

Sur le procédé

Kalzip® Droit

Famille de produit/Procédé : Couverture en bac métallique autoportant à joints sertis ou à emboîtement

Titulaire(s) : Société KALZIP GmbH

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° 5.1 - Produits et procédés de couvertures

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V3	<p>L'Avis Technique a été examiné par le Groupe Spécialisé n° 5.1 « Produits et procédés de couverture » en date du 11 mars 2024.</p> <p>Cette version annule et remplace l'Avis Technique n° 5.1/19-2571_V2. Elle intègre les modifications suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Passage de l'intégralité du dossier sur le principe des états limites (Eurocodes), avec tableaux de charges à comparer désormais aux charges de neige en pression selon la norme NF EN 1991-1-3 et Annexe Nationale NF EN 1991-1-3/NA, et de vent en dépression selon le <i>E-cahier CSTB n°3804_V2</i> d'octobre 2021. • Simplification de la prise en compte de l'accumulation de neige en cas de passerelle. • Ajout de nouvelles matières constitutives des pattes métal-composite, déposées au CSTB. • Nouvelles nuances d'aluminium pour les pattes de fixation en aluminium. • Augmentation de l'épaisseur du complexe isolant, en jouant uniquement sur la taille de l'oméga écarteur, et nouveaux tableaux de valeurs de ponts thermiques intégrés. • Mise à jour du paragraphe sur les fixations. • Mise à jour diverses. 	AUGEAI Marc	MICHEL François
V2	<p>Le présent document annule et remplace le DTA 5.1/19-2571_V1. Cette édition corrigée concerne :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Correction sur le classement de résistance à la corrosion revê-tement polyester 26 µm : Rc2 et non Rc3. • Correction sur la valeur de la performance en absorption selon la NF P 15-203-1 du régulateur de condensation Aquasine. 	AUGEAI Marc	MICHEL François

Descripteur :

Système de couverture en bacs profilés en alliage d'aluminium droit dont l'assemblage longitudinal est réalisé par sertissage. La fixation au support est réalisée par des attaches dissimulées entre bacs selon une technique voisine de celle des couvertures à joint debout.

Le procédé Kalzip® Droit est destiné à la réalisation de couvertures planes, pour des bâtiments dont l'hygrométrie est faible ou moyenne, situés en France métropolitaine et dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM, cf. § 2.5), en climat de plaine (altitude ≤ 900 mètres), quelles que soient leurs destinations.

En France métropolitaine, il est associé à une isolation thermique est mis en œuvre en couverture « chaude », suivant les préconisations prévues par le § 2.3.1.3. Il peut être mis en œuvre en couverture « froide ventilée » en France métropolitaine sur bâtiments ouverts non isolés suivant les préconisations prévues par le § 2.3.1.2, ou en DROM sur bâtiments ouverts ou fermés suivant les préconisations prévues par le § 2.5.

Les configurations admises et limites d'emploi en fonction de la zone géographique sont récapitulées au tableau 1 (cf. § 1.1.2).

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé	5
1.1.	Domaine d'emploi accepté	5
1.1.1.	Zone géographique	5
1.1.2.	Ouvrages visés	5
1.2.	Appréciation	5
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé	5
1.2.2.	Durabilité	7
1.2.3.	Impacts environnementaux	8
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	8
2.	Dossier Technique	9
2.1.	Mode de commercialisation	9
2.1.1.	Coordonnées	9
2.1.2.	Mise sur le marché	9
2.1.3.	Identification	9
2.2.	Description	9
2.2.1.	Principe	9
2.2.2.	Caractéristiques des composants	12
2.3.	Dispositions de conception	25
2.3.1.	Conception du système	25
2.3.2.	Conception de l'enveloppe	27
2.3.3.	Portées d'utilisation des bacs	32
2.3.4.	Contact de l'aluminium avec d'autres matériaux	49
2.3.5.	Remarques sur les évacuations d'eau pluviales	49
2.4.	Dispositions de mise en œuvre	49
2.4.1.	Dispositions générales	49
2.4.2.	Manutention et stockage	49
2.4.3.	Fixations des pattes Kalzip®	49
2.4.4.	Points singuliers	50
2.4.5.	Assemblage transversal des bacs Kalzip®	57
2.4.6.	Accidents de toiture	59
2.5.	Départements et régions d'Outre-Mer (DROM)	62
2.5.1.	Généralités	62
2.5.2.	Caractéristiques des composants en DROM	62
2.5.3.	Conception en DROM	63
2.5.4.	Mise en œuvre en DROM	63
2.6.	Système de passerelle Kalzip®	66
2.6.1.	Généralités	66
2.6.2.	Composants de la passerelle	66
2.6.3.	Conception	71
2.7.	Entretien et réparation	81
2.7.1.	Entretien de la couverture	81
2.7.2.	Remplacement d'un bac Kalzip®	81
2.8.	Assistance technique et formation	81
2.8.1.	Assistance Technique	81
2.8.2.	Formation	82
2.9.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication	82
2.9.1.	Fabrication et contrôle des bacs	82

2.9.2.	Fabrication et contrôles des accessoires	82
2.9.3.	Possibilité de transport.....	83
2.10.	Mention des justificatifs	84
2.10.1.	Résultats expérimentaux.....	84
2.10.2.	Références chantiers	84
Annexe 1 - Exemples de calcul.....		85
Annexe 1.1 :	Exemple de calcul des portées en France Métropolitaine	85
Annexe 1.2 :	Exemple de calcul du point fixe en France Métropolitaine - Effort dans le point fixe.....	89
Annexe 1.3 :	Exemple de calcul du point fixe en DROM - Effort dans le point fixe	92
Annexe 1.4 :	Exemple de calcul du point fixe - Transmission des charges.....	94
3.	Annexe 2 - Ponts thermiques.....	96

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre 2 « Dossier Technique » ci-après a été examiné 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 est visé pour une mise en œuvre en France métropolitaine et en climat de plaine (altitude \leq 900 mètres).

Il peut également être mis en œuvre dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM), selon les prescriptions particulières du § 2.5.

1.1.2. Ouvrages visés

Le procédé Kalzip® Droit est destiné à la réalisation de couvertures de formes planes (droites), pour des bâtiments dont l'hygrométrie est faible ou moyenne, quelles que soient leurs destinations, en construction neuve ou rénovation totale (jusqu'au support).

En France métropolitaine et en climat de plaine (altitude \leq 900 mètres), le système Kalzip® Droit associé à une isolation thermique est mis en œuvre en couverture « chaude », suivant les préconisations prévues par le § 2.3.1.3. Il peut être mis en œuvre en couverture « froide ventilée » en France Métropolitaine sur bâtiments ouverts non isolés suivant les préconisations prévues par le § 2.3.1.2, ou en DROM sur bâtiments ouverts ou fermés suivant les préconisations prévues par le § 2.5.

Les joints longitudinaux entre les bacs Kalzip® sont orientés dans le sens de la plus grande pente, sauf en cas dévers (cf. 2.3.2.4.2), et les génératrices sont parallèles entre elles.

Les longueurs de bacs et de rampant maximales, pentes minimales, admises, et types de bâtiments admis, en fonction de la zone géographique, sont récapitulées dans le tableau 1 ci-dessous :

		France métropolitaine		DROM	
Type de couverture		Couverture chaude	Couverture froide ventilée	Couverture chaude	Couverture froide ventilée
Bâtiment fermé	isolé	Admis	Non admis	Non admis	Admis
	non isolé	Non admis			
Bâtiment ouvert		Admis		Admis	
Pente minimale		3 % (cf. § 2.3.2.4)		5 % (cf. § 2.5.3.2)	
Longueur maximale de bacs et de rampant	Bâtiment fermé	Profils Kalzip® 65 : 100 m (50 m maximum du point fixe) Profils Kalzip® 50 : 50 m		40 m	
	Bâtiment ouvert			Profils Kalzip® 65 ⁽¹⁾ : 100 m (50 m maximum du point fixe) Profils Kalzip® 50 ⁽¹⁾ : 50 m	
(1) Dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM), les profils utilisables sont limités aux épaisseurs supérieures ou égales à 0,9 mm et aux largeurs utiles < à 500 mm (cf. § 2.5.2.1).					

Tableau 1 – Configurations admises et limites d'emploi

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

1.2.1.1. Stabilité

Elle peut être considérée comme normalement assurée dans les conditions d'emploi préconisées par le Dossier Technique étant entendu que l'Avis ne concerne que le cas où les pattes de couverture sont disposées au droit de la structure porteuse et fixées sur celle-ci, soit directement, soit par l'intermédiaire d'une ossature intermédiaire (oméga), sans contribution mécanique de la peau inférieure éventuelle.

1.2.1.2. Sécurité en cas d'incendie

Cette couverture avec bacs nus ou avec revêtement prélaqué Polyester 26 μ m, PVDF (70/30) bicouche 25 μ m, DURAGLOSS® 5000 35 à 55 μ m, ou Kalzip HPC 35 à 55 μ m (+ envers de bande 5 μ m), (revêtement organique dont le PCS est inférieur à 4,0 MJ/m² selon essais), répond aux exigences de performance vis-à-vis du feu venant de l'extérieur selon l'arrêté du 14 février 2003.

Le classement de réaction au feu du bac Kalzip®, avec revêtement prélaqué Polyester 26 µm, PVDF (70/30) bicouche 25 µm, DURAGLOSS® 5000 35 à 55 µm, ou Kalzip HPC 35 à 55 µm (+ envers de bande 5 µm), selon la norme NF EN 13501-1 est A1, selon les rapports d'essais de classement mentionnés au § 2.10.1.

Le classement de réaction au feu du bac Kalzip® avec régulateur de condensation Aquasine ou avec les autres revêtements définis au tableau 3 n'est pas connu.

1.2.1.3. Pose en zones sismiques

Selon la réglementation sismique définie par :

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

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

1.2.1.4. Prévention des accidents lors de la mise en œuvre ou de l'entretien

La résistance en charge centrée de ce système a fait l'objet de justification expérimentale.

Lors des opérations d'entretien, il y a lieu de respecter les dispositions réglementaires relatives à la protection contre les chutes de hauteur.

1.2.1.5. Étanchéité à l'eau

On peut considérer que cette couverture est étanche à l'eau dans les conditions de pose prévues dans le domaine d'emploi (cf. § 1.1).

1.2.1.6. Isolation thermique

Elle est disposée dans l'espace compris entre la sous-face de la couverture et le support continu de celle-ci, selon les dispositions de traitement des "toitures chaudes" prévues par le Dossier Technique, en France métropolitaine.

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

Ces études tiennent compte du coefficient de transmission surfacique global d'une paroi U_p (en $W/(m^2.K)$), ponts thermiques intégrés pris en compte. Un exemple de calcul des valeurs des ponts thermiques intégrés et des coefficients de transmission surfaciques U_p est disponible en Annexe 2.

Pour répondre à la Réglementation Thermique DOM, le titulaire du DTA devra apporter la valeur du facteur solaire de la paroi opaque horizontale.

1.2.1.7. Complexité de couverture

Ce procédé est principalement destiné à la réalisation de couvertures de formes planes ou simples droites (non cintrées), comportant peu de pénétration, et dont les génératrices sont parallèles entre elles.

1.2.1.8. Hygrométrie des locaux et risques de condensation

L'emploi de ce procédé est limité aux locaux à faible ou moyenne hygrométrie.

Dans le cas des "toitures chaudes", il convient en outre d'apporter un soin particulier à la mise en œuvre du pare-vapeur, tel que prévu par le Dossier Technique.

Dans le cas des "toitures froides", pour les bâtiments ouverts non isolés en France métropolitaine, et pour les bâtiments ouverts et fermés en DROM, un régulateur de condensation en sous-face des bacs est à prévoir systématiquement. En fonction de l'utilisation du local, de son hygrométrie et des variations thermiques et climatiques, il existe un risque de condensation en sous-face de la couverture. C'est pourquoi l'usage d'un régulateur de condensation (cf. § 2.2.2.1.5) en sous-face des bacs, est obligatoire dans ce cas de figure. Les applications du procédé en toiture froides ventilées requièrent une étude préalable, à l'instigation du maître d'ouvrage afin d'étudier la faisabilité de l'installation vis-à-vis des risques de condensation. A défaut d'étude, des conditions météorologiques particulières pourraient conduire à la saturation du régulateur de condensation, amenant des condensations inévitables.

1.2.1.9. Accessibilité

Ce procédé, comme c'est le cas général pour les couvertures en aluminium, présente une relative sensibilité au marquage.

Le maître d'ouvrage devra en tenir compte en cas de présence en toiture d'équipements dont la surveillance ou l'entretien doivent être assurés régulièrement.

Comme pour tous les procédés de cette famille, la fixation de potelets, ou de lignes de vie sur le profilé (tant en plage que sur le bourrelet) ou dans le bac inférieur support est à proscrire. Ceux-ci doivent être obligatoirement fixés dans la charpente, qui devra être vérifiée apte à cet usage, en respectant les principes d'étanchéité à l'eau des pénétrations par soudure (cf. § 2.4.6.3).

1.2.1.10. Aspects sanitaires

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

1.2.1.11. Acoustique

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

- Arrêté du 30 juin 1999 relatif aux bâtiments d'habitation ;
- Arrêté du 25 avril 2003 relatif aux hôtels, établissements d'enseignement et de santé ;
- Arrêté du 13 avril 2017 relatif aux travaux de rénovation en zones exposées au bruit ;

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

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

Aucun élément permettant de justifier des performances acoustiques du procédé n'a été fourni.

Cette couverture doit être considérée comme bruyante sous l'effet du vent, de la grêle, et des variations rapides de température (choc thermique).

1.2.1.12. Adaptation du revêtement des bacs Kalzip®

Vis-à-vis des ambiances intérieures

On se référera aux dispositions prévues par le paragraphe 2.14 du DTU 40.36.

Vis-à-vis des atmosphères extérieures

Cas des couvertures de pente supérieure ou égale à 5 %

Les dispositions du guide de choix (chapitre 2 du DTU 40.36) s'appliquent à ce système. Le § 2.2.2.1.2 du Dossier Technique récapitule les dispositions à considérer en fonction de l'exposition atmosphérique extérieure.

Cas des couvertures de pente comprise entre 3 et 5 % (hors DROM)

Dans ces conditions de pente et en raison des risques de stagnation de dépôts sur la couverture qu'elles peuvent entraîner, l'assistance technique du fabricant doit être systématiquement requise pour préciser la nature d'un revêtement complémentaire éventuel.

1.2.1.13. Fabrication et contrôle

La fabrication des bacs fait appel aux techniques habituelles de profilage et de cintrage des tôles d'aluminium qui est réalisé sur le chantier ou en usine. Dans l'un et l'autre cas, le contrôle des produits fabriqués est à la charge de la Société Kalzip GmbH. Dans le cas de fabrication sur le site, il convient de disposer d'une aire de travail adaptée.

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

1.2.1.14. Mise en œuvre

La manutention et la mise en œuvre de ce système est effectuée exclusivement par des entreprises formées et agréées par la Société Kalzip GmbH. Le titulaire devra tenir une liste à jour de ces entreprises et pouvoir la mettre à disposition d'un éventuel demandeur.

La réalisation des raccordements sur chantier par soudure nécessite une qualification particulière (cf. § 2.4.6.3).

Le levage des éléments et les manutentions de bacs doivent être effectués avec précaution afin d'éviter les déformations.

1.2.2. Durabilité

Dans les conditions de pose prévues par le domaine d'emploi accepté par l'Avis, on peut considérer que la durabilité de cette couverture est comparable en France métropolitaine à celle des couvertures de référence visées par le DTU 40.36, et en DROM au vu de l'expérience du demandeur dans ces conditions climatiques. L'utilisation de l'alliage EN AW-6025 a été jugée favorablement sur la base de l'expérience acquise depuis 1995.

La composition de la patte métal-composite (acier/polyamide, pour la France métropolitaine) a été déposée au CSTB.

1.2.3. Impacts environnementaux

Le procédé ne dispose d'aucune Déclaration Environnementale⁽¹⁾ (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé (produit).

(1) Non visé par l'Avis.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Généralités

- Comme pour l'ensemble des procédés de cette famille, le Groupe Spécialisé attire l'attention sur le fait que ce procédé est destiné à la réalisation de couvertures :
 - Sur support homogène ;
 - Avec peu de pénétrations et de dimensions limitées ;
 afin de conserver une ligne de points fixes continue.
- Comme pour tous les procédés de cette famille, il est rappelé, spécifiquement dans le cas de pannes minces, que les charges apportées par le procédé sont ponctuelles.
- La soudure sur aluminium (réalisée avec le procédé TIG ou MIG) nécessite le recours à un soudeur qualifié dans ce domaine suivant les préconisations de la norme EN ISO 9606-2.
- La composition de la patte métal-composite a été déposée au CSTB.
- Les coefficients de sécurité du procédé par rapport à la ruine ont été conservés suite au passage du dossier aux états limites, soit, en charge ascendante (dépression) et descendante (pression) :
 - Flèche inférieure au 1/200ème de la portée ;
 - Coefficient de sécurité de 2 par rapport à la ruine des bacs,
 - Coefficient de sécurité de 2 par rapport à la ruine des pattes de fixation ;
 - Coefficient de sécurité de 2,5 sur la rupture des pattes métal-composite en traction.
- Dans le cas des toitures chaudes, le support d'isolation non porteur en peau inférieure ne reprend que le poids de l'isolant. Dans le cas d'utilisation d'une tôle d'acier nervurée, cette dernière est positionnée avec les nervures saillantes vers le haut.
- Le Groupe Spécialisé admet la rédaction du § 2.2.2.5.1, concernant le bac (ou sous face intérieure) non porteur support d'isolant et la référence au NF DTU 40.35, faute de référentiel technique approprié adapté aux Eurocodes.
- Les chéneaux intérieurs sont des ouvrages de conception et de réalisation délicate (pente, étanchéité à l'eau, corrosion, évacuation des eaux, entretien, etc.) qui nécessitent une consultation du Maître d'Ouvrage par le Maître d'Œuvre, en vue d'obtenir son accord sur la conception et la réalisation d'un tel ouvrage.
- Comme pour tous les procédés de cette famille, et bien que non présenté au Dossier Technique, le demandeur commercialise des solutions de sur-couverture, d'équipements de protection individuels, ou de modules photovoltaïques, assujetties aux recouvrements longitudinaux des bacs à l'aide de pinces ou d'étriers. Le Groupe Spécialisé estime qu'en l'état actuel, les justifications apportées sur cette technologie sont insuffisantes pour considérer que la pérennité de la performance mécanique, de l'étanchéité à l'eau et de la sécurité des travailleurs soient assurées. Ainsi :
 - la fixation de solutions de sur-couverture (habillage non étanches, panneaux de bardage, etc...) sur les joints debout est exclue.
 - la fixation de modules photovoltaïques n'est pas visée, et relève de la procédure d'Avis Technique du GS 21.
- L'emploi de ce procédé de couverture en climat de montagne (altitude > 900 m) n'est pas visé par le présent document.
- Les tableaux pré-calculés de valeurs de ponts thermiques intégrés de l'Annexe 2, sont basés sur une conductivité thermique de l'isolant de 0,035 W/(m.K).

Charpente

- Comme pour tous les systèmes de couvertures de cette famille, la charpente doit présenter une tolérance d'implantation permettant la mise en œuvre et le bon fonctionnement du procédé (cf. § 2.3.1.1).
- La charpente du bâtiment devra être conçue en tenant compte de la charge transmise par les pattes du procédé, notamment au droit des points fixes (cf. § 2.3.2.3) et au droit d'une éventuelle passerelle (cf. § 2.6.3.3 et 2.6.3.7).

Sécurité

- Comme pour tous les procédés de cette famille, la fixation d'équipements de protection individuels (potelets, de lignes de vie, etc...) sur le profilé, le joint debout, ou dans le support d'isolation inférieur non porteur est proscrite. Ces éléments sont ancrés dans la charpente, qui devra être vérifiée apte à cet usage, en respectant les principes d'étanchéité à l'eau des pénétrations par soudure (cf. § 2.4.6.3.)

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 : Société Kalzip GmbH
 August-Horch-Str. 20-22
 DE-56070 Koblenz
 Tél. : 00 49 (0) 261 98340
 Fax : 00 49 (0) 261 9834100

Distributeur : Société Kalzip France - SAS
 11 rue de Courtalin
 Bâtiment B
 FR – 77700 Magny le Hongre
 Tél. : 01 60 43 57 10
 Email : france@kalzip.com
 Internet : www.kalzip.com

2.1.2. Mise sur le marché

En application du Règlement (UE) n° 305/2011, les produits « Système à joint debout Kalzip » font l'objet d'une Déclaration des Performances (DdP) établie par la société Kalzip GmbH, sur la base de la norme NF EN 14782:2006. Les produits conformes à cette DdP sont identifiés par le marquage CE.

2.1.3. Identification

Les bacs profilés Kalzip® 65/305, Kalzip® 65/333, Kalzip® 65/400, Kalzip® 65/500, Kalzip® AF 65/333, Kalzip® AF 65/434, Kalzip® AS 65/422, Kalzip® AF 65/537, Kalzip® 50/333, Kalzip® 50/429 et Kalzip® 50/528 sont caractérisés par la géométrie particulière de leur section transversale, illustrée par les figures 5 à 7 du Dossier Technique.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Le procédé Kalzip® Droit est un système autoportant en alliage d'aluminium à joint debout libre en dilatation, il est destiné à la réalisation de couverture planes (ou droites) de bâtiments de faible ou de moyenne hygrométrie.

Il est composé de bacs Kalzip® dont les joints debout longitudinaux sont parallèles entre eux. Les bourrelets des joints debout sont assemblés et sertis longitudinalement (cf. figure 1), ils sont raccordés à la structure ou à la charpente par l'intermédiaire de pattes Kalzip® rendues invisibles par construction.

Le bourrelet male du bac Kalzip® est emboîté sur la tête de la patte Kalzip® de fixation. Il est ensuite coiffé par le bourrelet femelle du bac Kalzip® mitoyen, puis sertis mécaniquement en utilisant une sertisseuse électrique portative spécifique et homologuée par le fabricant (cf. figure 2).

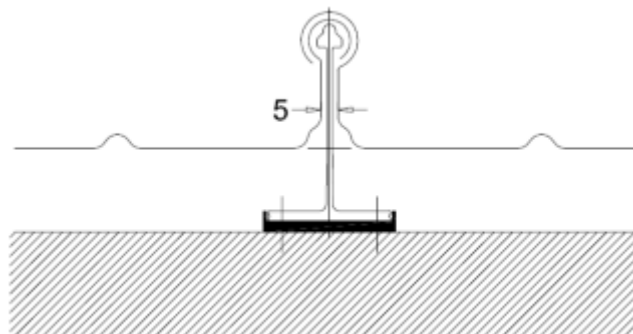


Figure 1 – Les bourrelets du Kalzip®

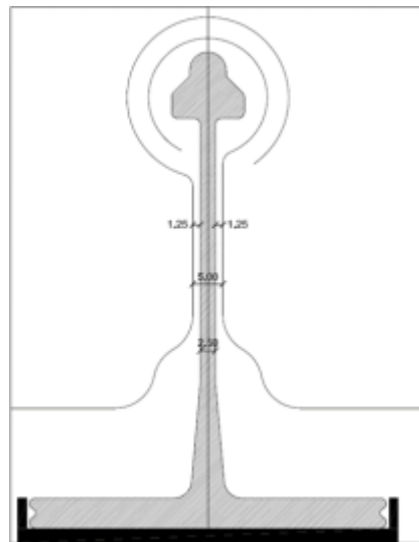


Figure 1bis - Jeu fonctionnel théorique

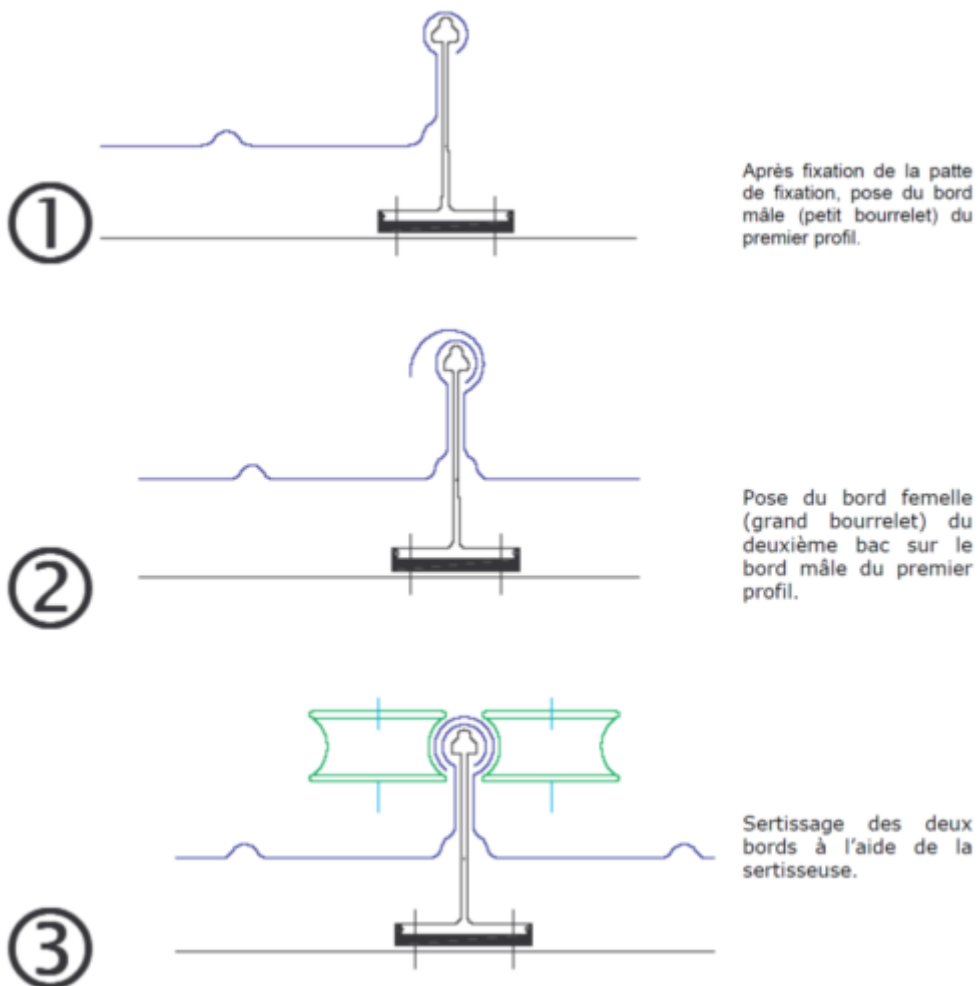


Figure 2 - Principe Kalzip®

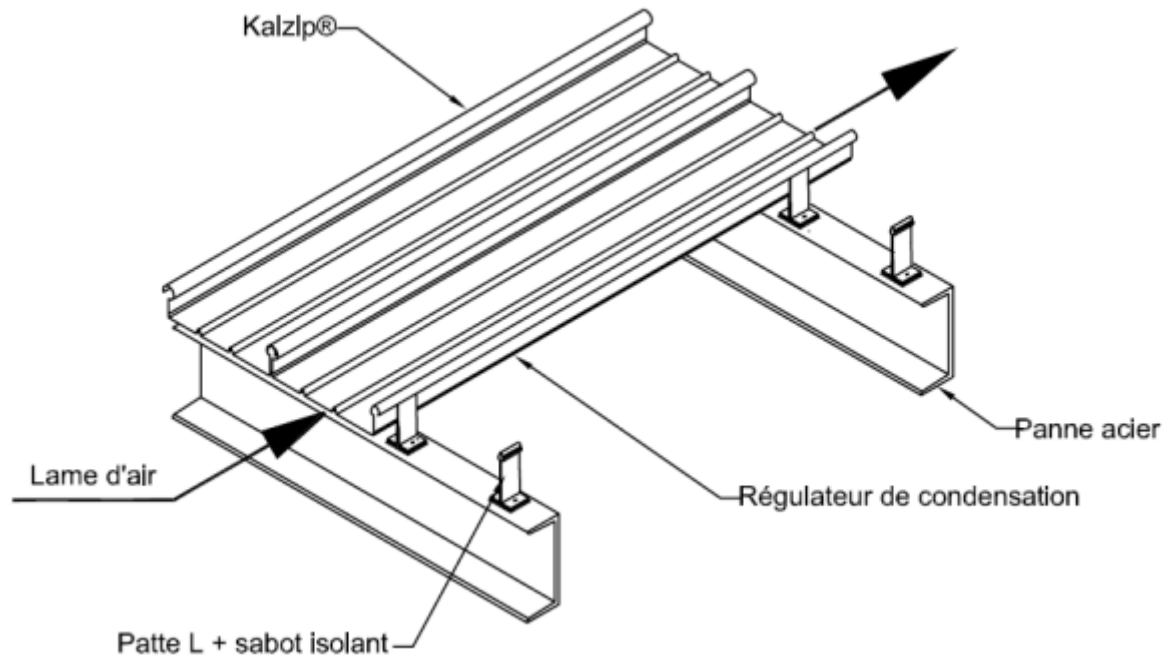


Figure 3 – Principe toiture froide (bâtiment ouvert non isolé en France Métropolitaine)

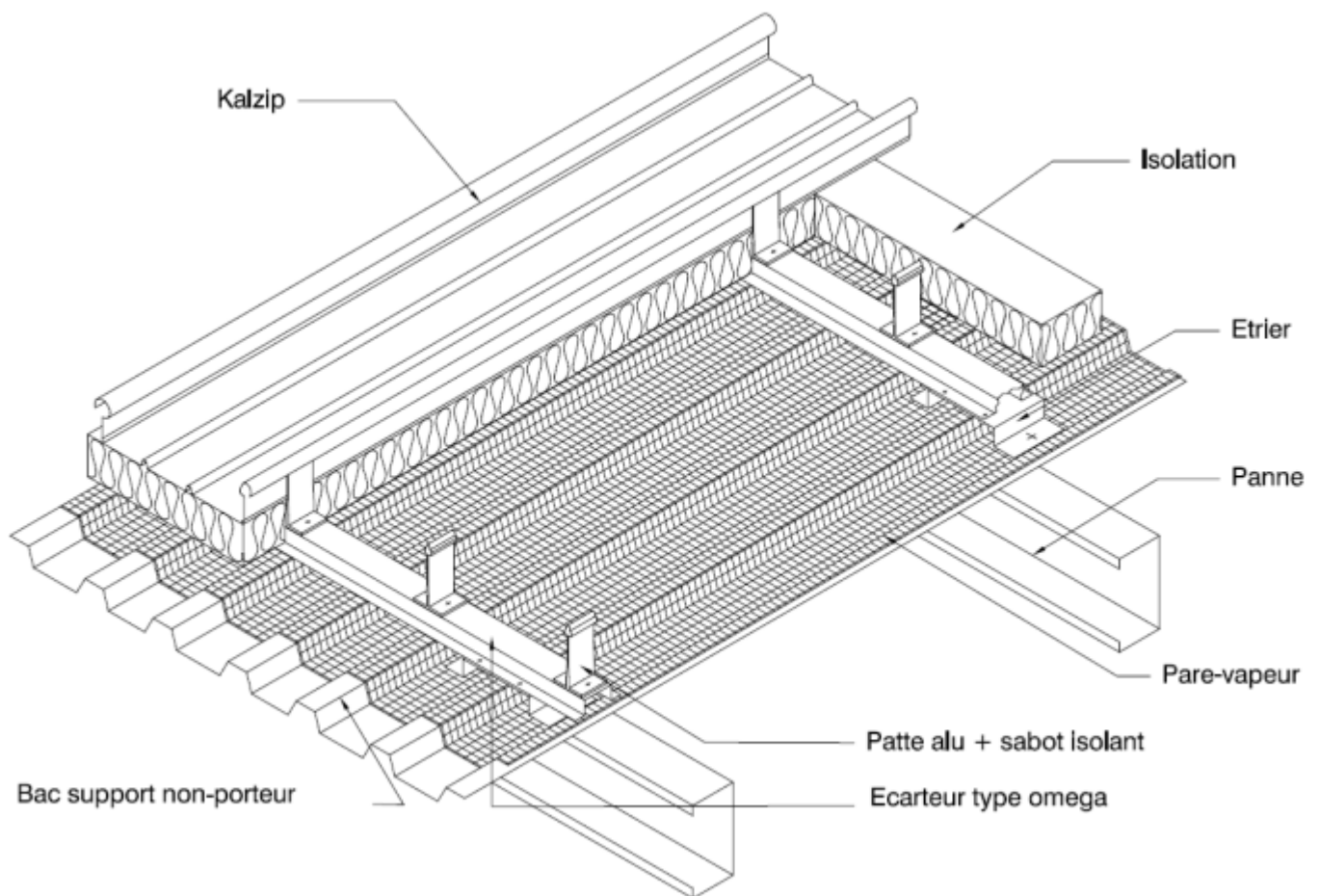


Figure 4 – Principe toiture chaude avec écarteurs et étriers en France Métropolitaine

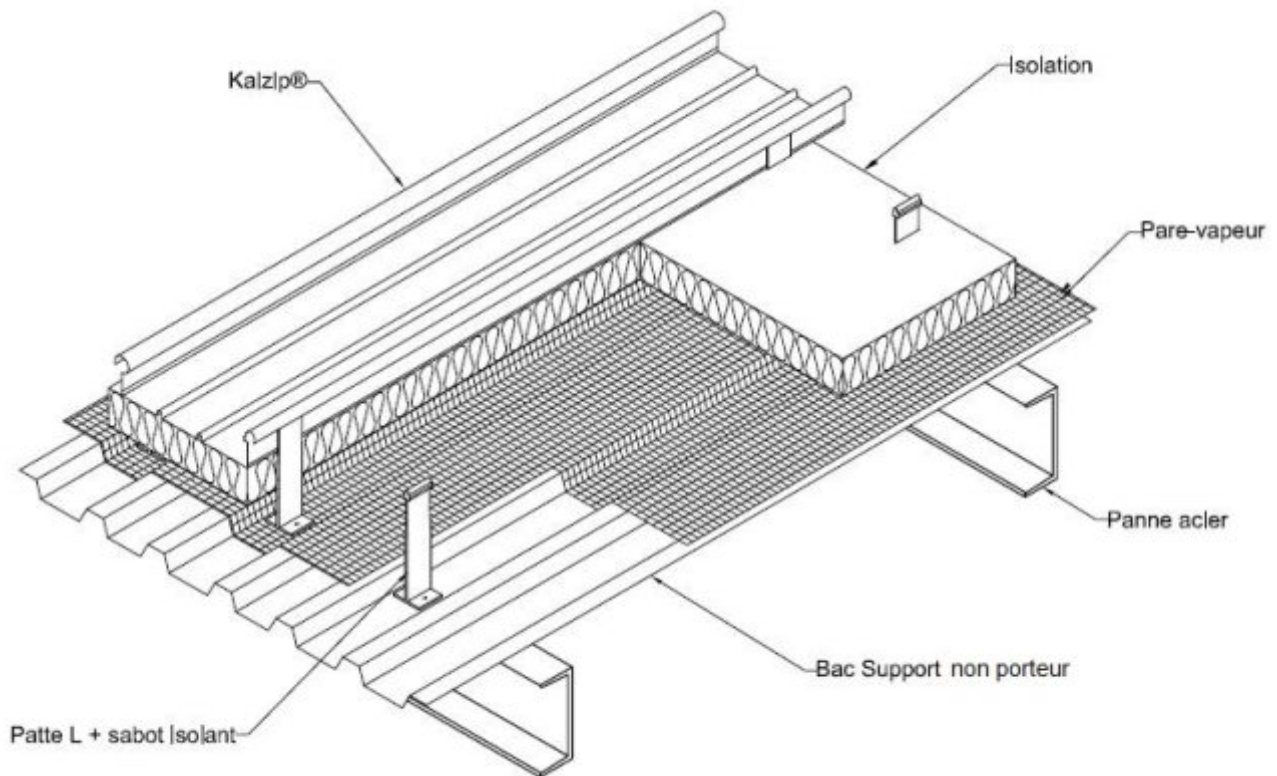


Figure 4 bis – Principe toiture chaude sans écarteurs et étriers en France Métropolitaine

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Eléments et matériaux constitutifs du procédé

2.2.2.1.1. Bacs Kalzip®

2.2.2.1.1.1. Gamme de profils

Les bacs profilés Kalzip® sont caractérisés par la géométrie particulière de leur section transversale, illustrée par les figures 5 à 7.

Les profils suivants sont concernés :

- Kalzip® 65/305, Kalzip® 65/333, Kalzip® 65/400 et Kalzip® 65/500 ;
- Kalzip® AF 65/333, Kalzip® AF 65/434, Kalzip® AS 65/422 et Kalzip® AF 65/537 ;
- Kalzip® 50/333, Kalzip® 50/429 et Kalzip® 50/528.

Le bac Kalzip® est marqué CE selon la norme NF EN 14782.

Les bacs 65/500, AF 65/537, 50/528 ne sont pas visés en DROM.

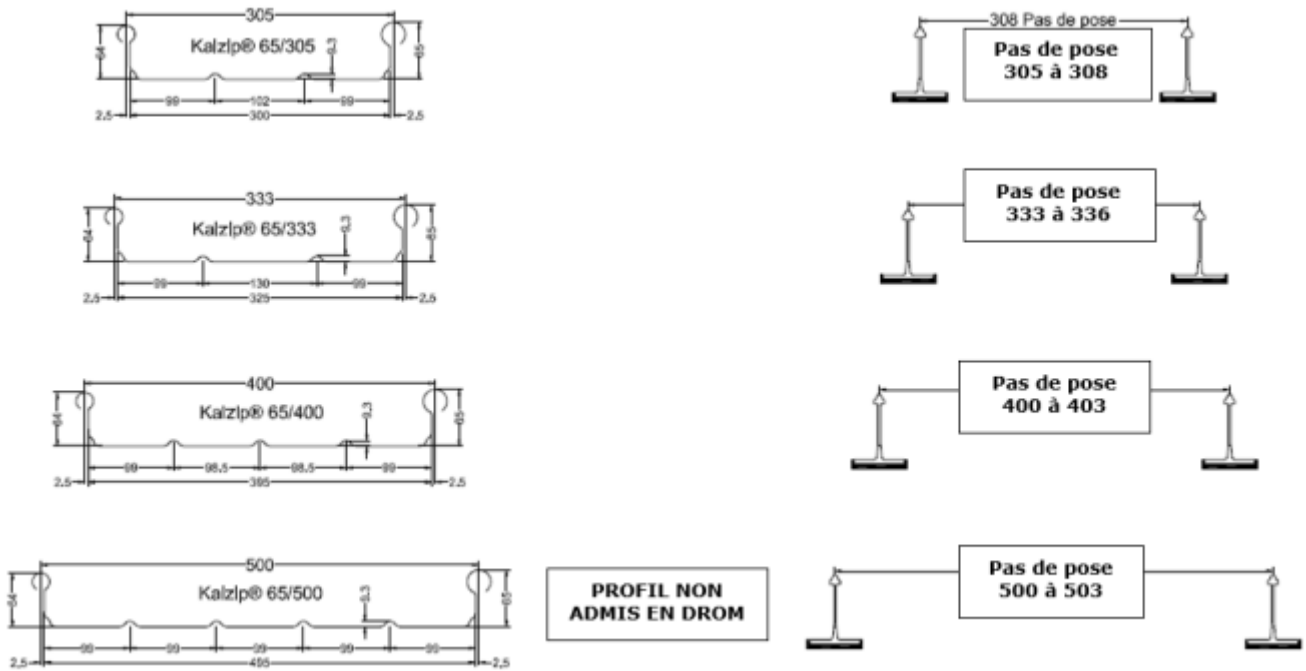


Figure 5 – Profils Kalzip® hauteur 65

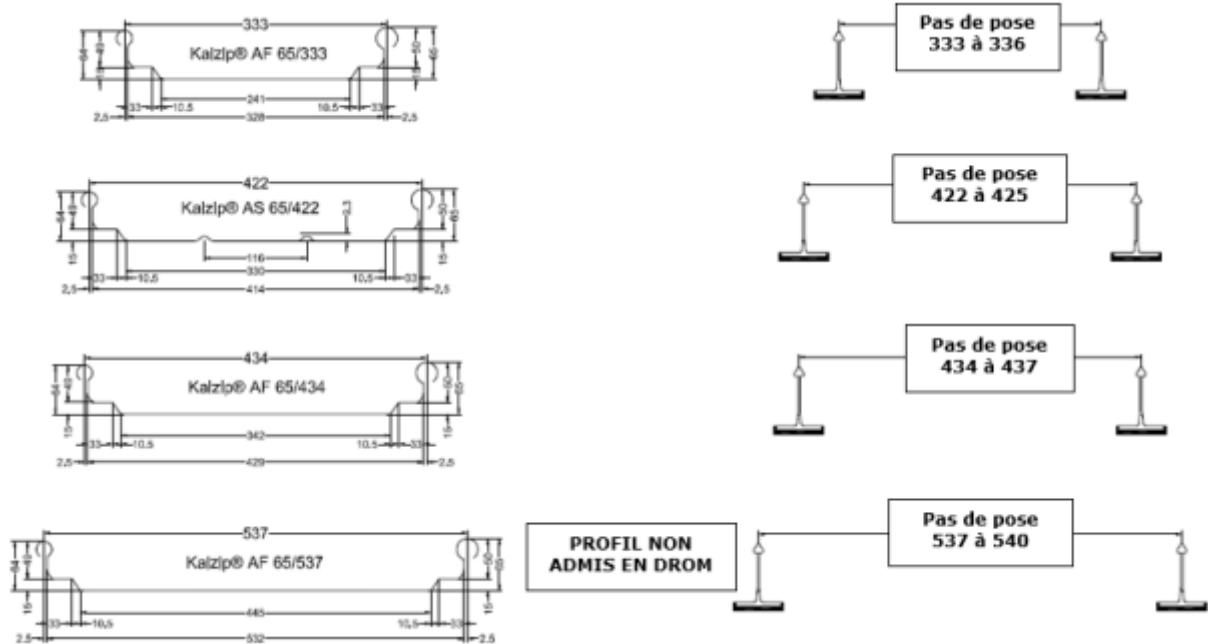


Figure 6 – Profils Kalzip® type « AF » ou « AS »

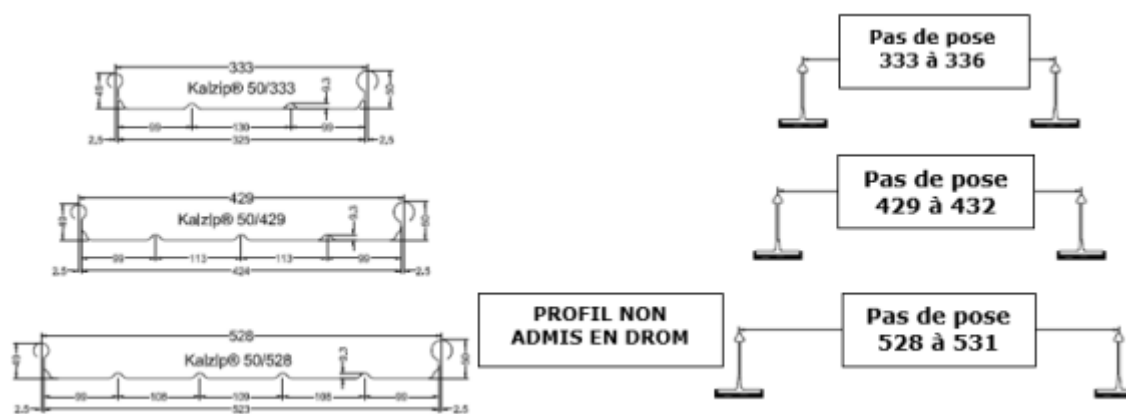


Figure 7 – Profils Kalzip® 50

2.2.2.1.1.2. Caractéristiques mécaniques des alliages

Les bacs sont profilés à partir de bobines d'alliage d'aluminium EN AW-3004, EN AW-3005 et EN AW-6025 selon la norme NF EN 485-2, et dont l'état métallurgique est :

- EN AW-3004 H36, EN AW-3005 H28, EN AW-6025 H36, conformes à la norme NF EN 485-2, dans le cas d'aluminium nu ;
- EN AW-3004 H46, EN AW-3005 H48, conformes à la norme NF EN 1396, dans le cas de prélaquage (cf. § 2.2.2.1.4).

Les caractéristiques mécaniques minimales sont données en tableau 2. Kalzip se charge de vérifier que les caractéristiques mentionnées au tableau 2 sont respectées à chaque bobine (cf. § 2.9.1).

Contrainte de rupture en traction	Minimum 220 N/mm ²				
Limite d'élasticité à 0,2 %	Minimum 185 N/mm ²				
Allongement à la rupture selon NF EN 545 à partir d'une éprouvette en tôle plane 12,5 x 50 mm	Épaisseur métal				
	0,7 mm	0,8 mm	0,9 mm	1,0 mm	1,2 mm
	3 %	3,5 %	3,8 %	4,0 %	4,0 %

Tableau 2 – Caractéristiques mécaniques des alliages d'aluminium

2.2.2.1.2. Adaptation du matériau aux contraintes atmosphériques extérieures

Les dispositions du guide de choix (chapitre 2 du DTU 40.36) s'appliquent à ce système. Le tableau 3 récapitule les dispositions à considérer en fonction de l'exposition atmosphérique extérieure et du type de finition.

Revêtement	Classement selon NF EN 1396		Exposition atmosphérique extérieure								
	Indice de résistance à la corrosion R _c	Catégorie de résistance aux UV R _{UV}	Rurale non polluée	Industrielle ou urbaine		Marine				Spéciale	
				Normale	Sévère	20 à 10 km	10 à 3 km	Bord de mer < 3 km ⁽⁴⁾	Mixte	Fort UV	Particulière
Aluminium nu lisse, Stucco ou ALCLAD ⁽²⁾	Sans objet	Sans objet	■	■	□	■	■	■ ⁽³⁾	□	■	□
Laquage Polyester 26 µm	R _c 2	R _{UV} 3	■	□	-	-	-	-	-	-	-
Laquage PVDF (70/30) bicouche 25 µm	R _c 3	R _{UV} 4	■	■	□	■	■	■ ⁽³⁾	□	■	□
Laquage PVDF (70/30) 3 ou 4 couches 40 à 62 µm	R _c 3	R _{UV} 4	■	■	□	■	■	■ ⁽³⁾	□	■	□
DURAGLOSS® 500 (Polyester spécial) 35 à 55 µm	R _c 3	R _{UV} 4	■	■	□	■	■	■ ⁽³⁾	□	■	□
Kalzip HPC (Polyester spécial) 35 à 55 µm	R _c 3	R _{UV} 4	■	■	□	■	■	■ ⁽³⁾	□	■	□
FEVE (Fluoroéthylvinylether) 25 µm	R _c 3	R _{UV} 4	■	■	□	■	■	■ ⁽³⁾	□	■	□
Kalzip Protek (Fluoroéthylvinylether) 25 µm	R _c 3	R _{UV} 4	■	■	□	■	■	■ ⁽³⁾	□	■	□
SUPRAAL (Polyuréthane-Polyamide) 45 µm	R _c 3	R _{UV} 4	■	■	□	■	■	■ ⁽³⁾	□	■	□

(1) Pentes < 5 %, consulter la Société Kalzip GmbH.
(2) Par référence aux expositions atmosphériques définies par l'annexe B.1 du D.T.U. 40.36.
(3) Du fait de leurs âmes en acier, l'emploi des pattes métal-composites est exclu en bord de mer sur bâtiments ouverts.
(4) Hors Front de mer, où l'accord du fabricant est obligatoire.
■ Matériaux adaptés à l'exposition.
□ Matériaux dont le choix définitif ainsi que les caractéristiques doivent être arrêtées après consultation et accord du fabricant.
- Non adapté.

Tableau 3 – Exposition atmosphérique extérieure pour les pentes supérieures ou égales à 5%⁽¹⁾

2.2.2.1.3. Caractéristiques géométriques des éléments et tolérances (cf. figures 5 à 7)

- Largeur utile des bacs :
 - 305 mm (+1, - 0), 333 mm (+ 1, - 0), 400 mm (+ 1, - 0) et 500 mm (+ 1, - 0) pour le Kalzip® standard hauteur 65,
 - 333 mm (+ 1, - 0), 434 mm (+ 1, - 0), 537 mm (+1 ; -0) pour le Kalzip® de type « AF » ou « AS »,
 - 333 mm (+ 1, - 0), 429 mm (+ 1, - 0) et 528 mm (+ 1, - 0) pour le Kalzip® standard hauteur 50 ;
- Hauteur des relevés latéraux :
 - 64 mm (+ 1,5 mm, - 1,5 mm) et 65 mm (+ 1,5 mm, - 1,5 mm) pour les profils hauteur 65 et type « AF »,
 - 49 mm (+ 1,5 mm, - 1,5 mm) et 50 mm (+ 1,5 mm, - 1,5 mm) pour les profils hauteur 50 ;
- Épaisseurs :
 - 0,7 mm, 0,8 mm, 0,9 mm et 1,0 mm avec une tolérance de ± 0,03 mm,
 - 1,2 mm avec une tolérance de ± 0,04 mm ;
- Longueur (cf. tableau 1) :
 - jusqu'à 50 mètres de longueur par rapport au point fixe,
 - pour les bacs de hauteur 65 uniquement, jusqu'à 100 m de longueur, si la distance entre les extrémités du bac et son point fixe n'excède pas 50 m. Dans ce cas, l'assistance technique du fabricant est requise pour la validation des principes de conception et de réalisation de l'ouvrage.

La géométrie des profils Kalzip est présentée dans les figures 5 à 7.

2.2.2.1.4. Aspect de surface

Le profil Kalzip peut être livré en aspect naturel « nu lisse » ou gravé « Stucco ». Pour des raisons d'aspect, le métal peut recevoir un traitement de surface, soit un laquage avec les revêtements mentionnés au tableau 3, soit une finition patinée « AluPlusPatina ».

Dans le cas de fourniture « nue » le métal, bien que naturellement durable, peut recevoir lors des opérations de laminage un revêtement de protection complémentaire constitué d'alliage d'aluminium du type EN AW-7072 d'une épaisseur minimale de 4 % de l'épaisseur nominale sur chaque face et dont le rôle est de limiter et répartir les effets de corrosion de surface, tout en uniformisant la patine de vieillissement du matériau. Ce colaminage, propre aux laminés en alliage d'aluminium, est dénommé ALCLAD. L'alliage EN AW-6025 est uniquement produit en ALCLAD.

Dans le cas de l'aspect AluPlusPatina, l'aluminium subit un traitement de surface spécial réduisant significativement sa brillance. Le résultat obtenu correspond à une surface métallique patinée par le temps. Les coloris sont produits en une couche de 5 µm au moyen de passivation électrolytique et sont proposés à la fois en aluminium Stucco et lisse.

2.2.2.1.5. Régulateur de condensation

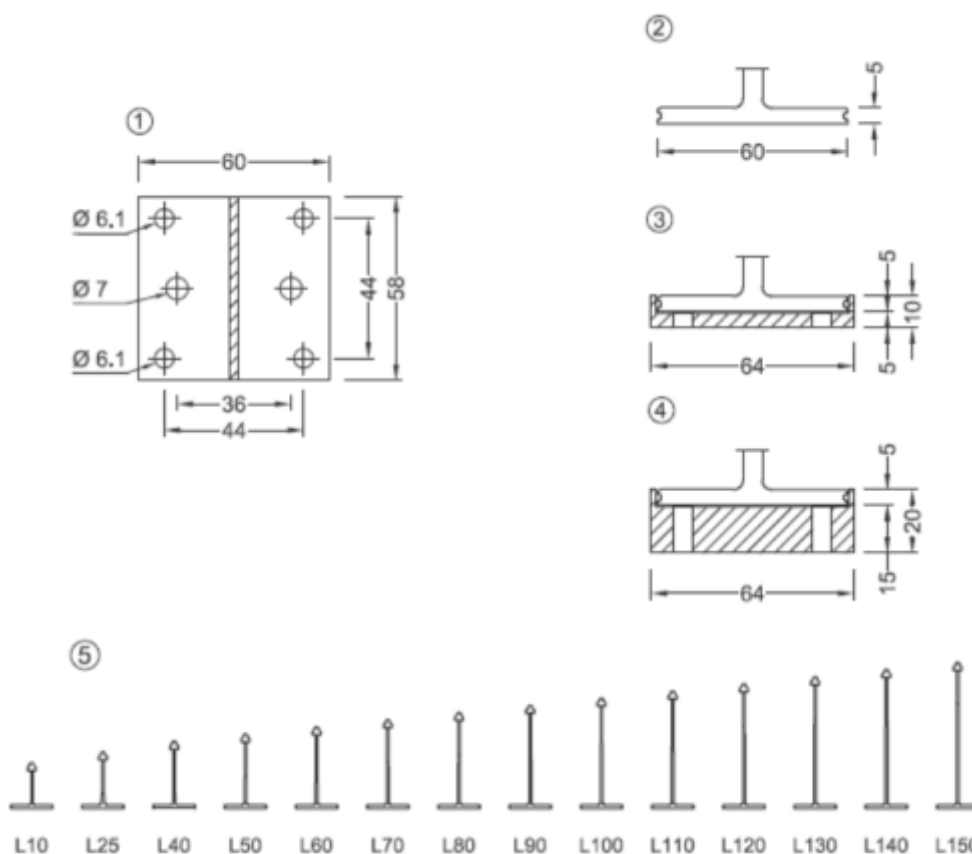
En cas de toiture froide sur bâtiment ouvert non isolé, l'envers des bacs est revêtu lors de la fabrication d'un absorbeur auto-adhésif Aquasine (marque propre au titulaire).

Caractéristiques du régulateur de condensation Aquasine :

- capacité d'absorption-désorption (selon NF P 15-203-1, réf. DTU 27-2, valeur moyenne en fin de phase d'absorption) : $\geq 525 \text{ g/m}^2$;
- Épaisseur : 0,8 à 1,1 mm ;
- Poids : 114 g/m^2 (non-tissé 95 g/m^2 , colle 19 g/m^2).

2.2.2.2. Pattes de fixation et sabots

Les bacs, dont la partie supérieure (les bourrelets) est assemblée et sertie, sont liés au support par les pattes de fixation spécifiques. Il y a deux types de pattes et de sabots : cf. figure 8 à 10.



- Vue en plan des pattes de fixations
- Embase de la patte de fixation
- Embase de la patte de fixation avec sabot isolant TK5
- Embase de la patte de fixation avec sabot isolant TK15
- Famille des pattes

Figure 8 – Pattes de fixations Kalzip® en aluminium et sabots isolants TK5 et TK15

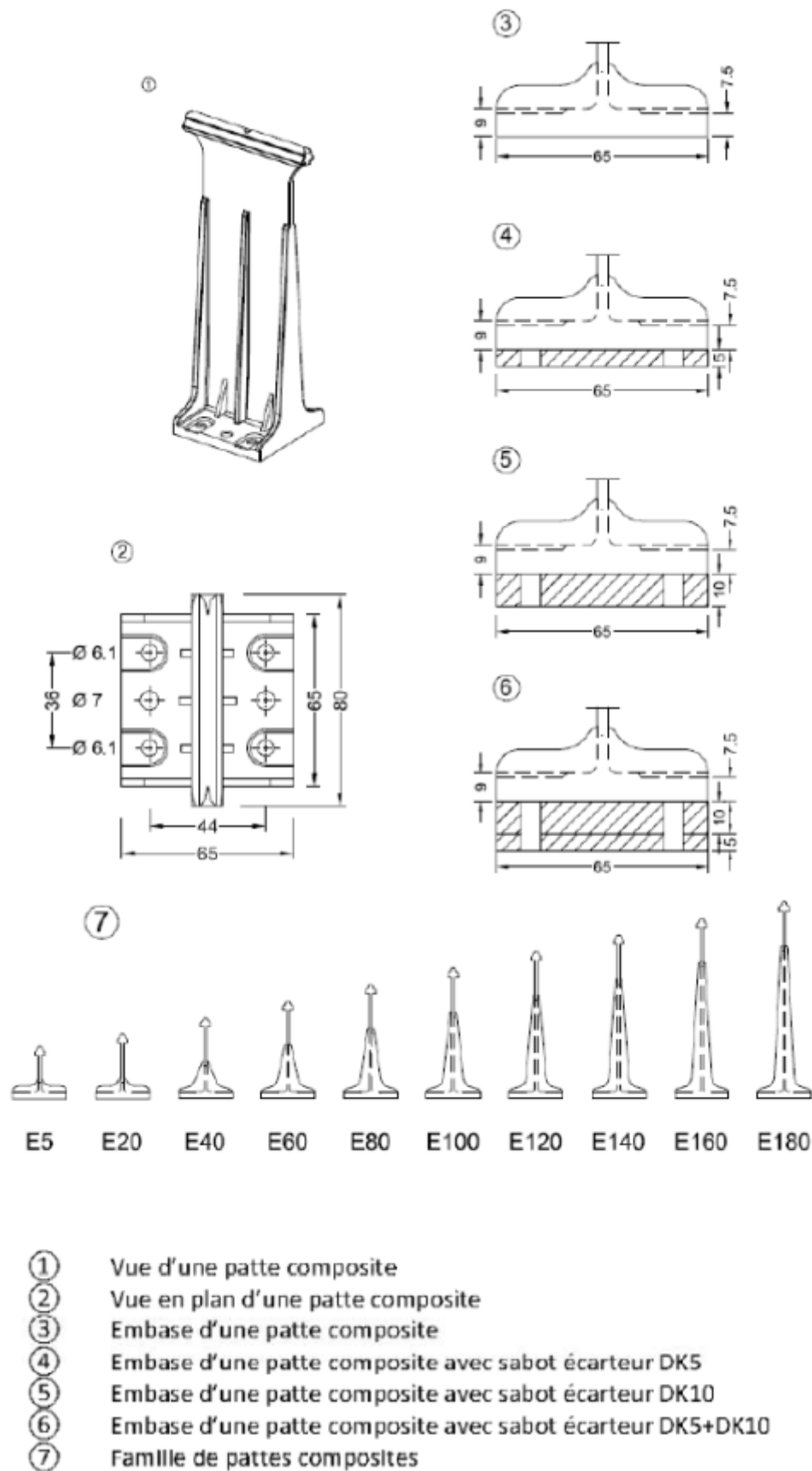


Figure 9 – Pattes métal-composites Kalzip® et sabots d'écartement DK5 et DK10

Pattes en aluminium	Pattes en métal-composites ⁽¹⁾	Hauteur totale H [mm]	Distance w2 [mm] pour Kalzip® ⁽²⁾		
			Type 65	Type AF 65	Type 50
L10	E5	66	X	5	20
L10+TK5	E5+DK5	71	X	10	25
	E5+DK10	76	X	15	30
L25	E20	81	20	20	35
L25+TK5	E20+DK5	86	25	25	40
	E20+DK10	91	30	30	45
L40	E20+DK10+DK5	96	35	35	50
L40+TK5	E40	101	40	40	55
L50	E40+DK5	106	45	45	60
L50+TK5	E40+DK10	111	50	50	65
L60	E40+DK10+DK5	116	55	55	70
L60+TK5	E60	121	60	60	75
L70	E60+DK5	126	65	65	80
L70+TK5	E60+DK10	131	70	70	85
L80	E60+DK10+DK5	136	75	75	90
L80+TK5	E80	141	80	80	95
L90	E80+DK5	146	85	85	100
L90+TK5	E80+DK10	151	90	90	105
L100	E80+DK10+DK5	156	95	95	110
L100+TK5	E100	161	100	100	115
L110	E100+DK5	166	105	105	120
L110+TK5	E100+DK10	171	110	110	125
L120	E100+DK10+DK5	176	115	115	130
L120+TK5	E120	181	120	120	135
L130	E120+DK5	186	125	125	140
L130+TK5	E120+DK10	191	130	130	145
L140	E120+DK10+DK5	196	135	135	150
L140+TK5	E140	201	140	140	155
150	E140+DK5	206	145	145	160
L150+TK5	E140+DK10	211	150	150	165
	E140+DK10+DK5	216	155	155	170
L150+TK15	E160	221	160	160	175
	E160+DK5	226	165	165	180
	E160+DK10	231	170	170	185
	E160+DK10+DK5	236	175	175	190
	E180	241	180	180	195

1. Exclu dans le cas d'emploi de système de passerelle Kalzip® (cf. § 2.6.3.1.2) ou en DROM (cf. § 2.5.2.3).
2. Distance w2 décrit la distance entre la sous-face du profil et la sous-face de la patte de fixation (compris DK ou TK).

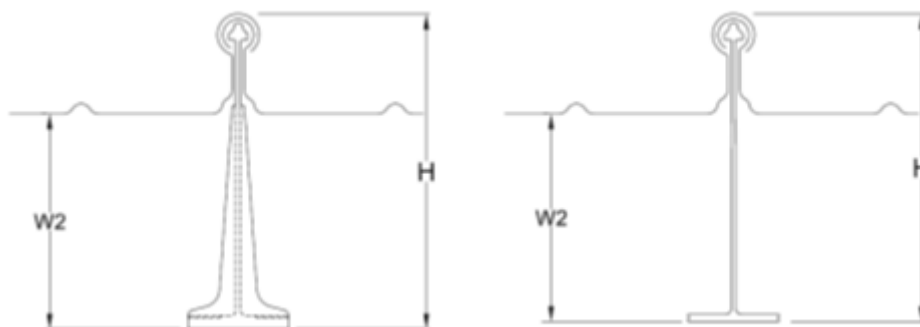


Figure 10 – Hauteur des pattes de fixation

2.2.2.2.1. Pattes de fixation en aluminium (cf. figures 8 et 10)

Les pattes de fixation en aluminium (L-clips) sont fabriquées par extrusion d'alliage d'aluminium dont la limite d'élasticité à 0,2 % ($R_{p0,2 \text{ mini}}$) et la résistance à la traction ($R_{m \text{ mini}}$) sont au minimum de 220 N/mm² ::

- EN AW-6060 état T6 ou T66.
- EN AW-6061 état T6.
- EN AW-6063 état T66.

Kalzip se charge de vérifier que les caractéristiques de limite d'élasticité à 0,2 % et de résistance à la traction de 220 N/mm² minimum sont respectées à chaque livraison (cf. § 2.9.1)

Les pattes de fixation sont symétriques par construction. Elles sont disponibles en plusieurs hauteurs, dénommées L10 à L150, choisies en fonction de l'épaisseur de l'isolant envisagé et du type de profil de bac.

L'embase de la patte est percée de 6 trous (4 trous de diamètre 6,1 mm et 2 trous de diamètre 7,0 mm) pour leur fixation dans les différents supports envisagés.

2.2.2.2.2. Sabots isolants (cf. figure 8)

Les pattes de fixation en aluminium sont équipées de sabots en polyamide, formant rupture de pont thermique et permettant la fixation sur tous les supports. Le sabot polyamide est disponible en hauteur 5 mm (TK5) et 15 mm (TK15).

2.2.2.2.3. Pattes métal-composites (cf. figures 9 et 10)

Les pattes métal-composites de fixation (E-clips) sont composées d'une âme en acier galvanisé recouverte d'une couche de polyamide. La composition de la patte métal-composite polyamide a été déposée au CSTB.

Les pattes de fixation sont symétriques par construction. Elles sont disponibles en plusieurs hauteurs, dénommées E5 à E180, choisies en fonction de l'épaisseur de l'isolant envisagé et du type de profil de bac.

L'embase de la patte est percée de 6 trous (4 trous de diamètre 6,1 mm et 2 trous de diamètre 7,0 mm) pour leur fixation dans les différents supports envisagés.

2.2.2.2.4. Sabots d'écartement (cf. figure 9)

Les pattes métal-composites peuvent être équipées de sabots d'écartement en polyamide pour adapter la hauteur de la patte en pas de 5 mm.

Le sabot d'écartement est disponible en hauteur 5 mm (DK5) et 10 mm (DK10) et peut être combiné à un écartement de 5 mm, 10 mm ou 15 mm maximum. Les sabots d'écartement DK ne sont compatibles qu'avec les pattes métal-composites.

2.2.2.2.5. Caractéristiques du polyamide (sabots et pattes métal-composites)

- Densité : $\geq 1.13 \text{ g/cm}^3$ (NF EN ISO 1183) ;
- Force de rupture en traction : $\geq 65 \text{ MPa}$ (NF EN ISO 527) ;
- Allongement à la rupture en traction : $\geq 2.2 \%$ (NF EN ISO 527).

2.2.2.3. Fixation des pattes Kalzip

2.2.2.3.1. Généralités

Les vis de fixation sont impérativement en inox austénitique A2. Il faut au minimum deux vis par patte disposées de chaque côté de l'âme.

Les vis référencées aux § 2.2.2.3.2 à 2.2.2.3.6 conduisent toutes au fait que la résistance caractéristique à l'arrachement P_K (selon NF P 30-310) de l'assemblage « patte + 2 vis » est supérieure à 427 daN, comme retenu dans les tableaux de portées. Ces vis ne nécessitent pas de justification particulière.

Si d'autres vis sont utilisées, et elles doivent justifier à minima :

- Soit d'une résistance caractéristique à l'arrachement de l'ensemble « patte aluminium + 2 vis » P_K (selon norme NF P 30-310) $\geq 4,27 \text{ kN}$ dans le support considéré ;
- Soit d'une résistance caractéristique à l'arrachement par vis P_K (selon norme NF P 30-310) $\geq 2,52 \text{ kN}$ dans le support considéré.

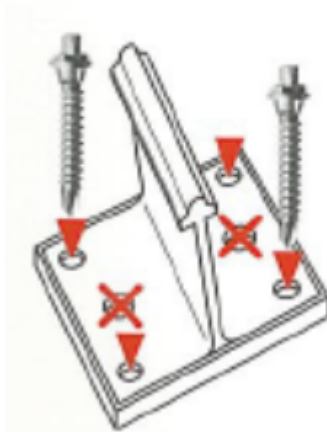
Les vis peuvent être de type auto-perceuses ou auto-taraudeuses.

La capacité de perçage mentionnée sur la fiche technique devra être en adéquation avec l'épaisseur du support.

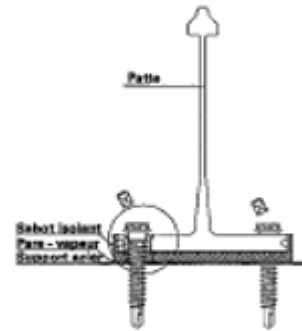
La longueur de la vis devra respecter la valeur de dépassement minimal sous le support, correspondant au diamètre de la fixation utilisée sauf mention particulière.

L'assistance technique de la société Kalzip est possible pour valider d'autres modèles de vis techniquement définies ci-dessus, différentes de celles référencées aux § 2.2.2.3.2 à 2.2.2.3.6.

Placement des vis uniquement dans les trous aux angles opposés de la patte de fixation



La rupture du carré d'entraînement est un moyen de contrôle visuel



Adaptateur DS-K265 longueur 265 mm



Figure 11 – Fixation des vis SFS SDK

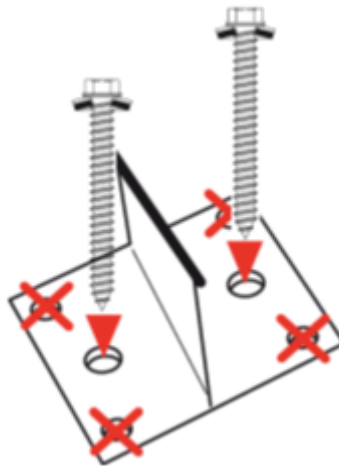


Figure 12 – Fixation des vis SFS TDA, TDB ou SX (sauf SDK ou SXK)

2.2.2.3.2. Panne acier ou écarteur d'épaisseur $1,5 \text{ mm} \leq t \leq 2,5 \text{ mm}$

Les pattes Kalzip® sont fixées sur la panne acier ou l'écarteur avec 2 vis auto-perceuses en acier inoxydable austénitique A2 de diamètre minimum 6,0 mm type SFS SDK3-S-377 - 6,0 x 30 mm ou SFS SXK3-D10-6,0x30 mm.

A partir d'un acier galvanisé d'une épaisseur minimale de 2,0 mm, il est également possible d'utiliser des vis en acier inoxydable austénitique A2 Ø 6,5 mm avec rondelles inox vulcanisées de Ø 16 mm SFS TDA-S-S16-6,5xL, avec pré-perçage de Ø 5,0 mm, disposées dans les trous de Ø 7,0 mm positionnées de part et d'autre de l'âme de la patte.

2.2.2.3.3. Panne acier d'épaisseur 2,5 mm < t ≤ 4,0 mm

Les pattes Kalzip® sont fixées sur la panne acier ou l'écarteur avec 2 vis auto-perceuses en acier inoxydable austénitique A2 de diamètre minimum Ø 5,5 mm type SFS SX5-S16 - 5,5 x L mm, pré-montées avec une rondelle d'étanchéité conique en inox austénitique de Ø 16 mm et joint EPDM vulcanisé monobloc (70 shore, épaisseur 3 mm).

2.2.2.3.4. Panne acier d'épaisseur t > 4,0 mm

Les pattes Kalzip® sont fixées sur la panne acier ou l'écarteur avec 2 vis auto-taraudeuses en acier inoxydable austénitique A2 de diamètre minimum Ø 6,3 mm type SFS TDB-S-S16 - 6,3 x L, pré-montées avec une rondelle d'étanchéité conique en inox austénitique de Ø 16 mm et joint EPDM vulcanisé monobloc (70 shore, épaisseur 3 mm).

2.2.2.3.5. Fixations sur panne bois

Les pattes Kalzip® sont fixées sur la panne bois avec 2 vis auto-taraudeuses en acier inoxydable austénitique A2 de diamètre minimum 6,5 mm type SFS TDA-S-S16 - 6,5 x L disposée dans les trous de Ø 7,0 mm avec pré-perçage de Ø 4,0 mm, et ancrées de 50 mm minimum dans une panne bois de densité 350 kg/m² minimum, pré-montées avec une rondelle d'étanchéité conique en inox austénitique de Ø 16mm et joint EPDM vulcanisé monobloc (70 shore, épaisseur 3 mm).

Il est également possible d'utiliser quatre vis de type SFS SDK2-S-377-6,0xL ou SFS SXX2-D10-6,0xL, sans pré-perçage, disposées dans les trous de Ø 6,1 mm de la patte de fixation, avec un ancrage minimal dans le bois de 30 mm (bois C24, densité $\rho \geq 350$ kg/m³).

Pour les vis SFS SDK2 et SFS SXX2, la longueur de la vis est calculée selon la formule :

$$L \geq L_c + L_p + L_i + L_{eff} + L_f$$

avec

L : Longueur de la vis

L_c : Hauteur du cône qui sort de la patte (2 mm)

L_p : Hauteur de la patte de fixation

patte alu : 5 mm sans sabot isolant

patte composite : 7 mm sans sabot d'écartement

L_i : Hauteur d'un composant intermédiaire éventuel (sabot)

L_{eff} : Longueur effective d'ancrage dans le bois (≥ 30 mm)

L_f : Hauteur de la tête foreuse (7 mm)

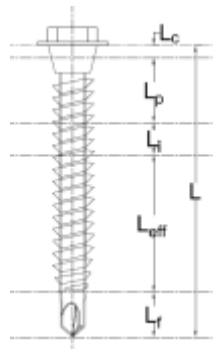


Figure 13 – Longueur des vis SFS SXX2

2.2.2.3.6. Fixation sur panne béton avec insert

La pose sur charpente béton se fait par l'intermédiaire d'inserts métalliques ancrés, conformes au DTU 40.35. Les fixations sont de même nature que sur support acier.

2.2.2.4. Accessoires de montage spécifique

2.2.2.4.1. Généralités

Le système Kalzip® est conçu avec ses accessoires de montage spécifiquement adapté aux points singuliers. L'utilisation de ces accessoires d'origine, à l'exception de tout autre, est requis pour une parfaite fonctionnalité du système.

2.2.2.4.2. Accessoires d'égout (cf. figure 19)

2.2.2.4.2.1. Closoir d'égout et compriband

Le closoir d'égout en mousse obture l'espace intérieur entre les bourrelets des bacs Kalzip® voisins, il est complété par un compriband, pris en sandwich entre la sous-face du profil Kalzip et la cornière d'égout. En France métropolitaine, le closoir d'égout n'est plus nécessaire lorsque la pente est supérieure à 10 %, le compriband lorsque la pente est supérieure à 20 %.

2.2.2.4.2.2. Cornière d'égout

Profil continu complémentaire (en aluminium et de longueur unitaire de 6 mètres) situé sous le profil Kalzip® en extrémité basse, cet accessoire permet le maintien et rigidifie la plage plane du bac Kalzip®. Il est systématiquement mis en place à l'égout.

2.2.2.4.3. Accessoires de faitage (cf. figures 20 et 20 bis)

2.2.2.4.3.1. Closoir de faitage en aluminium

Il obture l'extrémité haute du rampant. Il crée une chambre de décompression et maintient le complément d'étanchéité de faitage. Il est en alliage d'aluminium (même alliage que les bacs Kalzip®), il est obligatoire lorsqu'il y a un faitage. Ce dispositif est complété par le relevé des parties planes en extrémité de bacs, à l'aide d'une pelle spécialisée.

2.2.2.4.3.2. Complément d'étanchéité de faitage

Closoir mousse qui renforce l'étanchéité à l'air et à l'eau, il se place derrière le closoir de faitage. Le complément d'étanchéité de faitage n'est plus nécessaire lorsque la pente est supérieure à 10 % en France métropolitaine. En DROM, il est systématiquement mis en œuvre, quelle que soit la pente (cf. § 2.5.4.2.2).

2.2.2.4.3.3. Profil de calage de faîtière

Profil continu complémentaire (en aluminium de longueur unitaire de 6 m), fixé dans le bourrelet, cet accessoire permet de supporter la faîtière et empêche les déformations permanentes.

2.2.2.4.3.4. Patte coulissante de faitage (cf. figure 20 bis)

En cas de faitage coulissant (lorsque le point fixe n'est pas localisé au faitage), la patte coulissante permet la libre dilatation, bien que la faîtière soit fixée dessus. Elle est en aluminium.

2.2.2.4.4. Accessoires de rive (cf. figure 21)

2.2.2.4.4.1. Profil de rive

Profil continu (en aluminium de longueur unitaire de 6 mètres), cet accessoire permet de réaliser la fixation de rive en l'absence d'emboîtement et de sertissage du bourrelet supérieur des bacs, ainsi que le renfort de la rive dans une zone soumise à des contraintes mécaniques accrues.

2.2.2.4.4.2. Patte de rive

Cette patte se fixe en rive au droit de chaque patte de fixation Kalzip®. Elle a pour rôle de maintenir en place le profil de rive à clipper tout en permettant la dilatation en rive du bac. Elle est en aluminium.

2.2.2.4.4.3. Support de rive à clipper

Profil continu complémentaire (en aluminium de longueur unitaire de 6 mètres), cet accessoire permet la mise en œuvre de rives avec une tolérance de pose accrue. Celui-ci sera sectionné en petits éléments dans le cas de cintrages de petits rayons.

2.2.2.4.4.4. Profils de rive « tout-en-un » (cf. figure 21 bis)

Profil continu (en aluminium de longueur unitaire de 3 mètres), cet accessoire permet la mise en œuvre de rives pour des couvertures droites (cf. § 2.4.4.3).

2.2.2.5. Accessoires de montage auxiliaires

Ces accessoires ne font pas partis de la gamme Kalzip®, mais ils sont nécessaires à la réalisation du complexe de couverture.

2.2.2.5.1. Bac support ou sous-face intérieure

En toiture chaude, la sous-face intérieure, a pour simple rôle le maintien en place des isolants composants du complexe. Cette sous-face peut être :

- un bac métallique non porteur support d'isolation (tôle nervurée pleine ou perforée), faisant l'objet d'une fiche technique et conforme au DTU 40.35 (les tôles d'acier nervurées perforées étant admises dans les mêmes conditions), DTU 40.36 (posé conformément au DTU 40.35).
- un platelage bois conforme au DTU 43.4 ;
- une dalle béton conforme au DTU 20.12, avec ossature métallique intermédiaire ancrée par cheville chimique dans la dalle béton. L'ossature métallique intermédiaire est en acier S 250 GD galvanisé Z275 selon la norme NF EN 10346, d'épaisseur minimale 2,5 mm. La résistance cette ossature intermédiaire et l'ancrage des chevilles de fixations devra faire l'objet d'une justification particulière selon la norme NF EN 1993-1-3/NA, au cas par cas ;
- un feutre tendu sous ATEC/DTA.

2.2.2.5.2. Ouvrage pare-vapeur

L'ouvrage pare-vapeur est conforme à la norme NF DTU 43.3 +A1 sur support bac métallique, au DTU 43.4 sur platelage bois, au DTU 43.1 sur support dalle béton, ou selon l'ATEC/DTA du feutre tendu.

Lors de la pose, les déchirures sur le pare-vapeur doivent être réparées avant la mise en place de l'isolant.

Lorsque la peau inférieure du complexe est constituée de bacs métalliques perforés, le pare-vapeur sera composé d'un voile de verre 60 g/m² minimum, collé sur une feuille d'aluminium d'épaisseur 40 µm minimum.

En rives et autour des pénétrations, l'ouvrage pare-vapeur est relevé et rabattu sur l'isolant, liaisonné à la pénétration. Entre la partie relevée du pare-vapeur et la costière périphérique, il sera positionné un cordon de mastic butyle.

2.2.2.5.3. Étrier

L'étrier est un élément ponctuel en acier S 250 GD galvanisé Z275 selon la norme NF EN 10346, d'épaisseur minimale 2,5 mm, de type Oméga. Il sert de structure porteuse pour le profil écarteur.

L'étrier est fixé ponctuellement au droit des éléments de charpente par au minimum deux vis de fixation en acier inoxydable adaptées au support. La résistance de l'étrier devra faire l'objet d'une justification particulière selon la norme NF EN 1993-1-3/NA, au cas par cas.



Figure 14 - Etrier

2.2.2.5.4. Profil écarteur

Le profil écarteur est un élément continu en acier S 250 GD galvanisé Z275 selon la norme NF EN 10346, d'épaisseur minimale 1,5 mm, de type Oméga et il sert de structure intermédiaire.

Le profil écarteur est fixé ponctuellement au droit des éléments de charpente par au minimum deux vis de fixation en acier inoxydable adaptées au support. La résistance du profil écarteur devra faire l'objet d'une justification particulière selon la norme NF EN 1993-1-3/NA, au cas par cas.

La largeur d'appui « L2 » de l'écarteur doit être conforme au § 2.4.3.1.

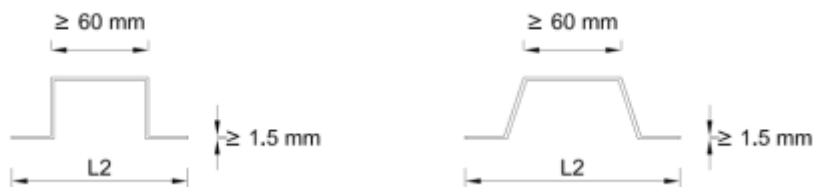


Figure 15 - - Profils écarteurs

2.2.2.5.5. Isolation thermique en cas de couverture chaude

Il convient de comprimer légèrement l'isolant en sous-face du bac Kalzip®.

Le type de patte de fixation est déterminé en fonction de la hauteur de l'isolant comprimé (cf. figure 10).

L'isolant est conforme au DTU 40.35. L'isolant possède un classement WS (absorption d'eau à court terme ≤ 1 kg/m² selon la norme NF EN 13162+A1).

À l'égout, au faîtage et autour des pénétrations, un isolant en laine minérale haute densité de classe de compressibilité C (selon Guide UEAtc, e-cahier du CSTB n°2662_V2), possédant un DTA de panneaux isolant support d'étanchéité du Groupe Spécialisé n° 5.2, doit être mis en œuvre.

Les ponts thermiques liés aux étriers sont à évaluer selon l'Annexe 2.

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Conception du système

2.3.1.1. La charpente

2.3.1.1.1. Conditions relatives à la réception de la structure par le charpentier

Le contreventement de la charpente doit être prévu sans contribution de la couverture.

Les tolérances de la classe 1 de fabrication de la norme NF EN 1090-2 sont compatibles avec le procédé. Les tolérances de montage de classe 2 de cette même norme sont nécessaires.

Le respect des tolérances de construction concernant les structures porteuses est impératif et seront à prévoir dans les Documents et Pièces du Marché (DPM) du charpentier.

De ce fait, un travail en amont en collaboration avec le charpentier est nécessaire pour tenir compte des points suivants

- Dédoublage potentiel des pannes en zones périphériques (dans le cas où les espacements entre étriers sont prévus différents en partie courante et en zone de rives selon le E-cahier CSTB n°3804_V2 d'octobre 2021).
- Le dimensionnement de la charpente, au droit du point fixe de la couverture, doit tenir compte des efforts reportés sur la charpente (cf. § 2.3.2.3) et au droit d'une éventuelle passerelle (cf. § 2.6.3.3 et 2.6.3.7).
- Disposer d'une surface d'appui suffisante pour les pattes Kalzip® ou les étriers (cf. § 2.4.3.1).
- Présence éventuelle de passerelles (cf. § 2.6).

La mise en œuvre du procédé est prévue pour être exécutée sur des structures porteuses en :

- Acier, conformément à la norme NF EN 1993-1-1/NA. Les valeurs limites maximales à prendre en compte pour les flèches verticales sont celles de la ligne « Toiture en général » du tableau 1 de la clause 7.2.1 (1) B de la norme NF EN 1993-1-1/NA ;
- Bois, conformément à la norme NF EN 1995-1-1/NA. Dans ce cas, les valeurs limites à prendre en compte pour les flèches sont celles figurant à l'intersection de la colonne « Bâtiments courants » et de la ligne « Éléments structuraux » du tableau 7.2 de la clause 7.2 (2) de la NF EN 1995-1-1/NA ;
- Béton, conformément aux normes NF EN 1992-1-1, NF EN 1992-1-1/NA, NF DTU 21 ou NF DTU 23.3, avec inserts métalliques ancrés conformément au DTU 43.3.

La charpente devra être contrôlée et réceptionnée par le maître d'ouvrage (ou son représentant) et par l'entreprise de couverture avant la mise en œuvre du système de couverture Kalzip® (cf. § 2.3.1.1.2).

2.3.1.1.2. Conditions relatives à la réception du support par le couvreur

La réception de la charpente, support du système Kalzip®, avant la mise en œuvre de la couverture, doit être réalisée par le maître d'ouvrage et l'entreprise de couverture. Cette dernière aura suivi la formation Kalzip® sur les couvertures en aluminium à joint debout. L'entreprise doit s'assurer avant tout de la conformité de la charpente avec les plans étudiés :

- Entre-axes des pannes ;
- Altimétrie des surfaces d'appuis ;
- Géométrie des surfaces d'appuis.

2.3.1.1.3. Conditions relatives à la réception de la structure secondaire éventuelle

L'étude technique de conception Kalzip® précisera si une structure secondaire intermédiaire entre la charpente et les bacs Kalzip® est nécessaire.

Les DPM indiqueront systématiquement si cette structure secondaire est oui ou non à prévoir, et quel en sera le lot titulaire.

Ceci implique une prise en charge du projet par le bureau d'étude Kalzip® dès la phase conception, avant signature des marchés.

Dans tous les cas, la résistance de l'ensemble de la structure intermédiaire (écarteurs, étriers, vis de fixations) devra faire l'objet d'un dimensionnement selon la norme NF EN 1993-1-3/NA et d'une justification calculée dans chaque cas d'application. Les valeurs limites maximales à prendre en compte pour les flèches verticales sont celles de la ligne « Toiture en général » du tableau 1 de la clause 7.2.1 (1) B de la norme NF EN 1993-1-1/NA. Dans le cas d'emploi d'une telle ossature, la largeur d'appui des pannes doit être adaptée en conséquence (50 mm minimum), et précisée dans les DPM.

Dans le cas de passerelles (cf. § 2.6), la structure support devra être vérifiée pour reprendre les charges particulières ainsi créées.

2.3.1.2. Toiture froide ventilée non isolée (cf. figure 3)

En France métropolitaine, le procédé Kalzip® Droit permet la réalisation de couverture froide sans isolation de bâtiments ouverts uniquement (cf. figure 4).

En DROM, le procédé Kalzip® Droit peut être utilisé sur bâtiments ouverts et fermés, dans les conditions particulières énoncées au § 2.5.

La conception de l'ouvrage et de la charpente doit tenir compte d'une ventilation de la sous-face de la couverture suivant les principes et le dimensionnement du DTU 40.36, § 3.8.

En complément de la ventilation, et afin de limiter les risques de condensation, la sous-face des bacs doit toujours être traitée avec un régulateur de condensation (cf. § 2.2.2.1.5).

La toiture froide est constituée par l'assemblage des éléments constitutifs suivants :

- Éléments structurels de charpente (fermes, pannes ou autres) ;
- Pattes de fixation avec éventuels sabots isolants ;
- Lamé d'air de ventilation continue, y compris au niveau des pannes, entre la charpente et la sous face des bacs (lamé d'air minimale de 25 mm) ;
- Bacs Kalzip® droit avec traitement régulateur de condensation en sous-face (cf. § 2.2.2.1.5).

2.3.1.3. Toiture chaude isolée (cf. figure 4)

Le procédé Kalzip® Droit permet la réalisation de couverture chaude avec isolation thermique.

La conception du complexe doit tenir compte des principes et des recommandations du DTU 40.36.

La toiture chaude est constituée généralement par l'assemblage des éléments constitutifs suivants :

- Éléments structurels de charpente (fermes, pannes ou autres) ;
- Sous-face intérieure, ayant pour simple rôle le maintien en place des divers composants du complexe, conforme au § 2.2.2.5.1.
- Un ouvrage pare-vapeur (cf. § 2.2.2.5.2), ayant pour rôle d'empêcher la migration de la vapeur d'eau dans le complexe positionnée :
 - au niveau du support d'isolation non porteur ;
 - ou, avec bac métallique non porteur support uniquement, au 2/3 - 1/3 de la résistance thermique totale du complexe isolant (2/3 au-dessus du pare-vapeur, 1/3 en dessous), ou au 3/4 - 1/4 de la résistance thermique totale du complexe isolant (3/4 au-dessus du pare-vapeur, 1/4 en dessous) en zone très froide.
- NOTE : Une zone très froide est définie par une température de base strictement inférieure à - 15 °C (NF P 52-612/CN). Les départements de la zone très froide sont :
 - Le Bas-Rhin, le Haut-Rhin, les Vosges, le Territoire de Belfort, la Moselle et la Meurthe et Moselle pour les altitudes > 400 m.
- Le Doubs pour les altitudes > 600 m.
- L'Ain, les Hautes-Alpes, l'Isère, le Jura, la Loire, la Nièvre, le Rhône, la Haute-Saône, la Saône-et-Loire, la Savoie et la Haute-Savoie pour les altitudes > 800 m.
- Dispositif écarteur éventuel (type oméga) solidaire des pannes par l'intermédiaire d'étriers et écarteurs, permettant de s'affranchir de la sous-face intérieure et de contrôler la répartition des efforts sur la structure porteuse. Les pattes Kalzip® sont alors fixées sur les écarteurs ;
- Isolant thermique souple, selon DTU 40.36 et possédant un classement WS (absorption d'eau à court terme ≤ 1 kg/m² selon la norme NF EN 13162+A1. La résistance thermique dépend des performances requises pour le chantier. L'épaisseur d'isolant doit être légèrement augmentée (surépaisseur courante de 15 à 30 mm environ) afin de pouvoir être comprimé lors de la pose du bac Kalzip®. À l'égout, au faitage et autour des pénétrations, un isolant haute densité de classe de compressibilité C (selon Guide UEAtc, e-cahier du CSTB n°2662_V2), possédant un DTA de panneaux isolant support d'étanchéité du Groupe Spécialisé n° 5.2 doit être mis en œuvre ;
- Bacs Kalzip® extérieurs avec leurs pattes de fixation.

2.3.2. Conception de l'enveloppe

2.3.2.1. Généralités

La validation de l'étude de conception passe nécessairement par une étude technique de faisabilité réalisée par le bureau d'études Kalzip®.

2.3.2.2. Dilatation des bacs Kalzip®

L'aluminium, comme tout matériau, subi lors des variations de température une modification de son volume. Le coefficient théorique de dilatation de l'aluminium est de $\alpha_t = 24 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$. Pour la gestion de la dilatation des bacs Kalzip®, seule la variation de la longueur sera prise en compte.

En pratique, il conviendra de retenir comme valeur de référence pour la dilatation, la valeur de 1,5 mm/m.

Afin de gérer la dilatation et d'assurer le glissement sans générer de contrainte dans les bacs, il est impératif d'aligner correctement les pattes Kalzip®. Chaque élément Kalzip® doit avoir un seul point fixe qui dirige la dilatation longitudinalement.

Par conception au niveau de l'assemblage du système Kalzip®, un jeu de fonctionnement minimum de $2 \times 1,25$ mm, soit 2,5 mm subsiste entre les pattes Kalzip® et le bac après sertissage pour absorber la dilatation transversale du bac (cf. figure 1 bis).

2.3.2.3. Points fixes

2.3.2.3.1. Rôle du point fixe

Le rôle du point fixe est de diriger la dilatation et de compenser la charge tangentielle de la couverture.

Le principe et le dimensionnement des fixations du point fixe, destinées à s'opposer au glissement de la couverture devront faire l'objet d'une justification calculée dans chaque cas d'application par le couvreur (cf. § 2.3.2.3.4). De même, le dimensionnement de la charpente au droit des points fixes de la couverture devra faire l'objet d'une justification calculée par le charpentier dans chaque cas d'application. Celle-ci doit être spécifiée dans les DPM.

2.3.2.3.2. Conception et réalisation

Chaque bac Kalzip®, unique ou reconstitué (cf. § 2.4.5) doit recevoir un seul point fixe. Il est réalisé par fixation mécanique. Il y a trois modes de réalisation en fonction des contraintes auxquelles il est soumis (cf. figure 16) :

- Fixation du petit bourrelet du bac Kalzip® par rivet à rupture de tige en aluminium ou en inox dans la tête de la patte, type SFS-PolyGrip-S- 4,8 x 10 rivet alu/inox ;

- Fixation des joints debout du bac Kalzip® par boulon inox ($\varnothing > 6$ mm) avec rondelles d'étanchéité dans l'âme de la patte Kalzip® ;
- Fixation traversant directement la plage des bacs pour se fixer sur la structure porteuse, uniquement lorsque le point fixe se trouve en haut de rampant et qu'il est protégé par la tôle de faitage.

En fonction des contraintes auxquelles il est soumis, le recours à une patte Kalzip® double longueur en aluminium ou de longueur supérieure (fabrication particulière) est possible.

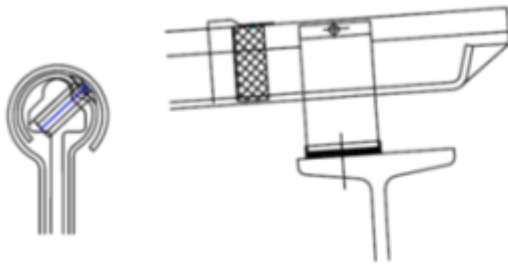
Dans le cas des boulons, le nombre est limité à deux.

Le point fixe doit être réalisé à l'avancement des opérations de pose, dès qu'un bac a été mis en place.

La tenue du point fixe doit faire objet d'une justification par calcul dans chaque cas d'application (cf. § 2.3.2.3.4).

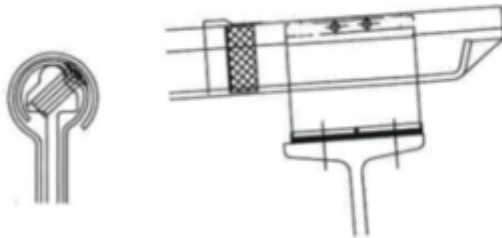
Il convient de vérifier la reprise des charges au droit du point fixe dans la charpente.

Le bureau d'études du fabricant assiste l'entreprise dans le choix du positionnement et du dimensionnement du point fixe.

Détail du point fixe :

1) De faibles forces dans le point fixe peuvent être transmises par un rivet pop à travers le petit bourrelet dans la tête de la patte. Une patte de longueur simple est suffisante. En tout cas, le point fixe est à vérifier par calcul.

Le rivet pop est fixe à travers le petit bourrelet dans la tête de la patte de fixation sous un angle d'environ 45° avant de poser le grand bourrelet (le grand bourrelet n'est pas présenté).

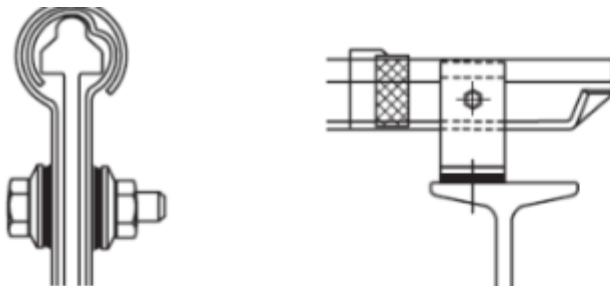


2) De forces plus importantes dans le point fixe peuvent être transmises par deux ou trois rivets pop.

Une patte de double longueur est nécessaire.

La force tranchante admise dans l'aluminium par rivet étanche \varnothing 4,8 mm :

Épaisseur de tôle (aluminium)	$t_{al} = 0,7$ mm	$t_{al} = 0,8$ mm	$t_{al} = 0,9$ mm	$t_{al} = 1,0$ mm	$t_{al} = 1,2$ mm
Résistance de calcul	0,75 kN	0,89 kN	1,02 kN	1,16 kN	1,42 kN



3) De forces plus importantes dans le point fixe peuvent être transmises par un boulon traversant le joint debout et la patte de fixation. Une rondelle d'étanchéité de chaque côté est obligatoire.

La force tranchante admise dans l'aluminium par boulon traversant M6 :

Épaisseur de tôle (aluminium)	$t_{al} = 0,7$ mm	$t_{al} = 0,8$ mm	$t_{al} = 0,9$ mm	$t_{al} = 1,0$ mm	$t_{al} = 1,2$ mm
Résistance de calcul	1.85 kN	2.11 kN	2.38 kN	2.64 kN	3.17 kN



4) Le point fixe peut être réalisé directement à travers la plage des bacs au faitage, avec protection de la tôle faitière et du closioir de faitage.



Figure 16 – Point fixe

2.3.2.3.3. Positionnement du point fixe

Les points fixes sont alignés sur une ligne perpendiculaire aux joints debout, et positionnés dans la mesure du possible au faitage.

Le point fixe doit être réalisé de préférence au faitage lorsque la longueur du bac Kalzip® est inférieure ou égale à 50 mètres. Pour les longueurs comprises entre 50 mètres et 100 mètres, il peut être réalisé dans une zone intermédiaire, de sorte que la distance le séparant des extrémités soit < 50 m. Dans ce cas, il faut prévoir au faitage l'accessoire (cf. figure 10 bis) permettant de réaliser un faitage coulissant.

2.3.2.3.4. Calcul de l'effort au point fixe

Composante tangentielle des charges permanentes (poids propre + neige) sur un bac Kalzip® Droit d'après la formule :

$$T_d = (\gamma_g \cdot g_k + \gamma_q \cdot s \cdot \cos \alpha) \cdot \sin \alpha \cdot L_{Kal} \cdot b_{Kal}$$

Soit :

- T_d : la composante tangentielle (valeur de calcul en [daN]) ;
- γ_g : le coefficient partiel pour actions permanentes ($\gamma_g = 1,35$)
- g_k : le poids propre du bac (valeur caractéristique en [daN/m²]) ;
- γ_q : le coefficient partiel pour actions variables ($\gamma_q = 1,50$)
- s : Charge de neige sur le toit, $s = \text{MAX} \{ \mu_i \cdot (s_k + \Delta s) ; \mu_i \cdot s_{Ad} / 1.5 \}$
- μ_i = coefficient de forme selon la norme NF EN 1991-1-3/NA § 5 et 6
- s_k : la valeur caractéristique de la charge de neige sur le sol, selon la norme NF EN 1991-1-3/NA en [daN/m²] ;
- Δs : Variation d'altitude selon la norme NF EN 1991-1-3/NA en [daN/m²] ;
- s_{Ad} : la valeur de calcul de la charge exceptionnelle de neige sur le sol pour le site considéré selon la norme NF EN 1991-1-3/NA en [daN/m²] ;
- α : la pente de la couverture (en [°]) ;
- L_{Kal} : la longueur du profil Kalzip® (en [m]) ;
- b_{Kal} : la largeur du profil Kalzip®.

À noter que la charge sur le point fixe est indépendante de sa position.

Un exemple de calcul du point fixe est disponible en Annexe 1.

Dans le cas de mise en œuvre d'un système de passerelle Kalzip®, le calcul du point fixe sera à réaliser en tenant compte de l'effort supplémentaire généré par la passerelle (cf. § 2.6.3.3).

2.3.2.4. Pente de la couverture

2.3.2.4.1. Pente

De façon générale, en France métropolitaine (cf. § 2.5 pour les DROM), la pente doit être égale ou supérieure à 3 % en tout point de la couverture pour assurer l'évacuation de l'eau de ruissellement (cf. tableau 4).

	3 ≤ P ≤ 7 %	7 < P ≤ 10 %	10 < P ≤ 20 %	P > 20 %
Jonctions transversales par soudures	Oui	Oui	Oui	Oui
Pénétration : assemblage par soudure	Oui	Oui	Oui	Oui
Jonctions transversales par rivets étanches + triple complément d'étanchéité	Non	Oui	Oui	Oui
Pénétration : assemblage par rivets étanches + triple complément d'étanchéité	Non	Oui	Oui	Oui
Closoir mousse égout nécessaire	Oui	Oui	Non	Non
Comprimé égout nécessaire	Oui	Oui	Oui	Non
Closoir mousse faitage	Oui	Oui	Non	Non

Tableau 4 – Longueurs, assemblages et pénétrations des bacs Kalzip® en fonction des pentes de couvertures en France métropolitaine

2.3.2.4.2. Dévers

Dans le cas particulier d'une couverture pourvue d'un dévers, l'assistance du fabricant est systématiquement requise concernant la conception, ainsi que la justification de l'écoulement des eaux pluviales par une note de calcul spécifique en référence au NF DTU 60.11 - P3 (cf. figure 17).

La conception doit être telle qu'il n'y ait pas de retenue d'eau en partie courante.

Le bac Kalzip® se comporte comme un chéneau de section trapézoïdale. En fonction de l'importance du dévers, cette section peut devenir triangulaire.

Conformément au NF DTU 60.11 P3, relatif au dimensionnement des gouttières et chéneaux, les sections données au tableau 1 du NF DTU 60.11 P3 doivent être majorées de 10 % dans le cas de chéneaux de sections rectangulaires ou trapézoïdales et de 20 % pour des sections triangulaires.

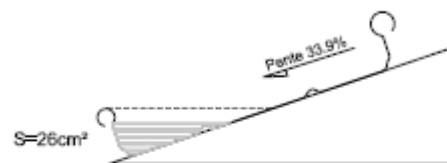
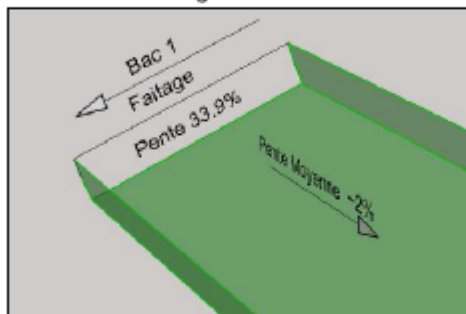
En DROM, le principe est similaire, mais les sections seront à calculer selon la formule du paragraphe 5.2 de la norme NF DTU 60.11, en appliquant la pluviométrie prévue par cette même norme pour les DROM.

La hauteur d'eau dans le chéneau devra être inférieure à la hauteur du petit bourrelet minorée de 30 % (cf. exemple figure 17).

Dévers Ecoulement des eaux pluviales dans un bac Kalzip

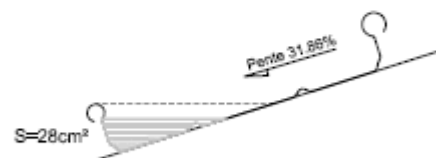
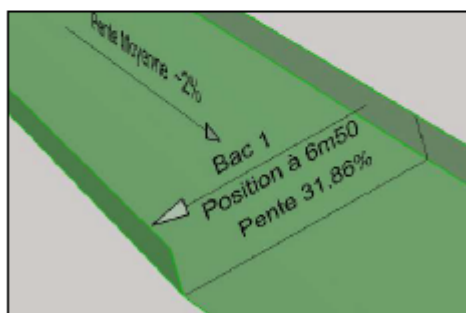
Etude d'exemple avec un bac 65/333

Devers au Falstage



Valeurs du bac Kalzip: Section = 26cm²
 Pente Dev = 33,9%

Devers à l'Egout, à 6,5m du Falstage



Valeurs du bac Kalzip: Longueur = 6m50
 Surface = 2.15m²
 Section = 28cm²
 Pente Dev. = 31,86%
 Pente Long. = 2%

La section à l'égout dans cet exemple est de $S=28\text{cm}^2$ pour une surface évacuée de 2.15m^2 . Comme la section nécessaire pour évacuer une surface de 20m^2 est de 35cm^2 conformément à la norme "NF DTU 60.11 P3", majorée de 20% en raison de la forme triangulaire du chéneau, soit une section globale requise de 42cm^2 . On peut alors conclure que la section de 28cm^2 est suffisante pour évacuer une surface de couverture de 2.15m^2 , et le bac dans cette position de dévers remplit parfaitement son rôle de chéneau et ne présente aucun risque de débordement des eaux pluviales.

Nota : Dans le cas des DROM, la pluviométrie doit être adaptée en conséquence selon la norme NF DTU 60.11 P3, soit $4,5\text{ l/m}^2/\text{minute}$, sauf valeur plus sévère prescrite par les DPM.

Figure 17 – Devers

2.3.3. Portées d'utilisation des bacs

Les portées maximales admises entre appuis pour des bacs Kalzip® Droits sont déterminées en fonction, du type de profil, du nombre d'appuis considérés, et des charges uniformément réparties à l'Etat Limite de Service (ELS) admises par l'ouvrage de couverture (bac + pattes + fixations).

Les charges uniformément réparties, à l'Etat Limite de Service (ELS), admises par l'ouvrage de couverture (bac + pattes + fixations), données aux tableaux 5 à 15, sont à comparer directement aux charges :

- descendantes de neige (s) en pression, selon la norme NF EN 1991-1-3 et son Annexe Nationale NF EN 1991-1-3/NA ;
- ascendantes de vent caractéristique (W_k) en dépression, selon le *e-cahier CSTB n°3804_V2* d'octobre 2021 (cf. exemple en Annexe 1.2).

Le calcul au cas par cas des actions de vent en dépression reste possible selon la norme NF EN 1991-1-4 et son Annexe Nationale NF EN 1991-1-4/NA, en utilisant les coefficients d'orographie, de direction, de saison, structural, de probabilité et de pression intérieure et extérieure mentionnés dans le *e-cahier CSTB n°3804_V2* d'octobre 2021.

Les charges de vent prises en compte peuvent entraîner des portées de bacs, donc des distances entre pannes, différentes en zone de rive et en partie courante de toiture, selon le *e-cahier CSTB n°3804_V2* d'octobre 2021.

Dans le cas d'utilisation de passerelles, les charges particulières engendrées par la passerelle (charges propres, d'exploitation, d'accumulation de neige notamment) seront à prendre en compte pour le dimensionnement des bacs, et l'espacement entre pattes de fixations (cf. § 2.6).

Les valeurs des tableaux de charges sont données en fonction des critères suivants :

- Flèche inférieure au 1/200ème de la portée ;
- Coefficient de pondération des charges permanentes : $\gamma_g = 1,35$;
- Coefficient de pondération des charges d'exploitation : $\gamma_q = 1,5$;
- Coefficient de réduction de la résistance des bacs : $\gamma_M = 1,3$;
- Coefficient de réduction de la résistance des fixations : $\gamma_M = 1,33$;
- Coefficient de réduction de la résistance des pattes métal-composites en traction : $\gamma_M = 1,67$;
- Portées maximales selon résistance au charges concentrées selon NF EN 1090-5:2017, Annexe B.6.3 ;
- Le poids propre du profil bac Kalzip® est déjà pris en compte dans le tableau ;

Et intègrent les vérifications de tenue :

- Du bac Kalzip®, en pression et dépression ;
- De la stabilité de la patte Kalzip® de fixation, en pression et dépression, quelle que soit la hauteur et le type de patte (aluminium ou métal-composite), à l'exception du tableau 15 dédié uniquement aux pattes aluminium ;
- De la fixation de la patte Kalzip® avec deux vis de résistance caractéristique à l'arrachement conformes au § 2.2.2.3.1

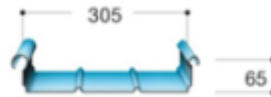
Un exemple de calcul de portées est présenté en Annexe 1.

Pour les valeurs de portées intermédiaires, une interpolation linéaire reste possible.

En ce qui concerne les effets de la neige, on peut considérer que la notion de charge exceptionnelle est implicitement vérifiée lorsque la charge de neige s_k est supérieure ou égale à :

- 70 daN/m² pour les zones A2 et B1,
- 90 daN/m² pour les zones B2 et C2,
- 120 daN/m² pour la zone D.

Pour une zone de neige donnée, lorsque la charge de neige s_k est inférieure à la valeur indiquée ci-dessus, il y a lieu de remplacer la valeur s_k par la valeur indiquée pour la vérification des bacs.



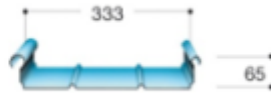
Profil admis en DROM en épaisseur 0,9 à 1,2 mm uniquement

Portée	Nombre d'appuis	Sollicitations	Épaisseur des bacs en [mm]				
			0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
1,00	2	Pression	4,41	5,77	7,46	9,12	9,90
		Dépression	4,75	6,23	8,59	8,99	8,99
	3	Pression	2,02	3,95	3,94	3,94	3,93
		Dépression	1,91	2,51	3,45	3,61	3,62
	≥ 4	Pression	2,21	4,32	4,32	4,31	4,31
		Dépression	2,09	2,74	3,87	3,95	3,95
1,25	2	Pression	2,81	3,68	4,77	5,83	6,88
		Dépression	3,16	4,11	5,51	6,90	7,20
	3	Pression	1,61	3,15	3,15	3,15	3,14
		Dépression	1,53	2,01	2,77	2,89	2,90
	≥ 4	Pression	1,77	3,45	3,45	3,44	3,44
		Dépression	1,67	2,19	3,03	3,16	3,17
1,50	2	Pression	1,95	2,55	3,30	4,04	4,77
		Dépression	2,20	2,86	3,83	4,80	5,69
	3	Pression	1,34	2,62	2,62	2,62	2,61
		Dépression	1,28	1,88	2,31	2,42	2,42
	≥ 4	Pression	1,47	2,87	2,87	2,86	2,86
		Dépression	1,40	1,83	2,52	2,64	2,64
1,75	2	Pression	1,42	1,87	2,42	2,96	3,49
		Dépression	1,62	2,11	2,82	3,53	4,19
	3	Pression	1,15	2,24	2,24	2,24	2,23
		Dépression	1,10	1,44	1,98	2,07	2,08
	≥ 4	Pression	1,26	2,46	2,45	2,45	2,44
		Dépression	1,20	1,57	2,17	2,27	2,27
2,00	2	Pression	1,08	1,42	1,84	2,25	2,66
		Dépression	1,25	1,62	2,16	2,71	3,22
	3	Pression	1,00	1,85	1,96	1,95	1,95
		Dépression	0,90	1,17	1,73	1,82	1,82
	≥ 4	Pression	1,10	2,15	2,14	2,14	2,13
		Dépression	1,03	1,34	1,90	1,99	1,99
2,25	2	Pression		1,12	1,45	1,69	2,03
		Dépression		1,28	1,71	2,15	2,55
	3	Pression		1,45	1,74	1,73	1,73
		Dépression		0,96	1,39	1,62	1,62
	≥ 4	Pression		1,70	1,90	1,90	1,89
		Dépression		1,10	1,61	1,77	1,77
2,50	2	Pression		0,90	1,10	1,22	1,47
		Dépression		1,04	1,39	1,74	2,07
	3	Pression		1,17	1,42	1,56	1,55
		Dépression		0,80	1,15	1,46	1,46
	≥ 4	Pression		1,37	1,67	1,70	1,70
		Dépression		0,91	1,33	1,59	1,60
2,75	2	Pression		0,73	0,82	0,91	1,09
		Dépression		0,86	1,16	1,45	1,71
	3	Pression		0,96	1,17	1,37	1,40
		Dépression		0,66	0,95	1,22	1,33
	≥ 4	Pression		1,13	1,37	1,55	1,54
		Dépression		0,77	1,11	1,41	1,46
3,00	2	Pression			0,62	0,69	0,83
		Dépression			0,97	1,22	1,45
	3	Pression			0,98	1,15	1,28
		Dépression			0,80	1,04	1,23
	≥ 4	Pression			1,15	1,35	1,41
		Dépression			0,93	1,20	1,34
3,25	2	Pression				0,54	0,64
		Dépression				1,04	1,24
	3	Pression			0,83	0,98	1,18
		Dépression			0,69	0,89	1,13
	≥ 4	Pression			0,96	1,07	1,28
		Dépression			0,80	1,03	1,24
3,50	2	Pression					0,51
		Dépression					1,07
	3	Pression				0,84	1,01
		Dépression				0,77	0,98
	≥ 4	Pression				0,85	1,02
		Dépression				0,90	1,14

Notes :

- Les valeurs de charges admises du tableau sont à comparer en pression aux charges de neige (s) selon la norme NF EN 1991-1-3 et son Annexe Nationale NF EN 1991-1-3/NA, et en dépression aux charges de vent caractéristique (Wk) selon le E-cahier CSTB n°3804_V2 d'octobre 2021. Elles tiennent compte d'une résistance caractéristique à l'arrachement de l'assemblage "patte +2 vis" (ou 4 vis dans le cas particulier du § 2.2.2.3.5) conforme au § 2.2.2.3.1.
- Les valeurs du tableau sont valables pour les deux types de pattes (aluminium et métal-composites).

Tableau 5 - Kalzip® 65/305 - Charges réparties ELS admises en [kN/m²] en fonction des portées et du nombre d'appuis



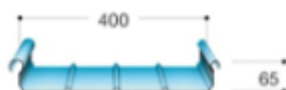
Profil admis en DROM en
épaisseur 0,9 à 1,2 mm
uniquement

Portée	Nombre d'appuis	Sollicitations	Épaisseur des bacs en [mm]				
			0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
1,00	2	Pression	4,19	5,44	7,02	8,61	9,06
		Dépression	4,35	5,71	7,88	8,23	8,24
	3	Pression	1,85	3,61	3,61	3,61	3,60
		Dépression	1,75	2,30	3,17	3,31	3,31
	≥ 4	Pression	2,03	3,96	3,95	3,95	3,94
		Dépression	1,91	2,51	3,46	3,62	3,62
1,25	2	Pression	2,67	3,47	4,48	5,50	6,48
		Dépression	2,97	3,90	5,20	6,52	6,60
	3	Pression	1,48	2,89	2,88	2,88	2,87
		Dépression	1,40	1,84	2,54	2,65	2,66
	≥ 4	Pression	1,62	3,16	3,16	3,15	3,15
		Dépression	1,53	2,01	2,77	2,90	2,90
1,50	2	Pression	1,85	2,40	3,10	3,81	4,49
		Dépression	2,07	2,71	3,62	4,54	5,36
	3	Pression	1,23	2,40	2,40	2,39	2,39
		Dépression	1,17	1,54	2,12	2,21	2,22
	≥ 4	Pression	1,34	2,63	2,63	2,62	2,62
		Dépression	1,28	1,68	2,31	2,42	2,42
1,75	2	Pression	1,35	1,76	2,27	2,79	3,29
		Dépression	1,52	2,00	2,66	3,34	3,95
	3	Pression	1,05	2,05	2,05	2,05	2,04
		Dépression	1,01	1,32	1,82	1,90	1,91
	≥ 4	Pression	1,15	2,25	2,25	2,24	2,24
		Dépression	1,10	1,44	1,99	2,08	2,08
2,00	2	Pression	1,03	1,34	1,73	2,13	2,51
		Dépression	1,17	1,53	2,04	2,56	3,03
	3	Pression	0,91	1,76	1,79	1,79	1,78
		Dépression	0,86	1,12	1,59	1,67	1,67
	≥ 4	Pression	1,00	1,96	1,96	1,96	1,95
		Dépression	0,97	1,26	1,74	1,82	1,83
2,25	2	Pression		1,05	1,36	1,59	1,91
		Dépression		1,22	1,62	2,03	2,40
	3	Pression		1,38	1,59	1,59	1,58
		Dépression		0,91	1,33	1,48	1,49
	≥ 4	Pression		1,62	1,74	1,74	1,73
		Dépression		1,05	1,54	1,62	1,63
2,50	2	Pression		0,85	1,03	1,15	1,38
		Dépression		0,99	1,32	1,65	1,95
	3	Pression		1,12	1,36	1,42	1,42
		Dépression		0,76	1,10	1,34	1,34
	≥ 4	Pression		1,31	1,56	1,56	1,55
		Dépression		0,87	1,27	1,46	1,47
2,75	2	Pression		0,68	0,77	0,85	1,03
		Dépression		0,82	1,09	1,37	1,62
	3	Pression		0,92	1,12	1,29	1,28
		Dépression		0,64	0,91	1,17	1,22
	≥ 4	Pression		1,08	1,31	1,41	1,41
		Dépression		0,74	1,06	1,33	1,34
3,00	2	Pression			0,58	0,65	0,78
		Dépression			0,92	1,15	1,36
	3	Pression			0,93	1,09	1,17
		Dépression			0,77	0,99	1,12
	≥ 4	Pression			1,10	1,28	1,29
		Dépression			0,89	1,15	1,23
3,25	2	Pression				0,50	0,60
		Dépression				0,99	1,17
	3	Pression			0,79	0,93	1,08
		Dépression			0,66	0,85	1,04
	≥ 4	Pression			0,90	1,00	1,19
		Dépression			0,77	0,99	1,13
3,50	2	Pression					
		Dépression					
	3	Pression				0,80	0,97
		Dépression				0,74	0,94
	≥ 4	Pression				0,79	0,95
		Dépression				0,86	1,06

Notes :

- Les valeurs de charges admises du tableau sont à comparer en pression aux charges de neige (s) selon la norme NF EN 1991-1-3 et son Annexe Nationale NF EN 1991-1-3/NA, et en dépression aux charges de vent caractéristique (Wk) selon le E-cahier CSTB n°3804_V2 d'octobre 2021. Elles tiennent compte d'une résistance caractéristique à l'arrachement de l'assemblage "patte +2 vis" (ou 4 vis dans le cas particulier du § 2.2.2.3.5) conforme au § 2.2.2.3.1.
- Les valeurs du tableau sont valables pour les deux types de pattes (aluminium et métal-composites).

Tableau 6 - Kalzip® 65/333 - Charges réparties ELS admises en [kN/m²] en fonction des portées et du nombre d'appuis



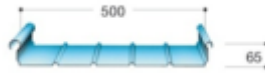
Profil admis en DROM en épaisseur 0,9 à 1,2 mm uniquement

Portée	Nombre d'appuis	Sollicitations	Épaisseur des bacs en [mm]				
			0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
1,00	2	Pression	3,57	4,66	6,03	7,39	7,54
		Dépression	3,63	4,76	6,56	6,88	6,86
	3	Pression	1,54	3,01	3,00	3,00	2,99
		Dépression	1,46	1,91	2,64	2,76	2,76
	≥ 4	Pression	1,68	3,29	3,29	3,28	3,28
		Dépression	1,60	2,09	2,88	3,01	3,02
1,25	2	Pression	2,28	2,98	3,85	4,72	5,56
		Dépression	2,57	3,35	4,46	5,49	5,50
	3	Pression	1,23	2,40	2,40	2,39	2,39
		Dépression	1,17	1,53	2,11	2,21	2,22
	≥ 4	Pression	1,34	2,63	2,62	2,62	2,61
		Dépression	1,28	1,68	2,31	2,42	2,42
1,50	2	Pression	1,58	2,06	2,66	3,27	3,85
		Dépression	1,79	2,33	3,11	3,90	4,58
	3	Pression	1,02	2,00	1,99	1,99	1,98
		Dépression	0,98	1,28	1,77	1,85	1,85
	≥ 4	Pression	1,12	2,18	2,18	2,18	2,17
		Dépression	1,07	1,40	1,93	2,02	2,02
1,75	2	Pression	1,15	1,51	1,95	2,39	2,82
		Dépression	1,32	1,72	2,29	2,87	3,39
	3	Pression	0,87	1,71	1,70	1,70	1,69
		Dépression	0,84	1,10	1,52	1,59	1,59
	≥ 4	Pression	0,95	1,87	1,87	1,86	1,86
		Dépression	0,92	1,20	1,66	1,73	1,74
2,00	2	Pression	0,88	1,15	1,49	1,82	2,15
		Dépression	1,01	1,32	1,76	2,20	2,60
	3	Pression	0,76	1,49	1,49	1,48	1,48
		Dépression	0,74	0,97	1,33	1,39	1,40
	≥ 4	Pression	0,83	1,63	1,63	1,63	1,62
		Dépression	0,81	1,05	1,45	1,52	1,52
2,25	2	Pression	0,69	0,90	1,17	1,38	1,66
		Dépression	0,80	1,05	1,39	1,74	2,06
	3	Pression	0,67	1,22	1,32	1,32	1,31
		Dépression	0,62	0,81	1,18	1,24	1,24
	≥ 4	Pression	0,74	1,42	1,44	1,44	1,44
		Dépression	0,71	0,93	1,29	1,35	1,36
2,50	2	Pression		0,72	0,90	1,00	1,20
		Dépression		0,85	1,13	1,42	1,68
	3	Pression		0,98	1,18	1,18	1,17
		Dépression		0,67	0,98	1,12	1,12
	≥ 4	Pression		1,15	1,30	1,29	1,29
		Dépression		0,77	1,13	1,22	1,22
2,75	2	Pression		0,59	0,67	0,74	0,89
		Dépression		0,71	0,94	1,18	1,39
	3	Pression		0,81	0,98	1,07	1,06
		Dépression		0,57	0,82	1,02	1,02
	≥ 4	Pression		0,94	1,15	1,17	1,17
		Dépression		0,66	0,95	1,11	1,12
3,00	2	Pression			0,51	0,56	0,68
		Dépression			0,79	0,99	1,17
	3	Pression			0,82	0,96	0,97
		Dépression			0,69	0,89	0,94
	≥ 4	Pression		0,79	0,96	1,07	1,07
		Dépression		0,56	0,80	1,02	1,02
3,25	2	Pression					0,52
		Dépression					1,00
	3	Pression			0,70	0,82	0,89
		Dépression			0,59	0,76	0,87
	≥ 4	Pression			0,78	0,87	0,98
		Dépression			0,69	0,88	0,95
3,50	2	Pression					
		Dépression					
	3	Pression				0,70	0,83
		Dépression				0,68	0,81
	≥ 4	Pression				0,69	0,83
		Dépression				0,77	0,88

Notes :

- Les valeurs de charges admises du tableau sont à comparer en pression aux charges de neige (s) selon la norme NF EN 1991-1-3 et son Annexe Nationale NF EN 1991-1-3/NA, et en dépression aux charges de vent caractéristique (Wk) selon le E-cahier CSTB n°3804_V2 d'octobre 2021. Elles tiennent compte d'une résistance caractéristique à l'arrachement de l'assemblage "patte +2 vis" (ou 4 vis dans le cas particulier du § 2.2.2.3.5) conforme au § 2.2.2.3.1.
- Les valeurs du tableau sont valables pour les deux types de pattes (aluminium et métal-composites).

Tableau 7 - Kalzip® 65/400 - Charges réparties ELS admises en [kN/m²] en fonction des portées et du nombre d'appuis



Portée	Nombre d'appuis	Sollicitations	Epaisseur des bacs en [mm]				
			0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
1,00	2	Pression	2,69	3,51	4,55	5,55	6,03
		Dépression	2,90	3,81	5,25	5,49	5,49
	3	Pression	1,23	2,40	2,40	2,40	2,39
		Dépression	1,17	1,53	2,11	2,21	2,21
	≥ 4	Pression	1,34	2,63	2,63	2,62	2,62
		Dépression	1,28	1,68	2,31	2,41	2,42
1,25	2	Pression	1,71	2,24	2,90	3,54	4,19
		Dépression	1,93	2,52	3,38	4,23	4,40
	3	Pression	0,98	1,92	1,91	1,91	1,90
		Dépression	0,94	1,23	1,69	1,77	1,78
	≥ 4	Pression	1,07	2,10	2,10	2,09	2,09
		Dépression	1,03	1,34	1,85	1,94	1,94
1,50	2	Pression	1,18	1,55	2,01	2,45	2,90
		Dépression	1,34	1,76	2,35	2,94	3,47
	3	Pression	0,81	1,59	1,59	1,59	1,58
		Dépression	0,79	1,03	1,42	1,48	1,48
	≥ 4	Pression	0,89	1,74	1,74	1,74	1,73
		Dépression	0,86	1,12	1,55	1,62	1,62
1,75	2	Pression	0,88	1,13	1,47	1,79	2,12
		Dépression	0,99	1,30	1,73	2,17	2,56
	3	Pression	0,69	1,36	1,36	1,36	1,35
		Dépression	0,68	0,88	1,22	1,27	1,28
	≥ 4	Pression	0,76	0,49	1,49	1,49	1,48
		Dépression	0,74	0,96	1,33	1,39	1,39
2,00	2	Pression	0,66	0,86	1,12	1,36	1,62
		Dépression	0,76	1,00	1,33	1,67	1,96
	3	Pression	0,60	1,19	1,19	1,18	1,18
		Dépression	0,59	0,78	1,07	1,12	1,12
	≥ 4	Pression	0,66	1,30	1,30	1,30	1,29
		Dépression	0,65	0,85	1,16	1,22	1,22
2,25	2	Pression	0,51	0,67	0,88	1,07	1,27
		Dépression	0,61	0,79	1,06	1,32	1,56
	3	Pression	0,53	0,98	1,05	1,05	1,04
		Dépression	0,51	0,66	0,95	0,99	1,00
	≥ 4	Pression	0,59	1,07	1,15	1,15	1,14
		Dépression	0,58	0,75	1,04	1,09	1,09
2,50	2	Pression		0,54	0,71	0,84	1,00
		Dépression		0,64	0,86	1,07	1,27
	3	Pression		0,79	0,94	0,94	0,93
		Dépression		0,55	0,80	0,90	0,90
	≥ 4	Pression		0,86	1,03	1,03	1,03
		Dépression		0,63	0,92	0,98	0,98
2,75	2	Pression			0,56	0,62	0,74
		Dépression			0,71	0,89	1,05
	3	Pression			0,79	0,85	0,85
		Dépression			0,67	0,82	0,82
	≥ 4	Pression		0,71	0,92	0,93	0,93
		Dépression		0,54	0,78	0,89	0,90
3,00	2	Pression					0,56
		Dépression					0,89
	3	Pression			0,66	0,77	0,77
		Dépression			0,57	0,73	0,76
	≥ 4	Pression			0,77	0,85	0,85
		Dépression			0,66	0,82	0,82
3,25	2	Pression					
		Dépression					
	3	Pression				0,65	0,71
		Dépression				0,63	0,70
	≥ 4	Pression			0,65	0,73	0,78
		Dépression			0,57	0,73	0,76
3,50	2	Pression					
		Dépression					
	3	Pression				0,56	0,66
		Dépression				0,55	0,65
	≥ 4	Pression				0,58	0,69
		Dépression				0,64	0,71

Notes :

- Les valeurs de charges admises du tableau sont à comparer en pression aux charges de neige (s) selon la norme NF EN 1991-1-3 et son Annexe Nationale NF EN 1991-1-3/NA, et en dépression aux charges de vent caractéristique (Wk) selon le E-cahier CSTB n°3804_V2 d'octobre 2021. Elles tiennent compte d'une résistance caractéristique à l'arrachement de l'assemblage "patte +2 vis" (ou 4 vis dans le cas particulier du § 2.2.2.3.5) conforme au § 2.2.2.3.1.
- Les valeurs du tableau sont valables pour les deux types de pattes (aluminium et métal-composites).

Tableau 8 - Kalzip® 65/500 - Charges réparties ELS admises en [kN/m²] en fonction des portées et du nombre d'appuis



Profil admis en DROM en épaisseur 0,9 à 1,2 mm uniquement

Portée	Nombre d'appuis	Sollicitations	Épaisseur des bacs en (mm)				
			0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
1,00	2	Pression	4,67	4,66	4,66	8,10	8,09
		Dépression	3,58	4,67	6,00	7,33	8,24
	3	Pression	1,85	1,85	1,85	3,22	3,21
		Dépression	1,70	2,19	3,02	3,31	3,31
	≥ 4	Pression	2,03	2,03	2,02	3,52	3,52
		Dépression	1,85	2,39	3,30	3,61	3,62
1,25	2	Pression	3,45	3,72	3,72	6,47	6,47
		Dépression	2,29	3,00	3,85	4,70	5,89
	3	Pression	1,48	1,47	1,47	2,57	2,56
		Dépression	1,36	1,75	2,42	2,65	2,66
	≥ 4	Pression	1,62	1,62	1,61	2,81	2,81
		Dépression	1,49	1,91	2,64	2,90	2,90
1,50	2	Pression	2,39	3,10	3,10	4,65	5,38
		Dépression	1,60	2,09	2,68	3,27	4,10
	3	Pression	1,23	1,22	1,22	2,14	2,13
		Dépression	1,14	1,46	2,02	2,21	2,22
	≥ 4	Pression	1,35	1,34	1,34	2,34	2,33
		Dépression	1,24	1,60	2,20	2,42	2,42
1,75	2	Pression	1,75	2,30	2,65	3,40	4,09
		Dépression	1,18	1,54	1,97	2,41	3,02
	3	Pression	1,05	1,05	1,04	1,83	1,82
		Dépression	0,98	1,26	1,69	1,90	1,90
	≥ 4	Pression	1,15	1,15	1,14	2,00	1,99
		Dépression	1,07	1,37	1,89	2,08	2,08
2,00	2	Pression	1,33	1,76	2,05	2,27	2,73
		Dépression	0,91	1,18	1,52	1,85	2,32
	3	Pression	0,92	0,91	0,91	1,59	1,59
		Dépression	0,79	1,03	1,34	1,64	1,67
	≥ 4	Pression	1,00	1,00	1,00	1,75	1,74
		Dépression	0,91	1,18	1,54	1,82	1,82
2,25	2	Pression		1,27	1,43	1,59	1,90
		Dépression		0,94	1,20	1,47	1,84
	3	Pression		0,81	0,81	1,41	1,41
		Dépression		0,84	1,09	1,34	1,49
	≥ 4	Pression		0,89	0,88	1,55	1,54
		Dépression		0,96	1,26	1,54	1,62
2,50	2	Pression		0,92	1,03	1,15	1,38
		Dépression		0,76	0,98	1,19	1,49
	3	Pression		0,72	0,72	1,23	1,26
		Dépression		0,70	0,90	1,09	1,34
	≥ 4	Pression		0,80	0,79	1,39	1,38
		Dépression		0,80	1,05	1,27	1,46
2,75	2	Pression		0,68	0,77	0,85	1,02
		Dépression		0,63	0,81	0,99	1,24
	3	Pression		0,66	0,65	1,04	1,14
		Dépression		0,59	0,75	0,90	1,22
	≥ 4	Pression		0,72	0,72	1,20	1,26
		Dépression		0,68	0,87	1,05	1,33
3,00	2	Pression			0,58	0,65	0,78
		Dépression			0,69	0,84	1,05
	3	Pression			0,60	0,69	1,00
		Dépression			0,63	0,76	1,12
	≥ 4	Pression			0,66	1,02	1,15
		Dépression			0,74	0,89	1,23
3,25	2	Pression				0,50	0,60
		Dépression				0,72	0,89
	3	Pression				0,76	0,86
		Dépression				0,65	0,97
	≥ 4	Pression				0,89	1,00
		Dépression				0,76	1,11
3,50	2	Pression					
		Dépression					
	3	Pression				0,65	0,75
		Dépression				0,57	0,85
	≥ 4	Pression				0,77	0,87
		Dépression				0,66	0,98

Notes :

- Les valeurs de charges admises du tableau sont à comparer en pression aux charges de neige (s) selon la norme NF EN 1991-1-3 et son Annexe Nationale NF EN 1991-1-3/NA, et en dépression aux charges de vent caractéristique (Wk) selon le E-cahier CSTB n°3804_V2 d'octobre 2021. Elles tiennent compte d'une résistance caractéristique à l'arrachement de l'assemblage "patte +2 vis" (ou 4 vis dans le cas particulier du § 2.2.2.3.5) conforme au § 2.2.2.3.1.
- Les valeurs du tableau sont valables pour les deux types de pattes (aluminium et métal-composites).

Tableau 9 - Kalzip® 65/333 AF - Charges réparties ELS admises en [kN/m²] en fonction des portées et du nombre d'appuis



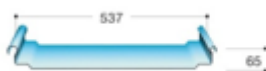
Profil admis en DROM en épaisseur 0,9 à 1,2 mm uniquement

Portée	Nombre d'appuis	Sollicitations	Épaisseur des bacs en [mm]				
			0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
1,00	2	Pression	3,85	3,57	3,57	6,21	6,20
		Dépression	2,91	3,78	4,89	5,97	6,33
	3	Pression	1,42	1,42	1,41	2,47	2,46
		Dépression	1,30	1,68	2,45	2,54	2,55
	≥ 4	Pression	1,55	1,55	1,55	2,70	2,69
		Dépression	1,42	1,84	2,68	2,78	2,78
1,25	2	Pression	2,82	2,85	2,85	4,96	4,95
		Dépression	1,87	2,43	3,14	3,83	4,78
	3	Pression	1,13	1,13	1,12	1,97	1,96
		Dépression	1,05	1,35	1,97	2,04	2,04
	≥ 4	Pression	1,24	1,24	1,23	2,15	2,15
		Dépression	1,14	1,47	2,15	2,23	2,23
1,50	2	Pression	1,95	2,37	2,37	3,76	4,12
		Dépression	1,30	1,69	2,19	2,66	3,32
	3	Pression	0,94	0,94	0,93	1,63	1,63
		Dépression	0,87	1,13	1,67	1,70	1,71
	≥ 4	Pression	1,03	1,03	1,02	1,79	1,78
		Dépression	0,95	1,23	1,79	1,86	1,86
1,75	2	Pression	1,43	1,86	2,03	2,76	3,34
		Dépression	0,96	1,25	1,61	1,96	2,45
	3	Pression	0,80	0,80	0,80	1,40	1,39
		Dépression	0,75	0,97	1,37	1,46	1,47
	≥ 4	Pression	0,88	0,88	0,87	1,53	1,52
		Dépression	0,82	1,06	1,54	1,60	1,60
2,00	2	Pression	1,09	1,42	1,73	1,91	2,30
		Dépression	0,74	0,96	1,24	1,51	1,88
	3	Pression	0,70	0,70	0,69	1,22	1,21
		Dépression	0,64	0,84	1,09	1,28	1,29
	≥ 4	Pression	0,77	0,76	0,76	1,33	1,33
		Dépression	0,72	0,93	1,25	1,40	1,40
2,25	2	Pression	0,85	1,08	1,20	1,34	1,60
		Dépression	0,59	0,76	0,98	1,20	1,49
	3	Pression	0,62	0,62	0,61	1,08	1,07
		Dépression	0,52	0,68	0,89	1,09	1,15
	≥ 4	Pression	0,68	0,68	0,67	1,18	1,18
		Dépression	0,60	0,78	1,02	1,25	1,25
2,50	2	Pression		0,78	0,87	0,96	1,16
		Dépression		0,62	0,80	0,97	1,21
	3	Pression		0,55	0,55	0,97	0,96
		Dépression		0,57	0,73	0,88	1,03
	≥ 4	Pression	0,61	0,61	0,60	1,06	1,06
		Dépression	0,50	0,65	0,85	1,03	1,13
2,75	2	Pression		0,58	0,65	0,72	0,86
		Dépression		0,52	0,66	0,81	1,01
	3	Pression				0,86	0,87
		Dépression				0,73	0,94
	≥ 4	Pression		0,55	0,55	0,96	0,96
		Dépression		0,55	0,71	0,83	1,03
3,00	2	Pression				0,54	0,65
		Dépression				0,68	0,85
	3	Pression				0,74	0,80
		Dépression				0,62	0,87
	≥ 4	Pression				0,85	0,87
		Dépression				0,72	0,94
3,25	2	Pression					0,51
		Dépression					0,73
	3	Pression				0,64	0,72
		Dépression				0,53	0,79
	≥ 4	Pression				0,74	0,80
		Dépression				0,62	0,87
3,50	2	Pression					
		Dépression					
	3	Pression					0,63
		Dépression					0,69
	≥ 4	Pression				0,64	0,73
		Dépression				0,54	0,80

Notes :

- Les valeurs de charges admises du tableau sont à comparer en pression aux charges de neige (s) selon la norme NF EN 1991-1-3 et son Annexe Nationale NF EN 1991-1-3/NA, et en dépression aux charges de vent caractéristique (Wk) selon le E-cahier CSTB n°3804_V2 d'octobre 2021. Elles tiennent compte d'une résistance caractéristique à l'arrachement de l'assemblage "patte +2 vis" (ou 4 vis dans le cas particulier du § 2.2.2.3.5) conforme au § 2.2.2.3.1.
- Les valeurs du tableau sont valables pour les deux types de pattes (aluminium et métal-composites).

Tableau 10 - Kalzip® 65/434 AF et Kalzip® 65/422 AS - Charges réparties ELS admises en [kN/m²] en fonction des portées et du nombre d'appuis



Portée	Nombre d'appuis	Sollicitations	Epaisseur des bacs en [mm]				
			0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
1,00	2	Pression	2,89	2,88	2,88	5,01	5,01
		Dépression	2,22	2,90	3,75	4,56	5,12
	3	Pression	1,14	1,14	1,14	1,99	1,98
		Dépression	1,06	1,36	1,88	2,06	2,06
	≥ 4	Pression	1,25	1,25	1,25	2,18	2,17
		Dépression	1,15	1,49	2,05	2,25	2,25
1,25	2	Pression	2,14	2,30	2,30	4,00	4,00
		Dépression	1,43	1,86	2,41	2,93	3,66
	3	Pression	0,91	0,91	0,91	1,59	1,58
		Dépression	0,85	1,09	1,50	1,65	1,65
	≥ 4	Pression	1,00	1,00	0,99	1,74	1,73
		Dépression	0,93	1,19	1,64	1,80	1,81
1,50	2	Pression	1,48	1,92	1,91	2,88	3,33
		Dépression	1,00	1,30	1,68	2,04	2,55
	3	Pression	0,76	0,75	0,75	1,32	1,31
		Dépression	0,71	0,91	1,26	1,38	1,38
	≥ 4	Pression	0,83	0,83	0,82	1,44	1,44
		Dépression	0,77	1,00	1,37	1,51	1,51
1,75	2	Pression	1,08	1,41	1,64	2,11	2,55
		Dépression	0,74	0,96	1,28	1,50	1,88
	3	Pression	0,64	0,64	0,64	1,12	1,12
		Dépression	0,61	0,78	1,05	1,18	1,19
	≥ 4	Pression	0,71	0,70	0,70	1,23	1,23
		Dépression	0,67	0,86	1,18	1,29	1,30
2,00	2	Pression	0,82	1,08	1,34	1,61	1,94
		Dépression	0,57	0,74	0,95	1,16	1,45
	3	Pression		0,56	0,56	0,98	0,97
		Dépression		0,64	0,84	1,02	1,04
	≥ 4	Pression	0,62	0,61	0,61	1,07	1,07
		Dépression	0,57	0,74	0,96	1,13	1,14
2,25	2	Pression		0,85	1,03	1,15	1,38
		Dépression		0,59	0,76	0,92	1,15
	3	Pression				0,87	0,86
		Dépression				0,84	0,93
	≥ 4	Pression		0,54	0,54	0,95	0,95
		Dépression		0,60	0,79	0,96	1,01
2,50	2	Pression			0,74	0,83	0,99
		Dépression			0,62	0,75	0,93
	3	Pression				0,78	0,77
		Dépression				0,68	0,84
	≥ 4	Pression				0,85	0,85
		Dépression				0,79	0,92
2,75	2	Pression			0,55	0,61	0,74
		Dépression			0,51	0,62	0,78
	3	Pression				0,69	0,70
		Dépression				0,57	0,77
	≥ 4	Pression				0,77	0,77
		Dépression				0,66	0,83
3,00	2	Pression					0,56
		Dépression					0,66
	3	Pression					0,64
		Dépression					0,70
	≥ 4	Pression				0,68	0,70
		Dépression				0,56	0,77
3,25	2	Pression					
		Dépression					
	3	Pression					0,57
		Dépression					0,61
	≥ 4	Pression					0,65
		Dépression					0,70
3,50	2	Pression					
		Dépression					
	3	Pression					
		Dépression					
	≥ 4	Pression					0,58
		Dépression					0,61

Notes :

- Les valeurs de charges admises du tableau sont à comparer en pression aux charges de neige (s) selon la norme NF EN 1991-1-3 et son Annexe Nationale NF EN 1991-1-3/NA, et en dépression aux charges de vent caractéristique (Wk) selon le E-cahier CSTB n°3804_V2 d'octobre 2021. Elles tiennent compte d'une résistance caractéristique à l'arrachement de l'assemblage "patte +2 vis" (ou 4 vis dans le cas particulier du § 2.2.2.3.5) conforme au § 2.2.2.3.1.
- Les valeurs du tableau sont valables pour les deux types de pattes (aluminium et métal-composites).

Tableau 11 - Kalzip® 65/537 AF - Charges réparties ELS admises en [kN/m²] en fonction des portées et du nombre d'appuis



Profil admis en DROM en épaisseur 0,9 à 1,2 mm uniquement

Portée	Nombre d'appuis	Solllicitations	Épaisseur des bacs en [mm]				
			0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
1,00	2	Pression	3,82	4,06	5,00	6,98	8,49
		Dépression	3,07	4,01	4,89	5,78	7,86
	3	Pression	1,85	3,39	3,39	3,38	3,38
		Dépression	1,53	1,97	2,84	3,31	3,31
	≥ 4	Pression	2,03	3,71	3,71	3,70	3,70
		Dépression	1,68	2,15	3,10	3,61	3,62
1,25	2	Pression	2,44	3,17	3,82	4,46	5,42
		Dépression	1,97	2,57	3,14	3,71	5,04
	3	Pression	1,48	2,68	2,70	2,70	2,69
		Dépression	1,23	1,58	2,28	2,65	2,66
	≥ 4	Pression	1,62	2,96	2,96	2,96	2,95
		Dépression	1,34	1,73	2,49	2,90	2,90
1,50	2	Pression	1,68	2,19	2,65	2,96	3,55
		Dépression	1,38	1,79	2,19	2,58	3,51
	3	Pression	1,23	1,89	2,25	2,24	2,24
		Dépression	1,03	1,32	1,90	2,21	2,22
	≥ 4	Pression	1,35	2,20	2,46	2,46	2,45
		Dépression	1,12	1,44	2,08	2,42	2,42
1,75	2	Pression	1,23	1,48	1,67	1,85	2,22
		Dépression	1,01	1,32	1,61	1,90	2,58
	3	Pression	1,05	1,40	1,71	1,92	1,91
		Dépression	0,88	1,13	1,55	1,90	1,90
	≥ 4	Pression	1,15	1,63	1,99	2,10	2,10
		Dépression	0,96	1,24	1,78	2,08	2,08
2,00	2	Pression		0,98	1,11	1,23	1,47
		Dépression		1,02	1,24	1,46	1,98
	3	Pression		1,06	1,32	1,56	1,67
		Dépression		0,99	1,22	1,67	1,67
	≥ 4	Pression		1,25	1,54	1,82	1,83
		Dépression		1,09	1,41	1,82	1,82
2,25	2	Pression		0,88	0,77	0,85	1,02
		Dépression		0,81	0,98	1,16	1,57
	3	Pression		0,84	1,04	1,23	1,39
		Dépression		0,79	0,98	1,33	1,49
	≥ 4	Pression		0,98	1,22	1,44	1,62
		Dépression		0,92	1,13	1,55	1,62
2,50	2	Pression			0,55	0,61	0,73
		Dépression			0,80	0,94	1,28
	3	Pression		0,67	0,83	0,99	1,12
		Dépression		0,64	0,81	1,09	1,26
	≥ 4	Pression		0,79	0,98	1,16	1,32
		Dépression		0,75	0,93	1,26	1,45
2,75	2	Pression					0,54
		Dépression					1,06
	3	Pression				0,81	0,92
		Dépression				0,91	1,07
	≥ 4	Pression				0,90	1,08
		Dépression				1,05	1,23
3,00	2	Pression					
		Dépression					
	3	Pression					0,77
		Dépression					0,92
	≥ 4	Pression					0,82
		Dépression					1,06
3,25	2	Pression					
		Dépression					
	3	Pression					
		Dépression					
	≥ 4	Pression					
		Dépression					
3,50	2	Pression					
		Dépression					
	3	Pression					
		Dépression					
	≥ 4	Pression					
		Dépression					

Notes :

- Les valeurs de charges admises du tableau sont à comparer en pression aux charges de neige (s) selon la norme NF EN 1991-1-3 et son Annexe Nationale NF EN 1991-1-3/NA, et en dépression aux charges de vent caractéristique (Wk) selon le E-cahier CSTB n°3804_V2 d'octobre 2021. Elles tiennent compte d'une résistance caractéristique à l'arrachement de l'assemblage "patte +2 vis" (ou 4 vis dans le cas particulier du § 2.2.2.3.5) conforme au § 2.2.2.3.1.
- Les valeurs du tableau sont valables pour les deux types de pattes (aluminium et métal-composites).

Tableau 12 - Kalzip® 50/333 - Charges réparties ELS admises en [kN/m²] en fonction des portées et du nombre d'appuis



Profil admis en DROM en épaisseur 0,9 à 1,2 mm uniquement

Portée	Nombre d'appuis	Sollicitations	Épaisseur des bacs en [mm]				
			0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
1,00	2	Pression	3,11	4,07	4,88	5,73	6,59
		Dépression	2,52	3,29	4,01	4,75	6,40
	3	Pression	1,43	2,63	2,62	2,62	2,61
		Dépression	1,19	1,53	2,21	2,57	2,58
	≥ 4	Pression	1,57	2,87	2,87	2,87	2,86
		Dépression	1,30	1,67	2,41	2,81	2,81
1,25	2	Pression	1,98	2,60	3,12	3,66	4,43
		Dépression	1,62	2,11	2,57	3,05	4,14
	3	Pression	1,14	2,10	2,09	2,09	2,08
		Dépression	0,96	1,23	1,77	2,06	2,07
	≥ 4	Pression	1,25	2,29	2,29	2,29	2,28
		Dépression	1,05	1,34	1,93	2,25	2,26
1,50	2	Pression	1,37	1,80	2,16	2,43	2,91
		Dépression	1,13	1,47	1,79	2,12	2,88
	3	Pression	0,95	1,74	1,74	1,74	1,73
		Dépression	0,80	1,03	1,48	1,72	1,73
	≥ 4	Pression	1,04	1,91	1,91	1,90	1,90
		Dépression	0,87	1,12	1,61	1,88	1,88
1,75	2	Pression	1,00	1,22	1,37	1,52	1,82
		Dépression	0,83	1,08	1,32	1,57	2,12
	3	Pression	0,81	1,31	1,49	1,48	1,48
		Dépression	0,69	0,88	1,27	1,48	1,48
	≥ 4	Pression	0,89	1,52	1,63	1,63	1,62
		Dépression	0,75	0,96	1,39	1,61	1,62
2,00	2	Pression		0,81	0,91	1,00	1,20
		Dépression		0,83	1,02	1,20	1,63
	3	Pression		1,01	1,23	1,30	1,29
		Dépression		0,77	1,00	1,30	1,30
	≥ 4	Pression		1,18	1,42	1,42	1,41
		Dépression		0,85	1,15	1,42	1,42
2,25	2	Pression		0,56	0,63	0,70	0,83
		Dépression		0,66	0,81	0,96	1,30
	3	Pression		0,80	0,98	1,15	1,14
		Dépression		0,65	0,80	1,09	1,16
	≥ 4	Pression		0,94	1,14	1,26	1,25
		Dépression		0,75	0,93	1,26	1,27
2,50	2	Pression					0,60
		Dépression					1,05
	3	Pression		0,64	0,79	0,95	1,02
		Dépression		0,53	0,66	0,89	1,04
	≥ 4	Pression		0,76	0,89	0,99	1,12
		Dépression		0,62	0,77	1,04	1,14
2,75	2	Pression					
		Dépression					
	3	Pression					0,88
		Dépression					0,88
	≥ 4	Pression					0,88
		Dépression					1,01
3,00	2	Pression					
		Dépression					
	3	Pression					
		Dépression					
	≥ 4	Pression					
		Dépression					
3,25	2	Pression					
		Dépression					
	3	Pression					
		Dépression					
	≥ 4	Pression					
		Dépression					
3,50	2	Pression					
		Dépression					
	3	Pression					
		Dépression					
	≥ 4	Pression					
		Dépression					

Notes :

- Les valeurs de charges admises du tableau sont à comparer en pression aux charges de neige (s) selon la norme NF EN 1991-1-3 et son Annexe Nationale NF EN 1991-1-3/NA, et en dépression aux charges de vent caractéristique (Wk) selon le E-cahier CSTB n°3804_V2 d'octobre 2021. Elles tiennent compte d'une résistance caractéristique à l'arrachement de l'assemblage "patte +2 vis" (ou 4 vis dans le cas particulier du § 2.2.2.3.5) conforme au § 2.2.2.3.1.
- Les valeurs du tableau sont valables pour les deux types de pattes (aluminium et métal-composites).

Tableau 13 - Kalzip® 50/429 - Charges réparties ELS admises en [kN/m²] en fonction des portées et du nombre d'appuis



Portée	Nombre d'appuis	Sollicitations	Epaisseur des bacs en [mm]				
			0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
1,00	2	Pression	2,40	3,13	3,78	4,40	5,35
		Dépression	1,94	2,53	3,09	3,68	4,97
	3	Pression	1,16	2,13	2,13	2,12	2,12
		Dépression	0,97	1,25	1,80	2,09	2,10
	≥ 4	Pression	1,27	2,33	2,33	2,33	2,32
		Dépression	1,06	1,36	1,96	2,29	2,29
1,25	2	Pression	1,53	2,00	2,41	2,81	3,42
		Dépression	1,25	1,63	1,99	2,35	3,19
	3	Pression	0,93	1,70	1,70	1,69	1,69
		Dépression	0,78	1,00	1,44	1,68	1,68
	≥ 4	Pression	1,01	1,86	1,86	1,86	1,85
		Dépression	0,85	1,09	1,57	1,83	1,84
1,50	2	Pression	1,05	1,38	1,66	1,94	2,36
		Dépression	0,87	1,14	1,39	1,64	2,22
	3	Pression	0,77	1,41	1,41	1,41	1,40
		Dépression	0,65	0,84	1,20	1,40	1,41
	≥ 4	Pression	0,84	1,55	1,54	1,54	1,54
		Dépression	0,71	0,91	1,31	1,53	1,54
1,75	2	Pression	0,77	1,01	1,15	1,28	1,47
		Dépression	0,64	0,84	1,02	1,21	1,64
	3	Pression	0,68	1,21	1,20	1,20	1,20
		Dépression	0,56	0,72	0,98	1,20	1,21
	≥ 4	Pression	0,72	1,32	1,32	1,32	1,31
		Dépression	0,61	0,79	1,13	1,32	1,32
2,00	2	Pression		0,68	0,76	0,85	0,97
		Dépression		0,65	0,79	0,93	1,26
	3	Pression		0,94	1,05	1,05	1,04
		Dépression		0,63	0,77	1,05	1,06
	≥ 4	Pression		1,09	1,15	1,15	1,14
		Dépression		0,69	0,89	1,15	1,16
2,25	2	Pression			0,53	0,59	0,67
		Dépression			0,63	0,74	1,00
	3	Pression		0,75	0,91	0,93	0,92
		Dépression		0,51	0,62	0,84	0,95
	≥ 4	Pression		0,87	1,02	1,02	1,01
		Dépression		0,59	0,72	0,98	1,03
2,50	2	Pression					
		Dépression					
	3	Pression			0,74	0,83	0,83
		Dépression			0,51	0,69	0,80
	≥ 4	Pression			0,75	0,83	0,91
		Dépression			0,59	0,80	0,92
2,75	2	Pression					
		Dépression					
	3	Pression					0,75
		Dépression					0,68
	≥ 4	Pression					0,71
		Dépression					0,78
3,00	2	Pression					
		Dépression					
	3	Pression					
		Dépression					
	≥ 4	Pression					
		Dépression					
3,25	2	Pression					
		Dépression					
	3	Pression					
		Dépression					
	≥ 4	Pression					
		Dépression					
3,50	2	Pression					
		Dépression					
	3	Pression					
		Dépression					
	≥ 4	Pression					
		Dépression					

Notes :

- Les valeurs de charges admises du tableau sont à comparer en pression aux charges de neige (s) selon la norme NF EN 1991-1-3 et son Annexe Nationale NF EN 1991-1-3/NA, et en dépression aux charges de vent caractéristique (Wk) selon le E-cahier CSTB n°3804_V2 d'octobre 2021. Elles tiennent compte d'une résistance caractéristique à l'arrachement de l'assemblage "patte +2 vis" (ou 4 vis dans le cas particulier du § 2.2.2.3.5) conforme au § 2.2.2.3.1.
- Les valeurs du tableau sont valables pour les deux types de pattes (aluminium et métal-composites).

Tableau 14 - Kalzip® 50/528 - Charges réparties ELS admises en [kN/m²] en fonction des portées et du nombre d'appuis



Portée	Nombre d'appuis	Solllicitations	Epaisseur des bacs en [mm]				
			0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
1,00	2	Pression	3,57	4,66	6,03	7,39	7,54
		Dépression	4,00	5,22	6,96	8,74	9,66
	3	Pression	3,01	3,01	3,00	3,00	2,99
		Dépression	1,96	2,56	3,54	3,88	3,88
	≥ 4	Pression	3,29	3,29	3,29	3,28	3,28
		Dépression	2,14	2,80	3,87	4,24	4,24
1,25	2	Pression	2,28	2,98	3,85	4,72	5,56
		Dépression	2,57	3,35	4,46	5,60	6,62
	3	Pression	2,40	2,40	2,40	2,39	2,39
		Dépression	1,57	2,05	2,84	3,11	3,11
	≥ 4	Pression	2,63	2,63	2,62	2,62	2,61
		Dépression	1,72	2,24	3,10	3,39	3,40
1,50	2	Pression	1,58	2,06	2,66	3,27	3,85
		Dépression	1,79	2,33	3,11	3,90	4,61
	3	Pression	2,00	2,00	1,99	1,99	1,98
		Dépression	1,23	1,61	2,37	2,59	2,60
	≥ 4	Pression	2,19	2,18	2,18	2,18	2,17
		Dépression	1,41	1,83	2,59	2,83	2,84
1,75	2	Pression	1,15	1,51	1,95	2,39	2,82
		Dépression	1,32	1,72	2,29	2,87	3,39
	3	Pression	1,55	1,71	1,70	1,70	1,69
		Dépression	0,95	1,24	1,87	2,23	2,23
	≥ 4	Pression	1,81	1,87	1,87	1,86	1,86
		Dépression	1,09	1,42	2,16	2,43	2,44
2,00	2	Pression	0,88	1,15	1,49	1,82	2,15
		Dépression	1,01	1,32	1,76	2,20	2,60
	3	Pression	1,18	1,49	1,49	1,48	1,48
		Dépression	0,76	0,99	1,47	1,88	1,95
	≥ 4	Pression	1,38	1,63	1,63	1,63	1,62
		Dépression	0,87	1,13	1,70	2,13	2,13
2,25	2	Pression	0,69	0,90	1,17	1,38	1,66
		Dépression	0,80	1,05	1,39	1,74	2,06
	3	Pression	0,93	1,22	1,32	1,32	1,31
		Dépression	0,62	0,81	1,19	1,51	1,74
	≥ 4	Pression	1,09	1,42	1,44	1,44	1,44
		Dépression	0,71	0,93	1,37	1,75	1,90
2,50	2	Pression	0,55	0,72	0,90	1,00	1,20
		Dépression	0,65	0,85	1,13	1,42	1,68
	3	Pression	0,75	0,98	1,18	1,18	1,17
		Dépression	0,52	0,67	0,98	1,24	1,57
	≥ 4	Pression	0,88	1,15	1,30	1,29	1,29
		Dépression	0,60	0,77	1,13	1,44	1,71
2,75	2	Pression		0,59	0,67	0,74	0,89
		Dépression		0,71	0,94	1,18	1,39
	3	Pression		0,81	0,98	1,07	1,06
		Dépression		0,57	0,82	1,04	1,33
	≥ 4	Pression	0,72	0,94	1,15	1,17	1,17
		Dépression	0,51	0,66	0,95	1,21	1,55
3,00	2	Pression			0,51	0,56	0,68
		Dépression			0,79	0,99	1,17
	3	Pression			0,82	0,96	0,97
		Dépression			0,69	0,89	1,13
	≥ 4	Pression		0,79	0,96	1,07	1,07
		Dépression		0,56	0,80	1,03	1,31
3,25	2	Pression					0,52
		Dépression					1,00
	3	Pression			0,70	0,82	0,89
		Dépression			0,59	0,76	0,97
	≥ 4	Pression			0,78	0,87	0,98
		Dépression			0,69	0,88	1,13
3,50	2	Pression					
		Dépression					
	3	Pression			0,60	0,70	0,83
		Dépression			0,51	0,66	0,84
	≥ 4	Pression			0,62	0,69	0,83
		Dépression			0,60	0,77	0,98

Notes :

- Les valeurs de charges admises du tableau sont à comparer en pression aux charges de neige (s) selon la norme NF EN 1991-1-3 et son Annexe Nationale NF EN 1991-1-3/NA, et en dépression aux charges de vent caractéristique (Wk) selon le E-cahier CSTB n°3804_V2 d'octobre 2021. Elles tiennent compte d'une résistance caractéristique à l'arrachement de l'assemblage "patte +2 vis" (ou 4 vis dans le cas particulier du § 2.2.2.3.5) conforme au § 2.2.2.3.1.
- Les valeurs du tableau sont valables pour les pattes aluminium uniquement.

Tableau 15 - Kalzip® 65/400 - Charges réparties ELS admises en [kN/m²] en fonction des portées et du nombre d'appuis, sur pattes aluminium

2.3.4. Contact de l'aluminium avec d'autres matériaux

On se reportera aux dispositions du paragraphe 3.13 du DTU 40.36, qui interdit principalement le contact direct de l'aluminium avec le plomb, le cuivre, l'étain et l'acier non protégé.

Les contacts suivants sont interdits :

- Pour le bois : les contacts directs avec le chêne, le châtaignier, ainsi que les bois traités avec des oxydes métalliques de cuivre ;
- Pour les métaux : le cuivre, le plomb, l'étain, l'acier non protégé, ainsi que les revêtements de protection contenant du plomb, du cuivre, du fer ou du mercure.
- Pour le plâtre : lorsqu'il s'agit d'un support en plâtre ou en mortier de ciment, le contact direct avec le plâtre et le ciment est interdit. Toutefois, ces interdictions ne s'appliquent pas aux ouvrages localisés tels que solins ou engravures.

Les contacts autorisés sont les suivants : le zinc, l'acier inoxydable, l'acier galvanisé ou protégé d'un revêtement contenant du zinc.

2.3.5. Remarques sur les évacuations d'eau pluviales

La mise en place de gouttières accrochées directement sur l'extrémité des bacs Kalzip® n'est pas envisageable.

2.4. Dispositions de mise en œuvre

2.4.1. Dispositions générales

La Société Kalzip® France n'assure pas elle-même la mise en œuvre du procédé, qui est faite par des entreprises formées et qualifiées (cf. § 2.8.2). Elle peut apporter son assistance technique à leur demande.

Une reconnaissance préalable du support (alignement, planéité, orientation de la structure, etc.), doit être effectuée avant de débiter la pose des bacs Kalzip® (cf. § 2.3.1.1).

Les éléments Kalzip® en aluminium sont livrés avec un film adhésif de protection, qui doit être retiré si possible à l'avancement du chantier, une exposition prolongée au soleil peut rendre l'enlèvement du film difficile.

Les bacs Kalzip® sont sertis aux pattes Kalzip® de fixation, qui sont fixées à la charpente ou à la structure intermédiaire. Les bourrelets d'assemblages sont tournés vers le haut emboîtés male/femelle et sertis mécaniquement à l'aide d'une machine électrique spéciale ou tout autre dispositif mécanique autorisé par le fabricant.

La qualité de la structure porteuse devra tout particulièrement être contrôlée et réceptionnée avant mise en œuvre de la couverture (cf. § 2.3.1.1).

2.4.2. Manutention et stockage

Les colis de bacs Kalzip®, qu'ils soient livrés directement d'usine ou fabriqués sur site, doivent être protégés des intempéries et entreposés si possible dans un endroit couvert et sec ou protégé par bâchage.

Les colis doivent être surélevés par rapport au niveau du sol afin de permettre une bonne ventilation. Afin d'empêcher d'éventuelle stagnation d'eau à l'intérieur des produits, les colis doivent être stockés avec une légère inclinaison (cf. figure 18).



Figure 18 – Stockage des bacs Kalzip®

2.4.3. Fixations des pattes Kalzip®

2.4.3.1. Généralités

La fixation des pattes Kalzip® sur la charpente ou la structure intermédiaire nécessite une largeur d'appui compatible avec la largeur de l'embase de la patte (cf. figures 8 à 10) :

- 60 mm minimum avec patte aluminium seule ;

- 64 mm avec sabot isolant ;
- 65 mm minimum avec pattes composites.

Note : Dans tous les cas, la distance au bord des fixations doit être respectée.

L'axe vertical des pattes doit être perpendiculaire au plan de la couverture au point d'intersection. La répartition des pattes doit permettre la répartition des efforts sur l'ensemble de la structure porteuse.

Les vis de fixation sont impérativement en inox austénitique A2. Il faut au minimum deux vis par patte disposées de chaque côté de l'âme (cf. figures 11 et 12).

Le pré-perçage éventuel des trous s'effectue selon les recommandations de la fiche technique de la fixation.

2.4.3.2. Fixations sur panne acier

2.4.3.2.1. Panne acier ou écarteur d'épaisseur $1,5 \text{ mm} \leq t \leq 2,5 \text{ mm}$

Les pattes Kalzip® sont fixées sur la panne ou l'écarteur avec 2 vis définies au § 2.2.2.3.

La mise en œuvre des vis de Ø 6,0 mm s'effectue avec l'adaptateur type SFS DS K37 pour les vis de type SFS SDK3-S-377-6.0xL, ou avec une visseuse professionnelle avec butée de profondeur pour les vis SXX3-D10-6.0xL munie d'une douille spécifique limitant le couple de serrage, de part et d'autre de l'âme de la patte dans les trous de Ø 6,1 mm positionnés aux angles (cf. figure 5).

L'utilisation des vis de Ø 6,5 mm reste possible dans les trous de Ø 7 mm positionnées de part et d'autre de l'âme de la patte (cf. figure 12).

2.4.3.2.2. Panne acier d'épaisseur $2,5 \text{ mm} < t \leq 4,0 \text{ mm}$

Les pattes Kalzip® sont fixées sur la panne avec 2 vis définies au § 2.2.2.3.

La mise en œuvre s'effectue avec une visseuse professionnelle avec butée de profondeur munie d'une douille spécifique limitant le couple de serrage dans les trous de Ø 7 mm positionnées de part et d'autre de l'âme de la patte (cf. figure 12).

2.4.3.2.3. Panne acier d'épaisseur $t > 4,0 \text{ mm}$

Les pattes Kalzip® sont fixées sur la panne avec 2 vis définies au § 2.2.2.3.

La mise en œuvre s'effectue avec une visseuse professionnelle avec butée de profondeur munie d'une douille spécifique limitant le couple de serrage dans les trous de Ø 7 mm positionnées de part et d'autre de l'âme de la patte (cf. figure 12).

2.4.3.3. Fixations sur panne bois

Les pattes Kalzip® sont fixées sur la panne bois avec les vis définies au § 2.2.2.3.

La mise en œuvre des 2 vis de type SFS TDA s'effectue avec une visseuse professionnelle avec butée de profondeur munie d'une douille spécifique limitant le couple de serrage dans les trous de Ø 7 mm positionnées de part et d'autre de l'âme de la patte (cf. figure 12).

La mise en œuvre des 4 vis de type SFS SDK2-S-377-6.0xL s'effectue avec l'adaptateur type SFS DS K37, ou avec une visseuse professionnelle avec butée de profondeur munie d'une douille spécifique limitant le couple de serrage pour les vis de type SFS SXX2-D10-6.0xL, dans les trous de Ø 6,1 mm et positionnées aux angles (cf. figure 11).

La longueur de vis est adaptée en fonction des caractéristiques particulières du chantier en respectant un ancrage minimum de 50 mm dans le support bois dans le cas général, et 30 mm minimum dans le cas particulier d'utilisation des 4 vis de type SFS SDK2-S-377-6.0xL ou de type SFS SXX2-D10-6.0xL.

2.4.4. Points singuliers

2.4.4.1. Égout (cf. figure 19)

À l'égout, on réalise un larmier à l'aide d'une pince spécifique. Ce dispositif est complété systématiquement d'une cornière en aluminium (cf. § 2.2.2.4.2.2), rivetée à l'aide de rivets aluminium/inox, en retrait de 20 mm en sous-face des bacs.

Deux types de cornière sont disponibles :

- L = 40 x 20 x 2 mm représente la cornière standard ;
- Dans le cas d'un égout biais (portée entre joints debouts > 400 mm), l'utilisation de la cornière L = 70 x 30 x 2 mm est impérative.

La fixation de la cornière d'égout ne doit pas venir liasonner deux bacs ayant une dilatation différente (bacs en aval de lanternaux notamment).

Pour les pentes inférieures à 10 %, un closoir en mousse préformée accompagné d'un compriband est disposé entre la cornière d'égout et le dessous des bacs. Dans le cas d'une pente comprise entre 10 % et 20 %, seul le compriband est interposé. Dans le cas d'une pente supérieure à 20 %, le compriband n'est plus nécessaire (cf. tableau 4).

Le porte-à-faux du bac Kalzip® au niveau de l'égout, par rapport à la patte de fixation, ne peut être inférieur à 100 mm, ni supérieur à 275 mm (cf. figure 19).

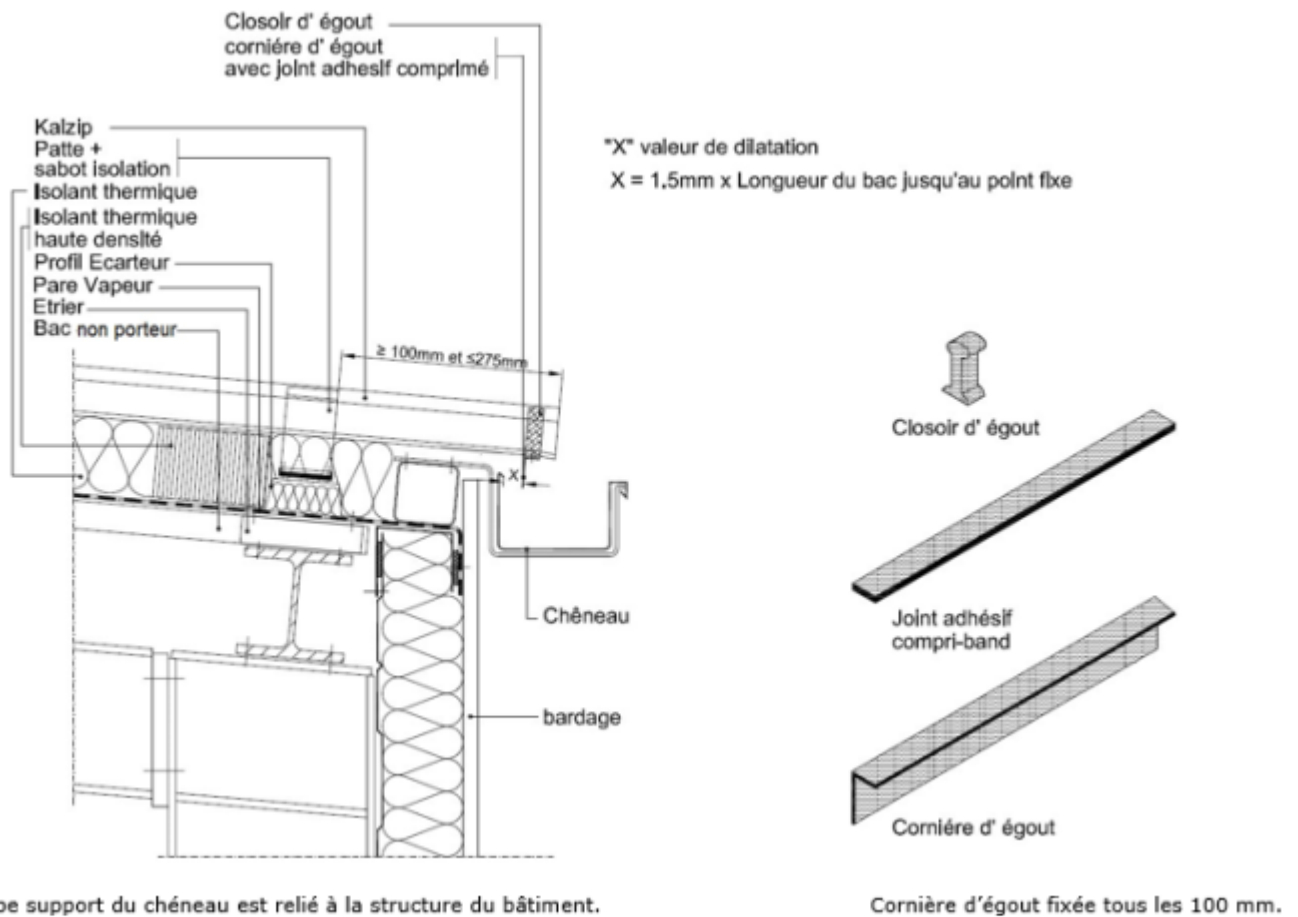


Figure 19 – Détail de l'égout

2.4.4.2. Faîtage (cf. figure 20 et 20 bis)

L'étanchéité au faîtage est réalisée par :

- Un relevé de bord du profil Kalzip à l'aide d'une pelle spécialisée.
- La mise en place d'un closoir en aluminium pour toutes pentes, formant chambre de décompression avec le bord relevé, auquel est adossé un closoir mousse pour les pentes ≤ 10%. (cf. tableau 4)

Le porte-à-faux du bac Kalzip® débordant du faîtage ne peut être supérieur à 275 mm.

Dans le cas d'un faîtage coulissant, prévoir l'accessoire spécifique (cf. figure 20 bis).

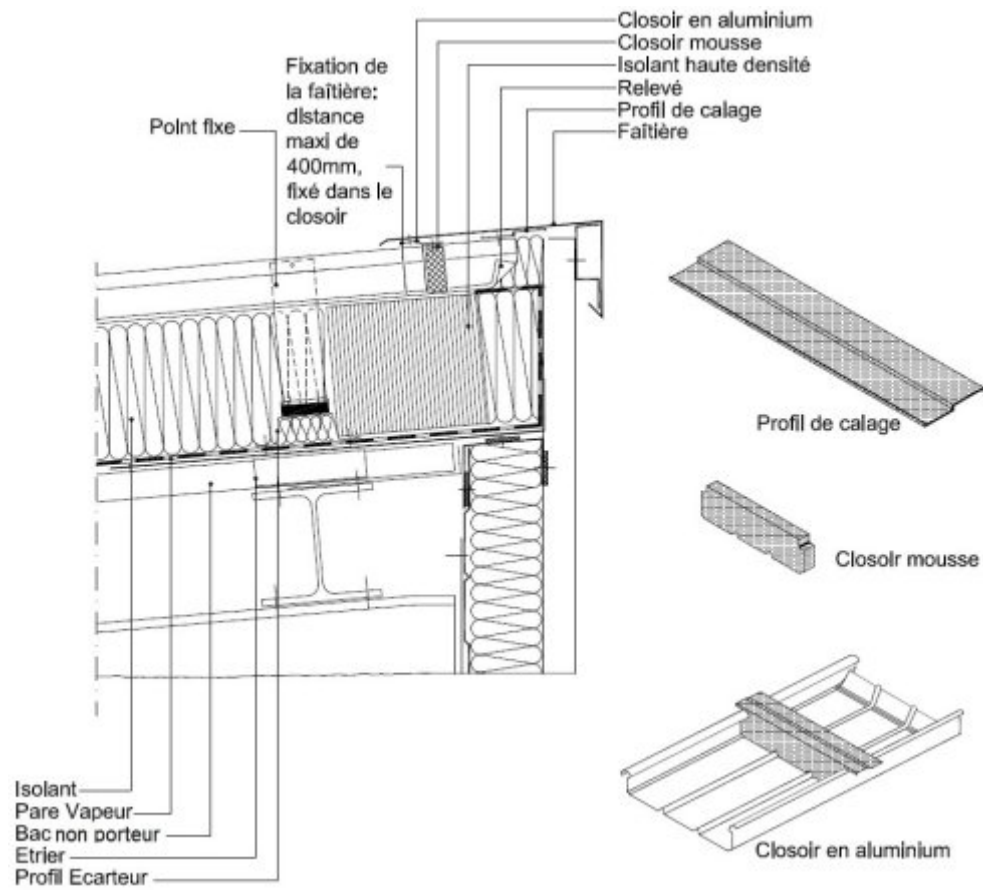


Figure 20 – Détail du faitage normal (pente $\geq 3\%$)

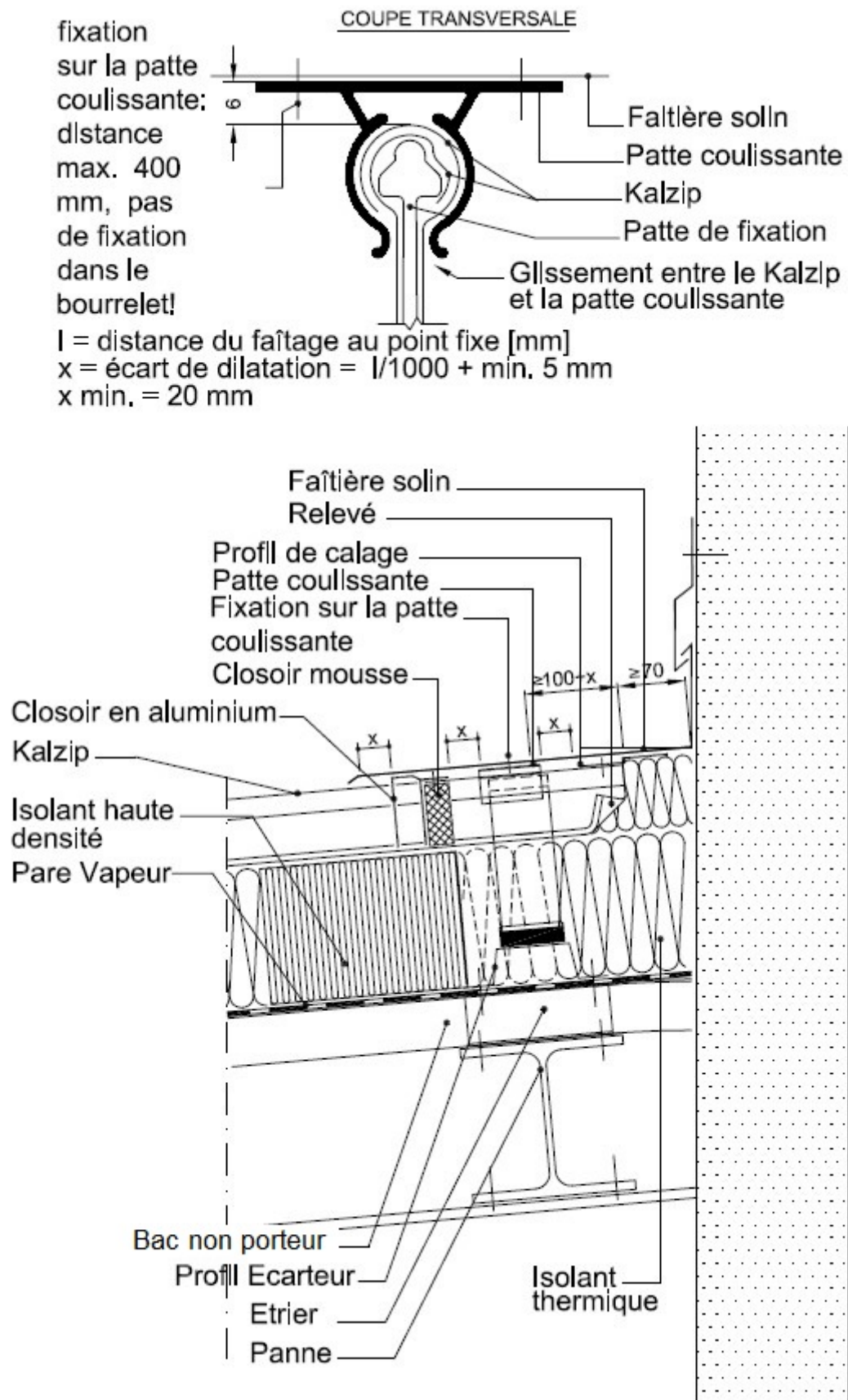


Figure 20 bis - Détail du faîtage coulissant (pente $\geq 3\%$)

2.4.4.3. Rives latérales (cf. figure 21)

Les rives latérales sont réalisées par assemblage du profil de rive, maintenu par la patte de rive vissée solidement au droit de chaque patte de fixation. Le dispositif peut être complété par un support de rive à clipper. L'habillage de la rive en aluminium est alors réalisé par l'entreprise de pose en respectant les recommandations du DTU 40.36. La rive latérale aura par ailleurs une pente transversale de 10 % déversant sur la surface de couverture courante.

Les rives latérales des couvertures droites peuvent être réalisées avec des profils de rives « tout-en-un », en aluminium et de longueur 3 m maximum (cf. figure 21 bis). Le profil Kalzip® est placé dans le profil de rive « tout-en-un » sans pattes de fixation. La fixation des profils de rives « tout-en-un » se fait avec au minimum autant de vis que pour une fixation avec pattes classiques. Un habillage de rive est ensuite réalisé conformément au paragraphe précédent.

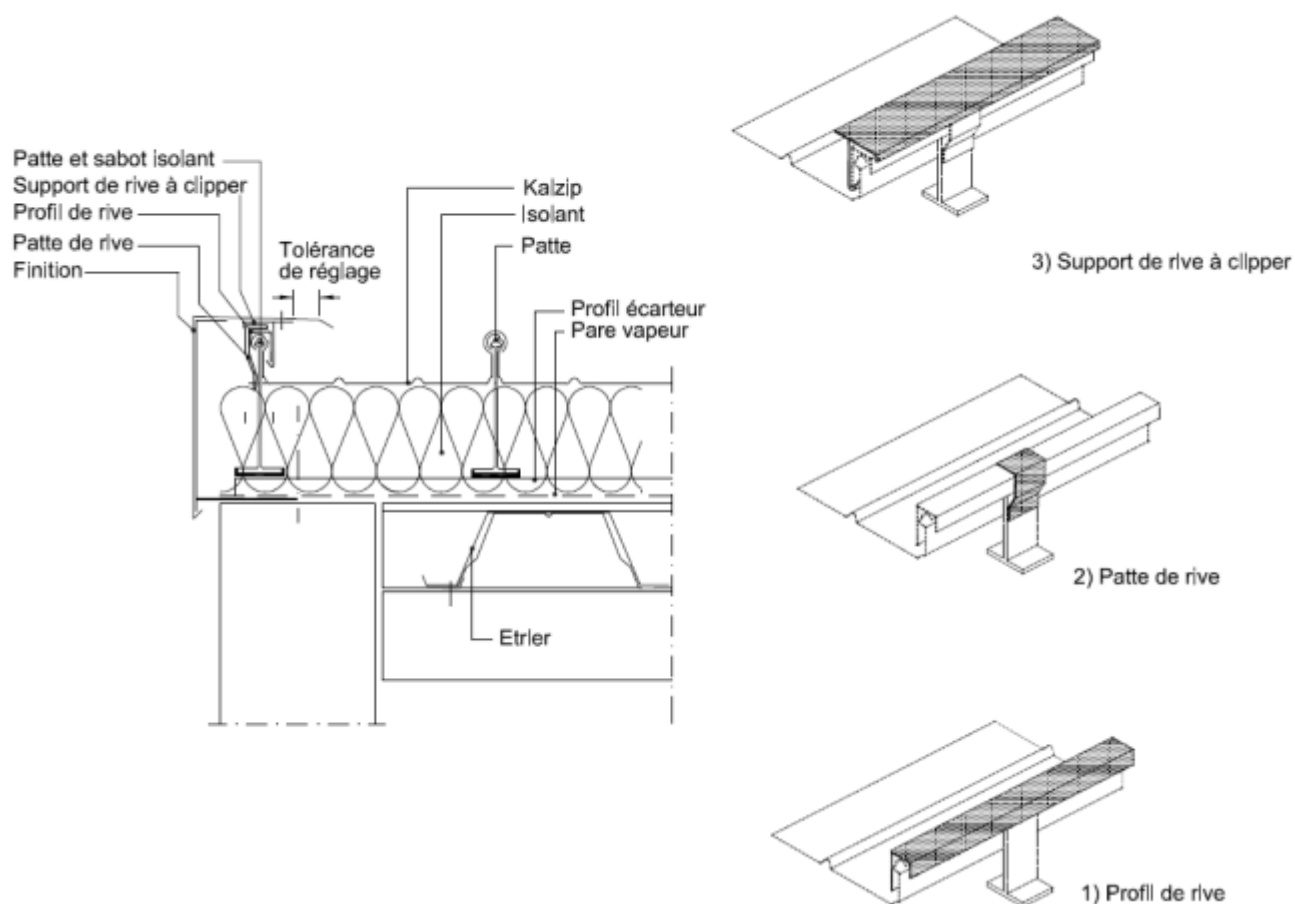
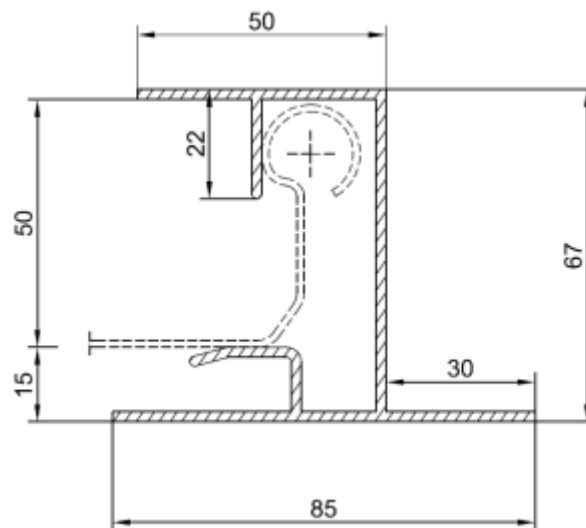
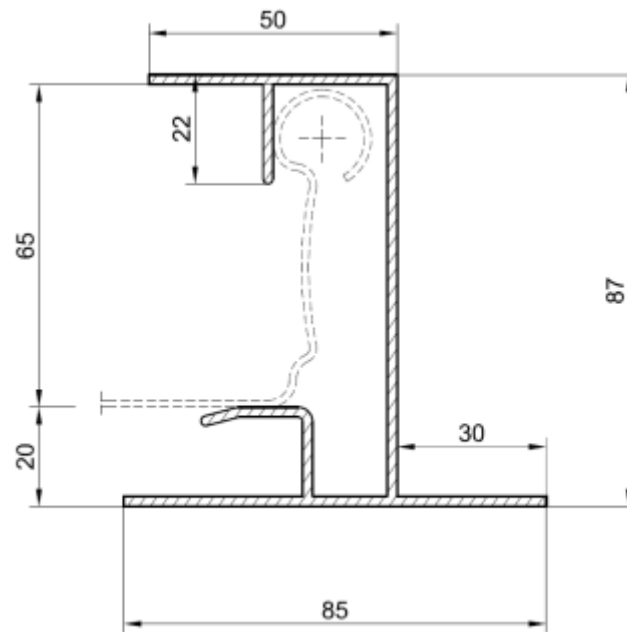


Figure 21 – Détail de rive



Longueur maximale : 3 m.

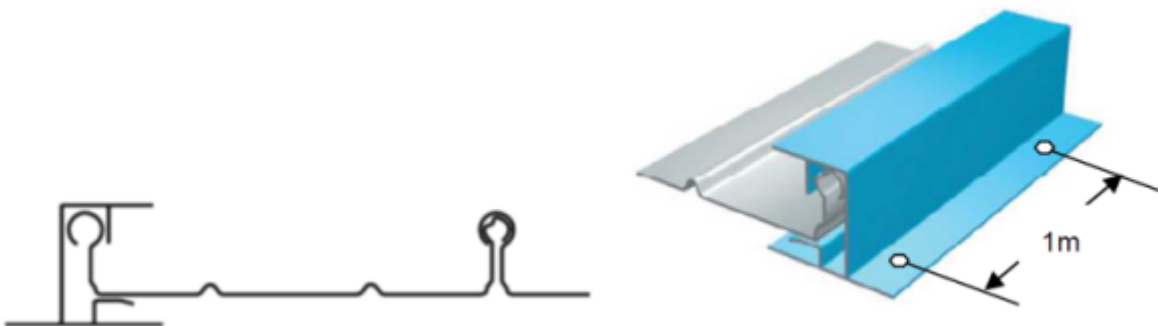


Figure 21 bis – Profil de rive tout-en-un : hauteur 50 pour les profils de type Kalzip® 50, AF 65 ou AS 65, hauteur 65 pour les profils de type Kalzip® 65

2.4.4.4. Chéneau (cf. figure 22)

Les chéneaux sont réalisés conformément au NF DTU 60.11 P3, aux principes du DTU 40.5, et conformément à la figure 22.

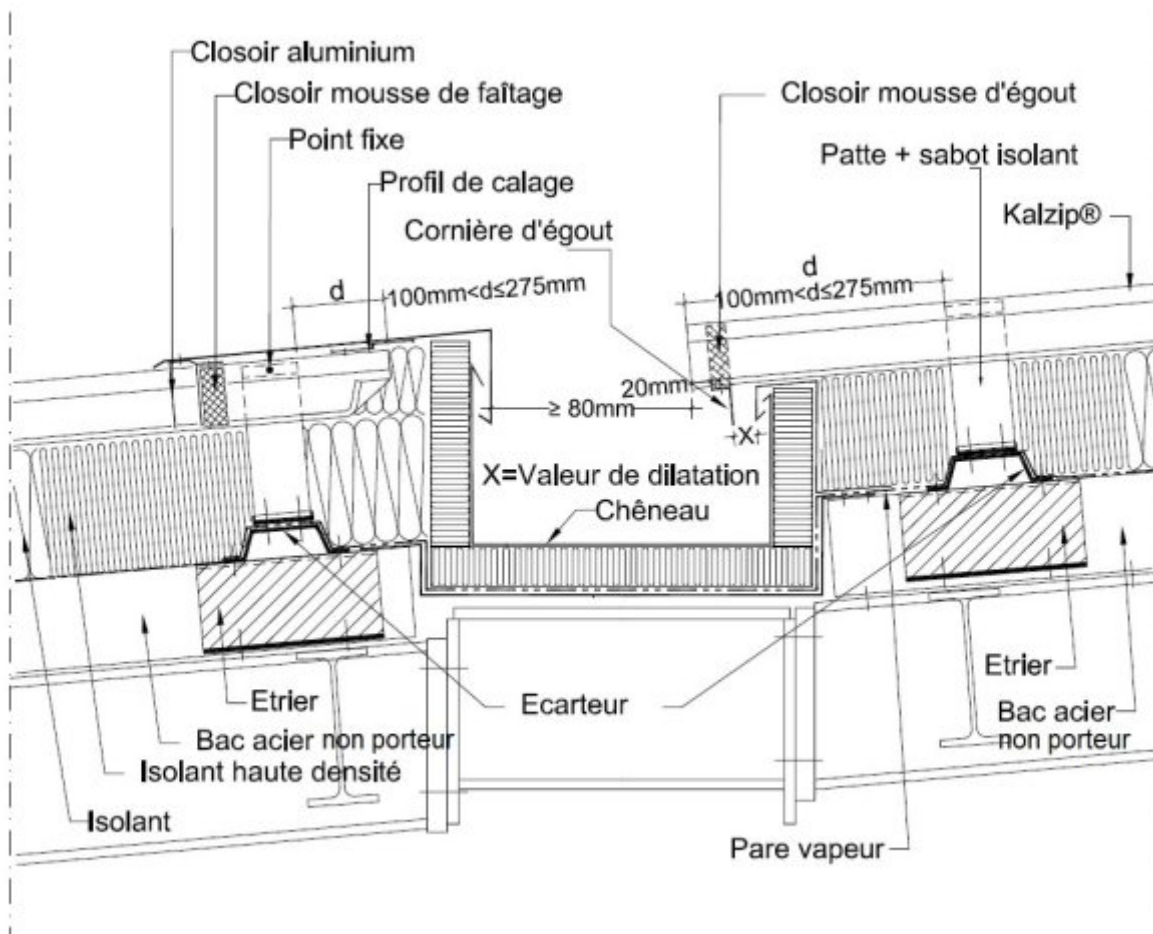


Figure 22 – Chéneau

2.4.5. Assemblage transversal des bacs Kalzip®

2.4.5.1. Généralités

L'assemblage transversal n'est pas envisagé lors de la conception des ouvrages. Il demeure toutefois un recours :

- Lorsqu'il est difficile de produire ou de transporter le bac Kalzip® en un seul élément ;
- Lorsqu'une géométrie particulière est imposée par l'ouvrage.

2.4.5.2. Par recouvrement transversal triple barrière (pente $\geq 7\%$) (cf. figure 23)

L'assemblage transversal par recouvrement est réalisable pour des pentes supérieures ou égales à 7 % minimum. Il doit être situé à au moins 100 mm au-dessus d'une patte de fixation Kalzip® et au plus à 200 mm de celle-ci. La longueur minimale du recouvrement est de 200 mm.

Le raccordement transversal est obtenu par superposition des profils après coupure de la petite nervure supérieure, avec recours systématique à un complément d'étanchéité disposé en triple barrière.

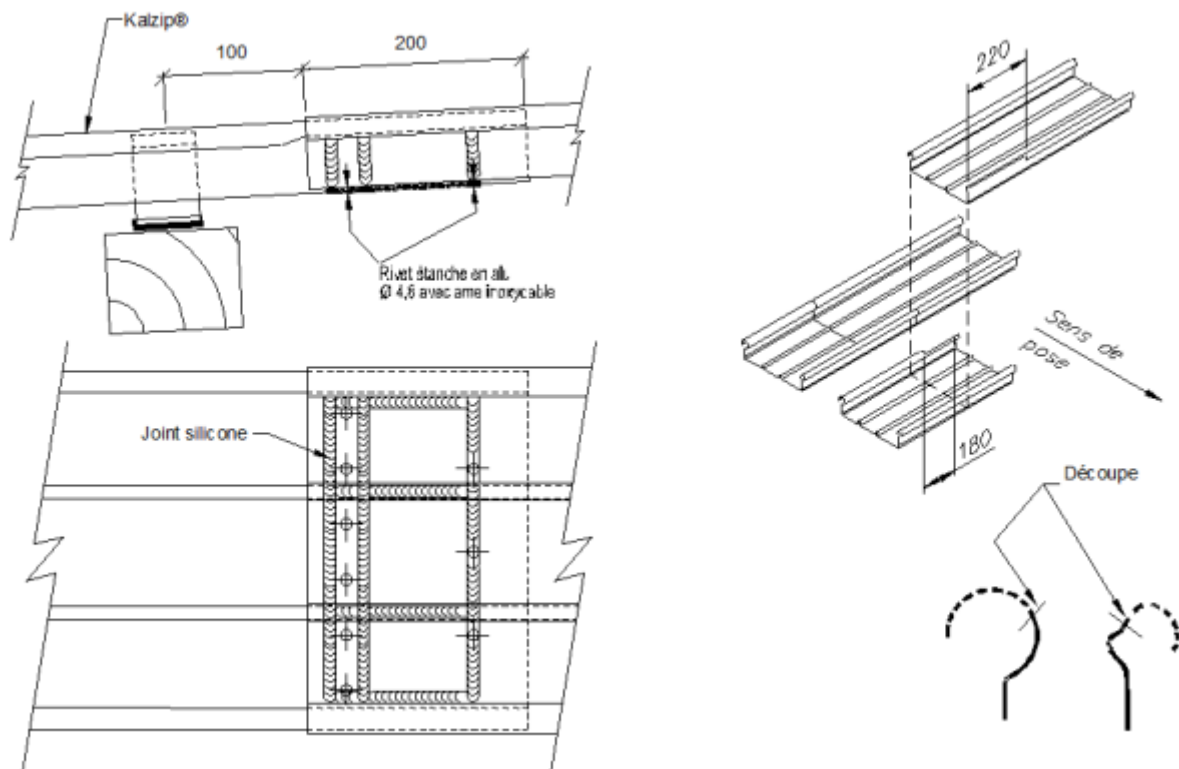


Figure 23 – Détail recouvrement transversal triple barrière (pente $\geq 7\%$)

2.4.5.3. Par soudure (cf. figure 23 bis)

En dessous de 7 % le recours à un assemblage par cordon de soudure est impératif (pentes entre 3 % et 7 %). Il doit être situé à au moins 100 mm au-dessus d'une patte de fixation Kalzip®.

La soudure sur l'aluminium doit être effectuée avec le procédé soudure à l'arc (soudure TIG* ou MIG*).

L'étanchéité d'un bac raccordé par soudure équivaut à celle d'un bac continu.

La soudure doit être réalisée par un soudeur qualifié ayant suivi une formation spécifique (soudure TIG* et MIG* suivant la norme EN ISO 9606-2) certifiée par un centre agréé dans ce domaine.

Dans les zones de soudure, il ne faut pas placer de patte Kalzip® de fixation à moins de 250 mm de la soudure, afin de ne pas entraver la dilatation (cf. figure 23 bis).

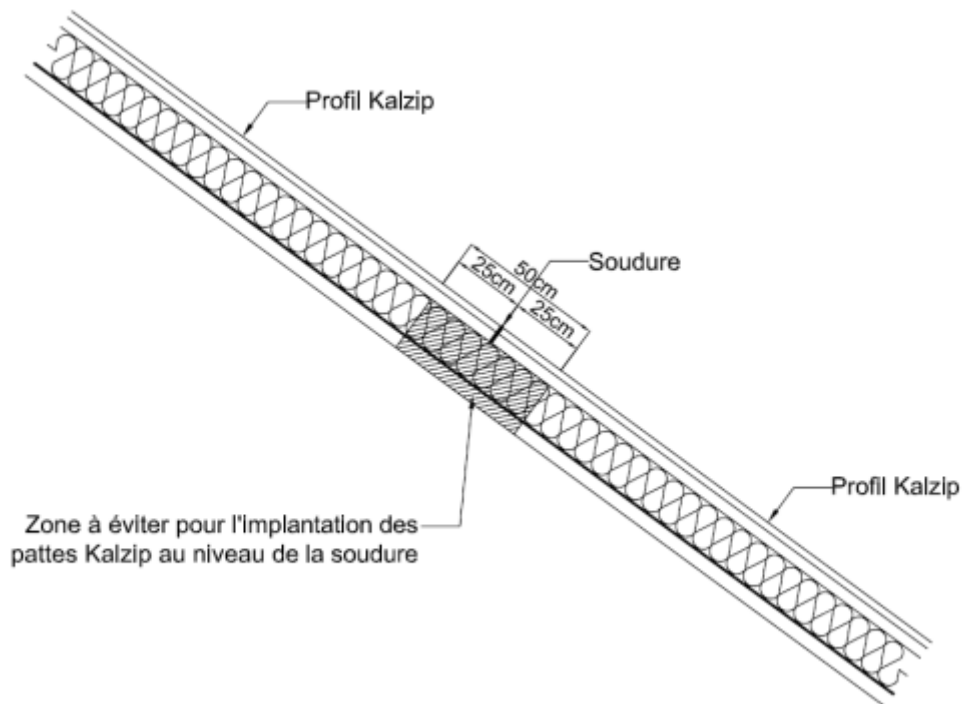


Figure 23 bis – Détail recouvrement par soudure

2.4.5.4. Ressaut (cf. figure 24)

Dans le cas d'une longueur de rampant trop importante, un ressaut doit être intégré dans la couverture. Le ressaut peut s'exécuter à partir d'une pente minimale de 3 % à condition que la plage plane soit relevée en extrémité haute, et après avoir placé le closoir en aluminium, le closoir mousse et le profil de calage de faitière de façon similaire à la réalisation d'un faitage.

Le débord de l'élément supérieur sur l'élément inférieur est au minimum de 150 mm, le porte à faux de l'élément supérieur par rapport à la dernière patte de fixation ne dépassant pas 275 mm.

Une bavette de ressaut sera mise en place sur l'extrémité de l'élément inférieur. Elle empêche la remontée de l'eau de ruissellement, elle sera réalisée de façon à créer une chicane entre la partie inférieure et la partie supérieure.

L'extrémité basse de l'élément supérieur sera réalisée comme un égout standard, avec la mise en place d'un closoir mousse, réalisation du larmier à la pelle, puis pose de la cornière d'égout et du compribandé d'étanchéité.

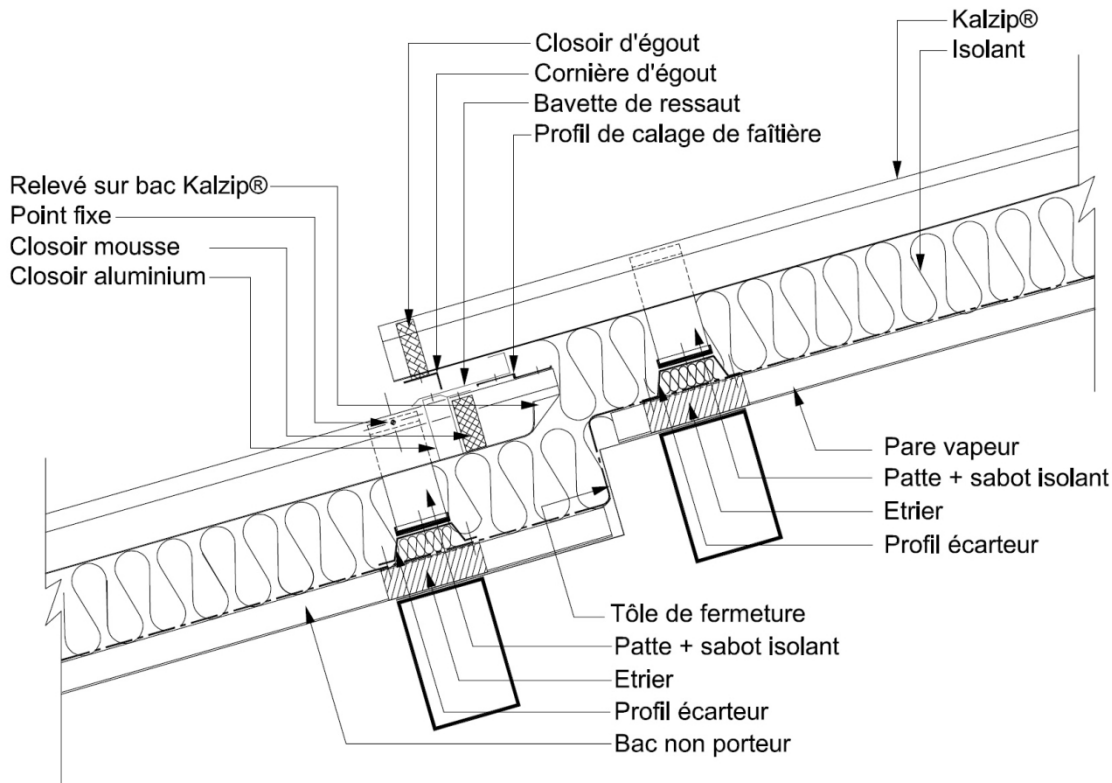


Figure 24 – Ressaut

2.4.6. Accidents de toiture

2.4.6.1. Généralités

Un accident de toiture est une pénétration dans la couverture. Il est raccordé au profil Kalzip® :

- Soit, par recouvrement (cf. § 2.4.6.2) ;
- Soit, par soudure (cf. § 2.4.6.3).

Ce procédé est destiné à la réalisation de couvertures avec peu de pénétrations et de dimensions limitées.

Afin de suivre les principes du système Kalzip® et d'assurer la libre dilatation, l'accident de toiture ne doit pas créer de deuxième point fixe.

Il convient de toujours tenir compte de la valeur de la dilatation dans la conception des détails.

Elles sont réalisées en tôle d'aluminium d'épaisseur minimum de 1 mm. Dans le cas d'une largeur de pénétration supérieure à 1 200 mm, il est conseillé de réaliser une besace (voir DTU 40.36 - figure 36) pour favoriser l'évacuation de l'eau de ruissellement. Prévoir un dégagement d'eau latéral minimum de 60 mm.

Dans le cas d'une couverture chaude, la présence d'un support périphérique de costière en isolant haute densité est conseillée. Les bacs Kalzip® doivent être supportés par des pattes Kalzip® en amont et en aval de la costière aluminium.

La sortie de toiture intéresse au maximum 4 bacs de couverture.

2.4.6.2. Par recouvrement (cf. figure 25)

Les pénétrations de couverture pour les pentes $\geq 7\%$ peuvent être réalisées par recouvrement d'étanchéité en triple barrière (cf. § 2.4.5.2).

Attention la cote "X" correspond à de dilatation maximale au droit de la costière. Cette cote doit impérativement être respectée dans l'exécution de l'ouvrage

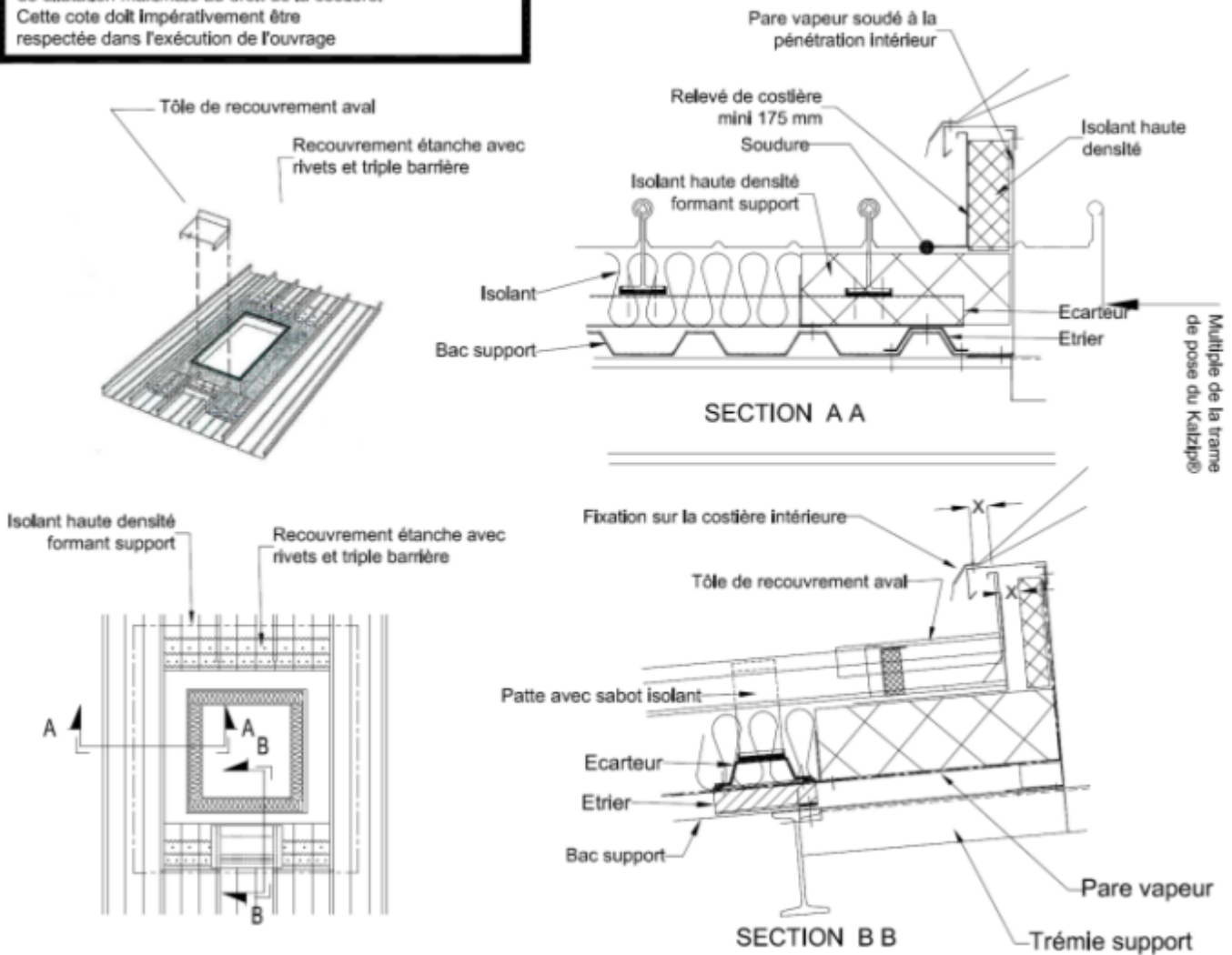


Figure 25 - Pénétration avec recouvrement des bacs Kalzip® (pente $\geq 7\%$)

2.4.6.3. Par soudure (cf. figure 25 bis)

En dessous de 7 % de pente, les accidents de toiture sont obligatoirement raccordés à la couverture Kalzip® par soudure (cf. § 2.4.5.3).

Attention la cote "X" correspond à la dilatation maximale au droit de la costière. Cette cote doit impérativement être respectée dans l'exécution de l'ouvrage

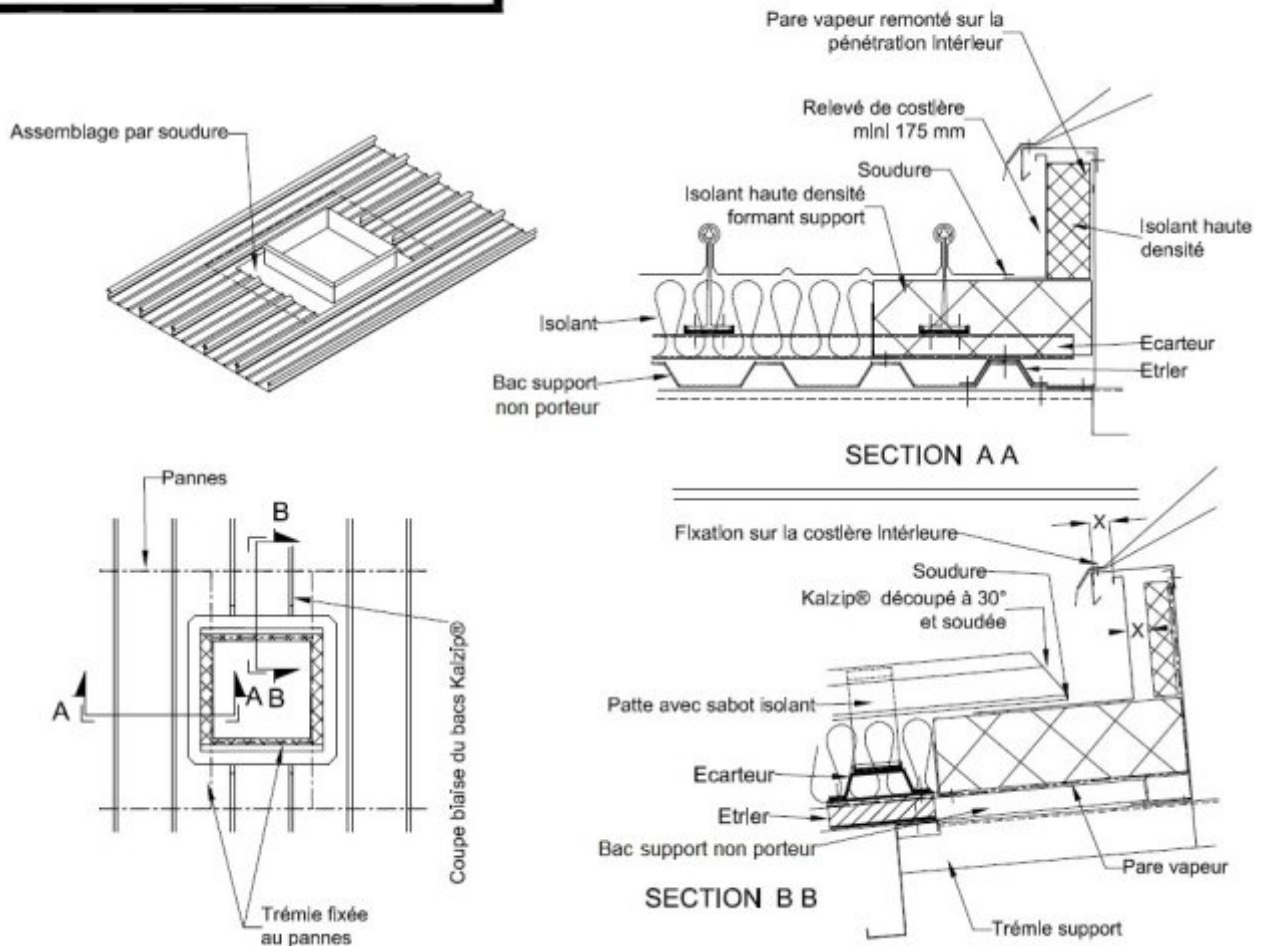


Figure 25 bis – Pénétration raccordée au Kalzip® par soudure

2.5. Départements et régions d'Outre-Mer (DROM)

2.5.1. Généralités

Sous certaines restrictions et conditions supplémentaires énoncées dans la suite de ce § 2.5, le procédé peut être mis en œuvre dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM) de Mayotte, La Martinique, La Guadeloupe, Guyane, et La Réunion, uniquement en couverture froide ventilée (« toiture froide ventilée » selon les dispositions prévues dans le Cahier des Clauses Techniques du DTU 40.36 paragraphe 3.7), sur bâtiments ouverts ou fermés.

Un régulateur de condensation (cf. § 2.2.2.1.5) appliqué en usine et une ventilation en sous-face des profils Kalzip® sont systématiquement mis en œuvre.

En bâtiments fermés, afin de s'assurer d'une correcte ventilation en sous-face de la toiture froide ventilée, la longueur de rampant sera limitée à 40 m. De plus, la pente de couverture sera obligatoirement supérieure à 5 % en tout point de la couverture (cf. § 2.5.3.2).

Une attention particulière sera également portée au dimensionnement des gouttières et chéneaux, qui seront dimensionnés selon la norme NF DTU 60.11 P3.

En cas de locaux climatisés, ces derniers devront nécessairement se trouver dans un volume fermé isolé, sans obstruer la ventilation en sous face de la couverture Kalzip®.

2.5.2. Caractéristiques des composants en DROM

2.5.2.1. Caractéristiques géométriques des éléments

Les épaisseurs des bacs dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM) sont limitées aux épaisseurs supérieures ou égales à 0,9 mm.

Les profils utilisables dans les DROM sont uniquement les profils avec une largeur utile < à 500 mm (cf. tableau 16) :

- Kalzip® 65/305, Kalzip® 65/333 et Kalzip® 65/400.
- Kalzip® AF 65/333, Kalzip® AF 65/434 et Kalzip® AS 65/422.
- Kalzip® 50/333 et Kalzip® 50/429.

Profil Kalzip®	Hauteur	Largeur	Tableau de charges	Epaisseur
Profil Kalzip®	65	305	Tableau 5	0.9 mm 1.0 mm 1.2 mm
		333	Tableau 6	
		400	Tableaux 7 et 15	
	50	333	Tableau 12	
		429	Tableau 13	
	AF 65	333	Tableau 9	
		434	Tableau 10	
	AS 65	422	Tableau 10	
Pattes aluminium Kalzip®	De L10 à L150			

Tableau 16 – Eléments du système Kalzip admis en DROM

2.5.2.2. Revêtement éventuel

En cas d'emploi d'un traitement de surface en polyester ou PVDF, ce dernier doit être de performance minimale Rc3 Ruv4 selon la norme NF EN 1396.

2.5.2.3. Patte de fixation et sabots

Dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM), la mise en œuvre du procédé se fait exclusivement avec les pattes de fixation en aluminium (cf. § 2.2.2.2.1) et sabots isolant (cf. § 2.2.2.2.2).

2.5.2.4. Accessoires de montage auxiliaires : étriers et profils écarteurs

En aggravation des § 2.2.2.5.3 et 2.2.2.5.4, les profilés écarteurs et étriers seront protégés contre la corrosion par revêtement métallique ALUZINC AZ 185 (selon ETPM-18/0049 de la Société ArcelorMittal Dudelange LIBERTY LIEGE-DUDELANGE (LU) S.A), avec consultation et accord de Kalzip).

Les profilés métalliques pourront également être galvanisés à chaud Z 350, Z 450, ZA 275 ou ZA 350 en fonction de la distance au littoral, selon la norme NF P 24-351, atmosphères extérieures protégées et ventilées, avec consultation et accord de la société Kalzip lorsque nécessaire.

2.5.3. Conception en DROM

2.5.3.1. Point fixe

En DROM, en l'absence de neige (sauf exigence particulière dans les DPM, assistance technique nécessaire dans ce cas), un autre calcul de T est réalisé, avec $T' = \gamma_g \cdot g_k \cdot L_{kal} \cdot b_{kal}$, (cf. exemple en Annexe 1).

2.5.3.2. Pente

La pente de couverture est au minimum de 5 % en DROM.

En cas de dévers, se reporter au § 2.3.2.4.2. Les sections seront à calculer selon la formule du paragraphe 5.2 de la norme NF DTU 60.11 P3, en appliquant la pluviométrie prévue par cette même norme pour les DROM.

	5 ≤ P ≤ 10 %	10 % < P
Jonctions transversales par soudures	Oui	Oui
Pénétration : assemblage par soudure	Oui	Oui
Jonctions transversales par rivets étanches + triple complément d'étanchéité	Non	Oui
Pénétration : assemblage par rivets étanches + triple complément d'étanchéité	Non	Oui
Closoir mousse égout nécessaire	Oui	Oui
Compribande égout nécessaire	Oui	Oui
Closoir mousse faitage	Oui	Oui

Tableau 17 – Longueurs, assemblages et pénétrations des bacs Kalzip® en fonction des pentes de couvertures en DROM

2.5.3.3. Longueur maximale de rampant et de bac

Les longueurs de bacs et de rampant maximales admises en DROM, sont récapitulées dans le tableau 1 (cf. § 1.1.2).

2.5.3.4. Portées d'utilisation des bacs

Les portées maximales admises des bacs Kalzip® entre appuis sont déterminées par les tableaux 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 15, épaisseur 0,9 à 1,2 mm uniquement en DROM, en fonction du type de profil, du nombre d'appuis considérés et des charges uniformément réparties (cf. § 2.3.3).

Les charges de vent à prendre en compte sont celles du *e-cahier CSTB n°3804_V2* d'octobre 2021 appliquées aux Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM) visés, soit la zone de vent 5 pour Mayotte, La Martinique, La Guadeloupe et La Réunion, et la zone 1 pour la Guyane.

2.5.4. Mise en œuvre en DROM

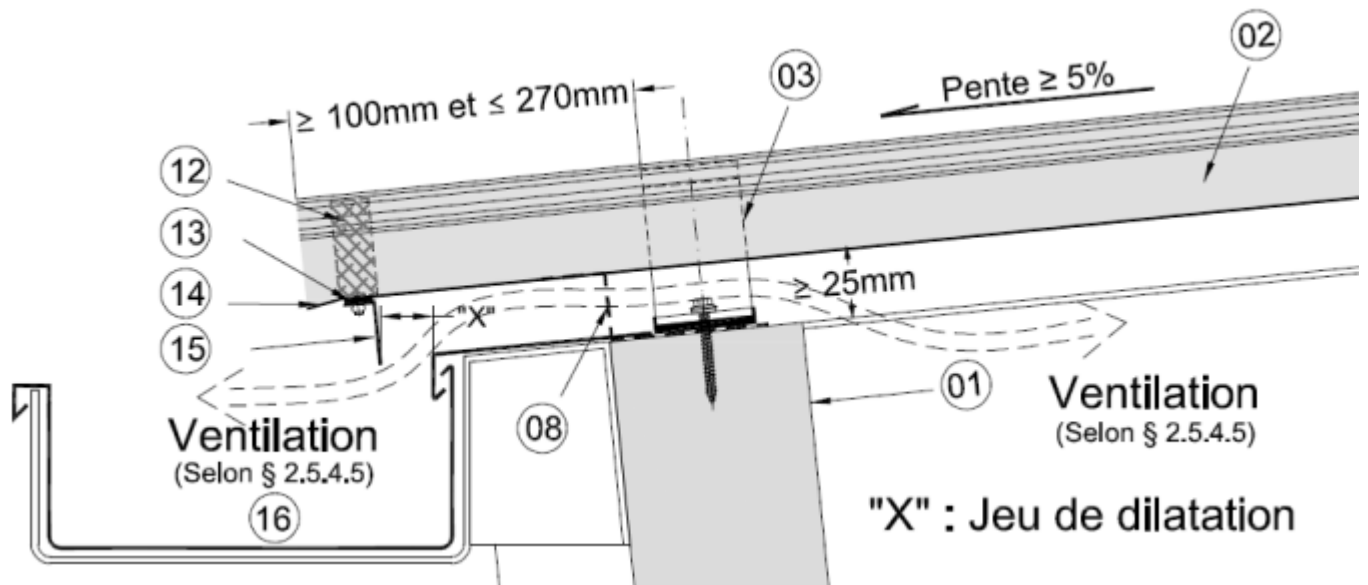
2.5.4.1. Fixations

Conformément au § 2.2.2.3, les vis de fixation des pattes sont impérativement en inox austénitique A2. En front de mer, l'inox austénitique A4 est requis.

2.5.4.2. Points singuliers

2.5.4.2.1. Égout (cf. figure 26)

Quelle que soit la pente, le closoir en mousse préformée accompagné d'un compribande est disposé entre la cornière d'égout et le dessous des bacs.



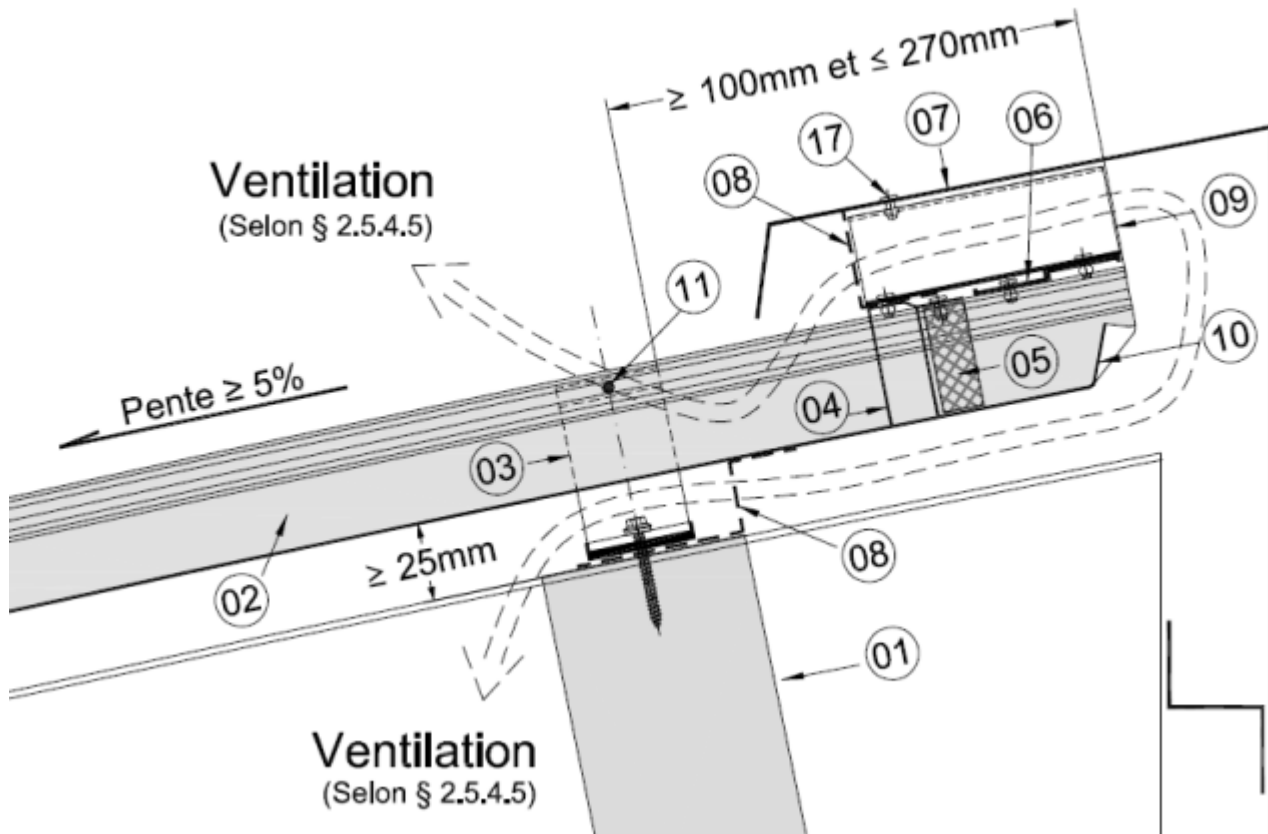
LEGENDE

- | | |
|---|--|
| ① Panne | ⑨ Profil aluminium trapèze 50/167/0.8, L=150mm |
| ② Profil Kalzip | ⑩ Relevé de bord |
| ③ Patte Kalzip | ⑪ Point fixe |
| ④ Closoir aluminium | ⑫ Closoir mousse d'égout |
| ⑤ Closoir mousse | ⑬ Compriband |
| ⑥ Profil de calage | ⑭ Larmier |
| ⑦ Faltière | ⑮ Cornière d'égout |
| ⑧ Profil perforé anti-intrusion en aluminium, t = 2 mm
ou acier AZ 185, de section de ventilation
conforme au § 2.5.4.5 | ⑯ Gouttière supportée par la structure |
| | ⑰ Fixation de la faitière tous les 100 mm |

Figure 26 – Détail de l'égout toiture froide ventilée en DROM

2.5.4.2.2. Faîtage (cf. figure 27)

Au faitage, l'opération de relevé par pliage de la plage du bac et la mise en place du closoir mousse sont systématiquement réalisées, quelle que soit la pente.



LEGENDE

- | | |
|---|--|
| ① Panne | ⑨ Profil aluminium trapèze 50/167/0.8, L=150mm |
| ② Profil Kalzip | ⑩ Relevé de bord |
| ③ Patte Kalzip | ⑪ Point fixe |
| ④ Closoir aluminium | ⑫ Closoir mousse d'égout |
| ⑤ Closoir mousse | ⑬ Compribande |
| ⑥ Profil de calage | ⑭ Larmier |
| ⑦ Faitière | ⑮ Cornière d'égout |
| ⑧ Profil perforé anti-intrusion en aluminium, t = 2 mm
ou acier AZ 185, de section de ventilation
conforme au § 2.5.4.5 | ⑯ Gouttière supportée par la structure |
| | ⑰ Fixation de la faitière tous les 100 mm |

Figure 27 - Détail du faitage toiture froide ventilée en DROM

2.5.4.3. Assemblage transversal (cf. tableau 17)

Dans les DROM, afin de limiter le risque d'infiltrations, dans les cas où un assemblage transversal ne saurait être évité, ce dernier sera réalisé par soudure (cf. § 2.4.6.3) pour des pentes de 5 % à 10 %.

Pour des pentes supérieures à 10 %, il est possible également de réaliser l'assemblage par recouvrement (cf. § 2.4.6.2).

2.5.4.4. Accident de toiture (cf. tableau 17)

Lorsque la couverture nécessite des pénétrations, le traitement sera obligatoirement réalisé par soudure pour des pentes de 5 % à 10 % (cf. § 2.4.6.3).

Pour les pentes supérieures à 10 %, il pourra être réalisé par recouvrement (cf. § 2.4.6.2).

2.5.4.5. Ventilation

Les sections et dispositions de ventilation de la sous-face de la couverture froide ventilée doivent respecter les préconisations au § 5.10 des Recommandations PACTE « Couvertures en plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues en climat tropical ou équatorial humide et conditions cycloniques » d'octobre 2021.

Le régulateur de condensation (cf. § 2.2.2.1.5) appliqué en usine est systématiquement mis en œuvre.

2.6. Système de passerelle Kalzip®

2.6.1. Généralités

Le système de passerelle Kalzip® est conçu pour permettre au personnel de l'établissement l'accès à la couverture Kalzip® lors de la maintenance et l'entretien d'éventuels équipements positionnés en toiture. Cette passerelle technique peut servir également de protection collective contre le risque de chute, si elle est accompagnée de son garde-corps, conforme à la NF E85-015: 2019.

Le maître d'œuvre définit les zones où un entretien régulier des équipements est requis. Ce dernier, ou le préventeur en phase conception, doit définir les moyens et systèmes de sécurité à mettre en place, notamment les endroits où une passerelle est nécessaire, et s'il est nécessaire de l'équiper ou non d'un garde-corps (sur un, deux, voir trois côtés), en fonction du risque de chute.

La passerelle Kalzip® est fixée sur les bourrelets (joints debout) du profil Kalzip® d'une manière non-traversante à l'aide de pinces spécifiques FA.

Elle peut être installée parallèlement ou perpendiculairement aux profils Kalzip®.

Sa largeur utile est de 800 mm.

L'implantation des passerelles sera limitée aux emplacements permettant un accès direct aux zones d'interventions nécessaires à la maintenance d'éventuels équipements en toiture (chéneaux, châssis de toiture, centrales de traitement d'air, etc...). Si la pose de deux passerelles parallèles se justifie et ne peut être évitée, les deux passerelles devront toujours avoir entre elles au minimum un joint debout libre de toute pince FA (sens passerelle parallèle aux bacs) ou une distance minimale de 3,0 m entre axes des deux passerelles (sens passerelle perpendiculaire aux bacs) (cf. § 2.6.3).

2.6.2. Composants de la passerelle

2.6.2.1. Généralités

Les différents composants de la passerelle, représentés sur les figures 28 à 36, sont exclusivement fournis par Kalzip®.

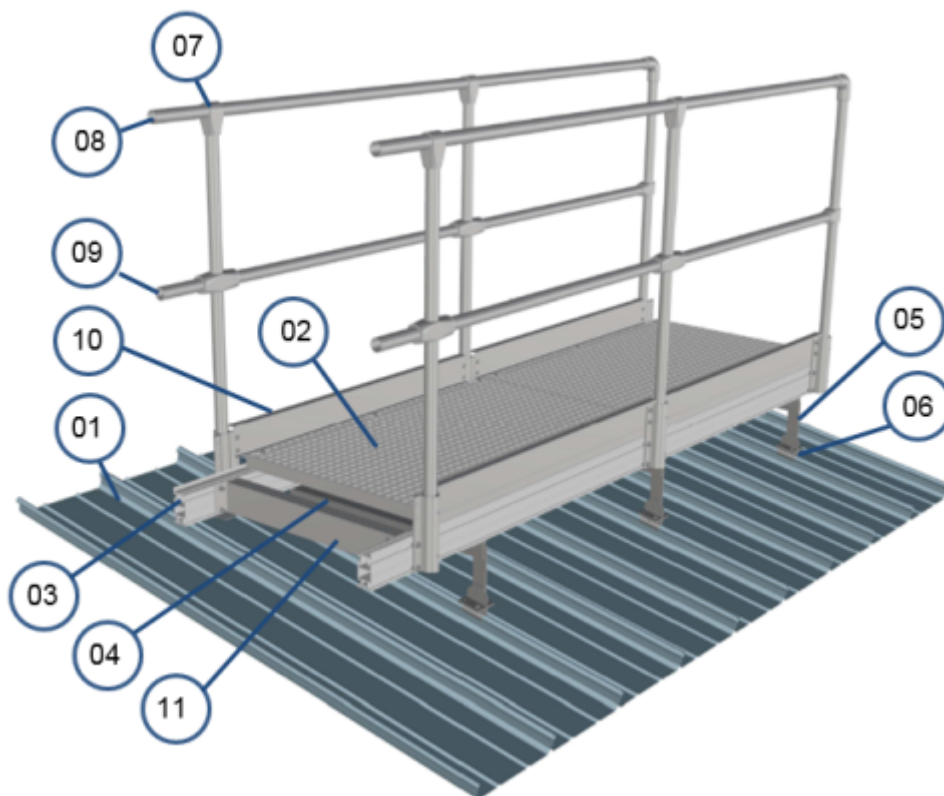


Figure 28 – Vue de la passerelle Kalzip® perpendiculaire au profil Kalzip®

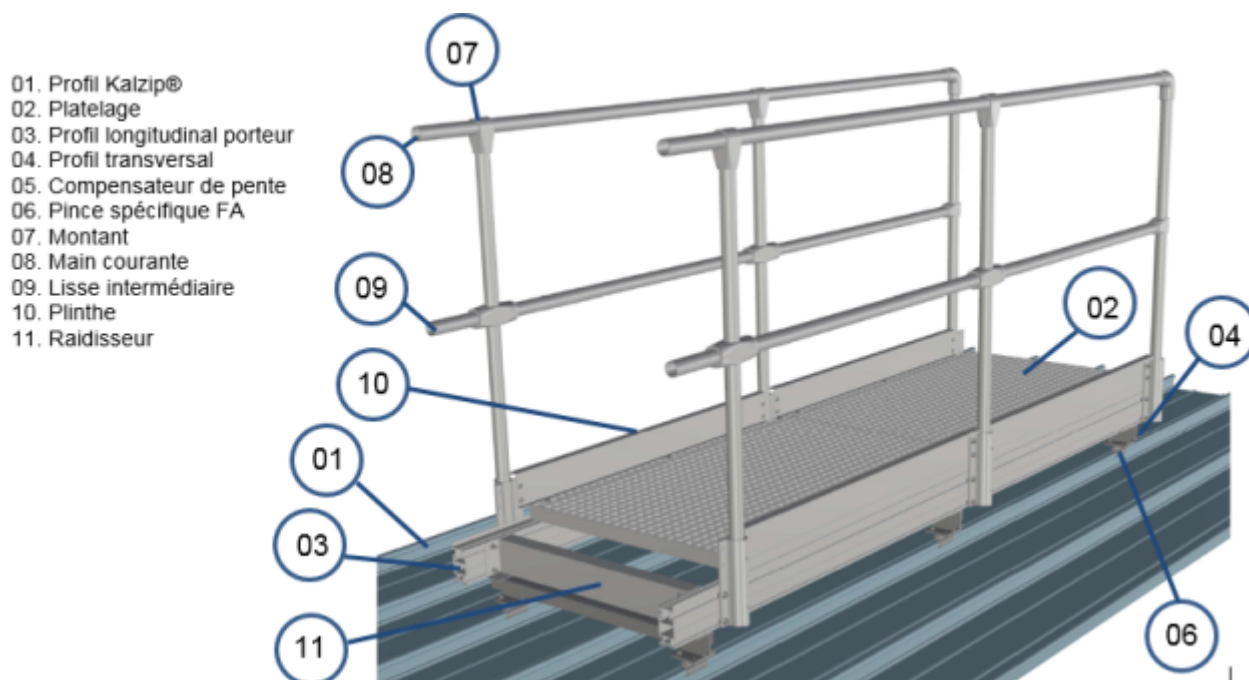


Figure 29 – Vue de la passerelle Kalzip® parallèle au profil Kalzip®

2.6.2.2. Profil Kalzip®

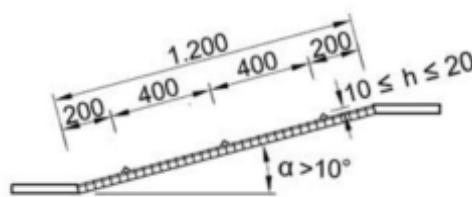
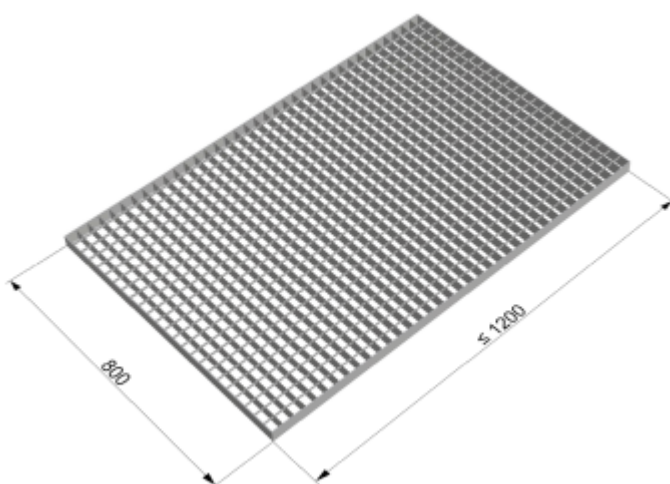
Le profil Kalzip® représente le support, sur lequel est posée la passerelle. L'emploi est limité aux profils Kalzip® 65 définis au § 2.6.3.1.

2.6.2.3. Platelage

Le platelage est composé de grilles en aluminium (AlMg1 = EN AW 5005 H14), de hauteur 45 mm, avec un maillage de 33,3 x 33,3 mm (cf. Figure). Les grilles sont fixées au niveau des deux profils longitudinaux porteurs à l'aide d'agrafes et de vis autoperceuses livrées avec le système de passerelle.

Les grilles sont à fixer avec une vis à chaque coin sur le profil longitudinal. Pour des longueurs de grilles supérieures à 700 mm, une troisième vis supplémentaire, entre les deux, est nécessaire.

Exemple : une grille de 1 200 x 800 mm est à fixer avec $2 \times 3 =$ six vis sur le profil longitudinal porteur.



Entre 10° et 20 ° de pente pour la passerelle : mise en place de profils en aluminium antidérapants (L 25x25x3) dans la zone en pente.

Figure 30 – Platelage de la passerelle Kalzip®

2.6.2.4. Profil longitudinal porteur

Les grilles du platelage sont posées sur deux profils longitudinaux porteurs extrudés en aluminium, d'alliage EN AW 6063 T66 (cf. figure 31). Ces derniers sont livrés avec une longueur maximale de 6,0 m quand la passerelle est parallèle aux profils Kalzip®, ou 3,60 m quand la passerelle est perpendiculaire aux profils Kalzip®.

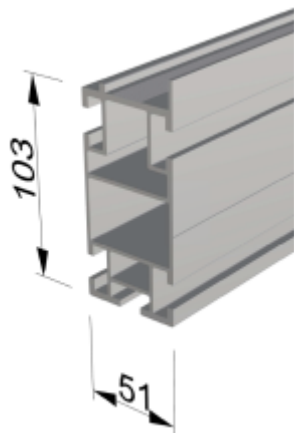


Figure 31 – Profil longitudinal porteur de la passerelle Kalzip®

2.6.2.5. Profil transversal

Le profil transversal sert de support aux profils longitudinaux porteurs. Il reprend les charges qu'il transmet à son tour (avec ou sans compensateur de pente) aux pinces spécifiques FA (cf. § 2.6.2.7).

Il est constitué d'un profil spécial en forme de L en aluminium, présentant une fente longitudinale sur une des deux ailes, en aluminium EN AW 6060 ou EN AW 6063 T66, et de dimensions 60 x 60 x 5 mm (cf. figure 32).

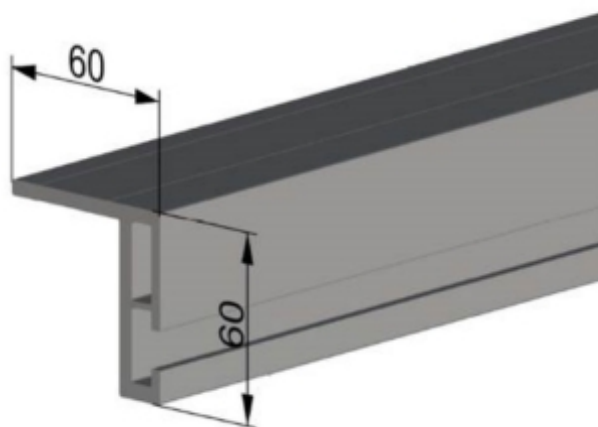


Figure 32 – Profil transversal de la passerelle Kalzip®

2.6.2.6. Compensateur de pente

À l'aide du compensateur de pente, on peut régler le nivellement de la passerelle en cas de pose perpendiculaire au profil Kalzip®. Il est composé d'un plat métallique 50/6 mm, en aluminium d'alliage EN AW 6060 T66 ou EN AW 6063 T66, et livré avec deux trous pré-perçés avec un espacement H adapté au projet (cf. figure 33). Pour les hauteurs au-dessus de 200 mm, le plat métallique est remplacé par un profil L en aluminium EN AW 6060 T66 ou EN AW 6063 T66 de dimensions 50/50/5 mm. Pour une pose de la passerelle parallèle aux profils Kalzip®, le compensateur de pente n'est pas nécessaire puisque la passerelle reste parallèle à la pente de la couverture. La pente est dans ce cas cependant limitée à 20° (36 %).

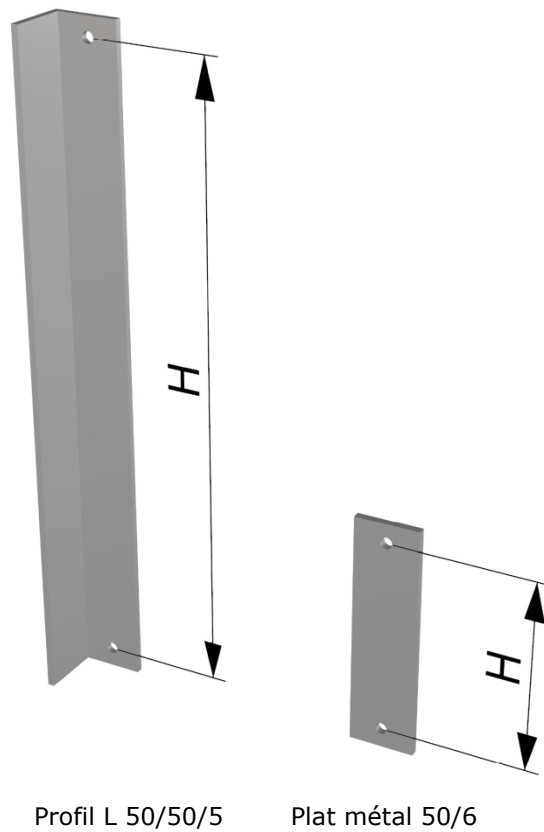


Figure 33 – Compensateur de pente de la passerelle Kalzip®

2.6.2.7. Pince spécifique FA

La pince spécifique de type FA reprend la charge de la passerelle et transmet celle-ci au bourrelet du profil Kalzip®. Un boulon avec un système auto-bloquant permet la fixation de la pince FA (cf. figure 34) sur le bourrelet. La forme de la pince s'adapte parfaitement à la forme du bourrelet de manière à ce que le couple de serrage de 10 Nm garanti le non-écrasement du bourrelet. Les pinces sont surmontées d'un élément en forme de T 80x60x4 qui permet une jonction dans le sens parallèle ou perpendiculaire. Les pinces spécifiques FA avec leurs éléments en forme de T sont fabriquées en aluminium extrudés d'alliage EN AW 6060 T66.

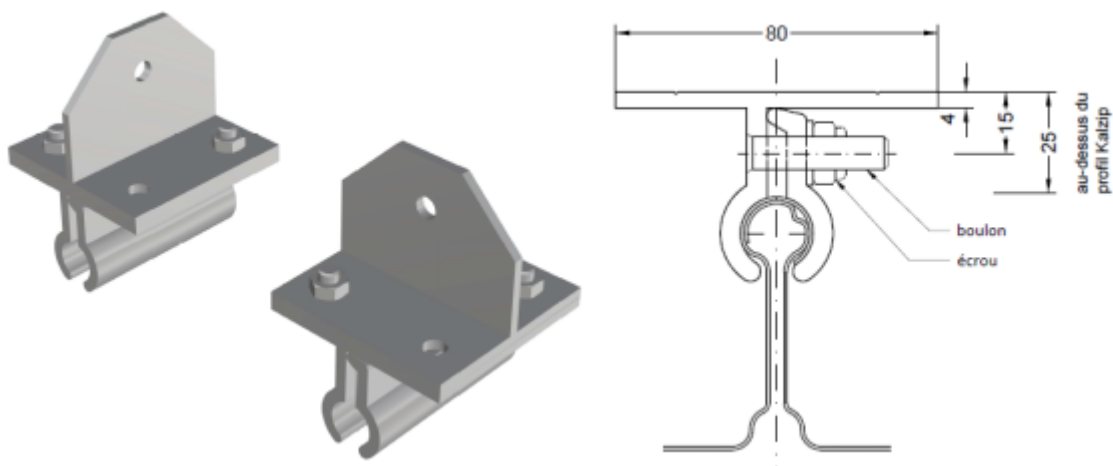


Figure 34 – Pince spécifique FA de la passerelle Kalzip®

2.6.2.8. Garde-corps

Le garde-corps est composé d'une lisse supérieure (main courante), de montants verticaux, d'une lisse intermédiaire et d'une plinthe de hauteur 10 cm. La hauteur du garde-corps est de 1,00 m à 1,10 m au-dessus du niveau de circulation, et les dimensions des éléments des garde-corps sont conformes au paragraphe 7.1 de la norme NF E 85-015 (cf. figure 35).

L'entraxe maximal des montants doit être $\leq 1,10$ m. La passerelle peut être équipée d'un garde-corps disposé sur un, deux, voir trois côtés.

Les lisses supérieures et intermédiaires, et les montants verticaux sont composés de tubes en aluminium de diamètre 40/2 mm pour les premiers et 40/5 mm pour les seconds (cf. figure 35), et formés dans un alliage EN AW 6060 T66 ou EN AW 6063 T66.

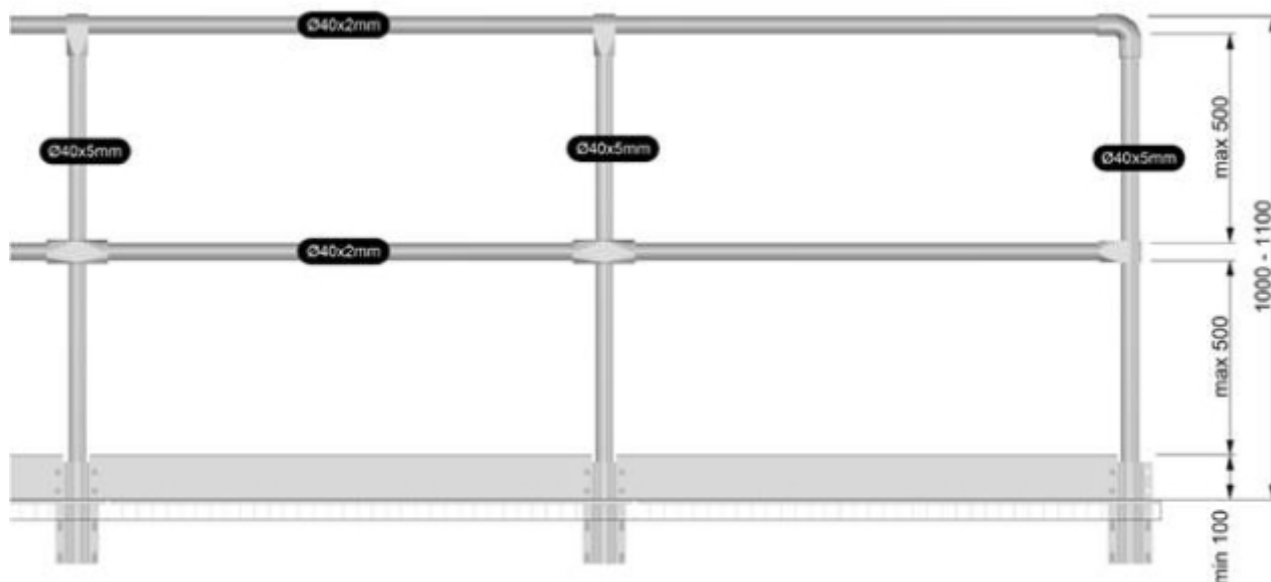


Figure 35 – Garde-corps de la passerelle Kalzip®

2.6.2.9. Raidisseur

Les raidisseurs sont nécessaires à la stabilité de chaque élément de passerelle, disposés par minimum de deux par élément, dans le sens transversal. Ces raidisseurs sont placés aux extrémités à une distance maximale de 60 cm du bord. La distance entre deux raidisseurs ne doit pas excéder 2,40 m.

Deux types de raidisseurs peuvent être préconisés : le raidisseur de section identique au profil porteur longitudinal dans le cas où il doit recevoir un garde-corps, et le raidisseur de section rectangulaire 50x100x2 d'alliage EN AW 6060 T66 pour les autres cas. Ils sont fixés aux profils longitudinaux porteurs à l'aide de cornières en aluminium EN AW 6060 T66 (cf. figure 36).

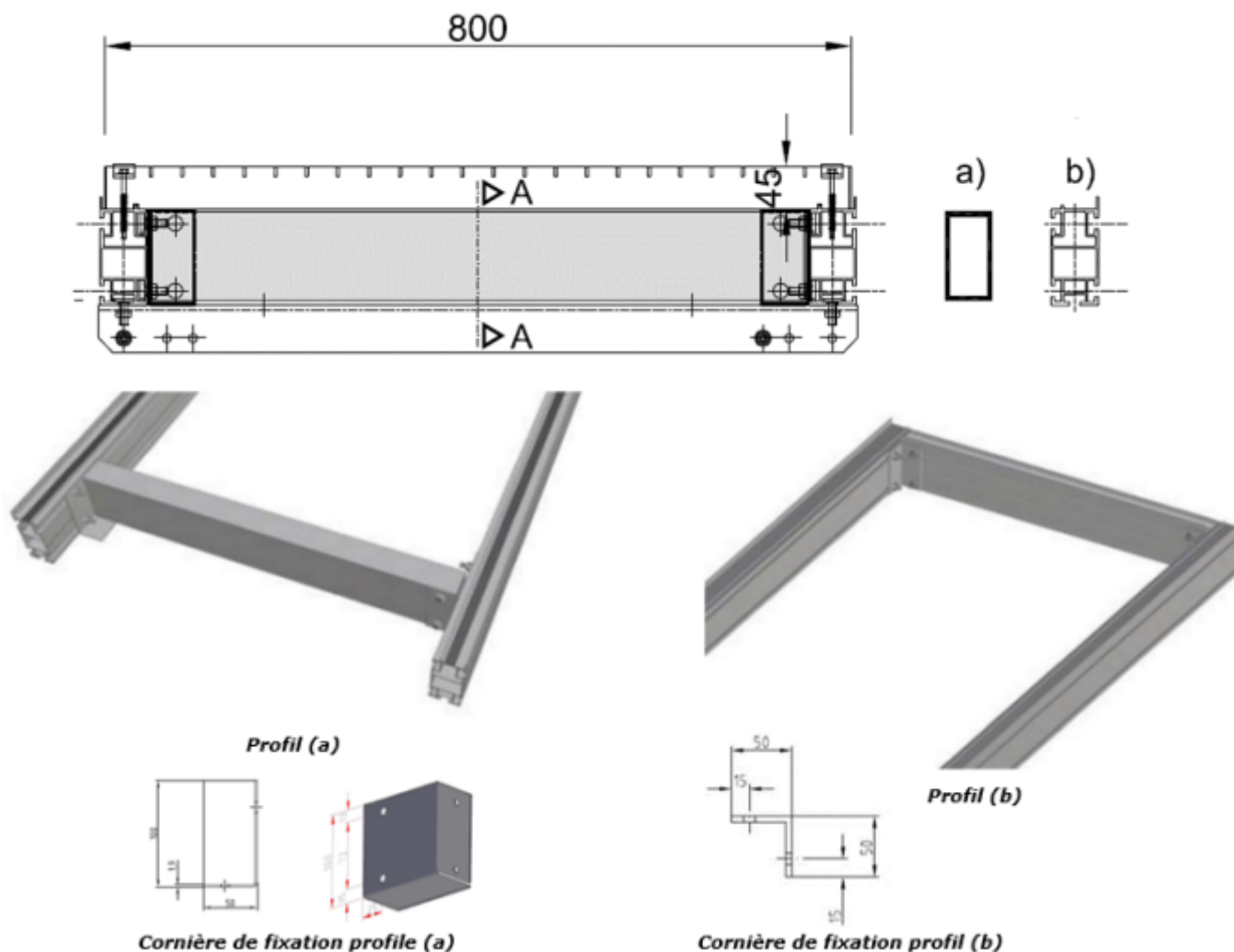


Figure 36 – Raidisseur de la passerelle Kalzip® fixé au niveau du profil longitudinal porteur (2 types)

2.6.2.10. Fixations

Le système de passerelles Kalzip® est conçu de sorte à éviter au maximum le perçage sur chantier. Le recours aux boulons M8 avec écrou-frein en inox A2 est généralisé dans le but de faciliter le montage et de réduire l'outillage.

2.6.3. Conception

2.6.3.1. Bac Kalzip® support

La couverture Kalzip® qui sert de support à la passerelle, doit respecter les conditions ci-dessous.

2.6.3.1.1. Profils Kalzip®

L'installation de la passerelle est admise au-dessus des profils Kalzip® de type 65/305, 65/333, 65/400 ou 65/500, d'épaisseur de 1,0 mm à 1,2 mm.

2.6.3.1.2. Pattes de fixation des profils Kalzip®

Seules les pattes de fixation en aluminium (cf. § 2.2.2.2.1) sont admises dans la zone de la passerelle. L'usage de pattes de fixation en aluminium de toute hauteur (de 10 à 150 mm), avec ou sans sabot isolant unique, est possible.

L'entraxe des pattes de fixation en aluminium au droit de la passerelle est limité au maximum à 1,50 m (cf. figure 37). La répartition des pattes doit être régulière (tolérance de 15 %, sans jamais avoir un entraxe supérieur à 1,50 m).

Une pince FA doit toujours être placée entre deux pattes de fixation en aluminium, et jamais en dehors.

NOTE : Les pattes composites ne sont pas admises dans la zone de la passerelle (cf. figure 37, cas a).

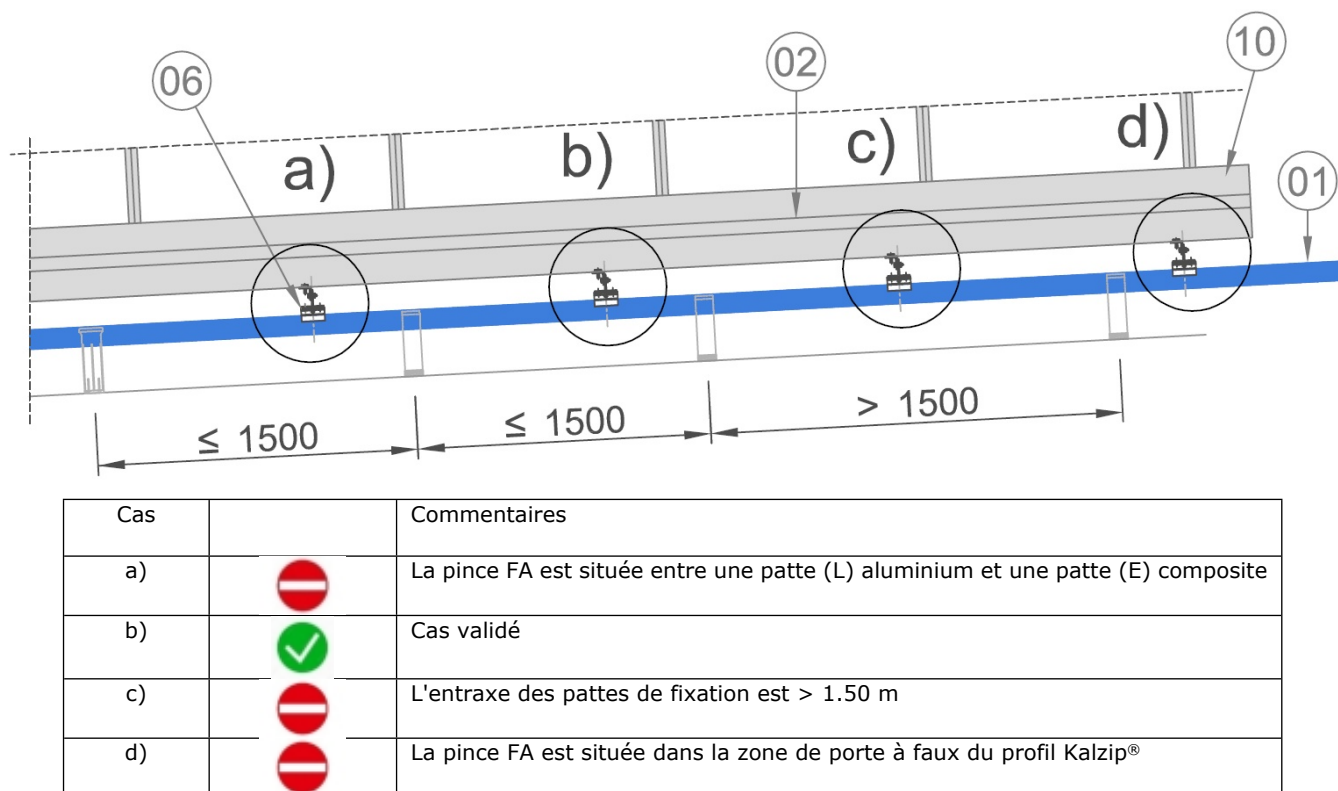


Figure 37 – Positionnement des pattes Kalzip et pinces spécifiques FA

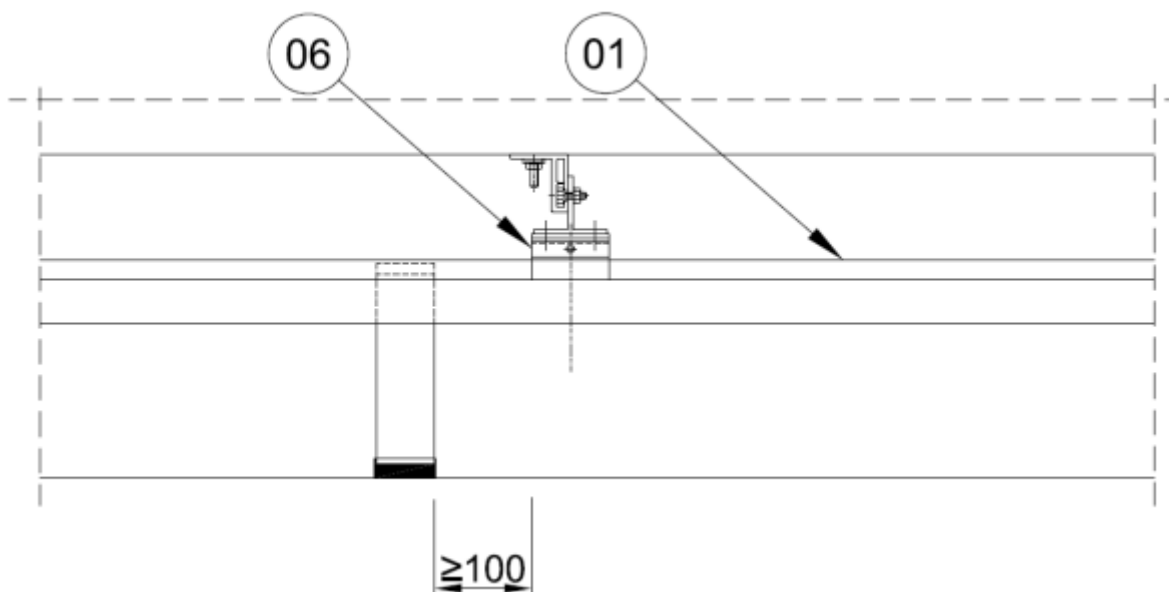
2.6.3.2. Portée de la passerelle

La portée de la passerelle correspond à l'entraxe entre pinces spécifiques FA. Elle est limitée au maximum à 1,20 m dans les deux sens (sens passerelle parallèle et sens perpendiculaire au profil Kalzip®). La répartition des pinces FA doit être régulière (tolérance de 15 %, sans jamais avoir un entraxe supérieur à 1,20 m).

Le débord de la passerelle à son extrémité par rapport à la dernière pince spécifique FA, ne doit pas excéder une distance de 400 mm.

Une pince FA doit être disposée à une distance minimale de 100 mm d'une patte de fixation du profil Kalzip® (cf. figure 38), excepté si la patte Kalzip se trouve dans la zone du point fixe (jusqu'à 4 m autour du point fixe).

Le positionnement des pinces FA doit également respecter les règles énoncées au § 2.6.3.1.2.



Note : La distance minimale de 100 mm entre pince FA et patte Kalzip n'est pas requise si la patte Kalzip se trouve dans la zone du point fixe, soit jusqu'à 4 m autour du point fixe.

Figure 38 – Distance minimale entre pince spécifique FA et patte de fixation Kalzip®

2.6.3.3. Point fixe

Une attention toute particulière doit être apportée à la vérification et au calcul des points fixes relatifs aux profils servants de supports à la passerelle, pour intégrer les charges supplémentaires sur les bacs concernés. Il faut prendre en considération :

- le poids propre de la passerelle de 20 daN/ml, et de 5 daN/ml par garde-corps, soit 10 daN/ml pour deux garde-corps;
- La charge de neige s [kN/m²] selon § 2.3.2.3.4.
- La charge caractéristique d'exploitation.

Pour le dimensionnement du point fixe, il faut considérer le cas le plus défavorable entre la charge de neige et la charge d'exploitation qui ne s'additionnent pas.

La charge d'exploitation de la passerelle sera définie dans les Documents Particuliers du Marché (DPM). Elle ne pourra pas être supérieure à la charge maximale admise par la passerelle, mentionnée au § 2.6.3.6.2.

A défaut de prescription dans les DPM, on retiendra une charge d'exploitation de 300 daN (correspondant à 3 personnes simultanément sur la passerelle) pour le calcul du point fixe.

Concernant la charge de neige, la passerelle (avec sa plinthe) est considérée comme un obstacle gênant le glissement de la neige. Elle crée ainsi une accumulation, conformément au § 6.2 de la norme NF EN 1991-1-3 (cf. § 2.6.3.7.2).

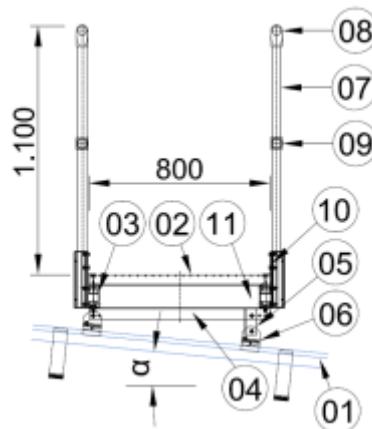
Des exemples de calcul du point fixe avec passerelles sont donnés en Annexe 1.

Dans le cas de passerelles, le point fixe est à réaliser au minimum avec un boulon traversant, conformément au cas n°3 de la figure 16, et de préférence sur les profils Kalzip au droit de la passerelle.

2.6.3.4. Pente

2.6.3.4.1. Passerelle perpendiculaire au profil Kalzip®

Pour une pose de la passerelle dans le sens perpendiculaire au profil Kalzip®, la pente de la couverture doit être ≤ 100 % (45°). Le platelage de la passerelle sera installé horizontalement avec les profils compensateurs de pente (cf. § 2.6.2.6).

**Figure 39 – Coupe transversale de la passerelle perpendiculaire aux bacs Kalzip®**

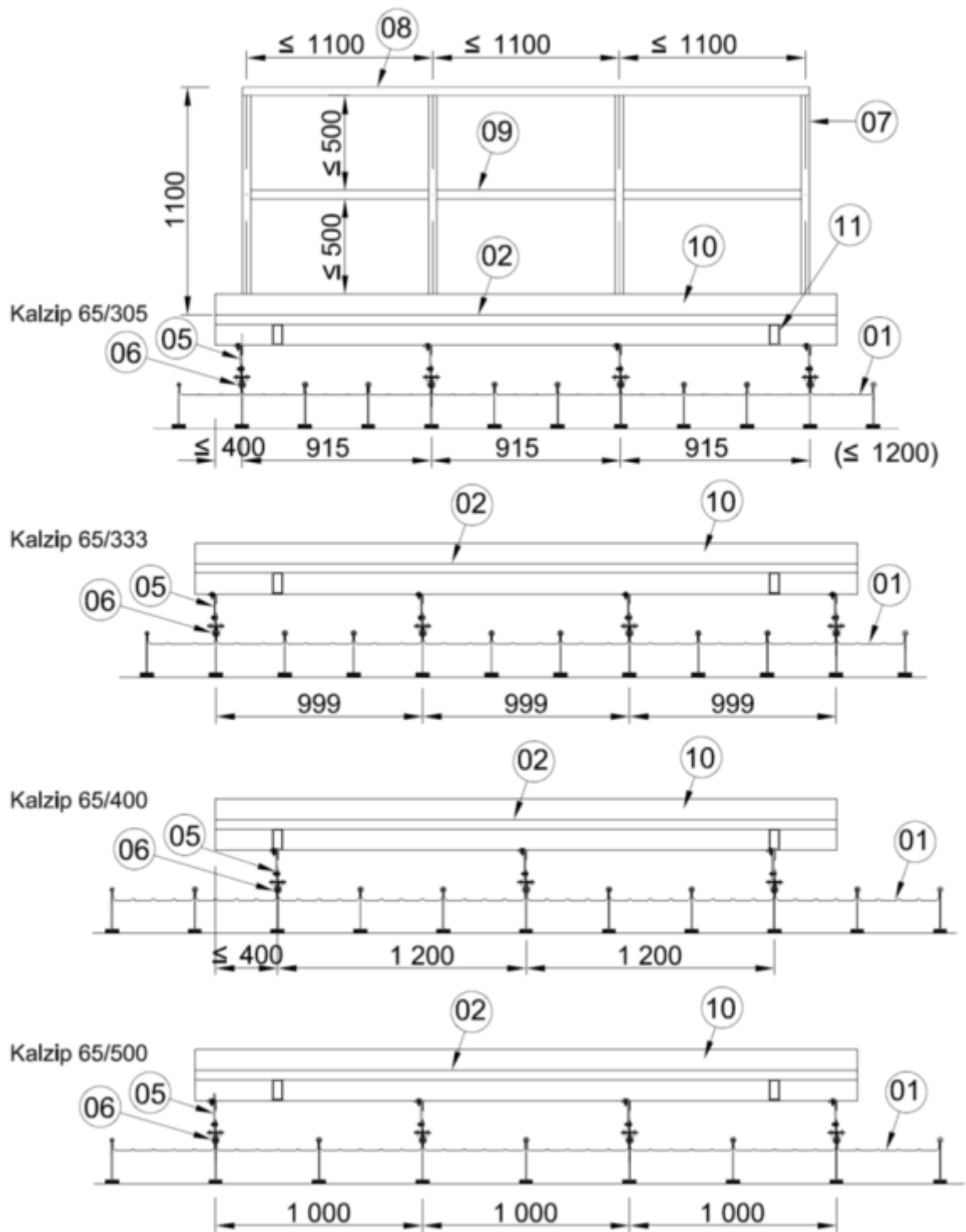


Figure 40 – Coupe longitudinale de la passerelle perpendiculaire aux bacs Kalzip®

2.6.3.4.2. Passerelle parallèle au profil Kalzip®

Dans le cas d'une pose de passerelle dans le sens parallèle au profil Kalzip®, le platelage de la passerelle sera installé parallèlement au plan de couverture. Dans ce cas, la pente de la couverture est limitée à 36% (20°).

Pour une couverture entre 10° et 20°, les platelages doivent être conçus de telle sorte à présenter un état de surface qui réduise le risque de glissement. Des profils en aluminium, de hauteur h comprise entre 10 mm et 20 mm sont fixés selon la figure 30. La distance entre ces profils doit être comprise entre 400 mm et 500 mm.

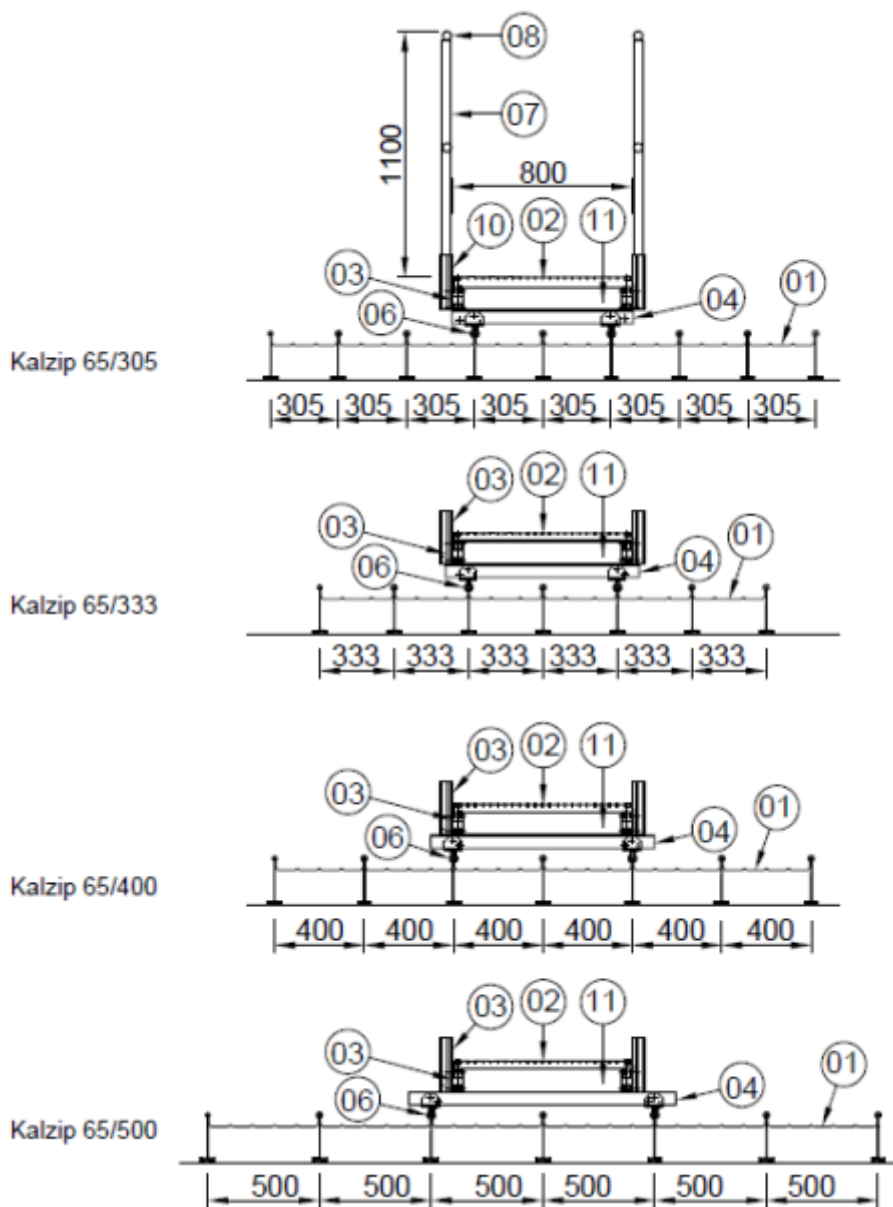
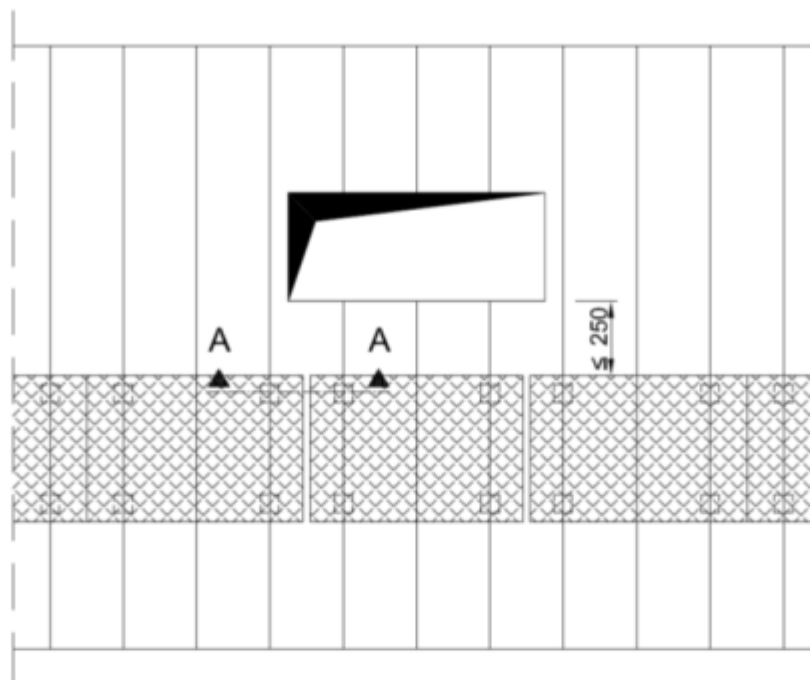


Figure 41 – Coupe transversale de la passerelle parallèle aux bacs Kalzip®



A-A

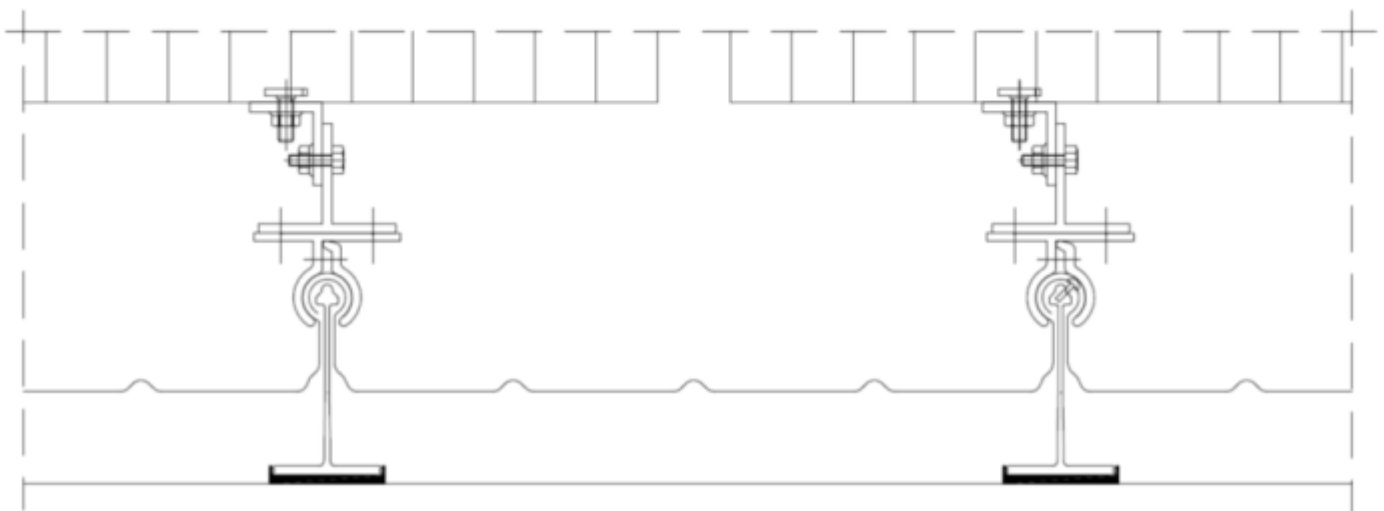


Figure 43 – Recoupement de la passerelle au droit d'une sortie de toiture

2.6.3.6. Charges admises sur passerelle

La charge répartie verticale maximale admise sur la passerelle est le minimum entre la charge de neige maximale admise (cf. 2.6.3.6.1) et la charge d'exploitation maximale admise (cf. 2.6.3.6.2).

Du fait de la répartition différente des charges (prise en compte de l'accumulation de neige créée par la passerelle notamment), les charges d'exploitation maximales admises et charges de neige maximales admises sont différentes, et dépendent du cas de charge (cf. figures 44 et 45).

Les charges d'exploitation et charges de neige ne s'additionnent pas. En cas de neige, l'accès à la passerelle est à proscrire.

2.6.3.6.1. Charge de neige maximale admise

La charge de neige maximale admise sur la passerelle dépend de la hauteur des pattes de fixation Kalzip® en aluminium. Elle est donnée dans le tableau 18 ci-dessous :

Charge maximale en daN/m ²	Patte ≤ L50	Patte ≤ L100	Patte ≤ L150
Charge de neige maximale admise	250	220	120

Tableau 18 – Charge de neige maximale admise par la passerelle

Pour vérifier la faisabilité de la passerelle sur la couverture Kalzip®, la charge de neige maximale admise doit être supérieure à la charge caractéristique de neige s définie au § 2.3.2.3.4.

2.6.3.6.2. Charge d'exploitation maximale admise

La charge d'exploitation répartie maximale admise sur la passerelle est donnée dans le tableau 19 ci-dessous et dépend :

- De la hauteur des pattes de fixation Kalzip® en aluminium,
- Du sens de la passerelle par rapport aux bacs Kalzip®, ainsi que de la position de la passerelle sur la couverture (cf. figure 44).

Les configurations 1 et 2 sont décrites dans la figure 44.

La charge d'exploitation de la passerelle est définie par le maître d'œuvre dans les DPM, et doit être inférieure à la charge d'exploitation maximale admise.

Charge maximale en daN/m ²	Patte ≤ L100	Patte ≤ L150
Charge d'exploitation maximale selon Configuration 1	320	200
Charge d'exploitation maximale selon Configuration 2	230	200

Tableau 19 – Charge d'exploitation maximale admise par la passerelle

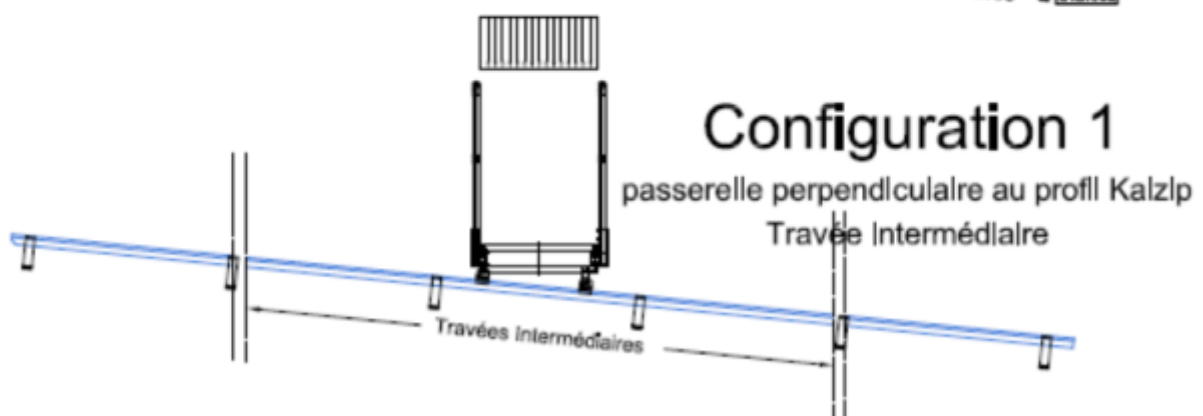
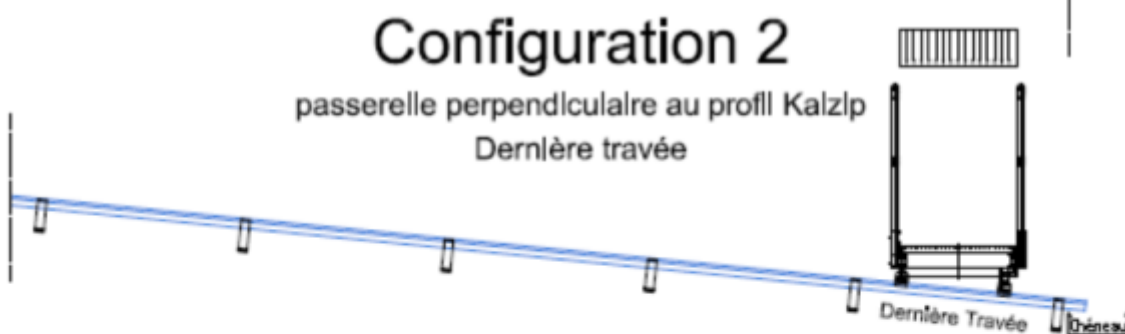
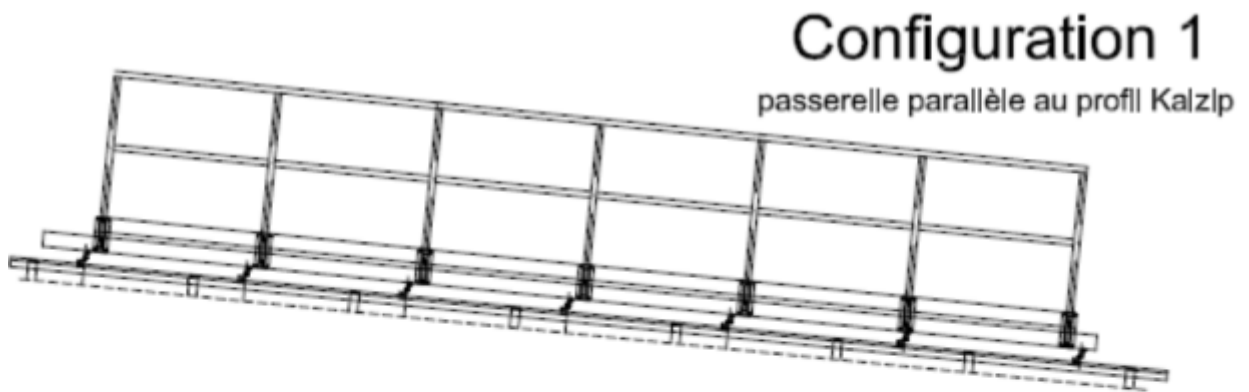


Figure 44 – Configurations pour la charge d'exploitation.

2.6.3.7. Descente de charge verticale

La descente de charge verticale due à la passerelle s'établit sur la patte de fixation Kalzip®, puis jusqu'à la structure ou sous-structure support.

Note : La descente des charges horizontales dues à la passerelle (point fixe) est à réaliser conformément au § 2.6.3.3.

La charge résultante F_{Rd} due à la passerelle, transmise à la patte de fixation Kalzip, est la somme des forces dues au poids propre du profil Kalzip et de la passerelle F_{Gd} (cf. § 2.6.3.7.1), et du maximum entre les charges F_{Sd} (charge de neige, cf. § 2.6.3.7.2) et F_{Pd} (charge d'exploitation, cf. § 2.6.3.7.3) :

$$F_{Rd} = \text{Max} \{ F_{Gd} + F_{Sd} ; F_{Gd} + F_{Pd} \}$$

La charge linéaire résultante sur la structure porteuse est donc la charge F_{Rd} divisée par la largeur du profil Kalzip :

$$F'_{Rd} = F_{Rd} / B_{KAL}$$

Note :

l_{PAS} portée de la passerelle [m]

B_{PAS} largeur de la passerelle [m]

l_{KAL} portée du profil Kalzip = entraxe des pattes de fixation [m]

B_{KAL} largeur du profil Kalzip [m]

Un exemple de calcul de la descente de charge avec passerelle est donné en Annexe 1.

2.6.3.7.1. Poids propre

La charge F_{Gd} transmise à la patte de fixation Kalzip®, dû au poids propre de la passerelle g'_{PAS} [daN/m] et au poids propre de la couverture Kalzip® g_{KAL} [daN/m²] se calcule selon la formule suivante :

$$F_{Gd} = (l_{PAS} \cdot g_{PAS} / 2 + l_{KAL} \cdot B_{KAL} \cdot g_{KAL}) \cdot \gamma_g$$

Avec :

γ_g : le coefficient partiel pour actions permanentes ($\gamma_g = 1,35$)

2.6.3.7.2. Charge de neige

Concernant la charge de neige, la passerelle et sa plinthe sont considérées comme un obstacle gênant le glissement de la neige, créant une accumulation. Cette accumulation de neige sera déterminée conformément au § 6.2 de la norme NF EN 1991-1-3, avec $h = 0,45$ (h = hauteur de l'obstacle). Cette accumulation est à prendre en compte dans tous les cas, sauf à partir d'une charge sur le toit $s \geq 1,13$ kN/m², où l'accumulation de neige causée par la passerelle n'est plus à considérer ($\mu_2 \leq \mu_1$).

La charge à considérer est la charge de neige s définie au § 2.3.2.3.4, avec μ_2 selon le § 6.2 de la norme NF EN 1991-1-3, soit $s_{(\mu_2)}$.

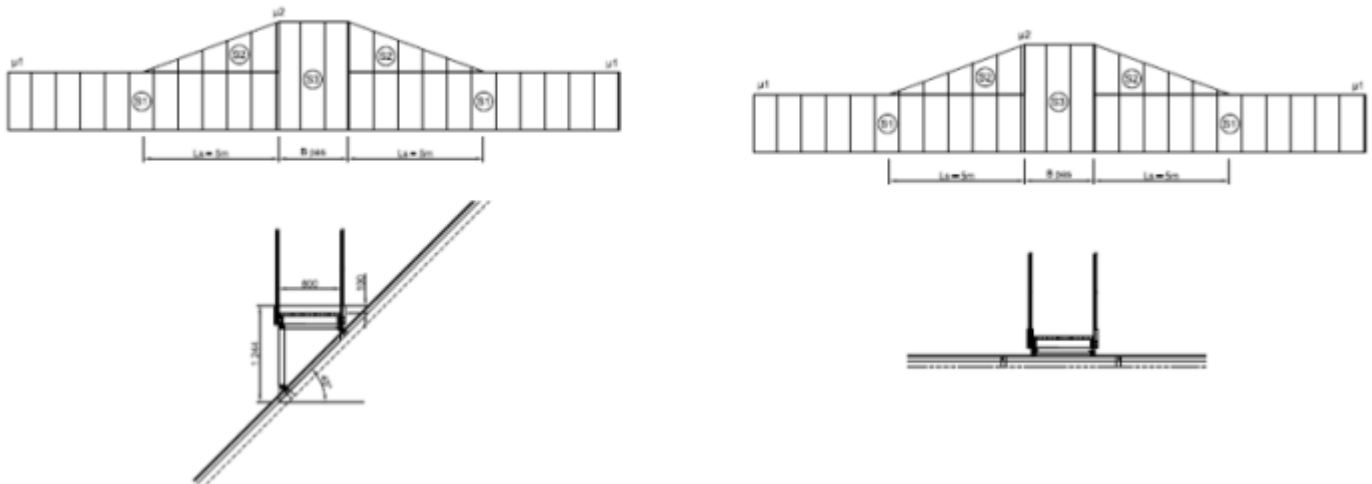


Figure 45 – Charge de neige à considérer.

Seule la hauteur de la passerelle avec sa plinthe, soit $h = 0,45$ m minimum, est à considérer.

La charge F_{Sd} transmise à la patte de fixation Kalzip®, dû à la neige au niveau de la passerelle se calcule selon la formule suivante :

$$F_{Sd} = (l_{PAS} \cdot B_{PAS} / 2 + l_{KAL} \cdot B_{KAL}) \cdot s_{(\mu_2)} \cdot \gamma_q$$

Avec :

γ_q : le coefficient partiel pour actions variables ($\gamma_q = 1,50$)

2.6.3.7.3. Charge d'exploitation

La charge F_{Pd} maximale transmise à la patte de fixation Kalzip, dû à la charge d'exploitation p , se calcule selon la formule suivante :

$$F_{Pd} = l_{PAS} \cdot B_{PAS} \cdot p/2 \cdot \gamma_q$$

Avec :

γ_q : le coefficient partiel pour actions variables ($\gamma_q = 1,50$)

2.6.3.8. Mise en œuvre

2.6.3.8.1. Généralités

Les conditions du précédent paragraphe doivent être vérifiées par l'installateur de la passerelle avant la pose de celle-ci. Ce dernier peut être assisté par le bureau d'études Kalzip® si besoin.

2.6.3.8.2. Passerelle perpendiculaire aux profils Kalzip®

Pour les passerelles posées perpendiculairement aux profils Kalzip, il faut respecter les règles suivantes :

- Sur les profils Kalzip® 65/305, 65/333, et 65/400, les appuis de la passerelle (pinces FA) doivent se faire tous les 3 profils Kalzip®, soit un bourrelet sur trois (cf. figure 40).
- Sur le profil Kalzip 65/500, les appuis de la passerelle (pinces FA) doivent se faire tous les 2 profils Kalzip®, soit un bourrelet sur deux (cf. figure 40).

Il est possible d'ajouter une deuxième passerelle parallèle à cette première, en respectant une distance minimale de 3,0 m entre axes des deux passerelles.

Dans le cas d'une sortie de toiture, il faut respecter la distance minimale de 250 mm entre celle-ci et la passerelle (cf. figure 43).

2.6.3.8.3. Passerelle parallèle aux profils Kalzip®

Dans le cas d'une pose de la passerelle parallèlement aux profils Kalzip®, les appuis de la passerelle (pinces FA) doivent se faire dans tous les cas tous les 2 profils Kalzip®, soit un bourrelet sur deux (cf. figure 41).

Il est possible d'ajouter une deuxième passerelle supplémentaire parallèle à cette première, si la condition minimale d'un joint debout libre de toute pince FA est respectée entre les deux passerelles.

2.6.3.9. Entretien

La présence de passerelle n'entraîne pas d'entretien particulier supplémentaire autre que celui habituellement exigé par le procédé (cf. § 2.7).

2.7. Entretien et réparation

2.7.1. Entretien de la couverture

Les dispositions de l'annexe A2 du DTU 40.36 s'appliquent à ce système.

Si besoin la couverture peut être nettoyée suivant les préconisations ci-dessous :

- Dans le cas de salissures importantes, un simple nettoyage à l'eau savonneuse suivi d'un rinçage à l'eau claire est suffisant ;
- Dans le cas d'utilisation d'un agent mouillant, celui-ci doit présenter un pH neutre ou légèrement acide, ne jamais utilisé un produit basique.

2.7.2. Remplacement d'un bac Kalzip®

Si besoin, et si un bac venait à être endommagé pendant le montage ou après la pose de la couverture, le remplacement de l'élément ou des éléments abimés peut être facilement réalisé.

La machine spéciale qui effectue le sertissage permet en l'équipant du diablo spécifique de ré-ouvrir le gros bourrelet sur toute sa longueur. Une fois cette opération réalisée sur les deux gros bourrelets situés de chaque côté de l'élément endommagé, celui-ci peut être retiré des pattes Kalzip® et remplacé. Après remplacement, sertir les gros bourrelets des bacs remplacés. L'opération est terminée.

À noter qu'un bac ne peut être desserti que deux fois.

2.8. Assistance technique et formation

2.8.1. Assistance Technique

Afin de contribuer à une mise en œuvre conforme aux présentes spécifications, la Société Kalzip® France met à disposition la compétence de son bureau d'études et une assistance technique, disponible sur demande.

Le recours à l'assistance technique de l'entreprise Kalzip en amont du projet, permet d'anticiper les sujets liés à la gestion des dilations, au positionnement des points fixes, au traitement du devers et détails spécifiques, au choix des fixations par support. Dans le cas d'emploi de fixations différentes de celles mentionnées au § 2.2.2.3, le recours à l'assistance technique est obligatoire.

2.8.2. Formation

La mise en œuvre de ce système relève de la compétence des entreprises agréées par le fabricant, après avoir suivi une formation spécifique sur le système Kalzip. Le « Badge Kalzip® » est décerné nominativement aux personnes des entreprises agréées.

Pour les soudeurs, le fabricant organise à la demande une formation spécifique prodiguée par un centre de formation. Cette formation de deux à quatre jours vise exclusivement la technique et la pratique des soudures étanches sur des pièces Kalzip®.

2.9. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.9.1. Fabrication et contrôle des bacs

2.9.1.1. Fabrication des bacs

La fabrication des bacs Kalzip® droits peut se faire suivant deux modes opératoires alternatifs, selon les possibilités de transport :

- Fabrication en usine : Les bacs Kalzip® sont profilés sur une profileuse à galets en usine. Le transport est assuré en sortie d'usine jusqu'au site du chantier par tout moyen adapté ;
- Fabrication sur site : Les bacs Kalzip® peuvent être profilés sur chantier au moyen d'une au moyen d'une unité mobile de production (UMP) similaire à celle employée en usine. Cette machine est montée sur une remorque équipée d'une grue de manutention, d'un générateur électrique autonome, d'une cisaille permettant de couper les bacs à longueur souhaitée.

2.9.1.2. Contrôle de fabrication des bacs

2.9.1.2.1. Contrôles pour fabrication en usine

Parallèlement au contrôle qualité interne conforme à la norme NF EN 14782, la fabrication des profils Kalzip® et des pattes de fixations Kalzip® est supervisée par un organisme extérieur au fabricant, « l'Institut des Matériaux de Construction et du contrôle des matériaux de l'université de technique de Hanovre » et porte sur :

- Les épaisseurs de tôle ;
- Les caractéristiques du métal (cf. tableau 2) ;
- L'épaisseur du placage ou l'épaisseur de la couche de traitement de surface (cf. § 2.2.2.1.4) ;
- Les caractéristiques dimensionnelles des bacs.

Sur chaque unité d'emballage, un étiquetage collé contenant des indications sur l'usine de fabrication, l'année de fabrication, la référence du profilé, l'épaisseur de tôle et le matériau des composants.

2.9.1.2.2. Contrôles pour fabrication sur chantier

L'élément de base, la bobine, subit en ce qui concerne le contrôle les trois premiers points du paragraphe ci-dessus.

Le contrôle des caractéristiques dimensionnelles des bacs est assuré par Kalzip GmbH représenté obligatoirement sur le chantier pendant toute la durée de la fabrication par son représentant de fabrication.

2.9.2. Fabrication et contrôles des accessoires

2.9.2.1. Fabrication des accessoires

Les accessoires de montage auxiliaires Kalzip® sont fournis par des entreprises spécialisées en profilés extrudés. Un certificat de réception type 3.1 selon EN 10204 accompagne la livraison de chaque lot décrivant la composition et caractéristiques du matériau utilisé pour la fabrication de ces derniers.

2.9.2.2. Contrôles des accessoires

Le contrôle des accessoires Kalzip® s'effectue à chaque livraison de deux manières :

- Contrôle des documents, avec un certificat de de réception type 3.1 selon EN 10204, disponible et fourni pour chaque lot livré , et vérification des caractéristiques mentionnées au § 2.2.2.2.1 ;
- Contrôle visuel, dimensionnel et d'aspect.

Contrôle sur patte métal-composite

- Des essais de traction selon EN ISO 527-4 sont réalisés sur au minimum 2 pattes métal-composite à chaque livraison, et font l'objet d'une fiche de contrôle : charge à la rupture > 15 kN.

2.9.3. Possibilité de transport

Le colisage et le transport des profils Kalzip produits en usine sont optimisés en fonction des longueurs des profils et du type de transport. En règle générale, la longueur du profil transporté est limitée à 21 m pour éviter d'avoir recours au convois exceptionnels nécessitant des autorisations administratives spécifiques. Dans le cas de longueurs > 21 m, il est préférable d'avoir recours à une production sur site.

2.10. Mention des justificatifs

2.10.1. Résultats expérimentaux

Le procédé a fait l'objet des essais suivants :

- Institut officiel de contrôle des matériaux pour le bâtiment auprès de l'institut d'études et de contrôle des matériaux de l'Université de Hanovre :
 - Essais de charge répartie en pression descendante et ascendante et essai de dégrafage de l'assemblage serti sur bacs KALZIP 305.
 - Essais en compression et en traction des pattes KALZIP : certificat de contrôle 287a/89 du 16 août 1989.
 - Essais d'accessibilité des toitures KALZIP : Certificat de contrôle 1414/85 du 4 avril 1986.
 - Essais de capacité de charge sur profil KALZIP 400 : Certificat de contrôle 287/89 du 16 août 1989.
- Centre Scientifique et Technique du Bâtiment : essais de charge répartie en pression descendante et ascendante sur KALZIP 305 (CR 13504 du 28 septembre 1978).
- Essais de charge répartie en pression descendante et ascendante et essais de fatigue en pression ascendante alternée sur KALZIP 305 (CR 1407 du CTAL du 19 janvier 1976 et CR 515 du 5 octobre 1978).
- Essais de glissement sur les fixations de la toiture KALZIP (rapport 87 0080 du 5 mai 1987 de l'Institut d'essais pour l'acier, le bois, la pierre de l'Université de Karlsruhe).
- Enquête relative à l'étude de la corrosion de l'alliage d'aluminium 3004 plaqué AlZn1 après plus de 20 années d'exposition réelle (rapport d'enquête 1.4/11416 N1 du BAM de Berlin, section corrosion et protection contre la corrosion du 26 avril 1993).
- Essais de flexion statique et dynamique sur bacs KALZIP 333 standard et KALZIP 333 type AF, selon la norme NF P 34-504 (juillet à octobre 1997).
- Laboratoire du fabricant : essais grandes longueurs : mesures de dilatations sur frottements cumulés de pattes. Maquettes Échelle 1, supérieurs à 50 m.
- Essai d'arrachement de la patte coulissante de façage – 31 mars 2009 et 06 avril 2009 – Origine Kalzip GmbH Koblenz.
- Essais sur le comportement à la corrosion de l'alliage ENAW-6025 – Essais internes Corus 23 avril 2002 – Essais laboratoire ALERIS – 14 août 2008.
- Rapport CSTB de calcul des ponts thermiques intégrés et des coefficients de transmission surfaciques U_p n° DIR/HTO-2014-010-AD/LS du 20 janvier 2014.
- Rapport CSTB de calcul des ponts thermiques intégrés et des coefficients de transmission surfaciques U_p n° DEB/HTO-2020-096-FaL/LB du 29 juillet 2020.
- Rapport CSTB n° RA07-0182 de réaction au feu du revêtement polyester sur tôle aluminium du 14 mai 2007.
- Rapport MFPA Leipzig GmbH n° KB 3.1/11-194-1 de réaction au feu du revêtement PVDF sur tôle aluminium du 27 juin 2011.
- Rapport CSTB n° RA16-0184 de réaction au feu du revêtement polyester DG500 sur tôle aluminium du 9 février 2018.
- Rapport CSTB n° RA08-0171 de réaction au feu du revêtement PVDF sur tôle aluminium du 9 février 2018.
- CSTB, passerelles :
 - Rapport d'essais CSTB n° FaCeT 17-26072914 – Essais de résistance aux charges horizontales et verticales sur système de passerelles Kalzip®.
 - Rapport d'étude CSTB n° DEIS/FACET-19-641 : Analyse et interprétation des résultats du rapport d'essai n° FaCeT 17-26072914 sur passerelles pour procédé de couverture Kalzip.

2.10.2. Références chantiers

Les premières applications du système Kalzip® remontent à 1967.

La surface totale réalisée dépasse 100 millions de mètres carrés, dont près de 1 million m² en France.

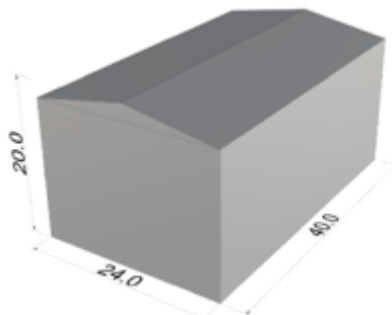
Les pattes métal-composites sont utilisées en Allemagne depuis 2005, et dans l'ensemble des autres pays européens depuis 2011.

Le premier projet dans les DROM date de 1998. La surface actuellement réalisée en bacs Kalzip dans les DROM est d'environ 24 000 m².

La première application du système de passerelle Kalzip® en France remonte à 2016. Jusqu'à aujourd'hui, plus de 1700 ml de passerelle ont été réalisés en France.

Annexe 1 - Exemples de calcul

Annexe 1.1 : Exemple de calcul des portées en France Métropolitaine



Bâtiment de base rectangulaire avec couverture double pente
Dimensions du bâtiment : cf. schéma ci-contre (en m).

Situé à Bourdeaux (26 Drôme), Altitude A=415 m

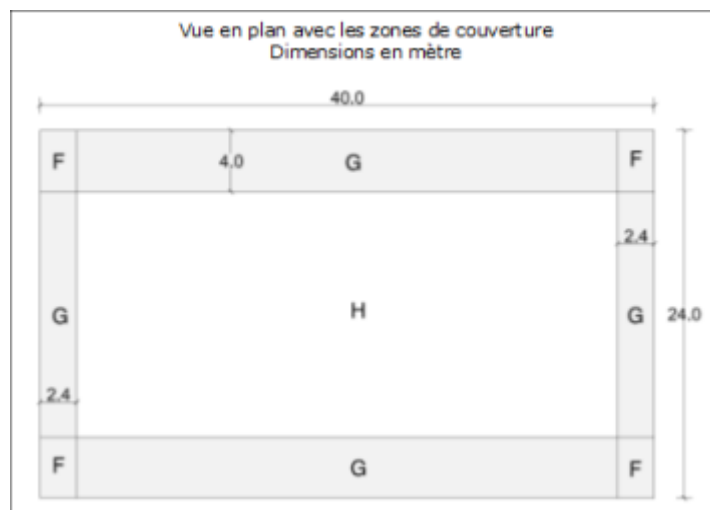
Composition de la toiture Kalzip :
Profil Kalzip 65/400/1,0 sur patte Kalzip E100
(patte aluminium au droit de la zone de passerelle, cf. § 2.6.3.1.2)

Définition des zones (cahier CSTB n°3804 V2) :

Dimensions du bâtiment :	Hauteur :	$h = 20 \text{ m}$
	Longueur :	$a = L = 40 \text{ m}$
	Largeur :	$b = l = 24 \text{ m}$

Largeur de la zone périphérique le long du grand côté	$L/10 = 4,0 \text{ m}$ $2 \cdot h/10 = 4,0 \text{ m}$	$\Rightarrow \text{MIN}(4,0 \text{ m}; 4,0 \text{ m}) = 4,0 \text{ m}$ ($\geq 2,0 \text{ m}$)
---	--	--

Largeur de la zone périphérique le long du pignon	$l/10 = 2,4 \text{ m}$ $2 \cdot h/10 = 4,0 \text{ m}$	$\Rightarrow \text{MIN}(2,4 \text{ m}; 4,0 \text{ m}) = 2,4 \text{ m}$ ($\geq 2,0 \text{ m}$)
---	--	--



En pression

Région de neige	C2	(NF/EN 1991-1-3/NA ; Tab. A.1)
Altitude	415 m	
Charge de neige + variation	$s_k + \Delta s = 0,65 + 0,22 = 0,87 \text{ kN/m}^2$	(NF/EN 1991-1-3/NA)
Charge exceptionnelle	$s_{Ad} = 1,35 \text{ kN/m}^2$	(NF/EN 1991-1-3/NA)
Charge de neige minimale sur le sol à considérer	0,90 kN/m ²	(cf. § 2.3.3)
Coefficient de forme pour la charge de neige	$\mu_1 = 0,8$	(NF/EN 1991-1-3 ; Tab. 5.2)
Charge de neige sur le toit sans accumulation de neige	$s = \text{MAX}\{\mu_1 \cdot (s_k + \Delta s); \mu_1 \cdot s_{Ad} / 1,5\}$ $= \text{MAX}\{0,8 \cdot 0,87; 0,8 \cdot 0,90\} = 0,72 \text{ kN/m}^2$	
Portée du profil Kalzip en pression	$l_{Kal1} = 3,46 \text{ m}$	(DTA 5.1/19-2571, tableau 7)

En dépression

Région de vent	2	(NF/EN 1991-1-4/NA ; figure 4.3NA)
Rugosité de terrain	III b	(E-Cahier 3804_V2 du CSTB ; § 3.2.3)
Hauteur du faîtage	20 m	
Pression dynamique de pointe	$q_{p(z)} = 0,658 \text{ kN/m}^2$	(E-Cahier 3804_V2 du CSTB ; § 3.1)
Forme de la couverture	Plane	
Bâtiment	Fermé	

Zone H (zone centrale)

Coefficient de pression de vent	$c_p = -1,4$	(E-Cahier 3804_V2 du CSTB ; §§ 3.2 - 3.4)
Dépression	$w_k = -0,92 \text{ kN/m}^2$	
Portée du profil Kalzip en zone H	$l_{Kal,H} = 3,18 \text{ m}$	(DTA 5.1/19-2571, tableau 7)

Zone F/G (zones rive et angle)

Coefficient de pression de vent	$c_p = -2,8$	(E-Cahier 3804_V2 du CSTB ; §§ 3.2 - 3.4)
Dépression	$w_p = -1,84 \text{ kN/m}^2$	
Portée du profil Kalzip en zone F	$l_{Kal,F} = 1,65 \text{ m}$	(DTA 5.1/19-2571, tableau 7)

Données de la passerelle : perpendiculaire (cas1) et parallèle (cas2)

Longueur de la passerelle	$L_{pas} = 5,0 \text{ m}$	
Largeur de la passerelle	$B_{pas} = 0,80 \text{ m}$	(cf. § 2.6.1)
Portée de la passerelle	$l_{pas} = 1,20 \text{ m}$	(cf. § 2.6.3.2)
Hauteur de la passerelle (avec plinthe)	$h_{pas} = 0,45 \text{ m}$	(cf. § 2.6.3.7.2)
Poids propre de la passerelle Kalzip (avec deux garde-corps)	$g_{pas} = 0,20 + 2 \cdot 0,05 = 0,30 \text{ kN/m}$	(cf. § 2.6.3.3)
Charge d'exploitation sur la passerelle	$p_{pas} = 2,00 \text{ kN/m}^2$	(valeur minimale selon NF E85-014, §4.5)

Avec accumulation de neige causée par une passerelle Kalzip dans les deux cas :

Accumulation de neige (passerelle) selon NF/EN 1991-1-3 ;
§ 6.2 « Accumulation au droit de saillies et d'obstacles »

Hauteur de l'obstacle	$H = 0,45 \text{ m}$	(cf. § 2.6.3.7.2)
Densité de la neige	$\gamma = 2,0 \text{ kN/m}^3$	(NF/EN 1991-1-3 ; § 6.2)
Coefficient de forme pour la charge de neige avec accumulation	$\mu_2 = \gamma \cdot H / s_k$ $2,0 \cdot 0,45 / 0,90 = 1,0$	(NF/EN 1991-1-3 ; § 6.2)

Charge de neige sur le toit avec accumulation de neige au droit de la passerelle et dans la zone périphérique de la passerelle*	$s_{(\mu_2)} = \text{MAX}\{\mu_2 \cdot (s_k + \Delta s); \mu_2 \cdot s_{Ad} / 1,5\}$ $= \text{MAX}\{1,0 \cdot 0,87; 1,0 \cdot 0,90\}$ $= 0,90 \text{ kN/m}^2$
---	---

Portée du profil Kalzip avec accumulation de neige dans la zone périphérique de la passerelle*	$l_{K_{al,A}} = 3,21 \text{ m}$	(DTA 5.1/19-2571, tableau 7)
--	---------------------------------	------------------------------

* Zone périphérique de la passerelle : sur une distance de 5 m autour de la passerelle (distance L_s selon NF/EN 1991-1-3 ; § 6.2).



Passerelle Perpendiculaire (Cas 1)



Passerelle Parallèle (Cas 2)

Portées retenues pour les profils Kalzip

En zone centrale (zone H) Zone H, y compris zone périphérique de la passerelle* Au droit de la passerelle	$l_{K_{al}} = 3,10 \text{ m}$ $l_{K_{al}} = 3,10 \text{ m}$ $l_{K_{al}} \leq 1,50 \text{ m}$	$\text{MIN}(l_{K_{al,1}} = 3,46 \text{ m}; l_{K_{al,H}} = 3,18 \text{ m})$ $\text{MIN}(l_{K_{al,A}} = 3,21 \text{ m}; l_{K_{al,H}} = 3,18 \text{ m})$ (DTA 5.1/19-2571, § XX)
En zone rive et angle (zones G et F) Zone G et F, y compris zone périphérique de la passerelle* Au droit de la passerelle	$l_{K_{al}} = 1,55 \text{ m}$ $l_{K_{al}} = 1,55 \text{ m}$ $l_{K_{al}} \leq 1,50 \text{ m}$	$\text{MIN}(l_{K_{al,1}} = 3,46 \text{ m}; l_{K_{al,F}} = 1,65 \text{ m})$ $\text{MIN}(l_{K_{al,A}} = 3,21 \text{ m}; l_{K_{al,F}} = 1,65 \text{ m})$ (DTA 5.1/19-2571, § XX)

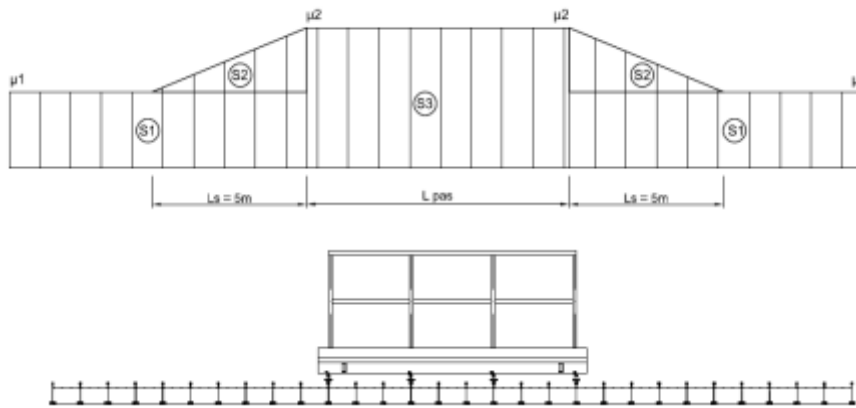
Descente de charges verticale

Vérification de **la patte de fixation Kalzip**
au droit de la passerelle
en zone F

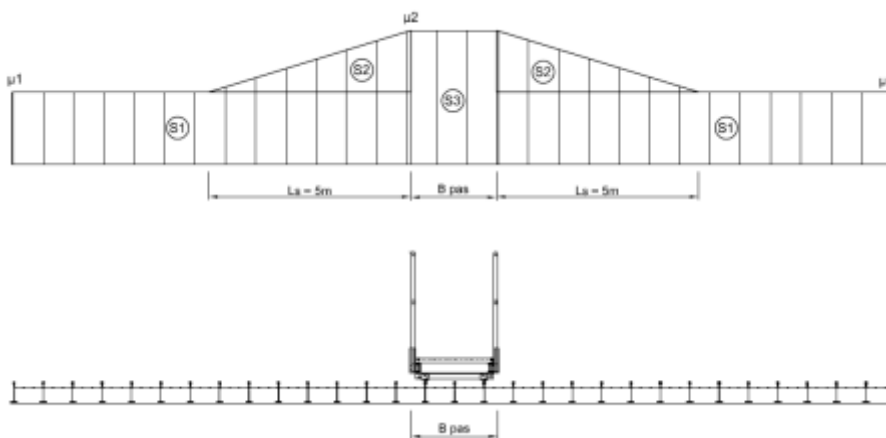
La charge résultante $F_{R,d}$ due à la passerelle, $F_{R,d} = \text{Max} \{F_{Gd} + F_{Sd} ; F_{Gd} + F_{Pd}\}$
transmise à la patte de fixation Kalzip

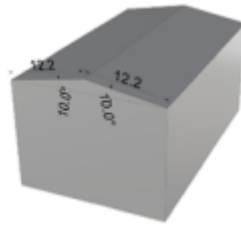
Due au poids propre du profil Kalzip	$= \gamma_G \cdot g_{Kal} \cdot l_{Kal} \cdot b_{Kal}$	
	$= 1,35 \cdot 0,05 \cdot 1,50 \cdot 0,40$	$= 0,03 \text{ kN}$
Due au poids propre de la passerelle	$= \gamma_G \cdot g_{Pas} \cdot l_{Pas} / 2$	
	$= 1,35 \cdot 0,30 \cdot 1,20 / 2$	$= 0,24 \text{ kN}$
Due à la neige ($s_{(\mu 2)}$) sur le profil Kalzip	$= \gamma_Q \cdot s_{(\mu 2)} \cdot l_{Kal} \cdot b_{Kal}$	
	$= 1,50 \cdot 0,90 \cdot 1,50 \cdot 0,40$	$= 0,81 \text{ kN}$
Due à la neige ($s_{(\mu 2)}$) sur la passerelle	$= \gamma_Q \cdot s_{(\mu 2)} \cdot l_{Pas} \cdot B_{Pas} / 2$	
	$= 1,50 \cdot 0,90 \cdot 1,20 \cdot 0,80 / 2$	$= 0,65 \text{ kN}$
Due à la charge d'exploitation	$= \gamma_Q \cdot p_{Pas} \cdot l_{Pas} \cdot B_{Pas} / 2$	
	$= 1,50 \cdot 2,0 \cdot 1,20 \cdot 0,80 / 2$	$= 1,80 \text{ kN}$
$F_{P,d} =$	$= 0,03 + 0,24 + 1,80$	$= \underline{2,07 \text{ kN}}$

CAS 1 passerelle perpendiculaire du profil Kalzip:



CAS 2 passerelle parallèle du profil Kalzip:



Annexe 1.2 : Exemple de calcul du point fixe en France Métropolitaine - Effort dans le point fixe**Bâtiment cf. Annexe 1.1**

Base rectangulaire avec couverture double pente

Pente de la couverture : $\alpha = 10^\circ$ (17 %)Longueur du profil Kalzip: $L_{Kal} = 12,2$ mSitué à Bourdeaux (26 Drôme), Altitude $A = 415$ m

Composition de la toiture Kalzip:

Profil	Kalzip	65/400/1,0	sur
(pattes aluminium au droit de la zone de passerelle, cf. § 2.6.3.1.2)			

Au niveau du point fixe :

Profil Kalzip 65/400/1,0 sur patte Kalzip L60 avec TK5 (sabot isolant) sur profil oméga S235, $t=1,5$ mm, $H=40$ mm**Sans accumulation de neige**

L'effort au point fixe :

$$T_d = (\gamma_g \cdot g_k + \gamma_q \cdot s \cdot \cos \alpha) \cdot \sin \alpha \cdot L_{Kal} \cdot b_{Kal}$$

Coefficients d'actions

$\gamma_g = 1,35$

$\gamma_q = 1,50$

Poids propre du Kalzip

$g_k = 0,05$ kN/m²

(DTA 5.1/19-2571, § 2.3.2.3.4)

Pour actions permanentes (cf. NF EN 1990)

Pour actions variables (cf. NF EN 1990)

Région de neige

C2

(NF/EN 1991-1-3/NA ; Tab. A.1)

Altitude

415 m

Charge de neige + variation

$s_k + \Delta s = 0,65 + 0,22 = 0,87$ kN/m²

(NF/EN 1991-1-3/NA)

Charge exceptionnelle

$S_{Ad} = 1,35$ kN/m²

(NF/EN 1991-1-3/NA)

Charge minimale

$= 0,90$ kN/m²

(DTA 5.1/19-2571, DTA§ 2.3.3)

Charge de neige sur le toit sans accumulation de neige s

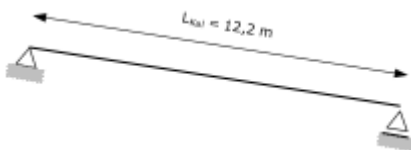
$$s = \text{MAX}\{\mu_1 \cdot (s_k + \Delta s); \mu_1 \cdot S_{Ad} / 1,5\} = 0,72$$
 kN/m²

Pente de la couverture

$\alpha = 10^\circ$

Longueur du profil Kalzip

$L_{Kal} = 12,2$ m



Largeur du profil Kalzip

$b_{Kal} = 400$ mm

L'effort au point fixe

$$T_d = (\gamma_g \cdot g_k + \gamma_q \cdot s \cdot \cos \alpha) \cdot \sin \alpha \cdot L_{Kal} \cdot b_{Kal}$$

$$T_d = (1,35 \cdot 0,05 + 1,50 \cdot 0,72 \cdot \cos 10^\circ) \cdot \sin 10^\circ \cdot 12,2 \cdot 0,400$$

$$\underline{T_d = 0,96 \text{ kN/patte}}$$

Avec accumulation de neige due à une passerelle Kalzip

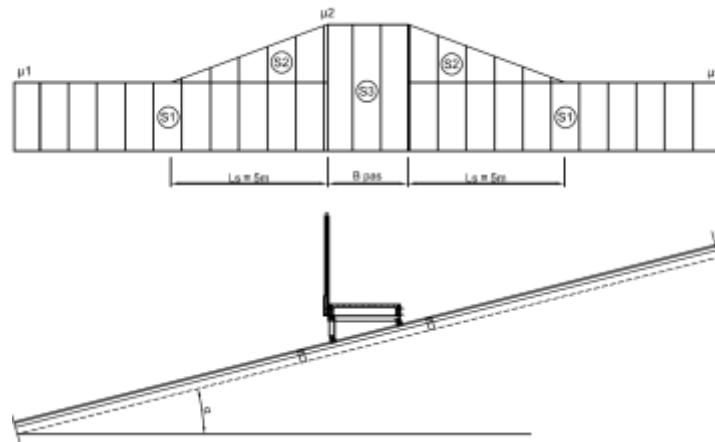
Accumulation de neige (passerelle) selon NF/EN 1991-1-3 ;
§ 6.2 « Accumulation au droit de saillies et d'obstacles »

Longueur de la passerelle	$L_{Pas} = 5,0 \text{ m}$	
Largeur de la passerelle	$B_{Pas} = 0,80 \text{ m}$	(cf. § 2.6.1)
Hauteur de la passerelle (avec plinthe)	$h_{Pas} = 0,45 \text{ m}$	(cf. § 2.6.3.7.2)
Poids propre de la passerelle Kalzip (avec deux garde-corps)	$g_{Pas} = 0,20 + 2 \cdot 0,05 = 0,30 \text{ kN/m}$	(cf. § 2.6.3.3)
Charge d'exploitation sur la passerelle	$p_{Pas} = 2,00 \text{ kN/m}^2$	(valeur minimale selon NF E85-014, §4.5)
Densité de la neige	$\gamma = 2,0 \text{ kN/m}^3$	(NF/EN 1991-1-3 ; § 6.2)
Coefficient de forme de neige avec accumulation de neige	$\mu_2 = \gamma \cdot h_{Pas} / \text{MAX}\{s_k + \Delta s; S_{Ad}/1,5\}$ $= 2,0 \cdot 0,45 / 0,90 = 1,0$	
Charge de neige sur le toit avec accumulation de neige $s_{(\mu_2)}$	$s_{(\mu_2)} = \mu_2 \cdot \text{MAX}\{s_k + \Delta s; S_{Ad}/1,5\}$ $= 1,0 \cdot 0,90 = 0,90 \text{ kN/m}^2$	
Longueur de l'accumulation avec limitation	$l_s = 2 \cdot h_{Pas} = 0,90 \text{ m}$ $5 \text{ m} \leq l_s \leq 15 \text{ m}$ $l_s = 5,0 \text{ m}$	(NF/EN 1991-1-3 ; § 6.2)

CAS 1**Passerelle perpendiculaire au profil Kalzip**

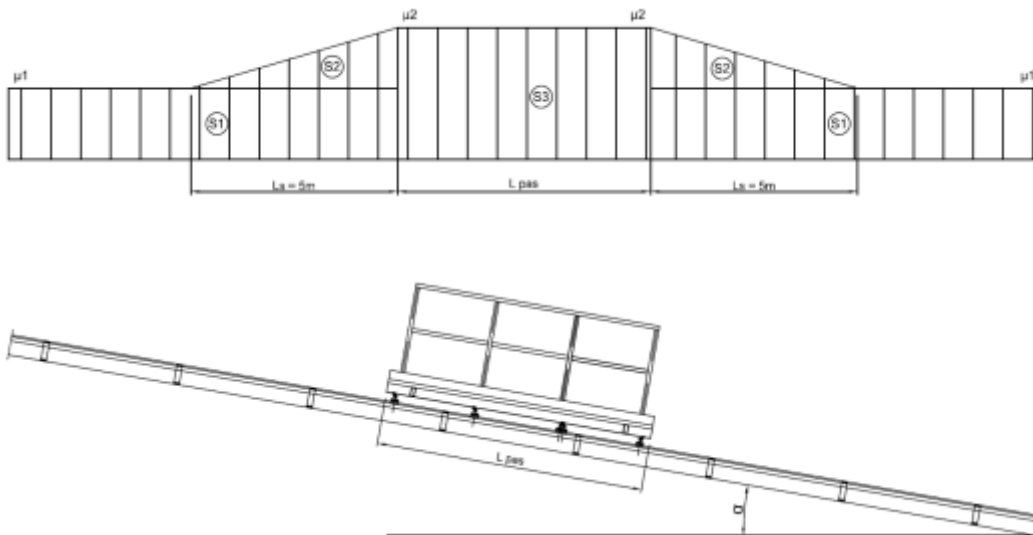
La charge dans le point fixe T_d est décomposée

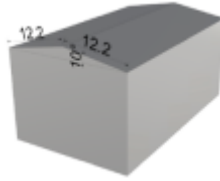
Poids propre du Kalzip	$T_{d,KAL} = (\gamma_g \cdot g_{Kal}) \cdot \sin \alpha \cdot L_{Kal} \cdot b_{Kal}$	= 0,06 kN
Poids propre de la passerelle	$T_{d,Pas} = (\gamma_g \cdot g'_{Pas}) \cdot \sin \alpha \cdot l_{Pas}$	= 0,08 kN
Charge de neige (sans accumulation)	$T_{d,s} = (\gamma_q \cdot s \cdot \cos \alpha) \cdot \sin \alpha \cdot L_{Kal} \cdot b_{Kal}$	= 0,90 kN
Charge de neige « S1 »	$T_{d,S1} = (\gamma_q \cdot s \cdot \cos \alpha) \cdot \sin \alpha \cdot [L_{Kal} - B_{Pas}] \cdot b_{Kal}$	= 0,84 kN
Charge de neige « S2 »	$T_{d,S2} = (\gamma_q \cdot [s_{(\mu_2)} - s] \cdot \cos \alpha) \cdot \sin \alpha \cdot l_s \cdot b_{Kal}$	= 0,09 kN
Charge de neige « S3 »	$T_{d,S3} = (\gamma_q \cdot s_{(\mu_2)} \cdot \cos \alpha) \cdot \sin \alpha \cdot l_{Pas} \cdot b_{Pas}$	= 0,22 kN
Charge d'exploitation sur la passerelle	$T_{d,p1} = (\gamma_q \cdot p_{Pas} \cdot \cos \alpha) \cdot \sin \alpha \cdot L_{Pas} \cdot b_{Pas}$	= 0,49 kN
Charge totale (neige dominant)	$T_{d-n} = T_{d,Kal} + T_{d,Pas} + T_{d,s1} + T_{d,s2} + T_{d,s3}$	= <u>1,30 kN</u>
Charge totale (exploitation dominant)	$T_{d-e} = T_{d,Kal} + T_{d,Pas} + T_{d,p1}$	= <u>0,63 kN</u>
Charge dans le point fixe	$T_d = \text{MAX}(T_{d-n} ; T_{d-e})$	= <u>1,30 kN</u>



CAS 2**Passerelle parallèle au profil Kalzip**La charge dans le point fixe T_d est décomposée

Poids propre du Kalzip	$T_{d,Kal} = (\gamma_g \cdot g_{Kal}) \cdot \sin \alpha \cdot L_{Kal} \cdot b_{Kal}$	= 0,06 kN
Poids propre de la passerelle	$T_{d,Pas} = (\gamma_g \cdot g'_{Pas}) \cdot \sin \alpha \cdot L_{Pas} / 2$	= 0,18 kN
Charge de neige (sans accumulation)	$T_{d,s} = (\gamma_q \cdot s \cdot \cos \alpha) \cdot \sin \alpha \cdot L_{Kal} \cdot b_{Kal}$	= 0,90 kN
Charge de neige « S1 »	$T_{d,s1} = (\gamma_q \cdot s \cdot \cos \alpha) \cdot \sin \alpha \cdot [L_{Kal} - L_{Pas}] \cdot b_{Kal}$	= 0,53 kN
Charge de neige « S2 »	$T_{d,s2} = (\gamma_q \cdot [s_{(\mu 2)} - s] \cdot \cos \alpha) \cdot \sin \alpha \cdot l_s \cdot b_{Kal}$	= 0,09 kN
Charge de neige « S3 »	$T_{d,s3} = (\gamma_q \cdot s_{(\mu 2)} \cdot \cos \alpha) \cdot \sin \alpha \cdot L_{Pas} \cdot B_{Pas} / 2$	= 0,46 kN
Charge d'exploitation sur la passerelle (charge répartie uniformément)	$T_{d,p1} = (\gamma_q \cdot p_{Pas} \cdot \cos \alpha) \cdot \sin \alpha \cdot L_{Pas} \cdot B_{Pas} / 2$	= 1,03 kN
Charge d'exploitation sur la passerelle (trois personnes)	$T_{d,p2} = (\gamma_q \cdot 3 \text{ kN} \cdot \cos \alpha) \cdot \sin \alpha / 2$	= 0,38 kN
Charge totale (neige dominant)	$T_{d-n} = T_{d,Kal} + T_{d,Pas} + T_{d,s1} + T_{d,s2} + T_{d,s3}$	= <u>1,32 kN</u>
Charge totale (exploitation dominant)	$T_{d-e} = T_{d,Kal} + T_{d,Pas} + \text{MIN}(T_{d,p1} ; T_{d,p2})$	= <u>0,62 kN</u>
<u>Charge dans le point fixe</u>	$T_d = \text{MAX}(T_{d-n} ; T_{d-e})$	= <u>1,32 kN</u>



Annexe 1.3 : Exemple de calcul du point fixe en DROM - Effort dans le point fixe**Bâtiment cf. Annexe 1.1**

Base rectangulaire avec couverture double pente

Pente de la couverture : $\alpha = 10^\circ$

Longueur du profil Kalzip: $L_{\text{Kal}} = 12,2 \text{ m}$

Mais : **Situé en DROM, sans charge de neige.**

Composition de la toiture Kalzip:

Profil Kalzip 65/400/1,0 sur patte Kalzip L100+TK5

En l'absence de charge de neige, deuxième calcul selon § 2.5.3.1 :

L'effort au point fixe par patte	$T'_{d} = \gamma_g \cdot g_{\text{Kal}} \cdot L_{\text{Kal}} \cdot b_{\text{Kal}}$	
	$T'_{d} = 1,35 \cdot 0,05 \cdot 12,2 \cdot 0,400$	= 0,33 kN

CAS 1**Passerelle perpendiculaire du profil Kalzip**

Premier calcul selon § 2.3.2.3.4

Poids propre du Kalzip	$T_{d,\text{Kal}} = (\gamma_g \cdot g_{\text{Kal}}) \cdot \sin \alpha \cdot L_{\text{Kal}} \cdot b_{\text{Kal}}$	= 0,06 kN
Poids propre de la passerelle	$T_{d,\text{Pas}} = (\gamma_g \cdot g'_{\text{Pas}}) \cdot \sin \alpha \cdot l_{\text{Pas}}$	= 0,08 kN
Charge d'exploitation sur la passerelle	$T_{d,\text{p1}} = (\gamma_q \cdot p_{\text{Pas}} \cdot \cos \alpha) \cdot \sin \alpha \cdot l_{\text{Pas}} \cdot b_{\text{Pas}}$	= 0,49 kN
Total	$T_{d,\text{p1}} = 0,06 + 0,08 + 0,49$	= 0,63 kN

Deuxième calcul selon § 2.5.3.1 :

Poids propre du Kalzip	$T'_{d,\text{Kal}} = \gamma_g \cdot g_{\text{Kal}} \cdot L_{\text{Kal}} \cdot b_{\text{Kal}}$	
	$T'_{d,\text{Kal}} = 1,35 \cdot 0,05 \cdot 12,2 \cdot 0,400$	= 0,33 kN
Poids propre de la passerelle	$T'_{d,\text{Pas}} = \gamma_g \cdot g'_{\text{Pas}} \cdot l_{\text{Pas}}$	
	$T'_{d,\text{Pas}} = 1,35 \cdot 0,30 \cdot 1,20$	= 0,49 kN
Total	$T'_{d} = 0,33 + 0,49$	= 0,82 kN

<u>L'effort au point fixe par patte</u>	$T_{d \text{ fin}} = \text{MAX}(T_d ; T'_{d})$	= 0,82 kN
---	--	------------------

CAS 2**Passerelle parallèle du profil Kalzip**

Premier calcul selon § 2.3.2.3.4

Poids propre du Kalzip	$T_{d,Kal} = (\gamma_g \cdot g_{Kal}) \cdot \sin \alpha \cdot L_{Kal} \cdot b_{Kal}$	= 0,06 kN
Poids propre de la passerelle	$T_{d,Pas} = (\gamma_g \cdot g'_{Pas}) \cdot \sin \alpha \cdot L_{Pas}/2$	= 0,18 kN
Charge d'exploitation sur la passerelle (charge répartie uniformément)	$T_{d,p1} = (\gamma_q \cdot p_{Pas} \cdot \cos \alpha) \cdot \sin \alpha \cdot L_{Pas} \cdot B_{Pas} / 2$	= 0,62 kN
Charge d'exploitation sur la passerelle (trois personnes)	$T_{d,p2} = (\gamma_q \cdot 3 \text{ kN} \cdot \cos \alpha) \cdot \sin \alpha / 2$	= 0,38 kN
Total	$T_d = T_{d,Kal} + T_{d,Pas} + \text{MIN}(T_{d,p1} ; T_{d,p2})$	= <u>0,62 kN</u>

Deuxième calcul selon § 2.5.3.1 :

Poids propre du Kalzip	$T'_{d,Kal} = \gamma_g \cdot g_{Kal} \cdot L_{Kal} \cdot b_{Kal}$	
	$T'_{d,Kal} = 1,35 \cdot 0,06 \cdot 12,2 \cdot 0,400$	= 0,33 kN
Poids propre de la passerelle	$T'_{d,Pas} = \gamma_g \cdot g'_{Pas} \cdot L_{Pas}/2$	
	$T'_{d,Pas} = 1,35 \cdot 0,30 \cdot 5,00/2$	= 1,01 kN
Total	$T'_d = T'_{d,Kal} + T'_{d,Pas}$	= <u>1,34 kN</u>

<u>L'effort au point fixe par patte</u>	$T_{d \text{ fin}} = \text{MAX}(T_d ; T'_d)$	= <u>1,34 kN</u>
---	--	-------------------------

Annexe 1.4 : Exemple de calcul du point fixe - Transmission des charges

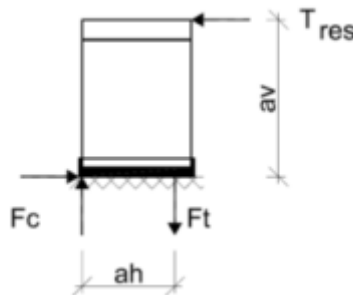
La composante tangentielle des efforts dus au point fixe T_d (voir Annexes 1.2 et 1.3), vient s'appliquer ensuite en une force résultante T_{res} sur la patte qui reçoit le point fixe.

Soit $T_d = T_{res} = 1,30$ kN (Annexe 1.2, CAS 1 passerelle perpendiculaire au profil Kalzip).

a) Transmission de la charge du bac Kalzip® à la tête de la patte

Pour la force de 1,30 kN/patte, on a besoin de $1,30/2.64 = 0.5 < 1$ Boulon M6 par patte (cf. figure 16).

b) Transmission de la charge de la patte de fixation au profil écarteur t=1,5mm



La hauteur de la patte de fixation L60 avec sabot isolant TK5 ce qui représente le bras de levier pour T_{res} est de $av = 121$ mm.

Le bras de levier entre les vis qui prennent la force de traction (F_t) et l'extrémité de la patte qui prend la force de compression est de $ah = 51$ mm.

Pour des raisons d'équilibre on calcule :

$$F_t = T_{res} \cdot av / ah = 1,30 \cdot 121 / 51 = 3,08 \text{ kN}$$

$$F_c = T_{res}$$

Pour une vis SFS SDK3-S-377-6,0x30 dans une sous structure en acier de $t=1,5$ mm.

Soit :

la résistance de calcul en traction $F_{R,d,t} = 1,61$ kN/vis et

la résistance de calcul en cisaillement $F_{R,d,c} = 1,18$ kN/vis

Donc, il faut :

$$n_t = 3,08 / 1,61 < 2 \text{ vis pour la charge de traction et}$$

$$n_c = 1,30 / 1,18 < 2 \text{ vis pour la charge de cisaillement.}$$

Le point fixe est réalisé comme suit :

une patte de fixation L60 avec sabot isolant TK5

fixation sur le profil d'écarteur d'épaisseur 15/10 mm

avec $(2 + 2) = 4$ vis SFS SDK3-S-377-6,0xL.

c) Transmission de la charge du profil écarteur t = 1,5 mm à l'étrier t = 2,5 mm

La hauteur de l'écarteur est de 40 mm.

Le bras de levier pour T_{res} est de donc $av = 121 + 40 = 161$ mm.

Le bras de levier entre les vis, sollicitées par la force, est de $ah = 110$ mm.

Pour des raisons d'équilibre on calcule :

$$F'c = T'_{res} = 3,25 \text{ kN/m}$$

$$F't = T'_{res} \cdot av / ah = 1,30 \cdot 161 / 110 = 4,76 \text{ kN/m}$$

Pour une vis SFS SX5-S16-5,5xL dans une structure intermédiaire en acier de $t=2,5$ mm soit :

la résistance de calcul en traction $F_{R,d,t} = 3,12$ kN/vis et

la résistance de calcul en cisaillement $F_{R,d,c} = 3,91$ kN/vis.

Donc, il faut :

$$n_t = 4,76 / 3,12 = 1,53 \text{ vis/m} \quad \square \quad e_{vis} < 0,65 \text{ m}$$

$$n_c = 3,25 / 3,91 = 0,83 \text{ vis/m} \quad \square \quad e_{vis} < 1,20 \text{ m}$$

Les étriers sont fixés au travers d'un bac non porteur TR 35/207 :



Pour des raisons constructives on dispose une vis de chaque côté tous les 0,621 m. Ce qui correspond à deux vis par étrier ($e=62,1$ cm).

d) Transmission de la charge de l'étrier $t = 2,5$ mm à une panne acier (HEB 160)

La hauteur de l'étrier est de 40 mm.

Le bras de levier pour T_{res} est de donc $av = 161 + 40 = 201$ mm.

Le bras de levier entre les vis, sollicitées par la force, est de $ah = 100$ mm.

Pour des raisons d'équilibre, on calcule :

$$F'c = T'_{res} = 3,25 \text{ kN/m}$$

$$F't = T'_{res} \cdot av / ah = 3,25 \cdot 201 / 100 = 6,53 \text{ kN/m}$$

Pour une vis SFS TDB-S-S16-6,3 x 25 dans une structure intermédiaire en acier de $t=7,0$ mm soit :

la résistance de calcul en traction $F_{R,d,t} = 4,43$ kN/vis et

la résistance de calcul en cisaillement $F_{R,d,c} = 5,48$ kN/vis.

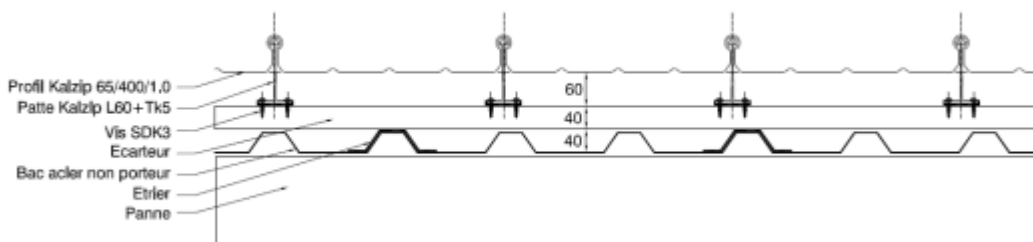
Donc, il faut :

$$n_t = 6,53 / 4,43 = 1,47 \text{ vis/m} \quad \square \quad e_{vis} < 0,67 \text{ m}$$

$$n_c = 3,25 / 5,48 = 0,59 \text{ vis/m} \quad \square \quad e_{vis} < 1,68 \text{ m}$$

pour des raisons constructives on dispose deux vis de chaque côté tous les 0,63 m

ce qui correspond à quatre vis par étrier ($e=63$ cm).



3. Annexe 2 - Ponts thermiques

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

Ces études tiennent compte du coefficient de transmission surfacique global d'une paroi U_p (en $W/(m^2.K)$), ponts thermiques intégrés pris en compte, qui est calculé de la façon suivante :

$$U_p = U_c + \frac{\psi_1}{E_1} + n_1 \times \chi_1 + \frac{\chi_2}{E_1 \times E_2}$$

Avec :

- U_c : coefficient de transmission thermique en partie courante, en $W/(m^2.K)$,
- ψ_1 : coefficient de transmission linéique du pont thermique intégré lié à un écarteur en oméga, en $W/(m.K)$,
- E_1 : entraxe des écarteurs en oméga, en m,
- n_1 : densité de pattes en aluminium avec sabot isolant, en m^{-2} ,
- χ_1 : coefficient de transmission ponctuel du pont thermique intégré lié à une patte en aluminium ou métal-composite associée à son sabot isolant, en W/K ,
- χ_2 : coefficient de transmission ponctuel du pont thermique intégré lié au croisement entre un écarteur en oméga et une nervure du bac acier, en W/K ,
- E_2 : entraxe des nervures du bac acier, en m.
- La résistance thermique totale d'une paroi R (en $(m^2.K)/W$), ponts thermiques intégrés pris en compte, se fait de la façon suivante :

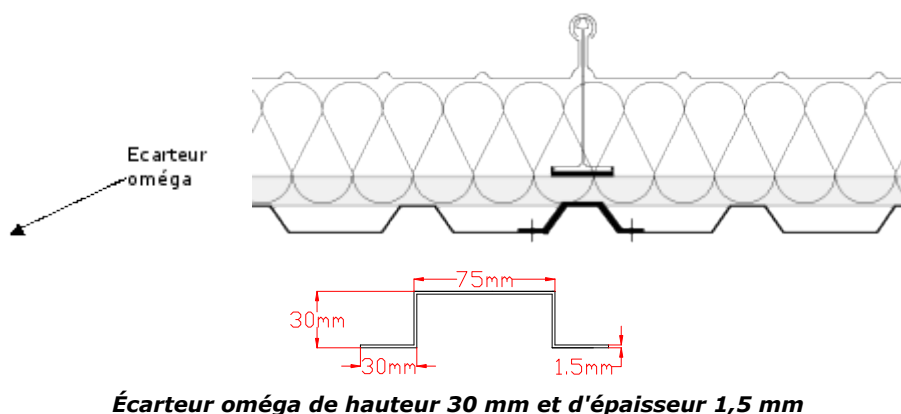
$$R = \frac{1}{U_p} - 0,2$$

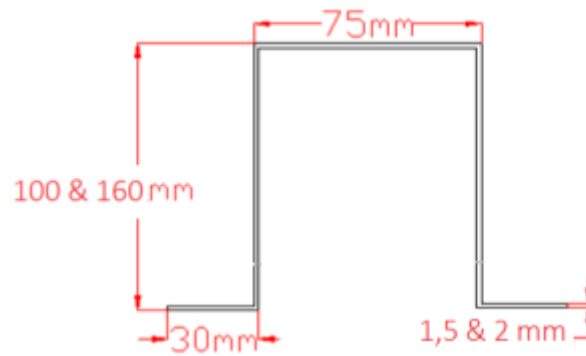
Les valeurs suivantes ont été calculées (cf. rapports du CSTB de calcul des ponts thermiques intégrés et des coefficients de transmission surfaciques U_p , n° DIR/HTO-2014-010-AD/LS du 20 janvier 2014 et n° DEB/HTO-2020-096-FaL/LB du 29 juillet 2020) suivant la configuration ci-dessous qui se compose, de l'intérieur vers l'extérieur :

- D'un bac acier nervuré de type 45/150 de 0,75 mm d'épaisseur,
- D'écarteurs Oméga de 30 mm de hauteur et de 1,5 mm d'épaisseur (cf. tableaux a. à e.), ou Oméga de 100 mm de hauteur et de 1,5 mm d'épaisseur ou de 160 mm de hauteur et de 2 mm d'épaisseur (cf. tableaux f. et g.) posés sur le bac acier ;
- De pattes supports de couverture de hauteur variable posées sur les écarteurs en oméga,
- D'une isolation posée sur le bac support, la conductivité thermique utile de l'isolant étudié étant de 0,035 $W/(m.K)$,
- D'une couverture en bacs profilés en aluminium Kalzip® de 1 mm d'épaisseur et de hauteur égale à 50 ou 65 mm fixés sur les pattes.

L'épaisseur utile d'isolation est déduite de la hauteur de l'écarteur oméga, de la hauteur de la patte étudiée et de la hauteur de la couverture.

Cette configuration avec omégas posés directement sur le bac est défavorable (ponts thermiques à chaque croisement nervure / oméga) par rapport à la configuration réelle avec étrier ci-dessous :





**Écarteur oméga de hauteur 100 mm et d'épaisseur 1,5 mm
ou de hauteur 160 mm et d'épaisseur 2 mm.**

Les configurations étudiées sont les suivantes :

- Avec écarteur oméga de hauteur 30 mm et d'épaisseur 1,5 mm :
 - a. Patte en aluminium avec sabot isolant TK5 (sabot en polyamide de 5 mm d'épaisseur) ;
 - b. Patte en aluminium avec sabot isolant TK15 (sabot en polyamide de 15 mm d'épaisseur) ;
 - c. Patte métal-composite (acier recouvert de polyamide) sans sabot isolant ;
 - d. Patte métal-composite (acier recouvert de polyamide) avec sabot isolant DK5 (sabot en polyamide de 5 mm d'épaisseur) ;
 - e. Patte métal-composite (acier recouvert de polyamide) avec sabot isolant DK10 (sabot en polyamide de 10 mm d'épaisseur).
- Avec écarteur oméga de hauteur 100 mm et d'épaisseur 1,5 mm :
 - f. Patte métal-composite (acier recouvert de polyamide) sans sabot isolant ;
- Avec écarteur oméga de hauteur 160 mm et d'épaisseur 2 mm :
 - g. Patte métal-composite (acier recouvert de polyamide) sans sabot isolant ;

Épaisseur utile d'isolation (mm)	U_c (W/(m ² .K))	Ψ_1 (W/(m.K))	χ_1 (W/K)	χ_2 (W/K)	$U_p^{(*)}$ (W/(m ² .K)) $n_1 = 1,25$	$U_p^{(*)}$ (W/(m ² .K)) $n_1 = 3$
50	0,638	0,061	0,093	0,003	0,79	0,96
65	0,501	0,035	0,092	0,002	0,64	0,80
75	0,438	0,025	0,091	0,001	0,57	0,73
80	0,412	0,022	0,091	0,001	0,54	0,70
85	0,389	0,019	0,091	0,001	0,52	0,68
90	0,369	0,017	0,091	0,001	0,49	0,65
95	0,350	0,015	0,090	0,000	0,47	0,63
100	0,334	0,014	0,090	0,000	0,45	0,61
105	0,318	0,012	0,090	0,000	0,44	0,59
110	0,305	0,011	0,090	0,000	0,42	0,58
115	0,292	0,010	0,090	0,000	0,41	0,57
120	0,280	0,009	0,089	0,000	0,40	0,55
125	0,269	0,009	0,088	0,000	0,38	0,54
130	0,259	0,008	0,087	0,000	0,37	0,52
135	0,250	0,007	0,086	0,000	0,36	0,51
140	0,242	0,007	0,085	0,000	0,35	0,50
145	0,233	0,006	0,084	0,000	0,34	0,49
150	0,226	0,006	0,083	0,000	0,33	0,48
155	0,219	0,005	0,082	0,000	0,32	0,47
160	0,212	0,005	0,081	0,000	0,32	0,46
165	0,206	0,005	0,080	0,000	0,31	0,45
170	0,200	0,004	0,079	0,000	0,30	0,44
175	0,195	0,004	0,078	0,000	0,29	0,43
180	0,189	0,004	0,077	0,000	0,29	0,42
190	0,180	0,003	0,075	0,000	0,27	0,41

(*) : Exemples de coefficients U_p valables pour un entraxe de nervure du bac acier de $E_2=0,15m$ et un entraxe d'écarteur oméga de $E_1=2m$.

Tableau a - Ponts thermiques intégrés et exemples de coefficients U_p pour la configuration avec pattes en aluminium et sabot TK5 - TK5 - Avec écarteur oméga de hauteur 30 mm et d'épaisseur 1,5 mm

Épaisseur utile d'isolation (mm)	U_c (W/(m ² .K))	Ψ_1 (W/(m.K))	χ_1 (W/K)	χ_2 (W/K)	$U_p^{(*)}$ (W/(m ² .K)) $n_1 = 1,25$	$U_p^{(*)}$ (W/(m ² .K)) $n_1 = 3$
60	0,539	0,041	0,070	0,002	0,65	0,78
75	0,438	0,025	0,070	0,001	0,54	0,66
85	0,389	0,019	0,070	0,001	0,49	0,61
90	0,369	0,017	0,070	0,001	0,47	0,59
95	0,350	0,015	0,070	0,000	0,45	0,57
100	0,334	0,014	0,070	0,000	0,43	0,55
105	0,318	0,012	0,070	0,000	0,41	0,53
110	0,305	0,011	0,069	0,000	0,40	0,52
115	0,292	0,010	0,069	0,000	0,38	0,50
120	0,280	0,009	0,069	0,000	0,37	0,49
125	0,269	0,009	0,069	0,000	0,36	0,48
130	0,259	0,008	0,069	0,000	0,35	0,47
135	0,250	0,007	0,069	0,000	0,34	0,46
140	0,242	0,007	0,068	0,000	0,33	0,45
145	0,233	0,006	0,067	0,000	0,32	0,44
150	0,226	0,006	0,067	0,000	0,31	0,43
155	0,219	0,005	0,066	0,000	0,30	0,42
160	0,212	0,005	0,066	0,000	0,30	0,41
165	0,206	0,005	0,065	0,000	0,29	0,40
170	0,200	0,004	0,065	0,000	0,28	0,40
175	0,195	0,004	0,064	0,000	0,28	0,39
180	0,189	0,004	0,063	0,000	0,27	0,38
185	0,184	0,004	0,063	0,000	0,27	0,38
190	0,180	0,003	0,062	0,000	0,26	0,37
200	0,171	0,003	0,061	0,000	0,25	0,36

(*) : Exemples de coefficients U_p valables pour un entraxe de nervure du bac acier de $E_2=0,15m$ et un entraxe d'écarteur oméga de $E_1=2m$.

Tableau b - Ponts thermiques intégrés et exemples de coefficients U_p pour la configuration avec pattes en aluminium et sabot TK15 - Avec écarteur oméga de hauteur 30 mm et d'épaisseur 1,5 mm

Épaisseur utile d'isolation (mm)	U_c (W/(m ² .K))	Ψ_1 (W/(m.K))	χ_1 (W/K)	χ_2 (W/K)	$U_p^{(*)}$ (W/(m ² .K)) $n_1 = 1,25$	$U_p^{(*)}$ (W/(m ² .K)) $n_1 = 3$
45	0,701	0,076	0,039	0,005	0,80	0,87
60	0,539	0,041	0,035	0,002	0,61	0,67
65	0,501	0,035	0,034	0,002	0,57	0,63
80	0,412	0,022	0,031	0,001	0,47	0,52
85	0,389	0,019	0,030	0,001	0,44	0,49
100	0,334	0,014	0,027	0,000	0,37	0,42
105	0,318	0,012	0,026	0,000	0,36	0,40
120	0,280	0,009	0,022	0,000	0,31	0,35
125	0,269	0,009	0,021	0,000	0,30	0,34
140	0,242	0,007	0,018	0,000	0,27	0,30
145	0,233	0,006	0,018	0,000	0,26	0,29
160	0,212	0,005	0,017	0,000	0,24	0,27
165	0,206	0,005	0,016	0,000	0,23	0,26
180	0,189	0,004	0,015	0,000	0,21	0,24
185	0,184	0,004	0,015	0,000	0,21	0,23
200	0,171	0,003	0,014	0,000	0,19	0,21
205	0,167	0,003	0,013	0,000	0,18	0,21
220	0,156	0,003	0,012	0,000	0,17	0,19

(*) : Exemples de coefficients U_p valables pour un entraxe de nervure du bac acier de $E_2=0,15m$ et un entraxe d'écarteur oméga de $E_1=2m$.

Tableau c - Ponts thermiques intégrés et exemples de coefficients U_p pour la configuration avec pattes métal-composites sans sabot - Avec écarteur oméga de hauteur 30 mm et d'épaisseur 1,5 mm

Épaisseur utile d'isolation (mm)	U_c (W/(m ² .K))	Ψ_1 (W/(m.K))	χ_1 (W/K)	χ_2 (W/K)	$U_p^{(*)}$ (W/(m ² .K)) $n_1 = 1,25$	$U_p^{(*)}$ (W/(m ² .K)) $n_1 = 3$
50	0,638	0,061	0,037	0,003	0,72	0,79
65	0,501	0,035	0,034	0,002	0,57	0,63
70	0,467	0,029	0,033	0,001	0,53	0,58
85	0,389	0,019	0,030	0,001	0,44	0,49
90	0,369	0,017	0,029	0,001	0,42	0,47
105	0,318	0,012	0,025	0,000	0,36	0,40
110	0,305	0,011	0,024	0,000	0,34	0,38
125	0,269	0,009	0,021	0,000	0,30	0,34
130	0,259	0,008	0,020	0,000	0,29	0,32
145	0,233	0,006	0,017	0,000	0,26	0,29
150	0,226	0,006	0,017	0,000	0,25	0,28
165	0,206	0,005	0,016	0,000	0,23	0,26
170	0,200	0,004	0,016	0,000	0,22	0,25
185	0,184	0,004	0,015	0,000	0,21	0,23
190	0,180	0,003	0,014	0,000	0,20	0,22
205	0,167	0,003	0,013	0,000	0,18	0,21
210	0,163	0,003	0,013	0,000	0,18	0,20
225	0,152	0,002	0,012	0,000	0,17	0,19

(*) : Exemples de coefficients U_p valables pour un entraxe de nervure du bac acier de $E_2=0,15m$ et un entraxe d'écarteur oméga de $E_1=2m$.

Tableau d - Ponts thermiques intégrés et exemples de coefficients U_p pour la configuration avec pattes métal-composites avec sabot DK5- Avec écarteur oméga de hauteur 30 mm et d'épaisseur 1,5 mm

Épaisseur utile d'isolation (mm)	U_c (W/(m ² .K))	Ψ_1 (W/(m.K))	χ_1 (W/K)	χ_2 (W/K)	$U_p^{(*)}$ (W/(m ² .K)) $n_1 = 1,25$	$U_p^{(*)}$ (W/(m ² .K)) $n_1 = 3$
55	0,584	0,049	0,035	0,003	0,66	0,72
70	0,467	0,029	0,032	0,001	0,53	0,58
75	0,438	0,025	0,031	0,001	0,49	0,55
90	0,369	0,017	0,028	0,001	0,42	0,46
95	0,350	0,015	0,028	0,000	0,39	0,44
110	0,305	0,011	0,025	0,000	0,34	0,39
115	0,292	0,010	0,024	0,000	0,33	0,37
130	0,259	0,008	0,021	0,000	0,29	0,33
135	0,250	0,007	0,020	0,000	0,28	0,31
150	0,226	0,006	0,017	0,000	0,25	0,28
155	0,219	0,005	0,016	0,000	0,24	0,27
170	0,200	0,004	0,015	0,000	0,22	0,25
175	0,195	0,004	0,015	0,000	0,22	0,24
190	0,180	0,003	0,014	0,000	0,20	0,22
195	0,175	0,003	0,014	0,000	0,19	0,22
210	0,163	0,003	0,013	0,000	0,18	0,20
215	0,159	0,003	0,013	0,000	0,18	0,20
230	0,149	0,002	0,012	0,000	0,17	0,19

(*) : Exemples de coefficients U_p valables pour un entraxe de nervure du bac acier de $E_2=0,15m$ et un entraxe d'écarteur oméga de $E_1=2m$.

Tableau e - Ponts thermiques intégrés et exemples de coefficients U_p pour la configuration avec pattes métal-composites avec sabot DK10 - Avec écarteur oméga de hauteur 30 mm et d'épaisseur 1,5 mm

Épaisseur utile d'isolation (mm)	U_c (W/(m ² .K))	Ψ_1 (W/(m.K))	χ_1 (W/K)	χ_2 (W/K)	$U_p^{(*)}$ (W/(m ² .K)) $n_1 = 1,25$	$U_p^{(*)}$ (W/(m ² .K)) $n_1 = 3$
120	0,280	0,093	0,034	0,005	0,39	0,45
135	0,250	0,069	0,031	0,003	0,33	0,39
140	0,242	0,063	0,030	0,003	0,32	0,37
155	0,219	0,049	0,027	0,002	0,28	0,33
160	0,212	0,045	0,026	0,002	0,27	0,32
175	0,195	0,036	0,023	0,001	0,24	0,28
180	0,189	0,034	0,022	0,001	0,24	0,28
195	0,175	0,027	0,019	0,001	0,22	0,25
200	0,171	0,026	0,019	0,001	0,21	0,24
215	0,159	0,021	0,018	0,001	0,20	0,23
220	0,156	0,020	0,017	0,001	0,19	0,22
235	0,146	0,017	0,016	0,000	0,17	0,20
240	0,143	0,016	0,016	0,000	0,17	0,20
255	0,135	0,014	0,015	0,000	0,16	0,19
260	0,127	0,012	0,013	0,000	0,15	0,17
275	0,125	0,012	0,013	0,000	0,15	0,17
280	0,123	0,011	0,013	0,000	0,14	0,17
295	0,117	0,010	0,012	0,000	0,14	0,16

(*) Exemples de coefficients U_p valables pour un entraxe de nervure du bac acier de $E_2 = 0,15$ m et un entraxe d'écarteur méga de $E_1 = 2$ m.

Tableau f - Ponts thermiques intégrés et exemples de coefficients U_p pour la configuration avec pattes métal-composites sans sabot - Avec écarteur oméga de hauteur 100 mm et d'épaisseur 1,5 mm

Épaisseur utile d'isolation (mm)	U_c (W/(m ² .K))	Ψ_1 (W/(m.K))	χ_1 (W/K)	χ_2 (W/K)	$U_p^{(*)}$ (W/(m ² .K)) $n_1 = 1,25$	$U_p^{(*)}$ (W/(m ² .K)) $n_1 = 3$
180	0,189	0,107	0,030	0,004	0,29	0,35
195	0,175	0,085	0,028	0,003	0,26	0,31
200	0,171	0,079	0,027	0,003	0,25	0,30
215	0,159	0,064	0,025	0,002	0,23	0,27
220	0,156	0,060	0,024	0,002	0,22	0,26
235	0,146	0,049	0,021	0,001	0,20	0,24
240	0,143	0,046	0,021	0,001	0,20	0,23
255	0,135	0,039	0,018	0,001	0,18	0,21
260	0,132	0,037	0,018	0,001	0,18	0,21
275	0,125	0,031	0,017	0,001	0,17	0,19
280	0,123	0,029	0,016	0,001	0,16	0,19
295	0,117	0,025	0,015	0,001	0,15	0,18
300	0,115	0,024	0,015	0,001	0,15	0,18
315	0,109	0,021	0,014	0,000	0,14	0,16
320	0,108	0,020	0,014	0,000	0,14	0,16
335	0,103	0,017	0,013	0,000	0,13	0,15
340	0,101	0,017	0,012	0,000	0,13	0,15
345	0,097	0,015	0,011	0,000	0,12	0,14

(*) Exemples de coefficients U_p valables pour un entraxe de nervure du bac acier de $E_2 = 0,15$ m et un entraxe d'écarteur méga de $E_1 = 2$ m.

Tableau g - Ponts thermiques intégrés et exemples de coefficients U_p pour la configuration avec pattes métal-composites sans sabot - Avec écarteur oméga de hauteur 160 mm et d'épaisseur 2 mm