91

ALPHA CONTRÔLE

Parc d'Activités TRAPPES / ELANCOURT - 46 avenue des Frères Lumière - 78190 TRAPPES CEDEX

Tél. : 01.61.37.09.90 - Fax : 01.61.37.09.91 – Site Web : www.alphacontrole.com

LIGNATEC SAS
217 chemin du Faing
88100 SAINTE MARGUERITE

PITTSBURGH CORNING France
3 rue du Lac du Mont Cenis
73290 LA MOTTE SERVOLEX

N/REF. : Affaire n° 26-0003-01

Trappes, le 30 octobre 2026

RAPPORT D'ENQUÊTE TECHNIQUE D'APTITUDE A L'EMPLOI DES PROCEDES FOAMGLAS® TAPERED sur panneaux KLH® CLT de pente nulle et sur panneaux KLH® CLT nervuré profil T ou caisson H »

Destination : **Procédé consistant à apporter une forme de pente sur un élément porteur de panneaux en bois massif contrecollés KLH®-CLT de pente nulle, par l'apport de panneaux d'isolation en verre cellulaire FOAMGLAS® avec forme de pente intégrée.**

Demandeurs : **PITTSBURGH CORNING France**
Bâtiment Supernova
3 rue du Lac du Mont Cenis
73290 LA MOTTE SERVOLEX

LIGNATEC SAS
217 chemin du Faing
88100 SAINTE MARGUERITE

Nombre de pages : **3+ Cahier des Charges « FOAMGLAS® TAPERED sur panneaux KLH®-CLT de pente nulle » Version Octobre 2026**

REDACTEUR : I. BOUREIMA

1. OBJET

Les sociétés PITTSBURGH CORNING FRANCE et LIGNATEC SAS, ont sollicité auprès d'ALPHA CONTROLE une enquête technique d'aptitude à l'emploi du procédé « FOAMGLAS® TAPERED sur panneaux KLH® CLT de pente nulle et sur panneaux KLH® CLT nervuré profil T ou caisson H » Version Octobre 2026.

La mission d'ALPHA CONTROLE est limitée à l'aspect solidité du procédé défini au Cahier des Charges, objet du présent rapport.

Le cas échéant, des études adaptées doivent être réalisées concernant d'autres performances recherchées (ex. : thermique, acoustique sécurité contre les risques d'incendie etc. ; hors mission Alpha Contrôle).

Cet avis est valable pour les chantiers réalisés en France Européenne.

2. DESCRIPTION ET DESTINATION

Il s'agit de la réalisation d'un procédé de toitures plates comme il suit :

- Des éléments porteurs en panneaux de bois massif KLH
- Une feuille bitumineuse soudée en adhérence sur KLH®-CLT
- Une isolation thermique en verre cellulaire FOAMGLAS® TAPERED.
- Un revêtement d'étanchéité bicouche ou monocouche apparent bénéficiant d'un document d'agrément.

Le procédé concerne :

- Les réalisations en climat de plaine et de montagne
- La destination et celle visée au chapitre 2.1 du Cahier des Prescriptions de Pose, objet du présent rapport.

3. SUPPORTS

Des éléments porteurs en bois massif KLH®-CLT (cf. art.2 ci-dessus).

4. REFERENTIEL

- Le Cahier des Prescriptions de Pose « FOAMGLAS® TAPERED sur panneaux KLH® CLT de pente nulle et sur panneaux KLH® CLT nervuré profil T ou caisson H » Version Octobre 2026
- L'Avis Technique/ de l'isolant thermique FOAMGLAS.
- Les DTA des panneaux KLH®-CLT.
- La norme NF DTU 43.4 concernant les éléments porteurs en panneaux dérivés du bois.

5. FABRICATION ET CONTROLE

Les panneaux d'isolation thermique FOAMGLAS TAPERED sont fabriqués dans le cadre de leurs Avis Techniques /DTA respectifs.
Les panneaux supports en bois massif sont fabriqués dans le cadre de leurs Avis DTA respectifs
Les feuilles d'étanchéité et la feuille bitumineuse entre les panneaux KLH®-CLT et FOAMGLAS® TAPERED, doivent également faire l'objet des dispositions de contrôle prévues par leurs Avis Techniques/DTA.

6. RECOMMENDATIONS

En complément des prescriptions de mise en œuvre figurant au Cahier des Prescriptions de Pose « FOAMGLAS® TAPERED sur panneaux KLH® CLT de pente nulle et sur panneaux KLH® CLT nervuré profil T ou caisson H » Version Octobre 2026, une attention particulière doit être accordée au respect des conditions suivantes :

- La dépression maximale au vent à prendre en compte pour chaque chantier devra être déterminée au cas par cas, y compris en fonction des documents d'agrément de la feuille en bitume à poser entre les panneaux KLH®-CLT et les plaques FOAMGLAS® TAPERED (il s'agit de son Wadm et de son aptitude de recevoir une isolation collée à froid), et des documents d'agrément de l'étanchéité. Ce point devra obligatoirement faire l'objet d'une vérification préalable de la part des constructeurs. Le support porteur en panneaux KLH®-CLT devra faire l'objet d'un dimensionnement par un bureau d'études spécialisé (cf. les prescriptions du DTA de ces panneaux).
- La même observation concerne l'usage de lit supérieur d'isolation thermique autre que panneaux FOAMGLAS®. L'avis technique ou DTA concernant cette isolation complémentaire devra indiquer le Wadm à prendre en compte, ainsi que la possibilité d'application par colle à froid.
- Les sociétés PITTSBURGH CORNING FRANCE et LIGNATEC SAS devront porter assistance technique à tout applicateur du procédé qui en exprime la demande.
- Le personnel des entreprises d'exécution devra être rompu à l'application du procédé objet du présent rapport.

7. CONCLUSION

L'examen du Cahier des Prescriptions de Pose « FOAMGLAS® TAPERED sur panneaux KLH® CLT de pente nulle et sur panneaux KLH® CLT nervuré profil T ou caisson H » Version Octobre 2026, les éléments d'informations fournis par les sociétés PITTSBURGH CORNING FRANCE et LIGNATEC SAS, ainsi que les éléments d'informations figurant dans les Avis Techniques/DTA des éléments constitutifs du procédé, permettent de conclure que la solidité du procédé peut être assurée en cas de respect des observations formulées à l'article 6 ci-dessus.

8. AVIS D'ALPHA CONTROLE

ALPHA CONTROLE émet un ***Avis Favorable*** concernant l'aptitude à l'emploi du procédé défini au Cahier des Prescriptions de Pose « FOAMGLAS® TAPERED sur panneaux KLH® CLT de pente nulle et sur panneaux KLH® CLT nervuré profil T ou caisson H » Version Octobre 2026, dans les limites arrêtées par le présent rapport (ex. : Art. 1, 6 et 7 du présent rapport).

Cette appréciation est valable jusqu'au 31 octobre 2029.

Le présent avis reste valable tant :

- Qu'un Avis Technique couvrant les domaines d'emploi envisagés par la présente enquête ne soit pas obtenu avant la date limite de validité du présent rapport.
- Qu'aucune modification de la réglementation en vigueur ne s'oppose à l'emploi d'un procédé tel que défini au Cahier des Prescriptions de Pose « FOAMGLAS® TAPERED sur panneaux KLH® CLT de pente nulle et sur panneaux KLH® CLT nervuré profil T ou caisson H » Version Octobre 2026.
- Qu'aucune modification ne soit apportée au produit par rapport au dossier soumis à l'appréciation d'ALPHA CONTROLE.