

Sur le procédé

MECANO RESPIRANT

Titulaire(s) : Société **HYDRO BUILDING SYSTEMS**
Internet : www.wicona.fr

Descripteur :

Eléments vision, fixes ou ouvrants (à l'italienne ou oscillo-battants) destinés à être intégrés dans les systèmes de façade rideau MECANO Respirant de la Société HYDRO BUILDING SYSTEMS marque WICONA :

- comportant une application du principe de respiration de la lame d'air entre les vitrages et l'extérieur ;
- pouvant comporter une fixation du verre extérieur par collage au mastic silicone sur profilé adaptateur en alliage d'aluminium solidaire des cadres fixes et des vantaux ouvrants à l'italienne ou oscillo-battant ;
- comportant une application du principe de coupure thermique par barrettes polyamide serties aux profilés de cadre.

Groupe Spécialisé n° 2.1 - Produits et procédés de façade légère

Famille de produit/Procédé : Façade légère respirante

AVANT-PROPOS

Les Avis Techniques et les Documents Techniques d'Application sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction des éléments d'appréciation sur la façon de concevoir et de construire des ouvrages au moyen de produits ou procédés de construction dont la constitution ou l'emploi ne relèvent pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Au terme d'une évaluation collective, l'avis technique de la commission se prononce sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés relativement aux exigences réglementaires et d'usage auxquelles l'ouvrage à construire doit normalement satisfaire.

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V3	Cette version intègre les modifications suivantes : <ul style="list-style-type: none">- Réalisation d'audits de centres de fabrication des cadres MECANO Respirant.	Aurélie BAREILLE	Frédéric VALEM

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé	4
1.1.	Préambule.....	4
1.2.	Définition succincte	4
1.2.1.	Description succincte	4
1.2.2.	Mise sur le marché	4
1.2.3.	Identification	4
1.3.	AVIS.....	4
1.3.1.	Domaine d'emploi accepté.....	4
1.3.2.	Appréciation sur le procédé	4
1.3.3.	Fabrication et contrôle	6
1.3.4.	Mise en œuvre	7
1.3.5.	Prescriptions Techniques Générales	7
1.3.6.	Prescriptions Techniques Particulières	7
1.4.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	8
2.	Dossier Technique.....	9
2.1.	Données commerciales	9
2.1.1.	Coordonnées	9
2.2.	Description.....	9
2.3.	Domaine d'emploi	9
2.4.	Matériaux, produits et composants.....	9
2.4.1.	Produits, matériaux définis dans l'ETA-06/0265.....	9
2.4.2.	Produits, matériaux non définis dans l'ETA	10
2.5.	Eléments.....	11
2.5.1.	Liaison au support.....	11
2.5.2.	Cadres de remplissage respirants	11
2.5.3.	Cadres fixes (cf. figures 7 à 13)	11
2.5.4.	Fenêtres à l'italienne (cf. figures 14 à 17)	11
2.5.5.	Fenêtres oscillo-battantes (cf. figures 18 à 20).....	11
2.5.6.	Variante avec lame respirante épaisseur 78 mm (cf. figures 22 et 23- variante des figures 9 et 13)	12
2.5.7.	Variante châssis fixe avec trappe d'accès au store MECANO (figures 33 & 34).....	12
2.6.	Sismique.....	12
2.6.1.	Type de bâtiment	12
2.6.2.	Détermination de l'action sismique	13
2.6.3.	Remplissages.....	14
2.7.	Thermique.....	14
2.8.	Fabrication	15
2.8.1.	Profilé adaptateur référence 10220.....	15
2.8.2.	Profilés aluminium	15
2.8.3.	Eléments de façade	15
2.8.4.	Réalisation du collage (cf. figure 24).....	15
2.9.	Mise en œuvre.....	15
2.10.	Réparation – Entretien – Maintenance.....	15
2.10.1.	Réparation.....	15
2.10.2.	Entretien - Maintenance	16
2.11.	Résultats expérimentaux.....	16
2.12.	Références	17
2.12.1.	Données environnementales et Sanitaires.....	17
2.12.2.	Autres références	17
2.13.	Annexes du Dossier Technique.....	18

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le Groupe Spécialisé n° 2.1 - Produits et procédés de façade légère de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 26 janvier 2021, le procédé **MECANO Respirant**, présenté par la Société HYDRO BUILDING SYSTEMS. Il a formulé, sur ce procédé, le Document Technique d'Application ci-après. L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

1.1. Préambule

Le présent Document Technique d'Application est relatif aux ouvrages en VEC réalisés à partir du produit kit VEC, ayant fait l'objet d'une ETE d'une part et d'autre part d'une façade rideau conforme à la norme NF EN 13830. Il permet de valider le domaine d'emploi en France, d'apprécier le procédé et de définir les conditions de conception et d'exécution, selon le *Cahier du CSTB 3488-V2* et à la norme NF EN 13830.

1.2. Définition succincte

1.2.1. Description succincte

Façade rideau :

- comportant une application du principe de respiration de la lame d'air entre vitrages,
- comportant une fixation des produits verriers par collage silicone sur un profilé adaptateur en alliage d'aluminium solidaire des cadres fixes et des vantaux ouvrant à l'italienne ou oscillo-battant, spécifiques à ce procédé ou immobilisés,
- comportant une application du principe de coupure thermique, par barrettes serties en polyamide sur profilé de vantail ouvrant ou immobilisé.

1.2.2. Mise sur le marché

En application du Règlement (UE) n° 305/2011, le produit MECANO Respirant fait l'objet d'une déclaration de performances établie par le fabricant sur la base de l'Evaluation Technique Européenne ETA-06/0265 et de la norme NF EN 13830. Les produits conformes à cette Ddp sont identifiés par le marquage CE. Celle-ci n'entre pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

1.2.3. Identification

1.2.3.1. Profilé adaptateur 10220 support de collage

- Identification d'un lot par le marquage suivant :
 - Anodiseur (HAEF Lucé – Qualanod 728),
 - n° de jour,
 - année.

1.2.3.2. Eléments de façades

Les emballages font référence au système MECANO Respirant.

Ils comportent un repérage correspondant au plan de calepinage de l'opération.

1.3. AVIS

1.3.1. Domaine d'emploi accepté

Façades rideau verticales pour bâtiments d'usage courant (logement d'enseignement, bureaux, hôpitaux ...) mises en œuvre dans des conditions d'exposition pour lesquelles l'action résultante correspondant à la pression normale est inférieure ou égale à 1200 Pa et la dépression normale est inférieure ou égale à 900 Pa, sauf justifications conformément à la norme NF EN 13830.

Les dispositifs de respiration sont réalisés avec un pas de 80 mm, à 125 mm maximum des bords verticaux de la lame d'air respirante.

La hauteur de la lame d'air est limitée à 2,750 m et le rapport hauteur/largeur doit être inférieur à 3,75, pour les deux épaisseurs de lame d'air.

1.3.2. Appréciation sur le procédé

1.3.2.1. Satisfaction aux lois et règlements en vigueur en autres qualités d'aptitude à l'emploi

Stabilité

La façade ne participe pas, par nature, à la stabilité générale des bâtiments, laquelle incombe à l'ossature de ces derniers.

La stabilité propre de la façade sous les sollicitations climatiques et sous le poids des vitrages peut être convenablement assurée après les justifications apportées.

La stabilité propre des vitrages VEC est convenablement assurée après les justifications apportées conformes au § 2.31 du *Cahier du CSTB 3488-V2*.

Sécurité en cas d'incendie

Elle n'est mise en cause ni par l'application du principe de fixation des vitrages par collage ni par l'utilisation de profilés à rupture de pont thermique, ni par l'application du principe de respiration de lame d'air.

La convenance, du point de vue de la sécurité en cas d'incendie d'une façade vitrée utilisant le système MECANO Respirant, doit être appréciée dans les mêmes conditions que pour une façade légère dans laquelle la fixation de vitrages de même nature est traditionnelle.

Elle doit être examinée, cas par cas, en fonction des divers règlements concernant l'habitation, les établissements recevant du public, les immeubles de grande hauteur, etc ...

Sécurité des intervenants

La mise en œuvre des éléments de façade légère vitrée relève des techniques usuelles.

Pose en zone sismique

L'Avis est basé sur l'arrêté du 22 octobre 2010 et ses modificatifs.

Le domaine d'emploi du procédé MECANO Respirant est limité aux zones et catégories de bâtiments définies dans le tableau ci-après, en considérant la limite de déplacement entre étages pour les éléments non structuraux composés de matériaux fragiles.

Les effets de l'action sismique sont à prendre en compte pour les zones de sismicité et les catégories de bâtiments définies dans le Tableau 1 ci-dessous :

Tableau 1 - Catégorie d'ouvrage en fonction de la zone de sismicité

Zone	Catégorie de l'ouvrage			
	I	II	III	IV
Zone 1	Sans prescription	Sans prescription	Sans prescription	Sans prescription
Zone 2	Sans prescription	Sans prescription	Selon Dossier Technique § 2.6	Selon Dossier Technique § 2.6
Zone 3	Sans prescription	Selon Dossier Technique § 2.6	Selon Dossier Technique § 2.6	Selon Dossier Technique § 2.6
Zone 4	Sans prescription	Selon Dossier Technique § 2.6	Selon Dossier Technique § 2.6	Selon Dossier Technique § 2.6

En complément, les cas particuliers ci-dessous sont dispensés des dispositions de cet Avis Technique :

- en zone de sismicité 2 : pour les établissements scolaires remplissant les conditions du paragraphe 1.1 des Règles de Construction Parasismique PS-MI 89 révisées 92 (NF p06-014) ;
- en zones de sismicité 3 et 4 : pour les bâtiments de catégorie d'importance II remplissant les conditions du paragraphe 1.1 des Règles de Construction Parasismique PS-MI 89 révisées 92 (NF p06-014) ;

(1) : cet Avis ne traite pas des mesures préventives spécifiques qui peuvent être appliquées aux bâtiments de catégorie d'importance IV pour garantir la continuité de leur fonctionnement en cas de séisme.

Isolation thermique

Pour les bâtiments neufs, la réglementation thermique RT2012 fixe une exigence sur le facteur solaire des baies pour les locaux destinés au sommeil. Dans ce cas, le facteur solaire de la façade rideau avec ses dispositifs de protections solaires doit être \leq à la valeur donnée dans l'article 21 de l'arrêté du 26 octobre 2010. La réglementation thermique 2012 n'impose pas d'exigence minimale sur les caractéristiques thermiques (U et TL) de ce type de composant. Ils sont pris en compte dans la vérification des exigences réglementaires à l'échelle du bâtiment (Cep, Tic et Bbio).

Si le bâtiment rentre dans le champ d'application de l'arrêté du 13 juin 2008 (RT global), la réglementation thermique pour les bâtiments existants fixe une exigence sur le coefficient de transmission surfacique U_{cw} des façade rideaux. Ce coefficient doit être inférieur ou égale à $2,6 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$. La réglementation thermique pour les bâtiments existants fixe également une exigence sur le facteur solaire des locaux destinés au sommeil. Dans ce cas, le facteur solaire doit être inférieur ou égal au facteur solaire défini dans le tableau de l'article 23.

Si le bâtiment rentre dans le champ de l'arrêté du 3 mai 2007 (RT par éléments), la réglementation pour les bâtiments existants fixe une exigence sur le coefficient de transmission surfacique de la façade rideau. Aujourd'hui ce coefficient est de 2,6 ou 2,3 $\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$ selon la nature de l'ouvrant. A compter du 1er janvier 2018, le coefficient U_{cw} moyen de la façade rideau devra être inférieur ou égale à $1,9 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$.

Étanchéité

L'étanchéité à l'air et à l'eau peut être assurée dans le domaine d'emploi accepté conformément aux normes NF EN 12152 et NF EN 12154.

Données environnementales

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

Aspect sanitaire

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

Informations utiles complémentaires

• Sécurité des usagers

La sécurité des usagers n'est pas mise en cause dans le système MECANO Respirant, par les dispositions de collage des produits verriers, associées à celles permettant de pallier les conséquences d'une éventuelle défaillance de ce collage, tant sur les vantaux de fenêtres que sur les cadres fixes.

Ces dispositifs de retenue sont conformes au § 2.32 du *Cahier du CSTB 3488-V2*.

Les vantaux et cadres comportant une coupure thermique et une lame d'air respirante ne présentent pas de particularité à cet égard.

• Sécurité aux chutes de personnes

Elle peut être assurée par les cadres comportant :

- des EdR du type CB-E,
- des vitrages feuilletés dits «de sécurité» selon la norme NF DTU 39,
- des vitrages monolithiques trempés dits «de sécurité» selon la norme NF DTU 39.

La convenance des épaisseurs et des dimensions des remplissages intérieurs est à justifier au cas par cas, lorsque celles-ci ne correspondent pas aux valeurs spécifiées dans le *Cahier 2102* Annexe 2 pour les EdR et la norme P08-302 Annexe A pour les vitrages

• Confort acoustique

La fixation des produits verriers par collage et l'utilisation de profilés à rupture de pont thermique n'ont pas d'influence significative sur les propriétés acoustiques de la façade.

L'application du principe de respiration peut permettre, de par l'épaisseur de la lame d'air et la possibilité d'association de vitrages d'épaisseur sensiblement différentes, d'améliorer les performances acoustiques par rapport à des châssis équipés de vitrages isolants scellés courants ; cependant ces performances acoustiques sont à justifier au cas par cas si nécessaire.

1.3.2.2. Durabilité - Entretien

Le risque de désordre à envisager est celui d'une défaillance accidentelle du mastic de collage. Les conséquences de ce risque vis-à-vis de la sécurité sont limitées par la présence des dispositifs s'opposant à la chute des produits verriers.

La durabilité des collages et des vitrages composés mis en œuvre en façade est considérée comme satisfaisante dans la mesure où les dispositions du procédé MECANO Respirant respectent les prescriptions du paragraphe 2.5 du *Cahier du CSTB 3488-V2*.

Une réparation réalisée en atelier, conformément au paragraphe 4.22 du *Cahier du CSTB 3488-V2*, confère à l'élément de façade réparé la même durabilité que celle attendue d'un élément d'origine.

La qualité de la coupure thermique et sa mise en œuvre dans les profilés, régulièrement auto-contrôlées suivant la norme NF EN 14024, sont de nature à permettre la réalisation de façades dont le comportement dans le temps est équivalent à celui des façades traditionnelles en aluminium avec les mêmes sujétions d'entretien.

Le risque de condensation dans la lame d'air respirante paraît négligeable pour autant que, dans le cas de locaux en surpression résultant d'un conditionnement d'air, cette surpression ne dépasse pas 50 Pa. Cependant, un embuage localisé et momentané ne peut être totalement exclu dans des conditions climatiques particulières et liées notamment au rayonnement nocturne.

Toute opération d'entretien et de maintenance à l'intérieur des volumes respirants ou encore concernant le store suppose la dépose du vitrage intérieur par déparclosage par des équipes dûment informées.

Les fenêtres sont en mesure de résister aux sollicitations résultant de l'usage normal et les éléments susceptibles d'usure (quincaillerie et profilés d'étanchéité) sont aisément remplaçables. Leur comportement dans le temps est équivalent à celui des fenêtres traditionnelles.

1.3.3. Fabrication et contrôle

1.3.3.1. Profilé adaptateur 10220

La procédure de fabrication et d'anodisation est conforme à ETA-06/0265. L'autocontrôle d'anodisation fait l'objet d'un enregistrement.

1.3.3.2. Profilés à coupure thermique

Les profilés à coupure thermique sont conformes à la norme NF EN 14024. Les dispositions prises par les usines du groupe HYDRO BUILDING SYSTEMS marque WICONA sont propres à assurer la constance de qualité du profilé conforme à la norme NF EN 14024. L'autocontrôle de fabrication fait l'objet d'un enregistrement.

1.3.3.3. Eléments de façade et réalisation du collage

L'entreprise spécialisée réalisant la fabrication des éléments de façade peut disposer du certificat de conformité (CE) suivant la norme NF EN 13830. Le système qualité de l'atelier de fabrication du respirant est suivi par un organisme notifié conformément aux dispositions du §3 du *Cahier du CSTB 3759*.

L'entreprise spécialisée réalisant la fabrication des cadres VEC, peut disposer du certificat de conformité (CE). Le système qualité de l'atelier de collage VEC est suivi par un organisme notifié (PASS VEC) conformément au Guide EOTA 002 et au *Cahier du CSTB 3488-V2*.

1.3.3.4. Filtres

Contrairement à la manière courante qui consiste à mettre en œuvre des systèmes de respirations individuels dont le nombre nécessaire est défini par calcul, pour le système MECANO RESPIRANT, le nombre d'orifice est uniquement fonction de la longueur de la traverse basse.

1.3.4. Mise en œuvre

La mise en œuvre, réalisée par des entreprises techniquement assistées par la Société HYDRO BUILDING SYSTEMS marque WICONA fait appel à des dispositifs extérieurs de montage (nacelles, échafaudages ...) et de levage de modules pouvant habiller plusieurs trames sur une hauteur équivalente à un ou deux étages.

Elle nécessite certaines précautions. Le système est conçu pour faciliter le démontage, isolément, et le remplacement d'un cadre vitré accidentellement détérioré.

1.3.5. Prescriptions Techniques Générales

Conditions concernant la conception

Les prescriptions des *Cahiers du CSTB 3488-V2* et *3759* sont applicables.

1.3.6. Prescriptions Techniques Particulières

1.3.6.1. Conditions concernant la conception

Pour les volumes respirants, les glaces utilisées devront être calculées par application de la norme NF DTU 33-1 pour le vitrage intérieur qui supporte la totalité des effets du vent, et par application du *Cahier du CSTB 3488-V2* pour le vitrage extérieur, lequel est estimé ne supporter que la moitié des effets du vent.

Les ossatures secondaires de la façade-rideau doivent être conformes aux prescriptions de la norme NF DTU 33-1.

Dans le cas d'intégration d'un store dans la lame d'air et sauf justification particulière par calcul prenant en considération les caractéristiques énergétiques des vitrages et du store, le vitrage extérieur du vitrage isolant et le vitrage extérieur du vitrage respirant doivent être trempés.

Les couches en contact avec la lame d'air respirante sont de type pyrolytique.

Afin d'assurer un comportement satisfaisant du système de respiration, la conception de l'ouvrage et du système de chauffage des locaux doit permettre de conserver une température minimale intérieure de 15° C. L'hygrométrie intérieure des locaux est limitée aux faibles et moyennes hygrométries. Les fortes hygrométries sont limitées aux locaux humides à usage privatif définis dans le *Cahier du CSTB 3567*.

Les conditions hygrothermiques à l'intérieur des locaux ne doivent pas être plus défavorables que la combinaison 20° C et 50% HR.

Dans les locaux climatisés, la surpression intérieure ne devra pas être supérieure à 50 Pa.

La paroi intérieure devra garantir une perméabilité à l'air inférieure à 0,4 m³/(h.m²) sous 150 Pa pour un châssis fixe et à 0,26 m³/(h.m²) pour un châssis fixe équipé d'une traverse suivant la norme NF EN 12153.

Les stores relevables intégrés dans la lame d'air doivent être à commande motorisée. Seuls les stores définis dans le Dossier Technique et ayant satisfait à l'essai d'endurance doivent être mis en œuvre.

Les fenêtres sont en mesure de résister aux sollicitations résultant de l'usage normal et les éléments susceptibles d'usage (quincaillerie et profilés d'étanchéité) sont aisément remplaçables ; leur comportement dans le temps est équivalent à celui des fenêtres traditionnelles.

1.3.6.2. Conditions concernant la fabrication

Les composants de la coupure thermique doivent présenter les caractéristiques déclarées au Dossier Technique.

Les traitements de surface des profilés, l'assemblage des éléments et la réalisation de l'étanchéité à l'air de la paroi intérieure y compris le calfeutrement des passages de fils de store, doivent être exécutés selon les spécifications définies dans le dossier du demandeur.

La fabrication des profilés doit faire l'objet d'un contrôle permanent dont les résultats sont consignés sur un registre.

Le jeu entre l'ossature et les cadres vitrés doit être réalisé avec une tolérance inférieure à ± 1 mm.

La mise en œuvre du câble de store et la réalisation des étanchéités à l'air aux passages dans la lame d'air au travers du joint cadre vulcanisé, devront être exécutées selon les spécifications définies dans le dossier du demandeur.

La fabrication et l'assemblage des cadres respirants sont réalisés dans des ateliers suivis par un organisme extérieur sous la forme d'audit dans les conditions décrites au § 3.3 du *Cahier du CSTB 3759*. Les ateliers devront disposer d'un plan de contrôle conforme à l'Annexe E du *Cahier du CSTB 3759*.

Le joint formant cadre, en périphérie de la lame d'air est mis en place et clippé dans ses gorges par une roulette référence P0122 (figure 30).

Les collages VEC seront réalisés, en respectant les prescriptions du *Cahier du CSTB 3488-V2* et du DEE 090010-00-0404.

Liste des usines de fabrication des systèmes de façades et/ou fenêtres respirantes » (lien vers le site de la CCFAT :

<http://www.ccfat.fr/produits-procedes/detail-famille/443/>

1.3.6.3. Conditions concernant la mise en œuvre

Le fait de raccourcir le délai entre la pose des premiers cadres respirants et le clos du bâtiment, permet d'éviter des condensations temporaires dans les volumes avec les suggestions d'entretien à réception, qui peuvent en découler.

Toutes les dispositions doivent être prises afin d'éviter des projections ou salissures sur les filtres, notamment en pied de façade. En outre, il conviendra d'assurer que les dispositifs prévus par maintenir la lame finale du store solidaire de la traverse basse du cadre respirant et les protections à la poussière soient enlevées afin de permettre le correct fonctionnement du système.

1.3.6.4. Conditions concernant la réparation et la maintenance

La Société HYDRO BUILDING SYSTEMS marque WICONA est tenue de fournir à ses clients, utilisateurs du système RESPIRANT MECANO une notice de maintenance (examens à effectuer, leur périodicité) et d'entretien détaillée (produits d'entretien ou de nettoyage identifiés par leur nature chimique), en référence à l'annexe B de la norme NF DTU 33.1.

Cette notice devra également comporter la référence des filtres du dispositif de respiration ainsi que le mode opératoire d'accès à ceux-ci. Elle devra, en outre, indiquer les précautions de démontage et de repose du composant verrier intérieur. Cette opération devra être réalisée par des équipes dûment informées.

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 1.2.1) est appréciée favorablement.

1.4. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Il s'agit de la 4^{ème} révision.

Contrairement à la manière courante qui consiste à mettre en œuvre des systèmes de respirations individuels dont le nombre nécessaire est défini par calcul, pour le système présenté, le nombre d'orifice est uniquement fonction de la longueur de la traverse basse.

L'étanchéité à la vapeur d'eau, vis-à-vis de l'intérieur du bâtiment est réalisée par les cadres, dont les angles sont vulcanisés. Les opérations de mise en œuvre de ces garnitures sur les cadres, ainsi que les dispositions prises pour la mise en place du câble d'alimentation sont prévues par cahier des charges à communiquer aux sociétés utilisatrices du système.

Il est rappelé l'importance de l'étanchéité entre l'intérieur des locaux et la lame d'air pour le bon fonctionnement de la respiration et qu'à ce titre la Société HYDRO BUILDING SYSTEMS doit apporter aux entreprises assurant la fabrication une assistance technique spécifique.

En effet, le bon comportement de la façade est lié aux conditions ambiantes intérieures (une température minimale de + 15° C, surpression intérieure maximale de 50 Pa et une perméabilité à l'air inférieure à 0,4 m³/(h.m²) ou 0,26 m³/(h.m²)) ; sachant que le non-respect temporaire de ces consignes, n'aura pour conséquence qu'une condensation superficielle temporaire dans la lame d'air.

La conception des châssis respirants incluant des stores devra être conforme au cahier du CSTB n°3677-V2 relatif aux stores intégrés dans les châssis respirants. La température dans la lame d'air comportant un store doit être limitée à 75°C du fait des conditions d'accessibilité au store de niveau moyen suivant le § 3.3 du cahier du CSTB 3677-V2.

2. Dossier Technique

Issu du dossier établi par le titulaire

2.1. Données commerciales

Coordonnées

Titulaire(s) : Société HYDRO BUILDING SYSTEMS
 Marque WICONA
 270 rue Léon Joulin
 FR – 31037 Toulouse
 Tél. : 03.23.59.82.00
 Email : charles.vincent.lefevre@hydro.com
 Internet : www.wicona.fr

2.2. Description

Éléments vision, fixes ou ouvrants (à l'italienne ou oscillo-battants) destinés à être intégrés dans les systèmes de façade rideau MECANO Respirant de la Société HYDRO BUILDING SYSTEMS marque WICONA :

- comportant une application du principe de respiration de la lame d'air entre les vitrages et l'extérieur ;
- pouvant comporter une fixation du verre extérieur par collage au mastic silicone sur profilé adaptateur en alliage d'aluminium solidaire des cadres fixes et des vantaux ouvrants à l'italienne ou oscillo-battant ;
- comportant une application du principe de coupure thermique par barrettes polyamide serties aux profilés de cadre.

2.3. Domaine d'emploi

Façades rideau verticales pour bâtiments d'usage courant (logement d'enseignement, bureaux, hôpitaux ...) mises en œuvre dans des conditions d'exposition pour lesquelles l'action résultante correspondant à la pression normale est inférieure ou égale à 1200 Pa et la dépression normale est inférieure ou égale à 900 Pa, sauf justifications conformément à la norme NF EN 13830.

Les dispositifs de respiration sont réalisés avec un pas de 80 mm, à 125 mm maximum des bords verticaux de la lame d'air respirante.

La hauteur de la lame d'air est limitée à 2,750 m et le rapport hauteur/largeur doit être inférieur à 3,75, pour les deux épaisseurs de lame d'air.

2.4. Matériaux, produits et composants

2.4.1. Produits, matériaux définis dans l'ETA-06/0265

- Profilé adaptateur référence 10220 (figure 2) ;
- Mastic silicone de collage bénéficiant du label SNJF-VEC :
 - DC993 ou DC895 noir d'origine DOW CORNING bénéficiant d'un ETA 01/0005 ;
 - VEC 99 ou VEC 90 noir d'origine TREMCO bénéficiant d'un ATE 05/0005 ;
- Mastic de scellement :
 - DC3362 noir d'origine DOW CORNING bénéficiant d'un ETA 03/0003 ;
 - IG 25 HM noir d'origine SIKA bénéficiant d'une ETA 05/0201 ou 05/0068 ;
- Primaire éventuel et solvant de nettoyage des plages de collage métalliques et verrières ;
- Substrats verriers support de collage ;
- Espaceur :
 - Référence 69A05 en EPDM 70 Shore A d'origine SEMPERIT et DATWLER ;
 - Espaceur adhésif référence Norton V2100 ou V2200 ou SST 800 d'origine TREMCO ou référence GALZING MOUNT 400 d'origine VITO.
- Fond de joint ;
- Garnitures d'étanchéité en EPDM ;
- Support de poids propre :
 - Référence W0585-B, S0020 et S0022 en aluminium ;
- Cale d'assise :
 - Référence Q0187 et Q0028 en polymère thermoplastique Santopren 10173 dureté 73 Shore A (épaisseur 2 ou 5 mm), d'origine STEFANI ou MPM ;
- Dispositifs de sécurité :
 - Référence W0584-B, S0020 et S0022 en aluminium ;
 - Référence S0021 et S0024 en aluminium EN AW 6060 T5 d'épaisseur 1,5mm.

2.4.2. Produits, matériaux non définis dans l'ETA

- Autres profilés aluminium (figures 1 à 4)
 - Profilés extrudés en alliage d'aluminium EN AW 6060 T5 Bâtiment conformes à la norme NF EN 755-2 et recevant :
 - Soit un traitement anodique, avec ou sans coloration, classe 15 ou 20, conformément à la norme NF A 91-450 et sous label QUALANOD.
 - Soit un revêtement thermodurcissable 60 à 80 µm (poudre polyester) teinte RAL ou palette des standards HYDRO BUILDING SYSTEMS marque WICONA sous label QUALICOAT.

Pour les utilisations en bord de mer (à moins de 20 km du littoral) suivant la norme NF P 24-351 les profilés anodisés seront classe 20 et les profilés thermolaqués sous label QUALICOAT – QUALIMARINE.

- Profilés RPT (cf. figures 1 à 3)

Les barrettes en polyamide sont d'origine Technoform ou Ensinger. Elles sont réalisées en PA 66 GF 25 et chargées de 25% de fibres de verre. Les profilés sont conformes à la norme NF EN 14024, type W.
- Vitrages utilisables en cadre respirant :

Côté extérieur :

 - vitrage trempé (sauf justification) monolithique ou feuilleté, épaisseur 6 à 10,8 mm. Vitrage clair, coloré ou à couche de classe A ou B conformément à la norme NF EN 1096

Côté intérieur :

 - vitrage isolant bénéficiant du certificat CEKAL, d'épaisseur maximale 31 mm.

Dans le cas où la feuillure n'est ni drainée ni ventilée, le coefficient de pénétration à l'humidité, i , sera inférieur à 0.1. Les vitrages isolants doivent avoir un coefficient U_g supérieur ou égal à 1,2 W/(m² .K).

- Dispositif de respiration en toile inox nuance 316 L à maille de 521 µm (orifice 300 µm et fils Ø 221 µm) référence D0064, plié en angle, clippé dans traverse basse et continu avec tolérance de découpe à longueur de ± 1 mm et orifice, ouverture de 50 x 6 mm usiné dans traverse basse avec un pas de 80 mm.
- EdR de type CB-E faisant l'objet d'un Avis Technique.

2.4.3. Cadres aluminium

- Profilés d'étanchéité (cf. figure 5) :
 - profilé en EPDM tubulaire entre ossature secondaire et cadre fixe, entre ouvrant et dormant, référence JC018 assemblés en cadre avec les angles vulcanisés,
 - profilé en EPDM, assemblés en cadre avec angles vulcanisés, pour cadre de feuillure oscillo-battant JC178, fixe vision JC179, ouvrant italienne JC181,
 - profilé en EPDM, assemblé en cadre avec angles vulcanisés pour pare-pluie référence JC183,
 - profilé en EPDM, assemblé en cadre avec angles vulcanisés pour cadre dormant oscillo-battant, clippé sur ossature référence JC184,
 - profilé en EPDM pour montage des vitrages et des EdR référence J0122, J0123 tournant dans les angles et référence 69A05 en longueur droite, d'origine PHOENIX France.
- Dispositif de maintien des cadres fixes référence Q0013 (cf. figure 6)
 - clip en tôle pliée d'acier inoxydable Z12 CN 17-7 d'épaisseur 0,6 mm et de longueur 40 mm fixé par vis inoxydable Ø 4,8 x 13 mm, positionné sur les montants, référence Q0013,
 - pièce d'assise de cadre fixe : tronçon de profilé d'alliage d'aluminium, référence Q0185 fixée par vis inoxydable dans rainure frontale de traverse,
 - pièce haute de cadre fixe : tronçon de profilé d'alliage d'aluminium référence Q0134 fixée par vis inoxydable dans rainure frontale de traverse.
 - Equerre W0587-B
- Accessoires de fenêtre à l'italienne :
 - Compas en acier inoxydable de type ITALINOX d'origine BEZAULT RIVALU ne permettant pas le nettoyage par l'intérieur (cf. tableau 3).
 - Ferrure 2 points Q0004.
- Accessoires de fenêtre oscillo-battante
 - Ferrure SAVIO avec compas limitateur d'ouverture et dispositif anti-fausse manœuvre (cf. tableau 4).
- Accessoires de la trappe :
 - Vis à empreinte Torx réf 196125 pour fixation du profilé de trav-verse référence 1330197
 - Joint cadre trappe MECANO référence 4320424 (remplace le JC179 dans la nomenclature)
- Store vénitien à lames en aluminium de 25 mm maximum de classe A minimum et ayant satisfait aux essais conformément au cahier CSTB 3677-V2 (cf. figure 26) :
 - Store Franciaflex (Store ViVRe® SV25 et moteur SMI 35 mm ou Store ViVRe® SV25 et moteur SMI 25 mm), coloris : blanc ;
 - Store WAREMA (Store 2.25.17 et moteur SDUNKER DCD 22E), coloris : blanc ;
 - Store SOLISO (Store Vénitien pour respirant et moteur SOMFI J101), coloris : blanc ;
 - Store MARITON (Store Vénitien Bt25 Respirant et moteur SOMFI LW25-E83 ou J101 1 TN), coloris : blanc.
- Etanchéité du câble du store
 1. Réalisation des usinages sur le cadre pour permettre le passage du câble.

2. S'assurer de laisser la longueur de câble suffisante pour le branchement du store et du contacteur.
3. Réaliser un trou au droit d'un des repères situés sur l'arrière du profilé EPDM (correspondant à l'usinage du profilé aluminium).
4. Utiliser un emporte-pièce du diamètre du câble.
5. Etancher avec du butyl (P0050) au droit du passage du câble dans le trou.
6. Passer le câble à travers le profilé EPDM.
7. Après mise en place du profilé EPDM sur le cadre aluminium ne pas tirer sur le câble.

2.5. Eléments

Les châssis respirants sont destinés à être placés en remplissage de façades légères de type façade – rideau. Les dispositions relatives au collage VEC sont prévues dans l'ETA référencé ETA 06/0265.

2.5.1. Liaison au support

Les ossatures secondaires aluminium sont liées à l'ossature principale par des pattes d'attache assurant la reprise des efforts ainsi que les dilatations différentielles.

2.5.2. Cadres de remplissage respirants

Que ces remplissages soient fixes ou ouvrants (italienne ou oscillo-battant), la conception de la partie de profil concernant la lame d'air respirante, reste identique.

L'épaisseur de la lame d'air respirante, déterminée par les remplissages verriers est de 60 mm.

Ces cadres sont réalisés à partir de profilés aluminium à rupture de pont thermique, par barrettes polyamide serties, coupés à coupe d'onglet, sertis et étanchés sur équerre. Le montage du vitrage extérieur peut être réalisé par collage VEC ou sous parcloses.

2.5.3. Cadres fixes (cf. figures 8 à 13)

Le cadre fixe vision est constitué du profilé 20015 pour VEC ou 20019 pour montage sous parcloses référence 5087P ou 5088P.

Ces profilés sont équipés de coupure thermique, réalisée par barrettes polyamide serties.

Sont collés en atelier selon la feuillure de la coupe EE, suivant la technique du VEC, des vitrages simples sur la plage réservée à cet effet, du profilé adaptateur référence 10220. Ces cadres peuvent recevoir, comme composant intérieur, des vitrages simples, ou isolants, d'épaisseur maximale 31 mm, et de U_g minimal 1,2 W/(m².K). Les profilés de parcloses intérieures sont référencés 3023 P ou 3027 P. Chaque longueur de parclose extérieure est sécurisée par un rivet alu étanche de \varnothing 3,2 x 12 mm. Entre composants intérieur et extérieur, en périphérie de la lame d'air respirante, la garniture JC 179 est clippée sur le profilé de cadre. Elle est réalisée avec angles vulcanisés. Les vitrages intérieurs et extérieurs des cadres fixes, simples ou isolants sont calés. Les dispositifs de sécurité des vitrages collés sont disposés sur les montants près des angles des cadres.

Les cadres sont fixés sur l'ossature secondaire par l'intermédiaire :

- de clips en tôle pliée d'acier inoxydable Q0013 répartis sur les montants avec un entraxe maximum de 600 mm,
- de clames Q0016 en traverse haute,
- de dispositifs de calage en traverse basse Q0185.

Le contrôle du clippage est effectué cadre par cadre à l'aide d'un témoin de contrôle.

Les cadres fixes opaques sont constitués du profilé 20016 pour VEC ou 20020 pour montage sous parclose référence 5087P ou 5088P. Ces profilés sont équipés de coupures thermiques, réalisées par barrettes polyamide serties. Sont collés en atelier selon la feuillure de la coupe EE, suivant la technique du VEC, des vitrages simples sur la plage réservée à cet effet, du profilé adaptateur référence 10220. Ces cadres reçoivent, comme composant intérieur, un EdR de type CB-E d'épaisseur 32 ou 52 mm, monté sous garnitures EPDM. La lame d'air entre vitrage et EdR est ventilée suivant NF DTU 33.1 (cf. figure 21). Les vitrages extérieurs et les remplissages intérieurs sont calés.

Les dispositifs de sécurité des vitrages collés, ainsi que la fixation du cadre sur l'ossature secondaire sont identiques au cadre fixe vision.

2.5.4. Fenêtres à l'italienne (cf. figures 14 à 17)

Les alvéoles de l'ossature secondaire peuvent recevoir une fenêtre à l'italienne constituée d'un cadre dormant, référence 10279 et d'un cadre ouvrant référence 20014 destiné à recevoir en extérieur un VEC, et profilé adaptateur 10220, ou un vitrage simple sous parclose référence 20018. Les profilés d'ouvrant en alliage d'aluminium sont équipés de coupure thermique par barrettes polyamide serties. Les profilés sont débités en coupe d'onglet et assemblés sur équerre sertie.

Les cadres peuvent recevoir les mêmes vitrages extérieurs (VEC ou sous parcloses) et intérieurs que les cadres fixes. Les dispositifs de sécurité sont également identiques. Entre composants intérieur et extérieur la garniture JC 181 est clippée sur le profilé et réalisé en cadre avec angles vulcanisés en périphérie de la lame d'air respirante. En périphérie du cadre dormant est clippée sur l'ossature secondaire, la garniture JC182. Les vitrages intérieurs et extérieurs VEC ou en feuillure sont calés.

Ces ouvrants sont ferrés sur les cadres dormants par l'intermédiaire d'une paire de compas de type ITALINOX 400 R ou 600 R, les dormants sont liaisonnés à l'ossature secondaire par des vis en acier inoxydable \varnothing 4,8 x 9,5.

2.5.5. Fenêtres oscillo-battantes (cf. figures 18 à 20)

Les alvéoles de l'ossature secondaire peuvent recevoir une fenêtre oscillo-battante constituée d'un cadre dormant, référence 10278 et d'un cadre ouvrant référence 20022 destiné à recevoir en extérieur un vitrage collé et profilé adaptateur 10220 ou un vitrage simple sous parclose référence 20021. Ces profilés d'ouvrant, en alliage d'aluminium sont équipés de coupure thermique

par barrettes polyamide serties. Les profilés sont débités en coupe d'onglet et assemblés sur équerre sertie. Les cadres peuvent recevoir les mêmes vitrages extérieurs (VEC ou sous parclose) et intérieurs que les cadres fixes. Les dispositifs de sécurité sont également identiques. Entre composant intérieur et extérieur, est clippée la garniture JC 178 sur le profilé d'ouvrant et réalisée en cadre avec angles vulcanisés, en périphérie de la lame d'air respirante. Sur le cadre dormant est clippée la garniture JC184, de liaison avec les cadres adjacents et de première barrière d'étanchéité sur le cadre ouvrant oscillo-battant. Sur la périphérie de celui-ci est clippée la garniture JC183 réalisée en cadre avec les angles vulcanisés.

Ces ouvrants sont ferrés sur le cadre dormant par l'intermédiaire de pivots et compas limitant l'ouverture. Les dormants sont liaisonnés à l'ossature secondaire par des vis en acier inoxydable $\varnothing 4,8 \times 9,5$.

L'étanchéité entre ouvrant et dormant est réalisée par garniture référence JO113.

2.5.6. Variante avec lame respirante épaisseur 78 mm (cf. figures 22 et 23- variante des figures 9 et 13)

La conception des remplissages fixes reste identique aux remplissages définis ci-dessus. L'épaisseur de la lame d'air respirante déterminée par les remplissages verriers est de 78 mm au lieu de 60 mm, grâce à l'utilisation des profilés définis sur les coupes 22 et 23.

L'assemblage des cadres, le montage de ceux-ci et la mise en œuvre d'un store vénitien de largeur 25 mm sont identiques à ceux réalisés avec une lame d'air respirante de 60 mm.

Pour la réalisation de remplissages opaques, il est possible de remplacer le vitrage intérieur par un EdR de type CB-E d'épaisseur 28 ou 31 mm sous parclose et joints EPDM. Dans la lame d'air de ce remplissage opaque, un store identique à celui décrit pour la partie vision peut être mis en œuvre ; ce store n'a alors qu'un rôle décoratif, il peut être relevable et/ou motorisé. Dans ce cas d'incorporation d'un store dans la lame d'air devant un EdR et compte tenu des températures généralement atteintes dans ce type de montage, il est nécessaire de réaliser une note de calcul des températures spécifique à ce remplissage. Dans le cas de dépassement des températures limites pour la motorisation des stores, il ne sera pas possible de mettre en œuvre des stores motorisés.

2.5.7. Variante châssis fixe avec trappe d'accès au store MECANO (figures 33 & 34)

Les opérations de maintenance des stores sont conformes aux prescriptions du cahier CSTB 3759.

La conception des remplissages fixes reste identique aux remplissages définis ci-dessus.

L'assemblage des cadres, le montage de ceux-ci et la mise en œuvre d'un store vénitien sont identiques.

Pour l'accès au store : retirer le joint 4320424 en partie haute, démonter les parclose de la traverse intermédiaire et du montant ; le panneau ou le vitrage peuvent ainsi être déposés. Pour le remontage, réaliser les mêmes opérations à l'inverse.

2.6. Sismique

Ce document ne traite pas des mesures préventives spécifiques, à définir par le maître d'ouvrage dans les documents particuliers du marché, qui peuvent être demandées notamment dans le cas de bâtiments de catégorie d'importance IV pour garantir la continuité de leur fonctionnement en cas de séisme.

2.6.1. Type de bâtiment

Les produits MECANO Respirant vis-à-vis du risque sismique peuvent être mis en œuvre dans les bâtiments suivants :

- Bâtiments neufs

Les bâtiments neufs dimensionnés conformément au § 4.4.3 (limitation des dommages) de l'Eurocode 8 (EC8¹), en considérant la limite de déplacement entre étages, d_r , pour les éléments non structuraux composés de matériaux fragiles.

La limite de déplacement entre étages de l'ossature primaire est fixée à :

$$d_r \cdot v \leq 0,005 \cdot h$$

Avec $v = 0,4$ selon l'arrêté du 22 octobre 2010 soit :

$$d_r \leq 1,25 \cdot h / 100$$

avec :

d_r : le déplacement de calcul entre étages défini en 4.4.2.2(2) de l'EC8 ;

h : la hauteur entre étages ;

v : le coefficient de réduction pour prendre en compte une plus petite période de retour de l'action sismique associée à l'exigence de limitation des dommages.

- Bâtiments existants

En l'absence de la connaissance du comportement sismique du bâtiment existant les déformations entre étages sont considérées forfaitairement équivalentes à celles d'un bâtiment neuf pour la mise en œuvre de façades légères définies au paragraphe ci-dessus.

Note : un bâtiment existant est moins ductile qu'un bâtiment récent construit selon les normes parasismiques modernes. Les déformations prises en compte pour un bâtiment neuf tel qu'indiquées au paragraphe ci-dessus sont enveloppes pour celles des bâtiments existants.

¹ NF EN 1998-1 et NF EN 1998-1/NA.

2.6.2. Détermination de l'action sismique

Les effets de l'action sismique sont déterminés en appliquant une force F_a horizontale située au centre de gravité de l'élément et orientée soit dans son plan ($F_{a//}$) soit perpendiculairement à son plan ($F_{a\perp}$).

La force sismique, F_a , est donnée par la formule :

$$F_a = (5,5 \times \gamma_1 \times S \times a_{gr} / g) \times (W_a / q_a)$$

$$F_a = K_a \times (W_a / q_a)$$

Avec :

a_{gr} : accélération maximale de référence au niveau du sol de classe A en m/s^2 ;

γ_1 : coefficient d'importance du bâtiment ;

S : paramètre de sol ;

W_a : poids de l'élément en daN ;

q_a : coefficient de comportement de l'élément non structural pris égal à 2 ;

g : accélération de l'apesanteur pris égal à $9,81 m/s^2$;

K_a : coefficient dont les valeurs sont données dans le tableau 1 ci-après.

Tableau 1 – Valeur de K_a

Zone de sismicité	Calcul de $k_a = 5,5 \times \gamma_1 \times S \times a_{gr}/g$			Classe de sol	S
	Coefficient d'importance γ_1				
	II	III	IV		
2 (faible) $a_{gr} (m.s^{-2}) = 0,7$		0,47	0,55	A	1
		0,64	0,74	B	1,35
		0,71	0,82	C	1,5
		0,75	0,88	D	1,6
		0,85	0,99	E	1,8
3 (modérée) $a_{gr} (m.s^{-2}) = 1,1$	0,62	0,74	0,86	A	1
	0,83	1,00	1,17	B	1,35
	0,93	1,11	1,30	C	1,5
	0,99	1,18	1,38	D	1,6
	1,11	1,33	1,55	E	1,8
4 (moyenne) $a_{gr} (m.s^{-2}) = 1,6$	0,90	1,08	1,26	A	1
	1,21	1,45	1,70	B	1,35
	1,35	1,61	1,88	C	1,5
	1,44	1,72	2,01	D	1,6
	1,61	1,94	2,26	E	1,8

Cette formule est obtenue à partir de la formule de l'Eurocode 8 § 4.3.5 en appliquant les conditions des plus défavorables, soit la période propre du bâtiment ($T_a = T_1$) et la position de l'élément en haut du bâtiment ($Z = H$).

Pour les bâtiments existants, et en l'absence de précision de la nature du sol dans les DPM, la force F_a est calculée en considérant un sol de classe E.

La vérification sismique doit prendre en compte l'action sismique et le poids propre, sans pondération.

$$F_{a//} \llcorner \llcorner \llcorner G \quad \text{et} \quad F_{a\perp} \llcorner \llcorner \llcorner G$$

Si l'action sismique $F_{a\perp}$ est inférieure à l'action due au vent ELU, seule la vérification sous charge de vent ELU est suffisante.

Ancrage de l'ossature menuisée à l'ossature primaire

L'effort sismique au niveau de l'ancrage au gros œuvre (cheville et gros œuvre) est à pondérer par un coefficient $K_{alea} = 1,5$ pour tenir compte des aléas de répartition des charges :

$$F_{a, \text{ ancrage}} = K_{alea} \times F_a$$

Pour les attaches sous sollicitations sismiques, les contraintes calculées doivent être inférieures ou égales aux limites élastiques des matériaux.

La fixation au gros-œuvre béton est réalisée par des chevilles métalliques portant le marquage CE sur la base d'un ETA (ou ETE) selon ETAG 001 - Parties 2 à 5 (ou DEE) avec catégorie de performance C1 ou C2 évaluée selon l'annexe E (ou DEE).

Ossatures menuisées

Seules les liaisons montant/traverse sous sollicitations sismiques sont à justifier, les contraintes calculées doivent être inférieures ou égales aux limites élastiques des matériaux.

2.6.3. Remplissages

Cas sans exigence

Il n'existe aucune exigence de choix des remplissages, et ce quelle que soit leur technique de maintien lorsque l'une des conditions suivantes est vérifiée :

- Aire d'activité AA1 ou AA3 (P 08-302) en pied de façade : Présence humaine occasionnelle ; Les façades situées à l'aplomb d'une aire de chute à occupation nulle ou quasi nulle (zone non accessible, zone uniquement accessible pour l'entretien, locaux techniques) telles que définies dans le guide ENS y répondent.
- La hauteur de chute du remplissage est inférieure à 3,5 m (mesuré entre le point haut du remplissage et le sol) ;
- Présence d'un réceptacle : Sont considérés comme ouvrages formant réceptacles pour les chutes de débris, les balcons, loggias, auvents et ouvrages similaires dont les dimensions respectent les critères suivants :

H désignant la hauteur de la partie de façade, le débord du réceptacle doit être supérieur à :

- $H/10$ pour les parties de façades de hauteur \leq à 28 m, sans être inférieur à 0,5 m ;
- $H/20 + 1,40$ m pour les parties de façades de hauteur $>$ à 28 m

Ce dispositif devra être dimensionné pour résister à une charge accidentelle (ELU) uniformément répartie de 200 daN/m².

De plus si le remplissage du réceptacle est un vitrage, il devra être en verre feuilleté de sécurité et classé au moins P5A selon la norme NF EN 356.

Choix des remplissages

- Remplissages vitrés

La nature des vitrages est définie selon le tableau 2.

- Autres remplissages

- Les remplissages constitués de matériaux fragiles doivent répondre à des considérations équivalentes à celles des remplissages vitrés au regard de la maîtrise des risques de blessure en cas de bris et de chute.
- Les remplissages constitués de matériaux ductiles (tôle acier, tôle aluminium, ...) ne nécessitent pas de justification sismique hormis celles indiqués au paragraphe suivant.

Maintien des remplissages

Les dispositions de maintien suivantes ne nécessitent pas de justification sous sollicitation sismique :

- Les remplissages maintenus en feuillures 4 côtés ;
- Les remplissages collés sur 4 cotés suivant la technique du VEC (Verre Extérieur Collé) ;
- Les remplissages (cadres rapportés, tôles...) fixés à l'ossature par vissage ;
- Les ouvrants de masse inférieure à 100 kg ;
- Les ouvrants de masse supérieure à 100 kg si les conditions du § 2.6.1 sont respectées du côté du sens d'ouverture.

Pour les remplissages (cadres rapportés, tôles...) maintenus par accrochage, il convient de s'assurer d'un recouvrement résiduel des crochets \geq 5mm lors de leur rotation. Celle-ci est induite par la déformation en parallélogramme de l'ossature secondaire, calculée à partir de la formule du § 4.1. Pour les bâtiments existants on utilise également la formule du § 2.6.1.

Les cadres rapportés comportant des fixations ou attaches fonctionnant par frottement devront faire l'objet d'essais sismiques spécifiques.

2.7. Thermique

- Calcul du facteur S.

Le calcul du facteur solaire de la façade doit être effectué conformément aux règles Th-S.

- Calcul du coefficient de transmission surfacique, U.

Le coefficient de transmission surfacique de la façade se calcule conformément aux règles Th-U, comme étant une moyenne pondérée des coefficients surfaciques des éléments par les surfaces correspondantes.

Le coefficient de transmission surfacique d'un élément de façade U_{cwi} se calcule d'après la formule ci-après :

$$U_{cwi} = \frac{\sum UA + \sum \psi \ell}{A_{cwi}}$$

où :

- U = Coefficient surfacique des constituants : vitrage, panneau opaque et profilé de façade, en W/(m².K).
- A = Surface correspondante en m².
- ψ = Coefficient linéique de la jonction : profilé de façade – vitrage ou panneau opaque, en W/(m.K).
- ℓ = linéaire correspondant en m.

A_{cwi} = surface de l'élément de façade.

Les coefficients de transmission thermique surfacique et linéique destinés au calcul du coefficient U moyen de la façade selon les règles Th-U sont donnés dans les tableaux 5, 6 et 7 du dossier technique du demandeur.

2.8. Fabrication

Les conditions de fabrication font l'objet d'un plan qualité. Ce plan qualité s'intègre, pour chaque atelier de fabrication, dans le CPU (Contrôle de Production et Usine) de l'atelier considéré ; il reprend notamment les prescriptions de HYDRO BUILDING SYSTEMS marque WICONA, l'organisation de l'atelier et les opérations de contrôle et d'enregistrement.

2.8.1. Profilé adaptateur référence 10220

L'extrusion et l'anodisation sont réalisées exclusivement par la société HAEF Lucé (QUALANOD 728).

Un cahier des charges (dénommé «Procédures») définit, tant pour l'extrusion que pour l'anodisation, les prescriptions particulières de fabrication, d'autocontrôles, de respect des tolérances, de marquage des lots homogènes de profilés, de conditionnement, de confection des éprouvettes pour tests de convenance ...

Le stockage et la distribution sont assurés par la société HYDRO BUILDING SYSTEMS WICONA, distributeur. Chaque livraison ne peut concerner qu'une réalisation identifiée et les besoins de cette réalisation.

2.8.2. Profilés aluminium

Ils sont extrudés anodisés ou thermolaqués, équipés de coupures thermiques et marqués par HYDRO BUILDING SYSTEMS WICONA.

2.8.3. Eléments de façade

La fabrication des éléments de façade est réalisée par des entreprises spécialisées conformément aux directives et documents techniques de HYDRO BUILDING SYSTEMS WICONA, avec son assistance technique.

Les garnitures EPDM, vulcanisées dans les angles d'origine EMT (fournisseur des cadres vulcanisés), sont réalisées suivant un cahier des charges.

La vérification par essai d'autocontrôle de la perméabilité à l'air de la paroi intérieure sera réalisée dans le cadre des autocontrôles de fabrication. Cette valeur devra être inférieure à 0,4 m³/(h.m²) ou 0,23 m³/(h.m²).

Un suivi des opérations de fabrication et d'assemblage sera réalisé par un organisme extérieur sous la forme d'audit dans les conditions décrites au § 3.3 du *Cahier du CSTB 3759*.

2.8.4. Réalisation du collage (cf. figure 30)

Il est réalisé par des entreprises spécialisées, titulaires du PASS VEC, conformément aux directives techniques du fournisseur de mastic sous ETA, avec son assistance technique et selon les prescriptions du cahier CSTB 3488-V2 et du DEE 090010-00-0404.

2.9. Mise en œuvre

- Le gros-œuvre étant réalisé, on procède à la mise en place des attaches de fixations.
- Ces attaches viennent se fixer sur des rails continus ou discontinus à incorporer dans le gros-œuvre lors de la coulée du béton. La fixation peut également s'effectuer à l'aide de boulons à expansion sous ETA.
- Assemblage des montants et traverses d'ossature secondaire ou levage des bâtis et boulonnage sur attaches de fixations.
- Accrochage des cadres fixes vision ou opaques par clippage des pièces inox.
- Mise en place des dispositifs d'anti-soulèvement.
- Fixation des fenêtres à l'italienne ou oscillo-battant équipées de leur vantail.
- Vérifications des éléments spécifiques aux façades respirantes notamment l'enlèvement des protections éventuelles à la poussière.
- Finitions.

Les finitions comportent notamment :

- la mise en place des calfeutrements extérieurs divers (acrotère, pied de façade, angles, ...),
- la réalisation de la barrière au feu en nez de plancher et la pose des calfeutrements intérieurs.

La société HYDRO BUILDING SYSTEMS a mis en place un enregistrement des chantiers réalisés par ses clients utilisant le système MECANO RESPIRANT.

2.10. Réparation – Entretien – Maintenance

2.10.1. Réparation

Tout désordre constaté sur un cadre vitré et nécessitant une intervention a pour conséquence :

- Soit la dépose du cadre et :
 - son remplacement par un cadre neuf,
 - ou une remise en place après réparation en atelier.

Dans le cas où le vitrage extérieur collé doit être changé, il y a lieu de se conformer aux processus décrits au § 4 du Cahier du CSTB 3488-V2.

- Soit une réparation sur site lorsque cela est possible, notamment en ce qui concerne le store et le vitrage intérieur.

Le changement de la toile servant de filtre peut être réalisé de l'extérieur.

Le nettoyage des faces intérieures des vitrages et des lames de store nécessite le démontage du composant intérieur (ou extérieur, dans le cas de montage sous parcloles). Le remontage du composant intérieur impose les précautions suivantes :

- ne laisser aucune salissure sur les vitrages, ni poussière dans la lame d'air,
- vérifier que le joint intérieur est correctement remis en place.

2.10.2. Entretien - Maintenance

- Parois en glace émaillée
 - Entretien courant : lavage à l'eau claire suivi d'un essuyage à la peau de chamois.
 - Nettoyage des salissures :
 - Tâches de peinture : nettoyage au solvant ou diluant compatibles avec le silicone de calfeutrement et rinçage à l'eau ; les produits à forte concentration en ammoniacale sont proscrits.
 - Tâches diverses : nettoyage à la poudre à nettoyer du commerce (dureté shore < 6) et rinçage à l'eau.
 - Tâches exceptionnelles : consulter le fournisseur.
- Paroi en glace émaillée réfléchissante
 - Entretien courant : lavage à l'eau claire et essuyage avec une peau de chamois.
 - Nettoyage des salissures : tous produits du commerce ne contenant pas d'abrasif. Il reste cependant prudent de consulter le fournisseur sur la convenance effective du produit envisagé.
- Éléments en aluminium anodisé et thermolaqué
 - Entretien courant : lavable à l'éponge humide ou mieux à l'eau savonneuse.
 - Nettoyage des salissures : dépôts peu importants : lavage à l'eau additionnée d'un agent mouillant, suivi d'un rinçage à l'eau claire et d'un essuyage ; dépôts plus importants : lavage à l'eau additionnée d'un agent mouillant à fonction détergente, puis nettoyage avec un solvant compatible avec le silicone se collage suivi d'un rinçage et d'un essuyage.

2.11. Résultats expérimentaux

- Essais de résistance au vent, essais de perméabilité à l'air, étanchéité à l'eau et résistance au vent suivant norme XP P 28-004 sur un élément de façade.
Procès-verbal d'essais validé par APAVE n° 0302/01 du 4 avril 2003.
- Essais de choc intérieur de sécurité sur cadre fixe respirant.
- Essais AEV et mécaniques spécifiques aux ouvrants oscillo-battants.
RE CSTB CL03-062 du 13 juin 2003.
- Essais AEV et mécaniques spécifiques aux ouvrants à l'italienne.
RE CSTB CL03-061 du 17 juin 2003.
- Essai AEV et mécanique spécifique au châssis fixe avec trappe d'accès au store n°404-17-55-1 réalisé au FCBA selon les normes NF EN 14351-1, NF EN 12207, NF EN 12208 et NF EN 12210.
- Essai de perméance à la vapeur d'eau d'une longueur de 25 cm de profilé comportant 3 orifices de respiration.
RE CSTB CL04-040 du 28 mai 2003.
- Essais d'appréciation du risque d'embuage de vantaux respirants, à l'italienne, oscillo-battant et d'un cadre fixe, avec lame d'air d'épaisseur 60 mm.
RE CSTB CL03-017 du 10 février 2003.
- Essais d'appréciation du risque d'embuage d'un cadre fixe avec largeur de lame d'air de 78 mm - Vision respirant H x L = 2700 x 1800 mm et opaque ventilé H x L = 2700 x 1200 mm.
RE CSTB CL03-039 du 13 mai 2003.
- Essais de résistance aux manœuvres répétées d'un store vénitien d'intérieur à température ambiante, à 75°C et à 85°C largeur : 1100mm - course : 1900 mm - rapport 2558713/1/1/2 réalisé par Bureau Veritas (2013).
- Essais de résistance aux manœuvres répétées d'un store vénitien d'intérieur à température ambiante, à 75°C et à 85°C largeur : 1100mm - course : 1900 mm - rapport 2012_12_01 validé par APAVE (2013).
- Essais de résistance aux manœuvres répétées d'un store vénitien d'intérieur à température ambiante, à 75°C et à 85°C - rapport CL10-26026853 réalisé au CSTB (2010).
- Essais de résistance aux manœuvres répétées d'un store vénitien d'intérieur à température ambiante, à 75°C et à 85°C - rapport CL11-26032339 réalisé au CSTB (2011).
- Validation de calcul des coefficients de transmission thermique : n° affaire 13-117 - référence DIR/HTO 2014-0-BB/LS.
- Essai de vérification de non embuage avec une maquette comprenant une trappe d'accès - rapport CSTB n° 19-0061-26080197.
- Essai de perméabilité à l'air de la paroi intérieure - avec un châssis fixe équipé d'une traverse intermédiaire - rapport WICONA n°2019_02_02a.
- Essai de perméabilité à l'air de la paroi intérieure - avec un châssis fixe - rapport WICONA n°2019_02_02b.

2.12. Références

2.12.1. Données environnementales et Sanitaires²

Le produit MECANO RESPIRANT ne fait pas l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES).

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

2.12.2. Autres références

L'ensemble des réalisations relatives au procédé RESPIRANT MECANO porte à ce jour sur environ 10 000 m² depuis l'année 2013, avec six nouvelles opérations réalisées depuis 2019.

² Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis.

2.13. Annexes du Dossier Technique

Tableau 2 – Choix des vitrages en zones sismiques

Catégorie d'importance de bâtiment				
Zone de sismicité	I	II	III	IV
Zone 1	(1)	(1)	(1)	(1)
Zone 2	(1)	(1)	(2) ou (3)	(2) ou (3)
Zone 3	(1)	(2) ou (3)	(2) ou (3)	(3)
Zone 4	(1)	(2) ou (3)	(2) ou (3)	(3)

(1) Pas de prescription vis-à-vis de l'aléa sismique.
 (2) Les vitrages doivent respecter les dimensions maximales de la figure 0.
 (3) Les vitrages doivent être soit feuilletés (2B2) soit trempés (1C3). Dans le cas de plusieurs couches de vitrages (vitrages isolants, respirants, façades multiples...) l'utilisation d'un vitrage recuit ou durci est possible si sa chute est protégée par un vitrage feuilleté (2B2).

Figure 0 – Dimensions maximales des vitrages recuits monolithiques satisfaisant l'exigence de limitation des dommages

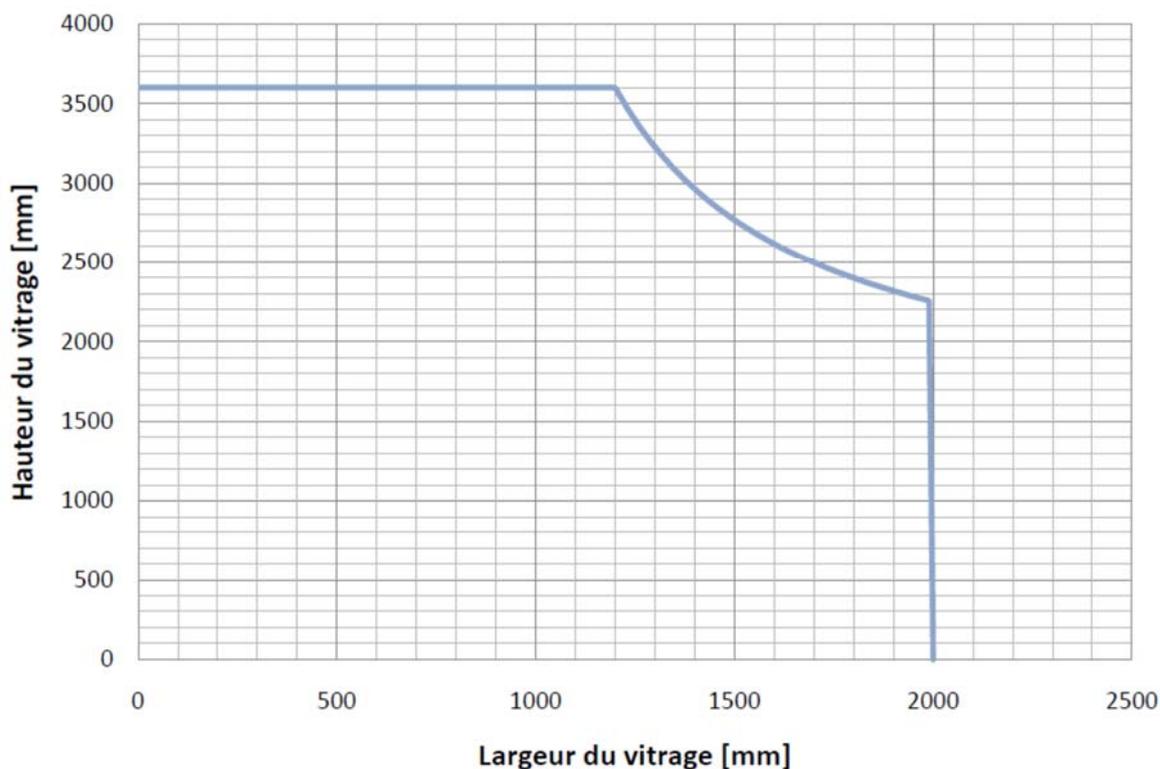


Tableau 3 - Référence des compas pour les ouvrants à l'italienne

Ref. compas	Poids maxi (daN)	Angle ouverture maxi (°)	Hauteur (m)	Largeur (m)
Italinox 400R Ref. Q0097	80	25	0,60 à 1,20	0,80 à 2,00
Italinox 400R Ref. Q0098	120	15	0,60 à 2,00	0,80 à 1,75

Tableau 4 - Accessoires de fenêtre oscillo-battante

Nombre de point de verrouillage	Poids maxi (daN)	Hauteur (m)	Largeur (m)
2 points	100	≤ 1,20	≤ 1,20
4 points	100	≤ 1,20	≤ 1,20
6 points	100	≤ 1,20	≤ 1,20

Tableau 5 – Coefficient U_f des profilés de la façade

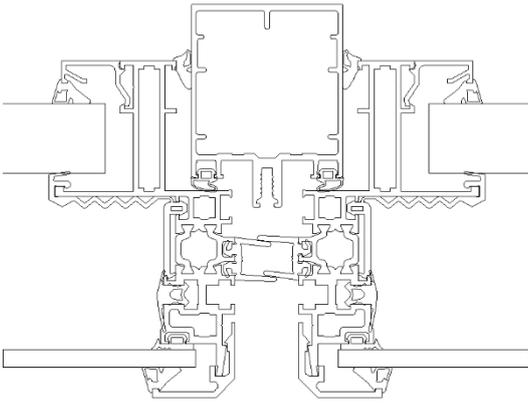
Désignation	Référence des profilés	Largeur b_f (m)	U_f W/(m ² .K)
MECANO Respirant VEP			
MEC-RPVEP-FX-MN-VT-10155-20019-SV_DV_resp(6_24)-	10155-20019	0,141	2,5
MEC-RPVEP-FX-MN-HZ-10155-20019-SV_DV_resp(6_24)-	10155-20019	0,141	2,5
MEC-RPVEP-FX-T-10155-20020-SV_P_Resp(6_32)-	10155-20020	0,126	3,3
MEC-RPVEP-FX-MN-VT-10155-20019-SV_SV_resp(6_6)-	10155-20019	0,141	2,6
MEC-RPVEP-FX-MN-HZ-10155-20019-SV_SV_resp(6_6)-	10155-20019	0,141	2,6

Tableau 6 – Valeurs du coefficient ψ_g de la jonction : vitrage – profilé de façade

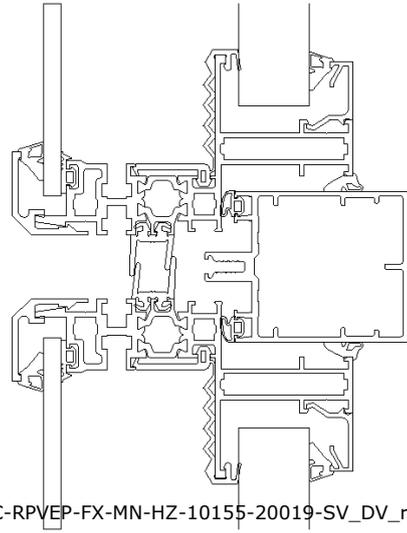
Désignation	Référence des profilés	U_g / U_p W/(m ² .K)	Ψ_g / Ψ_g (W/(m.K)) selon le type d'intercalaire			
			Alu	Swiss A	TGi ou Thermix	Swiss V
MECANO Respirant VEP						
MEC-RPVEP-FX-MN-VT-10155-20019-SV_DV_resp(6_24)-	10155-20019	1,4	0,089	0,087	0,087	0,087
		0,81	0,107	0,104	0,104	0,103
MEC-RPVEP-FX-MN-HZ-10155-20019-SV_DV_resp(6_24)-	10155-20019	1,4	0,091	0,089	0,089	0,088
		0,81	0,109	0,106	0,106	0,105
MEC-RPVEP-FX-T-10155-20020-SV_P_Resp(6_32)-	10155-20020	1,0	0,065			
		0,82	0,077			
MEC-RPVEP-FX-MN-VT-10155-20019-SV_SV_resp(6_6)-	10155-20019	2,8	0,069			
		1,7	0,035			
MEC-RPVEP-FX-MN-HZ-10155-20019-SV_SV_resp(6_6)-	10155-20019	2,8	0,071			
		1,7	0,035			
MECANO Respirant VEP SV be						
MEC-RPVEP-FX-MN-VT-10155-20019-SV_DV_resp(6_24)-	10155-20019	1,1	0,047	0,045	0,045	0,045
		0,67	0,056	0,054	0,054	0,053
MEC-RPVEP-FX-MN-HZ-10155-20019-SV_DV_resp(6_24)-	10155-20019	1,1	0,047	0,046	0,046	0,045
		0,67	0,056	0,054	0,054	0,054

Tableau 7 – Valeurs du coefficient ψ_p de la jonction : panneau opaque – profilé de façade

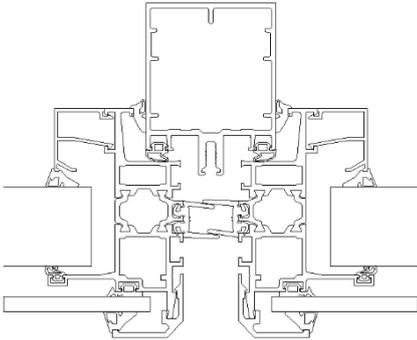
	U_p (W/(m ² .K))
ψ_p (W/(m.K))	0,82
10155 + 20020 + 20020	0,154
<p>U_p est le coefficient surfacique en partie centrale du panneau opaque en W/(m².K) U_g et U_p doivent être déterminés conformément aux règles Th-U.</p>	



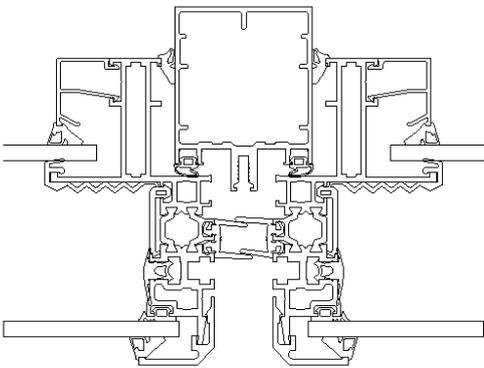
MEC-RPVEP-FX-MN-VT-10155-20019-SV_DV_resp(6_24)



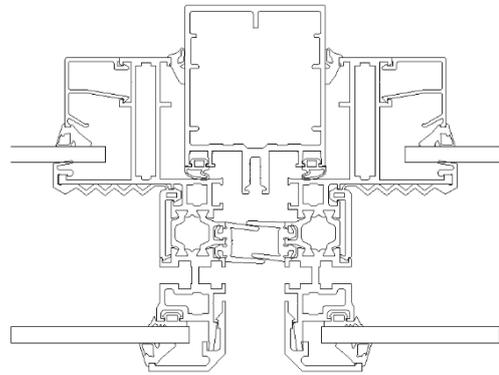
MEC-RPVEP-FX-MN-HZ-10155-20019-SV_DV_resp(6_24)



MEC-RPVEP-FX-MN-10155-20020-SV_P_resp(6_32)-



MEC-RPVEP-FX-MN-VT-10155-20019-SV_SV_resp(6_6)



MEC-RPVEP-FX-MN-HZ-10155-20019-SV_SV_resp(6_6)-

Figure 0 – Coupes ayant servi pour les calculs thermiques

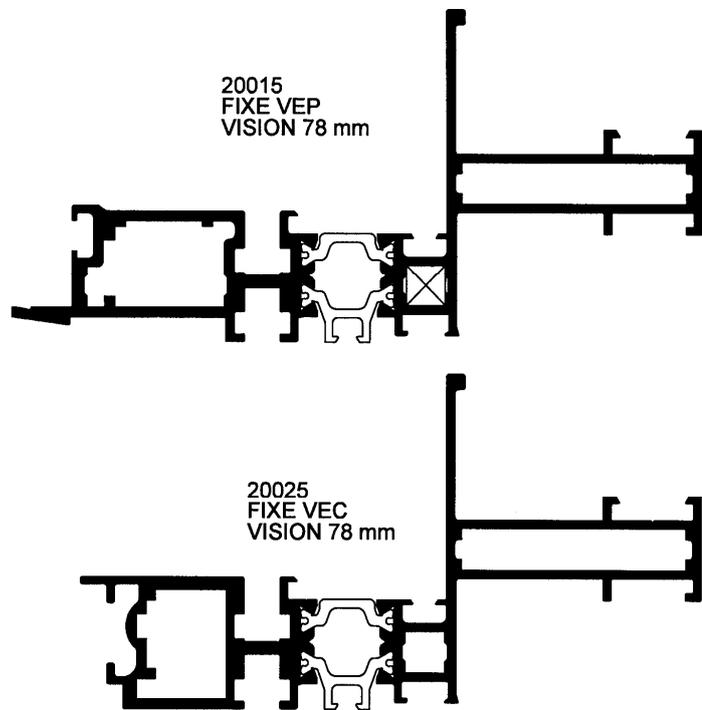
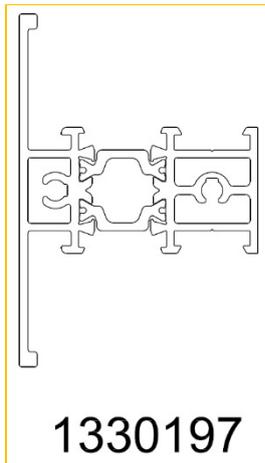
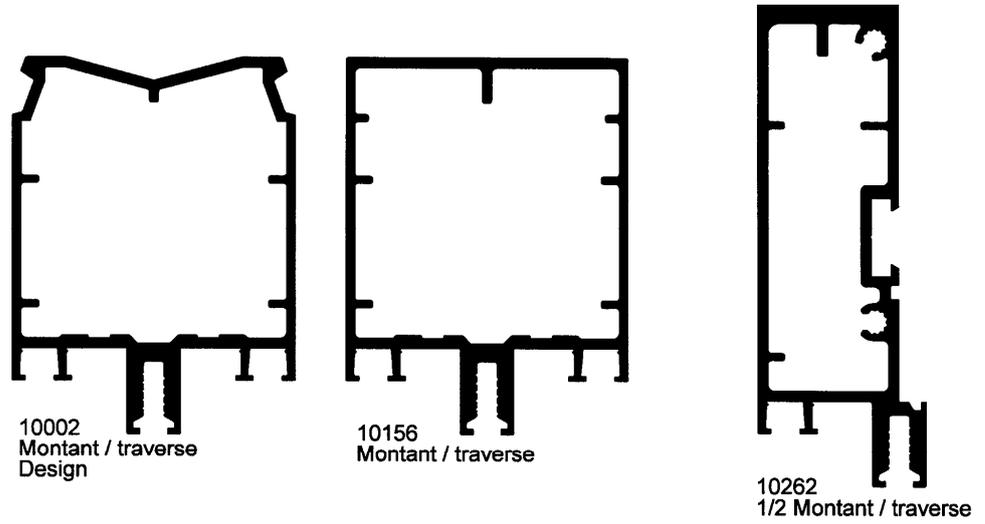


Figure 1 - Profilés

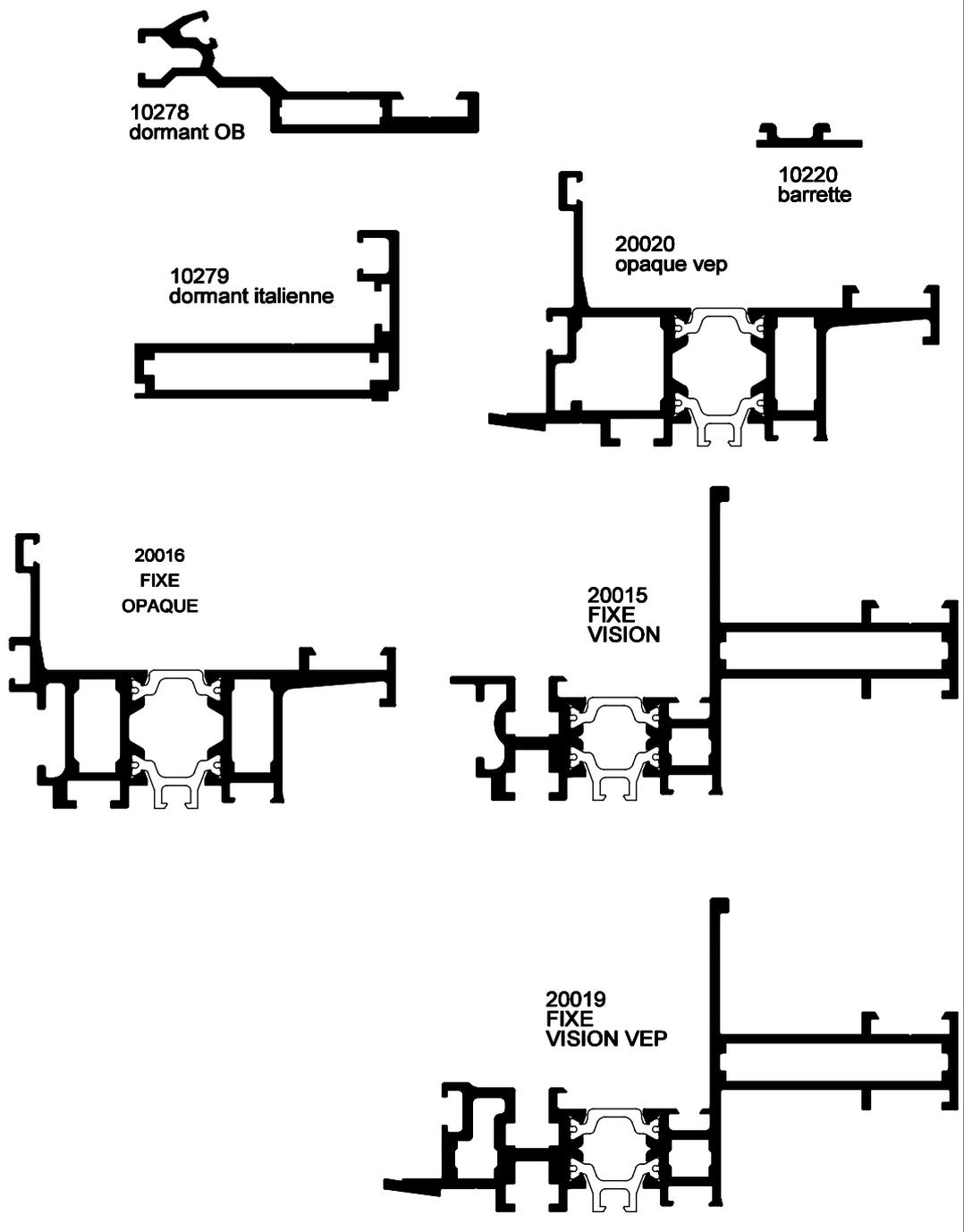


Figure 2 – Profilés

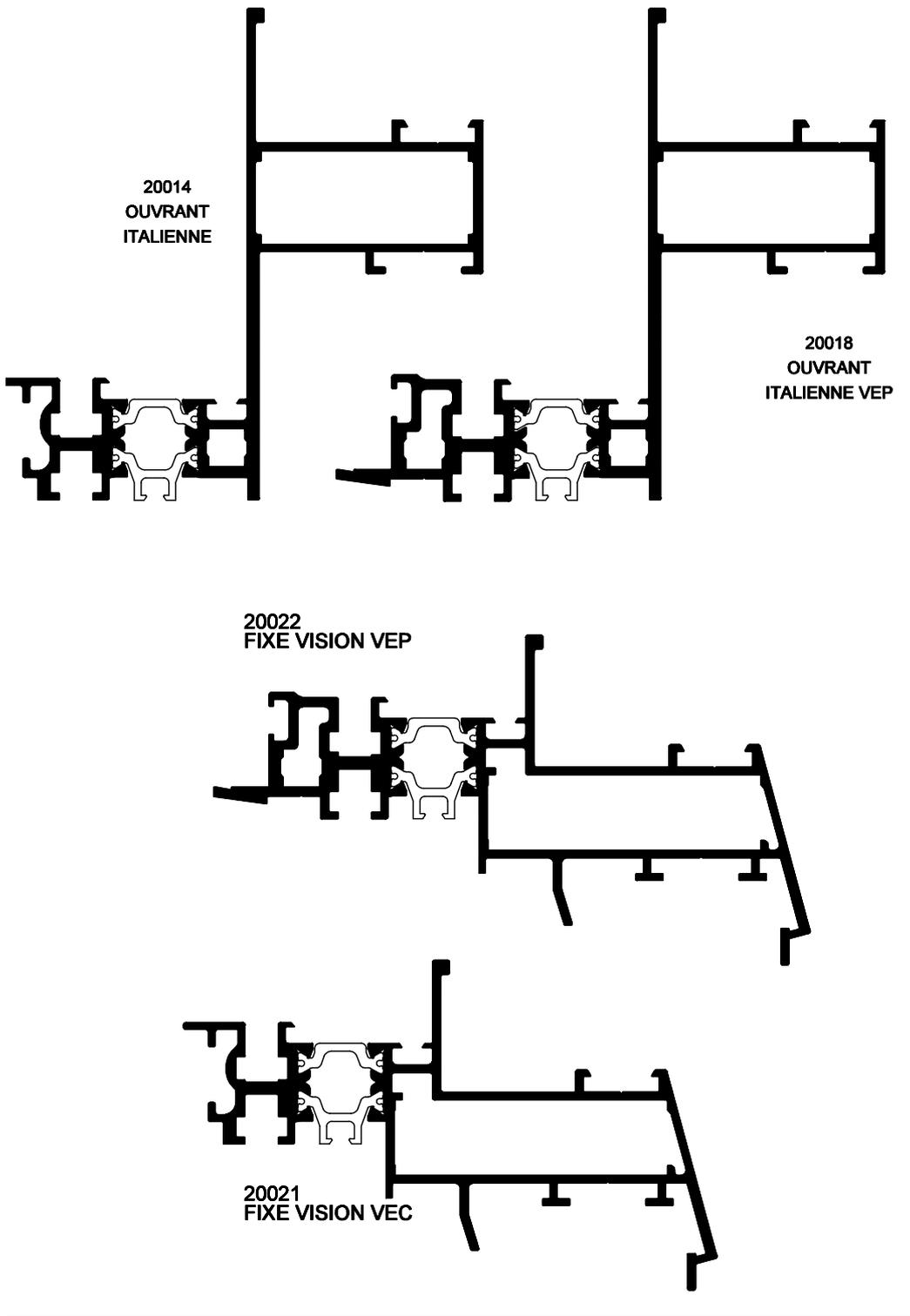


Figure 3 – Profilés

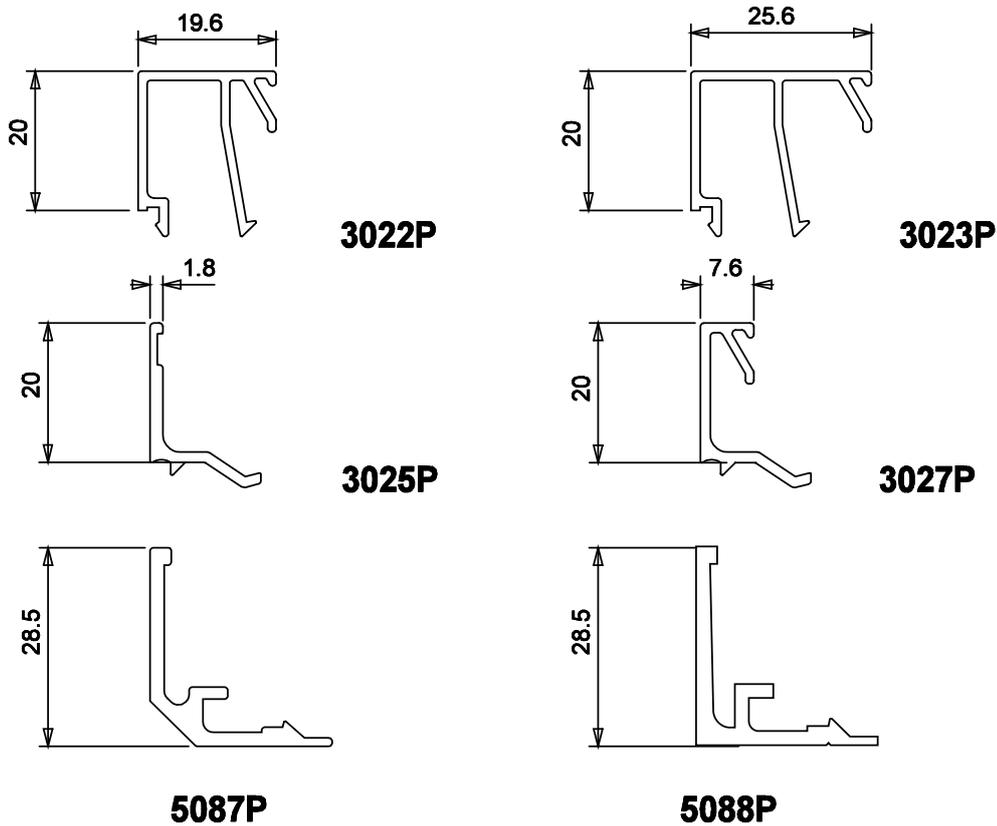


Figure 4 – Profilés

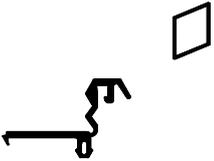
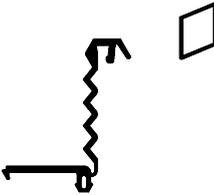
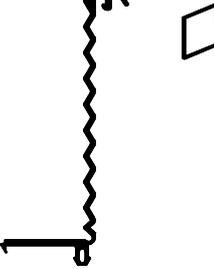
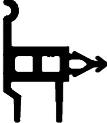
		
<p>JC178 JOINT CADRE DE FEUILLURE OB - POMPIER</p>	<p>JC179 JOINT CADRE DE FEUILLURE FIXE VISION</p>	<p>JC181 JOINT CADRE DE FEUILLURE ITALIENNE</p>
		
<p>JC182 JOINT CADRE DORMANT ITALIENNE</p>	<p>JC183 JOINT CADRE PARE PLUIE</p>	<p>JC184 JOINT CADRE DORMANT OB - POMPIER</p>
		
<p>69A05 JOINT int vitrage ext</p>	<p>J0122 joint vitrage</p>	<p>J0123 joint vitrage</p>
		
<p>J0113 joint panneaux</p>	<p>JC018</p>	<p>J0188</p>

Figure 5 – Joints

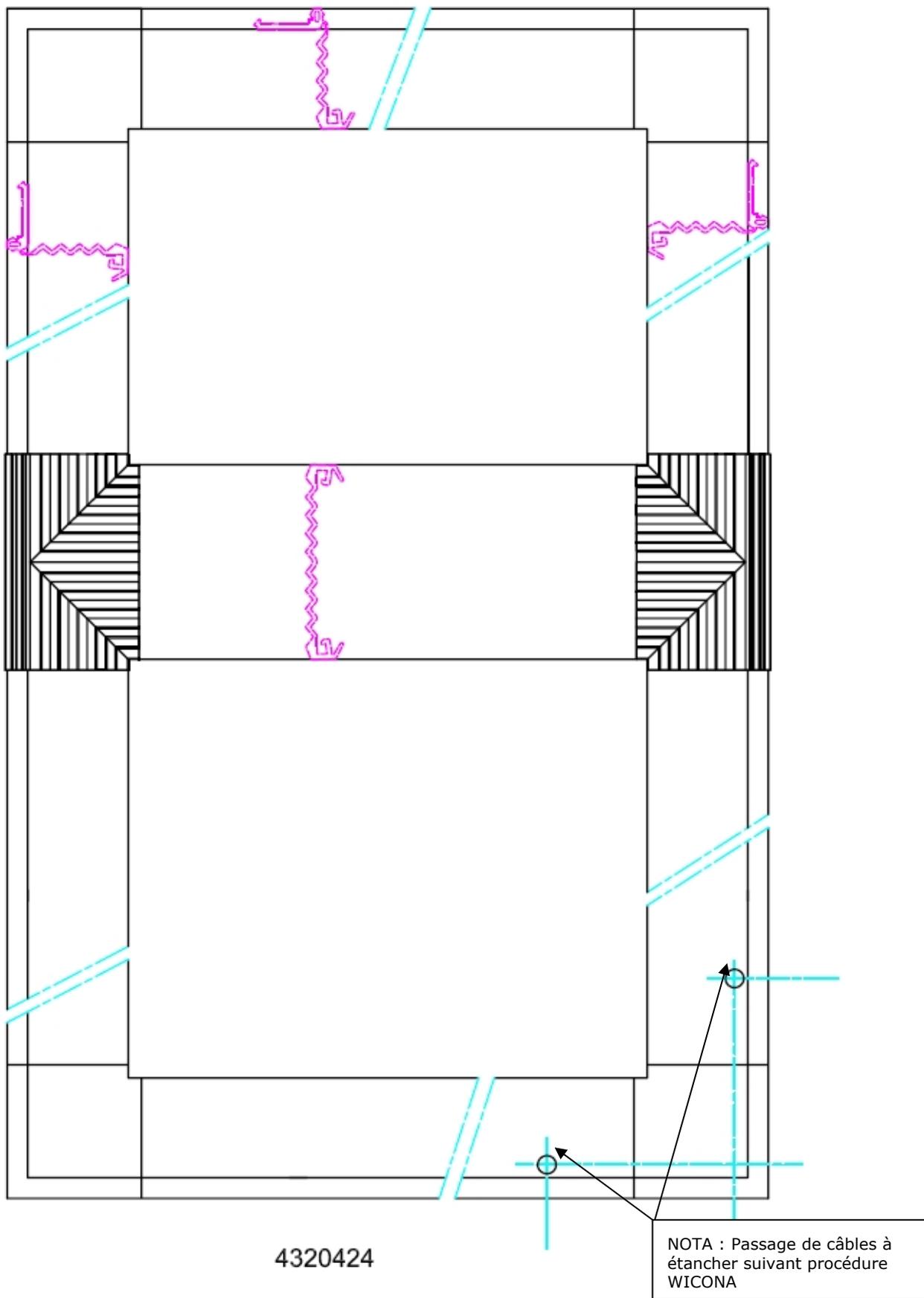


Figure 6 – Joints

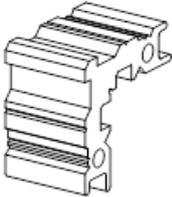
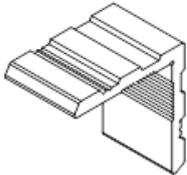
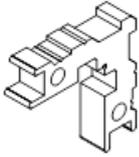
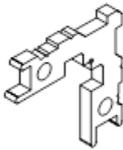
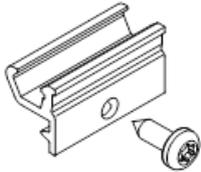
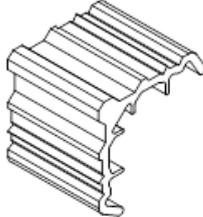
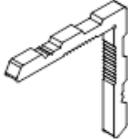
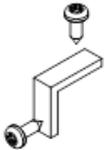
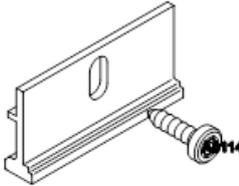
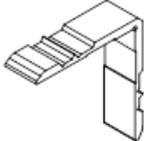
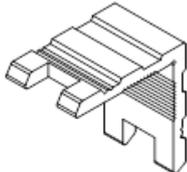
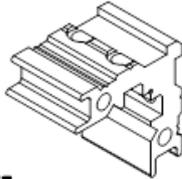
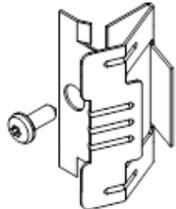
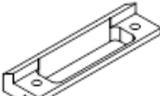
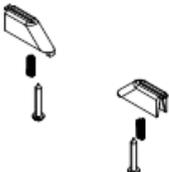
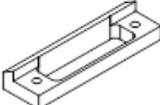
 <p>2046 Equerre a seritr Ch 18.6x41</p>	 <p>11A76 Equerre a seritr Ch 7.5x41</p>	 <p>17A67 Equerre a seritr Ch 7.5x41</p>	 <p>17A62 Equerre a seritr Ch 18.6x7</p>	 <p>198125 Vis pour traverse 1330197</p>
 <p>Q0186 Pièce d'assise cadre</p>	 <p>A0111 Equerre a seritr Ch 16x64</p>	 <p>A0112 Equerre a seritr Ch 7.5x7.1</p>	 <p>A0113 Equerre a visser Ch 4.5x10.25</p>	
 <p>Q0134 Pièce haute cadre</p>	 <p>A0116 Equerre a seritr usiné Ch 6x18.8</p>	 <p>A0118 Equerre a seritr usiné Ch 7.5x41</p>	 <p>A0117 Equerre a seritr usiné Ch 18.6x41</p>	
 <p>Q0013 Clip fixation cadre</p>	 <p>D0062 Clameu et vis ChC M4-12</p>	 <p>D0067 Tremplin de contacteur</p>	 <p>D0064 Filtre</p>	
 <p>Q0028 Cale de vitrage</p>	 <p>D0066 Tendeur de câble</p>	 <p>D0066 Tremplin de contacteur</p>	 <p>D0013 Pièces de sécurité</p>	

Figure 7 - Accessoires

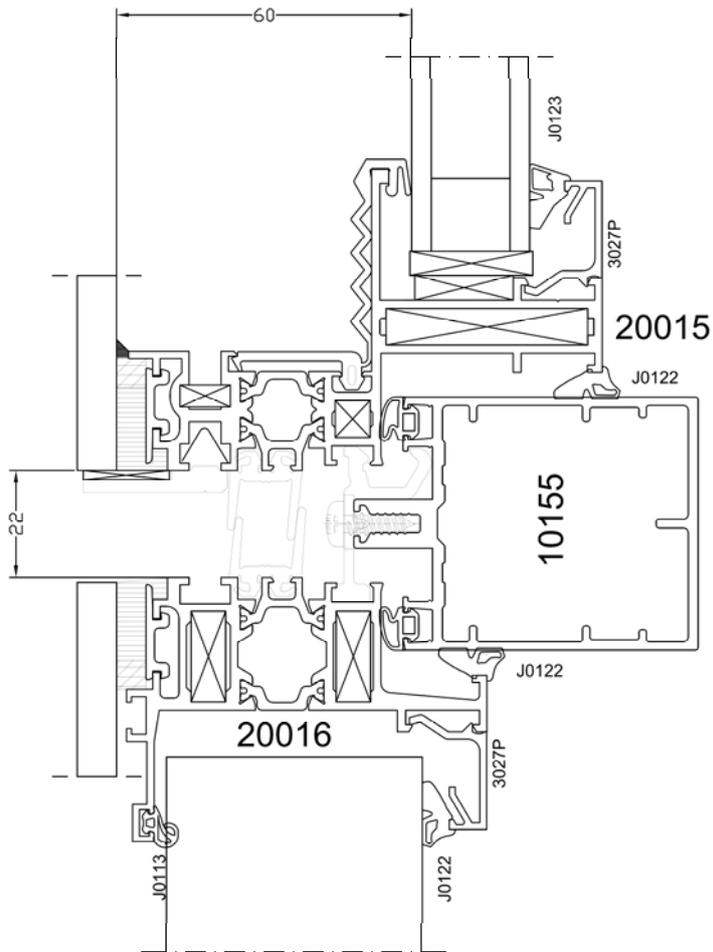


Figure 8 – VEC Fixe – Coupe verticale E-E

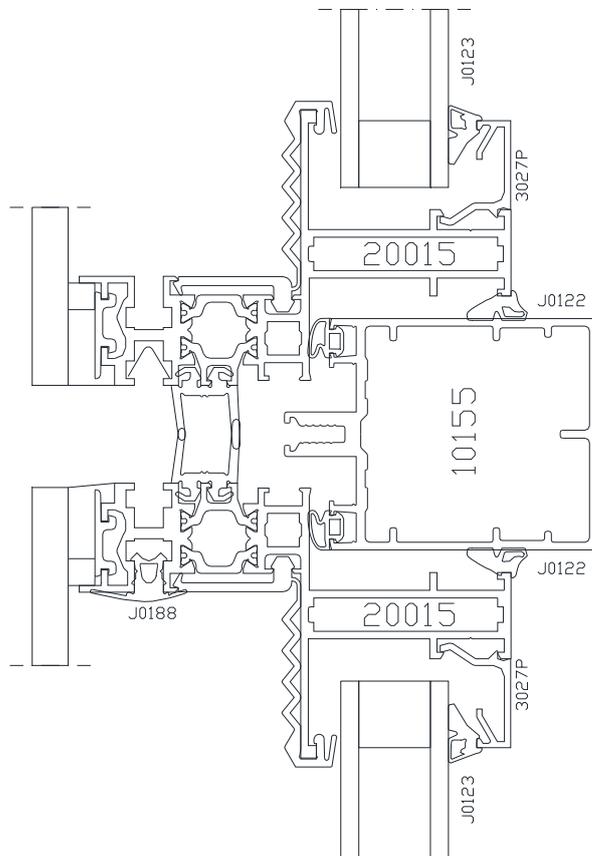


Figure 9 – VEC Fixe – Coupe verticale E-E

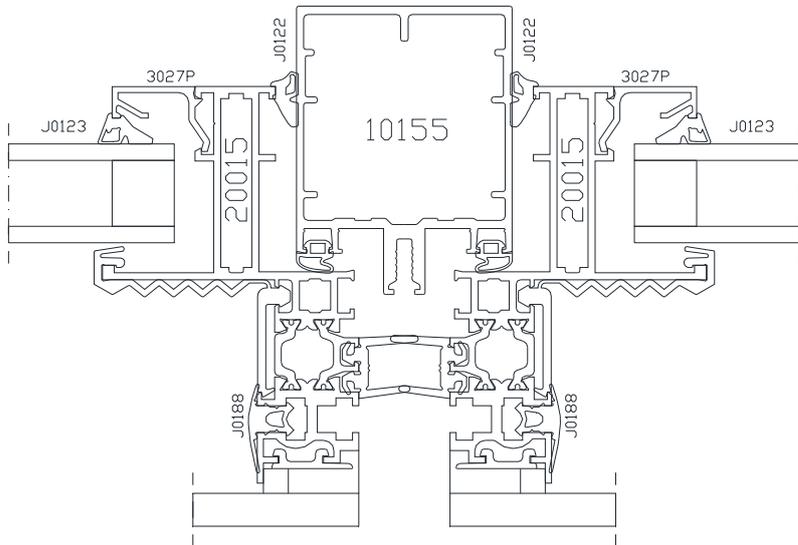


Figure 10 – VEC Fixe – Coupe horizontale C-C

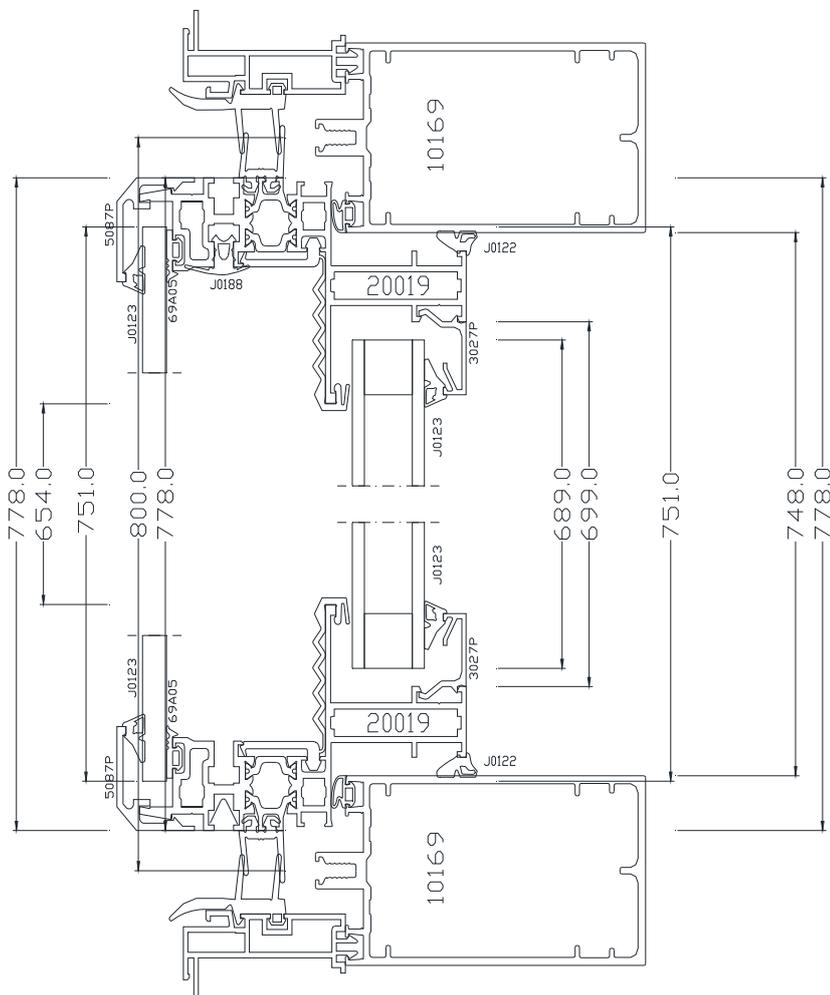


Figure 11 – VEP Fixe – Coupe verticale E.E

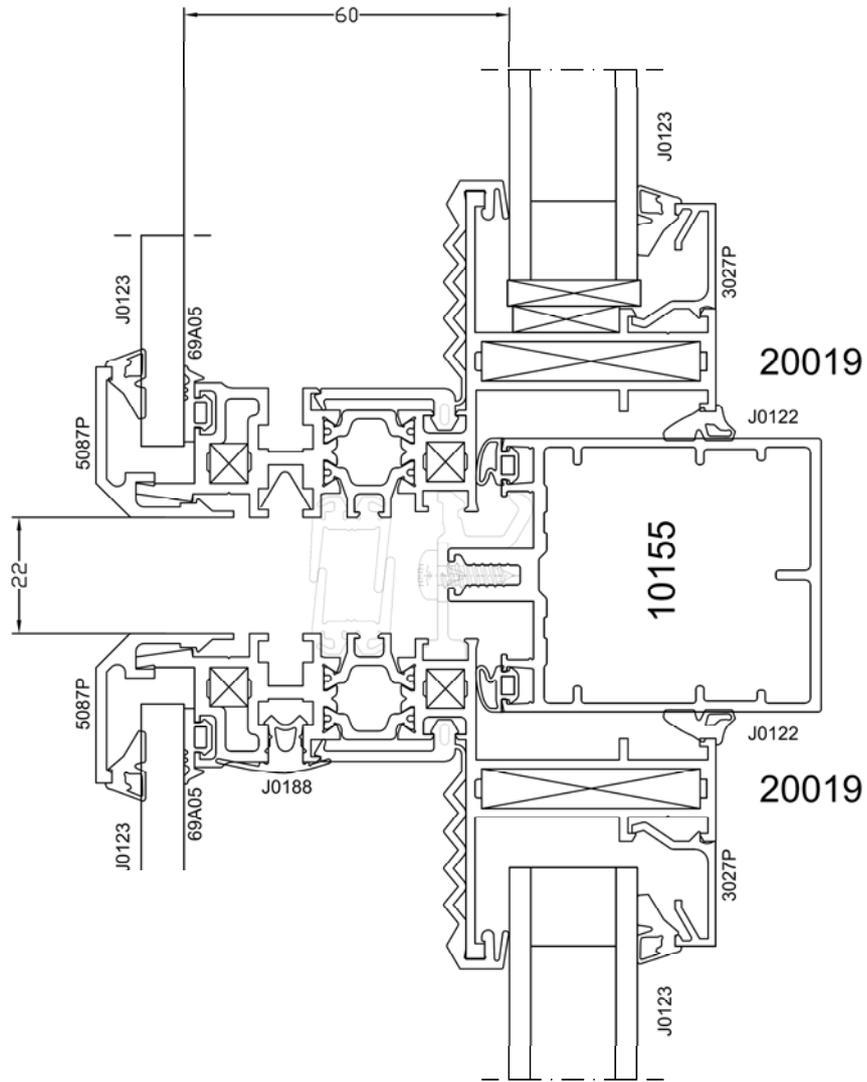


Figure 13 – VEP Fixe – Coupe verticale E.E

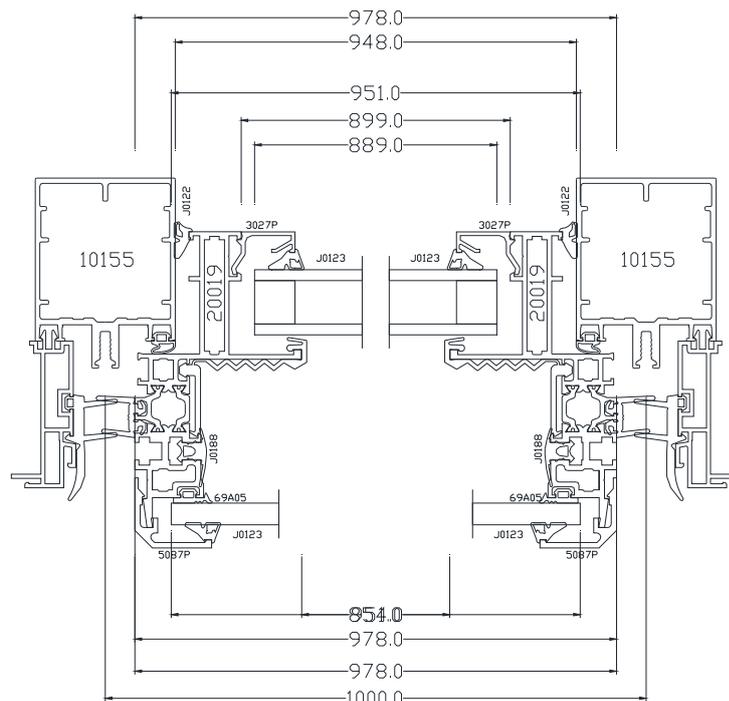


Figure 14 – VEP Fixe – Coupe horizontale C-C

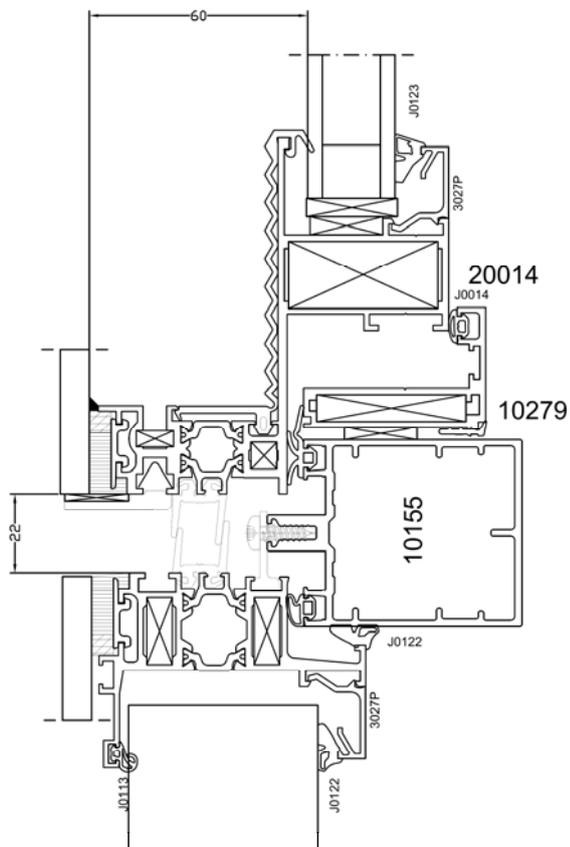


Figure 15 – VEC Italienne – Coupe verticale F-F

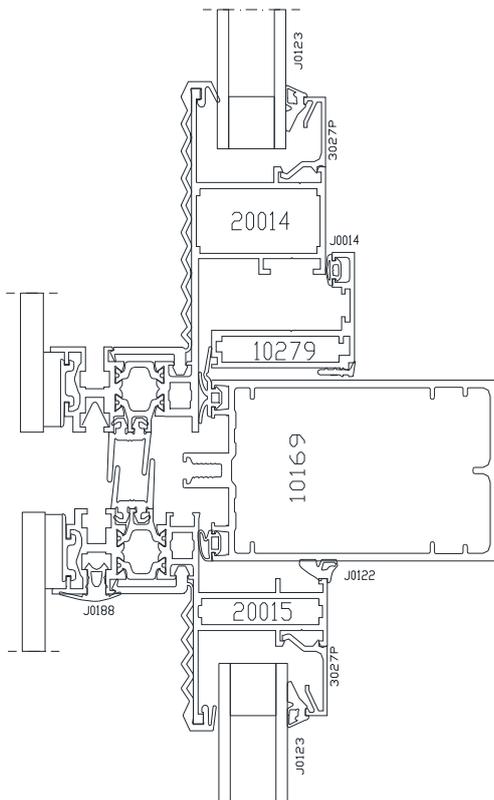


Figure 16 – VEC Italienne – Coupe verticale G.G

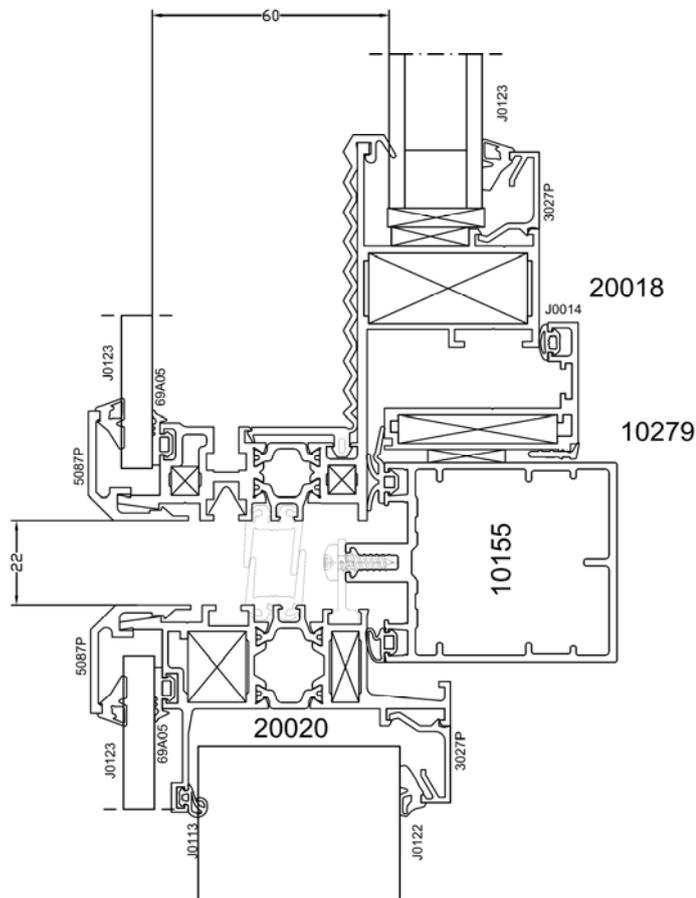


Figure 17– VEP Italienne – Coupe verticale F.F

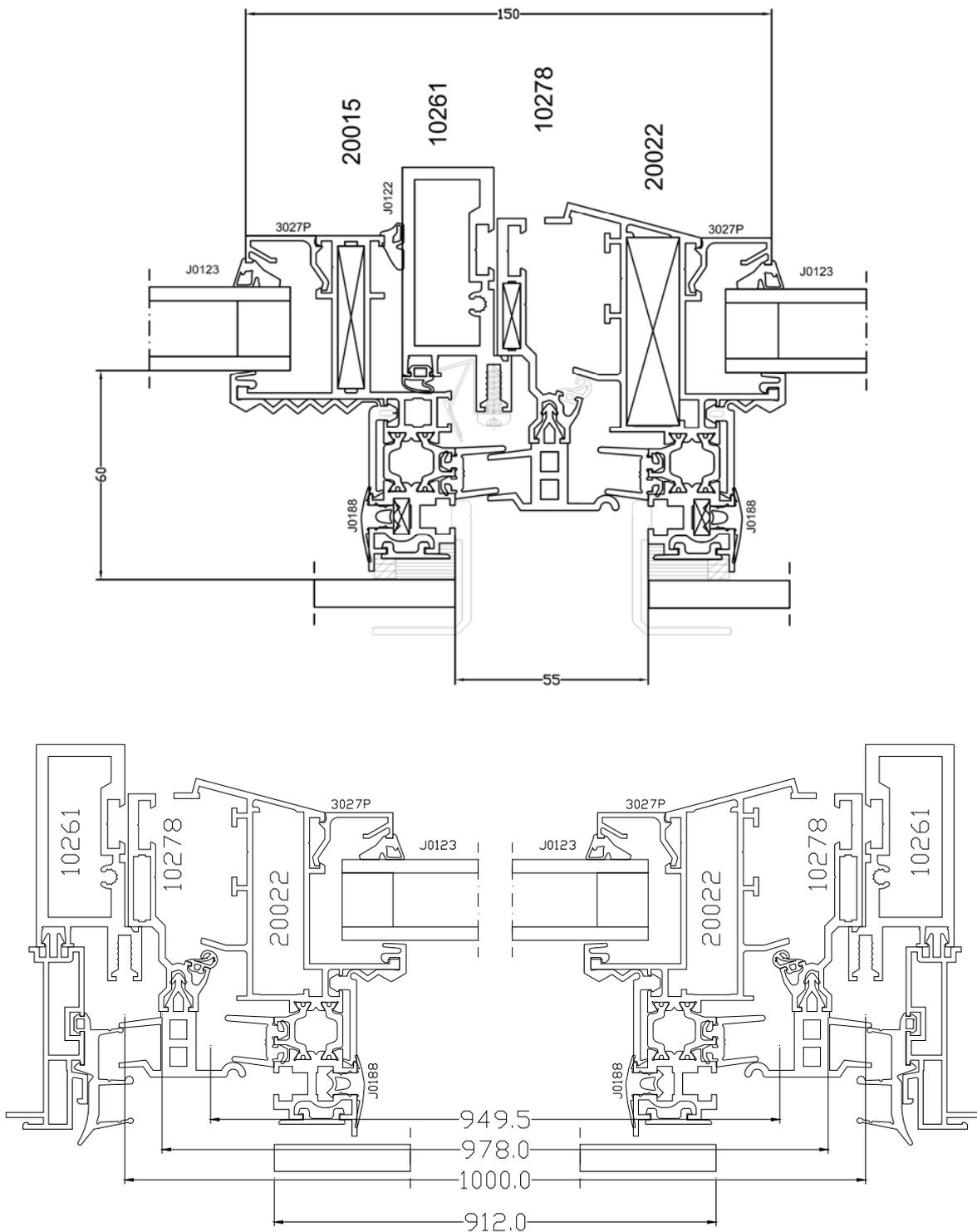


Figure 20 – VEC OB – Française – Coupe horizontale A-A

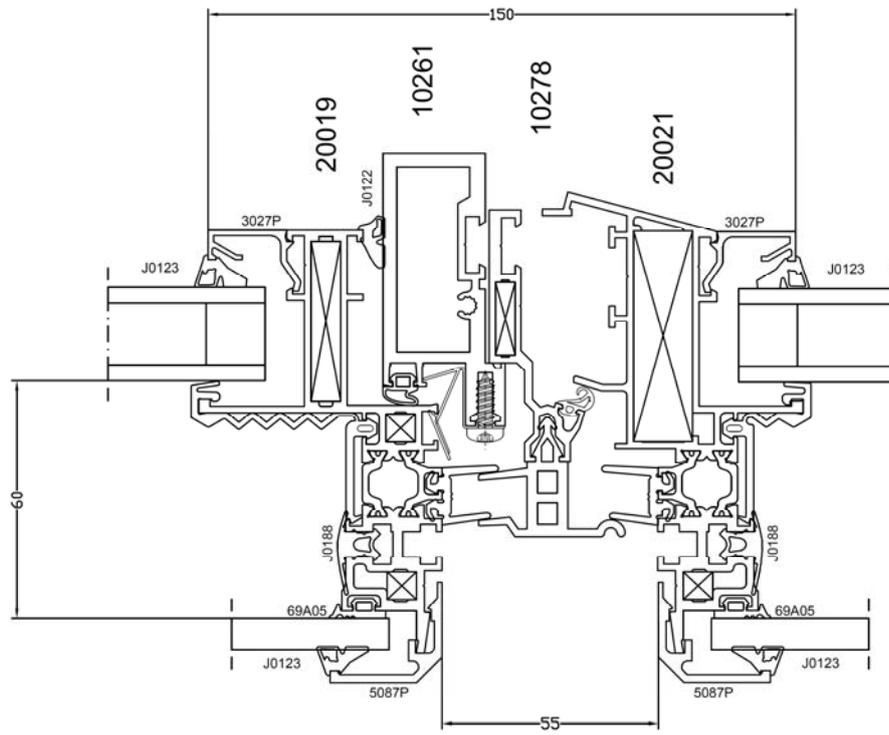


Figure 21 – VEP OB Française – coupe horizontale A.A

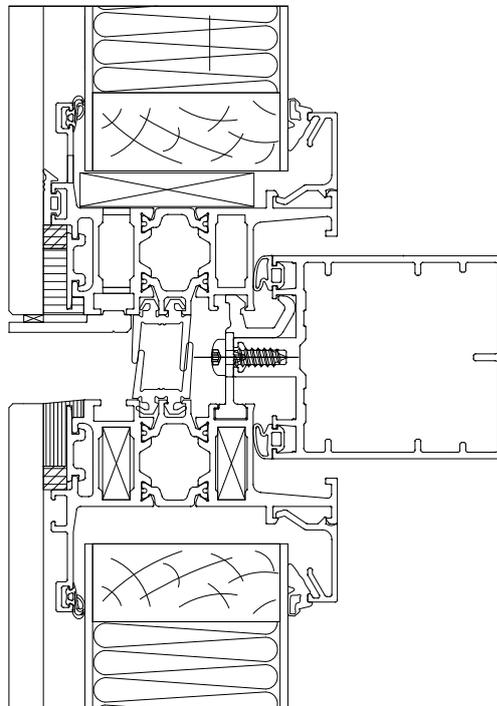
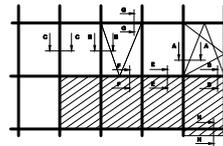


Figure 22 – VEC Panneau Coupe verticale H.H

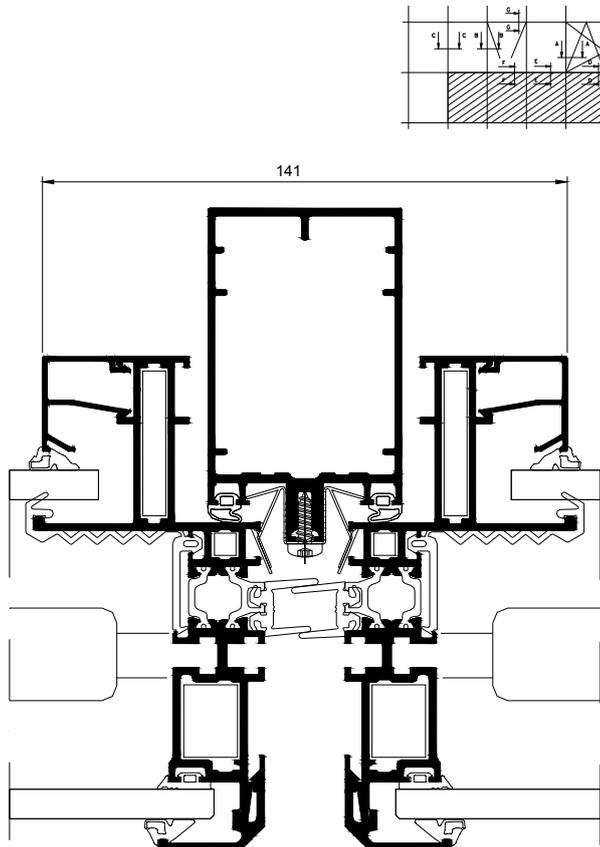


Figure 23 – VEP Fixe – Coupe horizontale C.C – Variante lame d'air de 78 mm

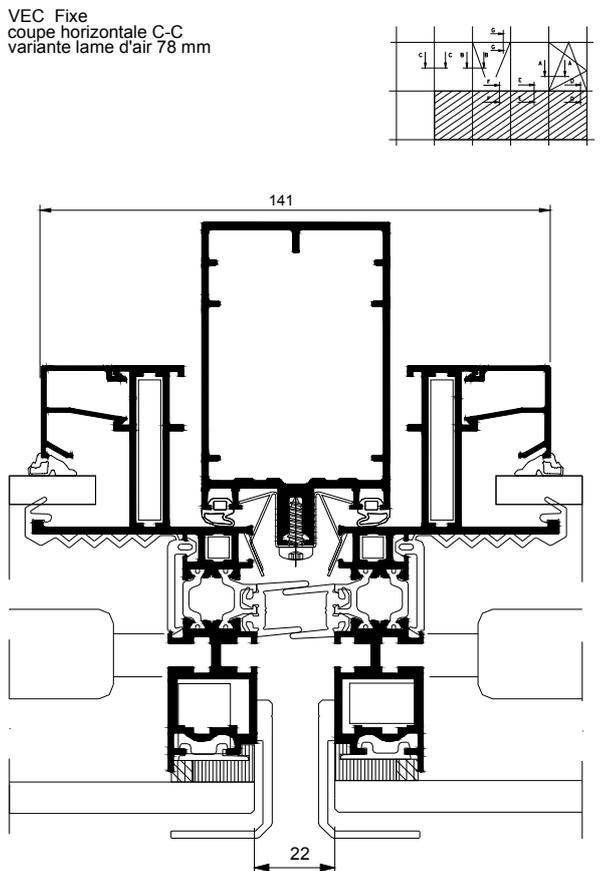
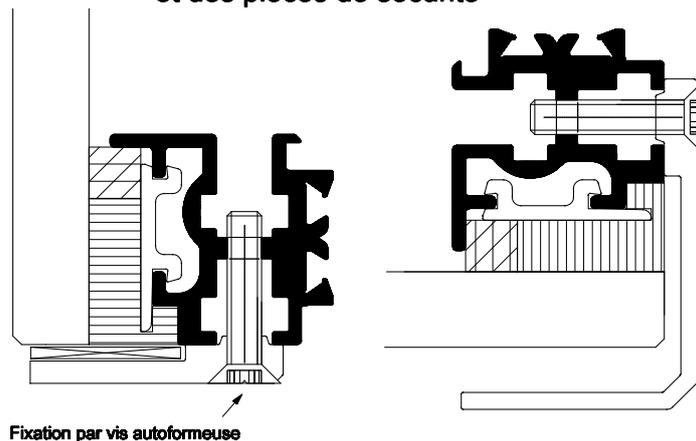


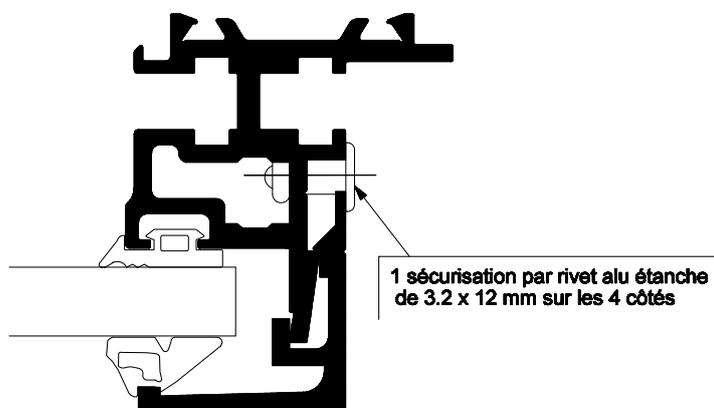
Figure 24 – VEC Fixe – Coupe horizontale C.C – Variante lame d'air de 78 mm

Fixation de la pièce d'assise et des pièces de sécurité



Fixation par vis autoformeuse

Sécurisation des parcloses sur aspect VEP



1 sécurisation par rivet alu étanche de 3.2 x 12 mm sur les 4 côtés

Figure 25 – Sécurisation

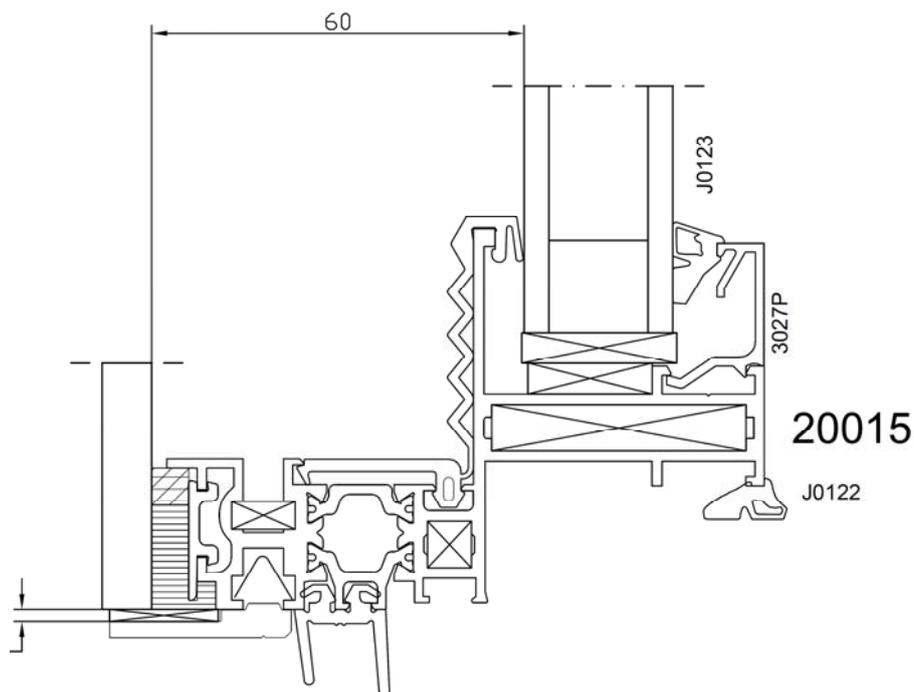


Figure 26 – Prise de vitrage châssis VEC

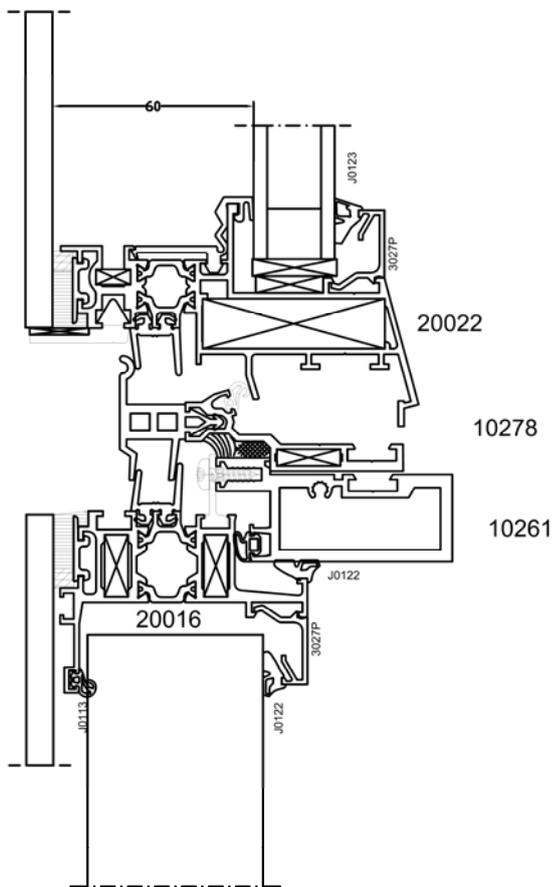
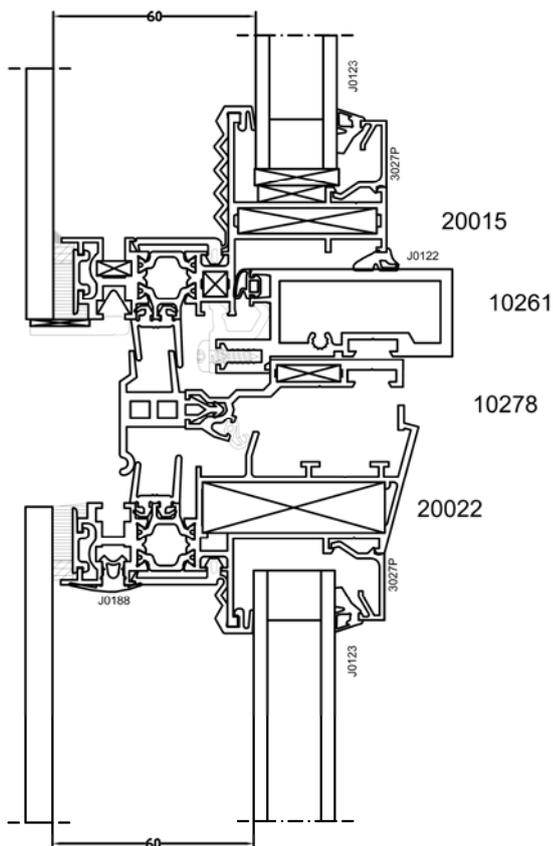
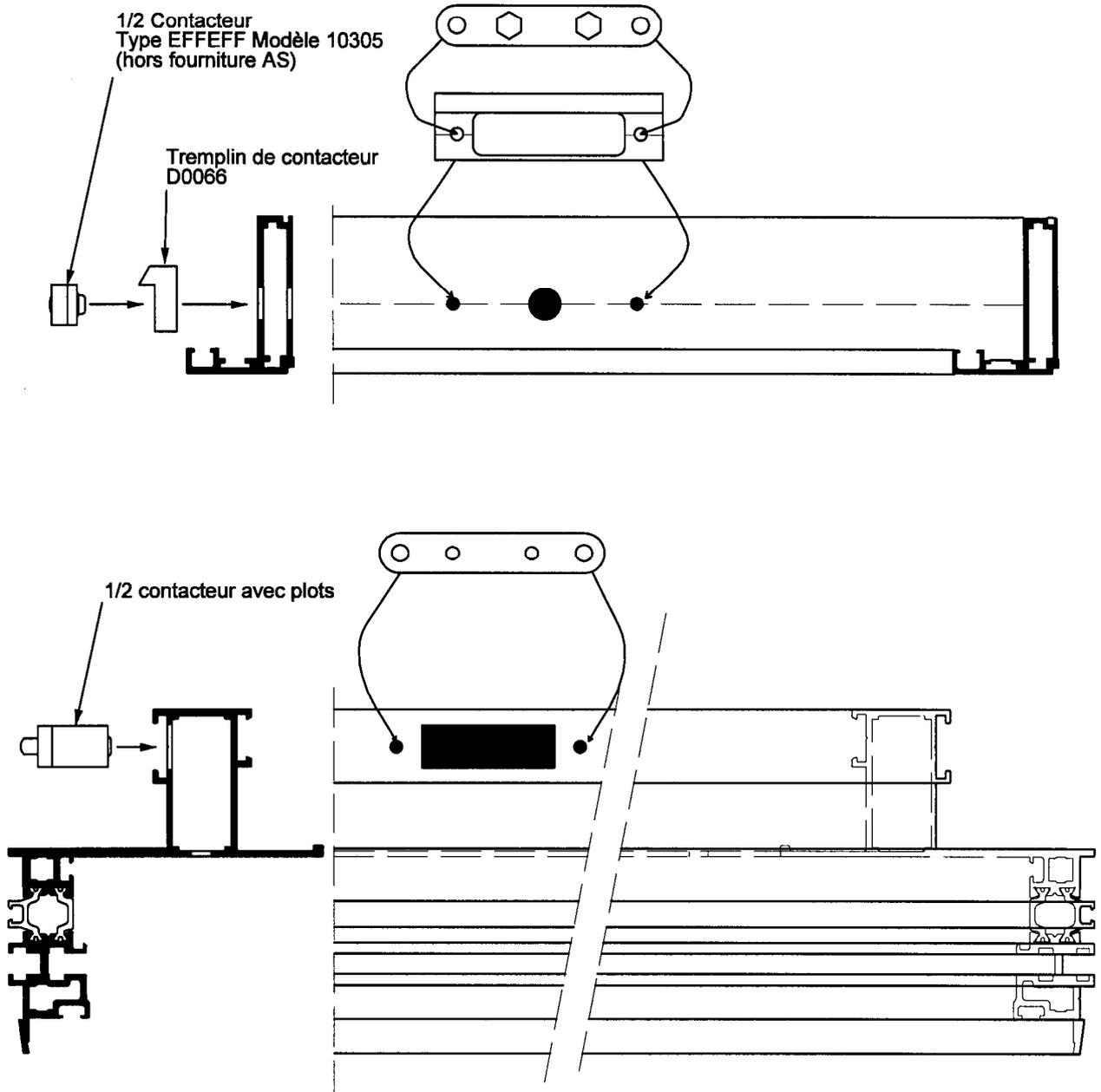
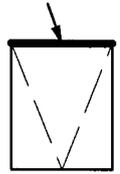
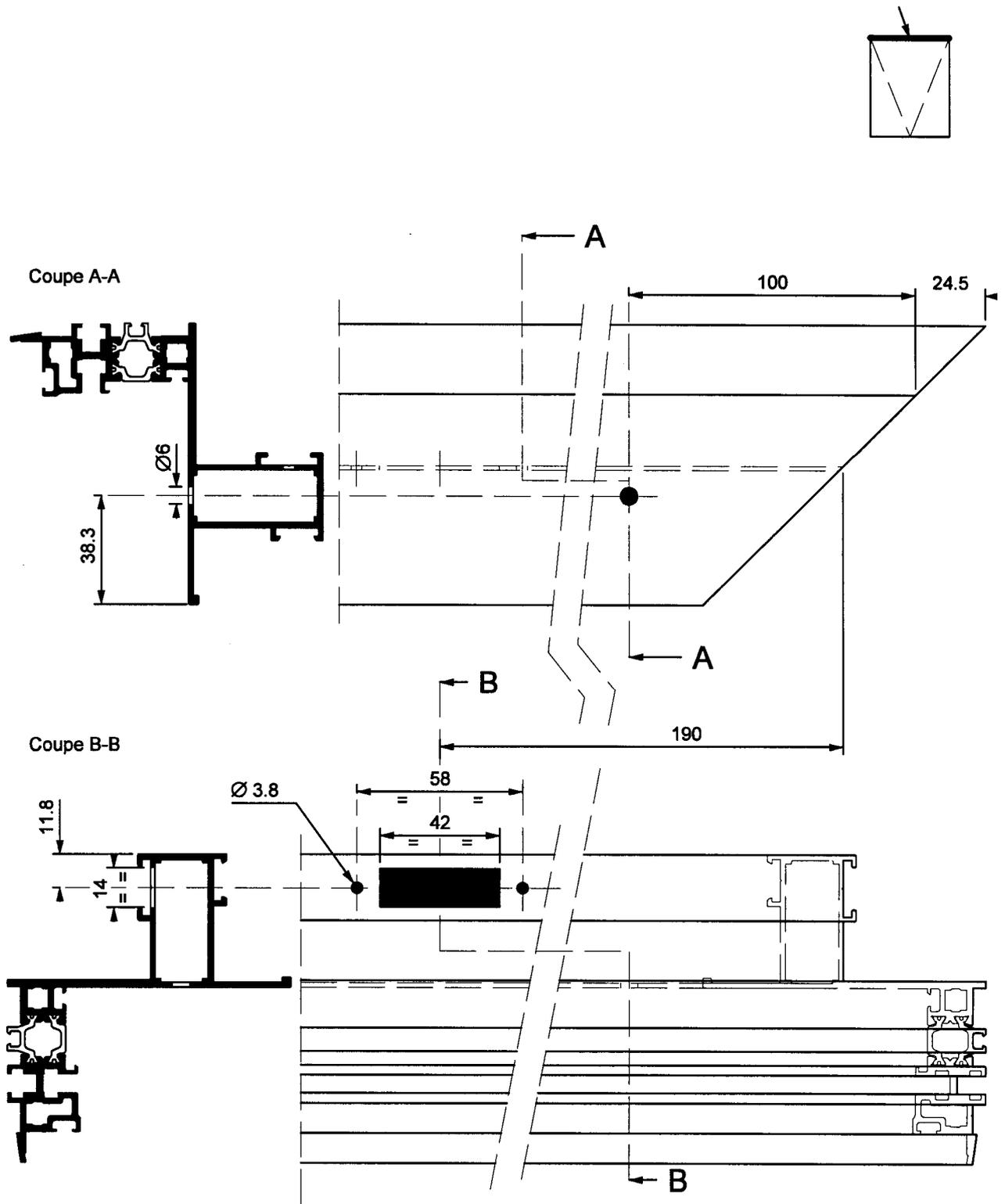


Figure 27 – Coupe verticale sur store



**Figure 28 – Mise en place du transmetteur de courant VEC VEP
Mise en place sur traverse haute ouvrant et dormant italienne**



En traverse haute, poçonner le joint cadre JC181 sur le repère pour le passage du fil d'alimentation du moteur de store.

Étancher après la mise en place du fil d'alimentation

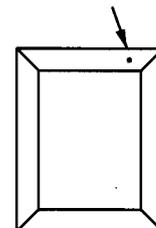


Figure 29 – Usinages italienne VEC VEP

Traverse passage du fils d'alimentation du store et usinages pour le transmetteur de courant en italienne

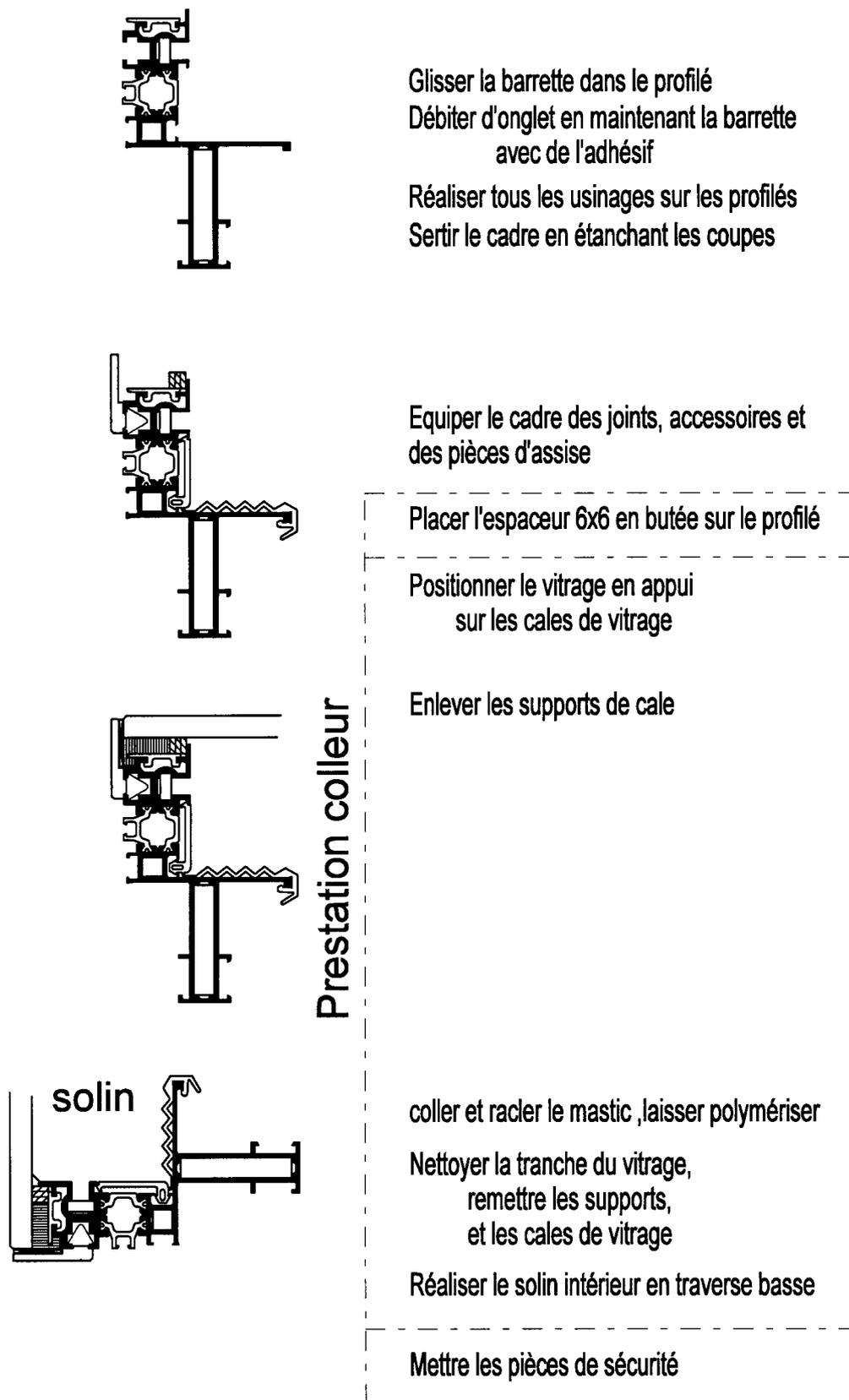


Figure 30 – Procédure de collage des cadres VEC

MISE EN PLACE DES JOINTS

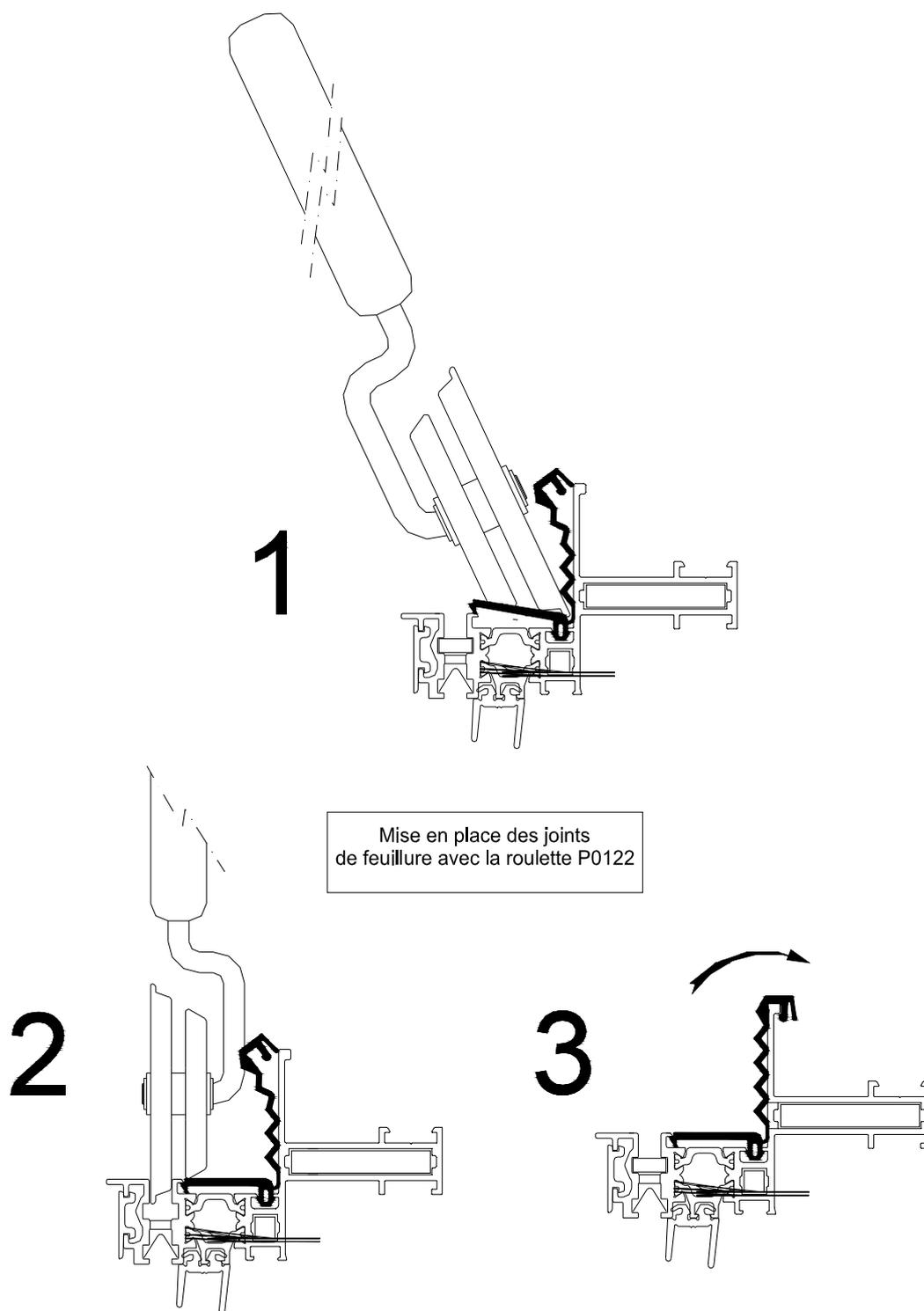
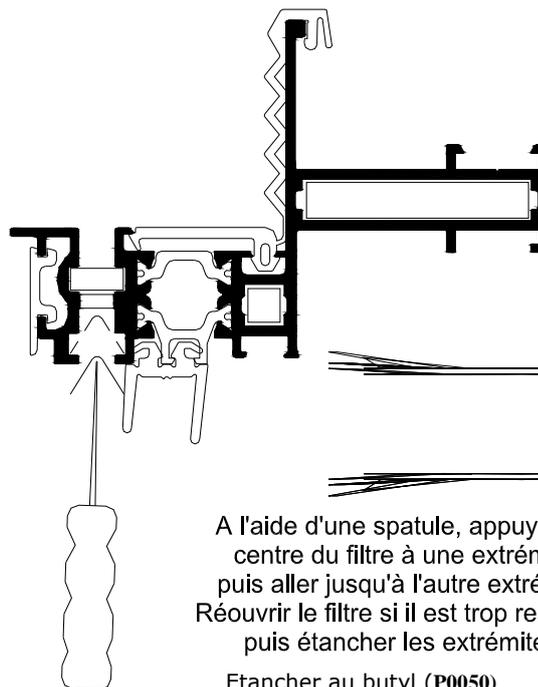
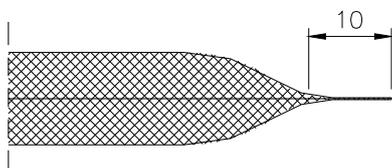


Figure 31 – Mise en place des joints

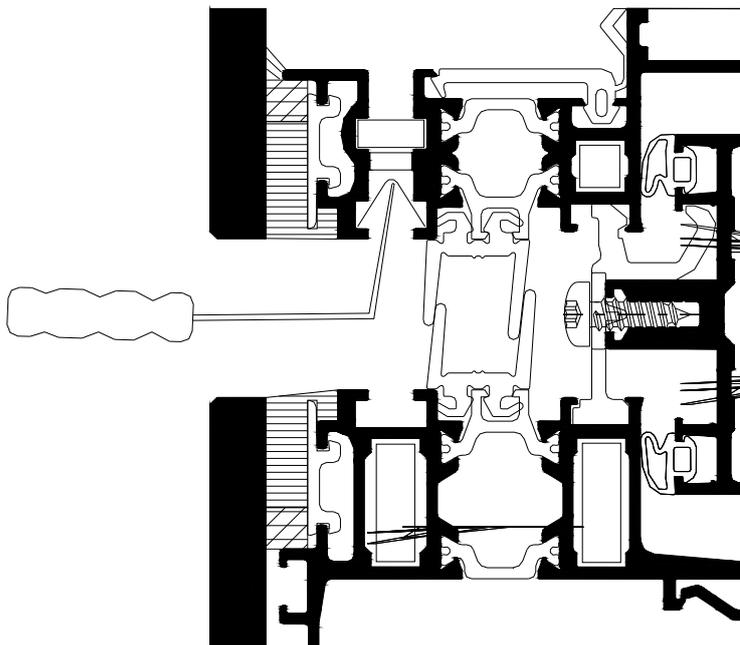
MONTAGE DU FILTRE

Découper le filtre à l'aide d'une cisaille à tôle.
Débit: entre les cales d'assise pour le VEC.
Sur toute la traverse pour le VEP ou entre
les vis du tendeur de câble.
Pinçer le filtre à une extrémité sur 10 mm.



A l'aide d'une spatule, appuyer au
centre du filtre à une extrémité
puis aller jusqu'à l'autre extrémité
Réouvrir le filtre si il est trop resserré,
puis étancher les extrémités.

Étancher au butyl (P0050)



REPLACEMENT DU FILTRE

A l'aide d'un tournevis déformé, plier le filtre sur toute sa longueur.
Rechercher l'extrémité déformée.
Positionner un nouveau filtre comme indiqué précédemment.

Figure 32 – Montage du filtre

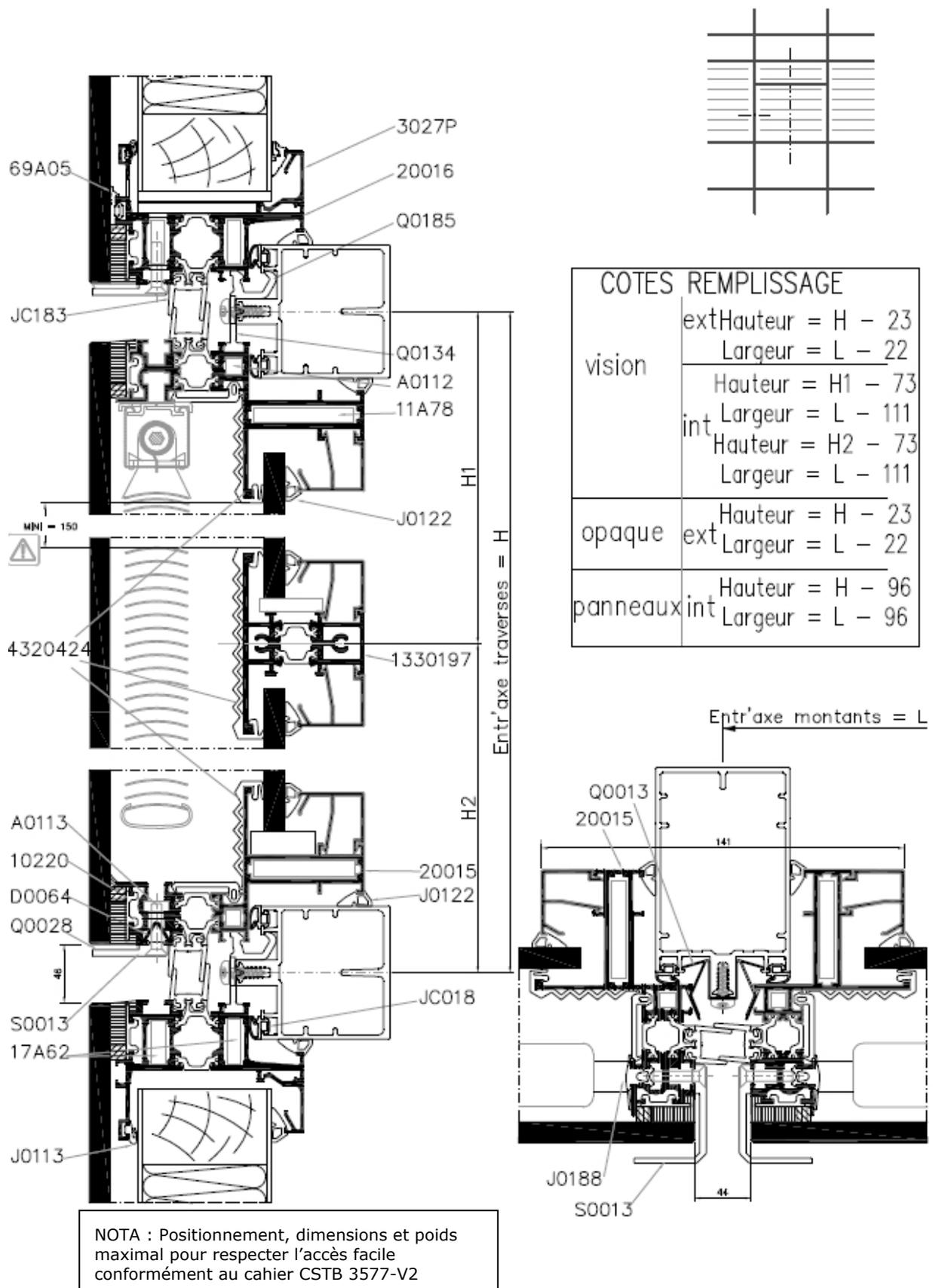


Figure 33 – coupe de principe de la trappe pour accès au store

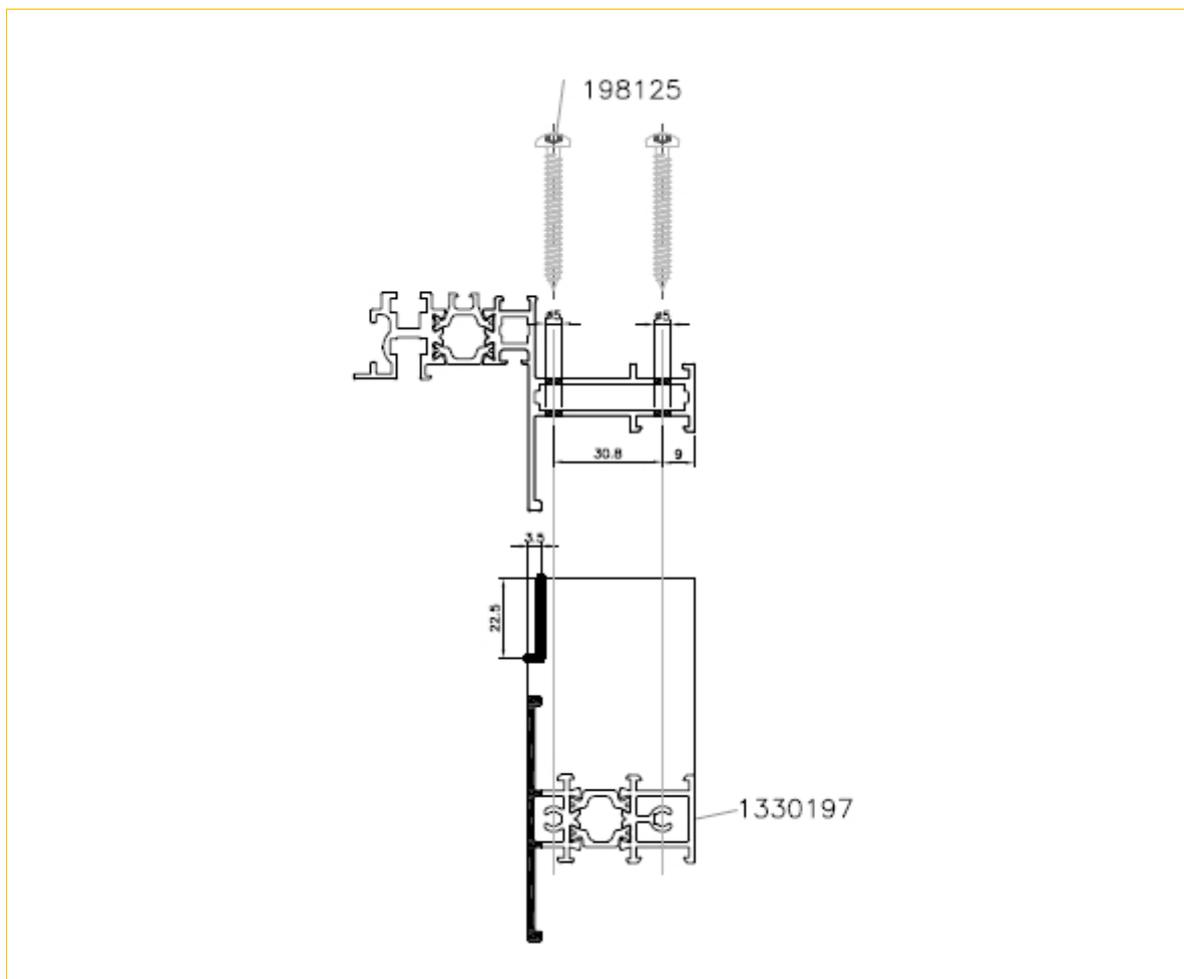


Figure 34 – Usinage et assemblage de la traverse pour trappe