2.1/26-1864_V1

Valide du **12 novembre 2026**

au **31 octobre 2029**

Sur le procédé

Façade en toile tendue KEDER

Famille de produit/Procédé : Façade et couverture en toile tendue

Titulaire(s) : Société ACS PRODUCTION

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° 2.1 - Produits et procédés de façade légère

COMMISSION CHARGÉE DE FORMULER LES AVIS TECHNIQUES

Secrétariat : CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - email : secretariat.at@cstb.fr

www.ccfat.fr

Les Avis Techniques sont publiés par le Secrétariat des Avis Techniques, assuré par le CSTB ; Les versions authentifiées sont disponibles gratuitement sur le site Internet du CSTB (http://www.cstb.fr)

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V1	Il s'agit d'une nouvelle demande.	BOULLON Tamara	VALEM Frédéric

Descripteur :

Système de façade constitué de membranes textiles pleines (translucides et opaques) ou perforées en PVC maintenues en périphérie par un système de Keder. Les façades sont fixées avec des profilés en aluminium soit directement sur les éléments de charpente (bois / acier / aluminium) soit rapportés sur une structure secondaire.

Table des matières

1. Avis du Groupe Spécialisé 4
1.1. Domaine d'emploi accepté 4
1.1.1. Zone géographique 4
1.1.2. Ouvrages visés 4
1.2. Appréciation 4
1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé 4
1.2.2. Durabilité 5
1.2.3. Aspects sanitaires 5
1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé 5
2. Dossier Technique 6
2.1. Mode de commercialisation 6
2.1.1. Coordonnées 6
2.2. Description 6
2.2.1. Principe 6
2.2.2. Caractéristiques des composants 6
2.2.3. Données environnementales 9
2.3. Dispositions de conception 9
2.3.1. Condition de conception 9
2.3.2. Dimensionnement 9
2.3.3. Stabilité en zone sismique 11
2.4. Dispositions de mise en œuvre 12
2.4.1. Condition de mise-en-œuvre 12
2.4.2. Mode opératoire de la mise en œuvre (Figure 15) 12
2.4.3. Ossature support 14
2.4.4. Traitement des points singuliers 14
2.4.5. Contrôle des charpentes 14
2.5. Maintien en service du procédé 15
2.5.1. Maintenance 15
2.5.2. Entretien 15
2.5.3. Réparation 15
2.6. Traitement en fin de vie 15
2.7. Assistance technique 16
2.8. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication 16
2.8.1. Condition concernant la fabrication 16
2.8.2. Profilés aluminium & cornières 16
2.8.3. Façades textiles 16
2.8.4. Contrôles 17
2.9. Mention des justificatifs 18
2.9.1. Résultats expérimentaux 18
2.9.2. Références chantiers 18
2.10. Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre 19

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

Les ouvrages peuvent être mis en œuvre dans toutes les zones de vent et hors climat de montagne en France Métropolitaine. Les dimensions des membranes sont adaptées en fonction de la pression de vent et/ou de la neige du site, conformément à l'annexe de dimensionnement.

La satisfaction aux exigences parasismiques du système, utilisant le procédé de façade en membranes tendues, doit être appréciée au cas par cas selon les arrêtés des 22 octobre 2010 et ses modificatifs ou les normes Eurocode, dans les mêmes conditions que pour une façade traditionnelle pour les ossatures et ses fixations. Un calcul sismique de l'ossature primaire soutenant les façades et couvertures doit être réalisé indépendamment du procédé de façade et couverture en membranes tendues.

1.1.2. Ouvrages visés

Façades variant de la position verticale à une position inclinée de ±15°, en toile tendue plane, pour des bâtiments en charpente bois, acier ou aluminium non isolés pour lesquels la condensation et les infiltrations d'eau prévisibles peuvent être admises. Un dispositif en pied de façade (formé d'une bavette d'étanchéité et d'une tôle de fermeture) permettant d'éviter les infiltrations d'eau est prévu dans le cas de la Figure 8.

Les dimensions des toiles sont adaptées en fonction de la pression de vent du site, conformément au §2.3.2 - Dimensionnement.

Le présent avis vise uniquement les locaux à faible et moyenne hygrométrie. Afin d'éviter le risque de dégradation, l'accès à proximité des membranes des usagers doit être proscrit. Une distance minimale de 2,50 mètres entre la membrane et l'aire d'activité permet de répondre à cette exigence.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

1.2.1.1. Stabilité

Les façades en toile tendue ne participent pas, par nature, aux fonctions de stabilité et de contreventement des bâtiments, de transmission de charges et des résistances aux chocs de sécurité.

La stabilité propre des façades sous charges climatiques peut être convenablement assurée dans le domaine d'emploi accepté.

1.2.1.2. Sécurité en cas d'incendie

La convenance du point de vue de la sécurité en cas d'incendie doit être examinée, cas par cas, en fonction des divers règlements concernant l'habitation, les établissements recevant du public, les lieux de travail, etc.

L'ensemble des membranes PVC ont un classement de réaction au feu, B,s2-d0.

1.2.1.3. Sécurité vis à vis des chutes des usagers

La sécurité des usagers vis-à-vis des chutes n'est pas assurée par les membranes PVC.

1.2.1.4. Sécurité des intervenants

La mise en œuvre fait généralement appel à des dispositifs spécifiques qui doivent être approuvés par les organisations compétentes en prévention des accidents. Elle nécessite en outre le recours à des dispositifs antichute selon la réglementation en vigueur.

1.2.1.5. Etanchéité

L'étanchéité n'a pas été évaluée dans le cadre de l'Avis Technique et ne peut être présagée dans le cas des toiles perforées.

1.2.1.6. Informations complémentaires

Le risque de condensation à l'intérieur des locaux ne peut être totalement exclu. Le bâtiment doit être suffisamment ventilé en fonction de ses conditions d'utilisation.

1.2.2. Durabilité

Les retours d'expérience en exploitation montrent que les membranes textiles en PVC ne présentent pas, sur une période d'au moins dix ans, de phénomène significatif de perte de coloris, de diminution de la transmission lumineuse ou d'altération notable de leurs propriétés mécaniques.

Néanmoins, une évolution de l'aspect de la façade à moyen et long terme ne peut être totalement exclue sous l'effet des conditions environnementales et atmosphériques. Les désordres susceptibles d'apparaître demeurent principalement d'ordre esthétique, notamment sous la forme de salissures.

Par ailleurs, plusieurs points de vigilance doivent être pris en considération :

- Sensibilité du matériau aux phénomènes de fatigue, en particulier vis-à-vis du risque de rupture ;
- Une inclinaison négative des membranes peut favoriser l'accumulation des salissures ;
- Les membranes perforées sont généralement plus exposées à l'encrassement.

Le comportement au vieillissement ainsi que les besoins d'entretien des profilés extérieurs sont comparables à ceux observés sur une façade traditionnelle.

En cas de réparation, l'élément de façade concerné retrouve un niveau de durabilité équivalent à celui attendu pour un élément neuf d'origine.

1.2.3. Aspects sanitaires

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

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Du fait du risque de condensation et d'infiltrations accidentelles, la géométrie et les assemblages du système ne doivent pas constituer des points de rétention d'eau et la structure primaire doit être conçue pour résister au mouillage : classe de service du bois suivant la norme NF EN 335 et protection contre la corrosion de l'acier suivant la norme NF EN ISO 1461.

Cette technique est soumise à un contrat d'entretien et de maintenance.

Le non-contact des membranes avec la charpente et les avoisinants sera vérifié sous chargement ELU.

La zone d'accessibilité aux membranes est limitée à 2,50 mètres pour éviter les dégradations volontaires.

Les vérifications des soudures (essais à chaud et à froid) doivent faire l'objet d'un contrôle effectué par un organisme tiers indépendant ou un laboratoire spécialisé lorsque la surface totale de façade textile du projet est supérieure à 500m² (cf Annexe 2 des Recommandations professionnelles).

2. Dossier Technique

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

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

Le procédé est réalisé par le titulaire.

Titulaire :

Société ACS PRODUCTION

5 rue Jean et Charles Dorian

ZI des Six Croix II

FR-44480 DONGES

Tél. : +33 (0)2 40 45 94 94

E-mail : acs.contact@bhd.fr

Internet : www.acs-production.com

2.2. Description

2.2.1. Principe

Façade s'adaptant à tous types de bâtiments, non isolés pour lesquels la condensation et les infiltrations d'eau peuvent être admises, à partir de membrane textile assemblée et tendue sur des profilés en aluminium à gorges. Les profilés sont fixés directement sur l'ossature primaire ou sur une ossature secondaire, rapportée sur l'ossature primaire.

Le procédé de façade est constitué de membranes textiles planes et tendues. Leur mise en tension est réalisée par un système de mise en tension par Keder sur profilés aluminium. Les toiles mises en œuvre peuvent être perforées ou pleines (translucides ou opaques). Les toiles sont constituées d'un tissu en polyester avec une enduction et un vernis sur les 2 faces. Les Keders sont des joncs en PVC de diamètre 10 mm. Ces joncs sont insérés dans des poches en rive de membrane pour permettre la fixation de celles-ci dans les profilés aluminium.

Les membranes tendues seront installées à une hauteur minimum de 2m50 pour éviter le vandalisme, sauf protection spécifique.

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Membranes textiles PVC

La membrane textile est constituée d'une armature tissée en polyester haute ténacité avec enduction en PVC souple sur les 2 faces et vernis de finition sur les 2 faces.

Les membranes sont pleines ou perforées (grilles).

Nature	Dénomination commerciale	Fournisseur	Type *(selon « Recommandations pour la conception, des ouvrages permanents de couverture textile ».)*
Toile pleine PES/PVC (translucides ou opaques)	Flexlight 702 S2	Serge FERRARI	Type 1
Grille PES/PVC	Tenseo Frontside 381	Serge FERRARI	Type 1 (mais considéré comme Type 2 pour la largeur des soudures par mesure de sécurité, ses performances mécaniques étant proches de celles d'une toile de Type 2).

Les membranes textiles correspondent à une membrane de type 1 conformément aux « Recommandations pour la confection et la mise en œuvre des ouvrages permanents de couverture textile ».

Les toiles proviennent de la société SERGE FERRARI et leurs caractéristiques mécaniques sont définies dans le Tableau 1.

Nota concernant la membrane perforée Tenseo Frontside 381 :

La membrane perforée 381 est fabriquée par tissage d'une grille de polyester qui est ensuite enduite.

Lors du tissage, le nombre de fils par mètre et leur répartition sont calibrés. Ces paramètres étant fixes pour toutes les productions, la résistance des toiles, la géométrie et la densité de leurs mailles sont contrôlées. Ci-après les paramètres pour cette membrane perforée :

- 381 : 320 films/m en chaine, 352 fils/m en trame, facteur d'ouverture final = 28%.

2.2.2.2. Keder

Le Keder est constitué d'un jonc en PVC et /ou EPDM entouré d'une bande de membrane pleine. La dureté Shore A du Keder est de 80 SH A selon NF EN ISO 868. Le complexe ainsi obtenu (Keder) est soudé en périphérie des panneaux de membrane afin d'assurer la liaison avec les profilés à gorges (Figure 20).

2.2.2.3. Charpente bois

Les éléments de charpente supports des façades textile sont en bois, conformément à la norme NF EN 14080 et avec une classe d'emploi 3 au minimum. Un dispositif de protection doit être mis en place afin de garantir la préservation du bois en tête de façade.

2.2.2.4. Charpente acier

Les profilés utilisés sont en acier et les éléments sont galvanisés à chaud et protégés conforment la norme NF P24-351.

2.2.2.5. Charpente aluminium

La charpente aluminium doit être composée de profilés en alliage d'aluminium de construction conformément à la norme NF EN 1090-3.

2.2.2.6. Profilés aluminium

Les profilés aluminium, sont extrudés à partir d'aluminium 6060 T6 ou T66 dans des sociétés certifiées ISO 9001 et 45001.

La finition esthétique est fixée contractuellement. Elle peut être anodisée ou thermolaquée selon NF P 24-351. Lorsqu'aucune finition esthétique n'est exigée, les profilés aluminium sont installés en qualité brute, dans le cas contraire le profilé doit être conforme à la norme NF P 24-351. Les traitements de surface sont réalisés dans des usines certifiées QUALICOAT, QUALIMARINE, QUALANOD et ISO 9001. Pour les profilés thermolaqués, l'épaisseur minimale requise est de 60µm et doit être conforme à la NF P 24-351.

La finition brute est exclue pour les profilés destinés à être posés dans une ambiance agressive ou en zone bord de mer.

Profils utilisés pour le maintien des membranes :

- Profil double gorge ACS 6208 en aluminium extrudé 6060 T66 – voir Figure 2
- Profil simple gorge ACS PA50 en aluminium extrudé 6060 T6 – voir Figure 3
- Profil simple gorge ACS PA50-C en aluminium extrudé 6060 T6 – voir Figure 4
- Profil simple gorge ACS PA30 en aluminium extrudé 6060 T6 – voir Figure 5
- Profil simple gorge ACS 40866 en aluminium extrudé 6060 T66 – voir Figure 6

Les efforts admissibles des assemblages à partir de ces profils aluminium sont définis dans les :

- Tableau 2 et Tableau 3 : Les efforts à reprendre ne doivent pas dépasser la tension admissible dans la toile et dans les zones d'attaches.
- Dans le cas de la toile 702 : Tension admissible dans la toile < Tension admissible dans les 3 dispositifs d'attache Toile / Keder / Profilé.
- La tension admissible dans la toile est donc, dans tous les cas, limitante par rapport au système d'attache
- Tableau 4 et Tableau 5 : Les efforts à reprendre ne doivent pas dépasser la tension admissible dans la toile et dans les zones d'attaches.
- Dans le cas de la toile 381 : Tension admissible dans la toile < Tension admissible dans les 3 dispositifs d'attache Toile / Keder / Profilé.
- La tension admissible dans la toile est donc, dans tous les cas, limitante par rapport au système d'attache.
- Tableau 6 : Le nombre de vis de tension par mètre linéaire et donc l'espacement des vis devra être adapté en fonction des efforts à reprendre donnés par les tensions de calcul.

2.2.2.7. Fixations

Le type de vis est adapté au support dans lequel est fixé le système (vis à bois pour des charpentes bois, boulons pour des structures métalliques, etc.). Un calepinage est réalisé pour chaque projet afin de déterminer l'espacement entre les éléments de visseries en fonction des efforts à transmettre. La visserie est réalisée en acier zingué conforme à la NF EN ISO 2081, en acier galvanisé à chaud conforme à la NF EN ISO 1461 ou en acier inoxydable conforme à la NF EN 10088, selon les spécifications du projet. Les vis sont soit en acier inoxydable A2 ou A4 (en bord de mer), en acier galvanisé à chaud ou en acier laqué.

Une analyse des matériaux métalliques mis en contact avec le support de fixation sera réalisée afin de vérifier l'absence de risque de corrosion galvanique. Les matériaux retenus (aluminium, acier galvanisé, inox, etc.) seront compatibles entre eux ou, lorsque nécessaire, séparés par des dispositifs isolants permettant d'éviter la formation d'un couple électrolytique en présence d'humidité.

Les caractéristiques propres à chaque référence de vis doivent permettre de transmettre les efforts, du profil à l'ossature support. Ces efforts sont calculés au cas par cas afin de déterminer les entraxes des vis et ainsi obtenir leurs références adaptées aux conditions du projet.

Ci-dessous la typologie de visserie et boulonnerie indiquée pour la mise en œuvre de nos façades textiles :

Localisation / utilisation	Type de support	Type de vis	Valeur pk des vis selon la norme NF P30-310	Entraxe indicatif*
Fixation des profilés PA 30, PA 50 & PA 50C	Lisse/poteau en bois lamellé-collé	Type FASTOVIS - COLORVIS BOIS TH8 Zn Ø4.9x60	2,10 kN	Pas de 300mm*
	Lisse/poteau en acier tubulaire	Type vis autoperceuse – Tête hexagonale avec embase – W – 214 – acier zingué (A3K) Ø4.8 à Ø6.3	4,00 kN	
	Lisse/poteau en acier profilé	Type boulon acier galva H M8	23 kN	
	Lisse/poteau en aluminium	Rivets aveugles alu/acier Ø6	3,5 kN	Pas de 250mm*
Fixation des cornières en acier (support de vis de tension)	Lisse en bois lamellé-collé	Type vis à bois SUPER WOOD TPL ZN Ø10x100	31,23 kN	Entraxe de 100 mm entre les vis par cornière et 600 mm entre chaque cornière*
	Lisse en acier	Type vis boulon acier galva H M8 minimum Ou Les cornières peuvent être directement soudées à la structure primaire	23 kN	
	Lisse en aluminium	Rivets aveugles alu/acier Ø6	3,5 kN	6 rivets par cornière et 500mm entre chaque cornière*
Vis de tension	Profilé 40866	Vis tête H galva EF DIN 933 CI 8.8 – M10x80 avec écrous et contre-écrou	45 kN	Pas de 600mm*
* Les entraxes entre vis sont indiqués à titre d'information, car ils varient selon chaque projet : les efforts dans la toile et la nature réelle du support déterminent l'espacement exact.				

2.2.2.8. Cornière basse en acier

La cornière basse en acier permet de lier le profilé de tension 40866 avec l'ossature support. Profilés laminés courants en acier S235 à S355 selon NF EN 1090-2.

Elles sont galvanisées à chaud selon la NF EN ISO 1461 dans des usines certifiées ISO 9001.

La protection anti-corrosion doit être conforme à la norme NF P 24-351 pour une exposition extérieure directe. Cette cornière est représentée sur la Figure 7.

2.2.2.9. Fournitures complémentaires

D'autres produits courants viennent compléter les modes d'assemblage des façades textile planes à savoir :

- Profilés de finition et d'habillage (Figure 8 et 10) :
- En fonction des exigences du projet, des éléments de finitions peuvent être intégrés :
    - Profilé aluminium type 6060 T6, fixés par vissage, rivetage sur le profilé principal ;
    - La protection anti-corrosion des profilés de finition et d'habillage doit être conforme à la norme NF P 24-351.
    - Pour les éléments thermolaqués, l'épaisseur minimale requise est de 60µm (POL 60) afin de couvrir les atmosphères E11 à E29 selon la NF P 24-351.
    - Profilé en acier galvanisé pour le maintien des accessoires de finition. Tôleries de finitions en acier galvanisées ou acier laquées.
    - Pour les éléments galvanisés à chaud, la masse locale minimale de revêtement est de 395g/m² (55µm) pour les cas courants (3.0 mm < épaisseur < 6.0 mm) afin de couvrir les atmosphères E11 à E29 selon la NF P 24-351.
- Bavette en toile pleine :
- Dans le cas des façades de bâtiments, et afin de limiter les infiltrations au droit des jonctions, deux principes sont mis en œuvre.
    1. A l'interface entre la façade et le bardage, une bavette est soudée sur membrane en atelier, puis fixée par tuilage sur site à l'aide d'un adhésif technique, type Double Face SUPER STRONG trsprt cranté-Modèle CC-spécial bâche (fournisseur : SIGNA FRANCE) référence 4527 sur la partie haute de la tôle d'habillage (voir Figure 8).

2. A la jonction entre la façade et la couverture, une bavette est également soudée sur la membrane en atelier, puis sa partie libre est bloquée sur le dessus du profilé (voir Figure 12).

- Bavette anti-flapping (Figure 13) : Cette bavette en toile PVC pleine est fixée au moyen d'un profilé PA30 sur un côté du poteau. Elle assure la bonne tenue de la toile en cas de vents forts. La bavette anti-flapping est disposée avec un entraxe compris entre 4 m et 6 m maximum.
    - Selon la hauteur de la membrane, elle peut être fixée sur des traverses horizontales plutôt que verticales, sans jamais excéder 6 m, que ce soit dans le sens de la hauteur ou de la largeur.
    - Dans le cas d'une mise en œuvre d'une membrane perforée, la bavette anti-flapping est réalisée en toile PVC pleine.
    - Dans la configuration d'une bande anti-flapping avec soudure en L, la capacité de l'assemblage est de : F_{admL} = 212 daN/m.
    - Suivant les configurations des projets, l'assemblage peut être adapté. Par exemple, si $F_{arrachement} > F_{admL}$, une soudure en T est réalisée, avec une capacité de l'assemblage de : F_{admT} = 800 daN/m.
    - La tension admissible dans la zone d'attache du keder avec le profil PA30 est supérieure à la capacité de résistance de la soudure en L ou en T de la bavette anti-flapping. Les tests ne sont donc pas nécessaires pour la tenue du keder avec le profil PA30.

La mise en œuvre de l'anti-flapping n'est pas autorisée dans les coins saillants, sauf si protection adéquate par bande martyre ou chanfrein de la charpente (voir Figure 13, 13 Bis et 13 Ter).

Une note de calcul est établie sur chaque projet, avec prise en compte des efforts au vent en pression et dépression sur les bavettes anti-flapping afin de vérifier leur tenue mécanique et ainsi déterminer leur type d'assemblage en L ou en T.

2.2.3. Données environnementales

Les données environnementales sont uniquement issues des éléments fournis par le titulaire et ne font l'objet d'aucune prescription du groupe spécialisé.

Elles ont pour objet de servir au calcul réglementaire de la performance énergétique et environnementale des bâtiments (RE2020), dans lesquels les procédés visés sont susceptibles d'être intégrés.

Membranes textiles

- Les données environnementales du produit Flexlight 702 S2 décrit au § 2.2.2.1 « Membranes textiles » sont référencées sous INIES (https://base-inies.fr/consultation/infos-produit/recherche) sous l'id 38290.
- Les données environnementales du produit Tenseo Frontside 381 décrit au § 2.2.2.1 « Membranes textiles » sont référencées sous INIES (https://base-inies.fr/consultation/infos-produit/recherche) sous l'id 42063.

Keder

- Les données environnementales du produit Keder décrit au § 2.2.2.2 « Keder » sont référencées sous INIES (https://base-inies.fr/consultation/infos-produit/recherche) sous l'id 41416.

Profilés aluminium

- A défaut d'une donnée de type individuelle ou collective disponible, le produit Profilés aluminium est couvert par une donnée environnementale par défaut (DED) référencée sous INIES sous l'id 46778.

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Condition de conception

Les éléments d'ossature secondaire ainsi que les cornières basses cités au paragraphe 2.2.2.8 avec leurs fixations, seront calculés et vérifiés en utilisant les règles de calculs et les normes en vigueur. Le dimensionnement des façades est réalisé par la société ACS PRODUCTION avec un logiciel de modélisation par éléments finis à grands déplacements RFEM 5.31.01, développé par la société DLUBAL Software.

Le dimensionnement de l'ossature primaire doit tenir compte de la descente de charges spécifique au système, définie par ACS PRODUCTION. Il devra également garantir qu'à l'état limite ultime (ELU), les déformations restent suffisamment limitées pour éviter tout contact entre les membranes et l'ossature primaire.

En périphérie de la membrane, une bande de toile munie d'un jonc PVC est rapportée. La soudure haute fréquence (HF) réalisée en usine crée une zone de renfort en triple épaisseur assurant la tenue et la durabilité de l'assemblage : voir Figure 20. La toile 702 est compatible avec une bande jonc pleine. La toile 381 peut, quant à elle, être associée à une bande jonc pleine ou perforée.

Les soudures Haute fréquence réalisées sur le tissu 381 sont par recouvrement sans apport d'une bande de toile pleine.

Les résistances limites données dans le Tableau 1 correspondent à la résistance à rupture, déterminée par Serge FERRARI.

2.3.2. Dimensionnement

2.3.2.1. Hypothèses de calcul

Le modèle de calcul prend donc en compte les charges suivantes :

- le poids propre de la toile,
- la pré-tension de la toile,
- les charges de vent.

2.3.2.1.1. Actions climatiques

Les effets de la neige sur une façade sont nuls et les actions sismiques sont considérées comme négligeables. Ainsi, seules les actions du vent sont à prendre en compte.

Les charges de vent sont calculées selon l'Eurocode 1 partie 1-4 en prenant en compte l'annexe nationale française ainsi que l'amendement A1considérant une période de retour de 50 ans.

Pour le cas des toiles perforées, le calcul est réalisé avec une réduction de 10% sur les charges de vent, sachant que la porosité du tissu 381 est de 28%.

Les coefficients de Cpi et Cpe utilisés sont ceux de l'Eurocode 1 partie 1-4.

2.3.2.1.2. Modules d'élasticité

En conformité à l'annexe A des « Recommandations pour la conception des ouvrages permanents avec couverture textile », qui explicite la procédure de détermination du module d'élasticité de la toile, une série de tests ont été réalisés afin de déterminer le module d'élasticité des toiles :

Toile	**Unité**	**Module d'élasticité**	
		Chaine	Trame
Flexlight 702 S2	daN/mm	49	47
Tenseo Frontside 381	daN/mm	50	50
Nota : les valeurs de ce tableau ont été déterminées par des essais de traction biaxiaux.			

La toile 381 est plus résistante que la toile 702. Une augmentation du nombre de fil conduit à plus de raideur donc une légère variation dans les modules d'élasticité.

2.3.2.1.3. Pré-tension

Pour le dimensionnement de la toile, la combinaison de chargement associe les charges de vent à la pré-tension que l'on applique lors de la mise en œuvre de la toile.

Par construction, les toiles de façade plane seront soumises à une pré-tension initiale de 100 daN/m en chaîne (sens vertical) et de 100 daN/m en trame (sens horizontal).

A partir de ces valeurs, on calcule un allongement théorique de la toile pour en déduire un retrait (raccourcissement) à appliquer lors de la confection, de façon à garantir cette pré-tension une fois la toile mise en place. En considérant un allongement linéaire dans les petits déplacements :

Ptt = Et x (ΔL / L)

ΔL : Allongement de la toile de jonc à jonc pour engendrer la pré-tension (Ptt) dans le sens trame

L : Longueur de la toile de jonc à jonc

Et : module d'élasticité en trame

Donc la valeur de $\Delta L = \frac{Pt_t \times L}{E_t}$

2.3.2.1.4. Flèche

Le non-contact des membranes avec la charpente sera vérifié sous chargement ELU.

Les bandes anti-flapping sont disposées sur les éléments en contact avec la toile pour éviter des désordres sur la toile.

Les éléments entre appuis doivent être suffisamment déportés pour éviter les contacts des membranes sous chargement ELU. Exemple : les contreventements, les lisses intermédiaires et autres éléments d'ossature du bâtiment proche de la façade textile.

2.3.2.2. Tensions admissibles

2.3.2.2.1. Tension de calcul et dimensionnement de la membrane

- Dimensionnement des membranes :

Le dimensionnement consiste à vérifier que les panneaux de toile et leur zone d'attache peuvent supporter les charges liées au projet.

La Tension de calcul Tc (effort dans la toile sous combinaison ELU) doit être inférieure à la Tension de dimensionnement Td (effort maximum autorisé dans la toile).

$$Tc < Td$$

Tc = tension de calcul de la membrane

Td = tension de dimensionnement

- Admise en partie courante
- Admise dans les zones attaches

On distingue la tension de dimensionnement en partie courante (panneau de toile) et dans les zones d'attaches

En partie courante, la tension de dimensionnement est donnée par la formule :

$$T_d = \frac{T_m \times k_q \times k_e \times k_f}{\gamma_1}$$

- Tm = Résistance Traction de la membrane en chaîne ou en trame
- γt = coefficient de sécurité. Il est de 4 pour les applications verticales en façade jusqu'à une inclinaison de ±15°.
- kq = facteur de qualité de la membrane intégrant la membrane et la qualité des soudures
- kq = min (Kt, Ks) avec :
    - Kt = facteur de qualité de la toile. Il est pris égal à 1 si la toile est produite dans une usine certifié ISO 9001. Il est pris égale à 0.8 dans les autres cas.
    - Ks = facteur de la qualité des soudures. Il est pris égal à 1 si les soudures font l'objet d'un autocontrôle de fabrication et de tests validés par un laboratoire extérieur, ou si l'atelier est certifié ISO 9001. Il est pris égale à 0.8 dans les autres cas et obligatoire pour les toiles de surface supérieure à 500m².
- ke = facteur d'échelle de la membrane fonction de la surface du panneau

Le facteur d'échelle ke est donnée en fonction de la surface S en m² de l'élément de panneau fixé sur les 4 côtés, d'après le tableau ci-dessous :

Surface	**0 à 50m²**	**50 à 200m²**	**200 à 500m²**
Ke	1	0.9	0.85

- kf = coefficient de fatigue de la toile.

Des essais ont été entrepris afin d'estimer la perte de résistance de la toile après un cycle de chargement et de déchargement (en pression comme en dépression) simulant les déformées de la membrane sur sa durée de vie. Grâce à ces valeurs, la perte maximale a pu être calculée par le biais de l'écart relatif entre :

- La valeur dite haute qui correspond à la force moyenne de rupture à l'état initial plus 1,96 x l'écart–type (le fait d'augmenter la valeur moyenne de 1,96 x l'écart-type permet de prendre en compte 95% des valeurs possibles).
- La valeur dite basse qui correspond à la force moyenne de rupture à l'état vieilli moins 1,96 x l'écart-type.

Un coefficient de fatigue est appliqué kf sur la tension de dimensionnement de la membrane en chaine et en trame intégré à la formule établie dans « Recommandations pour la conception des ouvrages permanents de couverture textile ».

Il est pris égale à 0,9.

Exemple de calcul de dimensionnement de la toile :

Dans le cas d'une membrane de référence 381

- Trm = 6600 daN/m en chaine et en trame
- Une toile fabriquée sous certification ISO 9001 (Kt = 1)
- Des soudures réalisées dans un atelier réalisant des auto-contrôles et des tests externes (Ks=1) soit Kq = Min (kt, Ks) = 1
- Un panneau de dimension ≤ 50m² soit Ke = 1
- Facteur de fatigue kf = 0,9
- Facteur de sécurité γt = 4

Td = (6600 * 1 * 1*0,9) / 4 = 1485 daN/m

Les valeurs de tension de dimensionnement de membranes 702 et 381 en fonction de la surface des panneaux et des facteurs retenus sont présentées respectivement dans les tableaux (voir Tableau 2 et Tableau 4).

2.3.2.2.2. Tension admissible dans les assemblages

La tension admissible dans les assemblages devra être inférieure à la valeur caractéristique retenue dans les différentes campagnes d'essais préalablement réalisées (essai sur profilés, visserie, toile).

Après analyse de ces essais, nous appliquerons un coefficient réducteur dû à la perte de résistance ainsi qu'un coefficient de sécurité de 2,5 définis aujourd'hui dans les « recommandations pour la conception des ouvrages permanant avec couverture textile ».

Les tensions admissibles dans la toile au niveau des assemblages sont définies dans les Tableau 2 et Tableau 4. Des essais de traction sont définies pour chaque typologie d'assemblage : fixation de la toile sur les profils aluminium dans les Tableau 3 et Tableau 5 et reprise de la tige de réglage sur le profil aluminium dans le Tableau 6.

2.3.3. Stabilité en zone sismique

Les activités sismiques ne représentent pas de risque majeur pour les membranes tendues en PVC compte tenu de leur faible poids (750 g/m² pour le film Flexlight 702S2 translucide, 830g/m² en version opaque et 550 g/m² pour le film Frontside 381), de leur souplesse et du type de sollicitations de la membrane (traction uniquement).

La composition des membranes tendues en PVC permet d'absorber et de diminuer les sollicitations sismiques de la structure primaire lors d'une activité sismique.

Remarque : Un calcul sismique de la structure primaire soutenant la membrane tendue doit être réalisé indépendamment de la composition de la membrane tendue en PVC.

2.4. Dispositions de mise en œuvre

2.4.1. Condition de mise-en-œuvre

La mise en œuvre est réalisée par la société ACS PRODUCTION ou par des entreprises spécialisées avec l'assistance technique de la Société ACS PRODUCTION.

Elle fait appel à des dispositifs extérieurs de montage (nacelles, échafaudages ...) et de levage.

La Société ACS PRODUCTION est tenue de fournir à ses clients une notice de maintenance (examens à effectuer, leur périodicité) et d'entretien détaillée (produits d'entretien ou de nettoyage identifiés par leur nature chimique).

La méthodologie de mise en œuvre des membranes sur charpente bois et sur charpente métallique est la même.

2.4.2. Mode opératoire de la mise en œuvre (Figure 15)

2.4.2.1. Réception du support

Avant finalisation de la confection des membranes, la réception du support est réalisée.

Cela permet de détecter les éventuelles non-conformités nécessitant une reprise du support (pièce protubérante pouvant blesser la membrane, etc.), ainsi d'adapter la membrane en cas de dimensions réelles hors tolérances (>3mm).

2.4.2.2. Mise en place de la lisière haute (Figure 16)

La lisière haute de la membrane est un point fixe, au sens qu'il ne dispose pas de réglage.

Pour ces zones, les profilés à gorges ACS PA50 (cas courant) et ACS 6208 (jonction entre 2 membranes) sont utilisés. Voir Figure 11 et Figure 12.

Ecartement type des appuis de fixation :

- Profilé à gorge ACS PA50
    - Le support peut être continu ou ponctuel
    - Longueur max des profils : 6m
    - Type de fixation : vis à bois FASTOVIS - COLORVIS BOIS TH8 Zn Ø4.9x60 (si ossature bois), vis autoperceuse ou boulons (si charpente acier) ou rivets aveugles Ø6 (si charpente aluminium). Voir le point 2.2.2.7 pour le détail.
    - 30cm d'entraxe en moyenne entre les vis ou boulons
- Profilé à gorge ACS 6208
    - Le support peut être continu ou ponctuel
    - Longueur max des profils : 6m
    - Type de fixation : vis à bois SUPER WOOD TPL ZN Ø10x100 (si ossature bois), vis autoperceuse ou boulons (si charpente acier) ou rivets aveugles Ø6 (si charpente aluminium). Voir le point 2.2.2.7 pour le détail.
    - 30cm d'entraxe en moyenne entre les vis ou boulons

Le coefficient de dilatation linéaire de l'aluminium 6060-T6 ou T66 est d'environ 0,023 mm/m/°C. Il est nécessaire de tenir compte du jeu de dilatation pour absorber une dilatation prévisible de 1mm/ml en ambiance extérieure.

2.4.2.3. Mise en place des cornières basses en acier (Figure 18)

Les cornières basses sont implantées selon le calepinage issu de la note de calculs spécifique au projet.

La cote entre le point fixe haut et les cornières est indiquée dans les plans d'exécution, car elle permettra de mettre en œuvre la pré-tension verticale. Voir Figure 7 et Figure 8.

Ecartement type des appuis de fixation :

- Cornière acier S235 galva 40x4mm
    - Le support est ponctuel : 130mm
    - Longueur max de la cornière : 130mm
    - Type de fixation : vis à bois SUPER WOOD TPL ZN Ø10x100 (si ossature bois), vis autoperceuse ou boulons (si charpente acier) ou rivets aveugles Ø6 (si charpente aluminium). Voir le point 2.2.2.7 pour le détail.
    - 10cm d'entraxe entre les deux vis ou boulons permettant la fixation d'une cornière de 13cm
    - 60cm d'entraxe en moyenne entre les cornières

2.4.2.4. Glissage de la membrane

Chaque membrane arrive emballée dans un film plastique de protection, lui-même protéger par une toile PVC pour le transport. La toile est pliée selon un mode opératoire propre à chaque chantier.

La membrane est insérée dans le profilé en partie haute et glissée sur toute sa longueur depuis l'une des extrémités.

Dans les angles supérieurs de la membrane, des poignées de tirage sont soudées et cousues en atelier, sur la face arrière, afin de faciliter la mise en œuvre de la membrane. Voir Figure 14.

Les poignées de tirage sont placées uniquement dans les angles en haut des toiles pour faciliter le glissage de la bande jonc dans la gorge du profilé PA50.

Les toiles sont déroulées verticalement d'un côté de la façade. Il n'y a pas d'action de tirage autre qu'au droit de la rive haute.

2.4.2.5. Mise en place de la lisière latérale fixe (Figure 17)

Un des côtés verticaux du panneau de membrane est un point fixe, au sens qu'il ne dispose pas de réglage.

Le profilé (ACS PA50C ou ACS 6208 selon le cas) est glissé le long du keder puis fixé sur le support.

Les caractéristiques des vis et leur espacement sont déterminés dans la note de calculs. Voir Figure 9 et Figure 10.

Ecartement type des appuis de fixation :

- Profilé à gorge ACS PA50 C
    - Le support peut être continu ou ponctuel
    - Longueur max des profils : 6m
    - Type de fixation : vis à bois FASTOVIS - COLORVIS BOIS TH8 Zn Ø4.9x60 (si ossature bois), vis autoperceuse ou boulons (si charpente acier) ou rivets aveugles Ø6 (si charpente aluminium). Voir le point 2.2.2.7 pour le détail.
    - 30cm d'entraxe en moyenne entre les vis ou boulons
- Profilé à gorge ACS 6208
    - Le support peut être continu ou ponctuel
    - Longueur max des profils : 6m
    - Type de fixation : vis à bois SUPER WOOD TPL ZN Ø10x100 (si ossature bois), vis autoperceuse ou boulons (si charpente acier) ou rivets aveugles Ø6 (si charpente aluminium). Voir le point 2.2.2.7 pour le détail.
    - 30cm d'entraxe en moyenne entre les vis ou boulons

Le coefficient de dilatation linéaire de l'aluminium 6060-T6 ou T66 est d'environ 0,023 mm/m/°C. Il est nécessaire de tenir compte du jeu de dilatation pour absorber une dilatation prévisible de 1mm/ml en ambiance extérieure.

2.4.2.6. Mise en place de la lisière latérale de réglage

La membrane est d'abord allongée manuellement jusqu'à une position proche de sa position finale, puis on atteint la mise en tension à 100 daN/ml à l'aide d'outils de traction type sangles. Le second côté vertical de la membrane est un point de réglage pour la pré-tension horizontale (Figure 1).

Pour ce faire, nous utilisons le profilé PA50 C pour tendre la toile (Figure 9 et Figure 10).

Une fois la position atteinte, le profilé PA50 C est fixé sur le support.

Ecartement type des appuis de fixation :

- Profilé à gorge ACS PA50 C
    - Le support peut être continu ou ponctuel
    - Longueur max des profils : 6m
    - Type de fixation : vis à bois FASTOVIS - COLORVIS BOIS TH8 Zn Ø4.9x60 (si ossature bois), vis autoperceuse ou boulons (si charpente acier) ou rivets aveugles Ø6 (si charpente aluminium). Voir le point 2.2.2.7 pour le détail.
    - 30cm d'entraxe en moyenne entre les vis ou boulons

Le coefficient de dilatation linéaire de l'aluminium 6060-T6 est d'environ 0,023 mm/m·°C. Il est nécessaire de tenir compte du jeu de dilatation pour absorber une dilatation prévisible de 1mm/ml en ambiance extérieure.

2.4.2.7. Mise en place de la lisière basse de réglage (Figure 18)

Le profilé ACS 40.866 est glissé le long du Keder bas de la membrane.

Une vis est disposée au niveau de chaque cornière basse, et équipée d'une rondelle et d'un système d'écrous et contre écrou pour le réglage.

Une fois le système installé, la cote entre l'aile supérieure de la cornière et le dessus du profilé ACS 40866 est notée.

Les écrous de réglage sont serrés afin d'allonger la membrane jusqu'à sa position théorique, garantissant la pré-tension verticale déterminée par la note de calculs.

Une fois le réglage effectué, un relevé est réalisé afin de confirmer la bonne pré-tension. Un écrou est positionné au-dessus de la cornière et un principe d'écrou/contre écrou est positionnée en partie inférieure de la cornière pour assurer le blocage de la vis (Figure 7 et Figure 8).

Ecartement type des appuis de fixation :

- Profilé à gorge ACS 40866 et sa vis de réglage
    - Le support peut être continu ou ponctuel
    - Longueur max des profils : 6m
    - Type de fixation : vis de réglage tête H galva EF DIN 933 CI 8.8 – M10x80
    - Blocage pour éviter le desserrage : mise en place des écrous/contre écrous M10
    - 60cm d'entraxe en moyenne entre les vis de réglage (le pas sera identique à celui des cornières, la vis de réglage étant maintenue par celles-ci).

Le coefficient de dilatation linéaire de l'aluminium 6060-T66 est d'environ 0,023 mm/m·°C. Il est nécessaire de tenir compte du jeu de dilatation pour absorber une dilatation prévisible de 1mm/ml en ambiance extérieure.

2.4.2.8. Mise en place de la bavette anti-flapping (Figure 19)

Le profilé PA30 est glissé le long du Keder de la bavette anti-flapping (Figure 13), puis fixé sur le support. Cette dernière permet de limiter le déplacement de la toile sous les efforts de vent.

Ecartement type des appuis de fixation :

- Profilé à gorge ACS PA30
    - Le support peut être continu ou ponctuel
    - Longueur max des profils : 6m
    - Type de fixation : vis à bois FASTOVIS - COLORVIS BOIS TH8 Zn Ø4.9x60 (si ossature bois), vis autoperceuse ou boulons (si charpente acier) ou rivets aveugles Ø6 (si charpente aluminium). Voir le point 2.2.2.7 pour le détail.
    - 30cm d'entraxe en moyenne entre les vis ou boulons
    - Une protection intermédiaire, sous la forme d'une bande martyre, est disposée aux points de contact entre la membrane et l'ossature afin d'éviter tout contact direct et de limiter les risques d'abrasion de la membrane (Figure 13 bis).

Le coefficient de dilatation linéaire de l'aluminium 6060-T6 est d'environ 0,023 mm/m·°C. Il est nécessaire de tenir compte du jeu de dilatation pour absorber une dilatation prévisible de 1mm/ml en ambiance extérieure.

2.4.3. Ossature support

- Général :

Le système de façade est maintenu à l'aide des différents profilés aluminiums, fixés dans un support qui peut être une charpente bois, acier, ou aluminium. Les profilés à gorge permettant de fixer et tendre les panneaux de membranes, sont fixés sur une ossature support. Après détermination par le calcul des différents efforts induits par la toile et ses chargements climatiques, l'ossature et ses assemblages sont calculés conformément à l'Eurocode 5 pour les structures bois, à l'Eurocode 3 pour les charpentes acier et à l'Eurocode 9 pour les charpentes en aluminium.

Ainsi pour chaque projet, ACS produit une note de calcul d'assemblage précisant les charges, les caractéristiques des cornières en partie basse et les fixations (valeur caractéristique, diamètre, longueur, entraxe, ...), celles de la charpente (matériaux, sections, ...) et la validation aux Eurocodes.

- Ossature support :

En neuf, la structure est dimensionnée par le bureau d'étude chargé de la structure porteuse en relation avec les corps d'état compétents (charpentier, façadier...). Elle doit prendre en compte les descentes de charge de la façade tendue.

En rénovation, un diagnostic de structure permet de vérifier qu'elle est apte à reprendre les descentes de charge de la toile tendue.

2.4.4. Traitement des points singuliers

2.4.4.1. Partie haute et basse

En partie basse, le système d'ancrage peut être laissé apparent (Figure 7). Il peut également être masqué avec une tôle d'habillage fixée sur les éléments d'ossature.

Dans le cas des façades avec un bardage en partie basse, il est nécessaire de réaliser une bavette de toile soudée en partie basse du panneau de toile et plaquetée à l'aide d'une tôle d'habillage (Figure 8) afin de protéger la partie haute du bardage.

2.4.4.2. Angles

Les angles sont traités à l'aide de tôles (acier ou aluminium) et/ou bavettes en toile PVC comme indiqué dans les Figure 9 et Figure 10. Les rives ou toutes autres extrémités sont également traitées avec une toile ou tôle d'habillage.

2.4.4.3. Pose des profilés de finition et d'habillage

Des profils et tôles de finition peuvent être installés par vissage ou rivetage pour masquer les zones d'attache, dans les angles, ou en périphérie (Figure 8 et Figure 10).

Des bavettes peuvent également être mises en place en partie haute (Figure 12) et en partie basse (Figure 8) notamment pour les façades en toile pleine assurant le couvert.

2.4.4.4. Traitement hygrométrique

Le coefficient de transmission thermique d'une paroi verticale en toile simple peau est de l'ordre de 5.6 W/m²/°C. L'isolation thermique est par conséquent très faible. Les problématiques de condensation liés aux parois non isolées nécessitent d'intégrer des dispositions techniques particulières (Ventilation mécanique ou naturelle, traitement hygrothermique).

2.4.5. Contrôle des charpentes

2.4.5.1. Charpente bois

Dans le cadre de la justification aux Eurocodes, l'utilisation de bois de charpente ayant un marquage CE justifiant de sa classe mécanique est obligatoire.

Chaque fournisseur se doit de respecter la norme NF EN 14080, notamment le paragraphe 6.3.2.5 qui précise le type de contrôles de production et leur fréquence et le paragraphe 6.3.2.5 qui explicite les contrôles sur les matières premières et les produits finis.

2.4.5.2. Charpente acier

Dans le cadre de la justification aux Eurocodes, la fabrication des profils acier doit répondre à la norme NF EN 10025-1. Chaque fournisseur se doit de la respecter, notamment le paragraphe 8.2 de la norme NF EN 10025-1 qui indique le type de contrôle ainsi que le 8.3 qui indique la fréquence d'essais.

2.4.5.3. Charpente aluminium

Dans le cadre de la justification aux Eurocodes, la fabrication des profilés aluminium doit répondre aux exigences de la norme NF EN 1090-3. Chaque fournisseur se doit de respecter cette norme, notamment les dispositions relatives au contrôle de production en usine, aux contrôles des matériaux et aux vérifications des produits finis.

2.5. Maintien en service du procédé

2.5.1. Maintenance

ACS PRODUCTION propose au maître d'ouvrage un contrat de maintenance avec les points de contrôle suivants :

- Etat général de salissure
- Etat de surface : coupure, dégradation, ...
- Etat des soudures d'assemblage.
- Etat de surface et fixations (clouage, vissage) des solins métalliques de finition avec vérification étanchéité au niveau des recouvrements.
- Accastillage type profilés aluminium et plaquetage métallique
    - Bon fonctionnement des assemblages par visserie : Alignement, serrage,
    - Etat de surface : oxydation/corrosion.
- Vérification de la tension par examen visuel et par palpation réalisés par un technicien spécialisé en membrane textile.

La périodicité suggérée est une première visite à programmer 6 mois après achèvement des travaux puis ensuite tous les 2 à 5 ans.

2.5.2. Entretien

Le maître d'ouvrage est en charge d'assurer l'entretien courant du bâtiment. Dans le cas d'une forte pollution environnementale ou d'une exposition singulière, ACS PRODUCTION peut organiser le nettoyage des toiles de façade à la demande du maître d'ouvrage. Il est recommandé d'utiliser un produit de PH neutre qui est non agressif et adapté au nettoyage des toiles polyester enduites PVC. L'entreprise de nettoyage pourra soumettre à avis les produits utilisés auprès de l'entreprise réalisatrice de l'ouvrage. En retour, cette dernière devra donner son avis par écrit.

Les toiles perforées nécessitent un entretien similaire à celui des membranes pleines. Un contrôle visuel régulier et, si nécessaire, un nettoyage adapté à l'environnement permettent de maintenir leurs performances. Une attention particulière peut être portée au nettoyage des ouvertures dans les zones exposées aux poussières ou aux débris végétaux.

2.5.3. Réparation

En cas de sinistres, les réparations sont assurées sur le principe suivant :

- Petites déchirures (jusqu'à 50 centimètres) : la déchirure est réparée en soudant une bande de tissu de même nature sur la partie déchirée. La soudure est réalisée au moyen d'un lester. Au préalable, les supports seront nettoyés et dégraissés sur les zones à souder.
- Déchirure moyenne (jusqu'à un mètre) : la réparation doit être effectuée par la mise en place d'une pièce soudée thermiquement sur l'endroit et l'envers de la membrane.
- Grosses déchirures (au-delà d'un mètre) : le module de toile doit être changé dans son intégralité. Le module endommagé est alors démonté et un nouveau module est mis en œuvre.

Procédure de démontage et remontage d'un module de toile :

1. Démontage des bavettes anti-flapping.
2. Démontage des 2 linéaires de profilés en lisière latérale et celui en lisière basse.
3. Enlèvement de la toile de façade à changer.
4. Remontage des nouveaux linéaires (vertical et horizontal).

5 Mise en place de la nouvelle toile.

6. Remise en tension de la nouvelle toile grâce aux différents profilés.
7. Mise en place des nouvelles bavettes anti-flapping.

2.6. Traitement en fin de vie

Pas d'information apportée.

2.7. Assistance technique

La mise en œuvre est réalisée par la société ACS PRODUCTION ou par des entreprises spécialisées sous-traitantes avec l'assistance technique de la société ACS PRODUCTION.

2.8. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.8.1. Condition concernant la fabrication

Les toiles textiles sont fabriquées par les sociétés du Groupe Serge FERRARI. Le plan d'assurance qualité ainsi que les contrôles réalisés en cours de fabrication permettent de compter sur une constance de qualité suffisante.

Des contrôles sont réalisés au cours de la confection des membranes textiles conformément aux « Recommandations pour la conception des ouvrages permanents de couverture textile ».

2.8.2. Profilés aluminium & cornières

La conformité des matériaux réceptionnés (Profilés, Visserie ...) est contrôlée à l'aide des bons de livraison, des certificats d'analyse matière des fournisseurs et des nomenclatures d'achat.

Pour les matériaux faisant l'objet d'usinage post-réception (découpe, perçage, ébavurage, des profilés alu notamment), un contrôle interne est réalisé afin de valider la conformité des usinages par rapports aux plans d'exécution, les repérages des pièces ainsi que leur quantité.

Une fois la préparation réalisée, une fiche de suivi est remplie et le matériel est colisé pour être expédié sur site.

Les profilés à gorges et les cornières sont découpés, percés et ébavurés en atelier. Les profilés aluminium sont dimensionnés avec une longueur limitée afin de limiter les effets de cisaillement au droit des vis du fait de l'allongement du profil du fait de la dilatation thermique. Concernant les cornières, leur faible longueur de 130 mm ainsi que leur disposition indépendante et espacée ne nécessitent pas de jeu de dilatation spécifique.

Les profilés à gorges permettant de tendre les panneaux de membrane, sont fixés sur l'ossature.

Ces éléments d'ossature support font l'objet de notes de calcul conformément à l'Eurocodes 3 pour les structures acier, à l'Eurocode 5 pour les charpentes bois et à l'Eurocodes 9 pour les structures aluminium.

2.8.3. Façades textiles

2.8.3.1. Fabrication de la toile et confection des éléments de façade textile

Les étapes de la fabrication sont les suivantes :

- Les rouleaux de membrane PVC sont fabriqués dans les ateliers de production de Serge Ferrari puis transportés pour les étapes ultérieures de confection et de mise en œuvre dans les ateliers du groupe BHD.
- En atelier, au sein d'une des sociétés du groupe BHD :
    - Établissement d'un plan de coupe prenant en compte les dimensions des panneaux (incluant les distances entre profilés, Keder, recouvrement au droit des soudures, compensation de l'allongement des membranes)
    - Découpe des lés de membranes sur une table de découpe automatique avec une précision de +/- 1 mm.
    - Soudure des lés de membrane pour constituer un panneau de membrane. Les recouvrements des soudures horizontales sont réalisés par tuilage dans le sens d'écoulement de l'eau. La largeur de soudure est généralement de 30 à 40 mm pour les membranes de type I et II, respectivement. Dans tous les cas, elles sont justifiées et dimensionnées par les calculs établis sur la base de tests initiaux.
    - Mise en place des keders. La bande jonc est soudée en périphérie des panneaux de membranes.
    - Pliage des toiles selon un plan lié à la procédure d'installation définie en accord avec l'équipe de pose.

L'assemblage est réalisé en atelier par la technique de soudure HF (Haute Fréquence).

Le tableau ci-dessous indique les largeurs de soudure HF à appliquer conformément aux critères de qualité contrôles des soudures.

Référence	Flexlight 702 S2	Tenseo Frontside 381
Structure	Pleine (translucide ou opaque)	Grille
Type de membrane *(selon Recommandations)*	Type 1	Type 1 (mais considéré comme Type 2 pour la largeur des soudures par mesure de sécurité, ses performances mécaniques étant proches de celles d'une toile de Type 2).
Largeur minimale de soudure HF	30 mm	40 mm

D'autres technologies d'assemblage comme l'air chaud peuvent être utilisées pour des finitions sur chantier (bavettes d'étanchéité) ou pour des réparations durant de la vie de l'ouvrage.

2.8.3.2. Conditionnement en atelier

Chaque toile confectionnée est pliée selon un ordre défini par la procédure de déploiement mise en œuvre sur le chantier. La façade est emballée dans une bâche épaisse de protection, sanglée puis entreposée au sec.

2.8.4. Contrôles

2.8.4.1. Contrôles en production des membranes PES / PVC

Les 3 étapes de fabrication (filature, tissage, enduction) sont réalisées sur les différents sites du Groupe FERRARI en Suisse (filature) et en France (tissage et enduction PES/PVC). Les organisations qualité de ces 3 sites de production du groupe Serge Ferrari bénéficient d'une certification ISO 9001 & ISO 14001.

Pour les membranes :

Des contrôles sont effectués sur chaque lot durant l'étape de production avec une tolérance de +/-5% :

- Poids (ISO 2286-2)
- Adhérence (ISO 2411)

Nota : Le test d'adhérence nécessite une soudure entre les bandes de membranes. Il permet une évaluation indirecte de la soudabilité de la membrane.

- Résistance déchirure (DIN 53363)
- Résistance en traction (EN ISO 1421)
- Couleur (spectrophotomètre)

Les résultats sont traités, analysés et archivés sur le serveur interne durant au moins 10 ans. Toute non-conformité fait l'objet d'un signalement et d'une prise en charge conformément aux exigences du système IS0 9001. Les membranes textiles non conformes ne sont pas expédiées aux fabricants de façade tendues.

2.8.4.2. Contrôle des systèmes de fixation et accessoires

La conformité des matériaux réceptionnés (Profilés, Visserie ...) est contrôlée à l'aide des bons de livraison, des certificats d'analyse matière des fournisseurs et des nomenclatures d'achat.

Pour les matériaux faisant l'objet d'usinage post-réception (découpe, perçage, ébavurage, des profilés alu notamment), un contrôle interne est réalisé afin de valider la conformité des usinages par rapports aux plans d'exécution, les repérages des pièces ainsi que leur quantité.

Une fois la préparation réalisée, une fiche de suivi est remplie et le matériel est colisé pour être expédié sur site.

2.8.4.3. Confection des membranes textiles

Des autocontrôles sont effectués tout au long du processus de confection des panneaux de membranes conformément aux « recommandations pour la conception et la mise en œuvre des ouvrages permanents de couverture textile » avec notamment :

- Contrôle des découpes avec une précision de +/-1 mm en toute direction
- Contrôles visuels (défauts enduction, de tissage, de transparence, de planéité.
- Contrôle de la qualité des soudures lors de la fabrication
- Contrôles dimensionnels des panneaux à +/- 5 mm.

2.8.4.3.1. Qualité et contrôle des soudures

Le contrôle de soudure est réalisé selon l'article 5.5 des « Recommandations pour la confection et la mise en œuvre des ouvrages permanents de couverture textile (Partie II) ». Un contrôle des soudures doit faire l'objet d'un contrôle à chaud et à froid par un organisme tiers indépendant ou laboratoire spécialisé lorsque la surface totale de façade textile d'un projet est supérieure à 500m² (cf. Annexe 2 des Recommandations professionnelles).

La soudure est réalisée par haute fréquence avec une précision dimensionnelle de ±2 mm.

La largeur des soudures est spécifiquement adaptée à chaque membrane (voir 2.8.3.1).

Dans tous les cas, la conformité de la soudure doit être justifiée par des tests de traction initiaux réalisés en laboratoire selon EN ISO 1421. Une soudure est considérée comme conforme dès lors que sa résistance en traction est au moins supérieure à 80% de la résistance rupture de la membrane.

Des tests de soudure à des températures de 70°C peuvent être requis si le projet est situé en climat chaud. Dans ce cas, la résistance de la soudure doit être > 55 % de la résistance de la membrane. Le test est réalisé selon la norme EN ISO 1421 sur des éprouvettes exposées 15 minutes à la température requise préalablement à la sollicitation en traction. Ces essais doivent être réalisés conformément à l'Annexe 3 des règles professionnelles, pour chaque chantier concerné.

2.8.4.3.2. Identification & Traçabilité

Les panneaux sont identifiés à l'aide d'un numéro permettant d'assurer une traçabilité (plans, contrôles, n° lot de la toile, ...).

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats expérimentaux

Caractérisation mécanique :

- Rapport résistance en traction toile 702
- N°150000050770 – 05/10/2020
- Rapport résistance en traction toile 381
  N°150000051164 – 05/10/2020
- Rapport de résistance en traction des soudures pour 702
- UM :2-790129 OF :1-50532 – 25/05/2021
- Rapport de résistance en traction des soudures pour 381
- UM :2-736515 OF :1-46309, 24/04/20 – 25/05/2021

Vieillissement – Fatigue :

- 26-030 - Rapport d'essais DEB-26-00066088A – 10/07/2026
- 26-030 - Rapport d'essais DEB-26-00066088B – 10/07/2026

Vieillissement tenue de coloris :

Rapports de Tenue des couleurs des toiles pleines et perforées en Milieu naturels et en vieillissement artificiel : Cotation tenue couleur 371 & 381, Etude CNEP - 381 -10 years UV Australia et Protocole Interne Tenue couleur CNEP NS SB 10-009(2) – 11/01/2010

Essais de résistance des assemblages (toile & accastillage) :

- Compte rendu de test laboratoire Ferrari_210527 381_Résist. Toile-Keder-Profilés
  UM :2-736515 OF: 1-46309 - 17/05/2021
- Compte rendu de test laboratoire Ferrari_210527 702_Résist. Toile-Keder-Profilés
  (8604S2) UM :2-790129 OF :1-50532 – 17/05/2021
- Rapport d'essais de traction sur le profil de tension ACS 40.866 et la vis de réglage de la tension
  Essais ACS - 09/02/2021

Notes de calcul :

- ACS_Calcul de la résistance du profilé de tension suivant la disposition des appuis
- ACS_Calcul des allongements pour appliquer la pré-tension
- ACS_Note de calcul par la méthode des bandes indépendantes-Méthode simplifiée pour vérification de la tension dans un panneau de façade
- ACS_Note_de_calcul_profil_gorge_keder

Sécurité incendie :

- Rapport Euroclass - Efectis EFR-22-002157A – 702
- N° EFR-22-002157 A – 13/05/2022
- Rapport IFTH PV N°19-03538 L - 702
- N° 24-01583 E1V1 – 12/07/2024
- Rapport Euroclass - Efectis EFR-23-002670-A - 381
- N° EFR-23-002670-A – 19/06/2023
- Rapport IFTH PV N°24-01988 L - 381
- N° 24-01988 E1V1 - 21/08/2024

2.9.2. Références chantiers

Depuis 2021 l'entreprise ACS a réalisé des projets de façades en toiles tendues textiles en France pour une surface totale de plus de 12 640 m².

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

Caractéristiques	Unite	Toiles	
		Flexlight 702 S2	Frontside 381
Fil	-	PES HT 1100 Dtex	PES HT 1100 Dtex
Type de membrane	-	Membrane pleine	Membrane perforée
Ouverture / porosité	-	-	28%
Composition	-	Armature polyester	Armature polyester
	-	Enduction PVC	Enduction PVC
Grammage total	g/m²	750 à 830	550
Résistance traction (EN ISO 1421)	daN/m	5600/5600	6600/6600
Résistance déchirure (DIN53363)	daN	30/28	80/90
Réaction au feu EN 13501-1	-	B-s2,d0	B-s2,d0
Tenue couleur 2000h UV/Eau/ T° (NF T30-036)	-	> 3	> 3
Modules d'élasticité (EN 17117-1 (MSAJ method))	kN/m	528 / 532	548 / 594
Translucidité	-	Opaque ou translucide	Translucide
Coloris	-	Blanc ou couleur	Couleur
Garantie fournisseur	-	7 ans	10 ans

Tableau 1 – Caractéristiques physiques et mécaniques des membranes

Membrane 702 (pleine – translucide ou opaque)		Pollution moyenne (coef. sécurité γt = 4)		Pollution forte (coef. sécurité γt = 4,5)	
Référence de la membrane		Chaine	Trame	Chaine	Trame
Résistance en traction de la toile (daN/m)		5600	5600	5600	5600
Tension admissible dans la toile (daN/m)	Ke = 1 (Surface < 50 m2)	1260	1260	1120	1120
	ke = 0,9 (surface 50 à 200 m2)	1134	1134	1008	1008
	ke = 0,85 (surface 200 à 500 m2)	1071	1071	952	952

Tableau 2 – Tension admissible dans la Membrane 702 en partie courante (en considérant kq = 1 ; kf = 0.9) à analyser avec les valeurs calculées à l'ELU

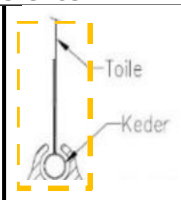
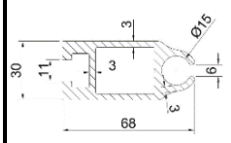
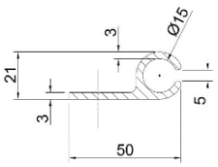
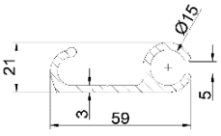
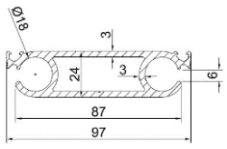
Type de profil	Profil de tension		Profil simple gorge				Profil Double gorge	
Référence	ACS 40866		ACS PA50		ACS PA50C		ACS 6208	
Schéma de principe de la zone testée : Connexion « Toile – Keder – Profilé alu »								
Zone d'attache 702/Keder/Profil	**Chaine**	**Trame**	**Chaine**	**Trame**	**Chaine**	**Trame**	**Chaine**	**Trame**
Résistance de la zone d'attache (daN/m) Keder avec Jonc diam. 10 mm soudé 30 mm sur la toile 702 et inséré dans le profilé à gorge	5280	5095	5074	4751	5074	4751	4880	4742
Tension admissible dans la zone d'attache (daN/m) – Coefficient de sécurité de 2,5	2112	2038	2030	1901	2030	1901	1952	1897

Tableau 3 – Tension admissible dans la zone d'attache « Membrane 702 / Keder / Profil à gorge » à analyser avec les valeurs calculées à l'ELU

Membrane perforée 381 (perforée)		Pollution moyenne (coef. sécurité γt = 4)		Pollution forte (coef. sécurité γt = 4,5)	
Référence de la membrane		**Chaine**	**Trame**	**Chaine**	**Trame**
Résistance en traction de la toile (daN/m)		6600	6600	6600	6600
Tension admissible dans la toile (daN/m)	Ke = 1 (Surface < 50 m2)	1485	1485	1320	1320
	ke = 0,9 (surface 50 à 200 m2)	1337	1337	1188	1188
	ke = 0,85 (surface 200 à 500 m2)	1262	1262	1122	1122

Tableau 4 – Tension admissible dans la Membrane 381 en partie courante (en considérant kq = 1 ; kf = 0.9) à analyser avec les valeurs calculées à l'ELU

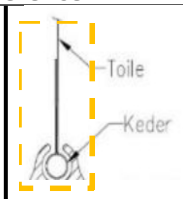
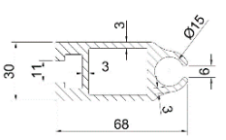
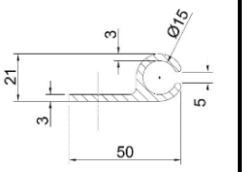
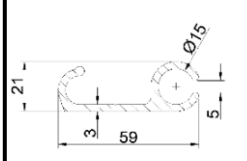
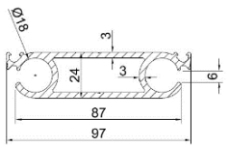
Type de profil	**Profil de tension**		**Profil simple gorge**				**Profil Double gorge**	
Référence	**ACS 40866**		**ACS PA50**		**ACS PA50C**		**ACS 6208**	
Schéma de principe de la zone testée : Connexion « Toile – Keder – Profilé alu »										
Zone d'attache 381/Keder/Profil	**Chaine**	**Trame**	**Chaine**	**Trame**	**Chaine**	**Trame**	**Chaine**	**Trame**
Résistance de la zone d'attache (daN/m) Keder (en toile pleine) avec Jonc diam. 10 mm soudé 40 mm sur la toile **381** et inséré dans le profilé à gorge	4770	5461	4748	4966	4748	4966	4822	4979
Tension admissible dans la zone d'attache (daN/m) – Coefficient de sécurité de 2,5	1908	2184	1811	1986	1811	1986	1929	1992

Tableau 5 – Tension admissible dans la zone d'attache « Membrane 381 / Keder / Profil à gorge » à analyser avec les valeurs calculées à l'ELU

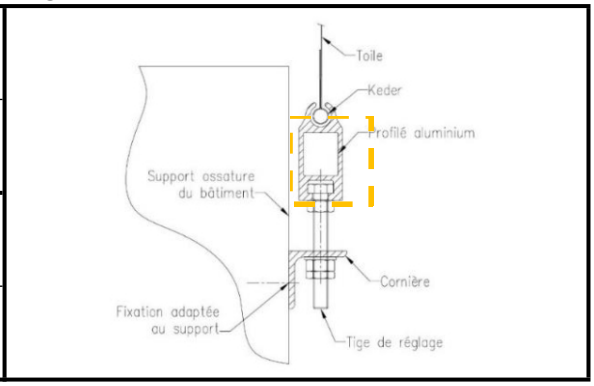
Type de profilé	Profil de tension	
Référence du profilé	ACS 40866	
Résistance de l'assemblage (daN/vis)	1300	
Tension admissible dans la connexion Profilé/Vis de tension (daN/vis) (avec coefficient de sécurité de 2,5)	520	

Tableau 6 – Tension admissible dans la zone d'attache « Vis de tension / Profil à gorge » à analyser avec les valeurs calculées à l'ELU



Figure 1 – Exemple de mise-en-œuvre lors de la phase d'allongement à la main de la membrane

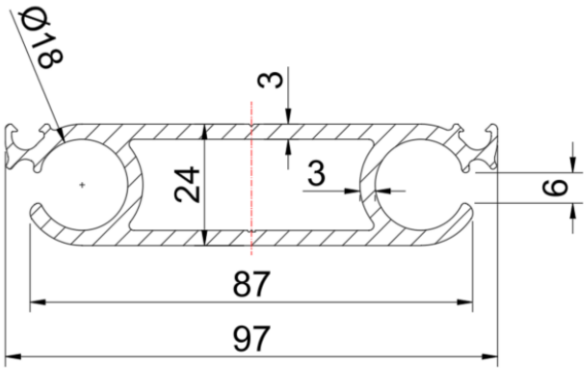


Figure 2 – Profilé double gorge ACS 6208

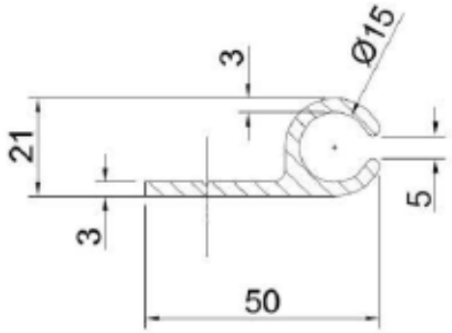


Figure 3 – Profilé à gorge ACS PA50

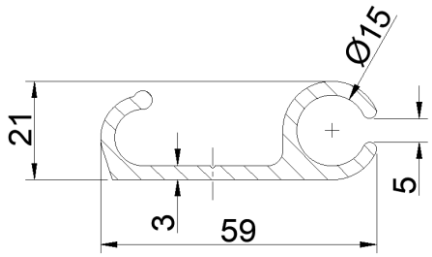


Figure 4 – Profilé à gorge ACS PA50-C

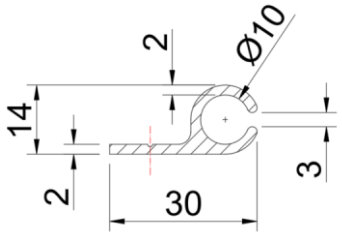


Figure 5 – Profilé à gorge ACS PA30

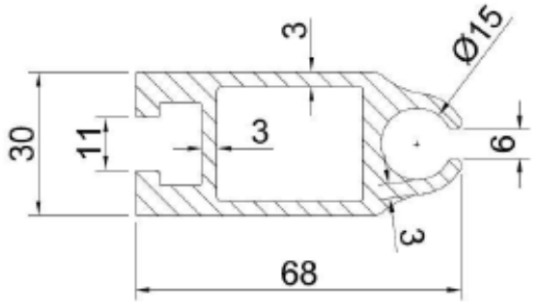


Figure 6 – Profilé de tension ACS 40866

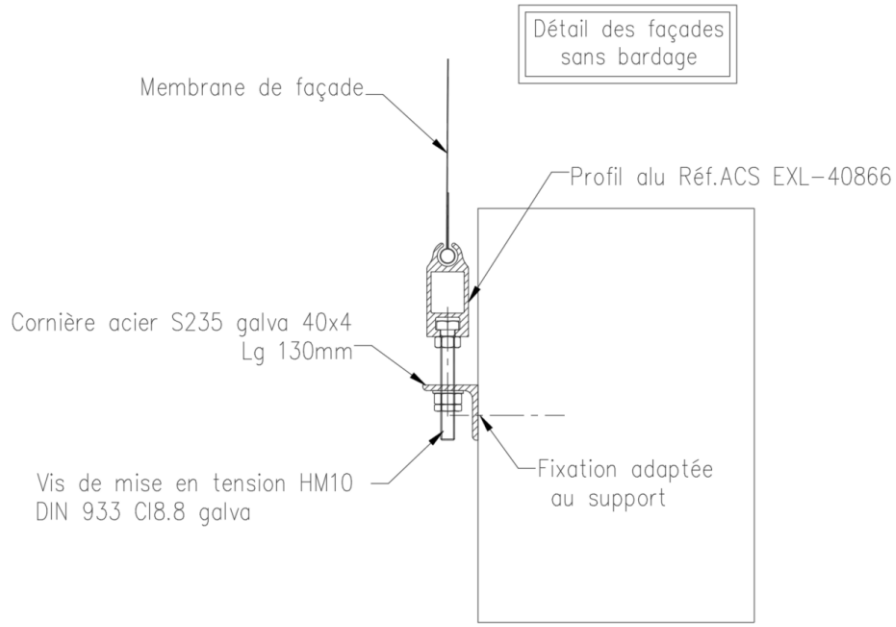
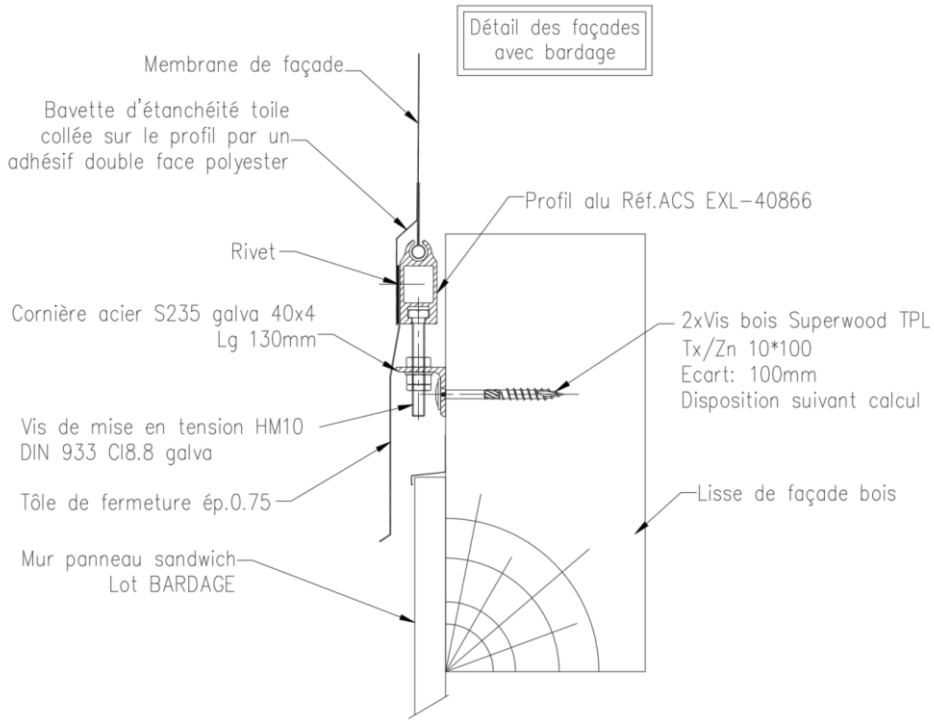


Figure 7 – Traitement du bas de Façade sans bardage



Remarque : un dispositif en pied de façade formé d'une bavette d'étanchéité et d'une tôle de fermeture (voir figure ci-dessus) est à prévoir afin d'éviter la stagnation d'eau

Figure 8 – Traitement du bas de Façade avec bardage

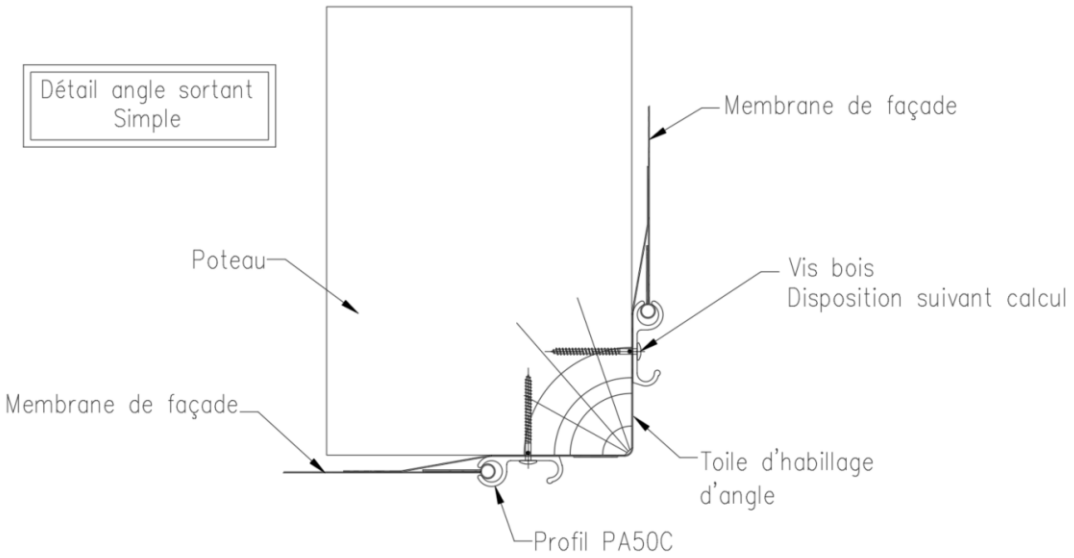


Figure 9 – Angle sortant avec toile habillage

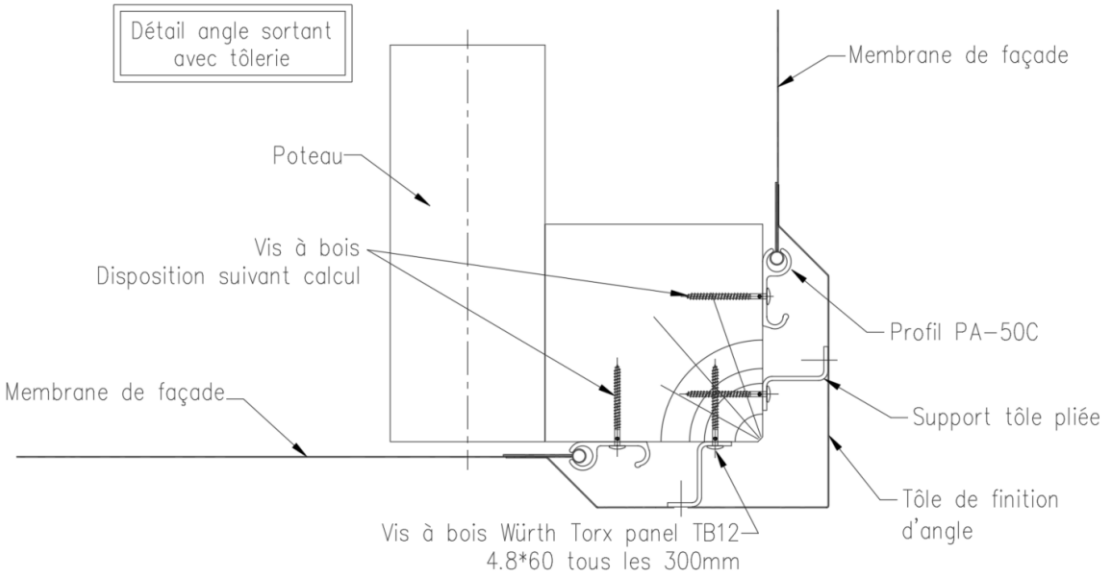


Figure 10 – Angle sortant avec tôle d'habillage

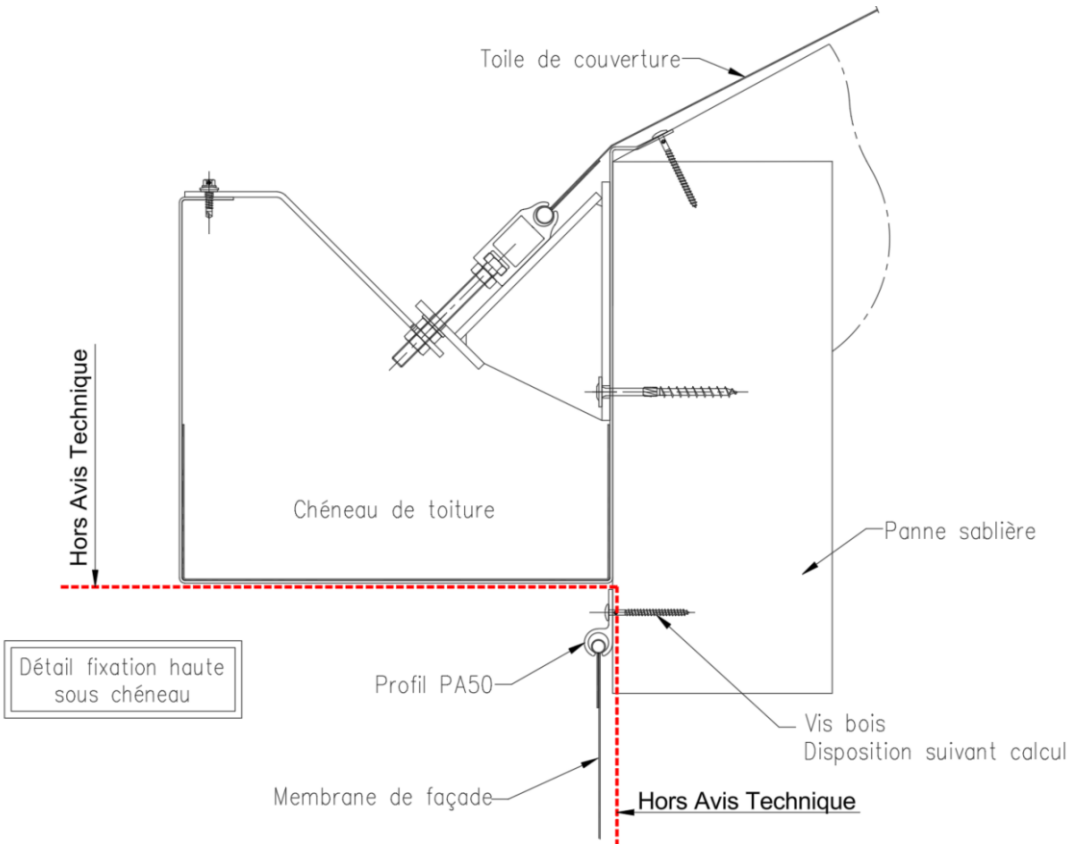


Figure 11 – Fixation haute sous chéneau long-pan

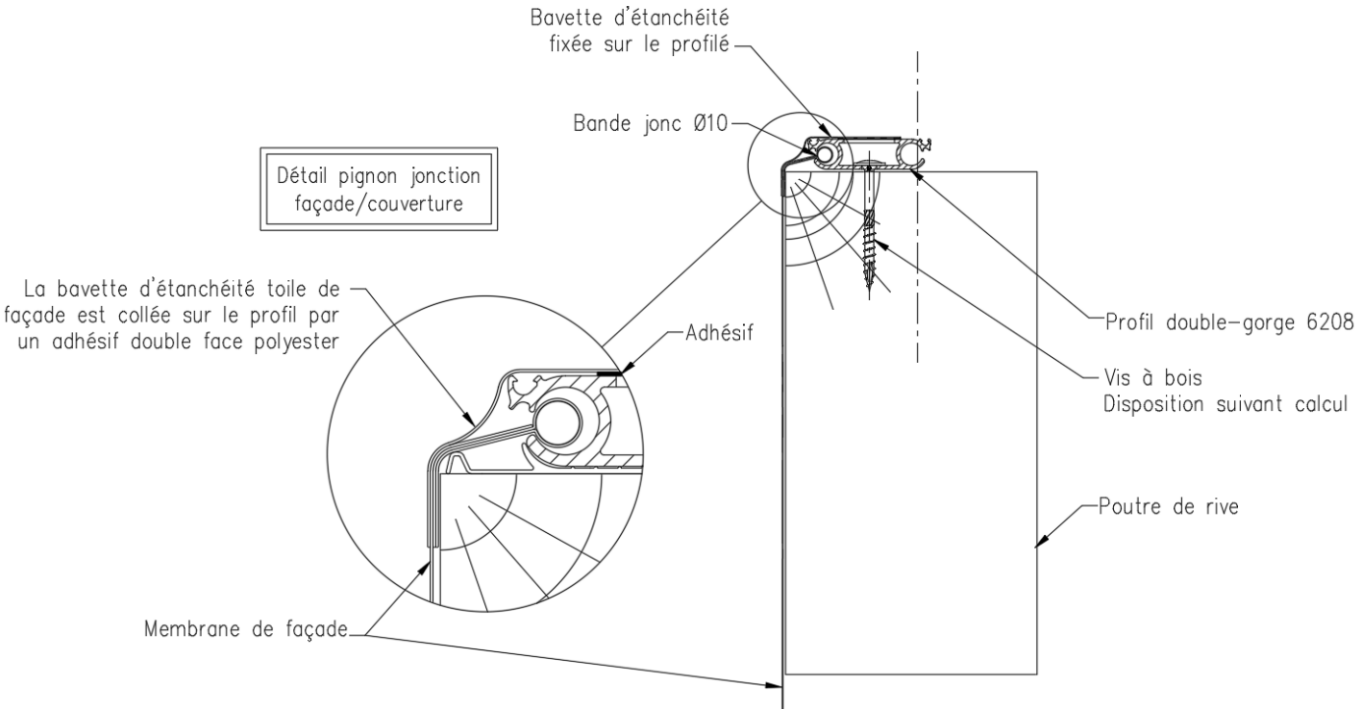


Figure 12 – Traitement jonction toile façade – toile couverture sans canaliser l'eau

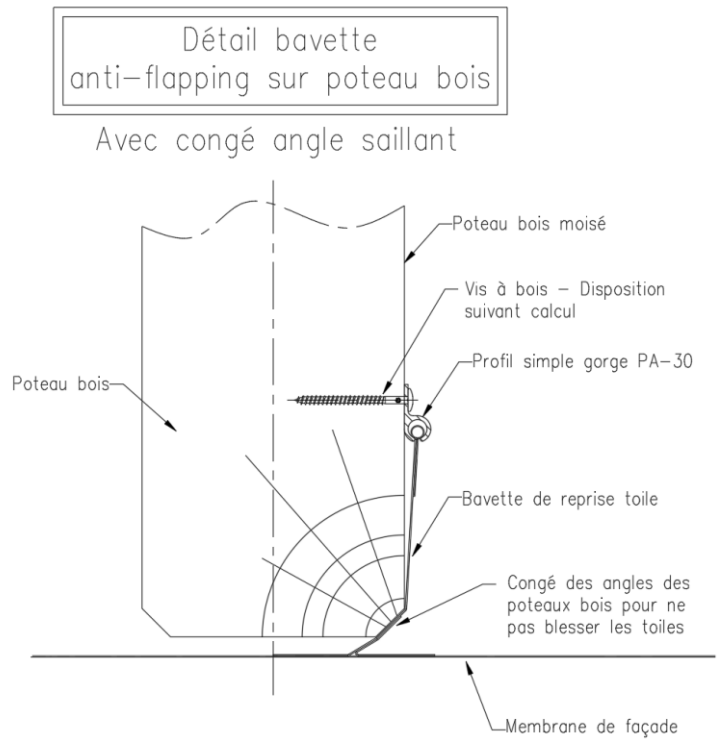


Figure 13 – Bavette anti-flapping sur poteau intermédiaire (avec congé angle saillant)

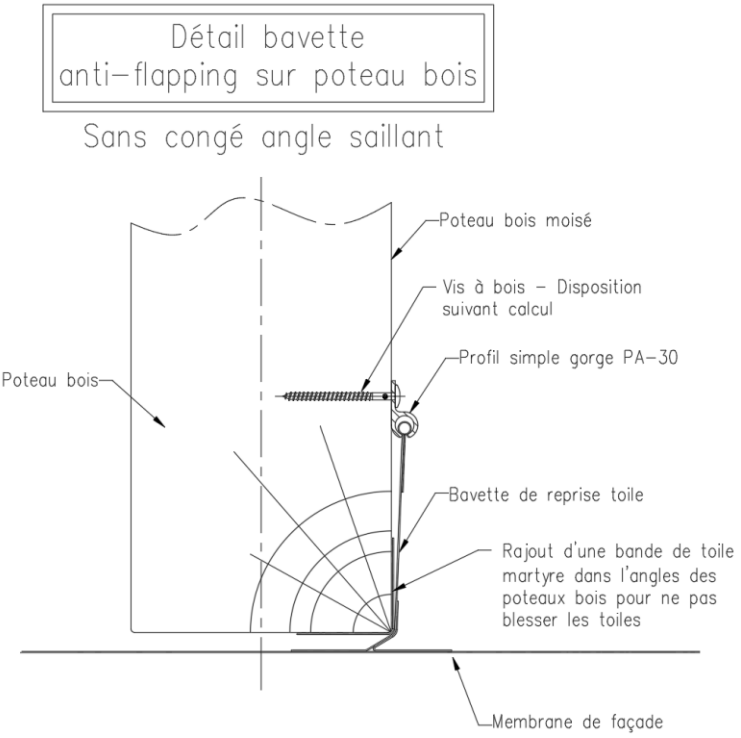


Figure 13 BIS – Bavette anti-flapping sur poteau intermédiaire (sans congé angle saillant)

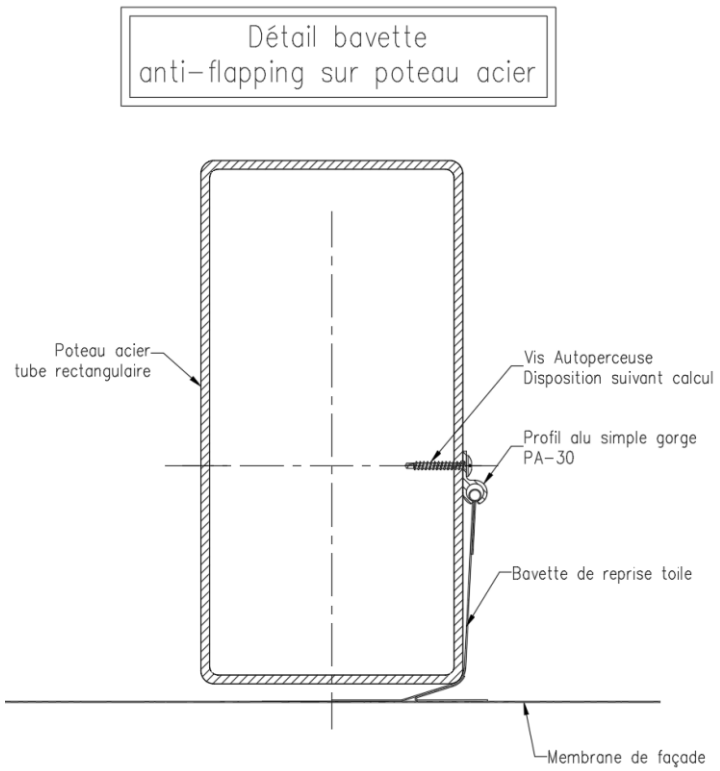


Figure 13 TER – Bavette anti-flapping sur poteau intermédiaire acier (sans angle saillant)

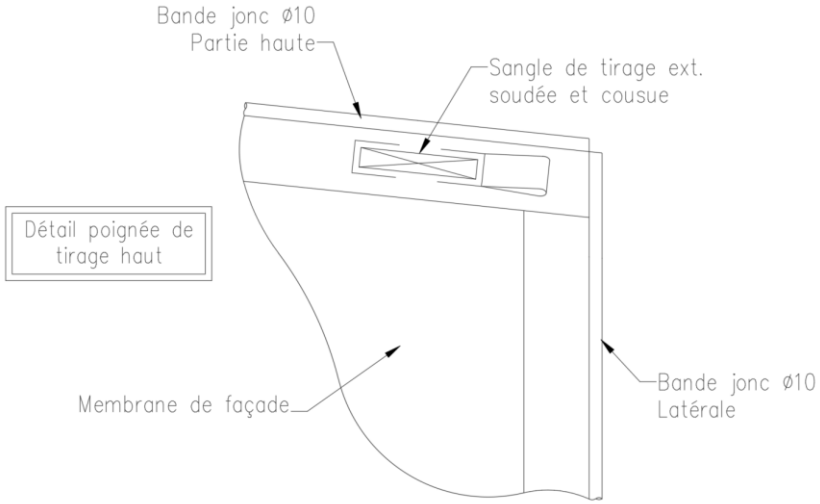


Figure 14 – Poignée de tirage

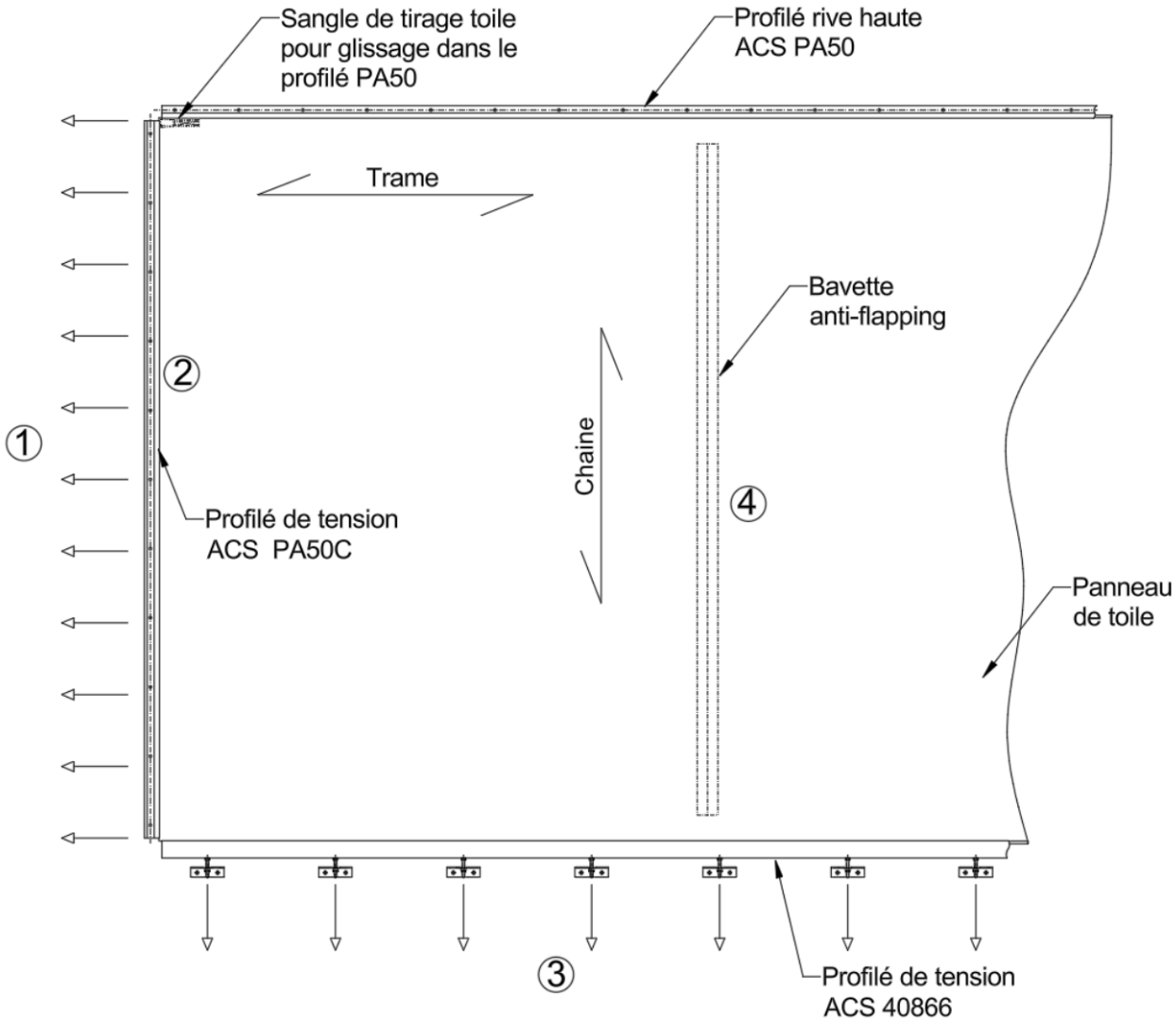


Figure 15 – Principe général de mise en œuvre et de tension d'un module de façade textile

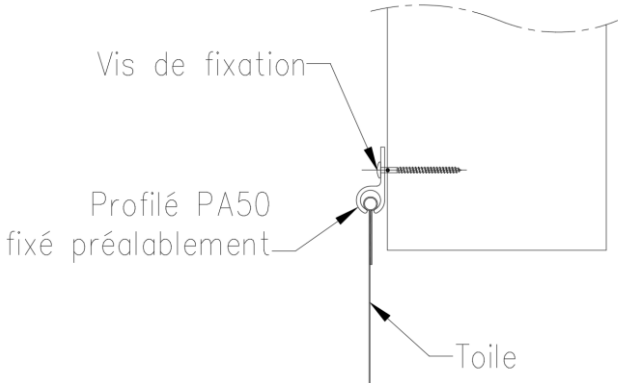


Figure 16 – Etape 0 – Au préalable fixation du profilé PA50 en lisière haute

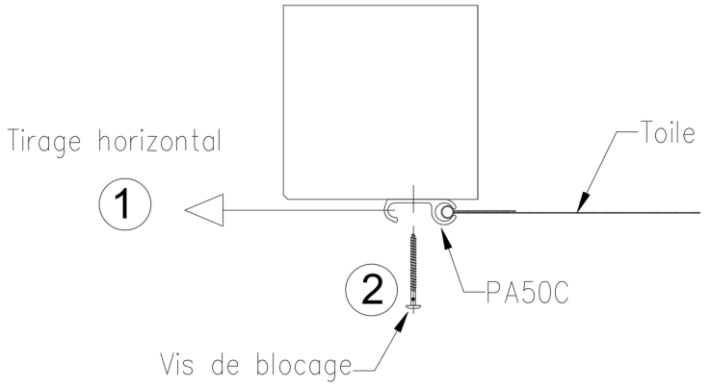


Figure 17 – Etape 1 & 2 - Mise en tension horizontale [sens trame] & fixation de la lisière verticale par vis de blocage

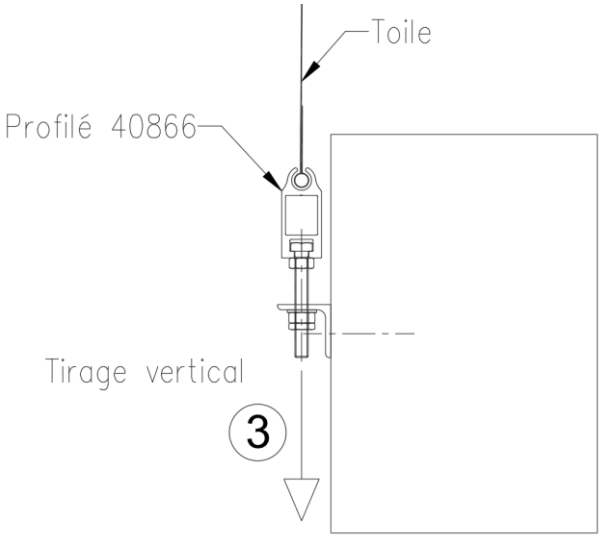


Figure 18 – Etape 3 - mise en tension verticale [sens chaîne]

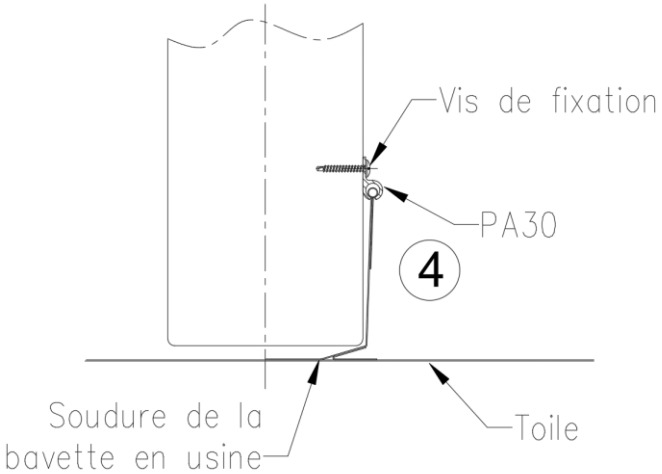


Figure 19 – Etape 4 - fixation de la bavette anti-flapping

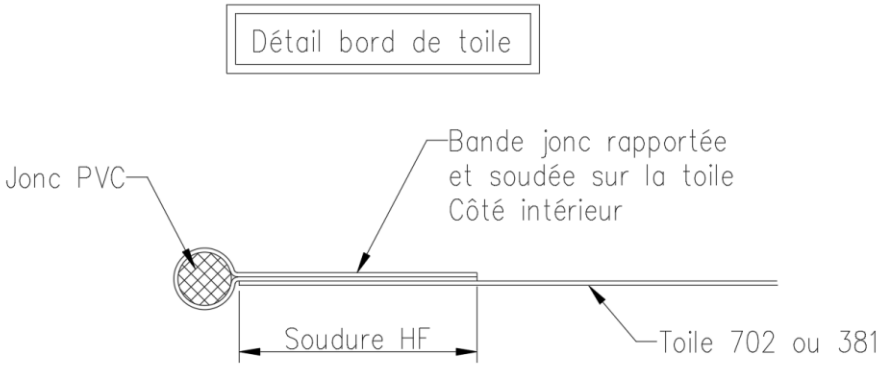


Figure 20 – Détail du Keder en bord de toile