

Sur le procédé

Système IASO monocouche en film ETFE

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

Titulaire(s) : Société IASO FRANCE SASU

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

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V2	Il s'agit de la première révision : - Modification du § 1.1.2 Ouvrages visés - Ajout du § 2.2.3 Impacts environnementaux - Mise à jour du § 2.5.2 Entretien - Ajout de figures de mise-en-œuvre des films ETFE en façade	BOULLON Tamara	VALEM Frédéric
V1	Il s'agit d'une nouvelle demande.	MOKRANI Youcef	VALEM Frédéric

Descripteur :

Parois transparentes ou translucides, de façade ou toiture, ou abri pour tous types de bâtiments, qui sont composées de membranes tendues ETFE.

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
2.2.	Description	6
2.2.1.	Principe	6
2.2.2.	Caractéristiques des composants	7
2.2.3.	Données environnementales	8
2.3.	Dispositions de conception	8
2.3.1.	Dimensionnement	8
2.3.2.	Pose en zone sismique	9
2.4.	Dispositions de mise en œuvre	9
2.4.1.	L'équipe de montage	9
2.4.2.	Sécurité au montage	9
2.4.3.	Installation des profilés aluminium de base	9
2.4.4.	Installation de la membrane ETFE	10
2.4.5.	Installation des câbles en acier inoxydable	10
2.4.6.	Mise en tension	10
2.4.7.	Finitions	10
2.4.8.	Protection anti-volatiles	10
2.5.	Maintien en service du produit ou procédé	11
2.5.1.	Réparation	11
2.5.2.	Entretien	11
2.6.	Traitement en fin de vie	11
2.7.	Assistance technique	11
2.8.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication	11
2.8.1.	Les études	12
2.8.2.	La fabrication	12
2.8.3.	Surveillance et contrôles	12
2.9.	Mention des justificatifs	12
2.9.1.	Résultats expérimentaux	12
2.9.2.	Références chantiers	13
2.10.	Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre	13
2.10.1.	Actions exercées sur les membranes tendues ETFE	13
2.10.2.	Dimensionnement des membranes tendues ETFE suivant les Eurocodes	13
2.10.3.	Valeurs de résistance de l'ETFE et module d'élasticité	14
2.10.4.	Cas de charges	14
2.11.	Annexe 2 – Contrôle de la fabrication d'une membrane tendue	16
2.12.	Schémas de mise en œuvre	17

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 et du nombre de câbles 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 et couverture 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

Les façades et les couvertures en membranes ETFE planes tendues et renforcées par des câbles inox pour des bâtiments industriels et bâtiments à usage sportif et de loisirs sont mises en œuvre sur une charpente bois, aluminium et/ou acier non isolés pour lesquels la condensation et les infiltrations d'eau accidentelles peuvent être admises.

Le présent avis vise uniquement les locaux à faible et moyenne hygrométrie.

Le présent Avis ne vise pas les éléments intégrés dans la façade et/ou dans la couverture.

Dans tous les cas, il y a lieu de vérifier de l'absence d'humidité sur les charpentes support.

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

1.1.2.1. Façades

Les façades en membranes ETFE planes tendues et renforcées par des câbles peuvent avoir une inclinaison de +/- 15° par rapport à la verticale.

1.1.2.2. Couvertures

La pente des couvertures doit être suffisante pour permettre l'écoulement des eaux pluviales. Dans tous les cas, l'absence de poches d'eau sous charges de neige pondérées (ELU) doit être démontrée par calcul.

La mise en œuvre en climat de montagne n'est pas visée.

Pour l'utilisation des profilés AL001, la charpente support doit résister aux infiltrations d'eau car les profilés ne sont pas étanches.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

1.2.1.1. Stabilité

Les façades et les couvertures en membranes ETFE tendues 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 et des couvertures sous charges climatiques peut être convenablement assurée dans le domaine d'emploi accepté.

Le présent avis exclut la formation de poche d'eau en couverture sous combinaison de charge ELU (contrainte) et sous cas accidentel.

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 ETFE ont un classement de réaction au feu, B,s1-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 ETFE.

1.2.1.4. Sécurité des intervenants

La mise en œuvre en couverture, 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.

La sécurité vis-à-vis des chocs est normalement assurée pour la couverture.

1.2.1.5. Etanchéité

Dans le cas de l'utilisation du profilé aluminium AL001, aucune performance d'étanchéité n'est revendiquée.

Dans le cas de l'utilisation des profilés AL033 et AL036, l'étanchéité peut être assurée dans le domaine d'emploi accepté.

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

Bien que l'expérience en œuvre ait montré que la membrane ETFE ne subissait ni le jaunissement, ni la baisse de transmission lumineuse, ni l'affaiblissement des propriétés mécaniques pendant au moins dix ans, le changement d'aspect de la façade et/ou de la couverture à moyen et à long terme ne peut être totalement exclu, sous l'action des conditions atmosphériques (pollution). Toutefois, ces risques ne devraient avoir que des effets d'aspect (salissures).

Le comportement et l'entretien prévisible des profilés extérieurs (aluminium) sont analogues à ceux d'une façade traditionnelle ou d'une verrière.

La réparation confère à l'élément réparé la même durabilité que celle attendue d'un élément d'origine si elle est réalisée conformément aux prescriptions décrites au §2.5.1 Réparation.

1.2.3. 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 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

Il s'agit du premier Avis Technique qui vise un procédé en membranes ETFE planes renforcées par câbles.

Du fait du risque de condensation, les éléments doivent être adaptés pour résister au mouillage : classe de service du bois suivant la norme NF EN 335 et protection contre la corrosion suivant la norme NF EN ISO 12944-2.

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

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

Les risques de désordres liés à des percements par des oiseaux ne sont pas exclus sur les films ETFE.

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

Le présent avis exclut la formation de poche d'eau sous combinaison de charge ELU et/ou en cas accidentel si un coussin est dégonflé.

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

Le procédé est commercialisé par le titulaire.

Titulaire : IASO FRANCE SASU

317 Rue de Saint Exupéry

Zone de Fréjorgues Ouest

FR – 34130 MAUGUIO - MONTPELLIER

Tél. : +33 (0)4 67 81 37 16

Email : info.fr@iasoglobal.com

Internet : www.iasoglobal.com

2.2. Description

2.2.1. Principe

Parois transparentes ou translucides, de façade ou couverture, ou abri pour tous types de bâtiments non isolés, qui sont composées de membranes tendues ETFE avec différentes morphologies.

Les dimensions maximales seront déterminées en fonction des charges appliquées aux membranes tendues.

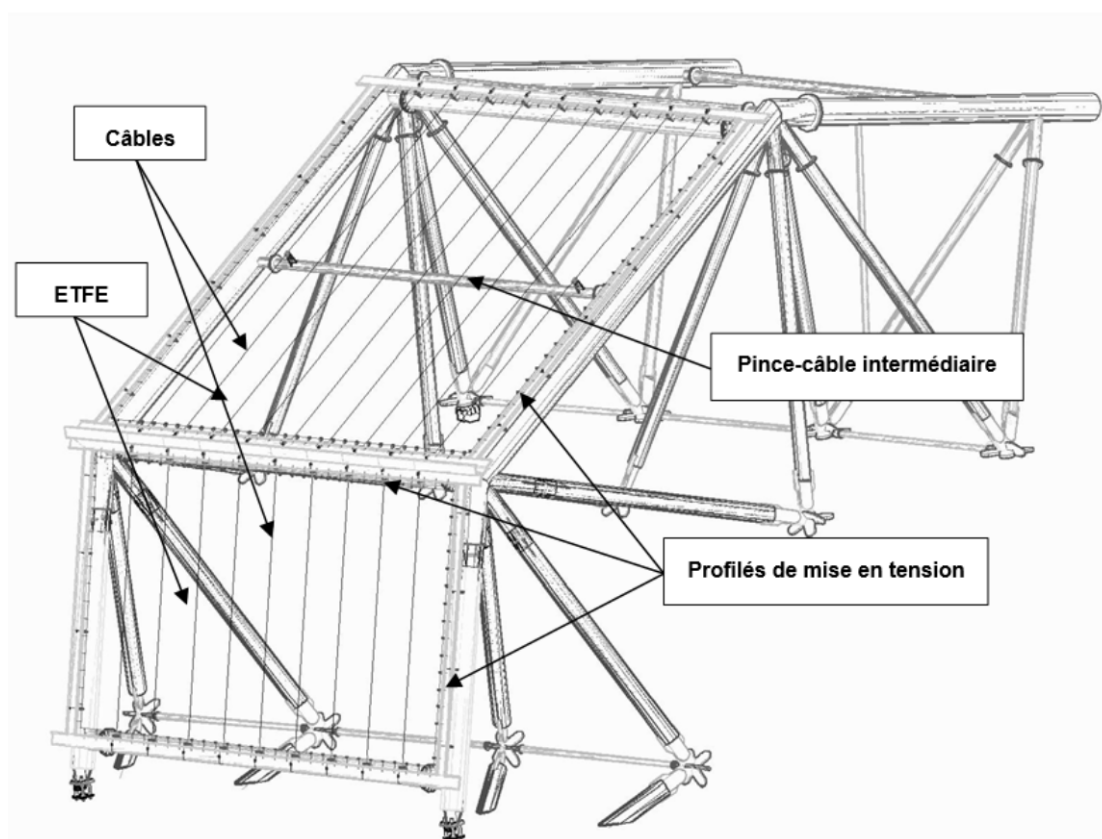


Figure 1 – Schéma de principe d'une couverture en membrane tendue ETFE

Une pente minimum, fonction de la géométrie de la membrane, devra être respectée pour assurer l'évacuation de l'eau sur la membrane tendue ETFE sous combinaison de charges à l'ELU.

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 ETFE

La matière utilisée est un fluoropolymère thermoplastique obtenu par copolymérisation synthétique. Il s'agit de grains qui sont chauffés à environ 340°C et extrudés pour former des films pouvant varier de 100 à 500 microns et servis sous forme de bobines de 1m55 à 2m de large de caractéristiques suivantes :

Caractéristiques	Valeurs	Unité	Norme
Epaisseur	100 à 500	Microns	DIN 53 370
Poids	175 à 875	g/m ²	DIN 53 352
Contrainte de traction à rupture	>40	MPa	EN ISO 527-1
Contrainte de traction à 10% à l'état neuf	>18	MPa	EN ISO 527-1
Contrainte de traction après 500h UV	>40	MPa	EN ISO 527-1
Allongement à rupture	>300	%	EN ISO 527-1

Tableau 1 – Caractéristiques de l'ETFE

Selon les essais réalisés par IASO, SL aucune différence significative n'a été constatée en propriétés mécaniques entre les films de différents lots de production.

Les finitions disponibles des films ETFE sont les suivantes :

- Transparentes.
- Teintées dans la masse.
- Dépolies.
- Avec sérigraphie.
- Avec traitement IR-Cut.

Les films en ETFE ont une classification au feu B-s1, d0, quelle que soit la finition des films.

	Nowofol	Asahi Glass Co.	Pati	Saint-Gobain
Transparent	X	X	X	X
Teinté dans la masse	X	X		
Dépoli		X		
Avec sérigraphie	X	X	X	X
IR-Cut	X	X		

Tableau 2 – Fournisseurs d'ETFE

Pour chaque projet, un seul fournisseur sera utilisé et les films utilisés proviennent d'un même lot de production.

2.2.2.2. Ourlet de rive dit « keder »

La rive d'une membrane tendue est fermée par une poche ETFE, prolongation de la membrane principale, avec un jonc PVC à l'intérieur d'une dureté minimale de 80 Shore.

2.2.2.3. Profilé aluminium

Les profilés sont en aluminium EN AW 6063 – T5 ou EN AW 6060 – T5 réalisés par extrusion suivant les normes EN 573-2 et EN 755-9 ; ils peuvent être laqués suivant le label QUALICOAT ou anodisés suivant le label QUALANOD.

Nous avons 3 systèmes de profilés, non compatibles entre eux, qui permettent de tendre et maintenir en position les films ETFE sur tout leur périmètre et d'assurer l'étanchéité de la toiture ou de la façade en cas de besoin :

- Profilé à gorge IAS-CAR-AL001 ;
- Profilé IAS-CAR-AL033 qui permet de fixer 2 membranes sur un même profilé ;
- Profilé IAS-CAR-AL036 qui permet de fixer une unique membrane sur le profilé.

Les capots serreurs sont percés tous les 15 cm maximums avec des trous Ø7 mm pour le passage de vis Ø6.3x32mm en inox avec rondelle étanche en silicone.

Un profilé de rive est fixé au profilé de base et permet de tendre et maintenir en position la membrane ETFE.

Le profilé de base est boulonné à la charpente grâce à des vis M10 pour éviter toute corrosion galvanique entre les différents éléments (Charpente, profilés aluminium et boulons).

2.2.2.4. Joint d'étanchéité

Les joints d'étanchéité et de protection des films ETFE sont réalisés avec un élastomère thermoplastique Nakanprène qui garantit une résistance durable face aux intempéries et à l'exposition des rayons UV.

2.2.2.5. Câbles

Des câbles en acier inoxydable de Ø6 à Ø12 mm suivant les besoins peuvent être positionnés sous la membrane ETFE afin de limiter les déformations et d'augmenter la résistance du système.

Les câbles sont en acier inoxydable AISI 316 et peuvent être :

- Option 1 : De type flexible et de composition 7x19, terminés par des étriers en acier inoxydable et fixés à la charpente sur un gousset par l'intermédiaire de manilles pour éviter le cisaillement du câble contre l'élément métallique.
- Option 2 : De type spiroïdal et cordon de composition 1x19. Tous les câbles sont sertis avec une chape sur une extrémité et une tige filetée ou ridoir sur l'autre en acier inoxydable AISI 316 pour contrôler la mise en tension.

L'option n°1 est choisie en général lorsqu'il n'y a pas de précontrainte dans les câbles et la n°02 lorsqu'une précontrainte concrète est nécessaire.

2.2.2.6. Accessoires

Les accessoires sont fournis par IASO, SL

- Pince câble

Les pinces câbles sont en acier inoxydable ou en acier galvanisé et sont rajoutées pour éviter les déformations hors plan des câbles

- Bavettes

Elles sont en aluminium Al 1050 A H24 plié ou en acier galvanisé. Elles permettent d'assurer la transition et étanchéité entre le système de membrane tendue et le reste de l'ouvrage ; une étude spécifique est réalisée pour chaque projet.

- Raccords entre profilés d'aluminium

La continuité entre 2 profilés de base est assurée par une bande EPDM collée dans le fond du profilé pour les profilés IAS-CAR-AL033 et IAS-CAR-AL036.

- Bande butyle

La bande butyle est une bande adhésive à froid constituée d'un adhésif butyle revêtu d'un complexe d'aluminium renforcé ou non d'un film polyester. Elle permet d'assurer l'étanchéité à la jonction de 2 bavettes.

2.2.3. Données environnementales

Il n'a pas été fourni de données environnementales.

2.3. Dispositions de conception

Les éléments d'ossature secondaire et leurs fixations seront calculés et vérifiés en utilisant les règles de calculs et les normes en vigueur.

Les dimensionnements des façades et des couvertures sont réalisés par la société IASO, SL avec un logiciel propre à la société.

Le dimensionnement de l'ossature primaire doit tenir compte de la descente de charges spécifique à ce système, définie par IASO. De plus, la déformation à l'ELU sera limitée par le non-contact des membranes avec l'ossature primaire et l'absence de formation de poche d'eau.

Les résistances limites correspondent à la résistance à rupture, déterminée par le fabricant de la membrane.

2.3.1. Dimensionnement

Méthodologie de calcul de la résistance des membranes tendues ETFE.

La méthode de calcul des membranes tendues ETFE est similaire à celle utilisée pour les autres types d'habillage d'enveloppe :

- Définition des hypothèses de charges climatiques ;
- Calcul de la résistance des membranes ETFE + câbles par rapport aux hypothèses de charges ;
- Remise d'une descente de charge au charpentier.

2.3.1.1. Définition des hypothèses de charges climatiques

Les hypothèses sont basées sur les Eurocodes et prennent en compte les charges suivantes :

- Poids propre du film ETFE et des câbles ;
- Précontrainte du film ETFE et des câbles ;
- Effets de température ;
- Charges de vent ;
- Charges de neige (en couverture) ;
- Rupture d'une membrane ;
- Accumulation de neige ou d'eau (en couverture).

Tous les calculs sont réalisés sous combinaisons ELS et ELU tels que définis dans les Eurocodes.

Lors de la mise en œuvre, les films ETFE et les câbles ne pourront pas être précontraints à des températures inférieures à 5°C.

2.3.1.2. Recherche de forme et calcul des membranes tendues en ETFE

Les 2 procédés sont menés en parallèle car le calepinage des câbles a une incidence sur la tension dans le film ETFE et aussi sur la non-formation de poches d'eau.

Les recherches de forme et les calculs sont réalisés par IASO, SL avec les logiciels WINTESS ou SAP2000. Toutes les combinaisons de charges définies par les Eurocodes sont étudiées. Pour chaque combinaison, nous avons une limite admissible de l'ETFE qui est fonction du type de charge appliqué sur la membrane, mais aussi de la durée de la charge et de la température ; cette valeur pour chaque configuration a été obtenue expérimentalement par des essais de traction sur l'ETFE.

Une méthodologie de dimensionnement est en annexe de ce document.

Le dimensionnement des profilés aluminium est ensuite réalisé à partir des réactions obtenues sur le périmètre des membranes tendues.

Le dimensionnement de la charpente primaire est à la charge du lot charpente.

2.3.2. Pose en zone sismique

Les activités sismiques ne représentent pas de risque majeur pour les membranes tendues en ETFE compte tenu de leur faible poids (525 g/m² pour un film ETFE d'épaisseur 300 µm), de leur souplesse et du type de sollicitations de la membrane (traction uniquement).

La composition des membranes tendues en ETFE 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 ETFE.

2.4. Dispositions de mise en œuvre

La mise en œuvre est réalisée par des personnels de la société IASO, SL ou par des entreprises spécialisées sous la supervision de la société IASO, SL.

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

Elle nécessite certaines précautions, notamment pour la mise en place de chevauchement des garnitures d'étanchéité au raccordement des profilés pour le serrage des vis de fixation.

2.4.1. L'équipe de montage

La mise en œuvre est effectuée par le personnel de IASO, SL (ou des entreprises spécialisées sous sa supervision) qui dispose des compétences et des permis nécessaires pour travailler conformément aux normes de sécurité en vigueur quelle que soit la difficulté du chantier.

2.4.2. Sécurité au montage

Les membranes tendues ETFE sont installées aussi bien en façade qu'en toiture et chaque mise en œuvre est étudiée en coordination avec le SPS pour minimiser au maximum les risques.

La pose se fait principalement à la nacelle, mais aussi depuis des filets de sécurité dans le cas de pose en toiture. Pour les accès les plus complexes, nous utilisons nos cordistes comme ultime recours.

Dans tous les cas, notre personnel est muni des EPI, et dispose des différents permis pour les travaux en hauteur tels que CACES, cordiste...

2.4.3. Installation des profilés aluminium de base

2.4.3.1. Ossature secondaire

Il s'agit de profilés d'aluminium extrudés (IAS-CAR-AL033 et IAS-CAR-AL036) assemblés sur chantier par boulonnage à l'ossature primaire et qui arrivent d'usine tous découpés sur mesure. Les pièces d'angle sont soudées en usine pour garantir une meilleure étanchéité.

2.4.3.2. L'assemblage

Les profilés IAS-CAR-AL033 et IAS-CAR-AL036 sont fixés à l'ossature primaire par des vis DIN933 et écrous DIN985 avec frein pour éviter le desserrage dans le temps et des tiges filetées M10 pour le profilé IAS-CAR-AL001.

Un joint silicone ou EPDM est intercalé entre la charpente et les profilés d'aluminium pour éviter la corrosion galvanique. De plus, la visserie en acier zingué ou inoxydable pour la même raison.

Ecartement type des appuis de fixation :

- Profilé à gorge IAS-CAR-AL001
 - Le support peut être continu ou ponctuel.
 - 30 cm entre 2 tiges filetées M10. Toute autre distribution devra faire l'objet d'un essai à rupture pour validation.
- Profilé double IAS-CAR-AL033
 - Le support peut être continu ou ponctuel.

- 80 cm maximum entre supports en partie courante avec le premier support à 30 cm environ d'un nœud. Toute autre distribution devra faire l'objet d'un essai à rupture pour validation.
- 4 boulons M10 par appui.
- Profilé simple IAS-CAR-AL036
 - Le support doit être continu.
 - 1 boulon M10 tous les 80 cm maximums. Toute autre distribution devra faire l'objet d'un essai à rupture pour validation.

Un jeu de 3 mm est laissé entre chaque profilé aluminium pour permettre la dilatation entre les 2 profilés.

Pour les profilés IAS-CAR-AL033 et IAS-CAR-AL036, la continuité et l'étanchéité sont assurées grâce à une bande EPDM élastique collée dans le fond du profilé.

- Pour les profilés à gorge IAS-CAR-AL001, il n'y a pas d'étanchéité à l'eau entre 2 profilés. Si une étanchéité à l'eau est nécessaire, elle doit être assurée par la charpente primaire.
- Le drainage du profilé IAS-CAR-AL033 se fait par des trous oblongs sur les flancs et positionnés en partie basse de charpente.
- Le profilé IAS-CAR-AL036 est un profilé ouvert et ne nécessite donc aucune mécanisation spéciale pour le drainage.
- Des joints Nakanprène continus sont installés dans les rainures des profilés IAS-CAR-AL033 et IAS-CAR-AL036 pour améliorer l'étanchéité du système et pour éviter un contact direct entre l'aluminium et la membrane ETFE.

2.4.4. Installation de la membrane ETFE

Chaque membrane arrive emballée dans un film plastique de protection avec un croquis pour le dépliage et son bon positionnement. Pour l'installation en toiture, elle est étendue sur les filets de sécurité puis fixée aux profilés de base. Pour l'installation en façade, elle est accrochée au profilé aluminium le plus haut puis déroulée et fixée au reste des profilés de base.

Les keders étant installés en usine, il ne reste à installer que les profilés de rive qui sont graissés pour un meilleur passage de la membrane ETFE et les fixer aux profilés de base boulonnés à la charpente.

Suivant les dimensions de la membrane et les conditions de pose, des sangles anti-soulèvement sont installées par sécurité pour éviter la prise au vent.

2.4.5. Installation des câbles en acier inoxydable

Une fois la membrane ETFE fixée aux profilés aluminium de base uniquement avec une faible précontrainte, les câbles sont passés un par un dans les poches ETFE et fixés à la charpente.

2.4.6. Mise en tension

Il s'agit de l'étape la plus importante du système de membrane tendue ETFE renforcée par des câbles en acier inoxydable. La précontrainte dans les câbles et la membrane ETFE doit être conforme à la note de calculs définie en phase études et doit être contrôlée après la mise en tension.

Chaque câble est mis en tension individuellement et la précontrainte est contrôlée par un tensiomètre positionné directement sur le câble. Après avoir mis en tension tous les câbles, un nouveau contrôle est réalisé et des ajustements sont effectués si nécessaire car en général la charpente se déforme et réduit la précontrainte appliquée initialement.

2.4.7. Finitions

Une fois la membrane tendue ETFE installée et complètement tendue, un joint continu en Nakanprène est placé au-dessus de la membrane (pour les profilés IAS-CAR-AL033 et IAS-CAR-AL036) puis le capot est boulonné au profilé de base à l'aide de vis en acier inoxydable, A2 ou A4 selon les exigences et les contraintes géographiques et climatiques, tous les 15 cm maximums avec rondelles en silicone pour éviter les infiltrations d'eau par les trous du capot.

Les raccords au reste de l'ouvrage sont aussi réalisés. Il s'agit de bavettes en aluminium ou acier galvanisé ; mais cela reste spécifique à chaque projet et est étudié au cas par cas.

2.4.8. Protection anti-volatiles

Pour les couvertures, des protections anti-oiseaux en option peuvent aussi être installées sur demande.

Afin d'assurer une durée de vie d'une couverture en ETFE compatible avec la vie de l'ouvrage, la maîtrise d'ouvrage devra intégrer à son projet une analyse de risques d'endommagement vis à vis des volatiles nuisibles ; le but de cette analyse étant de limiter la possibilité pour les oiseaux de se poser sur les ossatures ou les membranes par la mise en place de dispositif d'éloignement physique ou d'effarouchement suivants :

- Fixation sur les profilés de couvertures de protection en acier inoxydable avec support en forme de V (espacement d'environ 1,5m), qui maintiennent en place 2 à 3 fils (diamètre = 1mm) ; la tension du fil est créée au moyen d'un ressort, qui est fixé à l'extrémité de chaque dispositif.
- Mise en place de filets adaptés (résistants aux intempéries, aux UV, aux insectes et oiseaux, à la pollution etc.).
- Installation de systèmes d'effarouchement de type : envoi d'ultrasons ou de sons spécifiques aux nuisibles, menace mobile, laser invisible pour l'œil humain, détection à reconnaissance de forme, détection à reconnaissance vocale, fauconniers, drones, etc.).

2.5. Maintien en service du produit ou procédé

2.5.1. Réparation

Une analyse de dommage est faite pour définir le type de réparation à effectuer.

2.5.1.1. Endommagements

Lorsqu'il y a une déchirure de longueur inférieure à 300 mm ou un trou de diamètre inférieur à Ø40 mm, des réparations définitives peuvent être effectuées à l'aide de rustines adhésives en ETFE. Avant de procéder au collage de la rustine, il faut nettoyer l'ETFE avec de l'alcool et recouper légèrement la partie endommagée si besoin est pour laisser la membrane parfaitement lisse.

Au-delà des limites indiquées ci-dessus, la réparation sera provisoire pour garantir le hors d'eau, mais il faudra procéder au remplacement de la membrane endommagée.

2.5.1.2. Méthodologie de remplacement d'une membrane tendue ETFE

Le principe de remplacement d'une membrane tendue sera le même que le procédé de pose validé par le SPS (exemple à continuation pour une membrane de toiture posée avec filets) :

- Délimitation de la zone de travail pour éviter l'accès à toute personne non autorisée.
- Pose d'un filet de sécurité ou de sangles sous la membrane à remplacer.
- Installation de lignes de vie provisoires en toiture si elle ne dispose pas de lignes de vie permanentes.
- Démontage des capots.
- Découpe au cutter de la vieille membrane qui est déposée. Les câbles restent en place.
- Ouverture de la nouvelle membrane et fixation immédiate aux profilés de base.
- Passage des câbles un par un dans les poches ETFE.
- Mise en tension de la membrane ETFE et des câbles.
- Boulonnage des capots.

2.5.2. Entretien

L'ETFE est un polymère fluoré dont une de ces principales caractéristiques est que les poussières n'adhèrent pas au matériau :

- Les parties en extérieur ne nécessitent donc pas de nettoyage ou très rarement.
- Les parties en intérieur peuvent être nettoyées à l'aide de chiffons en coton humide sans ajout de détergents ou similaire.

L'accès par l'extérieur sur les membranes ETFE est limité aux intervenants autorisés pour l'entretien et la réparation de la membrane ETFE et sera réalisé par du personnel qualifié dans les conditions précisées de la notice d'entretien et de maintenance. Bien que le système résiste aux essais choc à 1200J, il n'est pas destiné à supporter le passage ou la circulation de personnes.

Pour chaque projet, un contrat d'entretien et de maintenance est obligatoire et doit être assuré par un personnel compétant. Cette maintenance est effectuée par le personnel de IASO, SL une fois par an. Au cours de celle-ci, il est vérifié le bon état des membranes ETFE, des câbles, des profilés aluminium et des éléments de finition. Si des rustines ETFE ont été posées antérieurement, elles sont aussi contrôlées et remplacées si besoin.

Le risque de perte de précontrainte des câbles est minimal si ceux-ci sont pré-étirés au moment de la fabrication, si des anomalies sont détectées sur les câbles ou sur la tension de l'ETFE, IASO doit effectuer des contrôles de la précontrainte au cours de la maintenance.

A la livraison de chaque projet, un manuel complet de maintenance est rédigé et donné au client.

2.6. Traitement en fin de vie

Pas d'information fournie par le titulaire

2.7. Assistance technique

La mise en œuvre est réalisée par la société IASO, SL ou par des entreprises spécialisées sous la supervision de la Société IASO.

2.8. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

Les dispositions prises par la Société IASO, SL sont propres à assurer la constance de qualité des membranes et des accessoires associés aux profilés. Les dispositions de fabrication adoptées par les sociétés applicatrices du système, et respectant les prescriptions de la Société IASO, SL, permettent de compter sur une constance de qualité suffisante.

La fabrication d'une membrane tendue ETFE renforcée par des câbles en acier inoxydable se déroule de la façon suivante :

2.8.1. Les études

- Réalisation du modèle 3D de la membrane tendue renforcée par des câbles en acier inoxydable.
- Note de calcul pour déterminer l'épaisseur du film ETFE, le calepinage des câbles et leurs diamètres.
- Vérification qu'il n'y a pas de contact entre le système de membrane tendue déformée sous charges climatiques ELU et le reste de l'ouvrage.

2.8.2. La fabrication

- Membranes ETFE
 - Plans de découpe de tous les lés de la membrane.
 - Découpe CNC de tous les lés de la membrane.
 - Soudage de l'ensemble des lés de la membrane.
 - Soudage de la poche périmétrale.
 - Soudage des poches intermédiaires pour le passage des câbles.
- Profilés d'aluminium

Nos profilés d'aluminium, réalisés par extrusion, arrivent du fournisseur avec des longueurs de 4 à 6m suivant les besoins. Ils sont ensuite découpés et mécanisés sur mesure dans nos ateliers.

Les pièces d'angle sont systématiquement soudées (profilés de base et capots) pour assurer l'étanchéité du système. Pour cela, les rainures intérieures du profilé de base sont fraisées afin d'obtenir une surface plane qui facilite le soudage sur tout le fond du profilé ainsi que les relevés verticaux :



Figure 2 – Soudure d'une pièce d'angle

La soudure du profilé de base est ensuite recouverte par un joint d'étanchéité en silicone ou similaire.

- Câbles en acier inoxydable

Les câbles sont fabriqués sur mesure dans nos ateliers ou sous-traités à une entreprise externe.

2.8.3. Surveillance et contrôles

IASO, SL a mis en place un Plan d'Assurance Qualité à respecter tout au long de la phase de fabrication et d'installation. Il permet d'avoir une traçabilité des différents matériaux mis en œuvre, depuis l'achat jusqu'à la pose sur chantier.

IASO, SL possède l'ISO 9001 :2015 et des audits sont réalisés régulièrement pour s'assurer que notre entreprise applique correctement la norme.

Chaque lot d'ETFE arrivant dans nos ateliers doit être contrôlé préalablement par le fournisseur et les caractéristiques doivent être conformes à celles indiquées dans le tableau de l'annexe n°2.

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats expérimentaux

2.9.1.1. Feu

- Rapport de classement européen de réaction au feu de l'ETFE réalisé par le CSTB – PV n° RA21-0172
- Rapport de classement européen de réaction au feu de l'ETFE réalisé par le CSTB – PV n° 14-0266.
- Rapport de classement européen de réaction au feu de l'ETFE réalisé par le CSTB – PV n° 15-0086.
- Rapport de classement européen de réaction au feu de l'ETFE d'épaisseur 500 µm – réf : 903 7458 000-80 (MPA)

2.9.1.2. Essais mécaniques

- Essais de traction sur de l'ETFE à l'université d'ESSEN (Allemagne) provenant de divers fournisseurs.
- Essais de traction interne à la société IASO pour les membranes de 500 µm et sur les soudures avec le contrôle de Bureau Veritas

- Essai de traction sur le pince-câble - Laboratoire INQUA – Espagne

2.9.1.3. Essais de chocs

- Essai de choc à 1200J réalisé dans le cadre de l'ATEX 1820, CC Leclerc – Plessis-Belleville, année 2011.
- Essai de choc à 1200J réalisé dans le cadre de l'ATEX 1995 – Stade Allianz Riviera – Nice, année 2012.
- Essai de choc à 1200J réalisé dans le cadre de l'ATEX 2912 – Cité de la Gastronomie – Dijon, année 2021.

2.9.2. Références chantiers

Le Système IASO monocouche en film ETFE a fait l'objet d'environ 2452 m² depuis 2023 en France.

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

2.10.1. Actions exercées sur les membranes tendues ETFE

Les actions climatiques exercées sur les membranes tendues ETFE sont les suivantes :

- PP = Poids propre de la membrane ETFE et des câbles en acier inoxydable.
- PC = Précontrainte dans la membrane ETFE et les câbles en acier inoxydable.
- N = Charge de neige.
- Nad = Charge de neige exceptionnelle.
- Vd = Charges de vent descendant.
- Vs = Charges de vent de soulèvement.

Les actions accidentelles exercées sur les membranes tendues ETFE sont les suivantes :

- X = Rupture d'une membrane ETFE.
- Eacc = Poche d'eau sur la membrane ETFE.

2.10.2. Dimensionnement des membranes tendues ETFE suivant les Eurocodes

Pour le dimensionnement des films ETFE, nous suivrons la méthode de calcul définie dans le futur Eurocode de membranes textiles : prCEN/TS 19102 : 2020.

Ci-dessous le récapitulatif des valeurs des coefficients de sécurité à appliquer et les contraintes de dimensionnement résultantes :

2.10.2.1. Critères à l'ELS

La résistance à l'Etat Limite de Service est définie par l'équation suivante :

$$f_R = f_{el23} / \gamma_{M,ser}$$

Avec :

f_{el23} : Résistance à la limite élastique fractile de 5% de l'ETFE pleine feuille pour un essai mono-axial à 23°C suivant la norme EN ISO 527-3. Par défaut, sa valeur sera prise égale à $f_{el23}=15$ MPa sauf justification par essais.

$$\gamma_{M,ser} = 1,0$$

La résistance de conception suivant les différentes conditions d'usage est donnée par l'équation :

$$f_{R,mod} = f_R / (k_{biax} \cdot k_{age} \cdot k_{dur,*} \cdot k_{temp,*})$$

Avec :

Facteur	Type de chargement	Valeur
k_{biax} Facteur de modification dû à un comportement biaxial	Tous chargements	$k_{biax} = 1$
k_{age} Facteur de modification dû aux expositions à la pollution	Tous chargements	$k_{age} = 1$
$k_{dur,*}$ Facteur de modification dû à la durée de la charge	Pour une charge permanente	$k_{dur,p}=1.8$
	Pour une charge à long terme	$k_{dur,l}=1.6$
	Pour une charge à moyen terme	$k_{dur,m}=1.4$
	Pour une charge à court terme	$k_{dur,s}=1.3$
	Pour une charge instantanée	$k_{dur,i}=1$
$k_{temp,*}$ Facteur de modification dû aux effets de température	Pour une température de 0°C	$k_{temp,0^{\circ}}=0.8$
	Pour une température de 40°C	$k_{temp,40^{\circ}}=1.2$
	Pour une température de 50°C	$k_{temp,50^{\circ}}=1.3$

2.10.2.2. Critères à l'ELU

La résistance à l'Etat Limite Ultime est définie comme le minimum de ces 2 valeurs :

$$f_{RD} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{1RD} = f_{u23} / \gamma_{M0} \\ f_{2RD} = f_{uw23} / \gamma_{M1} \end{array} \right\}$$

Avec :

f_{u23} : Résistance à rupture fractile de 5% de l'ETFE pleine feuille pour un essai mono-axial à 23°C suivant la norme EN ISO 527-3. Par défaut, sa valeur sera prise égale à $f_{u23}=40$ MPa sauf justification par essais.

f_{uw23} : Résistance à rupture fractile de 5% de la soudure de l'ETFE pour un essai mono-axial à 23°C suivant la norme EN ISO 527-3. Par défaut, sa valeur sera prise égale à $f_{uw23}=30$ MPa sauf justification par essais.

γ_{M0} : 1.1

γ_{M1} : 1.45 (on considère un niveau d'inspection IL3 qui est le plus défavorable).

Dans notre cas, la valeur à rupture avec soudure f_{2RD} sera systématiquement la plus défavorable.

La résistance de conception suivant les différentes conditions d'usage est donnée par l'équation :

$$f_{RD,mod} = f_{2RD} / (k_{biax} \cdot k_{age} \cdot k_{dur,*} \cdot k_{temp,*})$$

Avec :

Facteur	Type de chargement	Valeur
k_{biax} Facteur de modification dû à un comportement biaxial	Tous chargements	$k_{biax} = 1$
k_{age} Facteur de modification dû aux expositions à la pollution	Tous chargements	$k_{age} = 1$
$k_{dur,*}$ Facteur de modification dû à la durée de la charge	Pour une charge permanente	$k_{dur,p}=1.8$
	Pour une charge à long terme	$k_{dur,l}=1.6$
	Pour une charge à moyen terme	$k_{dur,M}=1.4$
	Pour une charge à court terme	$k_{dur,s}=1.3$
	Pour une charge instantanée	$k_{dur,I}=1$
$k_{temp,*}$ Facteur de modification dû aux effets de température	Pour une température de 0°C	$k_{temp,0^{\circ}}=0.95$
	Pour une température de 40°C	$k_{temp,40^{\circ}}=1.2$
	Pour une température de 50°C	$k_{temp,50^{\circ}}=1.3 - 1.7$

2.10.3. Valeurs de résistance de l'ETFE et module d'élasticité

Par défaut, les valeurs suivantes définies dans l'Eurocode peuvent être prises en compte :

- f_{el23} : Résistance à la limite élastique fractile de 5% de l'ETFE pleine feuille pour un essai mono-axial à 23°C suivant la norme EN ISO 527-3. Par défaut, sa valeur sera prise égale à $f_{el23}=15$ MPa sauf justification par essais.
- f_{uw23} : Résistance à rupture fractile de 5% de la soudure de l'ETFE pour un essai mono-axial à 23°C suivant la norme EN ISO 527-3. Par défaut, sa valeur sera prise égale à $f_{uw23}=30$ MPa sauf justification par essais.
- $E=1000$ MPa $\pm 10\%$ pour le module d'Young si on se limite à la déformation élastique.
- $\nu=0,45$ pour le coefficient de Poisson.

Pour une analyse plus fine, des essais à rupture de traction des films ETFE peuvent être réalisés afin d'obtenir de nouvelles valeurs de f_{el23} , f_{uw23} et E .

2.10.4. Cas de charges

Nous décrivons à continuation les différents cas de charges pouvant s'exercer sur les membranes tendues ETFE, la température à prendre en compte et la limite admissible ELS et ELU pour chaque cas.

Pour les dimensionnements ELS, du fluage peut apparaître sur le film, même en dessous de la limite élastique, ce phénomène est donc à prendre en compte dans les calculs. Les valeurs de fluage prise en compte dans nos calculs ont été déterminées par essais expérimentaux.

2.10.4.1. Charges permanentes

C'est le cas de la précontrainte. Elle se calcule à la température de 40°C qui est la plus défavorable.

	ELS	ELU
	Précontrainte à 40°C	
Charge appliquée	PC	0.9PC
Limite admissible	$R_d = \min(f_{creep,pret40} ; f_{el23} / (1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1.8 \cdot 1.2)) = \min(f_{creep,pret40} ; f_{el23} / 2.16)$	$R_d = f_{uw23} / (1.45 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1.8 \cdot 1.2) = f_{uw23} / 3.132$
Avec $f_{creep,pret40}$ = Valeur à laquelle le fluage apparait sous charge permanente et une température de 40°C		

2.10.4.2. Charges de courtes durées

C'est le cas des différentes combinaisons où le vent intervient.

2.10.4.2.1. Vent seul (façade et couverture)

Du fait de sa faible épaisseur, la membrane est aussitôt refroidie dès que le vent agit sur celle-ci ; la température prise en compte pour le dimensionnement est donc de 23°C.

	ELS	ELU
	Vent à 23°C	
Charge appliquée	V	1.5*V
Limite admissible	$R_d = \min(f_{creep,v23} ; f_{el23}/(1*1*1*1)) = \min(f_{creep,v23} ; f_{el23})$	$R_d = f_{uw23}/(1.45*1*1*1) = f_{uw23}/1.45$
Avec $f_{creep,v23}$ = Valeur à laquelle le fluage apparait sous charge de vent et une température de 23°C		

2.10.4.2.2. Vent + Neige (couverture)

Il s'agit de la combinaison du vent de pression agissant en même temps que la charge de neige. La température d'application de la charge est de 3°C.

	ELS	ELU
	Vent + Neige à 3°C	
Charge appliquée	V + 0.5N ou 0.6V + N	1.5V + 0.75N ou 0.9V + 1.5N
Limite admissible	$R_d = \min(f_{creep,v3} ; f_{el23}/(1*1*1*0.8)) = \min(f_{creep,v3} ; f_{el23}/0.8)$	$R_d = f_{uw23}/(1.45*1*1*0.95) = f_{uw23}/1.378$
Avec $f_{creep,v3}$ = Valeur à laquelle le fluage apparait sous charge de vent et une température de 3°C		

2.10.4.3. Charges de longues durées (couverture)

C'est le cas des charges de neige seules. La température d'application de la charge est de 3°C.

	ELS	ELU
	Neige à 3°C, h>1000m	
Charge appliquée	N	1.5N
Limite admissible	$R_d = \min(f_{creep,n3} ; f_{el23}/(1*1*1.4*0.8)) = \min(f_{creep,n3} ; f_{el23}/1.12)$	$R_d = f_{uw23}/(1.45*1*1.4*0.95) = f_{uw23}/1.929$
Avec $f_{creep,n3}$ = Valeur à laquelle le fluage apparait sous charge de neige et une température de 3°C.		
	ELS	ELU
	Neige à 3°C, h<1000m	
Charge appliquée	N	1.5N
Limite admissible	$R_d = \min(f_{creep,n3} ; f_{el23}/(1*1*1.3*0.8)) = \min(f_{creep,n3} ; f_{el23}/1.04)$	$R_d = f_{uw23}/(1.45*1*1.3*0.95) = f_{uw23}/1.791$
Avec $f_{creep,n3}$ = Valeur à laquelle le fluage apparait sous charge de neige et une température de 3°C		

2.10.4.4. Charges accidentelles

2.10.4.4.1. Rupture d'une membrane (couverture et façade)

Dans ce cas de figure, nous considérons que la membrane est suffisamment abîmée pour ne plus transmettre aucune charge à la charpente. Les câbles eux restent en place avec la valeur de précontrainte définie pour le projet.

Il s'agit de cas de charges accidentels à prendre en compte pour le dimensionnement de la charpente, mais qui ne sont pas dimensionnants pour les membranes tendues. La zone de la membrane endommagée ne reçoit plus aucune charge alors que sur les membranes voisines on continue d'appliquer la totalité de la charge climatique. Les combinaisons de charge à prendre en compte sont les suivantes :

PP + PC

PP + V

PP + N

2.11. Annexe 2 – Contrôle de la fabrication d'une membrane tendue

CONTROLE MEMBRANE TENDUE – FABRICATION ASSUREE PAR IASO, SL			
1	Contrôle de livraison du film	Tous les fabricants des films ont un suivi de contrôle de qualité interne. Chaque lot de film est livré avec un certificat de conformité aux propriétés mécaniques selon tableau du §2.2.2.1.	
		Vérification du certificat de conformité.	
		Vérification du film avec prélèvements et essais : • Epaisseur. • Essais de traction à 10% d'élongation. • Essais de traction à rupture.	EN ISO 527-3 EN ISO 527-3
		Film enregistré en usine si conforme. Film renvoyé au fabricant si non conforme.	
2	Contrôle de fabrication d'une membrane	Une fiche de suivi accompagne chaque membrane pendant sa fabrication. Les contrôles suivants sont effectués : • Vérification des soudures entre chaque lé. • Vérification des soudures des poches périmétrales. • Vérification de la conformité des dimensions finies des membranes avec le plan de fabrication.	
3	Prélèvement pendant la fabrication	Des échantillons de soudures sont fabriqués en même temps que les membranes avec les mêmes configurations de soudures. Ces échantillons sont soumis aux essais suivants : • Essai de traction à rupture. • Essai d'arrachement de la soudure.	EN ISO 527-3
4	Vérification externe des échantillons	Si le CCTP du projet le demande, des échantillons seront prélevés d'une façon aléatoire et des essais de traction seront réalisés dans un laboratoire externe.	
CONTROLE AUTRES COMPOSANTS (FABRICANTS AVEC CERTIFICATION ISO 9001)			
1		Vérification des certificats de conformité livrés avec chaque lot	
CONTROLE AUTRES COMPOSANTS (FABRICANTS SANS CERTIFICATION ISO 9001)			
1		Vérification des certificats de conformité livrés avec chaque lot	
2		Prélèvements aléatoires par IASO et contrôles en interne dans l'usine.	

2.12. Schémas de mise en œuvre

Référence	Nom	Matériau
7.1	Système complet	Divers
7.2	Film ETFE	ETFE
7.3	Profilé de base	Aluminium
7.3	Profilé de rive	Aluminium
7.3	Capot	Aluminium
7.4	Joints	Nakanprène
7.5	Keder	PVC
7.6	Visserie	Divers
7.7	Rondelles d'étanchéité	Silicone
7.8	Câbles	Acier inoxydable
7.9	Protections anti-oiseaux	Acier inoxydable
7.10	Membrane d'étanchéité	EPDM
7.11	Bavette d'étanchéité	Aluminium plié ou acier galvanisé (conforme à NF P 24-351)
7.12	Pince câble	Acier galvanisé ou acier inoxydable

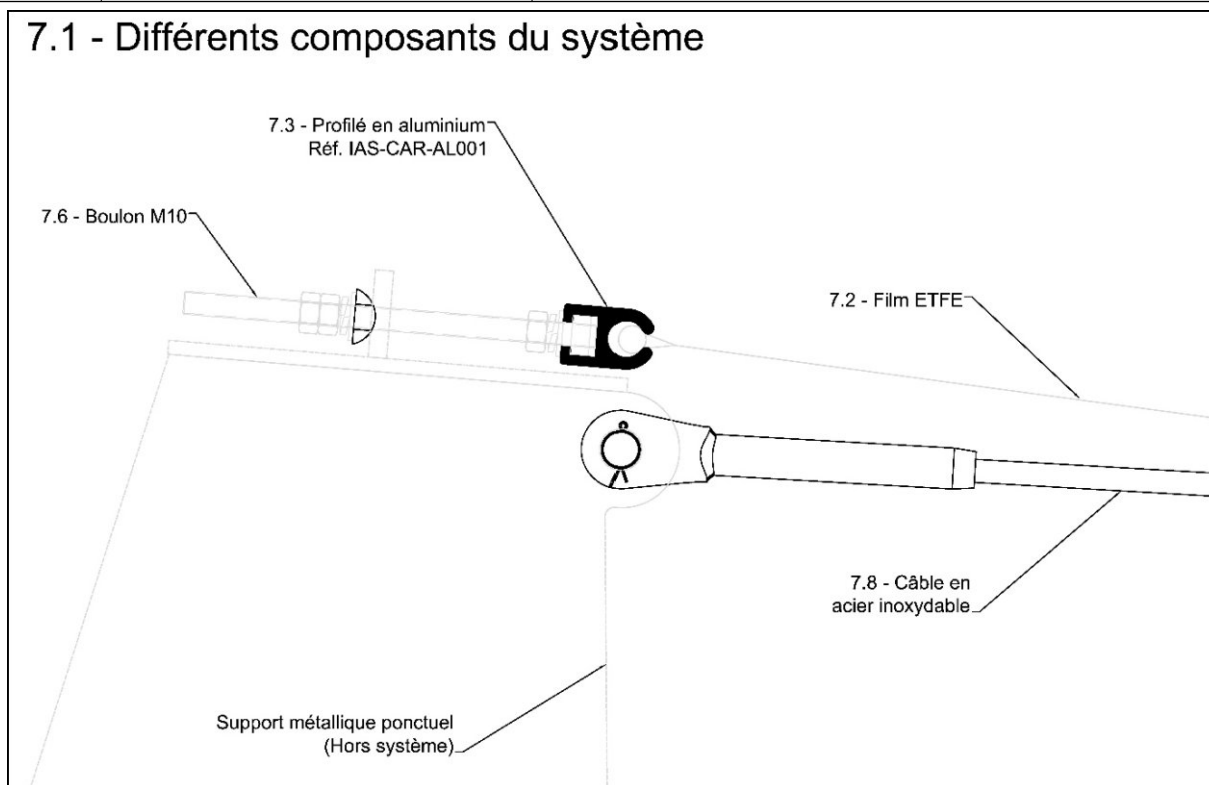


Figure 3 – Détails des éléments du système avec le profilé IAS-CAR-AL001

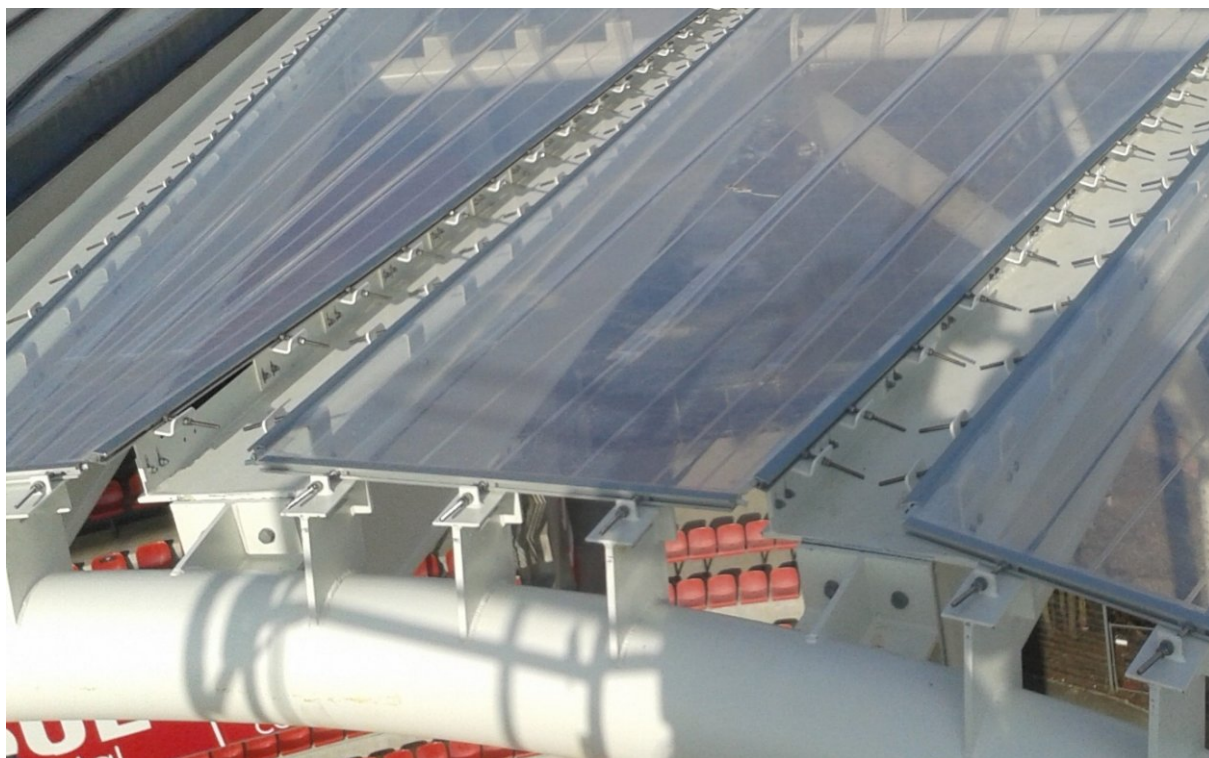


Figure 4 – Exemple d'application avec le profilé IAS-CAR-AL001 en toiture



Figure 5 – Exemple d'application avec le profilé IAS-CAR-AL001 en façade

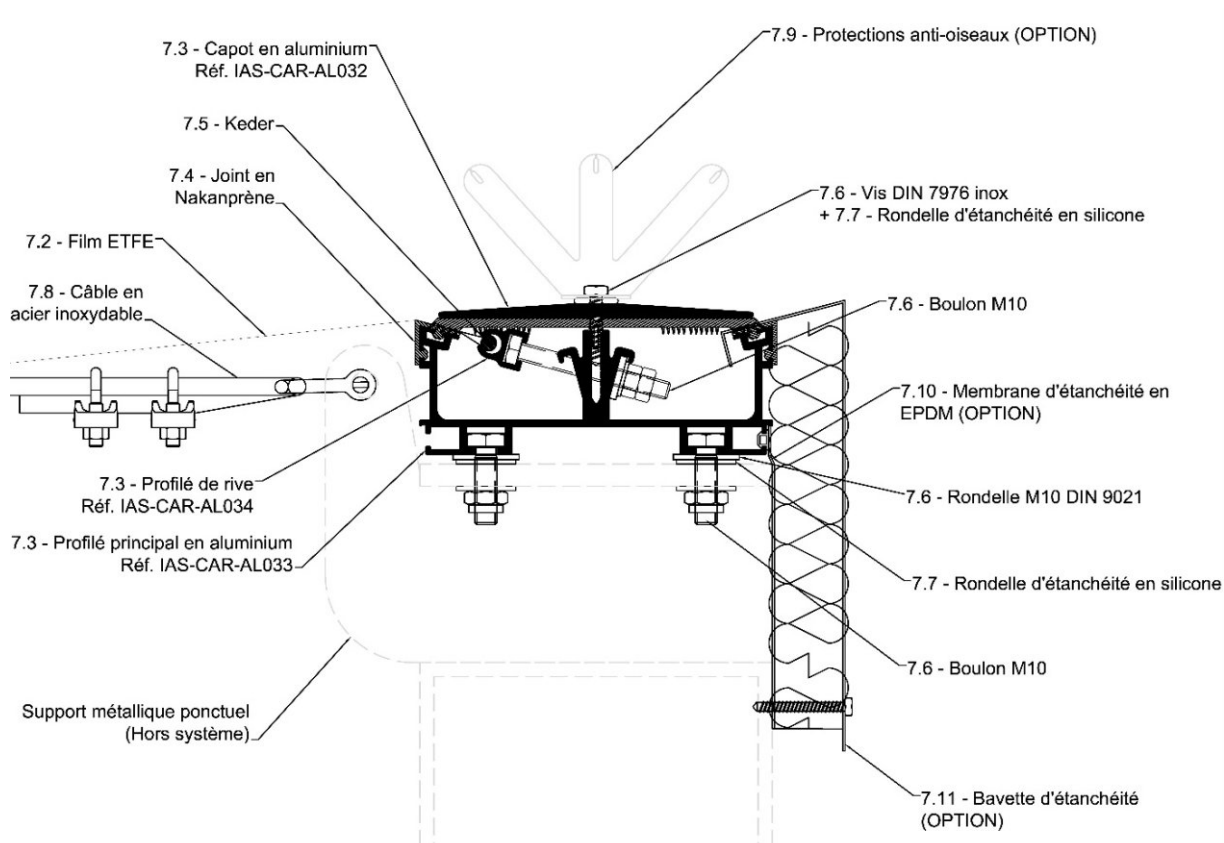


Figure 6 – Détails des éléments du système avec le profilé IAS-CAR-AL033

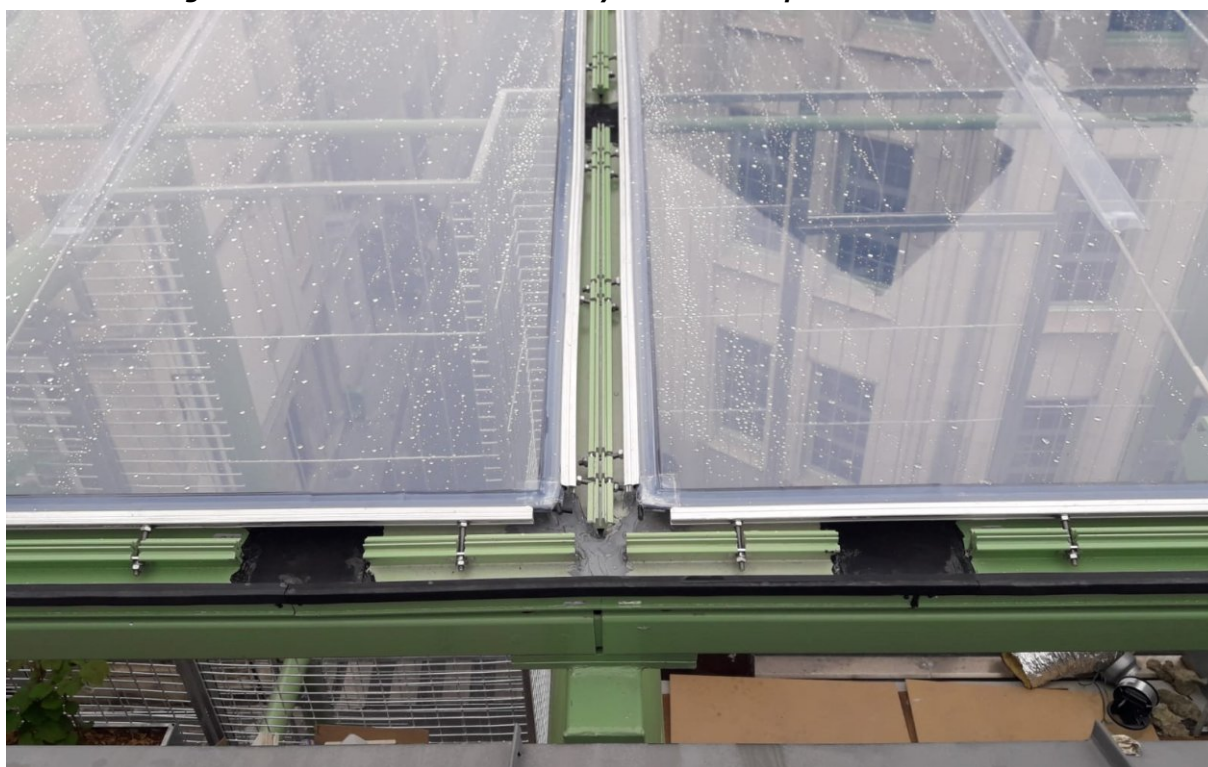


Figure 7 – Exemple d'application avec le profilé IAS-CAR-AL033



Figure 8 – Exemple d'application avec le profilé IAS-CAR-AL033 en façade

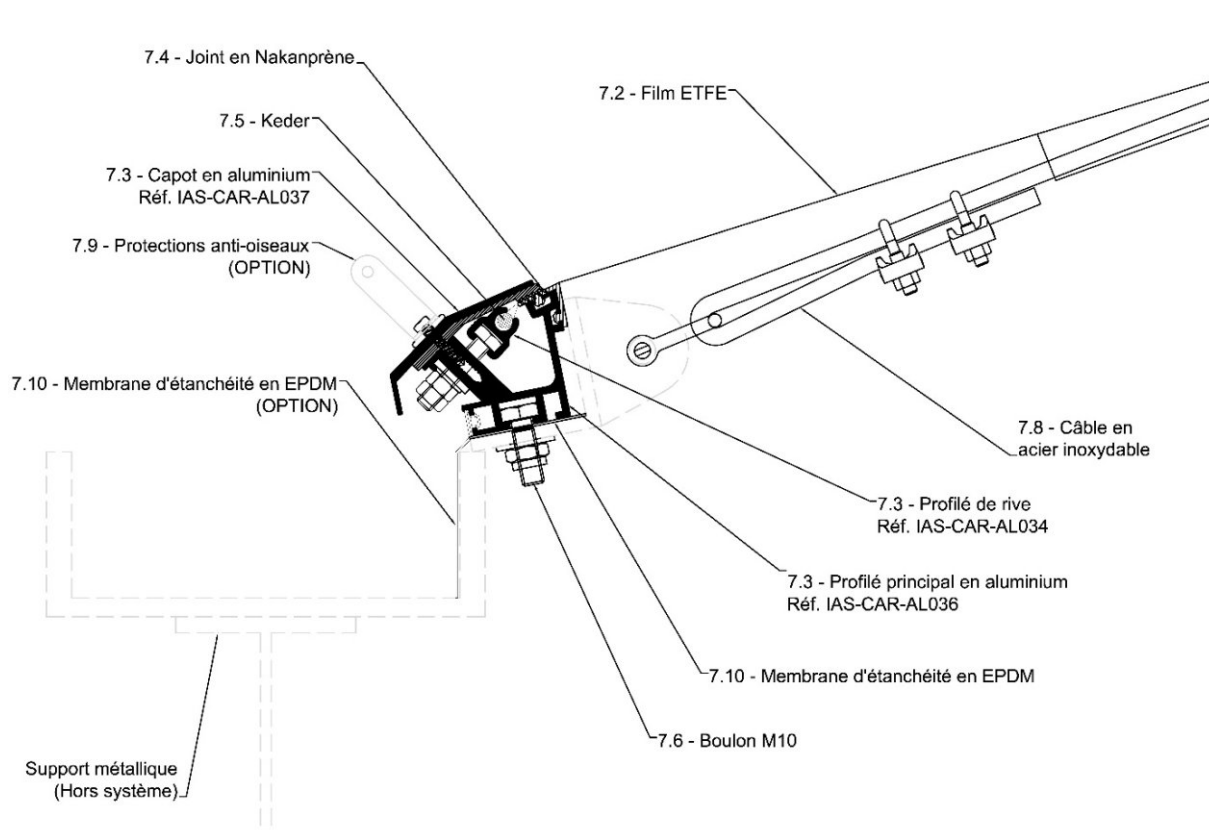


Figure 9 – Détails des éléments du système avec le profilé IAS-CAR-AL036

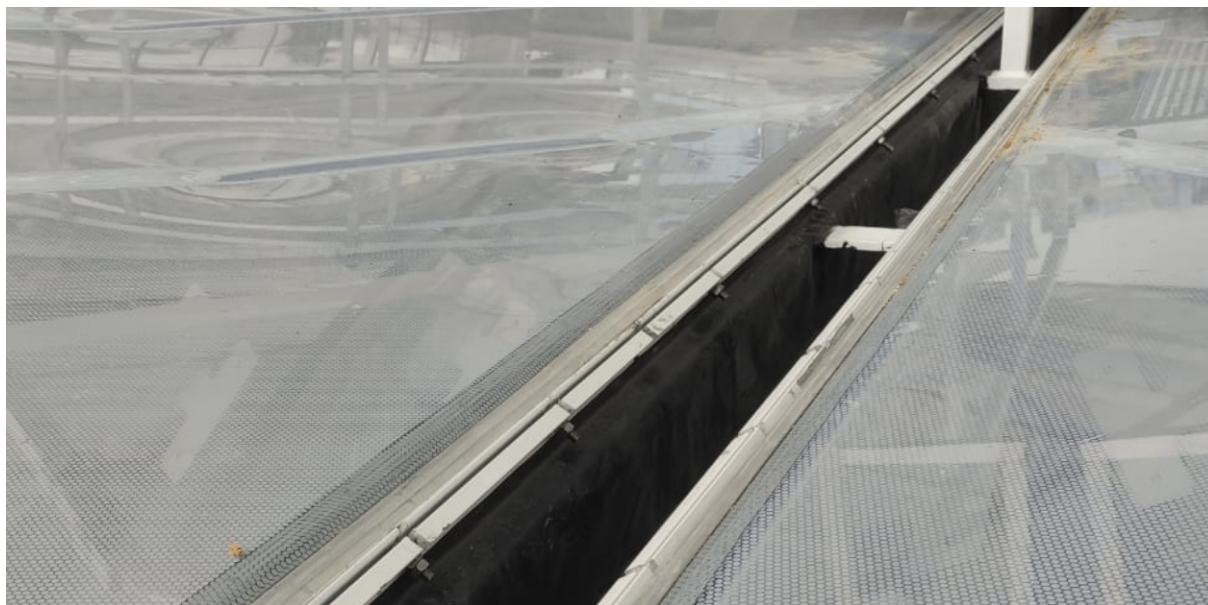


Figure 10 – Exemple d'application avec le profilé IAS-CAR-AL036

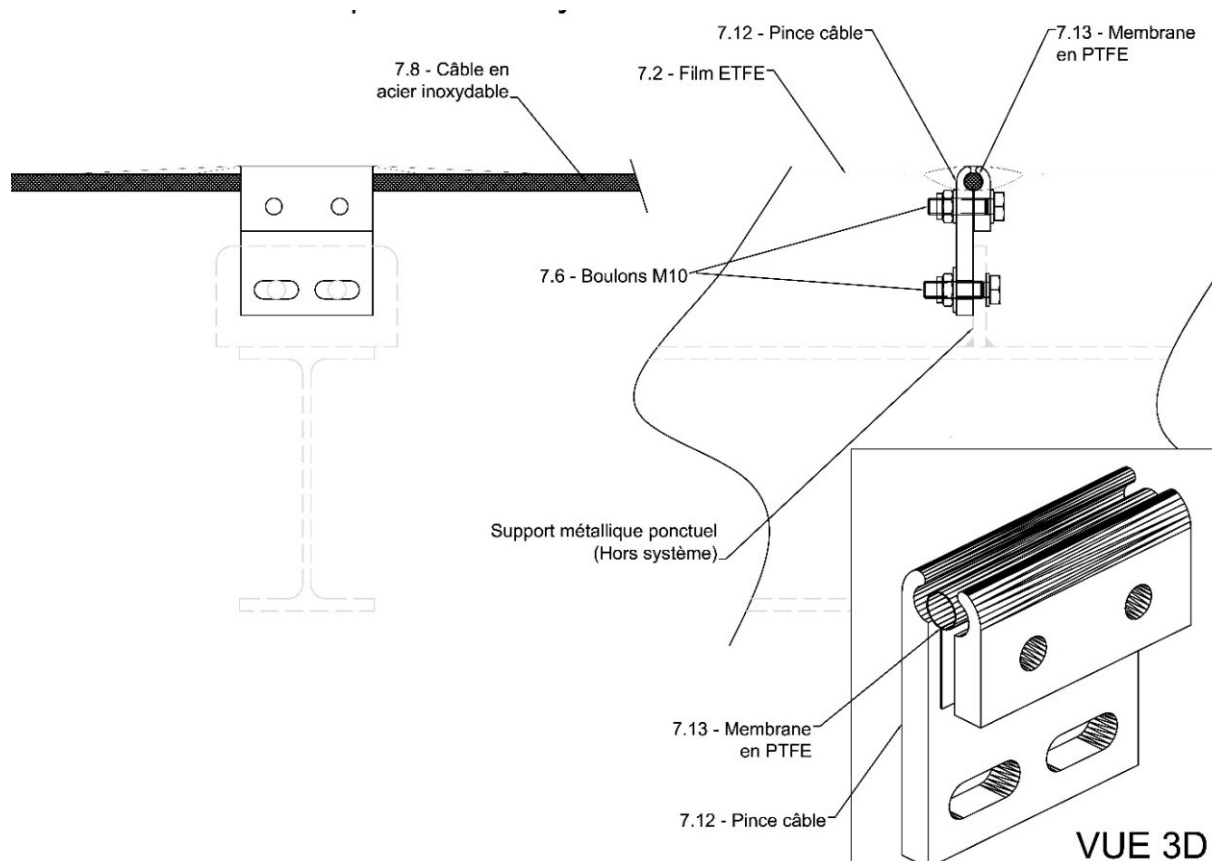


Figure 11 – Détails des éléments du système



Nota : Pour assurer l'étanchéité en périphérie des membranes avec les profilés IAS-CAR-AL033 et IAS-CAR-AL036 avec cette membrane est clipsée dans une rainure prévue à cet effet.

Figure 12 – Bande EPDM collée entre 2 profilés IAS-CAR AL033



Figure 13 – Bande EPDM clipsée sous le profilé IAS-CAR AL036