

Sur le procédé

Foamglas Tapered collé à chaud

Famille de produit/Procédé : Panneau en verre cellulaire (CG) non porteur support d'étanchéité

Titulaire(s) : Société PITTSBURGH CORNING France Sarl

AVANT-PROPOS

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

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

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

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

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

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V6	Cette version modifie la date de fin de validité au 28 février 2033.	MINON Anouk	DRIAT Philippe
V5	Cette version intègre: • changement du nom de procédé en FOAMGLAS TAPERED collé à chaud au lieu de FOAMGLAS TAPERED; • Ajout des pentes standard des panneaux : 0,6% - 1,3% - 1,5% - 1,7% - 2,0% - 2,8% - 3,0 % - 4,0% - 4,4% - 5,0% - 5,6% - 6,7% - 7,8% - 8,9% - 10,0%; • Ajout de l'emploi du FOAMGLAS TAPERED: ○ En neuf sur : ▪ TAN conforme au NF DYU 43.3 ou au cahier du CSTB 3537_V2; ▪ Bois et panneaux à base de bois conforme au NF DTU 43.4; ▪ Panneaux structural bois. ○ En réfection ▪ Panneaux structural bois; • Ajout des couches de protection; • Introduction du cas d'association d'un complexe d'étanchéité existant avec des panneaux FOAMGLAS TAPERED et un revêtement apparent; • Ajout d'un paragraphe sur le calepinage des panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY; • Ajout d'une fiche chantier pour Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE); • Ajout de la colle HYRACELLULAR pour les relevés sur supports métalliques.	MINON Anouk	DRIAT Philippe
V4	Cette version proroge l'Avis Technique 5.2/18-2595_V3 d'un an.	MINON Anouk	DRIAT Philippe

Descripteur :

Les panneaux FOAMGLAS® TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY sont des panneaux isolants, à pente intégrée, non porteurs en verre cellulaire, à bords droits, supports directs de revêtements d'étanchéités de toitures terrasses, apparents, mis en œuvre en adhérence totale.

Les panneaux FOAMGLAS TAPERED T3+, T4+, S3 et F sont nus.

Les panneaux FOAMGLAS TAPERED READY T3+, T4+, S3 et F sont surfacés bitume en usine.

Les dimensions des panneaux sont L x l : 600 x 450 mm ;

Les pentes standard des panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY sont : 0,6% - 1,1 % - 1,3% - 1,5% - 1,7% - 2,0% - 2,2 % - 2,8% - 3,0% - 3,3 % - 4,0% - 4,4% - 5,0% .

Les panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY peuvent être posés:

- T3+, T4+ et S3 : en 1 lit, d'épaisseur maximale 180mm,
- F: en 1 lit, d'épaisseur maximale de 160 mm,
- 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 360mm.

Les panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY sont utilisés en France métropolitaine, en climat de plaine ou de montane, et dans les départements d'outre-mer, en travaux neufs ou de réfection.

En travaux neufs sur éléments porteurs TAN et bois (en dehors du cas particulier des panneaux structural bois à pente nulle), le procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud» n'a pas vocation à remplacer la pente de l'élément porteur, qui reste obligatoire, mais à la compléter.

Le domaine d'emploi des panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY est détaillé dans les tableaux 1 à 5 du dossier technique.

Les panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY sont compatibles avec les locaux à faible, moyenne, forte ou très forte hygrométrie.

Les destinations de toitures et les hygrométries admissibles dépendent de la nature de l'élément porteur.

La tenue au vent du procédé est donnée dans le tableau 4.

Le domaine d'emploi des panneaux FOAMGLAS TAPERED (nus) et FOAMGLAS TAPERED READY (surfacés bitume en usine) est identique.

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé	6
1.1.	Domaine d'emploi accepté	6
1.1.1.	Zone géographique	6
1.1.2.	Ouvrages visés	6
1.2.	Appréciation	9
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé	9
1.2.2.	Durabilité et entretien	9
1.2.3.	Impacts environnementaux	9
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	10
2.	Dossier Technique	11
2.1.	Mode de commercialisation	11
2.1.1.	Coordonnées	11
2.1.2.	Mise sur le marché	11
2.1.3.	Identification	11
2.1.4.	Conditionnement	11
2.1.5.	Stockage	11
2.2.	Description	12
2.2.1.	Principe	12
2.2.2.	Caractéristiques des composants	13
2.3.	Dispositions de conception	18
2.3.1.	Calepinage des panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY	18
2.3.2.	Prescriptions relatives aux éléments porteurs en maçonnerie	18
2.3.3.	Prescriptions relatives aux éléments porteurs en dalles de béton cellulaire autoclavé armé (en réfection)	18
2.3.4.	Prescriptions relatives aux éléments porteurs en tôles d'acier nervurées TAN Ohn ≤ 70 mm	18
2.3.5.	Prescriptions relatives aux éléments porteurs en tôles d'acier nervurées TAN grandes portées	19
2.3.6.	Prescriptions relatives aux éléments porteurs en bois massif	20
2.3.7.	Prescriptions relatives aux éléments porteurs en panneaux à base de bois	21
2.3.8.	Prescriptions relatives aux éléments porteurs structural bois	22
2.3.9.	Travaux de réfection	22
2.3.10.	Climat de montagne	23
2.3.11.	Départements et Régions d'Outre-mer (DROM)	23
2.4.	Dispositions de mise en œuvre	24
2.4.1.	Principe général de mise en œuvre	24
2.4.2.	Principe de l'encollage à l'EAC	24
2.4.3.	Spécificité sur éléments porteurs en maçonnerie, béton cellulaire et bois et sous-couche bitumineuse	25
2.4.4.	Spécificité sur éléments porteurs en TAN (DTU et grandes portées)	26
2.4.5.	Mise en œuvre du revêtement d'étanchéité	28
2.4.6.	Traitement des points singuliers	28
2.4.7.	Fiche chantier pour DOE à remettre au Maître d'ouvrage	31
2.5.	Assistance technique	31
2.6.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication	31
2.6.1.	Panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY	31
2.7.	Détermination de la résistance thermique	32
2.8.	Mention des justificatifs	32
2.8.1.	Résultats expérimentaux	32
2.8.2.	Références chantiers	33
2.9.	Annexe du Dossier Technique	34

2.9.1.	Annexe 1 : Annexe thermique pour les plaques FOAMGLAS TAPERED et TAPERED READY	34
2.9.2.	Annexe 2 : Fiche chantier pour DOE	38

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre 2 « Dossier Technique » ci-après a été examiné le 15/09/2025 par le Groupe Spécialisé qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

Le procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » est employé en France métropolitaine, en climat de plaine et climat de montagne (altitude > 900 m uniquement sur maçonnerie) et dans les départements et régions d'outre-mer (DROM).

1.1.2. Ouvrages visés

Le procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » est utilisé en travaux neufs et de réfection, sur versants plans.

Il s'emploie en toitures terrasses comme support de revêtement d'étanchéité apparent mis en œuvre en adhérence totale.

En travaux neufs, les éléments porteurs visés sont :

- Maçonneries conformes aux normes NF DTU 20.12 et NF DTU 43.1, de toutes pentes (y compris de pente nulle).
- Tôles d'acier nervurées (TAN) de plages pleines, conformes au NF DTU 43.3 (Ohn $\leq$ 70 mm), ou à un Document Technique d'Application et dont l'ouverture haute de nervure est supérieure à 70 mm (et $\leq$ 200 mm), conformes au Cahier du CSTB 3537_V2 de janvier 2009 :
 - Les plages sont impérativement pleines.
 - Les âmes des nervures peuvent être perforées.
 - La pente minimum est de 3 %.
- Bois et panneaux à base de bois conformes au NF DTU 43.4 :
 - La pente minimum est de 3 %.
- Panneaux structural bois (panneaux CLT et plancher caisson en bois) conformes à un Document Technique d'Application, validant l'emploi comme élément porteur d'étanchéité, et précisant la pente minimale admissible.

En travaux neufs, sur TAN et bois, les panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY apportent un complément de pente.

Sur éléments porteurs en pente nulle, les panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY réalisent la pente.

En travaux de réfection, les éléments porteurs visés sont :

- Maçonneries conformes aux normes NF DTU 20.12 et NF DTU 43.1, de toutes pentes (y compris de pente nulle).
- Dalles de béton cellulaire autoclavé armé, de pente minimum 1 %.
- Tôles d'acier nervurées (TAN) de plages pleines, conformes au NF DTU 43.3 (Ohn $\leq$ 70 mm), ou à un Document Technique d'Application et dont l'ouverture haute de nervure est supérieure à 70 mm (et $\leq$ 200 mm), conformes au Cahier du CSTB 3537_V2 de janvier 2009 :
 - Les plages sont impérativement pleines.
 - Les âmes des nervures peuvent être perforées.
 - La pente est conforme au NF DTU 43.5.
- Bois et panneaux à base de bois conformes au NF DTU 43.4 :
 - La pente est conforme au NF DTU 43.5.
- Panneaux structural bois (panneaux CLT et plancher caisson en bois) conformes à un Document Technique d'Application, validant l'emploi comme élément porteur d'étanchéité et relevant du Cahier CSTB 3814, et précisant la pente minimale admissible :

En travaux de réfection, la pente est assurée partiellement ou complètement par l'isolant FOAMGLAS TAPERED ou FOAMGLAS TAPERED READY, quelle que soit la pente de l'élément porteur.

Le domaine d'emploi du procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » sous revêtement apparent est détaillé aux tableaux 1 à 5.

Le domaine d'emploi des panneaux FOAMGLAS TAPERED (nus) et FOAMGLAS TAPERED READY (surfacés bitume en usine) est identique.

Le procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » peut être employé en climat de montagne, uniquement dans les conditions prévues par la norme NF DTU 43.11 sur élément porteur.

Dans les départements d'outre-mer, le procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » peut être employé sur des éléments porteurs en maçonnerie, en tôles d'acier nervurées et en panneaux bois à usage structurel CLT sous DTA visant cet emploi, selon le Cahier des Prescriptions Techniques communes « Supports de systèmes d'étanchéité de toitures dans les départements d'outre-mer (DOM) » Cahier du CSTB 3644 d'octobre 2008, dans le respect des prescriptions des Documents Techniques d'Application des revêtements d'étanchéité.

Élément porteur - TRAVAUX NEUFS		Hygrométrie des locaux			
		Faible	Moyenne	Forte	Très forte
Maçonnerie (NF DTU 20.12)		Oui	Oui	Oui	Oui
Béton cellulaire (réfection)		Oui	Oui	Oui	Oui
TAN Ohn ≤ 70 mm (NF DTU 43.3) Plages pleines	Nervures pleines	Oui	Oui	Oui	Oui
	Nervures perforées dans les âmes	Oui	Oui	Oui (1)	Oui (1)
TAN grandes portées 70 < Ohn ≤ 200 mm (Cahier CSTB 3537_V2) Plages pleines	Nervures pleines	Oui	Oui	Oui	Oui
	Nervures perforées dans les âmes	Oui	Oui	Oui (1)	Oui (1)
Bois massif (NF DTU 43.4)		Oui	Oui	Oui (1)	Oui (1)
Panneaux à base de bois (NF DTU 43.4)		Oui	Oui	Oui (1)	Oui (1)
Panneaux structural bois (DTA)	Panneaux bois à usage structurel CLT	Oui	Oui		
	Planchers à caisson en bois	Oui	Oui		

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emplois
 (1) Dans les conditions spécifiées aux § 2.3.5.2 , § 2.3.6.2 et §2.3.7.2

Tableau 1 – Domaine d'emploi du procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » en fonction des éléments porteurs et de l'hygrométrie des locaux

Élément porteur - TRAVAUX NEUFS		Pente mini		
		Climat de plaine	Climat de montagne	Départements d'outre-mer
Maçonnerie (NF DTU 20.12)		Pente nulle	1 %	2 %
TAN Ohn ≤ 70 mm (NF DTU 43.3) Plages pleines	Nervures pleines	3 %	3 % (1)	3 % (2)
	Nervures perforées dans les âmes	3 %	3 % (1)	3 % (2)
TAN grandes portées 70 < Ohn ≤ 200 mm (Cahier CSTB 3537_V2) Plages pleines	Nervures pleines	3 %		
	Nervures perforées dans les âmes	3 %		
Bois massif (NF DTU 43.4)		3 %	3 % (1)	
Panneaux à base de bois (NF DTU 43.4)		3 %	3 % (1)	
Panneaux structural bois (DTA)		(3) (4)	(3)4)	

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emplois
 (1) Dans le respect des prescriptions du « Guide des toitures terrasses et toitures avec revêtements d'étanchéité en climat de montagne » (Cahier CSTB 2267-2, septembre 1988)
 (2) Dans le respect des prescriptions du Cahier des Prescriptions Techniques communes « Supports de systèmes d'étanchéité de toitures dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM) » (Cahier CSTB 3644, octobre 2008) et des Documents Techniques d'Application des revêtements d'étanchéité
 (3) Pente minimale selon DTA du procédé, sous condition de flèche.
 (4) Si le DTA du procédé CLT le prévoit, dans le cadre strict du § 2.3.8 du présent Dossier technique, et exclusivement pour les destinations de toitures validées dans le DTA du procédé CLT.

Tableau 2 – Limites de pente du procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » en fonction des éléments porteurs et de la zone géographique

Élément porteur		Panneaux FOAMGLAS TAPERED Panneaux FOAMGLAS TAPERED READY			
		T3+	T4+	S3	F
Maçonnerie (NF DTU 20.12)		Oui	Oui	Oui	Oui
Béton cellulaire (réfection)		Oui	Oui	Oui	Oui
TAN Ohn ≤ 70 mm (NF DTU 43.3) Plages pleines	Nervures pleines	Oui	Oui	Oui	Oui
	Nervures perforées dans les âmes	Oui	Oui	Oui	Oui
TAN grandes portées 70 < Ohn ≤ 200 mm (Cahier CSTB 3537_V2) Plages pleines	Nervures pleines	Oui	Oui	Oui	
	Nervures perforées dans les âmes	Oui	Oui	Oui	
Bois massif (NF DTU 43.4)		Oui	Oui	Oui	Oui
Panneaux à base de bois (NF DTU 43.4)		Oui	Oui	Oui	Oui
Panneaux structural bois (DTA)	Panneaux bois à usage structurel CLT	Oui	Oui	Oui	Oui
	Planchers à caisson en bois	Oui	Oui	Oui	Oui

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emplois

Tableau 3 – Utilisation des différents panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY en fonction des éléments porteurs

Élément porteur (dans la limite des prescriptions des tableaux 1, 2 et 3)		Limite de vent des panneaux T3+ / T4+ / S3 / F sous revêtement d'étanchéité apparent	
		FOAMGLAS TAPERED	FOAMGLAS TAPERED READY
Maçonnerie (NF DTU 20.12)	Cas général : collage direct sur l'élément porteur	7.250 Pa	5.000 Pa
Béton cellulaire (réfection)	Cas particulier d'une pose sur écran pare-vapeur soudé (1)		
TAN Ohn ≤ 70 mm (NF DTU 43.3) Plages pleines	Nervures pleines	5.800 Pa	5.000 Pa
	Nervures perforées dans les âmes		
TAN grandes portées 70 < Ohn ≤ 200 mm (Cahier CSTB 3537_V2) Plages pleines	Nervures pleines	5.800 Pa	5.000 Pa
	Nervures perforées dans les âmes		
Bois massif (NF DTU 43.4)	Sous-couche clouée	2.633 Pa	2.633 Pa
Panneaux à base de bois (NF DTU 43.4)	Sous-couche clouée	2.633 Pa	2.633 Pa
	Sous-couche soudée	7.250 Pa	5.000 Pa
	Pose directe sur EIF avec pontage des joints	7.250 Pa	5.000 Pa
Panneaux structural bois (DTA) Panneaux bois à usage structurel CLT Planchers à caisson en bois	Sous-couche soudée	7.250 Pa	5.000 Pa

(1) Cas d'un revêtement d'étanchéité à base d'asphalte et feuille en bitume modifié dont le DTA vise cet emploi coulé sur un seul lit de panneaux FOAMGLAS TAPERED ou FOAMGLAS TAPERED READY

Tableau 4 – Limite de vent du procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » en fonction des éléments porteurs

Élément porteur	Panneaux FOAMGLAS TAPERED Panneaux FOAMGLAS TAPERED READY T3+ / T4+ / S3 / F (1)		
	Inaccessible, y compris les chemins de circulation	Inaccessible avec procédés d'étanchéité photovoltaïque avec modules souples sous ATec	Technique ou à zone technique
Maçonnerie (NF DTU 20.12)	Oui	Oui	Oui
Béton cellulaire (réfection)	Oui		Oui
Ohn ≤ 70 mm (NF DTU 43.3) Plages pleines Nervures pleines ou nervures perforées dans les âmes	Oui	Oui	Oui
TAN grandes portées 70 < Ohn ≤ 200 mm (Cahier CSTB 3537_V2) (1) Plages pleines Nervures pleines ou nervures perforées dans les âmes	Oui	Oui	Oui
Bois massif (NF DTU 43.4)	Oui	Oui	Oui
Panneaux à base de bois (NF DTU 43.4)	Oui	Oui	Oui
Panneaux structural bois (DTA) CLT et planchers à caisson	Oui	Oui	Oui

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi
(1) Les panneaux FOAMGLAS TAPERED F et FOAMGLAS TAPERED READY F ne sont pas visés sur TAN grandes portées

Tableau 5 – Domaine d'emploi du procédé « FOAMGLAS TAPERED » collé à chaud en fonction des destinations de toiture

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

Stabilité

Elle peut être normalement assurée.

Sécurité en cas d'incendie

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

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

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

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

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

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

Le procédé dispose d'une Fiche de Données de Sécurité (FDS).

L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce procédé sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'Équipements de Protection Individuelle (EPI) ou les formations appropriées pour l'utilisation de certains produits.

Les FDS sont disponibles auprès de la société Pittsburgh Corning France SAS.

Pose en zones sismiques

Le procédé peut être mis en œuvre, en respectant les prescriptions du Dossier Technique, sur des bâtiments de catégorie d'importance I, II, III et IV, situés en zone de sismicité 1 (très faible), 2 (faible), 3 (modérée), 4 (moyenne) et 5 (forte) sur des sols de classe A, B, C, D et E.

Isolation thermique

Les arrêtés du 26 octobre 2010 et du 28 décembre 2012 (Réglementation Thermique 2012), le décret n° 2021-1004 du 29 juillet 2021 et l'arrêté du 4 août 2021 (Réglementation Environnementale 2020) n'imposent pas d'exigence minimale sur la transmission thermique surfacique des parois mais imposent une performance énergétique globale du bâti. La vérification du respect de la réglementation thermique s'effectue au cas par cas en utilisant les règles de calculs réglementaires (Th-BCE et Th-bât).

Le *tableau 9* du Dossier Technique donne pour chaque épaisseur la résistance thermique utile à prendre en compte pour le calcul du coefficient de déperdition thermique. Les valeurs sont celles du certificat ACERMI des panneaux plats FOAMGLAS® inscrits dans l'Avis Technique « FOAMGLAS® collé à chaud » en cours de validité. Il appartiendra à l'utilisateur de vérifier que le certificat ACERMI est toujours valide, faute de quoi, il y aurait lieu de se reporter aux Règles Th-bât pour déterminer la conductivité thermique utile de l'isolant.

En cas de superposition d'isolants de nature différente, les résistances thermiques de chaque panneau s'additionnent. Les valeurs de résistance thermique de chaque isolant sont celles indiquées dans leurs certificats ACERMI en vigueur. (cf. Annexe 1 au § 2.9).

Les constructions existantes sont soumises aux dispositions de l'arrêté du 22 mars 2017, relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants, qui définit la résistance thermique totale minimum que la paroi doit respecter lorsqu'il est applicable.

Aspects sanitaires

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

Fabrication et contrôles

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

1.2.2. Durabilité et entretien

Durabilité

Dans le domaine d'emploi accepté, la durabilité du procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » est satisfaisante.

Entretien

L'entretien des toitures est conforme aux prescriptions des normes NF DTU 43.1, NF DTU 43.3, NF DTU 43.4 et NF DTU 43.5

1.2.3. Impacts environnementaux

Le produit FOAMGLAS fait l'objet de Fiches de Données Environnementales et Sanitaires (FDES) individuelles.

Ces FDES ont fait l'objet d'une vérification par une tierce partie indépendante selon l'arrêté du 31 août 2015 et sont déposées sur le site www.inies.fr.

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

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

- a. Le procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » est, par principe, complexe. La satisfaction d'emploi est en conséquence très dépendante des conditions préalables d'adaptation et du soin apporté à la mise en œuvre.
- En travaux neufs sur éléments porteurs TAN et bois (en dehors du cas particulier des panneaux structural bois à pente nulle), le procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » n'a pas vocation à remplacer la pente de l'élément porteur, qui reste obligatoire.
 - b. En travaux de réfection, la modification des pentes provoquée par l'ajout de panneaux pentés peut conduire à un changement de l'écoulement de l'eau sur la toiture. Une étude spécifique est donc nécessaire pour redéfinir le réseau d'évacuation des eaux pluviales (implantation et/ou section).
 - c. Dans le cas d'emploi du procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » sur élément porteur béton toute pente y compris pente nulle en travaux neufs, la planéité de la dalle béton doit être conforme aux prescriptions du NF DTU 20.12.
 - d. Pour les épaisseurs de 50 à 70 mm des panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY (plus faibles épaisseurs), les TAN sont dimensionnées en tenant compte d'une charge d'exploitation d'au moins 150 daN/m².
 - e. Sur élément porteur en maçonnerie, la possibilité de pente nulle, en climat de plaine ou de montagne, découle de la spécificité des panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY et de la mise en œuvre non extrapolable à d'autres isolants.

2. Dossier Technique

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

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

Titulaire et distributeur : PITTSBURGH CORNING France SAS
767 Quai des Allobroges
73000 CHAMBERY
Courriel : info@foamglas.fr
Internet : www.foamglas.fr

2.1.2. Mise sur le marché

Conformément au Règlement UE n° 305/2011 (RPC), les panneaux de la gamme FOAMGLAS TAPERED font l'objet d'une Déclaration des Performances (DdP) établie par la société Pittsburgh Corning France SAS, sur la base de la norme NF EN 13167. Les produits conformes à cette DdP sont identifiés par le marquage CE.

2.1.3. Identification

Les produits mis sur le marché portent le marquage CE accompagné des informations visées par l'annexe ZA de la norme NF EN 13167.

L'étiquetage comporte :

- Le nom commercial des plaques.
- Le type de panneaux : FOAMGLAS TAPERED ou FOAMGLAS TAPERED READY, et T4+ / T3+ / S3 / F.
- Les dimensions des panneaux.
- Le sens de stockage des paquets.
- Le code de fabrication.
- La certification ACERMI.
- Le numéro du Document Technique d'Application.

Sur les paquets de plaques FOAMGLAS TAPERED ou FOAMGLAS TAPERED READY à forme de pente TAPERED, est indiqué le numéro des plaques en référence au plan de calepinage fourni par PITTSBURGH CORNING France SAS (cf. § 2.3.1).

Les panneaux préenduits ont la face supérieure de couleur noire, avec l'inscription FOAMGLAS TAPERED READY en bleu sur fond noir.

Les panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY sont fabriqués à l'usine Pittsburgh Corning de Tessenderlo (Belgique).

2.1.4. Conditionnement

Les panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY sont conditionnés en paquets, sous film polyéthylène rétractable.

Les paquets sont ensuite conditionnés sur palettes et sous housse polyéthylène.

Le poids maximum des palettes, de hauteur $\leq 1,45$ m, de panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY est de 175 kg.

2.1.5. Stockage

Un stockage sous emballage d'origine est demandé à tous les dépositaires de matériaux ainsi qu'aux entreprises d'étanchéité sur les chantiers.

Les panneaux sortis des housses de protection des palettes doivent être protégés contre les intempéries par bâchage.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Le procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » est constitué de panneaux isolants non porteurs en verre cellulaire, à pente intégrée et à bords droits, supports directs de revêtements d'étanchéité de toitures terrasses en apparent (cf. figure 1).

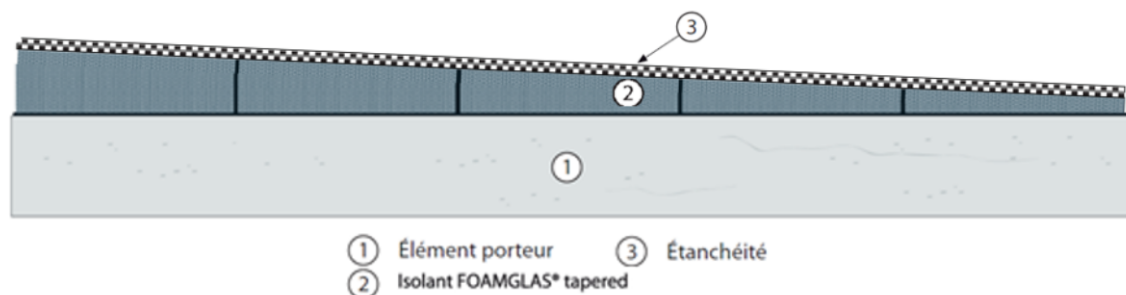


Figure 1a – Principe du procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » sur béton

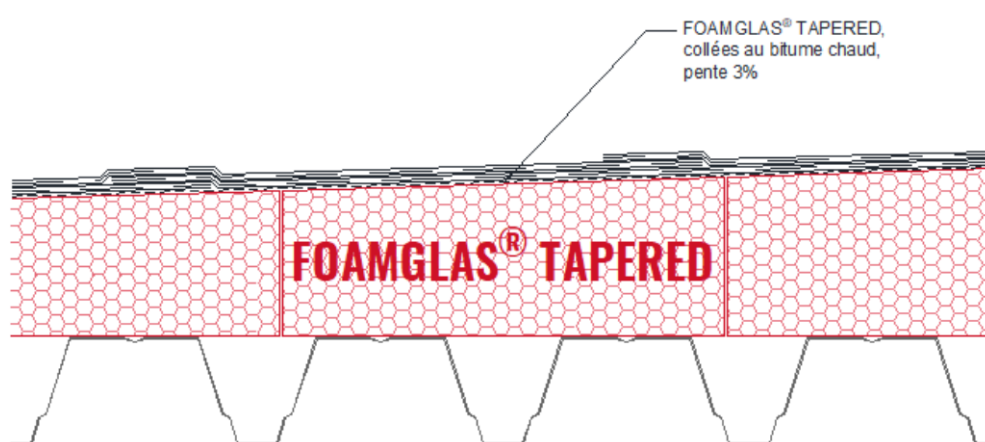


Figure 1b – Principe du procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » sur TAN

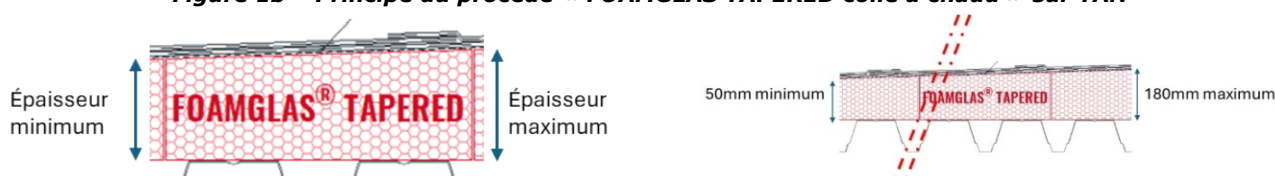


Figure 1c – définition des épaisseurs minimum et maximum

Les panneaux FOAMGLAS TAPERED T3+, T4+, S3 et F sont nus.

Les panneaux FOAMGLAS TAPERED READY T3+, T4+, S3 et F sont surfacées bitume en usine.

Les dimensions des panneaux sont L x l : 600 x 450 mm.

Les épaisseurs des différents panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY sont :

- T3+ : 50 minimum à 180 mm maximum
- T4+ : 40 minimum à 180 mm maximum
- S3 : 40 minimum à 180 mm maximum
- F : 40 minimum à 160 mm maximum

Les pentes standard des panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY sont :

0,6 % - 1,1 % - 1,3 % - 1,51 % - 1,7 % - 2,0 % - 2,2 % - 2,8 % - 3,0 % - 3,3 % - 4,0 % - 4,4 % - 5,0 %.

D'autres pentes intermédiaires peuvent être fabriquées à la demande.

Les panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY peuvent être posés :

- T3+, T4+ et S3 : en 1 lit, d'épaisseur maximale de 180 mm,
- F : en 1 lit, d'épaisseur maximale de 160 mm,
- 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 360 mm.

Les panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY sont mis en œuvre à l'aide d'un Enduit d'Application à Chaud (EAC) exempt de bitume oxydé visé dans un Avis Technique ou Document Technique d'Application d'étanchéité.

Les joints entre plaques doivent être traités à l'EAC, sauf dans le cas d'un revêtement en à base d'asphalte et feuille en bitume modifié bénéficiant d'un Document Technique d'Application placé au-dessus des plaques de la gamme FOAMGLAS.

A partir de l'épaisseur de 50 mm (épaisseur minimale des panneaux à forme de pente intégrée), les différents types de panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY sont destinés au traitement des surfaces courantes de toiture et des reliefs (relevés) étanchés.

Sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées (TAN), l'épaisseur minimale admissible des panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY posés en 1 lit est fonction de l'ouverture haute de nervure (Ohn) des TAN, conformément au tableau 6.

Ohn des TAN	Épaisseur des panneaux FOAMGLAS TAPERED panneaux FOAMGLAS TAPERED READY T3+ / T4+ / S3 / F (1)
≤ 70 mm	≥ 50 mm
≤ 100 mm (1)	≥ 60 mm
≤ 160 mm (1)	≥ 70 mm
≤ 200 mm (1)	≥ 90 mm
(1) Les panneaux FOAMGLAS TAPERED F et FOAMGLAS TAPERED READY F ne sont pas visés sur TAN grandes portées.	

Tableau 6 – Épaisseur des panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY posés en 1 lit en fonction de l'ouverture haute de nervure (Ohn) des TAN

En pose en 1 lit, dans le cas général, la mise en œuvre des panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY est réalisée directement sur l'élément porteur, sans mise en œuvre préalable d'un écran pare-vapeur.

Il existe néanmoins des exceptions, détaillées au § 2.4.1.1.

Dans le cas d'une pose en lit supérieur, les panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY sont posés sur 1 ou plusieurs lits de panneaux FOAMGLAS nus (sans pente intégrée) posé(s) selon le DTA FOAMGLAS Collé à chaud en cours de validité.

Les revêtements d'étanchéité sont mis en œuvre en pleine adhérence sur les panneaux isolants :

- sur les panneaux FOAMGLAS TAPERED nus : par soudage sur un glacié d'EAC refroidi préalablement mis en œuvre,
- sur les panneaux FOAMGLAS TAPERED READY : directement par soudage.

Le procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » est mis en œuvre par des entreprises d'étanchéité qualifiées.

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Panneaux FOAMGLAS TAPERED (nus)

L'isolant thermique en verre cellulaire FOAMGLAS relève de la norme NF EN 13167.

Les panneaux FOAMGLAS TAPERED ont une section transversale trapézoïdale, permettant de former une pente dans la couche isolante.

Les caractéristiques des panneaux FOAMGLAS TAPERED T3+, T4+, S3 et F sont indiquées au tableau 7 (caractéristiques spécifiées) et tableau 8 (caractéristiques indicatives).

Les résistances thermiques des panneaux FOAMGLAS en fonction de leurs épaisseurs sont indiquées au tableau 9.

Sur demande, les panneaux peuvent être découpés en usine, en demi-panneaux et bandes.

Caractéristiques spécifiées	Panneaux FOAMGLAS TAPERED et Panneaux FOAMGLAS TAPERED READY				
	T3+	T4+	S3	F	Méthode
Identification et dimensions					
Longueur (± 2) (mm)	600	600	600	600	EN 822
Largeur (± 2) (mm)	450	450	450	450	EN 822
Epaisseur (± 2) (mm)	50 à 180 au pas de 10	40 à 180 au pas de 10	40 à 180 au pas de 10	40 à 160 au pas de 10	EN 823
Equerrage (mm/panneau)	≤ 2	≤ 2	≤ 2	≤ 2	EN 824
Planéité (mm)	≤ 2	≤ 2	≤ 2	≤ 2	EN 825
Masse volumique (kg/m³) (± 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
Contrainte de rupture en traction perpendiculaire (kPa)	TR ≥ 150	TR ≥ 150	TR ≥ 200	TR ≥ 200	EN 1607
Thermique					
Conductivité thermique utile (W/(m².K))	0,036	0,041	0,045	0,050	Certificats ACERMI
Résistance thermique utile (m².K/W)	Cf. tableau 9	Cf. tableau 9	Cf. tableau 9	Cf. tableau 9	
Réaction au feu					
Euroclasse panneaux nus	A1	A1	A1	A1	(4)
Euroclasse panneaux préenduits de bitume FOAMGLAS TAPERED READY	E	E	E	E	(5)

(1) 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, en tenant compte du revêtement d'étanchéité et de l'épaisseur des panneaux de la gamme FOAMGLAS.

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

(3) Selon l'annexe D du NF DTU 20.12 P1 et le Cahier du CSTB 3230_V2 de novembre 2007.

(4) Selon le Rapport de classement européen n° 17465B du WFRGENT NV de Gand (cf. § 2.8 du Dossier technique).

(5) Selon le Rapport de classement européen n° 18075E du WFRGENT NV de Gand (cf. § 2.8 du Dossier technique).

Tableau 7 – Caractéristiques spécifiées des panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY

Caractéristiques indicatives	Panneaux FOAMGLAS TAPERED Panneaux FOAMGLAS TAPERED READY				
	T3+	T4+	S3	F	Méthode
Caractéristiques mécaniques					
Contrainte moyenne de rupture en flexion	BS ≥ 400	BS ≥ 450	BS ≥ 500	BS ≥ 550	EN 1209
Module d'élasticité en compression (MN/mm²)	65				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
Variation dimensionnelle					
Coefficient de dilatation thermique (°C)	9.10 ⁻⁶	9.10 ⁻⁶	9.10 ⁻⁶	9.10 ⁻⁶	EN 14706

Tableau 8 – Caractéristiques indicatives des panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY

Épaisseur (mm)	Panneaux FOAMGLAS TAPERED Panneaux FOAMGLAS READY			
	T3+	T4+	S3	F
40		0,95	0,85	0,80
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
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	
180	5,00	4,35	4,00	

Tableau 9 – Résistance thermique utile ($m^2.K/W$) par épaisseur des panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY

2.2.2.2. Panneaux FOAMGLAS TAPERED READY (surfacés bitume en usine)

L'isolant thermique en verre cellulaire FOAMGLAS relève de la norme NF EN 13167.

Les caractéristiques des panneaux FOAMGLAS TAPERED READY T3+, T4+, S3 et F sont indiquées au tableau 7 (caractéristiques spécifiées) et tableau 8 (caractéristiques indicatives).

Les résistances thermiques des panneaux FOAMGLAS TAPERED READY en fonction de leurs épaisseurs sont indiquées au tableau 9.

Les panneaux FOAMGLAS TAPERED READY sont des panneaux de FOAMGLAS TAPERED nus, revêtus en usine sur leur face supérieure d'un film polyéthylène de 15 μm ($\pm 15\%$), collé au bitume de grade 85/25 à raison de 650 à 850 g/m². Leur face inférieure est nue.

Sur demande, les panneaux peuvent être découpés en usine, en demi-panneaux et bandes.

2.2.2.3. Chanfreins en verre cellulaire

Chanfreins en verre cellulaire découpés en usine dans des panneaux FOAMGLAS nus (utilisation dans le traitement des pieds de relevés d'étanchéité), de dimensions :

- 5 x 5 x 45 cm
- 10 x 10 x 45 cm.

2.2.2.4. EAC

Enduit d'Application à Chaud (EAC) exempt de bitume oxydé visé dans un Avis Technique ou Document Technique d'Application d'étanchéité.

2.2.2.5. Colle PC 56

La colle PC 56 est une colle bitumineuse à froid bicomposant, définie au tableau 10.

Elle est utilisée dans le traitement des reliefs en béton et en bois.

Caractéristique	Colle PC 56
Description	Colle à deux composants, à prise hydraulique
Base	Composant A : émulsion bitumeuse Composant B : silicate de calcium, aluminat de calcium, ferrite d'aluminat de calcium
Consistance	Pâte
Températures limites de service	- 15 °C à + 45 °C
Températures limites d'application (air + substrat)	+ 5 °C à + 35 °C
Durée Pratique d'utilisation	Environ 90 minutes à 20 °C
Temps de prise	Environ 3 heures
Temps de séchage	24 à 48 h selon la température
Masse volumique	Environ 1,20 kg/dm³
Couleur	Brun foncé
Résistance à la traction	0,193 N/mm²
Cohésion	Rupture cohésive dans le FOAMGLAS
Solubilité dans l'eau	Insoluble après séchage complet
Solvant	Aucun

Tableau 10 – Caractéristiques de la colle à froid PC 56 (collage des panneaux isolants sur relief béton et bois)

2.2.2.6. Colle HYRACELLULAR

La colle HYRACELLULAR est une colle bitume-polyuréthane à froid monocomposant, définie au tableau 11. Elle est utilisée dans le traitement des relevés sur costières métalliques.

Caractéristique	Colle HYRACELLULAR
Description	Adhésif pâteux thixotrope
Base	Bitume-polyuréthane monocomposant
Consistance	Pâte
Températures limites de service	- 40 °C à + 80 °C
Températures limites d'application (air + substrat)	+5 °C et +35 °C
Durée Pratique d'Utilisation	2 heures
Temps de séchage	12 à 24 h selon la température
Densité	0,95 – 1,05
Couleur	Noire
Résistance à la traction EN 1607 après vieillissement de FOAMGLAS collé sur acier	> 120 kPa Rupture cohésive dans le FOAMGLAS
Tenue à la température sur support acier (Classement T du FIT)	T4
Viscosité à 25°C	20 000 à 30 000 mPa.s
Extrait sec	> 85 % dans du xylène
Résistance à la diffusion de vapeur d'eau	$\mu = 20.000$
Solubilité dans l'eau	Insoluble après séchage complet
Solvant	xylène 10-15 %.

Tableau 11 – Caractéristiques de la colle à froid HYRACELLULAR (collage des panneaux isolants sur relief métallique)

2.2.2.7. Revêtements d'étanchéité

Les revêtements d'étanchéité compatibles avec le procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » bénéficient d'un Document Technique d'Application visant leur emploi sur isolants en verre cellulaires :

- 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.

2.2.2.8. Pare-vapeur

Feuilles bitumineuses conformes aux normes NF DTU de la série 43 ou définies dans un Document Technique d'Application de revêtement d'étanchéité, destinées à être mises en œuvre en pleine adhérence sur un EIF.

Leur face supérieure doit être grésée pour permettre le collage des panneaux isolants.

La mise en œuvre du pare-vapeur est nécessaire dans le cas particulier d'un revêtement d'étanchéité à base d'asphalte, coulé sur un seul lit de panneaux FOAMGLAS TAPERED ou FOAMGLAS TAPERED READY, sur élément porteur en maçonnerie ou dalles de béton cellulaire autoclavé armé (cf. § 2.4.2).

2.2.2.9. Sous-couche bitumineuse clouée

Feuilles bitumineuses conformes aux normes NF DTU de la série 43 ou définies dans un Document Technique d'Application de revêtement d'étanchéité, destinées à être clouées.

Leur face supérieure doit être grésée pour permettre le collage des panneaux isolants.

Ces sous-couches sont fixées au support (bois massif et panneaux à base de bois) à l'aide de clous à tête large conformes au NF DTU 43.4 P1-2 (cf. § 2.4.1.2).

2.2.2.10. Sous-couche bitumineuse soudée

Feuilles bitumineuses conformes aux normes NF DTU de la série 43 ou définies dans un Document Technique d'Application de revêtement d'étanchéité, destinées à être mises en œuvre en pleine adhérence sur un EIF, sur éléments porteurs en panneaux à base de bois et en panneaux structural bois (panneaux bois à usage structural CLT et planchers à caisson en bois) (cf. § 2.4.1.2).

Leur face supérieure doit être grésée pour permettre le collage des panneaux isolants.

2.2.2.11. Plaquettes crantées

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

Elles sont en acier galvanisé Z 350 de nuance S250 (limite élastique 250 MPa) et présentent une épaisseur de 1,5 mm (cf. figure 2).

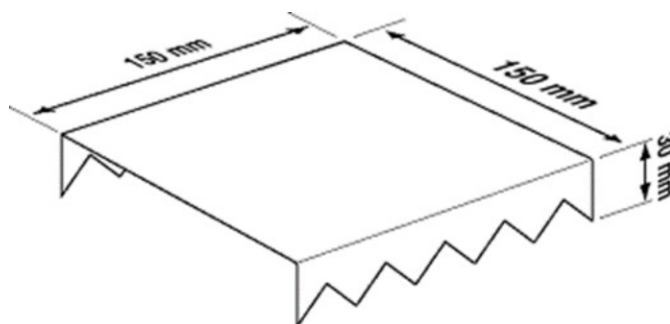


Figure 2 – Plaquette crantée FOAMGLAS

2.2.2.12. Fixations des éléments porteurs

Les fixations des éléments porteurs à la structure porteuse de l'ouvrage sont :

- Éléments porteurs TAN : conformes aux prescriptions du NF DTU 43.3 P1-2.
- Éléments porteurs en bois massifs et panneaux à base de bois : conformes aux prescriptions du NF DTU 43.4 P1-2.

Dans le cas particulier des éléments porteurs en bois et panneaux à base de bois, en forte et très forte hygrométrie :

- La protection contre la corrosion des pointes ou vis est effectuée par électrozingage, galvanisation à chaud ou par l'utilisation de matériaux difficilement corrodables comme l'inox.
 - En fonction de la classe de service retenue (au sens de l'Eurocode 1995-1), les niveaux de protection minimale sont les suivants :
 - $\varnothing \leq 4 \text{ mm}$ – classe de service 2 : Fe/Zn 12c
 - $\varnothing \leq 4 \text{ mm}$ – classe de service 3 : Fe/Zn 25c
 - $\varnothing > 4 \text{ mm}$ – classe de service 3 : Fe/Zn 25c
 - Pour les ambiances particulièrement agressives, on utilise le Fe/Zn 40 ou de l'acier inoxydable : milieu présentant une agressivité (corrosion chimique, aspersions corrosives, etc.) même de façon intermittente, par exemple piscines à fort dégagement de composés chlorés.

L'utilisation des pointes ou vis inox est obligatoire pour certaines essences dont les tanins sont particulièrement corrosifs comme le western red cedar ou le châtaignier.

2.2.2.13. Accessoires spécifiques aux TAN perforées dans les âmes

La mise en œuvre du procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » sur TAN perforées dans les âmes nécessite l'emploi de :

- Bandes de laine minérale (caractéristiques ci-dessous), découpées en forme de trapèze adaptée au profil des TAN.
 - Réaction au feu Euroclasse : A1
 - Absorption d'eau à court terme WS : $\leq 1 \text{ kg/m}^2$ en 24h
- Masse volumique moyenne : 70 kg/m^3

- Bandes de pontage constituées de ruban adhésif en aluminium, exempt de bitume ou de butyle, type Bande de Pontage adhésivée ALU de la société ETANCO.

2.3. Dispositions de conception

L'épaisseur des panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY est déterminée par une étude thermique particulière à chaque chantier (réalisée par un bureau d'études spécialisé) en fonction de la performance thermique attendue de la paroi (cf. annexe 1) et de la maîtrise du risque de condensation. Dans le cas des TAN perforées, l'épaisseur de la laine minérale, placée dans les nervures, devra être prise en compte. Le point de rosée doit se situer dans l'épaisseur des panneaux FOAMGLAS.

2.3.1. Calepinage des panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY

La pose des panneaux à forme de pente intégrée nécessite au préalable l'établissement par Pittsburgh Corning France SAS, de **plans de calepinage** lisibles et utilisables sur chantier, réalisés à partir d'un relevé précis de la toiture fourni par l'entreprise d'étanchéité.

Ces plans de calepinage doivent être validés par l'entreprise d'étanchéité avant la commande des panneaux.

Ces plans devront tenir compte de tous les points singuliers de la toiture terrasse (EEP, joints de dilatation, relevés, pentes existantes...) et comporter le repérage des panneaux par une numérotation spécifique.

L'entreprise d'étanchéité devra suivre scrupuleusement l'ordre de mise en œuvre déterminé par ce calepinage.

En travaux de rénovation :

- Les pentes et contre-pentes doivent être repérées et prises en compte dans l'établissement du relevé de l'existant par l'entreprise d'étanchéité, afin d'être prises en compte dans l'établissement des plans de calepinage.
- En cas de modification des pentes existantes, ces plans doivent tenir compte d'une étude spécifique, nécessaire au cas par cas, de l'écoulement des eaux pluviales modifié par l'augmentation des pentes de la toiture (implantation et/ou section des EEP).

2.3.2. Prescriptions relatives aux éléments porteurs en maçonnerie

Les éléments porteurs en maçonnerie doivent être conformes aux prescriptions de la norme NF DTU 20.12 P1.

Pour ce qui concerne les éléments porteurs de type D, ils doivent être surmontés d'une dalle rapportée collaborante en béton armé coulée en œuvre sur toute la surface.

L'épaisseur minimale admissible des panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY est de 50 mm.

Les éléments porteurs en maçonnerie reçoivent (cf. tableau 4) :

- soit un EIF pour une pose directement du procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » (cas général),
- soit un pare-vapeur soudé sur EIF dans le cas particulier d'un revêtement d'étanchéité à base d'asphalte, coulé sur un seul lit de panneaux FOAMGLAS TAPERED ou FOAMGLAS TAPERED READY (cf. § 2.4.2.2).

2.3.3. Prescriptions relatives aux éléments porteurs en dalles de béton cellulaire autoclavé armé (en réfection)

Les prescriptions du NF DTU 43.5 s'appliquent. Notamment, le pontage des joints entre dalles de béton cellulaire peut être nécessaire (cf. § 6.6.2.1 du NF DTU 43.5 P1).

L'épaisseur minimale admissible des panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY est de 50 mm.

Les éléments porteurs en dalle de béton cellulaire autoclavé armé reçoivent (cf. tableau 4) :

- soit un EIF pour une pose directement du procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » (cas général),
- soit un pare-vapeur soudé sur EIF dans le cas particulier d'un revêtement d'étanchéité à base d'asphalte, coulé sur un seul lit de panneaux FOAMGLAS TAPERED ou FOAMGLAS TAPERED READY (cf. § 2.4.2.2).

2.3.4. Prescriptions relatives aux éléments porteurs en tôles d'acier nervurées TAN Ohn ≤ 70 mm

2.3.4.1. Généralités

Les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées TAN d'ouverture haute de nervure ≤ 70 mm et leur mise en œuvre doivent être conformes aux prescriptions de la norme NF DTU 43.3 ou à un Document Technique d'Application.

Les plages des TAN sont impérativement pleines.

L'épaisseur minimale admissible des panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY est de 50 mm.

Pour les panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY d'épaisseur 50, 60 et 70 mm posés en 1 lit, la portée maximale d'utilisation des TAN est celle qui correspond à une charge d'exploitation, selon le tableau de portées/charges de la fiche technique de la TAN, au moins égale à 150 daN/m² (ou charge réelle si supérieure).

2.3.4.2. Cas particulier des locaux à forte et très forte hygrométrie avec TAN perforées dans les âmes

Les TAN perforées dans les âmes doivent être strictement conformes aux prescriptions du NF DTU 43.3 et être revêtues de la même protection organique sur leurs 2 faces.

La prescription de revêtement des TAN sera réalisée par leur fabricant.

2.3.5. Prescriptions relatives aux éléments porteurs en tôles d'acier nervurées TAN grandes portées

2.3.5.1. Généralités

Les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées TAN d'ouverture haute de nervure supérieure à 70 mm et inférieure ou égale à 200 mm, et leur mise en œuvre, doivent être conformes aux prescriptions du Cahier CSTB 3537_V2 et à un Document Technique d'Application, avec en complément :

- La largeur de plage doit représenter au moins 50 % du pas des nervures,
- Et la surface de collage, au contact des panneaux FOAMGLAS, doit correspondre au minimum à 60 % de la largeur de la plage.

Les plages des TAN sont impérativement pleines.

Les âmes des nervures peuvent être perforées. Dans ce cas, le recours à l'assistance technique de la Société Pittsburgh Corning France SAS est requis pour s'assurer auprès du fabricant de TAN que le revêtement choisi est conforme à l'hygrométrie du local et confirmer les épaisseurs des panneaux.

L'épaisseur minimale admissible des panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY est fonction de l'ouverture haute de nervure (Ohn) des TAN, conformément au tableau 6 pour un lit unique.

Pour les panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY d'épaisseur 60 et 70 mm posés en 1 lit, la portée maximale d'utilisation des TAN est celle qui correspond à une charge d'exploitation, selon le tableau de portées/charges de la fiche technique de la TAN, au moins égale à 150 daN/m² (ou charge réelle si supérieure).

Dans le cas des locaux à forte et très forte hygrométrie, les TAN pleines (plages et nervures) et leur mise en œuvre doivent être conformes aux prescriptions de la norme NF DTU 43.3.

2.3.5.2. Cas particulier des locaux à forte et très forte hygrométrie avec TAN perforées dans les âmes

Dans le cas de locaux à forte et très forte hygrométrie, une étude hygrothermique doit être réalisée, par le maître d'œuvre du chantier afin de justifier l'absence de condensation au droit de la paroi. L'épaisseur minimale des plaques doit être déterminée par une étude hygrothermique statique spécifique aux conditions de chantier afin de s'assurer de l'absence de condensation dans l'élément porteur ou en sous-face de ce dernier.

L'absorbant acoustique sera constitué de :

- Soit une barrette de laine de roche de masse volumique minimale de 90 kg/m³ découpée en forme de trapèze aux dimensions des ondes.
- Soit un matelas souple plié dans les nervures. Ce matelas est constitué de laine de verre de faible densité, en épaisseur de 30 mm ou 50 mm

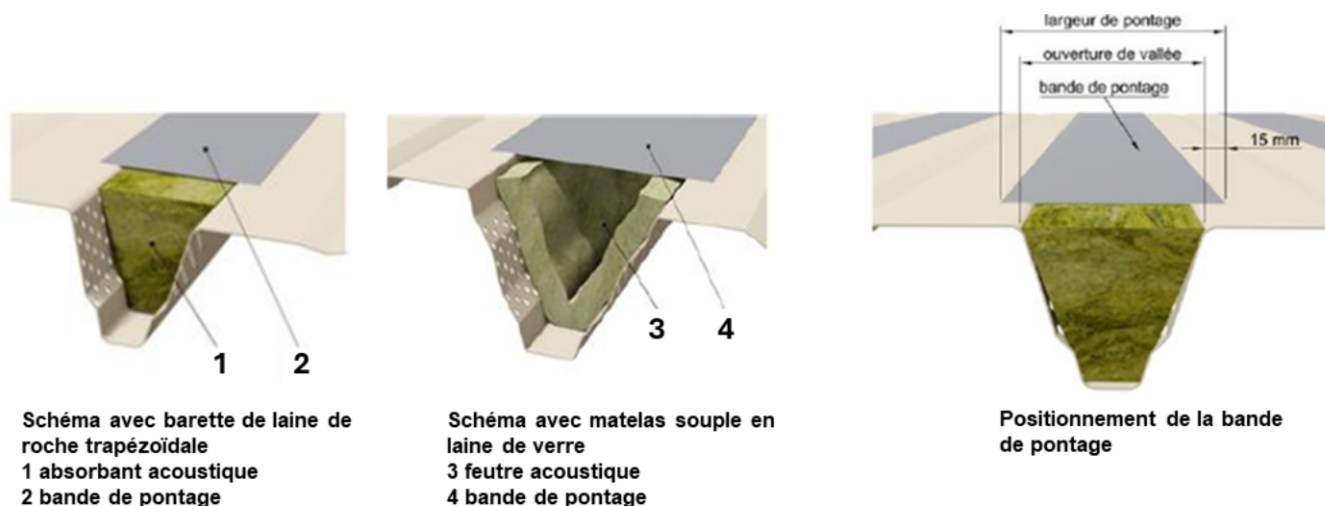


Figure 3 – absorbant acoustique et bande de pontage

Les TAN grandes portées perforées dans les âmes doivent être strictement conformes aux prescriptions du Cahier du CSTB 3537_V2 et être revêtues de la même protection organique sur leurs 2 faces.

La prescription du revêtement des TAN sera réalisée par leur fabricant.

Vérification hygrothermique – Risque de condensation (Exemple : Toiture-terrasse sur bac acier avec isolant FOAMGLAS®)

La vérification du risque de condensation interstitielle est réalisée conformément à la norme EN ISO 13788, selon la méthode de Glaser.

Le complexe de toiture-terrasse étudié est constitué, de l'intérieur vers l'extérieur, d'un bac acier support d'étanchéité, d'un isolant thermique en verre cellulaire FOAMGLAS®, et d'une membrane d'étanchéité bitumineuse.

Le calcul est établi à partir :

- des conditions intérieures hygrométrie et température : sont données par le maître d'ouvrage et/ou le maître d'œuvre (à préciser le document du marché) ;
- des conditions extérieures hygrométrie et température de la ville du chantier ou basé sur les recommandations du guide SimHuBat ;
- les propriétés hygrothermiques des matériaux (masse volumique, porosité, chaleur spécifique, conductivité thermique, facteur de résistance à la diffusion de vapeur d'eau ou s_d).

Les profils de température et de pression partielle de vapeur d'eau sont déterminés à chaque interface du complexe. La pression de vapeur réelle est ensuite comparée à la pression de vapeur saturante correspondant à la température locale.

Dans le cas d'un complexe intégrant un isolant FOAMGLAS®, matériau totalement étanche à la vapeur d'eau $\mu \rightarrow \infty$, prendre comme valeur de calcul $\mu = 50\,000$, la diffusion de vapeur est bloquée au niveau de l'isolant.

L'isolant FOAMGLAS® assure ainsi simultanément les fonctions d'isolation thermique et de pare-vapeur, supprimant toute migration de vapeur d'eau au sein du complexe.

Le principe de la méthode consiste à vérifier que, sur l'ensemble de l'épaisseur du complexe, la pression de vapeur réelle demeure inférieure à la pression de vapeur saturante. Dans le complexe étudié, l'absence de diffusion de vapeur à travers l'isolant FOAMGLAS® empêche l'atteinte du point de rosée à l'intérieur de la toiture, excluant tout risque de condensation interstitielle, de corrosion du bac acier, de dégradation de l'isolant ou de désordres de l'étanchéité.

Les résultats du calcul doivent montrer ainsi l'absence de condensation interstitielle préjudiciable dans le complexe étudié ou en sous-face de l'élément porteur, sous réserve d'une mise en œuvre continue, jointive et étanche à l'air de l'isolant FOAMGLAS®, conformément aux prescriptions de pose et aux règles professionnelles en vigueur.

Les études expliquées ci-dessus sont à mettre en œuvre pour tous les éléments porteurs situés dans les bâtiments à TFH.

2.3.6. Prescriptions relatives aux éléments porteurs en bois massif

2.3.6.1. Cas des locaux à faible et moyenne hygrométrie

Les éléments porteurs en bois massif doivent être conformes aux prescriptions de la norme NF DTU 43.4 P1-2.

L'épaisseur minimale admissible des panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY est de 50 mm.

Les éléments porteurs en bois massif reçoivent systématiquement une sous-couche clouée, avant la mise en œuvre du procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » (cf. tableau 4).

2.3.6.2. Cas des locaux à forte et très forte hygrométrie

Au-dessus de locaux à forte et très forte hygrométrie, la mise en œuvre du procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » est possible sur éléments porteurs en bois massif, sous réserve du respect des prescriptions suivantes :

- Bois massif sans aubier :
 - classe d'emploi 3a,
 - classe de service 2,
 - et durabilité naturelle selon la norme NF EN 350-2.
- Le fournisseur des bois doit s'engager sur l'absence d'aubier.
- Bois massif avec aubier :
 - classe d'emploi 3a minimum,
 - classe de service 2,
 - et durabilité conférée (avec traitement) selon la norme NF EN 350-2.

Les éléments porteurs en bois massif reçoivent systématiquement une sous-couche clouée, avant la mise en œuvre du procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud ».

Les tableaux 12 et 13 récapitulent les essences de bois compatibles.

Essence de bois	Durabilité insecte, hors termite	Essence de bois	Durabilité insecte, hors termite
Azobé	Oui	Mélèze	Oui
Bangkiraï	Oui	Mengkulang	Oui
Basralocus (Angélique)	Oui	Meranti dark red (> 650 kg/m³)	Oui
Bété	Oui	Meranti light red (< 650 kg/m³)	Oui
Bilinga	Oui	Merbau	Oui
Bossé	Oui	Moabi	Oui
Cèdre	Oui	Movingui	Oui
Châtaignier	Oui	Niangon	Oui
Chêne (rouvre - pédonculé)	Oui	Niové	Oui
Cumaru	Oui	Padouk	Oui
Douglas d'Europe	Oui	Pin maritime	Oui
Doussié	Oui	Pin noir d'Autriche et Laricio	Oui
Eucalyptus globulus	Oui	Pin sylvestre	Oui
Garapa (Grapia)	Oui	Pitchpin	Oui
Gonçalo alves (Muiracatiara)	Oui	Sapelli	Oui
Greenkeart	Oui	Sipo	Oui
Ipé (Ébène verte)	Oui	Tali	Oui
Iroko	Oui	Tatajuba	Oui
Jatoba	Oui	Tauari	Oui
Kapur	Oui	Teck (de forêt naturelle)	Oui
Kosipo	Oui	Teck (de plantation)	Oui
Lauan white	Oui	Wacapou	Oui
Maçaranduba	Oui	Western Red Cedar	Oui
Makoré - Douka	Oui		

Tableau 12 – Essences de bois massifs sans aubier, compatibles avec la classe d'emploi 3a, en durabilité naturelle

Essence de bois	Durabilité insecte, hors termite
Pin sylvestre traité classe 4	Oui
Pin sylvestre traité classe 3b	Oui
Pin maritime traité classe 4	Oui
Pin maritime traité classe 3b	Oui
Pin noir d'Autriche et Laricio traité classe 4	Oui

Tableau 13 – Essences de bois massifs avec aubier, compatibles avec la classe d'emploi 3a, en durabilité conférée (avec traitement)

2.3.7. Prescriptions relatives aux éléments porteurs en panneaux à base de bois

2.3.7.1. Cas des locaux à faible et moyenne hygrométrie

Les éléments porteurs en panneaux à base de bois doivent être conformes aux prescriptions de la norme NF DTU 43.4 P1-2.

L'épaisseur minimale admissible des panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY est de 50 mm.

Les éléments porteurs en panneaux à base de bois reçoivent (cf. tableau 4) :

- soit une sous-couche clouée,
- soit une sous-couche soudée sur un EIF,
- soit un EIF pour une pose directement du procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud ».

Avant la mise en œuvre d'un EIF, le pontage des joints entre panneaux à base de bois est nécessaire, par feuille de bitume modifié SBS de largeur 0,20 m soudée, de recouvrement 6 cm au minimum selon le DTA du revêtement d'étanchéité.

2.3.7.2. Cas des locaux à forte et très forte hygrométrie

Au-dessus de locaux à forte et très forte hygrométrie, la mise en œuvre du procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » est possible sur éléments porteurs en panneaux à base de bois, uniquement sur panneaux de contreplaqué sous marque de qualité NF Contreplaqués CTB-X.

Il s'agit de panneaux conformes à la norme NF EN 636 pour un usage en milieu extérieur, avec collage de classe 3 selon la norme NF EN 314-2.

Les éléments porteurs en contreplaqué reçoivent (cf. tableau 4) :

- soit une sous-couche clouée,

- soit une sous-couche soudée sur un EIF,
- soit un EIF pour une pose directement du procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud ».

Avant la mise en œuvre d'un EIF, le pontage des joints entre panneaux à base de bois est nécessaire, par feuille de bitume modifié SBS de largeur 0,20 m soudée, de recouvrement 6 cm au minimum selon le DTA du revêtement d'étanchéité.

2.3.8. Prescriptions relatives aux éléments porteurs structural bois

Les éléments porteurs structural bois doivent être conformes aux prescriptions de leur Document Technique d'Application visant leur emploi comme élément porteur d'étanchéité.

Il s'agit :

- de panneaux bois à usage structurel CLT,
- et de planchers à caisson en bois.

L'épaisseur minimale admissible des panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY est de 50 mm, pour un lit unique ou pour le lit inférieur de panneaux en cas de pose en lits multiples.

Les éléments porteurs structural bois reçoivent systématiquement une sous-couche soudée, avant la mise en œuvre du procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » (cf. tableau 4).

Leur emploi est limité aux locaux à faible et moyenne hygrométrie (cf. tableau 1). Selon la composition de la toiture, il y a lieu de vérifier le respect de la répartition des résistances thermiques de part et d'autre de la sous-couche soudée préconisée sur ces éléments porteurs, dans le respect strict des prescriptions du § 7.3 et de l'annexe B du Cahier CSTB 3814.

2.3.9. Travaux de réfection

2.3.9.1. Sans conservation du complexe d'étanchéité existant

Les pentes des éléments porteurs TAN, bois massif et panneaux à base de bois doivent être conformes aux prescriptions du NF DTU 43.5.

2.3.9.2. Sur complexe d'étanchéité conservé

Le tableau 14 précise les revêtements conservés compatibles avec le procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » sous revêtement d'étanchéité apparent.

Anciens revêtements conservés (1) (2)	Procédé « FOAMGLAS collé à chaud » sous revêtement d'étanchéité autoprotégé
Asphalte apparent	Oui
Autres asphaltes	-
Bitumineux indépendants	-
Bitumineux semi-indépendants	Oui (3) (4)
Bitumineux adhérents	Oui (3)
Enduit pâteux, ciment volcanique	-
Membrane synthétique	-
Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi (1) Anciens revêtements conservés selon la norme NF DTU 43.5. (2) Sauf en cas de présence d'un isolant existant en polystyrène expansé. (3) L'autoprotection minérale est brossée. L'autoprotection métallique est délardée. (4) Sauf en cas de fixations mécaniques espacées de plus de 0,50 m.	

Tableau 14 – Supports admissibles du procédé « FOAMGLAS collé à chaud » en 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 remplacement de la protection par, les panneaux isolants FOAMGLAS TAPERED), sont définis dans la norme NF DTU 43.5.

2.3.9.3. Cas particulier d'un complexe d'étanchéité existant avec panneaux FOAMGLAS et revêtement adhérent

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 :

- Soit conservation du revêtement existant, à condition que celui-ci soit bien adhérent à l'isolant FOAMGLAS. Le nouveau complexe isolant FOAMGLAS TAPERED - étanchéité est alors mis en œuvre sur le revêtement d'étanchéité conservé (cf. § 2.3.9.2).
- Soit pelage du revêtement existant si son état n'est pas compatible avec la mise en œuvre du procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud », avec conservation de l'isolation FOAMGLAS existante.
- Soit dépose totale du complexe existant (cf. § 2.3.9.1).

Dans le second cas (pelage du revêtement avec conservation du FOAMGLAS existant), il convient 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 - 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.

En cas de non-respect de ces critères, les panneaux FOAMGLAS doivent nécessairement être déposés et remplacés.

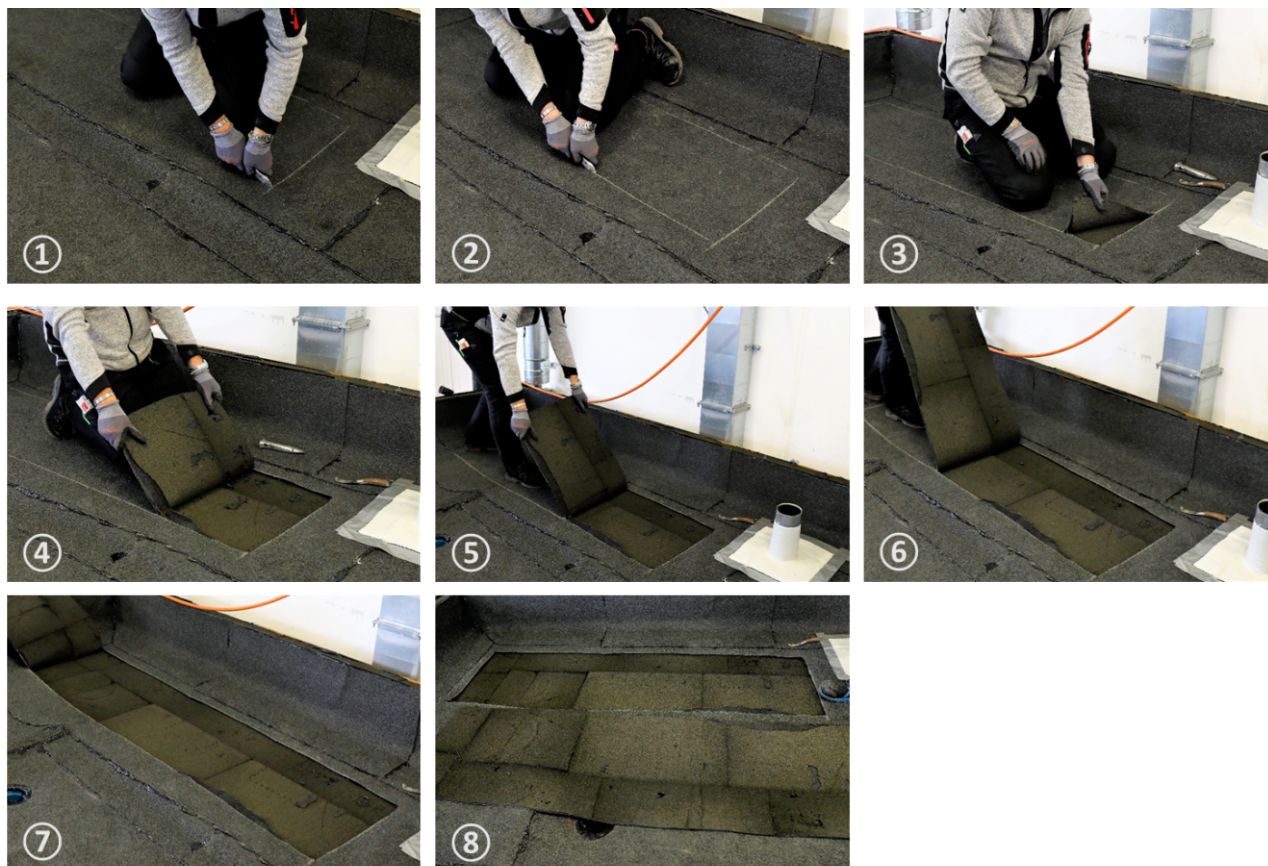


Figure 3 - Pas à pas du pelage de l'étanchéité

2.3.10. Climat de montagne

Sur élément porteur en maçonnerie conformes à la norme NF DTU 20.12 et NF DTU 43.11, un écran préparatoire spécifique est à prévoir.

Cet écran précède la mise en œuvre d'un écran préparatoire particulier au système :

- un Enduit d'Imprégnation à Froid (EIF),
- puis un EAC (2 kg/m² minimum par m²) conforme au § 2.2.2.4,
- puis une feuille bitumineuse conforme au § 2.2.2.10,
- puis un EAC (2 kg/m² minimum par m²) conforme au § 2.2.2.4 pour le collage des panneaux FOAMGLAS TAPERED ou FOAMGLAS TAPERED READY.

2.3.11. Départements et Régions d'Outre-mer (DROM)

Dans les départements d'outre-mer, le procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » peut être employé sur des éléments porteurs en maçonnerie, en tôles d'acier nervurées visant cet emploi, selon le Cahier des Prescriptions Techniques communes « Supports de systèmes d'étanchéité de toitures dans les départements d'outre-mer (DOM) » (Cahier CSTB 3644 d'octobre 2008), dans le respect des prescriptions des Documents Techniques d'Application des revêtements d'étanchéité.

Les pentes minimales du procédé en Département et Régions d'outre-mer sont indiquées aux tableaux 2A et 2B.

Les éléments porteurs en maçonnerie de type D sont exclus.

2.4. Dispositions de mise en œuvre

2.4.1. Principe général de mise en œuvre

2.4.1.1. Membrane préalable à la pose du procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud »

Dans le cas général, la mise en œuvre des panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY est réalisée directement sur l'élément porteur. La mise en œuvre préalable d'un écran pare-vapeur n'est pas nécessaire.

Il existe néanmoins des exceptions (cf. tableau 4) :

- La mise en œuvre d'un revêtement d'étanchéité à base d'asphalte, coulé sur un seul lit de panneaux FOAMGLAS TAPERED ou FOAMGLAS TAPERED READY, sur élément porteur en maçonnerie ou dalles de béton cellulaire autoclavé armé, nécessite la mise en œuvre d'un écran pare-vapeur soudé et des dispositions spécifiques de mise en œuvre des panneaux isolants (cf. § 2.4.2.2).
- La mise en œuvre du procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » sur éléments porteurs en bois massif impose la mise en œuvre d'une sous-couche clouée.
- La mise en œuvre du procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » sur éléments porteurs en panneaux à base de bois peut être réalisée directement sur l'élément porteur après pontage des joints et EIF, ou sur une sous-couche clouée ou soudée.
- Dans le cas des éléments porteurs posés en pente, la mise en œuvre du procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » sur éléments porteurs en panneaux structural bois (panneaux bois à usage structurel CLT et planchers à caisson en bois) impose la mise en œuvre d'une sous-couche soudée.
- Dans le cas particulier des éléments porteurs CLT posés à pente nulle, la mise en œuvre du procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » impose la mise en œuvre d'une couche de protection en feuille bitumineuse, face supérieure grésée, soudée en pleine adhérence sur le panneau KLH, avec une largeur de recouvrement des lès conforme à son DTA.

2.4.1.2. Mise en œuvre des sous-couches et pare-vapeur le cas échéant

Cas d'une sous-couche clouée

La sous-couche mise en œuvre et ses fixations doivent être conformes au § 2.2.2.9.

L'utilisation des pointes ou vis inox est obligatoire pour certaines essences dont les tanins sont particulièrement corrosifs comme le western red cedar ou le châtaignier.

Remarque : l'utilisation de pointes ou vis inox rend obligatoire l'utilisation de l'inox pour les éléments métalliques en contact, pour éviter tout phénomène de dégradation par électrolyse.

La sous-couche est :

- Déroulée et clouée sur le support par clous à tête large selon les prescriptions de la norme NF DTU 43.4 P1-1 ou un Document Technique d'Application.
- Elle est posée selon le DTA du revêtement d'étanchéité :
 - soit à large recouvrement (10 cm au minimum),
 - soit à joints soudés de recouvrement 6 cm au minimum.

Cas d'un pare-vapeur soudé ou d'une sous-couche soudée

Le pare-vapeur, la sous-couche ou doivent respectivement être conformes au § 2.2.2.8 § 2.2.2.10.

La couche de protection est une feuille bitumineuse, face supérieure grésée, soudée en pleine adhérence sur le panneau KLH. Ces membranes sont mises en œuvre conformément aux prescriptions des DTA dont elles relèvent.

2.4.1.3. Mise en œuvre des panneaux isolants en partie courante

Les panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY sont mis en œuvre en partie courante de toiture sur leur support, par collage à l'EAC conforme au § 2.2.2.4 :

- Soit en 1 lit.
- Soit en 1 lit sur 1 ou plusieurs lits de panneaux FOAMGLAS nus sans pente intégrée. Dans ce cas, chaque lit est posé en quinconce, les joints de 2 lits successifs étant décalés.

Les panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY sont collés sur toute la surface, en rangées parallèles, avec joints en quinconce bien serrés, selon les principes du § 2.4.3.

2.4.1.4. Mise en œuvre des panneaux isolants en relevés

Les panneaux et FOAMGLAS READY sont utilisés pour l'isolation des reliefs (cf. § 2.4.1.4 du DTA FOAMGLAS® collé à chaud).

2.4.2. Principe de l'encollage à l'EAC

2.4.2.1. Généralités

Le bitume de collage du procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » nécessite l'utilisation d'un fondoir thermorégulé.

L'EAC est chauffé à la température requise selon l'avis technique ou le DTA de l'EAC, afin d'obtenir un bitume fluide qui permet l'adhérence complète du panneau et le reflux dans les joints.

Dans façon générale, les panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY sont collés en plein à l'EAC :

- en sous-face (collage au support),
- sur leurs tranches (collage entre panneaux).

Les modalités de mise en œuvre diffèrent légèrement en fonction de la nature de l'élément porteur (cf. § 2.4.3 et § 2.4.4).

Tous les joints et interstices doivent être intégralement comblés de bitume chaud, afin d'obtenir un support parfaitement continu pour le revêtement d'étanchéité.

La quantité de bitume pour le collage et le traitement des joints des panneaux FOAMGLAS TAPERED (hors surfacage de bitume réalisé dans un second temps) et FOAMGLAS TAPERED READY en travaux neuf est de :

- 5 kg/m² minimum par couche sur les éléments porteurs en béton, et bois (toutes natures)
- 1,2 kg/m² minimum par couche sur les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées (TAN).
- Dans le cas de la rénovation, la quantité de bitume pour le collage dépendra de la qualité de surface du support.

Aucun travail au bitume ne doit être entrepris lorsque le support est à une température inférieure à + 2 °C.

Les supports sur lesquels sont mis en œuvre des panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY doivent être propres et secs.

Pendant la mise en œuvre, les panneaux FOAMGLAS TAPERED ou FOAMGLAS TAPERED READY doivent être protégés des intempéries et le revêtement d'étanchéité, ou sa première couche, doit être exécuté à l'avancement.

En cas de circulation sur le chantier, il est nécessaire de prévoir un engin adapté ou une protection des zones de cheminement, de roulage et d'approvisionnement, éléments définis par les Documents Particuliers du Marché (DPM).

2.4.2.2. Cas particulier sous revêtement à base d'asphalte et feuille en bitume modifié

Dans le seul cas particulier d'un revêtement d'étanchéité à base d'asphalte et feuille en bitume modifié, coulé sur un seul lit de panneaux FOAMGLAS TAPERED ou FOAMGLAS TAPERED READY, sur élément porteur en maçonnerie ou dalles de béton cellulaire autoclavé armé, les tranches des panneaux isolants ne sont pas enduites de bitume chaud lors de leur mise en place.

Cette configuration spécifique impose alors la mise en œuvre d'un écran pare-vapeur sous les panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY (cf. § 2.4.2.2).

2.4.3. Spécificité sur éléments porteurs en maçonnerie, béton cellulaire et bois et sous-couche bitumineuse

Les panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY (posés en lit unique) sont mis en œuvre directement sur leur support, propre et sec (cf. § 2.3.2, § 2.3.3 et 2.4.2).

La mise en œuvre se fait de la façon suivante (cf. figure 4) :

- L'EAC liquide est versé à l'arrosoir sur le support (cf. figure 4a) ;
- Juste avant leur mise en place, deux des tranches adjacentes des panneaux FOAMGLAS TAPERED ou FOAMGLAS TAPERED READY sont trempées dans le bitume (cf. figure 4b) ;
- Chaque panneau est ensuite posé jointif aux panneaux précédemment mis en œuvre, en prenant soin de bien faire refluer l'EAC dans les joints (cf. figure 4c).

Tous les joints et interstices doivent être intégralement comblés de bitume chaud, afin d'obtenir un support parfaitement continu pour le revêtement d'étanchéité.

La quantité de bitume pour le collage et le traitement des joints des panneaux FOAMGLAS TAPERED (hors surfacage de bitume réalisé dans un second temps) et FOAMGLAS TAPERED READY est de 5 kg/m² minimum sur les éléments porteurs en béton, béton cellulaire et bois (toutes natures).

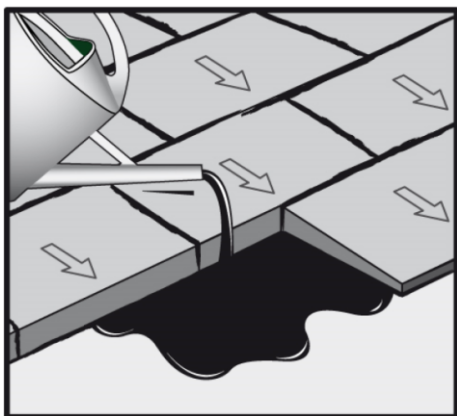


Figure 4a : L'EAC liquide est versé à l'arrosoir sur le support.



Figure 4b : Juste avant leur mise en place, deux des tranches des panneaux FOAMGLAS TAPERED ou FOAMGLAS TAPERED READY sont trempées dans le bitume.

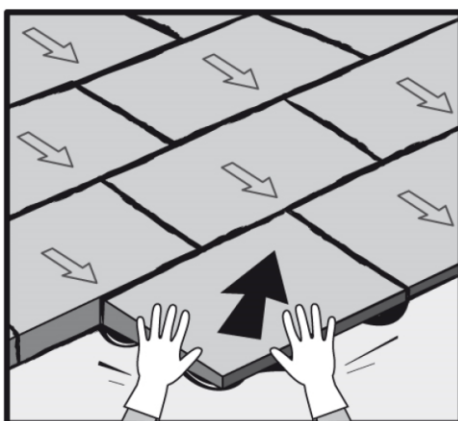


Figure 4c : Chaque panneau est ensuite posé jointif aux panneaux précédemment mis en œuvre, en prenant soin de bien faire refluer l'EAC dans les joints

Figure 4 – Principe de pose des panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY sur éléments porteurs en maçonnerie, béton cellulaire et bois

2.4.4. Spécificité sur éléments porteurs en TAN (DTU et grandes portées)

2.4.4.1. Cas général

Les panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY (posés en lit unique) sont mis en œuvre directement sur les plages des TAN, propres et sèches.

L'EAC chauffé dans le fondoir thermorégulé est transféré dans un bac de trempage chauffé par une rampe, de manière à maintenir le bitume à température sur le lieu de pose.

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

La mise en œuvre se fait de la façon suivante (cf. figure 5) :

1. Préparation du support :
 - Sur TAN galvanisées : un Enduit d'Imprégnation à Froid (EIF) est appliqué sur les plages des TAN.
 - Sur TAN prélaquées: pas de préparation spécifique.
2. Juste avant leur mise en place, les panneaux sont enduits par trempage dans le bac, de façon à recouvrir d'EAC une grande face et deux de leurs tranches adjacentes (cf. figure 5a et 5b).
3. Chaque panneau est ensuite posé jointif aux panneaux précédemment mis en œuvre, le long côté parallèle aux nervures, en le pressant sur la TAN et en prenant soin de bien faire refluer l'EAC dans les joints (cf. figure 5c).

La pose commence de préférence par la ligne d'égout.

Tous les joints et interstices doivent être intégralement comblés de bitume chaud, afin d'obtenir un support parfaitement continu pour le revêtement d'étanchéité.

La quantité de bitume pour le collage et le traitement des joints des panneaux FOAMGLAS TAPERED (hors surfacage de bitume réalisé dans un second temps) et FOAMGLAS TAPERED READY est de 1,2 kg/m² minimum sur les éléments porteurs TAN.

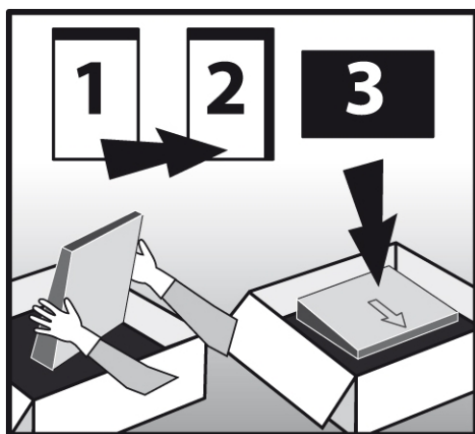


Figure 5a et 5b : Les panneaux sont enduits par trempage dans le bac, de façon à recouvrir d'EAC une grande face et deux de leurs tranches adjacentes

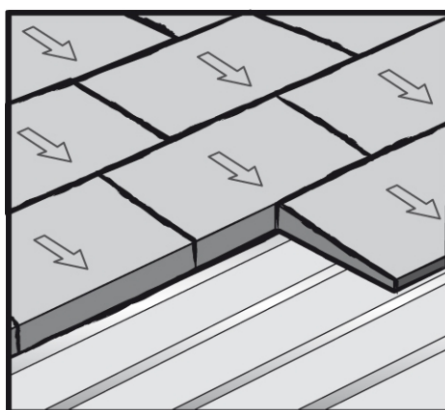
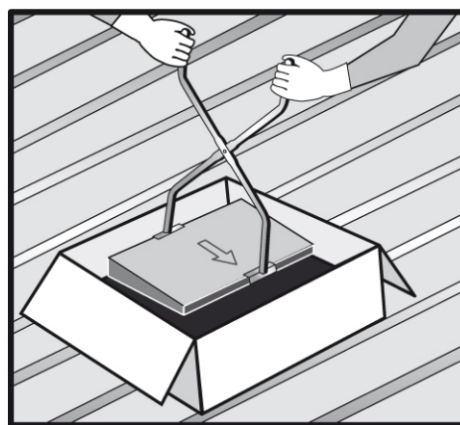


Figure 5c : Chaque panneau est ensuite posé jointif aux panneaux précédemment mis en œuvre, le long côté parallèle aux nervures, en le pressant sur la TAN et en prenant soin de bien faire refluer l'EAC dans les joints

Figure 5 – Principe de pose des panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY sur éléments porteurs en TAN

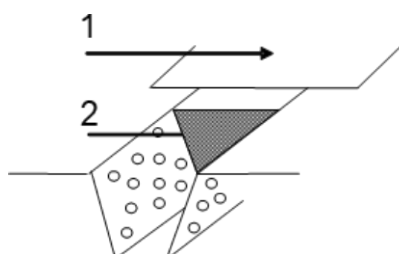
2.4.4.2. Cas spécifique des TAN perforées dans les âmes de nervure

Avant la mise en œuvre des panneaux FOAMGLAS TAPERED ou FOAMGLAS TAPERED READY sur les TAN, il est nécessaire de suivre les étapes suivantes (cf. figure 6) :

- Les nervures des TAN sont comblées par des bandes de laine minérale, découpées en forme de trapèze adaptée au profil des TAN (cf. § 2.2.2.13).
- Les ouvertures hautes de nervures sont ensuite obstruées à l'avancement de la pose des bandes de laine minérale, à l'aide de bandes de pontage (cf. § 2.2.2.13). La surface d'appui de la bande sur les plages devra être sèche et dépoussiérée.

La largeur des bandes est égale à l'ouverture haute de nervure augmentée de 30 mm (15 mm de part et d'autre).

Il convient, lors de la mise en œuvre, d'éviter de marcher sur la bande de pontage afin de ne pas l'endommager.



- 1- Bandes de pontage
- 2- Bandes de laine minérale, découpées en forme de trapèze adaptée au profil des TAN

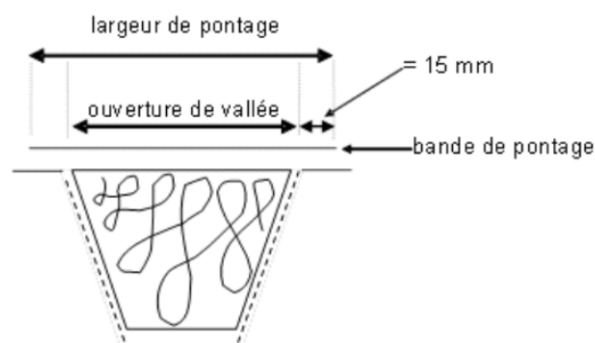


Figure 6 – Pontage des TAN perforées dans les âmes des nervures

2.4.5. Mise en œuvre du revêtement d'étanchéité

2.4.5.1. Généralités

Les revêtements d'étanchéité sont mis en œuvre en pleine adhérence sur les panneaux isolants :

- sur les panneaux FOAMGLAS TAPERED nus : par soudage sur un glacis d'EAC refroidi préalablement mis en œuvre,
- sur les panneaux FOAMGLAS TAPERED READY : directement par soudage.

La réalisation du glacis de bitume sur les panneaux FOAMGLAS TAPERED nus représente une consommation de minimum 2 kg/m², de manière à recouvrir la surface des panneaux.

La mise en œuvre du revêtement d'étanchéité ou de sa première couche suit l'avancement de la pose de l'isolant.

2.4.5.2. Revêtements bitumineux

La mise en œuvre du revêtement d'étanchéité bitumineux, monocouche ou bicouche, est conforme au DTA du procédé mis en œuvre.

Le procédé est mis en œuvre en pleine adhérence.

2.4.5.3. Revêtements synthétiques

La mise en œuvre du revêtement d'étanchéité synthétique est conforme au DTA du procédé mis en œuvre.

Le procédé est mis en œuvre en pleine adhérence.

2.4.5.4. Revêtement à base d'asphalte et feuille en bitume modifié

La mise en œuvre du revêtement d'étanchéité en asphalte ou mixte sous asphalte est conforme à l'Avis Technique du procédé mis en œuvre.

Le procédé est mis en œuvre en pleine adhérence, ou en indépendance lorsque visé par son Avis Technique.

2.4.6. Traitement des points singuliers

2.4.6.1. Généralités

Le traitement des points singuliers est conforme aux prescriptions des NF DTU de la série 43.

Dans le cas de locaux à forte et très forte hygrométrie, le traitement des points singuliers nécessite impérativement l'assistance de la société Pittsburgh Corning France SAS.

2.4.6.2. Relevés d'étanchéité

Les relevés d'étanchéité sont réalisés conformément aux prescriptions des normes NF DTU de la série 43.

Au préalable de la réalisation du relevé, des chanfreins de verre cellulaire (cf. § 2.2.2.3) peuvent être mis en œuvre dans l'angle. Ils sont alors collés à l'EAC directement sur les panneaux FOAMGLAS TAPERED ou FOAMGLAS TAPERED READY.

Exemples de traitements d'acrotère

- sur élément porteur béton : cf. figure 7.
- sur élément porteur CLT à pente nulle : cf. figure 8.

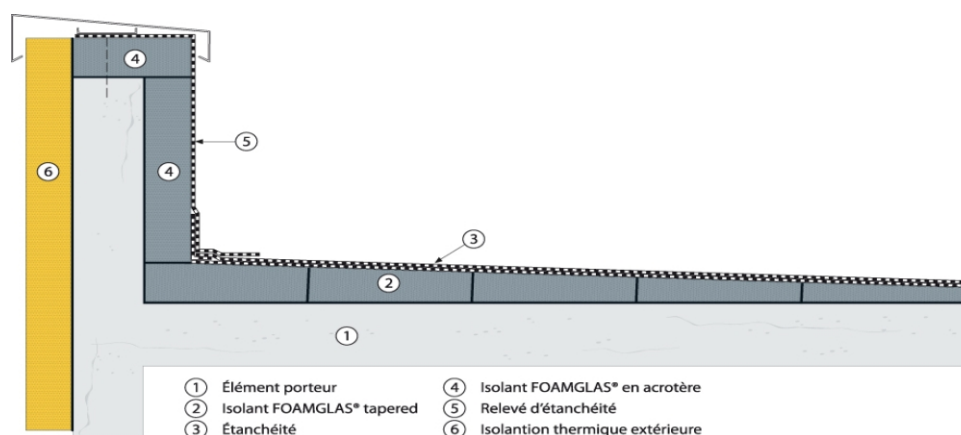


Figure 7 – Coupe sur relevé isolé, exemple avec couverture dans le cas d'un relief en béton ($h \leq 50$ cm)

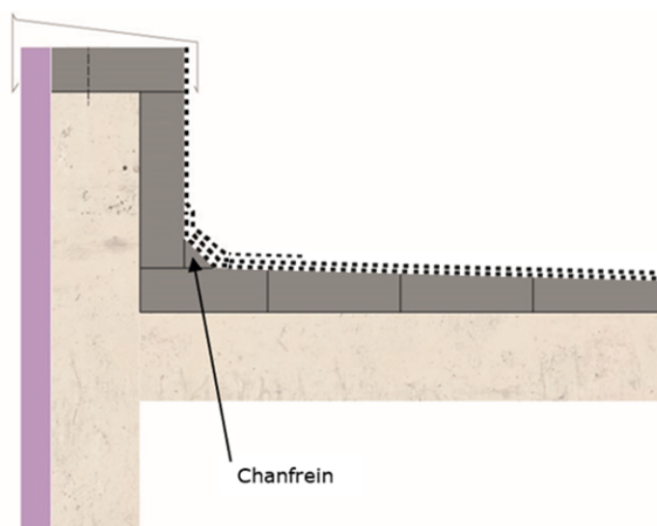


Figure 8 – Coupe sur relevé isolé avec chanfrein

2.4.6.3. Entrées d'eaux pluviales

La platine des Entrées d'Eaux Pluviales (EEP) est logée dans un décaissé de 10 mm d'épaisseur minimale réalisé dans l'isolant, de façon à éviter les surépaisseurs au droit de l'EEP (cf. figure 9).

Les EEP sont équipées d'un dispositif destiné à arrêter les débris capables de provoquer un engorgement des descentes, type crapaudines ou garde-grèves.

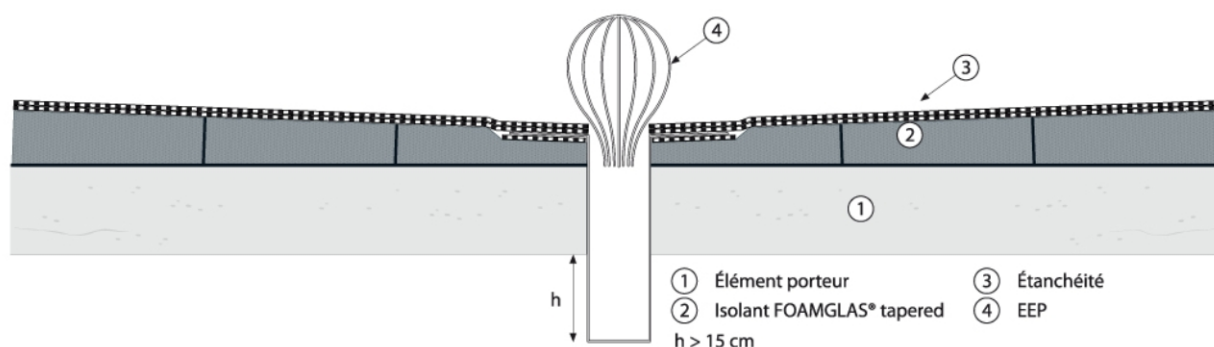


Figure 9 – Coupe sur Entrée d'Eaux Pluviales (EEP) sur élément porteur béton

2.4.6.4. Joint de dilatation sur costière en TFH

Les joints de dilatation sont bordés de part et d'autre par des costières métalliques recevant un relevé d'étanchéité sur isolant thermique. Les costières sont conformes au NF DTU 43.3.

L'espace entre les deux costières peut être rempli d'un matériau isolant compressible (laine minérale par exemple).

Un dispositif d'étanchéité de joints de dilatation de structure de toitures, à base de bandes en bitume élastomère SBS non armées d'épaisseur 5 mm sera ajouté en partie basse du joint, les côtés de la bande de joint seront fixés entre le bac acier et la costière.

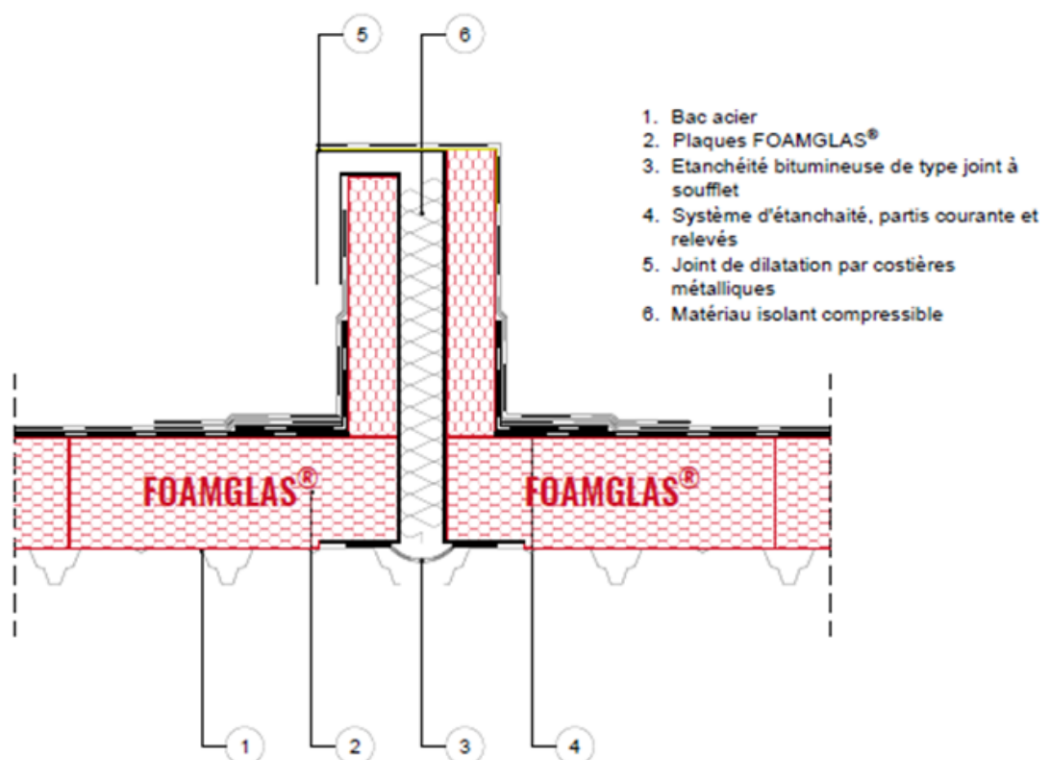


Figure 10 – Coupe sur joint de dilatation avec costière sur TAN en local TFH

2.4.6.5. Isolation et étanchéité d'une souche

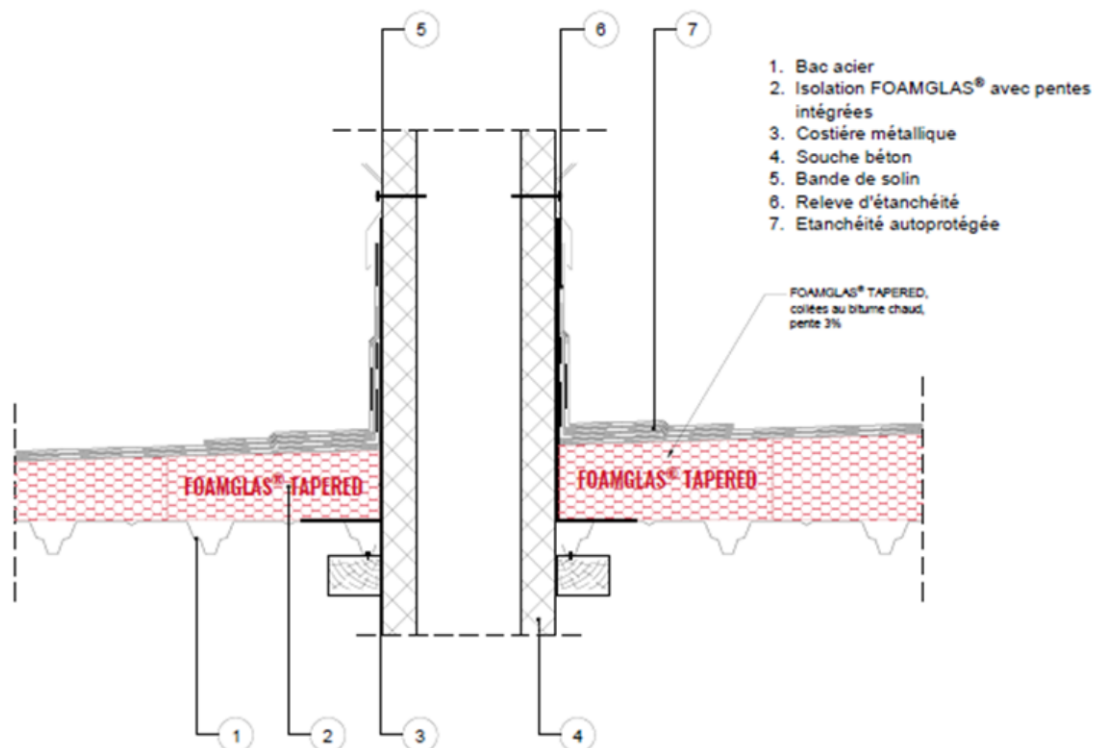


Figure 11 – Coupe sur isolation de souche sur TAN en local TFH

2.4.6.6. Isolation d'un conduit de ventilation

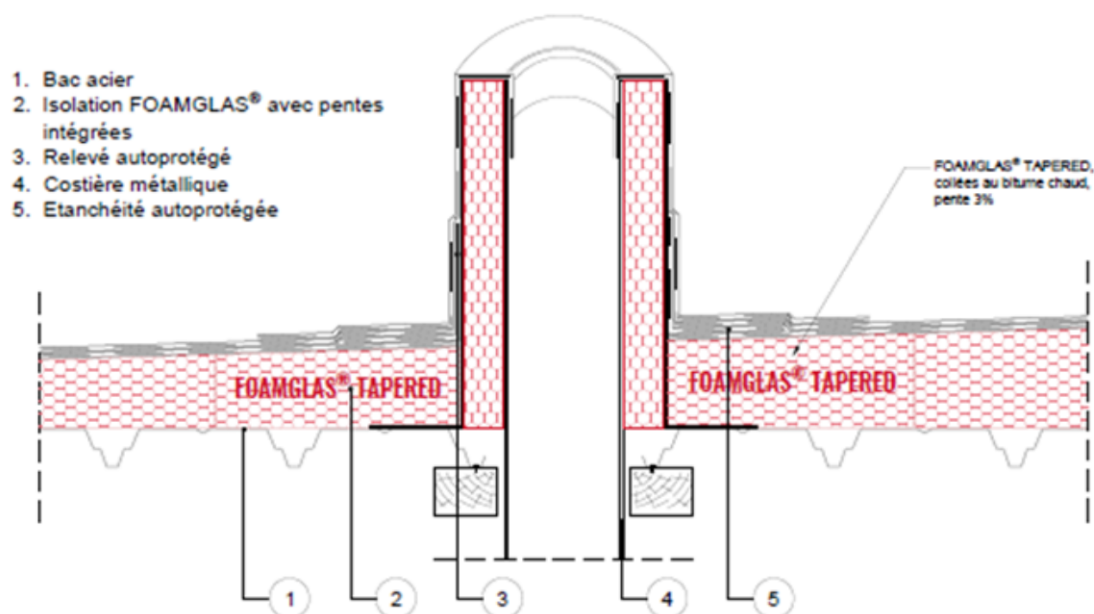


Figure 12 – Coupe sur isolation d'un conduit de ventilation sur TAN en local TFH

2.4.7. Fiche chantier pour DOE à remettre au Maître d'ouvrage

Figure en annexe 2 une fiche chantier que l'entreprise d'étanchéité doit compléter et remettre au Maître d'ouvrage à la fin du chantier, pour une intégration dans le DOE de l'ouvrage (Dossier des Ouvrages Exécutés).

Cette fiche de chantier a pour but d'attirer l'attention sur le fait que la pente de cette toiture terrasse a été réalisée, soit totalement, soit partiellement, au niveau du panneau d'isolation thermique FOAMGLAS TAPERED, et non au niveau de l'élément porteur. La pente doit être conforme aux indications du tableau 2.

2.5. Assistance technique

La société Pittsburgh Corning France SAS assure la formation et l'assistance technique auprès des entreprises d'étanchéité qualifiées devant poser le procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud ».

En amont de tout chantier réalisé à l'aide du procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud », la société Pittsburgh Corning France SAS établit les **plans de calepinage** indispensables (cf. § 2.3.1).

La société Pittsburgh Corning France SAS apporte une assistance technique sur les chantiers, à la demande des entreprises de pose.

L'application du procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » sur locaux à forte et très forte hygrométrie nécessite impérativement l'assistance de la société Pittsburgh Corning France SAS, notamment concernant le traitement des points singuliers.

2.6. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.6.1. Panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY

2.6.1.1. Usine

Les panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY sont fabriqués à l'usine Pittsburgh Corning de Tessenderlo (Belgique).

Le système de management de la qualité est certifié ISO 9001.

2.6.1.2. Description sommaire

L'isolant thermique en verre cellulaire FOAMGLAS est conforme à la norme NF EN 13167, d'une composition totalement inorganique sans addition de liants.

Les panneaux FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY sont fabriqués à partir de verre recyclé et de sable, mélangés mécaniquement à des adjuvants. Ces matières servent à produire du verre qui est ensuite broyé et auquel est ajouté l'agent moussant, sélectionné et systématiquement contrôlé.

La poudre ainsi obtenue est placée dans des moules qui passent dans des fours. Les conditions d'expansion et de refroidissement sont contrôlées automatiquement.

Les blocs ainsi confectionnés sont sciés sur toutes les faces aux dimensions requises.

Les panneaux FOAMGLAS TAPERED READY sont des panneaux de FOAMGLAS TAPERED nus, revêtus en usine sur leur face supérieure d'un film polyéthylène collé au bitume chaud.

2.6.1.3. Contrôles de fabrication

Les contrôles de fabrications sont réalisés conformément à l'annexe B de la norme EN 13167.

Sur matières premières

Vérification sur emballage de la référence des matières premières.

Sur produits finis

- À chaque production : masse volumique, dimensions, équerrage, planéité.
- Longueur, largeur, épaisseur, équerrage (1x/4h).
- Compression à 10 % (1x/4h).
- Conductivité thermique (1x/24h).
- Charges statiques concentrées des plaques (3x/an) selon le § 5 du Cahier CSTB 3537_V2.

L'autocontrôle est supervisé par l'UBAtc.

2.7. Détermination de la résistance thermique

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

Pour le calcul, il faut prendre en compte la résistance thermique utile des plaques FOAMGLAS TAPERED et FOAMGLAS TAPERED READY donnée au tableau 9.

Un exemple de calcul est présenté dans l'Annexe 1 « Annexe thermique » du présent dossier technique.

2.8. Mention des justificatifs

2.8.1. Résultats expérimentaux

- Rapport du Warringtonfiregent n° 17465B du 12 avril 2015, de classement de réaction au feu A1 des plaques FOAMGLAS T3+, FOAMGLAS T4+, FOAMGLAS S3 et FOAMGLAS F.
- Rapport du Warringtonfiregent n° 18075E, de classement de réaction au feu E des plaques FOAMGLAS READY BLOCK T3+, T4+, S3 et F.
- Rapport de mission du FCBA n° DFQ 0410-01.70.37.00 du 9 octobre 2008, Caractérisation Évaluation.
- Rapports d'essais du Bureau Veritas Industrie :
 - n° 2171611/1A et 2171611/1B du 18 juin 2010, essais de porte-à-faux selon le CPT Commun des TAN de grande Ohn (e-Cahier du CSTB 3537_V2 de janvier 2009).
 - n° 2171611/1C et 2171611/2A des 23 juin et 7 juillet 2010, essais de Classe D à 80 °C (Guide technique UEAtc) en épaisseur 160 mm et avec plaques isolantes superposées.
 - n° 2368016/1B du 14 octobre 2011, essai de comportement sous charge maintenue en température selon le Répertoire des essais du Guide technique de l'e-Cahier du CSTB 3669, en plaques isolantes superposées.
- Rapport d'essais du LNE, des plaques FOAMGLAS T3+ :
 - n° P170718 DE/1 du 08 aout 2017, essais de comportement sous charges statiques en porte-à-faux selon le Guide technique UEAtc (ép. 60 mm à 700 N).
 - n° P170718 DE/2 du 08 aout 2017, essais de comportement sous charges statiques en porte-à-faux selon le Guide technique UEAtc (ép. 70 mm à 700 N).
 - n° P170718 DE/3 du 08 aout 2017, essais de comportement sous charges statiques en porte-à-faux selon le Guide technique UEAtc (ép. 80 mm à 700 N).
 - n° P170718 DE/4 du 08 aout 2017, essais de comportement sous charges statiques à mi-point d'une portée libre selon le Guide technique UEAtc (ép. 60 mm à 700 N).
 - n° P170718 DE/5 du 08 aout 2017, essais de comportement sous charges statiques à mi-point d'une portée libre selon le Guide technique UEAtc (ép. 70 mm à 700 N).
 - n° P170718 DE/6 du 08 aout 2017, essais de comportement sous charges statiques à mi-point d'une portée libre selon le Guide technique UEAtc (ép. 80 mm à 700 N).
 - n° P175183 DE/2 du 26 octobre 2017, essai de résistance à la compression et calcul de la résistance à la compression de service (RCS/ds) à 23°C et 50°C (ép. 60 mm).
 - n° P175183 DE/4 du 26 octobre 2017, essai de résistance à la compression et calcul de la résistance à la compression de service (RCS/ds) à 23°C et 50°C (ép. 180 mm).
- Rapport d'essais du CSTB, des plaques FOAMGLAS T3+ :
 - n° FaCeT 17-26069334/1-1 du 09 novembre 2017, essai de classe D à 80 °C selon le Guide technique UEAtc en 1 lit (ép. 50 mm).
 - n° FaCeT 17-26069334/3-1 du 09 novembre 2017, essai de classe D à 80 °C selon le Guide technique UEAtc en 1 lit (ép. 180 mm) et essai de comportement sous charge maintenue en température en 1 lit (ép. 180 mm).

- n° FaCeT 17-26069334/5 du 02 octobre 2017, essai de classe D à 80 °C selon le Guide technique UEAtc en 2 lits de 180 mm (ép. 360 mm) et essai de comportement sous charge maintenue en température en 2 lits de 180 mm (ép. 360 mm).
- Essais de caisson de vent :
 - FOAMGLAS READY BLOCK T4+ sur TAN perforée : rapport CSTC n° DE 651XJ756 du 17/01/2013 (ép. 100 mm).
- Colle HYRACELLULAR :
 - Facteur de diffusion à la vapeur d'eau : rapport FGCV02-2024-2338
 - Résistance cycles thermiques : rapport FG19BF-2016_1617
 - Tractions perpendiculaires : rapport FG029-2017_1727 / FG19-2021_2123 / FGCV01-2024_2338
 - Classement T : rapport 18-093
 - Temps de séchage en fonction de la température : rapport 2023-07_2307

2.8.2. Références chantiers

Les plaques FOAMGLAS TAPERED à pentes intégrées sont fabriquées depuis 1963 à l'usine de Tessenderlo.

Depuis le précédent Avis Technique, 5 millions de m² ont été posés en France.

Les plaques de la gamme FOAMGLAS TAPERED ont été posées sur plusieurs chantiers sous climats tropicaux ou équatoriaux humides.

La mise en œuvre sur élément porteur bois a fait l'objet de plus de 20 000 m² depuis plus de 15 ans.

La mise en œuvre sur panneaux CLT posés à pente nulle a fait l'objet de plus de 5000 m² depuis 7 ans.

2.9. Annexe du Dossier Technique

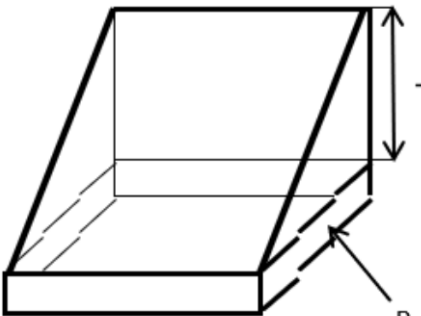
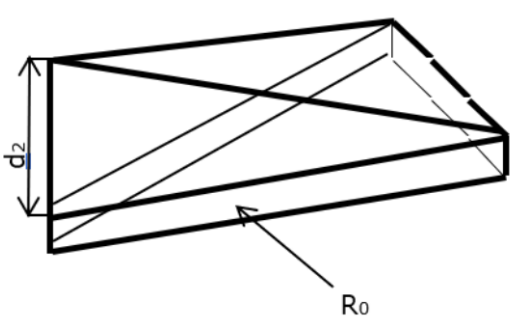
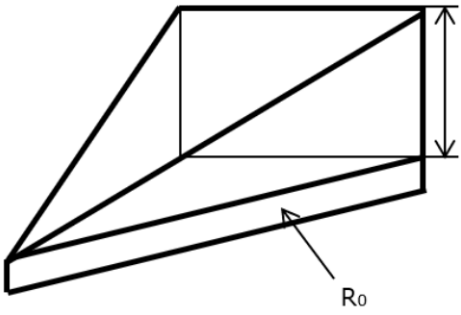
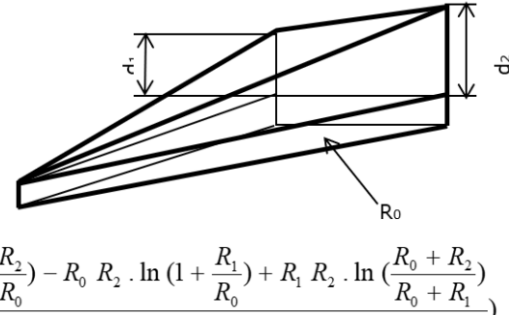
2.9.1. Annexe 1 : Annexe thermique pour les plaques FOAMGLAS TAPERED et TAPERED READY

Le calcul du coefficient de transmission surfacique en partie courante des toitures avec isolant support à forme de pente, TAPERED, est effectué de la façon suivante :

1° Méthode de calcul

Le calcul du coefficient U_p de la paroi-toiture, en $W/(m^2.K)$, doit être effectué selon la méthode de la norme NF EN ISO 6946 (annexe C) donnant le coefficient U_c , en $W/(m^2.K)$.

Exemples pour des surfaces rectangulaires ou triangulaires avec isolant support à pente intégrée :

 $U_c = \frac{1}{R_2} \cdot \ln \left(1 + \frac{R_2}{R_0} \right)$ Figure A.1 – Surface rectangulaire	 $U_c = \frac{2}{R_2} \left\{ \left(1 + \frac{R_0}{R_2} \right) \cdot \ln \left(1 + \frac{R_2}{R_0} \right) - 1 \right\}$ Figure A.2 – Surface triangulaire ayant l'épaisseur maximale à la pointe
 $U_c = \frac{2}{R_2} \left\{ 1 - \frac{R_0}{R_2} \cdot \ln \left(1 + \frac{R_2}{R_0} \right) \right\}$ Figure A.3 – Surface triangulaire ayant l'épaisseur minimale à la pointe	 $U_c = 2 \left(\frac{R_0 R_1 \cdot \ln \left(1 + \frac{R_2}{R_0} \right) - R_0 R_2 \cdot \ln \left(1 + \frac{R_1}{R_0} \right) + R_1 R_2 \cdot \ln \left(\frac{R_0 + R_2}{R_0 + R_1} \right)}{R_1 R_2 \cdot (R_2 - R_1)} \right)$ Figure A.4 – Surface triangulaire ayant une épaisseur différente à chaque sommet

où :

- d_1 : épaisseur intermédiaire de la couche d'épaisseur variable, en m ;
- d_2 : épaisseur maximale de la couche d'épaisseur variable, en m ;
- R_1 : résistance thermique intermédiaire de la couche d'épaisseur variable, en $(m^2.K)/W$;
- R_2 : résistance thermique utile de l'isolant calculée sur la base de l'épaisseur maximale de sa partie biseautée uniquement, en $(m^2.K)/W$;
- R_0 : somme des deux résistances thermiques utiles, en $(m^2.K)/W$:
 - de l'isolant calculé sur la base de son l'épaisseur minimale,
 - de l'ensemble des autres couches de l'ouvrage situées au-dessous de l'isolant plus les résistances superficielles intérieure et extérieure ;
- $\ln$: logarithme népérien ;

Pour toutes formes autres que rectangulaire ou triangulaire, utiliser une simulation numérique.

2° Valeurs des paramètres utiles pour le calcul

La conductivité thermique utile pour le calcul de la résistance thermique utile des plaques à forme de pente TAPERED est celle indiquée au tableau A.1 ci-après.

Tableau A.1 – Conductivité thermique des plaques FOAMGLAS TAPERED

Dénomination commerciale	Conductivité thermique utile (λ_{UTILE}) en W/(m².K)*
FOAMGLAS TAPERED T3+	0,036
FOAMGLAS TAPERED T4+	0,041
FOAMGLAS TAPERED S3	0,045
FOAMGLAS TAPERED F	0,050

* Valeur de conductivité thermique certifiée par ACERMI des panneaux FOAMGLAS.

Nota :

Les valeurs de la résistance thermique de l'isolant à forme de pente TAPERED sont arrondies à 0,05 m².K/W par défaut selon la norme NF EN 13167.

Les valeurs des résistances thermiques utilisées dans les calculs intermédiaires doivent être calculées avec au moins 3 décimales.

Le coefficient de transmission surfacique global Up de la paroi-toiture doit être arrondi à deux chiffres significatifs.

3° Méthodes de calcul

À partir des informations prescrites par le maître d'œuvre, le coefficient Up de la paroi-toiture, la composition du sous-jacent et du complexe d'étanchéité, les calculs doivent être effectués de la façon suivante :

3.1° Calcul de la résistance R_1

La résistance thermique utile intermédiaire R_1 de la couche d'épaisseur variable de l'isolant TAPERED est déterminée à l'aide de l'équation (1) :

$$R_1 = d_1 / \lambda_{1\text{UTILE}} \quad \text{en (m}^2\text{.K)/W (1)}$$

Nota : Le calcul de cette résistance R_1 n'intervient que dans le cas de la *figure 1.4* ci-avant.

3.2° Calcul de la résistance R_2

La résistance thermique utile de l'épaisseur maximale de la partie biseautée de l'isolant TAPERED est déterminée à l'aide de l'équation (2) :

$$R_2 = d_2 / \lambda_{2\text{UTILE}} \quad \text{en (m}^2\text{.K)/W (2)}$$

3.3° Calcul de la résistance R_0

La somme des deux résistances thermiques utiles R_0 , pour chaque partie élémentaire de la toiture étanchée, est déterminée à l'aide de l'équation (3) :

$$R_0 = R_{si} + e_{\min}/\lambda_{UTILE} + R_{\text{autres couches}} + R_{se} \quad \text{en (m}^2\text{.K)/W (3)}$$

Nota : La somme des résistances superficielles R_{si} + R_{se} est égale à 0,14 (m².K)/W pour les toitures avec plaques TAPERED.

3.4° Calcul des coefficients de transmission thermique U_c

Le calcul du coefficient de transmission thermique de chaque partie élémentaire de la toiture étanchée, U_{ci} en W/(m².K), est déterminée à l'aide de l'équation correspondant à celle des *figures A.1 à A.4* ci-avant.

3.5° Calcul du coefficient de transmission thermique global U_c

Le coefficient de transmission thermique global de la toiture étanchée, U_c en W/(m².K), est déterminé à l'aide de l'équation (4) :

$$U_c = \sum U_{ci} \cdot A_i / A_i \quad \text{en W/(m}^2\text{.K) (4)}$$

avec le coefficient Up de la paroi-toiture égal à U_c pour les toitures étanchées avec les plaques à forme de pente TAPERED.

Nota : La résistance thermique totale de la toiture étanchée, R_T en (m².K)/W, est égal à : $R_T = \frac{1}{U_p}$, arrondie à deux chiffres après la virgule pour exprimer le résultat final.

4° Exemple d'un calcul thermique avec les plaques à forme de pente TAPERED

Hypothèse de la construction de la toiture : bâtiment fermé et chauffé, situé à Véronne (Drôme) (zone climatique H2) :

- toiture inaccessible rectangulaire L x l : 60 x 20 m,
- élément porteur en béton armé d'épaisseur 0,20 m,
- revêtement d'étanchéité bitumineuse d'épaisseur 5 mm,
- couche isolante en plaques de la gamme FOAMGLAS TAPERED : FOAMGLAS T3+ d'épaisseur 0,14 m en lit inférieur, FOAMGLAS T3+ d'épaisseur 0,12 m en lit intermédiaire (partiel), et FOAMGLAS T4+ en lit supérieur :

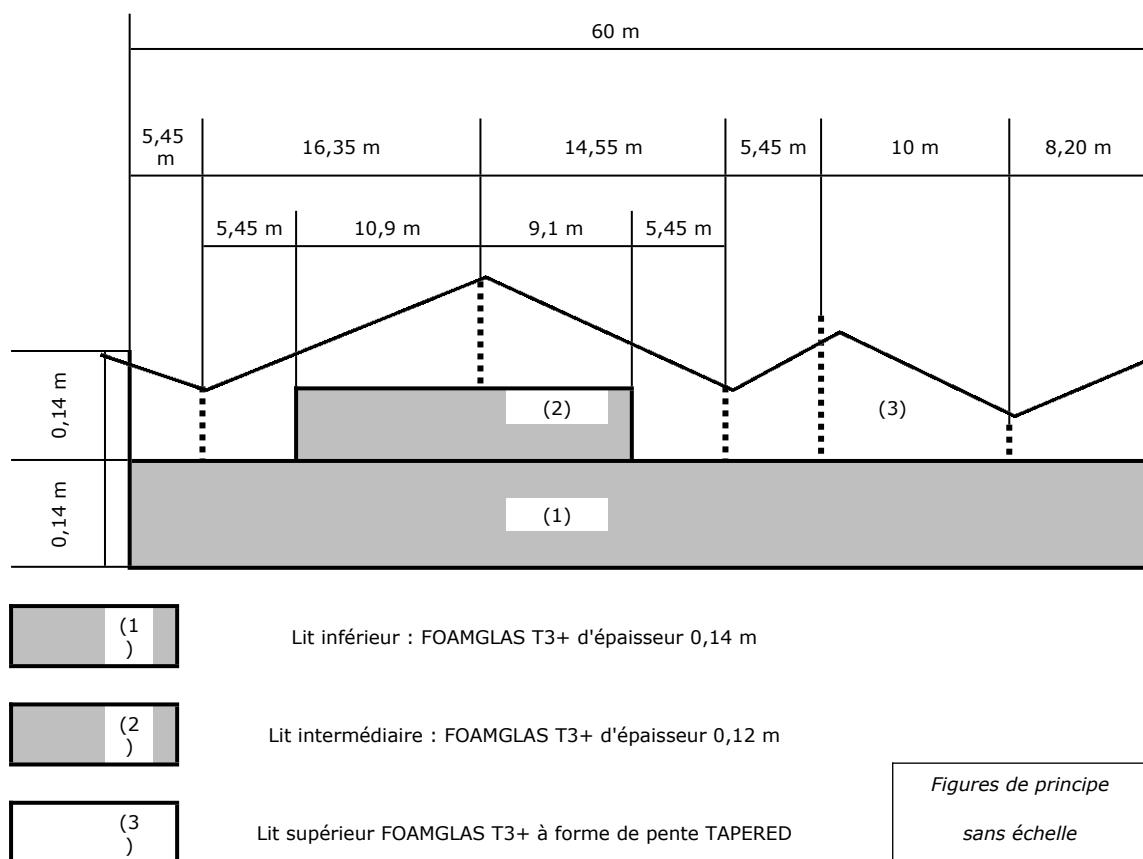


Figure A.5 – Coupe en long de la toiture

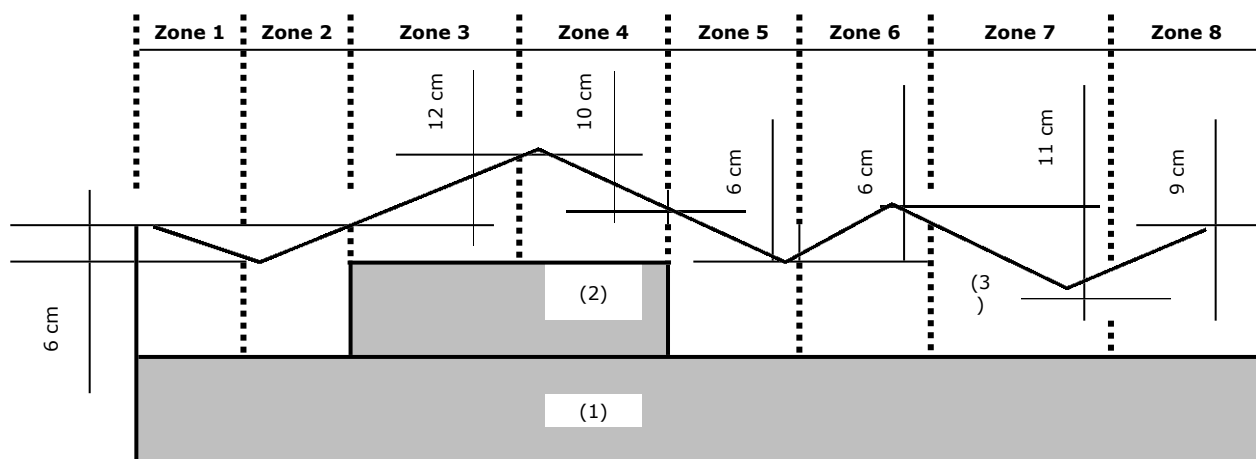
Figure A.6 – Zonage de la couche isolante avec indication de la cote d_2 pour l'épaisseur maximale de la partie biseautée de chaque zone

Tableau A.2 – Exemple du calcul thermique pour cette toiture avec plaques à forme de pente FOAMGLAS TAPERED

	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6	Zone 7	Zone 8
Résistance thermique utile de l'épaisseur maximale, R_2 en (m².K)/W :								
avec $R_{2zi} = d_2 / \lambda_{UTILE}$	6 / 36 $R_{2z1} = 0,167$	6 / 36 $R_{2z2} = 0,167$	12 / 36 $R_{2z3} = 0,334$	10 / 36 $R_{2z4} = 0,278$	6 / 36 $R_{2z5} = 0,167$	6 / 36 $R_{2z6} = 0,167$	11 / 36 $R_{2z7} = 0,305$	9 / 36 $R_{2z8} = 0,250$
Somme des deux résistances thermiques utiles, R_0 en (m².K)/W :								
Pour les plaques isolantes FOAMGLAS T3+ Tapered et FOAMGLAS T3+ :								
- partie inférieure des TAPERED	8 / 36 = 0,223	8 / 36 = 0,223	2 / 36 = 0,056	4 / 36 = 0,112	10 / 36 = 0,278	10 / 36 = 0,278	5 / 36 = 0,139	5 / 36 = 0,250
- lit intermédiaire FOAMGLAS T3+	0	0	2,850	2,850	0	0	0	0
- lit inférieur FOAMGLAS T3+	3,889	3,889	3,889	3,889	3,889	3,889	3,889	3,300
Pour l'ensemble des autres couches de l'ouvrage situées au-dessous de l'isolant, plus les résistances superficielles intérieure et extérieure :								
(1)	0,262	0,262	0,262	0,262	0,262	0,262	0,262	0,262
Soit R_0	$R_{0z1} = 4,374$	$R_{0z2} = 4,374$	$R_{0z3} = 7,057$	$R_{0z4} = 7,113$	$R_{0z5} = 4,429$	$R_{0z6} = 4,429$	$R_{0z7} = 4,290$	$R_{0z8} = 3,812$
Coefficient de transmission thermique de chaque partie élémentaire, U_{ci} en W/(m².K)								
(2)	$U_{cz1} = 0,22$	$U_{cz2} = 0,22$	$U_{cz3} = 0,14$	$U_{cz4} = 0,14$	$U_{cz5} = 0,22$	$U_{cz6} = 0,22$	$U_{cz7} = 0,22$	$U_{cz8} = 0,29$
Coefficient de transmission thermique global $U_p = U_c$ en W/(m².K)								
avec $U_c = \sum U_{ci} A_i / \sum A_i$								
$U_p = 0,20$ W/(m².K)								
(1) Élément porteur maçonné d'épaisseur 0,20 m, revêtement d'étanchéité bicouche bitumineuse, et $R_{si} + R_{se}$.								
(2) Calcul à l'aide de l'équation de la figure A.1 ci-avant.								

2.9.2. Annexe 2 : Fiche chantier pour DOE

	Fiche chantier FOAMGLAS TAPERED
---	---

Fiche à compléter par l'entreprise d'étanchéité et à remettre au Maître d'ouvrage, pour intégration au DOE (Dossier des Ouvrages Exécutés) de l'ouvrage

Entreprise	
Dénomination commerciale	
Adresse	
Code postal	
Ville	
Coordonnées	
Nom du poseur	
Signature	

Chantier	
N° étude FOAMGLAS	
Date réalisation travaux	
Adresse	
Code postal	
Ville	
Surface toiture (m²)	
Type de travaux	☐ Travaux neufs ☐ Travaux de rénovation
Elément porteur	☐ Béton ☐ Tôle d'Acier Nervuré (TAN) DTU 43.3 : modèle ☐ Tôle d'Acier Nervuré (TAN) DTU grandes portées : modèle ☐ Bois ou panneaux à base de bois ☐ Panneaux CLT : marque ☐ Planchers caissons : marque <u>Pente :</u> ☐ Pente nulle ☐ Pente non nulle : %
Revêtement d'étanchéité	

Isolant FOAMGLAS	
Type	☐ TAPERED ☐ TAPERED READY ☐ T3+ ☐ T4+ ☐ S3 ☐ F
Pente intégrée	Pente : % Epaisseur mini : Mm Epaisseur maxi : mm
Conductivité thermique utile (W/(m.K))	
Résistance thermique utile (m².K/W)	

Il est rappelé que le procédé « FOAMGLAS TAPERED collé à chaud » n'a pas vocation à remplacer la pente de l'élément porteur TAN ou bois (exception faite des panneaux CLT validant la pente nulle dans leur DTA) en travaux neufs.