

Avis Technique 2/10-1409

*Façade rideau
Curtain walling
Außenwand*

Façade F4

Titulaire : SAINT-GOBAIN ISOVER
18 avenue d'Alsace
FR-92096 Paris la Défense

Tél. : 0825 00 01 02
E-mail : isover.fr@saint-gobain.com
Internet : www.isover.fr

Distributeur : SAINT-GOBAIN ISOVER
18 avenue d'Alsace
FR-92096 Paris la Défense

Tél. : 0825 00 01 02
E-mail : isover.fr@saint-gobain.com
Internet : www.isover.fr

Commission chargée de formuler des Avis Techniques
(arrêté du 2 décembre 1969)

Groupe Spécialisé n° 2

Constructions, Façades et Cloisons Légères

Vu pour enregistrement le 14 mars 2012



Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Fax : 01 60 05 70 37 - Internet : www.cstb.fr

Le Groupe Spécialisé n° 2 "Constructions, Façades et Cloisons Légères" de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques, a examiné, le 8 juin 2010 et le 18 octobre 2011, le procédé Façade F4 présenté par la Société SAINT-GOBAIN ISOVER France. Il a formulé sur ce procédé l'Avis Technique ci-après. Cet Avis est formulé pour les utilisations en France européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Procédé constructif de façade verticale, constitué d'une ossature en profilés métalliques en tôle mince comportant :

- Coté extérieur : un procédé de bardage rapporté avec ses propres supports, devant une lame d'air ventilée et devant une membrane pare-pluie.
- Dans l'épaisseur des montants d'ossature, une couche de laine de verre, épaisseur 120 mm, du système ISOFAÇADE.
- Coté intérieur : un procédé de doublage du système ISOVER OPTIMA bénéficiant de l'Avis Technique 9/08-876 et comportant un isolant en laine de verre de la gamme ISOCONFORT, d'une membrane hygro-régulante VARIO KM DUPLEX UV sous Avis Technique 20/10-188 et 20+9/10-184 et deux plaques de plâtre PLACOPLATRE BA13 ou PLACOFLAM, fixées par des attaches en matériau composite du système OPTIMA 2.

Le procédé constructif s'adapte aux planchers béton avec structures primaires de type poteau-poutre ou poteau dalle en béton.

Le système intègre tous les éléments de la façade, de l'intérieur jusqu'au nu extérieur des poteaux acier. Il n'intègre pas le bardage rapporté extérieur et ses ossatures supports.

1.2 Identification

Les composants de la façade F4 sont identifiés conformément au § 4.3 du Dossier Technique.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Façades rideau verticales pour bâtiments d'habitation de 1^{ère}, 2^{ème}, 3^{ème} famille A et 3^{ème} famille B, neuf ou existant, et pour les bâtiments relevant du Code du Travail dont le dernier plancher haut accessible est à moins de 8 m du sol.

Les locaux visés du point de vue hygrothermiques sont les locaux de faibles et moyennes hygrométries.

Le procédé admet les types de bardages rapportés définis au § 2.20 du Dossier Technique. Les bardages de type XIII peuvent être mis en œuvre jusqu'au R+4 avec recoupement de la lame d'air tous les 2 niveaux, et avec pare-pluie F4 UV Façade selon le § 2.11 du Dossier Technique.

Les façades du système F4, ne sont prévues que pour des bâtiments situés à moins de 900 m d'altitude et le climat de montagne n'est pas visé.

2.2 Appréciation sur le procédé

2.2.1 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 remplissages est convenablement assurée dans les limites définies au Dossier Technique.

Pour l'ossature secondaire et en fonction des profilés F4 utilisés, les pressions normales ou de service sont les suivantes :

	U 120/60 x 2,5	U 120/60 x 3	U 120/60 x 4
Portée 2,5 m	1100 Pa	1100 Pa	1100 Pa
Portée 3 m	1020 Pa	1100 Pa	1100 Pa
Portée 3,5 m	700 Pa	990 Pa	1100 Pa

L'ossature secondaire est calculée pour une déformation maximale sous charge de 1/300, et avec un entraxe maximal de 600 mm.

Les platines F4 sont calculées en respectant leur résistance donnée au § 2.2 du Dossier Technique en fonction du poids propre du bardage rapporté, celui-ci ayant une masse surfacique inférieure à 53 kg/m² dans tous les cas (cf. § 2.20 du Dossier Technique).

Le procédé de bardage rapporté apporte au procédé sa propre limite de tenue à la dépression de vent. Il doit être conforme au § 2.20 du Dossier Technique.

Sécurité des usagers

Elle est assurée, dans les limites de compositions et de dimensions, par les ossatures et par les remplissages du système.

La résistance aux chocs extérieurs de performance est fonction du système de bardage ventilé mis en œuvre. Elle est la même que celle donnée dans les Avis Techniques ou Document Technique d'Application.

Sécurité en cas d'incendie

Le procédé permet de respecter la réglementation pour les habitations de 1^{ère}, 2^{ème}, 3^{ème} famille A et B, et pour les bâtiments relevant du Code du Travail dont le dernier plancher haut accessible est à moins de 8 m du sol.

Pour l'isolation par l'intérieur, le procédé permet de satisfaire à l'article 16 de l'Arrêté du 31 janvier 1986 et au Guide de l'isolation par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie, *Cahier du CSTB 3231*.

Les dispositions à respecter figurent au Dossier Technique. En particulier pour les bâtiments de 3^{ème} famille A et B, elles concernent la mise en œuvre, le choix des plaques de plâtre et le choix du parement extérieur et le traitement des baies.

Sécurité en cas de séisme

Le domaine d'emploi de la façade F4 est limité à la zone de sismicité 1 pour les bâtiments de catégories d'importance I, II, III et IV et zone 2 pour les bâtiments de catégories d'importance I et II, selon les arrêtés des 22 octobre 2010 et 19 juillet 2011.

Sécurité des intervenants

La mise en œuvre des éléments de façade légère opaque ou comportant des menuiseries relève des techniques usuelles.

Isolation thermique

Le procédé est susceptible de respecter les exigences minimales fixées par la Réglementation Thermique en vigueur pour les bâtiments à usage d'habitation.

Ces exigences concernent aussi bien la thermique d'hiver que la thermique d'été, elles s'expriment sous forme de valeurs maximales admissibles du coefficient de transmission surfacique, U, et du facteur solaire S.

La détermination du coefficient de transmission surfacique doit être réalisée avec la prise en compte du coefficient de transmission surfacique, U_p, des murs de doublage, qui intègre le coefficient de transmission surfacique en partie courante, U_c, et de l'estimation des valeurs de ponts thermiques.

Les valeurs U_p sont déterminées à l'aide des tableaux joints au Dossier Technique.

Les valeurs de ponts thermiques intégrés figurent au Dossier Technique, ainsi que les valeurs de ponts thermiques de liaisons.

Isolation acoustique

Les bâtiments doivent satisfaire aux exigences d'isolement acoustique, notamment celles de la réglementation acoustique fixée par l'Arrêté du 30 juin 1999. Celle-ci donne des niveaux d'exigences réglementaires concernant l'isolement de façade (en tenant compte des zones de bruit), l'isolement aux bruits aériens entre deux logements, l'isolement aux bruits d'impact entre deux logements et le niveau d'absorption dans les zones de circulation.

Des exemples de performances acoustiques permettant de regarder la conformité aux différentes exigences acoustiques réglementaires relatives à la façade sont donnés dans le Dossier Technique.

Étanchéité à l'air et à l'eau

L'étanchéité à l'air et à l'eau peut être assurée dans le domaine d'emploi accepté.

L'étanchéité nécessite des soins particuliers lors de la mise en œuvre du pare pluie et de la membrane étanche à l'air notamment en ce qui concerne les raccordements des lés entre eux et avec les menuiseries. Il convient d'utiliser les constituants décrits dans le Dossier Technique, notamment l'adhésif et le mastic prévus pour le jointoiement de la membrane Vario KM Duplex coté intérieur et le pare-pluie coté extérieur.

Finition aspect

Les plaques de plâtre PLACOPLATRE utilisées dans le système d'habillage ISOVER OPTIMA constituant du système FACADE F4 sont aptes à recevoir les finitions usuelles.

Suspension des objets

La paroi intérieure permet la suspension des équipements normaux dans les conditions prévues au domaine d'emploi accepté de l'Avis Technique du système Optima.

Condensation

A certaines périodes de l'année, on ne peut pas exclure le risque de condensation superficielle sur le précadre métallique des fenêtres.

2.22 Durabilité – Entretien

Compte tenu de la protection constituée par un bardage rapporté qui reçoit les profilés d'ossature, sous réserve d'un usage normal des bâtiments d'habitation, la durabilité d'ensemble des façades de ces bâtiments, peut être considérée comme satisfaisante.

Le choix des bardages extérieurs doit tenir compte de leur exposition aux chocs extérieurs le cas échéant (cf. Avis Technique ou Document Technique d'Application).

L'entretien extérieur des façades est donné dans les Avis Techniques ou Documents Techniques d'Application.

2.23 Fabrication

La fabrication des composants est définie au paragraphe 4 du Dossier Technique.

2.24 Mise en œuvre

Elle nécessite du soin et doit être réalisée conformément au Dossier Technique. La coordination des différentes interventions doit être planifiée par la maîtrise d'œuvre.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.31 Conditions de conception

Pour chaque projet, le dimensionnement et les vérifications de calcul de stabilité doivent être effectués par le bureau d'études Façade selon les règles en vigueur en limitant les déformations, selon les critères définis suivant le NF DTU 33.1 et le Dossier Technique.

Ce bureau d'études Façade doit également définir, au cas par cas, le choix et le nombre des éléments d'assemblage de l'ensemble des constituants ainsi que leur ancrage au gros œuvre, suivant les charges prévues.

Le système d'habillage ISOVER OPTIMA pour les parois verticales sera réalisé conformément à la norme NF DTU 25.41 P1-1 (§ 5.2.2 et annexe D) et l'Avis Technique du doublage OPTIMA.

Les solutions d'étanchéité à l'air aux points singuliers sont définies d'après celles du Dossier Technique du présent Avis.

Les DPM indiquent si une grille anti-intrusion est nécessaire (cf. § 5.1-étape 3 du DT).

2.32 Conditions d'emploi

Le domaine d'emploi prévu sera strictement respecté.

• Plaques de parement en plâtre

Les plaques de parement en plâtre sont celles définies au § 2.14 du Dossier Technique.

En parois de locaux classés «EB + privatifs» au sens du document «Classement des locaux en fonction de l'exposition à l'humidité des parois» (*Cahier du CSTB 3567*), l'entreprise devra utiliser, conformément aux dispositions prises dans la norme NF DTU 25.41 P1-1, des plaques hydrofugées de types H1 et traiter le pied de doublage par la mise en place d'un joint souple (de 5 à 10 mm d'épaisseur) sur la périphérie du local concerné.

• Système de traitement des joints entre plaques de plâtre

Les enduits utilisés pour le traitement des joints font l'objet d'un certificat CSTBat, valide à la date d'utilisation.

• Isolant

Les isolants sont certifiés ACERMI.

• Pare-pluie

Les pare-pluie sont décrits au Dossier Technique.

• Bardage rapporté

Les bardages rapportés sont ceux définis au Dossier Technique.

• Menuiserie

Les menuiseries extérieures intégrées dans le système FACADE F4, doivent être conformes aux NF DTU les concernant, et notamment les normes NF P 20-302 et NF P 20-501.

Les types de menuiseries utilisables dans le système Façade F4, sont les ouvertures à la française, simple vantail et double vantaux,

oscillo-battant, tombant intérieur, de dimensions maximales L : 1,80m et H : 1,40 m (entraxes).

• Profilé F4 en acier S390GD

Cette nuance en peut être utilisée que si l'ETN SOCOTEC est valide.

2.33 Conditions de mise en œuvre

• La société SAINT GOBAIN ISOVER France devra assurer une assistance technique auprès des entreprises de pose (à leur demande).

• La mise en œuvre de l'habillage intérieur sera réalisée en respectant les prescriptions de la norme NF DTU 25.41 P1-1.

• La pose du pare-pluie extérieur, sera réalisée à l'avancement de la pose de l'isolation extérieure.

• Les ouvrages de bardage et doublage devront être exécutés conformément aux documents normatifs Avis Techniques ou Documents Techniques d'Application dont ils relèvent.

• Les fenêtres devront être conformes aux normes, aux Avis Technique, ou aux Documents Techniques d'Application dont elles relèvent. Elles devront bénéficier d'un classement selon la méthode A du fascicule de documentation FD P 20-301.

• Quand elles sont situées en dessous de 1m du sol fini intérieur, les menuiseries doivent assurer la sécurité aux chutes des personnes :

- Soit par un remplissage conforme à la norme P 08-302.

- Soit par un garde-corps rapporté conforme à la norme NF P 01-012 et ayant satisfait aux essais de la norme NF P 01-013.

• La façade doit être équipée de liaisons équipotentielles, conformément aux normes NF EN 13830 et NF C 15 100.

• Les profilés ou tôles métalliques, devront être protégés contre la corrosion selon l'atmosphère conformément aux prescriptions de la norme NF P 24-351.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé Façade F4 dans le domaine d'emploi accepté, est appréciée favorablement.

Validité

Jusqu'au 31 octobre 2014.

Pour le Groupe Spécialisé n° 2
Le Président
M. KRIMM

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Le procédé de Façade F4 est le premier procédé de ce type à être examiné en Groupe Spécialisé n° 2. Ce procédé ne dispose pas d'antériorité significative et la présente évaluation est réalisée principalement au vu des résultats expérimentaux et après essais de fatigue du système.

Le Dossier Technique n'envisage pas d'acrotères autres que ceux en béton armé.

La performance de la grille anti-intrusion mentionnée au § 5.1-étape 3 du Dossier Technique n'a pas été évaluée vis-à-vis de ce pour quoi elle a été envisagée par le titulaire du procédé.

Il appartient à la Société ISOVER de définir au cas par cas les bardages rapportés compatibles avec la Façade F4 conformément au § 2.20 du Dossier Technique.

La mise en œuvre du pare-pluie nécessite un soin particulier, notamment aux points singuliers (cf. Dossier Technique).

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 2
M. COSSAVELLA

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe

1.1 Définition

Système de façade verticale, avec ossature secondaire en profilés minces en tôle d'acier formé, destiné à la réalisation de façades de bâtiments d'habitation individuelle ou collective, immeubles de bureaux, neuf ou existant.

Le procédé consiste à réaliser une ossature secondaire métallique à base de profilés en acier galvanisé, assemblés et liaisonnés, destinée à recevoir le support d'un parement extérieur de type bardage ventilé et intègre un doublage intérieur, y compris le complément d'isolation thermique. Le système va du parement intérieur jusqu'au support de parement extérieur de la façade. Il est adapté à un module de hauteur d'étage jusqu'à 3,500 m.

Le procédé est prévu pour être mis en œuvre sur des bâtiments dont l'ossature primaire, qui assure la stabilité générale de la construction, est réalisée avec une structure porteuse poteaux sur dalles ou poteaux sur poutres avec plancher en béton.

1.2 Description succincte

Le système se compose en partie courante, depuis le support de parement extérieur jusqu'au parement intérieur :

- De «profilés d'interface bardage» métalliques en forme de Z ou oméga, positionnés verticalement, servant d'interface au système de bardage rapporté et ménageant une lame d'air de 20 mm minimum entre le système de bardage rapporté et le système de façade F4.
- D'un «pare pluie F4» déroulé verticalement. Les recouvrements de lés sont réalisés au droit des montants «profilé F4» par pincement avec les «profilés d'interface bardage».
- De montants verticaux métalliques en forme de U «profilés F4», dont la longueur est limitée à une hauteur d'étage, fixés sur nez de dalle par les «platinas F4». «Les profilés F4» servent entre autre à supporter des traverses en U de même type que les profilés F4. Les traverses sont posées horizontalement permettant ainsi de réaliser les chevêtres des menuiseries.
- Les platinas F4 et leurs performances sont données au § 2.2, et celles des profilés F4 au § 2.1.
- D'un isolant ISOFACADE, d'épaisseur 120 mm, en laine de verre fabriquée par la société Saint-Gobain ISOVER mis en œuvre entre les profilés F4 en U verticaux. L'isolant est également maintenu par une patte de fixation Maxi PB Fix, fixée mécaniquement sur les dalles.
- De menuiseries mises en œuvre soit en applique (nu intérieur), soit en tunnel. Les menuiseries au nu extérieur sont exclues.
- D'un doublage intérieur en système d'habillage ISOVER OPTIMA bénéficiant de l'Avis Technique 9/08-876 constitué :
 - d'éléments d'ossatures métalliques, fourrures, lisses et éclisses,
 - d'appuis Optima₂ en matériau composite,
 - d'un isolant en laine de verre de la gamme ISOCONFORT fabriqué par la société Saint-Gobain ISOVER ; cet isolant peut-être disposé en simple ou double couche,
 - d'une membrane hygro-régulante VARIO KM DUPLEX UV bénéficiant des Avis Techniques 20/10-188 et 20+9/10-184,
 - de deux plaques de plâtre Placoplatre BA 13 ou Placoflam BA 13 d'épaisseur 12,5 mm fabriquées par la société Placoplatre.

La **figure 1** présente la partie courante de la façade F4 en coupe horizontale.

La **figure 2** présente la partie courante de la façade F4 en coupe verticale.

La **figure 3** présente un détail de la coupe verticale au niveau du nez de dalle.

2. Matériaux, produits et composants

Les éléments du système F4 sont fournis par la société Saint-Gobain Isover, à l'exception des éléments des systèmes relatifs aux plaques de plâtre qui sont fournis par la société Placoplatre et de l'écran Tyvek Toiture 60 et Tyvek UV Façade, fourni par la société Dupont de Nemours et de l'écran Tyvek VPX fourni par la Société SIPLAST.

2.1 Profilés d'ossature secondaire F4

Ces profilés de longueur maximale 3,5 m sont réalisés en acier S390GD sous Enquête Technique Socotec ou S350GD conformes à la norme NF EN 10346, en forme de U, de hauteur d'âme 120 mm, hauteur d'aile 60 mm et d'épaisseur 2,5 mm à 4 mm.

Ils sont fabriqués par profilage à froid en continu sur stations à galets de feuillards refendus.

Ils sont traités contre la corrosion avec une protection minimale Z 275.

Ces profilés sont fabriqués par la société SADEF.

Avec ces profilés sont réalisés :

- l'ossature principale de la façade F4 (c'est à dire l'ossature secondaire vis-à-vis du bâtiment),
- des traverses.

L'assemblage des traverses sur les montants permet de réaliser les chevêtres qui viendront accueillir les menuiseries.

Le profilé U 120 x 60 x 2,5 mm a un moment d'inertie efficace de 104,24 cm⁴. Sa section est représentée en figure 6.

Le profilé U 120 x 60 x 3 mm a un moment d'inertie efficace de 130,07 cm⁴. Sa section est représentée en figure 7.

Le profilé U 120 x 60 x 4 mm a un moment d'inertie efficace de 182,75 cm⁴. Sa section est représentée en figure 8.

Les profilés sont pré-percés de trous oblongs 9 x 25 (cf. fig. 9) en partie basse (point glissant) et de trou circulaire de diamètre 9 mm en partie haute.

Lorsque les profilés F4 sont interrompus par des traverses formant chevêtre (contexte des profilés F4 support de chevêtre présenté en figure 10), ils ont une extrémité représentée en figure 11.

Le tableau ci-dessous donne les pressions normales (NV 65 modifiées) ou de service (NF EN 1991-1-4) admissible en fonction de l'entraxe de dalle et du profilé F4 utilisé :

	U 120/60 x 2,5	U 120/60 x 3	U 120/60 x 4
Portée 2,5 m	1100 Pa	1100 Pa	1100 Pa
Portée 3 m	1020 Pa	1100 Pa	1100 Pa
Portée 3,5 m	700 Pa	990 Pa	1100 Pa

Des montants d'une autre épaisseur, mais toujours supérieure à 2,5 mm, peuvent être mis en œuvre avec justification de leur dimensionnement, selon la NF DTU 33.1.

Ils sont dimensionnés en considérant une flèche de 1/300 à l'état limite de service, ou charge non pondérée.

2.2 Platine F4

Les platinas F4 sont les pattes de fixation des profilés F4 à la structure béton.

Elles sont en acier S235, en forme de T, de dimensions 233 x 125 x 122, d'épaisseur 5 mm.

Elles sont traitées contre la corrosion avec une protection Z 275.

Côté structure porteuse, les platinas F4 sont pré-percées de deux trous de forme oblongue de dimension 18 x 9.

Côté profilé F4 les platinas sont pré-percées de 4 trous :

- En partie supérieure (point glissant), de deux trous de forme oblongue 9 x 18 et 45 x 12.
- En partie inférieure (point fixe), un trou circulaire de diamètre 9 mm et un trou de forme oblongue 45 x 9.
- Les platinas F4 sont fabriquées par la société Etanco.
- La platine F4 est représentée en figure 4.
- La résistance de la platine F4 est validée pour des charges admissibles (non pondérées) horizontales dues au vent (selon la NF DTU 33.1) et verticales vers le bas dues au poids des éléments sont :
 - Horizontales= 230 daN.
 - Verticales= 90 daN.
- Le déplacement maximal vertical sous combinaisons de charges non pondérée est de 1 mm.

2.3 Ensemble de fixation d'angle F4

L'ensemble de fixation d'angle F4 permet d'assurer la fixation des profilés F4 à la structure dans le cas d'un angle sortant du bâtiment.

Cet ensemble est représenté en figure 5. Il est constitué d'une platine d'angle F4 et d'une équerre d'angle F4 de même nature que les platines F4 et d'épaisseur 5 mm.

2.4 Chevêtre autoconnect F4

Les chevêtres sont réalisés à l'aide de chevêtre autoconnect F4 qui ont des fixations intégrées permettant de se fixer aux profilés F4 supports de chevêtres (cf. fig. 13, 14 et 15).

2.5 Profil d'interface au bardage

Ces profilés sont en acier S220 GD, d'épaisseur 1,5 mm en forme de Z (dimensions 40/20/40) ou d'Oméga (dimensions de 35/20/35).

Ils sont conformes à la norme NF EN 10346 et traités contre la corrosion en fonction de l'atmosphère d'exposition conformément au *Cahier du CSTB 3194* avec au moins une protection minimale Z 450.

Ces profilés sont fabriqués par la société SADEF.

Les profils d'interface au bardage sont représentés en figure 15.

2.6 Eléments d'ossature métallique pour le doublage intérieur Optima

Ces éléments sont décrits dans l'avis technique 9/08-876 «système d'habillage ISOVER OPTIMA». Ils comprennent :

- Les fourrures métalliques fournies par Saint-Gobain Isover sous la marque OPTIMA 240 ou les fourrures Stil F530 (C/18/45/18) de la société Placoplatre
- Les lisses hautes et basses, Clip'Optima asymétrique de largeur (au sol) comprise entre 16,5 mm à 20 mm, d'une hauteur de 15 mm (petit côté) et 25 mm (grand côté).
- Les pièces de raccord entre les fourrures verticales côté intérieur et la fourrure horizontale, nommés appuis Optima₂, composées d'un appui (entretoise) à clipser et d'une clef en matériau composite.
- Les éclisses Optima 30 et Optima 50.

Les éléments d'ossature métalliques fourrures et lisses sont conformes à la norme NF EN 14195, comportent le marquage CE et répondent aux spécifications définies dans la norme NF DTU 25.41.

La protection contre la corrosion est assurée par galvanisation à chaud conformément à la norme NF EN 10346. Un autre mode de protection peut être utilisé à condition qu'il soit de performance égale ou supérieure (exemple : ETDM ALUZINC).

Les éléments du système Optima sont présentés en figure 16.

2.8 Pièce de renfort d'angle

Dans le cas du traitement d'un angle rentrant du bâtiment, cette pièce de renfort d'angle permet le prolongement des fixations des fourrures horizontales du système Optima.

Ces pièces sont en acier galvanisé, de hauteur 100 mm, d'épaisseur 4 mm.

Elles sont traitées contre la corrosion avec une protection Z 275 ou de performance supérieure.

La pièce de renfort d'angle est représentée en figure 17.

2.9 Isolants laine de verre

Isolants entre les profilés F4

Ces isolants sont les produits en laine de verre Isofaçade 35 ou Isofaçade 32 d'épaisseur 120 mm, surfacés voile de verre.

Ils font l'objet du marquage CE conformément à la norme NF EN 13 162 et des certificats ACERMI n° 08/018/542, 03/018/324, 08/018/544 et 02/018/106.

Leur conductivité thermique certifiée varie suivant le type de primitif : de 0,032 à 0,035 W/(m.K). Les résistances thermiques en fonction du produit sont données dans le tableau ci-dessous :

Référence commerciale	Certificat ACERMI n°	Resistance thermique en m ² .K/W
ISOFAÇADE 35 120 mm	08/018/542 03/018/324	3,40
ISOFAÇADE 32 120 mm	08/018/544 02/018/106	3,75

Les produits sont par ailleurs certifiés :

- semi-rigide,
- WS,
- Euroclasse A1.

Isolant en doublage intérieur Optima

Cet isolant est le produit en laine de verre ISOCONFORT 32 de conductivité thermique certifiée 0,032 W/(m.K).

Il fait l'objet du marquage CE conformément à la norme NF EN 13 162 et du certificat ACERMI n° 05/018/384.

Le tableau ci-dessous donne les résistances thermiques en fonction de l'épaisseur du produit.

Référence commerciale	Certificat ACERMI n°	Epaisseur en mm	Resistance thermique en m ² .K/W
ISOCONFORT 32	05/018/384	60	1,85
		80	2,50
		100	3,10

Le produit est par ailleurs certifié semi-rigide, WS, Euroclasse A2, s1-d0.

Il peut être utilisé en simple ou double couche.

2.10 Fixation des isolants ISOFAÇADE

Les isolants ISOFAÇADE sont fixés en nez de dalle par la fixation Maxi PB Fix qui est une patte métallique en acier DX51D, galvanisé Z275, emboutie et pré-percée, pliable sans outil.

La fixation Maxi PB Fix est représentée en figure 18.

2.11 Membrane pare-pluie F4

Trois membranes en position de pare-pluie peuvent être utilisées selon le tableau ci-dessous :

Ecran	Type de bardage (selon Cahier du CSTB 1833)
Ecran Tyvek F4	Type XIV
Ecran Intégra	Type XIV
Ecran F4 UV Façade	Type XIII ou XIV

Ecran Tyvek F4 (Tyvek Toiture 60 ou Tyvek VPX)

Il s'agit d'un écran de sous-toiture hautement perméable à la vapeur d'eau constitué d'une feuille non tissée de fibres de polyéthylène thermoliées contrecollée sur un non-tissé de polypropylène. Sa masse surfacique est de 130 g/m².

Le produit fait l'objet du marquage CE conformément à l'EN 13859-1.

Ses propriétés sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Caractéristiques	Méthode d'essais	U	Valeur		Valeur après UV 336 h et exposition à la chaleur	
			L	T	L	T
Résistance à la pénétration d'eau	EN 1928	-	W1		W1	
Propriétés en traction	EN 12311-1 et selon EN 13859-1	N/50 mm	345	290	310	261
			L	T	L	T
Allongement	EN 12311-1 et selon EN 13859-1	%	14	20	12	17
			L	T	L	T
Résistance à la déchirure au clou	EN 12310-1	N	180	185	-	-
Résistance à la transmission de la vapeur d'eau (Sd)	EN 1931	m	0,03		-	
Euroclasse	EN 13501-1	-	E		-	

L'écran Tyvek F4 est fourni sous la marque Tyvek Toiture 60 par la Société Dupont de Nemours et sous la marque Tyvek VPX par la Société SIPLAST.

Pour la réalisation des jonctions entre éléments d'écran Tyvek F4, l'adhésif Vario Multitape est utilisé.

Pour la réalisation des collages et des cordons d'étanchéité entre écran Tyvek F4 et précadre de menuiserie ou sur le chevêtre, le mastic DuPontTM Universal Sealant de la Société Dupont de Nemours est utilisé.

Ces écrans Tyvek sont conditionnés sous forme de rouleau de largeur 1,5 m.

Ces écrans Tyvek sont fabriqués par la société Dupont de Nemours.

Ecran Intégra

L'Ecran Intégra est un écran de sous-toiture hautement perméable à la vapeur d'eau.

C'est une feuille souple constituée de trois couches laminées, un film de polypropylène perméable à la vapeur d'eau en son milieu et deux non-tissés de polypropylène. Sa masse surfacique est de 165 g/m². Le produit fait l'objet du marquage CE conformément à l'EN 13859-1. Ses propriétés sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Caractéristiques	Méthode d'essais	U	Valeur		Valeur après UV 336 h et exposition à la chaleur	
			L	T	L	T
Résistance à la pénétration d'eau	EN 1928	-	W1		W1	
Propriétés en traction	EN 12311-1 et selon EN 13859-1	N/50 mm	330	205	270	185
Allongement	EN 12311-1 et selon EN 13859-1	%	45	50	34	35
Résistance à la déchirure au clou	EN 12310-1	N	275	373	-	-
Résistance à la transmission de la vapeur d'eau (Sd)	EN 1931	m	0,05		-	
Euroclasse	EN 13501-1	-	E		-	

Pour la réalisation des collages et des cordons d'étanchéité entre écran Intégra et précadre de menuiserie ou le chevêtre, le mastic Bowcraft USK 815 de la Société Bowcraft est utilisé.

L'écran Intégra est conditionné sous forme de rouleau de largeur 1,5 m.

L'écran Intégra est fabriqué par un sous-traitant de la société Saint-Gobain Isover et distribué par la société Saint-Gobain Isover.

Ecran F4 UV Façade (Isover UV façade ou Tyvek UV Façade)

Il s'agit d'un écran souple pour murs extérieurs hautement perméable à la vapeur d'eau constitué d'une feuille non tissée de fibres de polyéthylène thermolées contrecollée sur un non-tissé de polypropylène. Sa masse surfacique est de 195 g/m².

Le produit fait l'objet du marquage CE conformément à l'EN 13859-2.

Ses propriétés sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Caractéristiques	Méthode d'essais	U	Valeur		Valeur après UV 5000 h et exposition à la chaleur	
			L	T	L	T
Résistance à la pénétration d'eau	EN 1928	-	W1		W1	
Propriétés en traction	EN 12311-1 et selon EN 13859-1	N/50 mm	410	340	369	306
Allongement	EN 12311-1 et selon EN 13859-1	%	14	19	11	15
Résistance à la déchirure au clou	EN 12310-1	N	300	340	-	-
Résistance à la transmission de la vapeur d'eau (Sd)	EN 1931	m	0,04		-	
Euroclasse	EN 13501-1	-	E		-	

L'écran F4 UV Façade est fourni sous la marque Isover UV Façade par la Société Saint-Gobain Isover ou sous la marque Tyvek UV Façade par la Société Dupont de Nemours.

Pour la réalisation des jonctions entre éléments d'écran F4 UV Façade, l'adhésif Isover Extratape est utilisé.

Pour la réalisation des collages et des cordons d'étanchéité entre écran F4 UV Façade et précadre de menuiserie ou sur le chevêtre, le mastic DuPont™ Universal Sealant de la société Dupont de Nemours est utilisé.

L'écran F4 UV Façade est conditionné sous forme de rouleau de largeur 1,5 m ou 3 m.

L'écran F4 UV Façade est fabriqué par la société Dupont de Nemours.

2.12 Membrane d'étanchéité à l'air pare-vapeur hygro-régulant VARIO KM DUPLEX UV

La membrane Vario KM Duplex UV est constituée d'un film de polyamide contrecollé à un voile non tissé de polypropylène. Sa masse surfacique est de 80 g/m².

Le produit fait l'objet du marquage CE conformément à la norme NF EN 13984. Cette membrane est utilisée et décrite dans les Avis Technique 20/10-188 et 20+9/10-184, relatifs au procédé Vario.

Ses propriétés sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Caractéristiques	Méthode d'essais	U	Valeur	
			L	T
Propriétés en traction	EN 12311-1 et selon EN 13859-1	N/50 mm	125	115
Allongement	EN 12311-1 et selon EN 13859-1	%	60	55
Résistance à la déchirure au clou	EN 12310-1	N	50	50
Résistance à la transmission de la vapeur d'eau (Sd)	EN 1931	m	Variable Voir ci-dessous	
Euroclasse	EN 13501-1	-	D	

Le tableau ci-dessous donne la résistance à la transmission de la vapeur d'eau de la membrane Vario KM Duplex UV en fonction du taux d'humidité.

HR%	20 à 60	60 à 85
Perméance (kg/m ² .s.Pa)	0,35.10 ⁻¹⁰ à 2,38.10 ⁻¹⁰	2,38.10 ⁻¹⁰ à 7,92.10 ⁻¹⁰
Sd (m)	5,28 à 0,77	0,77 à 0,23

La membrane Vario KM Duplex UV est conditionnée sous forme de rouleau de largeur 1,5 m.

La membrane Vario KM Duplex UV est fabriquée par un sous-traitant de la société Saint-Gobain Isover et distribué par la société Saint-Gobain Isover.

2.13 Eléments du système d'étanchéité à l'air Vario

- Vario KB1 : ruban adhésif simple face de largeur 6 cm pour le jointement des lés.
- Vario MultiTape et Isover Extratape : ruban adhésif pour fixation autour des perforations importantes (conduits, trémies ...), peut servir aussi pour le jointement des lés).
- Vario DS : joint mastic extrudé de type acrylique en cartouche.
- Vario Passelec : œillet adhésif pelable perforé d'un trou de 12 mm de diamètre pour passage de câble avec étanchéité à l'air.
- Les caractéristiques et spécifications sont indiquées dans les Documents Technique d'Application du Groupe Spécialisé n°20, cités au § 2.12.

Ces éléments sont fabriqués par différents sous-traitants de la société Saint-Gobain Isover et distribués par la Société Saint-Gobain Isover.

- Adhésif double face standard pour positionnement de la membrane Vario KM Duplex UV avant fixation mécanique.

2.14 Plaques de plâtre

Les plaques de plâtre Placoplatre® BA13 ou Placoflam® BA13 utilisées dans la façade F4 sont fabriquées et distribuées par la société Placoplatre. Ces plaques sont conformes à la norme NF EN 520 et aux spécifications complémentaires définies dans la norme NF DTU 25.41 P1-2 (CGM).

Ces plaques font l'objet d'un certificat «NF plaques de plâtre».

Leur épaisseur est de 12,5 mm.

2.15 Produits de traitement des joints des plaques de plâtre

Systèmes de traitement des joints entre plaques de parement en plâtre à bords amincis (enduit associé à une bande à joints). Les enduits, de type Placojoint® SN, GDX, PR 2, PR4 ou PR6, de la société Placoplatre sont conformes à la norme NF EN 13963 aux spécifications complémentaires définies dans la norme NF DTU 25.41 P1-2 (CGM).

Les systèmes de traitements des joints font l'objet d'une certification qui est matérialisée par la marque CSTBat «enduits de traitement des joints entre plaques de plâtre». Cette marque atteste de la conformité des enduits aux spécifications complémentaires de la norme NF DTU 25.41 P 1-2 (CGM).

2.16 Pièce de protection feu

Il s'agit d'une pièce de bois de classe d'emploi biologique 2 d'épaisseur minimale 25 mm ou de Glasroc F, plaque de plâtre A1 armée de fibre de verre) d'épaisseur minimale 15 mm conforme à la NF EN 520. Elle est mise en place en pourtour de menuiserie dans le cas des bâtiments de 3ème famille A et B au sens de la réglementation relative à la sécurité incendie.

2.17 Bavette de recouvrement feu

Il s'agit d'une bavette en tôle d'acier galvanisé, conforme à la norme P 34-310, d'épaisseur 75/100^{ème} ou prélaqué selon XP P 34-301.

Lorsque cela est nécessaire (bâtiment de 3^{ème} famille A et B au sens de la réglementation relative à la sécurité incendie), cette bavette est mise en place tous les deux niveaux et positionnée entre les profilés F4 verticaux.

Elle peut être fixée au moins tous les mètres au nez de dalle par des éléments métalliques, par vissage ou chevillage.

Dans ce cas, le diamètre de la tête de la vis ou du clou de fixation doit être au moins 2,5 fois plus important que le diamètre du corps de la vis ou du clou (par exemple tête de diamètre au moins 10 mm pour un corps de 4 mm), ou une rondelle doit être mise en place telle que son diamètre extérieur soit au moins 2,5 fois plus important que le diamètre du corps de fixation.

La bavette peut également être fixée d'un côté sur le profilé F4, de l'autre sur le profilé F4 ou la platine F4.

Dans ce cas, ces fixations sont réalisées par l'intermédiaire d'une équerre en acier, d'épaisseur minimale 15/10^{ème} et de largeur minimale 25 mm. Les fixations de la bavette à l'équerre et de l'équerre aux profilés F4 ou à la platine sont réalisées par deux vis métalliques (quatre au total), par exemple des vis autoperceuses.

2.18 Bavette de recouvrement lame d'air

Bavette en tôle d'acier, galvanisé conforme à la norme P 34-310 d'épaisseur 75/100^{ème}, ou en aluminium.

Cette bavette est mise en place tous les deux niveaux dans le cas de bardage de type XIII au sens du *Cahier du CSTB 1833* et si il n'y a pas de mise en place de bavette de recouvrement feu.

2.19 Visserie et éléments de fixations

Fixation des platines F4 sur le gros œuvre

Il appartient à l'entreprise de vérifier la nature de l'organe de fixation à utiliser en fonction du site d'implantation du bâtiment, du support des charges climatiques et du poids propre du bardage rapporté.

De plus il conviendra de respecter la distance minimale définie par le fournisseur de la fixation entre l'axe de la cheville et l'extrémité de la dalle ou de la poutre.

Fixation des profilés F4 sur les platines F4

Vis à métaux FT TH13 InA2 8*40 et écrous ECROU HU InA2 M8 Pas 125 S/plat. 13 mm de chez Etanco.

Fixation des profils d'interface bardage aux profils F4

Vis autoperceuse Drillnox 6 TH8 5,5x26 + rondelle VI 16 de chez Etanco (cf. fig. 19). La résistance de cette vis est P_k 235 daN suivant la norme NF P 30-310.

Fixation de la laine au nez de dalle avec le Maxi PB Fix

Pièce en acier galvanisée représentée en figure 18.

Le Maxi PB Fix est fixé au nez de dalle au moyen de clou béton ou par pistocellement.

Fixation pièce de protection feu

Vis Wingteks de longueur 35 mm représentée en figure 20.

Autres fixations

Elles sont repérées sur les plans en annexe.

2.20 Eléments rapportés

Menuiserie

Menuiserie bois, PVC ou aluminium faisant l'objet d'une certification Acotherm.

Les types de menuiseries utilisables dans le système Façade F4, sont les ouvertures à la française, simple vantail et double vantaux, oscillo-battant, tombant intérieur, de dimensions maximales L : 1,80m et H : 1,40m (entraxes).

La masse surfacique de la menuiserie n'excèdera pas 53 kg/m²

La bavette recouvrant totalement l'appui a une pente minimale de 3% et est étanchée en extrémité sur les relevés d'extrémité.

Dans le cas de la pose d'une menuiserie en applique (nu intérieur), le précadre est à dimensionner en fonction des efforts menuiserie.

Les menuiseries extérieures intégrées dans le système FACADE F4, doivent être conformes aux NF DTU les concernant, et respecter notamment les réglementations concernant la prévention des chutes, suivant le cas, les normes NF P 01-012 et NF P 01-013, ou la norme P 08-302, les calfeutremments périphériques et les dimensions et position du rejet d'eau.

Les pièces périphérique de calage de la menuiserie, sont réalisées en bois, de classe d'emploi 2 au sens de la norme NF EN 335-2. La forme de cette pièce de bois est adaptée à la géométrie des profilés de dormant des menuiseries.

Bardages rapportés

Les bardages rapportés utilisable sur la façade F4 ont :

- un Avis Technique, ou un Document Technique d'Application, avec ossature métallique sur support en maçonnerie ou béton.
- un domaine d'emploi pour bardage de type XIV,
- un domaine d'emploi pour bardage de type XIII, pour une mise en œuvre jusqu'à R+4 au maximum et si la lame d'air est recoupée tous les 2 niveaux,
- un parement de masse surfacique maximale de 53 kg/m² (incluant l'ossature),
- un parement de hauteur maximale de 2200 mm sauf justification d'une déformation du parement inférieure à 6,75 mm compte tenu de la déformation des profilés d'ossature secondaire F4,
- des largeurs d'appui de 35 mm (cas des profilés intermédiaires oméga) ou 40 mm (cas des profilés intermédiaires en Z) dans le cas d'une pose de bardage sans ossature secondaire.

Pour chaque chantier, ISOVER consulte le fabricant de bardage rapporté envisagé sur le procédé F4 et obtient son accord à cet égard.

Pour les bardages de type XIII, la largeur des joints entre éléments de bardage est limitée à 10 mm maximum et le rapport entre surface de joints et parties pleines est inférieur ou égal à 1,5%.

2.21 Eléments associés

Boîtier électrique

Dans le cas des bâtiments de 3ème famille A et B au sens de la réglementation incendie, on mettra en place des boîtiers d'encastrement coupe feu Batik (réf. 893-078) de la Société LEGRAND (cf. fig. 21).

3. 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_p.

Il est calculé suivant la formule suivante :

$$U_p = U_c + \Delta U \quad \text{avec} \quad \Delta U = \frac{\sum_i \psi_i L_i + \sum_j \chi_j}{A}$$

ψ_i : coefficient de transmission linéique du pont thermique intégré i (W/m.K)

L_i : linéaire du pont thermique i (m)

χ_j : coefficient de transmission ponctuel du pont thermique j (W/K)

A : surface de la maille reproductible de la paroi opaque de la façade (m²)

En paroi courante, le coefficient U_c se calcule suivant la formule suivante :

$$U_c = \frac{1}{\sum iR_i + R_{si} + R_{se}}$$

où :

- $\sum iR_i$ est la somme des résistances thermiques des différents constituants de la paroi et des lames d'air non ventilées éventuelles (en $m^2.K/W$).
- R_{si} et R_{se} étant les résistances superficielles côté intérieur (R_{si}) et côté extérieur (R_{se}) conformément aux Règles Th-U, fascicule «coef U Bat».
- La résistance thermique de l'isolant (en $m^2.K/W$) est certifiée par ACERMI (Association pour la Certification des matériaux isolants - 4, avenue du Recteur Poincaré - 75782 PARIS CEDEX 16).

Les valeurs U_p , de ponts thermiques intégrés figurent aux tableaux 1 à 13 en fin de Dossier Technique.

4. Fabrication, contrôle et marquage

4.1 Fabrication et distribution

- Les laines de verre sont fabriquées par la Société Saint-Gobain Isover – Les Miroirs – 18 Avenue d'Alsace – 92096 PARIS LA DEFENSE, dans ses usines (France et Europe) et distribuées par la société Saint-Gobain ISOVER.
- La membrane hygro-régulante VARIO KM DUPLEX UV ainsi que l'écran INTEGRA sont fabriqués par un sous-traitant de la société Saint-Gobain ISOVER et distribués distribuée par la société Saint-Gobain ISOVER.
- L'écran Tyvek Toiture 60 est fabriqué et distribué par la société Dupont de Nemours.
- L'écran Isover UV Façade est fabriqué par la Société Dupont de Nemours et distribué par la Société Saint-Gobain Isover.
L'écran Tyvek UV Façade est fabriqué et distribué par la société Dupont de Nemours.
- Les profilés F4 et profils d'interface au bardage sont fabriqués dans l'usine SADEF située à Gits, en Belgique et distribués par la société Saint-Gobain ISOVER.
- Les éléments de fixation sont fabriqués par la société Etanco et distribués par la société Saint-Gobain ISOVER.
- Les plaques de plâtre (Placoplatre BA13 ou Placoflam BA13) sont fabriquées et distribuées par la société PLACOPLATRE.

Les conditions de transport et de stockage sont définies pour chaque type de composant.

4.2 Contrôles en fabrication

Membrane d'étanchéité à l'air, hygro-régulante VARIO KM DUPLEX UV

Les contrôles internes en usine sont les suivants :

- Matière première : assurance qualité du fournisseur.
- Contrôles en cours de fabrication :
 - Masse surfacique : contrôle permanent (automatique).
- Contrôles sur produit fini :
 - Défauts d'aspect
 - Masse surfacique

Les contrôles suivants sont effectués par le fournisseur et une fois par an en laboratoire extérieur :

- Longueur
- Largeur
- Grammage de colle
- Pelage
- Résistance en traction¹
- Allongement à rupture¹
- Résistance à la déchirure¹
- Résistance à la pénétration de l'eau
- Perméabilité à la vapeur d'eau
- Réaction au feu : 1 fois par an (laboratoire extérieur uniquement).

Isolants Isofaçade et Isoconfort

- Matières premières
Fiches fournisseurs et contrôles par analyse chimique.
- Fabrication

Dosages matières premières, température, viscosité, débits, vitesse de chaîne, dimensions produits, taux de liant.

- Produits finis
 - Mesures dimensionnelles
 - Masse volumique
 - Comportement à l'eau
 - Réaction au feu
 - Résistance thermique

Ces contrôles font l'objet d'audits réguliers avec prélèvements d'échantillons, dans le cadre de la certification ACERMI.

Profilés F4 et profil d'interface au bardage

Des contrôles sont réalisés de façon systématique en usine :

- Réception des matières premières : nuance de l'acier, caractéristiques mécaniques, module d'Young, poids, largeur, épaisseur, épaisseur de la protection, traitement de surface, qualité.
- Profilage : dimensions, rectitude, perforations.
- Colisage : type de sections, quantités, longueur, étiquetage, sécurité.
- Chargement : liste de colisage, liste de chargement.

Pare pluie F4 selon la NF EN 13859-2 et cahier des charges internes

Les contrôles internes en usine sont les suivants :

- Matière première : assurance qualité du fournisseur.
- Contrôles en cours de fabrication :
 - Masse surfacique : contrôle permanent (automatique).
- Contrôles sur produit fini :
 - Défauts d'aspect.
 - Masse surfacique.

Les contrôles suivants sont effectués par le fournisseur et une fois par an en laboratoire extérieur.

- Longueur.
- Largeur.
- Grammage de colle.
- Pelage.
- Résistance en traction en transversal et longitudinal.
- Allongement à rupture en transversal et longitudinal.
- Résistance à la déchirure en transversal et longitudinal.
- Résistance à la pénétration de l'eau.
- Perméabilité à la vapeur d'eau.
- Réaction au feu : 1 fois par an (laboratoire extérieur uniquement).

Plaques de plâtre Placoplatre BA 13 ou Placoflam BA 13

Les plaques font l'objet lors de la fabrication de contrôles portant sur :

- les caractéristiques géométriques : aspect, épaisseur, longueur et largeur ;
- le contrôle des bords amincis et de la profondeur des amincis ;
- les caractéristiques physiques : masse surfacique, résistance à la flexion, déformation instantanée sous charge et déformation résiduelle correspondante, dureté superficielle et humidité à la livraison.

Les modalités de ces contrôles sont définies dans le règlement de la marque «NF Plaques de plâtre».

Adhésifs VARIO KB1, VARIO MULTITAPE et ISOVER EXTRATAPE

Les contrôles internes en usine sont les suivants :

- Matière première : assurance qualité du fournisseur.
- Contrôles en cours de fabrication :
 - Masse surfacique
- Contrôles sur produit fini :
 - Défauts d'aspect
 - Masse surfacique
 - Longueur
 - Largeur
 - Grammage de colle

¹ transversal et longitudinal

4.3 Marquage

Profilés F4 et profils d'interface au bardage

Une étiquette par fardeau comporte :

- Le nom et l'adresse du fabricant.
- Le nom du client.
- L'identification du chantier.
- Le numéro de commande.
- Le numéro du colis.

Membrane d'étanchéité à l'air, hygro-régulante VARIO KM DUPLEX UV

Une étiquette par rouleau précise :

- La marque commerciale.
- La longueur et la largeur.
- Le nom et l'adresse du distributeur.

Isolants Laine de verre

Les étiquettes comportent notamment :

- Le nom du produit.
- Les dimensions.
- La réaction au feu (Euroclasse) déclarée et certifiée.
- La résistance et la conductivité thermiques déclarées et certifiées.
- Le code de désignation par référence à la norme EN 13 162 selon marquage CE.

Le pare pluie

Une étiquette par rouleau précise :

- La marque commerciale.
- La longueur et la largeur.
- Le nom et l'adresse du distributeur.

Plaques de plâtre

Le marquage au dos des plaques précise :

- La marque commerciale, le classement en réaction au feu.
- La référence de l'usine de fabrication.
- La date et l'heure de fabrication.

Accessoires, fixations, autres

Ils comportent une étiquette avec la marque du produit par colis.

5. Mise en oeuvre

Le système constructif nécessite l'intervention de 2 corps de métiers clairement identifiés dans l'organisation des corps d'état du bâtiment en France métropolitaine :

- L'entreprise qui réalise la mise en place de l'ossature primaire en profilés F4, de l'isolant entre ossatures, du pare pluie, et du profil d'interface avec le bardage. Cette entreprise peut également réaliser la pose du bardage rapporté. L'intervention de cette entreprise est décrite au § 5.1.
- L'entreprise qui réalise l'isolation intérieure, la pose de la membrane Vario KM Duplex UV et des parements de plaques de plâtre. L'intervention de cette entreprise est décrite au § 5.2.

Les entreprises de pose devront prendre toutes les dispositions nécessaires pour assurer la sécurité des monteurs.

La société Saint-Gobain Isover assure une assistance technique à la demande des entreprises.

5.1 Intervention du lot façadier

Le pas à pas en partie courante de cette intervention est schématisé en figure 22.

D'une façon générale, la conception de la façade doit répondre aux exigences de la NF DTU 33.1. L'ossature doit être calculée en tenant compte des tolérances du gros-œuvre, des effets différentiels des nez de plancher, ... et des caractéristiques des profilés, des jeux de dilatation (trou oblong 9 x 25), ...

Etape 1 : fixation des platines F4 au gros œuvre

Les platines F4 sont fixées au gros œuvre sur les nez de dalle, au centre de la dalle, tous les 600 mm, au moyen de 2 ancrages. Un réglage en X, Y, Z doit être prévu.

Etape 2 : fixation des profilés F4 sur la platine F4

Les profilés F4 sont fixés sur l'âme des platines F4. Ces profilés sont mis en oeuvre à entraxe 600 mm, de nez de dalle à nez de dalle.

Le point fixe du profilé F4 est placé en tête de profilé. Le point de réglage est en bas de profilé.

Etape 3 : mise en place d'une grille anti-intrusion

Lorsque cela est demandé par les DPM, une grille anti-intrusion est fixée de nez de dalle à nez de dalle en rez-de chaussée. Une grille de type clôture à maille plate en acier galvanisée ou équivalent sera utilisée.

Etape 4 : fixation de la bavette de recouvrement feu

- Lorsque cela est nécessaire pour la sécurité incendie (bâtiment de 3^{ème} famille A et B), la bavette de recouvrement feu en tôle d'acier galvanisé d'épaisseur 75/100^{ème} est mise en place tous les deux étages.
- La bavette est mise en place avec continuité de la bavette à l'intérieur des montants profilés F4 (cf. fig. 24).
- Cette bavette peut être fixée soit en nez de dalle, soit sur les profilés F4 verticaux.
- Cette bavette est débouchante en façade.
- Ces deux solutions techniques sont décrites ci-après.

Bavette de recouvrement feu fixée en nez de dalle

- La bavette 75/100^{ème} mm est pliée afin de venir se fixer sur la dalle béton, une partie horizontale courant jusqu'à la lame d'air du bardage ventilé et une partie pliée vers le bas pour former goutte d'eau.
- La bavette est positionnée entre les deux profilés F4 verticaux, au droit de la platine F4.
- La bavette est fixée au nez de dalle par des éléments métalliques, par vissage dans le nez de dalle béton à raison de une à deux fixations entre les montants Profilé F4 verticaux de la façade.
- Cette disposition est décrite en (cf. fig. 25).
- Le diamètre de la tête de la vis de fixation doit être au moins 2,5 fois plus important que le diamètre du corps de la vis ou du clou (par exemple tête de diamètre au moins 10 mm pour un corps de 4 mm), ou une rondelle doit être mise en place telle que son diamètre extérieur soit au moins 2,5 fois plus important que le diamètre du corps de fixation.

Bavette de recouvrement de la lame d'air fixée aux profilés F4

- La bavette 75/100^{ème} mm est pliée afin de comporter une partie horizontale courant jusqu'à la lame d'air du bardage ventilé et une partie pliée vers le bas pour former goutte d'eau.
- La bavette est positionnée entre les deux profilés F4 verticaux, au droit de la platine F4.
- La bavette est fixée d'un côté sur le profilé F4, de l'autre sur le profilé F4 ou la platine F4. Ces fixations sont réalisées par l'intermédiaire d'une équerre en acier, d'épaisseur minimale 15/10^{ème} et de largeur minimale 25 mm.
- Cette disposition est décrite en (cf. fig. 26).
- Les fixations de la bavette à l'équerre et de l'équerre aux profilés F4 ou à la platine sont réalisées par deux vis métalliques (quatre au total), par exemple des vis autoperceuses.

Etape 5 : fixation des traverses horizontales pour chevêtres

Les traverses sont réalisées avec les chevêtres autoconnect F4 qui sont fixés aux profilés F4 par deux vis à chacune de ses extrémités et de ses fixations intégrées.

Etape 6 : dans le cas des menuiseries au nu intérieur, pose du précadre des menuiseries

Le précadre est fixé en périphérie sur le chevêtre au moyen de vis autoperceuses.

Etape 7 : pose des menuiseries (posées par le menuisier ou toute personne ayant les qualifications requises)

Les menuiseries viendront se fixer sur une pièce de bois, fixée sur le précadre dans le cas d'une pose en applique ou fixée sur les profilés F4 de chevêtre dans le cas d'une pose en tunnel.

Dans le cas de bâtiment de 3^{ème} famille, cette pièce a une hauteur minimale de 45 mm (cf. fig. 30, 31 et 32 pour la pose en applique, cf. fig. 33, 34 et 35 pour la pose en tunnel).

Etape 8 : mise en place de l'isolant ISOFAÇADE entre les profilés F4

L'isolant Isofaçade d'épaisseur 120 mm est inséré entre les profilés U, voile de verre posé côté extérieur. Son épaisseur est supérieure à l'ouverture du profilé afin d'assurer un bon maintien par un léger pincement de la laine. Sur le chantier, la laine sera maintenue au moyen de pattes métalliques Maxi PB Fix fixée en nez de dalle, entre les profilés F4.

Après embrochage de l'isofaçade sur le Maxi PB Fix, celui-ci est replié en angle droit.

Etape 9 : pose du pare pluie F4

Le pare pluie est mis en œuvre verticalement. Le pare pluie est collé de avec de l'adhésif double face sur les profilés F4 dans l'attente de la fixation du profil d'interface au bardage.

Un recouvrement de lés de 10 cm minimum, en position verticale, le long de montant Façade F4, est nécessaire avant le couturage du pare pluie par fixation du profil d'interface au bardage. Le recouvrement vertical est réalisé à sec.

En position horizontale, un recouvrement de 20 cm minimum entre 2 rouleaux de pare pluie est nécessaire.

Les dispositions particulières de raccordement et de jonction avec les précadres des menuiseries sont décrites en figure 48 et 49.

Etape 10 : fixation des profilés d'interface au bardage sur les profilés F4

Les profilés d'interface au bardage sont fixés sur l'aile extérieure des profilés F4, entraxe maximal 600 mm, avec des vis autoperceuse Drillnox équipées de rondelle VI 16.

Etape 11 : traitement des baies

- Cas des menuiseries au nu intérieur (pose en applique)

Le traitement des baies se fait conformément aux figures 27 à 29.

Lorsque l'immeuble est de 3^{ème} famille au sens de la réglementation incendie, une pièce de protection feu en bois ou en Glasroc F, plaque de plâtre A1 armée de fibre de verre est intercalée entre le chevêtre et le parepluie. La pièce de protection feu est fixée par deux rangées de vis Wingteks en quinconce (espacement des vis sur une ligne de moins de 40 cm), avant la mise en place du parepluie.

Ces dispositions sont décrites aux figures 30 à 32.

- Cas des menuiseries en tunnel

Le traitement des baies se fait conformément aux figures 33 à 35.

Lorsque l'immeuble est de 3^{ème} famille au sens de la réglementation incendie, une pièce de protection feu en bois ou en stucal Glasroc F, plaque de plâtre A1 armée de fibre de verre est intercalée entre le chevêtre et le parepluie. La pièce de protection feu est fixée par deux rangées de vis Wingteks en quinconce (espacement des vis sur une ligne de moins de 40 cm), avant la mise en place du parepluie.

Ces dispositions sont décrites aux figures 36 à 38.

Etape 12 : mise en œuvre de la bavette de recouvrement de la lame d'air

Dans le cas de bardage de type XIII au sens du *Cahier du CSTB 1833* et si une bavette de recouvrement feu n'a pas été mise en œuvre, il convient de mettre en place tous les deux étage une bavette de recouvrement de la lame d'air (cf. fig. 39).

La bavette de recouvrement de la lame d'air est fixée après la pose du pare-pluie F4 sur les ailes extérieures des profilés F4 avec des vis autoperceuses Drillnox équipées de rondelle VI 16, à raison d'une vis par profilé F4.

Etape 13 : mise en œuvre du bardage rapporté

Le bardage rapporté sera mis en œuvre conformément à son Avis Technique ou à son Document Technique d'Application.

Le pontage de l'ossature F4 est possible.

Le pontage de l'ossature du bardage rapporté est généralement exclu (cf. Avis Techniques ou Documents Techniques d'Application du bardage rapporté).

5.2 Intervention du lot plâtrier-plaquiste - Référence à l'Avis Technique Optima (9/08-876)

Le pas à pas en partie courante de cette intervention est schématisé en figure 23.

Etape 14 : fixation des lisses Clip'Optima hautes et basses

Elle s'effectue mécaniquement suivant les dispositions de l'article 6.3.4.1 de la norme NF DTU 25.41. L'écartement des lisses hautes et basses par rapport aux profilés F4 est déterminé pour prendre en compte les épaisseurs de l'isolant ISOCONFORT et du parement.

Etape 15 : implantation et fixation des appuis intermédiaires

Les fourrures horizontales sont implantées tous les mètres. La première fourrure est à 1 m du sol. Les appuis (entretoises) sont clipsées dans les fourrures horizontales tous les 0,60 m maximum dans le sens de la largeur. Le clipsage s'effectue manuellement, sans outil spécifique.

Etape 16 : pose de l'isolant ISOCONFORT

L'isolant est découpé à la dimension de distance sol/dalle plafond plus 1 cm. Cette mesure permet de maintenir l'isolant légèrement « comprimé » entre le sol et le plafond et lui garantit sa tenue verticale. Il est ensuite embroché sur les appuis (entretoise). Les panneaux déroulés sont positionnés bord à bord pour obtenir un calfeutrement continu sur toute la paroi. En fin d'ouvrage, il convient de vérifier la continuité de l'isolant sur toute la surface.

Etape 17 : pose des clés Optima₂

La clef Optima₂ est introduite sur la partie émergente de l'appui (entretoise) sans comprimer l'isolant.

Etape 18 : pose des fourrures verticales

La fourrure Optima 240 est emboîtée dans la lisse basse Clip'Optima. Par coulissement de l'éclisse Optima, préalablement insérée dans la fourrure, on règle la hauteur de la fourrure verticale pour obtenir son emboîtement dans la lisse haute Clip'Optima. Cette fourrure est ensuite clipsée sur la clé Optima₂.

Dans le cas où la hauteur de l'ouvrage atteint 2m80, on veillera à éclipser la fourrure avec l'éclisse Optima 50 en respectant un recouvrement d'au moins 10 cm.

Pour des hauteurs supérieures à 2.80 m, on utilisera des fourrures Still F530 découpée à hauteur.

Dans le cas des bâtiments de 3^{ème} famille A et B au sens de la réglementation incendie, les fourrures verticales sont vissées aux lisses Clip' Optima.

Etape 19 : réglage de la planéité de la paroi

Vérifier la planéité des fourrures à l'aide d'une règle de 2 m et rouiller la clé Optima 2 tout en respectant les tolérances prescrites par l'article 6.2.6 de la norme NF DTU 25.41.

Etape 20 : pose de la membrane VARIO KM DUPLEX UV

Du ruban adhésif double-face est positionné sur les fourrures métalliques. La membrane VARIO KM DUPLEX UV est déroulée horizontalement, maintenue collée avec l'adhésif double face sur les fourrures métalliques.

La pose du deuxième lé et des suivants s'effectue de la même manière que celle du premier lé en respectant un recouvrement de 10 cm minimum.

Les lés sont entièrement jointoyés avec l'adhésif VARIO KB1.

Au niveau des ouvertures, la membrane VARIO KM DUPLEX UV est découpée de manière à encadrer la fenêtre avec un retour de la membrane sous le cadre de la fenêtre tout le long du chevêtre.

Traitement des baies

Dans le cas de menuiseries posées en applique (nu intérieur), le pourtour des baies doit être traité conformément aux figures 27, 28 et 29 (en particulier du point de vue de l'étanchéité à l'air avec le mastic Vario DS sur toute la périphérie).

Ces mêmes dispositions sont également décrites aux figures 30, 31 et 32 (cas des bâtiments de 3^{ème} famille A et B). A noter : à ce stade, les dispositions de mise en œuvre côté intérieur sont identiques quelque soit le type de bâtiment au sens de la sécurité incendie.

Dans le cas de menuiseries posées en tunnel, le pourtour des baies doit être traité conformément aux figures 33, 34 et 35 (en particulier du point de vue de l'étanchéité à l'air avec le mastic Vario DS sur toute la périphérie).

Ces mêmes dispositions sont également décrites en figures 36, 37 et 38, (cas des bâtiments de 3^{ème} famille A et B). A noter : à ce stade les dispositions de mise en œuvre côté intérieur sont identiques quelque soit le type de bâtiment au sens de la sécurité incendie.

Passages de gaines au travers la membrane VARIO KM DUPLEX UV

Le passeur de gaine adhésif Passelec est posé à l'endroit où doit passer la gaine. La gaine est passée au travers du Passelec.

Etape 21 : pose du mastic d'étanchéité

Le mastic d'étanchéité VARIO DS est posé sur toute la périphérie des parois y compris les jonctions plancher et plafond pour assurer l'étanchéité périphérique de la membrane VARIO KM DUPLEX UV (cf. fig. 3).

Ce ruban est posé en continu sur la paroi support mur, plafond ou plancher en soulevant le VARIO qui est rabattu immédiatement dessus pour réaliser le collage. Il n'y a pas de délai d'attente pour réaliser la fixation des plaques de plâtre.

Etape 21bis : fixation de l'écarteur de membrane

Un vide technique est réservé entre la membrane Vario et les plaques de plâtre. L'épaisseur minimale de ce vide est de 17,5 mm.

Les écarteurs de membrane sont mis en place horizontalement, fixés sur les fourrures verticales avec un entraxe de 600 mm. Le premier écarteur ne doit pas être situé à plus de 15 cm du niveau du sol fini. Le dernier ne doit pas être situé à plus de 15 cm du plafond.

Etape 22 : pose du parement intérieur en plaques de plâtre

Conformément à la norme NF DTU 25.41, les plaques sont découpées à la hauteur de la paroi moins 1 cm, puis vissées sur les fourrures. La première plaque est vissée sur les fourrures tous les 60 cm en vertical et à 1 cm des bords. La deuxième plaque est vissée tous les 30 cm. Les joints sont exécutés selon les prescriptions de la norme NF DTU 25.41.

Deux plaques de parement sont ainsi mises en œuvre : la pose de la deuxième plaque se faisant à joints décalés.

• Traitement des baies

- Pose en applique : Les 2 plaques de plâtre seront fixées sur une lisse, elle même vissée au précadre et à la pièce de bois au moyen d'une vis autoperceuse.
 - Pose en tunnel : le retour en plaques de plâtre sera effectué avec 2 plaques de plâtre fixées sur une lisse solidaire de la pièce en bois.
- Disposition concernant les plaques de plâtre dans le cas d'un bâtiment de 3^{ème} famille A et B au sens de la réglementation incendie.

Dans ce cas, les plaques de plâtre Placoplatre BA13 sont remplacées par des plaques de plâtres Placoflam BA13 au voisinage des baies selon la figure 40.

Dans le cas de la pose en tunnel, le retour des plaques de plâtre Placoflam doit être au même niveau que celui de la pièce bois, c'est-à-dire que le joint d'étanchéité de la fenêtre ne doit pas être sous les plaques de plâtre (cf. fig. 36 à 38).

5.3 Traitement des points singuliers du bâtiment

5.31 Traitement du pied de bardage

Ce traitement est décrit en figure 41.

5.32 Traitement de l'acrotère

Ce traitement est décrit aux figures 42 et 43.

5.33 Traitement des angles rentrants du bâtiment

Ce traitement est décrit en figure 44.

Côté intérieur, il nécessite la mise en place d'un renfort d'angle au niveau des fourrures Optima horizontales, c'est-à-dire tous les mètres, en partant du sol. Cette pièce est présentée en figure 17.

Ces pièces sont mises en place par le façadier.

5.34 Traitement des angles sortants du bâtiment

Ce traitement est décrit en figure 45.

5.35 Cloison séparative légère entre logements

Les dispositions pour cloison séparative légères entre logements sont présentées en figures 46 et 47.

Cette cloison séparative est constituée d'une double ossature indépendante de montants Mégastill M48. Sur une ossature sont appliquées trois plaques de plâtre d'épaisseur 12,5 mm, de l'autre deux plaques de plâtre d'épaisseur 12,5 mm.

Les plaques de plâtre du doublage de la paroi extérieure sont interrompues. La membrane d'étanchéité à l'air VARIO Duplex KM n'est pas interrompue.

5.36 Joints de dilatation

Cette disposition n'est pas visée par le présent Avis.

5.4 Entretien et maintenance

La peau de bardage mise en œuvre sur ce type de paroi nécessite le même entretien et la même maintenance que lorsque posée sur mur en maçonnerie ou en béton brut.

La procédure sera donc celle visée dans l'Avis Technique ou Document Technique d'Application dont relève le bardage.

Après réception de l'ouvrage, toute intervention entraînant une dégradation du système d'étanchéité à l'air devra être suivie d'une remise en état de l'élément endommagé afin de le rendre à nouveau étanche. Ainsi il conviendra de reboucher les éventuels entailles et percements à l'aide des produits du système : ruban adhésif simple face Vario KB1, et mastic Isover Vario DS.

B. Résultats expérimentaux

- Etanchéité à l'air et à l'eau
 - Essais de perméabilité à l'air, de l'étanchéité à l'eau et de la résistance à la charge due au vent (AEV) – Rapport CSTB RE CLC 09-26020147*01 mod.
 - Essai de durabilité du pare-pluie – Rapport CSTB RE CLC 09-26020147*01 mod.
- Essais mécaniques
 - Essais de perméabilité à l'air, de l'étanchéité à l'eau et de la résistance à la charge due au vent et essais de résistance aux chocs – Rapport CSTB RE CLC 09-26020147*01 mod.
 - Note de calcul mécanique pour platines F4 ISOVER (Etanco/Novembre 2009).
 - Note de calcul mécanique pour profilés F4 façade ISOVER (Sadeff/Novembre 2009).
 - Note de calcul mécanique pour profil d'interface bardage façade ISOVER (Sadeff/novembre 2009).
- Essais Acoustiques
 - Mesure d'indice d'affaiblissement aux bruits aériens – Rapport CSTB RE AC 08-26017093.
 - Mesure d'isolement latéral aux bruits aériens – Rapport CSTB RE AC 09-26020528.
 - Extension 09/1 au rapport d'essai AC09-26020528.
 - Note de calcul 09/1 Isolation entre logement – N/Ref CSTB DAE-2009-156 260020528 CH/CM.
- Réaction au feu
 - Rapport de classement de réaction au feu des laines de verre ISOFACADE et ISOCONFORT.
- Sécurité incendie
 - Avis n°CO10-1866 du CSTB.
- Performances thermiques
 - Calculs de ponts thermiques intégrés et de ponts thermiques de liaison d'un système de façade ventilée avec parement extérieur – Rapports DER/HTO 2009-245- AD/LS et CSTB DER/HTO 2009-283- AD/LS.
 - Calculs de ponts thermiques liés à la jonction entre les menuiseries et la façade F4 ISOVER - Rapport DER/HTO 2010-007-AD/LS.
- Comportement hygrométrique
 - Rapport d'étude hygrométrique du «procédé de façade Isover» par profilés acier entre dalle béton – Rapport CSTB CPM/09-367/CP/ML.

C. Références

Habitation

Pas de référence.

Bureau

2 chantiers réalisés en 2009 et 2010 :

- Chantier de Villeneuve le Roi : 500 m² d'ossatures mis en œuvre.
- Chantier de Chemille : 370 m² d'ossatures mis en œuvre.

Annexe 1 - Coefficients ψ , χ , U_c et U_p

Coefficients linéiques et ponctuels des ponts thermiques en présence

Tableau 1 – Ponts thermiques intégrés à la paroi

Epaisseur de l'isolant côté extérieur (mm)	120							
Conductivité de l'isolant côté extérieur (W/(m.K))	0,032				0,035			
Epaisseur de l'isolant côté intérieur (mm)	80	100	120	140	80	100	120	140
Conductivité de l'isolant côté intérieur (W/(m.K))	0,032							
χ_{appui} (W/K)	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002
$\psi_{ossature}$ (W/(m.K))	0,027	0,021	0,018	0,015	0,025	0,020	0,017	0,014
ψ_{four-V} (W/(m.K))	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ψ_{four-H} (W/(m.K))	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
$\chi_{croisement}^{(1)}$ (W/K)	0,007	0,005	0,004	0,003	0,006	0,005	0,004	0,003

⁽¹⁾ : Pont thermique ponctuel lié au croisement entre le profilé en U côté extérieur et les fourrures côté intérieur.

Exemples de calcul de coefficients de transmission thermique en partie courante et globale de la paroi

Tableau 2 – Coefficients U_p de la paroi

Hauteur de paroi (m)	2,5							
Densité d'appui Optima (m ⁻²)	0,67							
Epaisseur de l'isolant côté extérieur (mm)	120							
Conductivité de l'isolant côté extérieur (W/(m.K))	0,032				0,035			
Epaisseur de l'isolant côté intérieur (mm)	80	100	120	140	80	100	120	140
Conductivité de l'isolant côté intérieur (W/(m.K))	0,032							
U_c (W/(m ² .K))	0,147	0,135	0,125	0,116	0,155	0,141	0,130	0,120
U_p (W/(m ² .K))	0,20	0,17	0,16	0,14	0,20	0,18	0,16	0,15

Pont thermique de la liaison façade/plancher intermédiaire sans bavette de recouplement feu

Tableau 3 - Pont thermique lié à la liaison façade/plancher intermédiaire pour une épaisseur de plancher de 18 cm

Epaisseur de la dalle de plancher (mm)	180							
Epaisseur de l'isolant côté extérieur (mm)	120							
Conductivité de l'isolant côté extérieur (W/(m.K))	0,032				0,035			
Epaisseur de l'isolant côté intérieur (mm)	80	100	120	140	80	100	120	140
Conductivité de l'isolant côté intérieur (W/(m.K))	0,032							
$\chi_{fixation}$ (W/K)	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007
$\chi_{croisement\ ossature-dalle}$ (W/K)	0,126	0,125	0,124	0,122	0,125	0,124	0,123	0,122
ψ_0 (W/(m.K))	0,054	0,056	0,058	0,060	0,059	0,062	0,064	0,066
ψ (W/(m.K))	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28

Tableau 4 – Pont thermique lié à la liaison façade/plancher intermédiaire pour une épaisseur de plancher de 22 cm

Epaisseur de la dalle de plancher (mm)	220							
Epaisseur de l'isolant côté extérieur (mm)	120							
Conductivité de l'isolant côté extérieur (W/(m.K))	0,032				0,035			
Epaisseur de l'isolant côté intérieur (mm)	80	100	120	140	80	100	120	140
Conductivité de l'isolant côté intérieur (W/(m.K))	0,032							
$\chi_{fixation}$ (W/K)	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007
$\chi_{croisement\ ossature-dalle}$ (W/K)	0,135	0,134	0,133	0,131	0,134	0,133	0,132	0,131
ψ_0 (W/(m.K))	0,064	0,066	0,068	0,070	0,070	0,072	0,074	0,076
ψ (W/(m.K))	0,30	0,30	0,30	0,30	0,31	0,31	0,31	0,31

Pont thermique de la liaison façade/plancher intermédiaire avec bavette de recoupement feu

Bavette de recoupement feu fixée au nez de dalle (utilisable par défaut pour les bavettes de recoupement feu fixées aux profilés F4)

Tableau 5 – Pont thermique lié à la liaison façade/plancher intermédiaire pour une épaisseur de plancher de 18 cm

Epaisseur de la dalle de plancher (mm)	180							
Epaisseur de l'isolant côté extérieur (mm)	120							
Conductivité de l'isolant côté extérieur (W/(m.K))	0,032				0,035			
Epaisseur de l'isolant côté intérieur (mm)	80	100	120	140	80	100	120	140
Conductivité de l'isolant côté intérieur (W/(m.K))	0,032							
$\chi_{\text{croisement ossature-dalle}}$ (W/K)	0,113	0,110	0,107	0,104	0,112	0,110	0,107	0,103
ψ_0 (W/(m.K))	0,226	0,225	0,223	0,222	0,229	0,228	0,227	0,225
ψ (W/(m.K))	0,41	0,41	0,40	0,40	0,42	0,41	0,41	0,40

Tableau 6 – Pont thermique lié à la liaison façade/plancher intermédiaire pour une épaisseur de plancher de 22 cm

Epaisseur de la dalle de plancher (mm)	220							
Epaisseur de l'isolant côté extérieur (mm)	120							
Conductivité de l'isolant côté extérieur (W/(m.K))	0,032				0,035			
Epaisseur de l'isolant côté intérieur (mm)	80	100	120	140	80	100	120	140
Conductivité de l'isolant côté intérieur (W/(m.K))	0,032							
$\chi_{\text{croisement ossature-dalle}}$ (W/K)	0,120	0,117	0,114	0,112	0,119	0,117	0,114	0,111
ψ_0 (W/(m.K))	0,239	0,238	0,237	0,236	0,244	0,243	0,242	0,241
ψ (W/(m.K))	0,44	0,43	0,43	0,42	0,44	0,44	0,43	0,43

Ponts thermiques linéiques à la liaison entre la façade F4 et une menuiserie sans pièce de protection feu

Mise en œuvre de la menuiserie en tunnel

Tableau 7 – Coefficients de déperditions linéiques en appui et linteau – Mise en œuvre en tunnel – sans pièce de protection feu

Type de liaison	APPUI				LINTEAU			
Epaisseur de l'isolant côté extérieur (mm)	120				120			
Conductivité de l'isolant côté extérieur (W/m.K)	0,032		0,035		0,032		0,035	
Epaisseur de l'isolant côté intérieur (mm)	80	140	80	140	80	140	80	140
χ_1 (W/K)	0,030	0,016	0,029	0,015	0,030	0,016	0,028	0,015
Ψ_0 (W/m.K)	0,032	0,055	0,034	0,056	0,032	0,055	0,034	0,056
$\Psi^{(*)}$ (W/m.K)	0,08	0,09	0,08	0,09	0,08	0,09	0,08	0,09

(*) Exemple de coefficient Ψ valable pour un entraxe de support chevêtre de 0,6 m

Tableau 8 – Coefficients de déperditions linéiques en tableau – Mise en œuvre en tunnel – sans pièce de protection feu

Type de liaison	TABLEAU			
Epaisseur de l'isolant côté extérieur (mm)	120			
Conductivité de l'isolant côté extérieur (W/m.K)	0,032		0,035	
Epaisseur de l'isolant côté intérieur (mm)	80	140	80	140
Ψ (W/m.K)	0,10	0,09	0,10	0,09

Mise en œuvre de la menuiserie en applique (nu intérieur)

Tableau 9 – Coefficients de déperditions linéiques en appui et en linteau – Mise en œuvre en applique – sans pièce de protection feu

Type de liaison	APPUI				LINTEAU			
Epaisseur de l'isolant côté extérieur (mm)	120				120			
Conductivité de l'isolant côté extérieur (W/m.K)	0,032		0,035		0,032		0,035	
Epaisseur de l'isolant côté intérieur (mm)	80	140	80	140	80	140	80	140
χ_1 (W/K)	0,029	0,015	0,028	0,015	0,029	0,015	0,028	0,015
Ψ_0 (W/m.K)	0,277	0,309	0,278	0,309	0,277	0,309	0,278	0,309
$\Psi^{(*)}$ (W/m.K)	0,33	0,34	0,33	0,34	0,33	0,34	0,33	0,34

(*) Exemple de coefficient Ψ valable pour un entraxe de support chevêtre de 0,6 m

Tableau 10 – Coefficients de déperditions linéiques en tableau – Mise en œuvre en applique – sans pièce de protection feu

Type de liaison	TABLEAU			
Epaisseur de l'isolant côté extérieur (mm)	120			
Conductivité de l'isolant côté extérieur (W/m.K)	0,032		0,035	
Epaisseur de l'isolant côté intérieur (mm)	80	140	80	140
Ψ (W/m.K)	0,32	0,32	0,32	0,32

Ponts thermiques linéiques à la liaison entre la façade F4 et une menuiserie avec pièce de protection feu

Mise en œuvre de la menuiserie en tunnel

Tableau 11 – Coefficients de déperditions linéiques en appui et linteau – Mise en œuvre en tunnel – avec pièce de protection feu

Type de liaison	APPUI				LINTEAU			
Epaisseur de l'isolant côté extérieur (mm)	120				120			
Conductivité de l'isolant côté extérieur (W/m.K)	0,032		0,035		0,032		0,035	
Epaisseur de l'isolant côté intérieur (mm)	80	140	80	140	80	140	80	140
χ_1 (W/K)	0,030	0,016	0,029	0,016	0,030	0,016	0,029	0,016
Ψ_0 (W/m.K)	0,031	0,054	0,033	0,055	0,031	0,054	0,033	0,055
$\Psi^{(*)}$ (W/m.K)	0,08	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08	0,09

(*) Exemple de coefficient Ψ valable pour un entraxe de support chevêtre de 0,6 m

Tableau 12 – Coefficients de déperditions linéiques en tableau – Mise en œuvre en tunnel – avec pièce de protection feu

Type de liaison	TABLEAU			
Epaisseur de l'isolant côté extérieur (mm)	120			
Conductivité de l'isolant côté extérieur (W/m.K)	0,032		0,035	
Epaisseur de l'isolant côté intérieur (mm)	80	140	80	140
Ψ (W/m.K)	0,10	0,09	0,10	0,09

Mise en œuvre de la menuiserie en applique (nu intérieur)

Tableau 13 – Coefficients de déperditions linéiques en appui et linteau – Mise en œuvre en applique – avec pièce de protection feu

Type de liaison	APPUI				LINTEAU			
Epaisseur de l'isolant côté extérieur (mm)	120				120			
Conductivité de l'isolant côté extérieur (W/m.K)	0,032		0,035		0,032		0,035	
Epaisseur de l'isolant côté intérieur (mm)	80	140	80	140	80	140	80	140
χ_1 (W/K)	0,030	0,016	0,028	0,015	0,030	0,016	0,028	0,015
Ψ_0 (W/m.K)	0,266	0,297	0,267	0,298	0,266	0,297	0,267	0,298
$\Psi^{(*)}$ (W/m.K)	0,32	0,33	0,32	0,33	0,32	0,33	0,32	0,33

(*) Exemple de coefficient Ψ valable pour un entraxe de support chevêtre de 0,6 m

Tableau 14 – Coefficients de déperditions linéiques en tableau – Mise en œuvre en applique – sans pièce de protection feu

Type de liaison	TABLEAU			
Epaisseur de l'isolant côté extérieur (mm)	120			
Conductivité de l'isolant côté extérieur (W/m.K)	0,032		0,035	
Epaisseur de l'isolant côté intérieur (mm)	80	140	80	140
Ψ (W/m.K)	0,31	0,31	0,31	0,31

Annexe 2 – Exemples de performances acoustiques

Essais d'indice d'affaiblissement acoustique

Essai sur façade F4 avec les isolants Isofaçade 35 120 mm entre les profilés F4 et Isoconfort 32 80 mm en doublage Optima

Parement	R_w (c ;ctr)
Parement extérieur TRESPA	59 (-2 ; - 8) dB
Parement extérieur terre cuite TERREAL	57 (-4 ; -11) dB

Essais de transmission latérale

Essai sur façade F4 avec les isolants Isofaçade 35 120 mm entre les profilés F4 et Isoconfort 32 80 mm en doublage Optima et extension au rapport d'essai

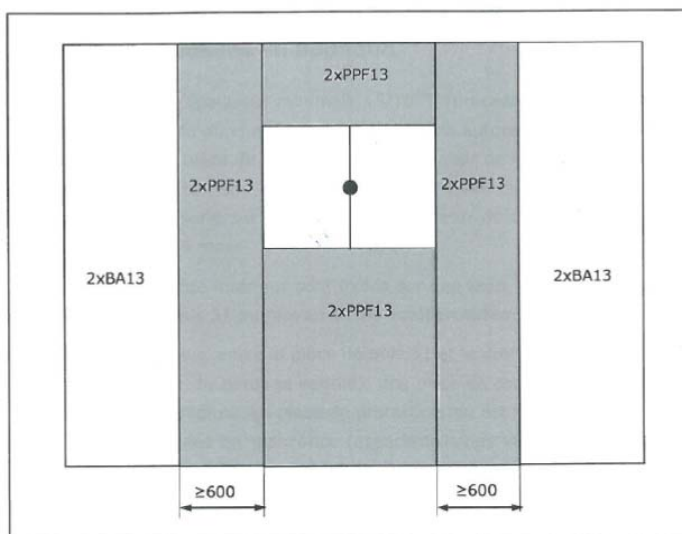
Parement	$D_{n,f,w}$
Sans parement extérieur	72 dB ; c=-1dB
Le parement extérieur peut être composé de bardage bois, PVC, plaques de terre cuite etc.	72 dB ; c=-1dB

Annexe 3 – Sécurité incendie

Familles 1, 2, 3A et 3B

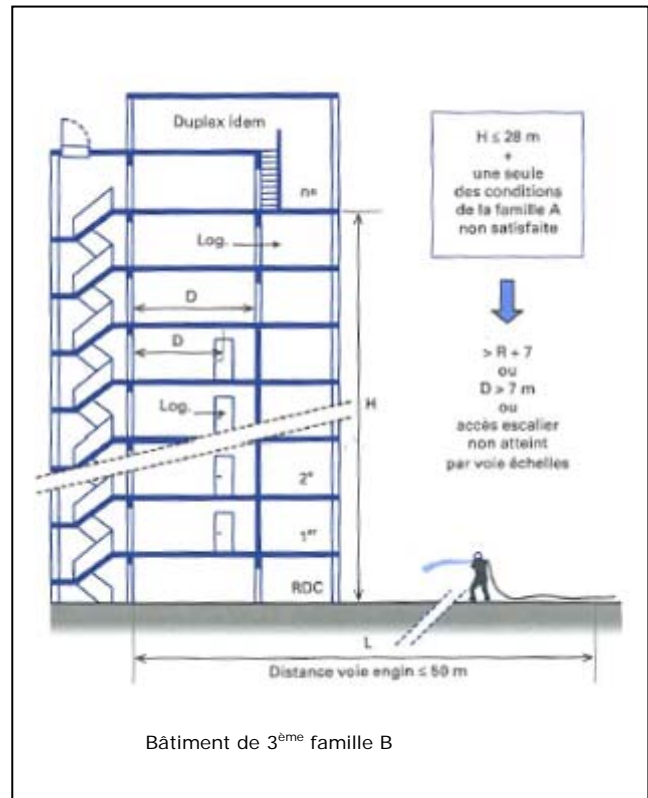
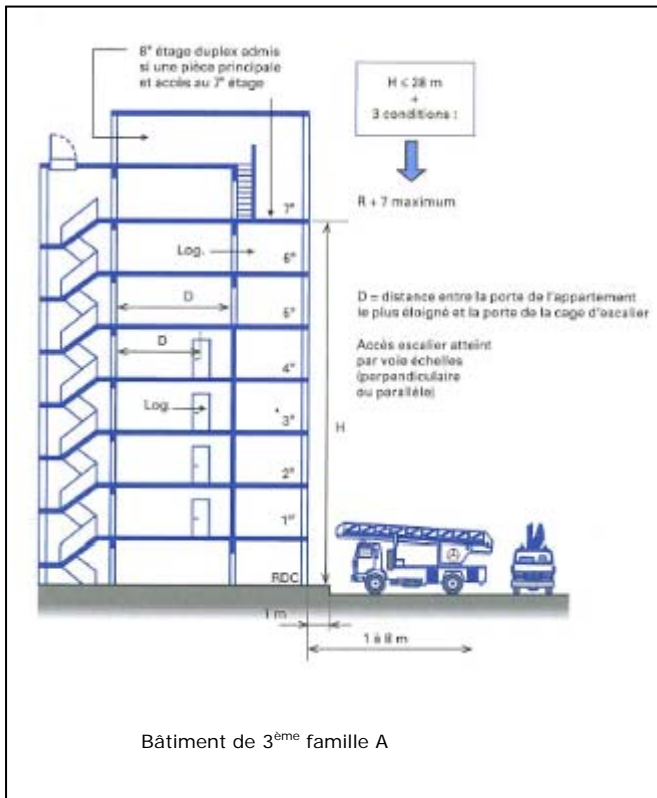
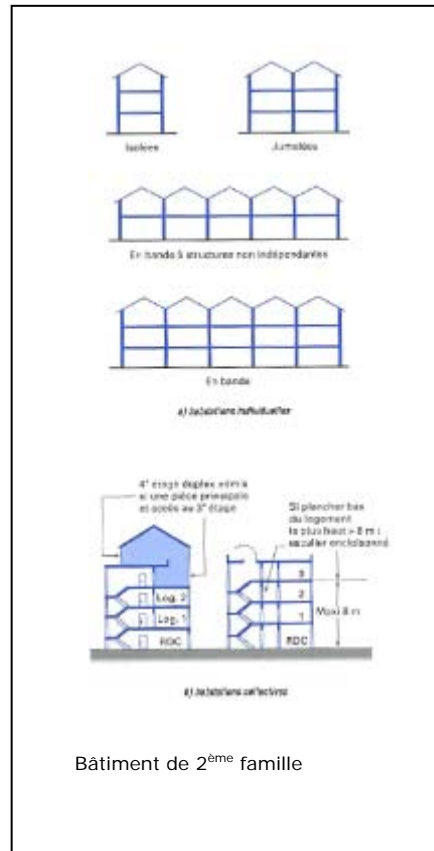
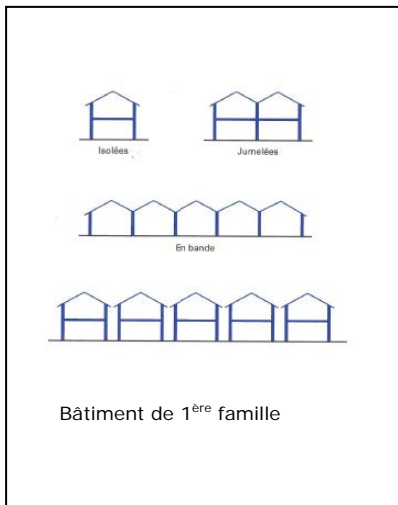
Tableau A3-1 - Résumé des dispositions constructives de la façade F4 en fonction de la famille de bâtiment considérée au sens de la sécurité incendie

Type de famille	Arrêté du 31/01/1986 et IT n° 249				Arrêté du 31/01/1986
	Traitement intérieur du contour des ouvrants	Traitement encadrement menuiseries	Autres traitements côté intérieur	Coupure lame d'air ventilée	Bardage rapporté
Famille 3A et 3B	2 Placoflamm BA13 en poutour des ouvrants	Mise en place de pièce de recouvrement feu	Fourrures verticales vissées aux lisses Clip Optima Boitier électrique d'encastrement coupe-feu	Bavette métallique traversante épaisseur 0,75 mm tous les deux niveaux (cf. fig. 25 et 26)	M3 si P/H ≥ 0,8 (avec P = distance minimale comprise entre le plan extérieur de la façade de l'immeuble et la limite de propriété ; H = hauteur la plus élevée de ces 2 immeubles) M2 si P/H < 0,8
Famille 2 (R+1 à R+3)	Pas d'exigence 2 BA13	Pas d'exigence	Pas d'exigence	Dans le cas des bardages non totalement étanche à l'eau (type XIII au sens du cahier CSTB 1833), pour la gestion de l'eau : Bavette recoupant la lame d'air mais ne traversant pas l'isolant Cas du R+3 : entre le R+1 et le R+2 Cas du R+2 : entre le RdC et le R+1 (cf. fig. 39)	Minimum M3
Famille 1	Pas d'exigence 2 BA13	Pas d'exigence	Pas d'exigence	Pas d'exigence	Minimum M3 si individuelle groupée M4 si individuelle isolée



Vue de l'intérieur de la cloison de la façade

Illustration des familles de bâtiment considérées au sens de la sécurité incendie



Comportement au feu de la façade Détermination de la masse combustible mobilisable

Les données d'entrées pour le calcul de la masse combustible mobilisable de la façade F4 sans prendre en compte le bardage rapporté sont données dans les tableaux A3-2 à A3-4.

Tableau A3-2 - Potentiel calorifique d'élément de façade

Elément	MJ/m ²	Elément	MJ/m ²	Elément	MJ/m ²
BA13	0,0046	BA13	0,0046	BA13	0,0046
BA13	0,0046	BA13	0,0046	BA13	0,0046
Vario KM Duplex	3,3	Vario KM Duplex	3,3	Vario KM Duplex	3,3
Tyvek F4	6,7	Ecran Intégra	7,3	F4 UV Façade	9,1
Total MJ/m ²	10,01	Total MJ/m ²	10,61	Total MJ/m ²	12,41

Tableau A3-3 - Potentiel calorifique d'élément de façade

	Epaisseur d'isolant en mm	PCS en MJ/m ²
Isoconfort 32	80	3,6
	100	4,4
	120	5,2
	140	6,0
Isofaçade 32	120	3,8
Isoconfort 35	120	3,7
	140	4,3
Isofaçade 35	120	2,4
Appui Optima 2	-	2,0

Tableau A3-4 - Potentiel calorifique de la façade

F4 sans parement extérieur	Isofaçade 35 - 120 mm + Isoconfort 35 - 140 mm	Isofaçade 35 - 120 mm + Isoconfort 32 - 140 mm	Isofaçade 32 - 120 mm + Isoconfort 32 - 140 mm
Avec Ecran Tyvek F4	18,7 MJ/m ²	20,4 MJ/m ²	21,8 MJ/m ²
Avec Ecran Intégra	19,3 MJ/m ²	21,0 MJ/m ²	22,4 MJ/m ²
Avec Ecran F4 UV Façade	21,1 MJ/m ²	22,8 MJ/m ²	24,2 MJ/m ²

D'après ces calculs, la masse combustible mobilisable, sans prendre en compte les bardages rapportés combustibles, est toujours inférieure à 25 MJ/m², quelle que soit la composition de la façade F4 retenue.

Le bureau d'étude devra tenir compte de cette donnée pour le choix des menuiseries et du parement dans le cadre de son projet de façade F4.

Figures du Dossier Technique

NOMENCLATURE

N°	Dénomination
1	Profil interface bardage
2	Vis autoperceuse
3	Pare-pluie F4
4	Profilé F4
5	Platine F4
6	Boulons + écrous
7	Fixation platine/dalle
8	ISOFACADE 32
9	ISOCONFORT 32
10	Appui Optima 2
11	Fourrure + éclisse Optima
12	Membrane Vario
13	Lisse Clip'Optima
14	Mastic Vario DS
15	Plaque de plâtre
16	Maxi PB Fix
17	Fixation MAXI PB Fix/dalle
18	Support Chevêtre F4
19	Equerre Chevêtre F4
20	Fixation support Chevêtre/Profilé F4
21	Adhésif Vario Multitape
22	Profil de finition
23	Précadre menuiserie
24	Adhésif Vario KB1
25	Vis TTPC 25
26	Vis TTPC 45
27	Fixation lisse Clip'Optima/dalle
28	Mastic de finition
29	Isolant périphérique de chape

N°	Dénomination
30	Isolant périphérique de chape
31	Calage menuiserie
32	Protection feu
33	Fixation protection feu
34	Profil recoupement
35	Fixation profil recoupement
36	Isolant PAR
37	Montant M48
38	Rail R48
39	Vis TRPF
40	Vis TTPC 65
41	Isolant soubassement
42	Support de couvertine
43	Equerre d'angle F4
44	Profil d'appui fenêtre tunnel
45	Support appui de fenêtre
46	Profil allège fenêtre tunnel
47	Profil d'appui de fenêtre applique
48	Profil allège fenêtre applique
49	Profil traverse fenêtre tunnel
50	Profil traverse fenêtre applique
51	Profil recoupement
52	Clou béton
53	Profil d'arrêt pare-pluie
54	Renfort d'angle
55	Chevêtre Autoconnect
56	Platine d'angle
57	Ecarteur membrane

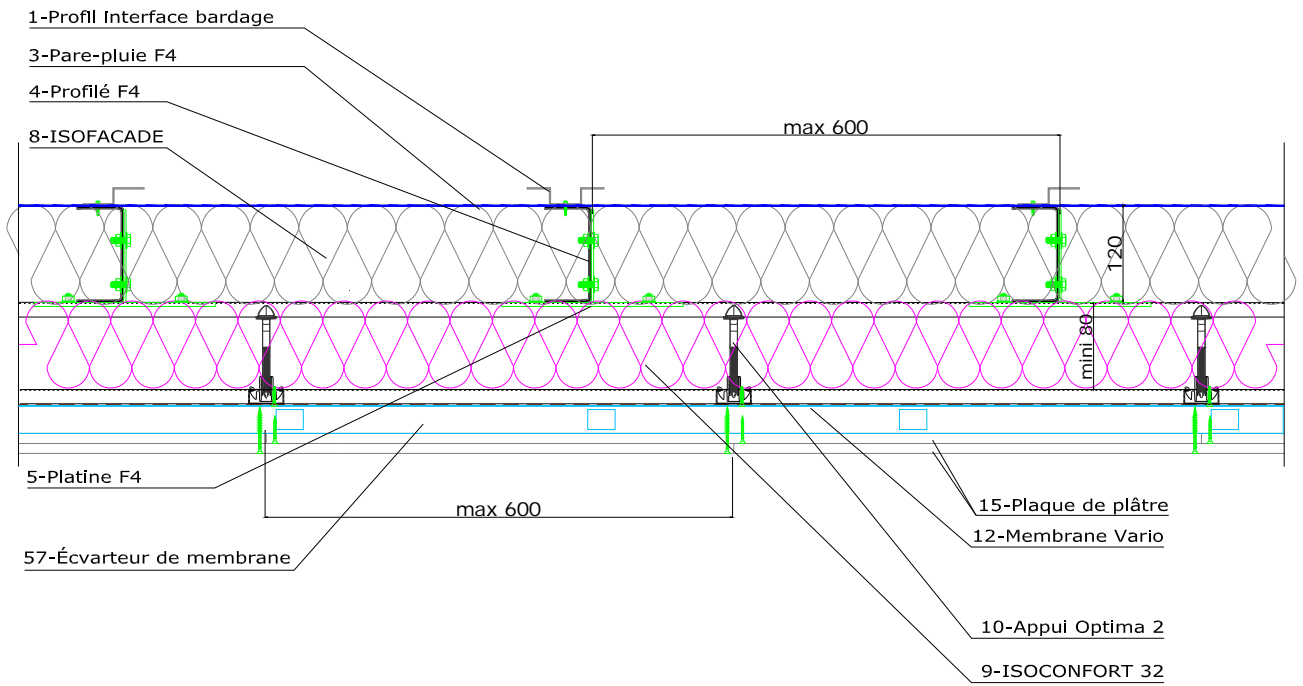


Figure 1 – Partie courante coupe horizontale

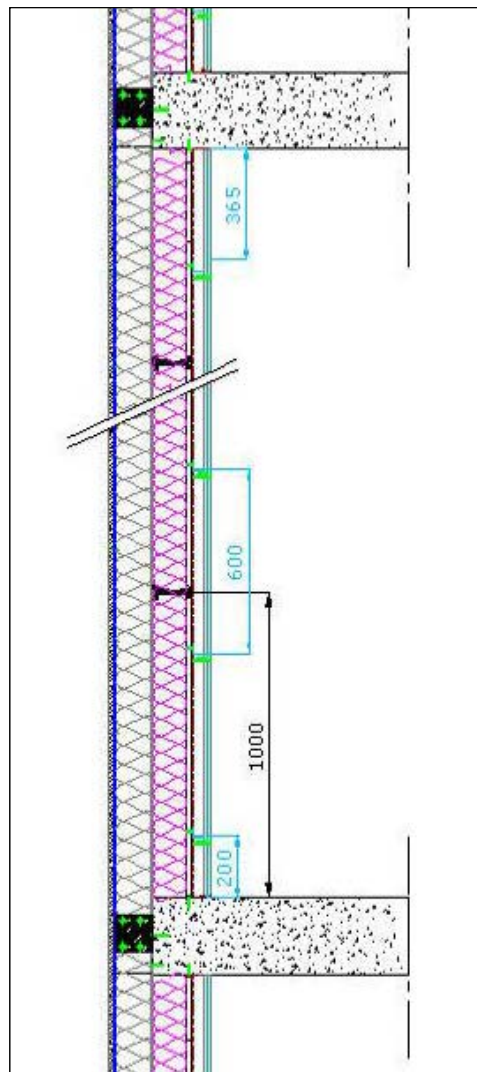


Figure 2 – Partie courante coupe verticale

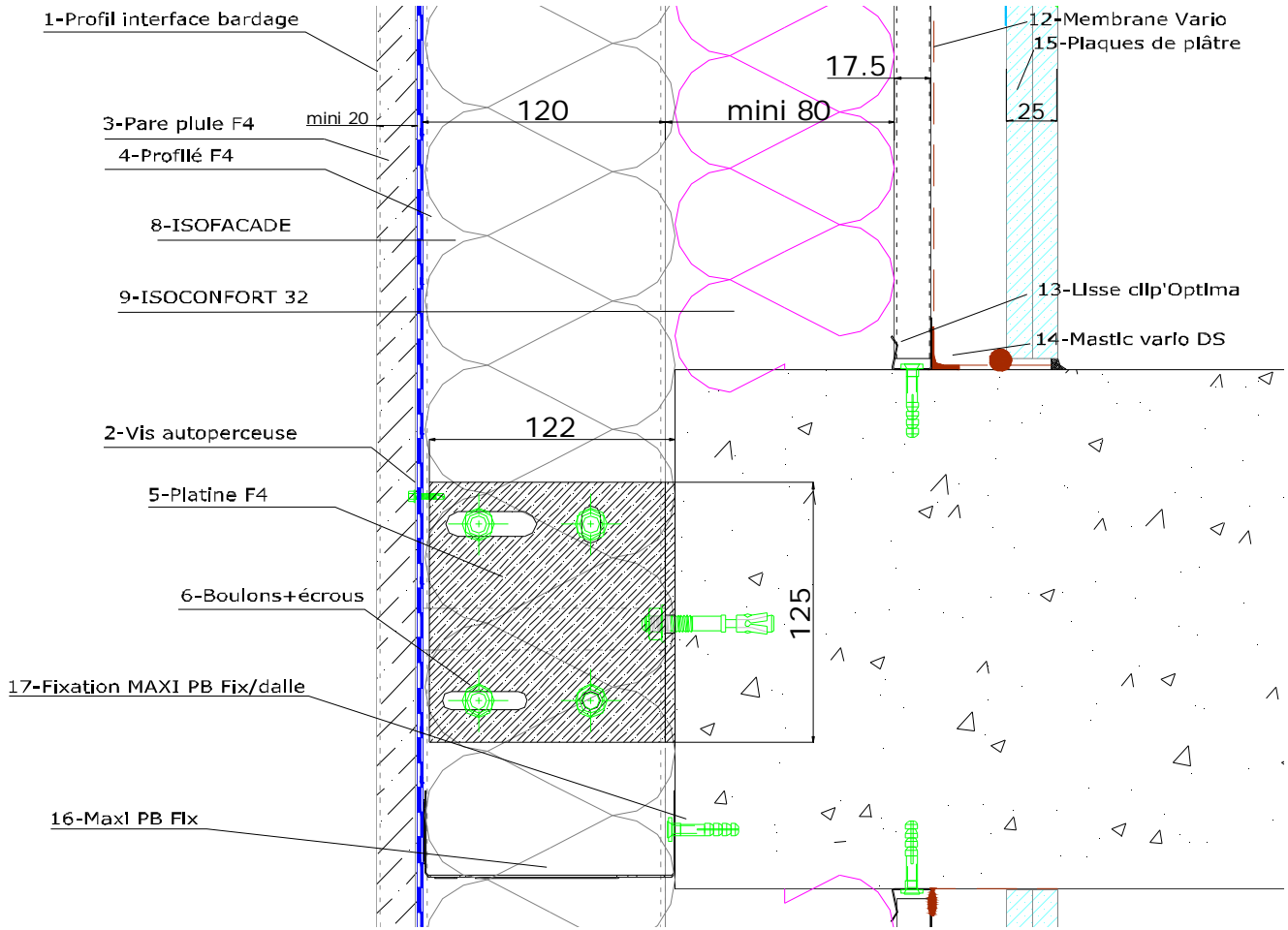
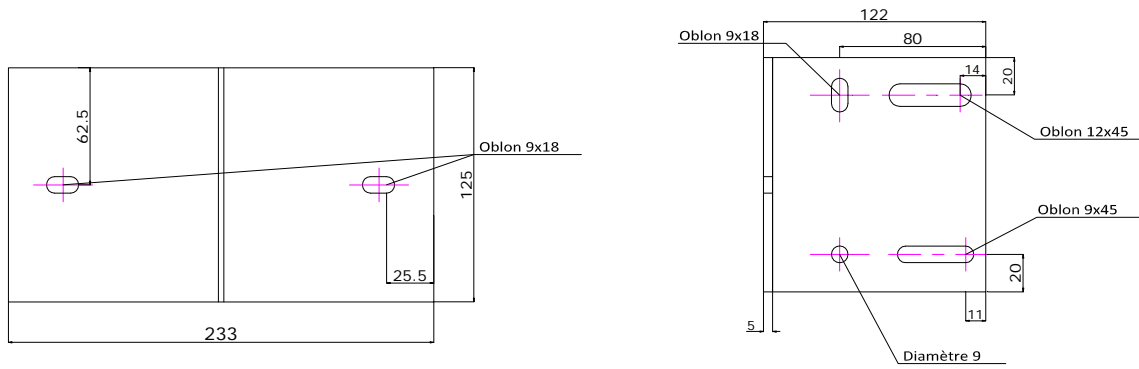


Figure 3 – Détail coupe verticale au niveau du nez de dalle

Vue frontale



Vue du dessus

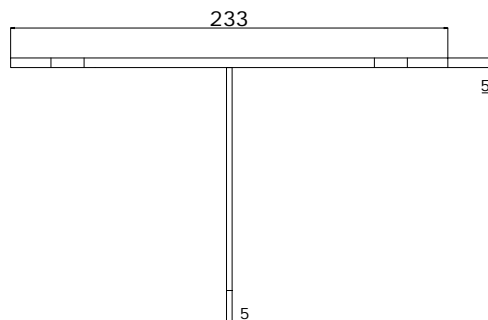


Figure 4 – Platine F4

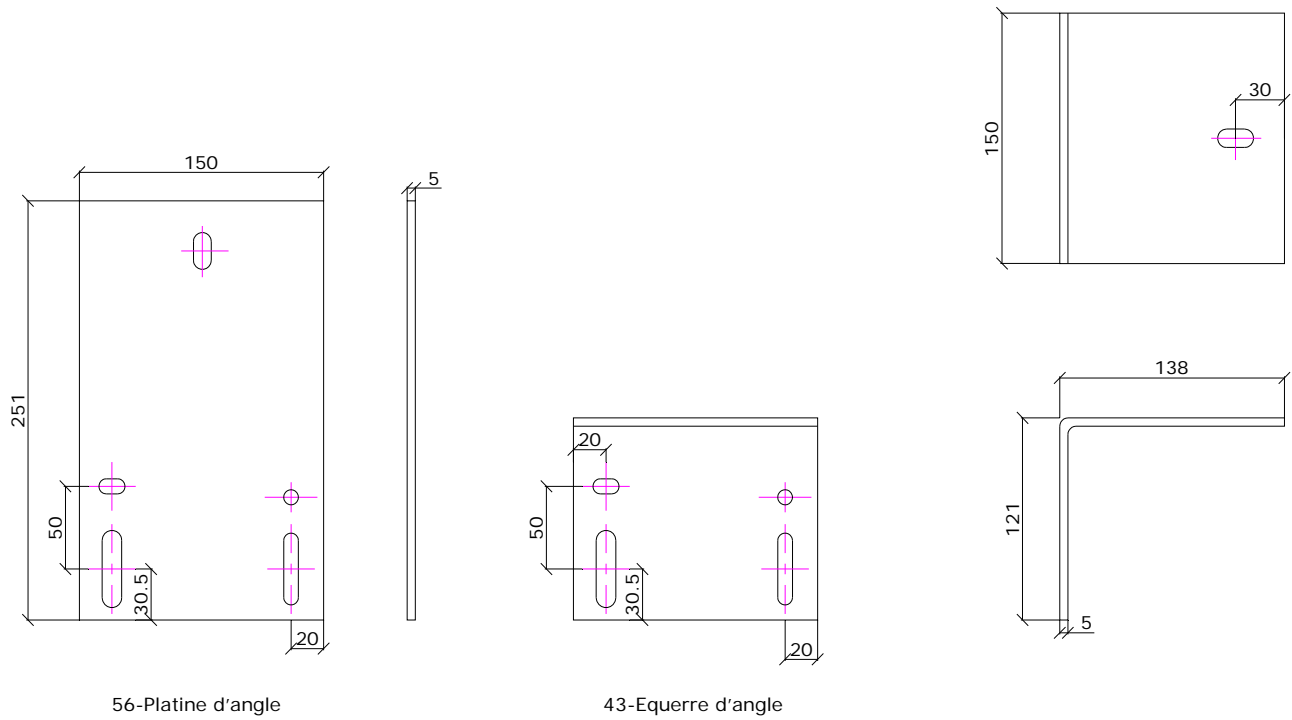


Figure 5 – Ensemble de fixation angle sortant – Platine d'angle F4 et équerre d'angle F4

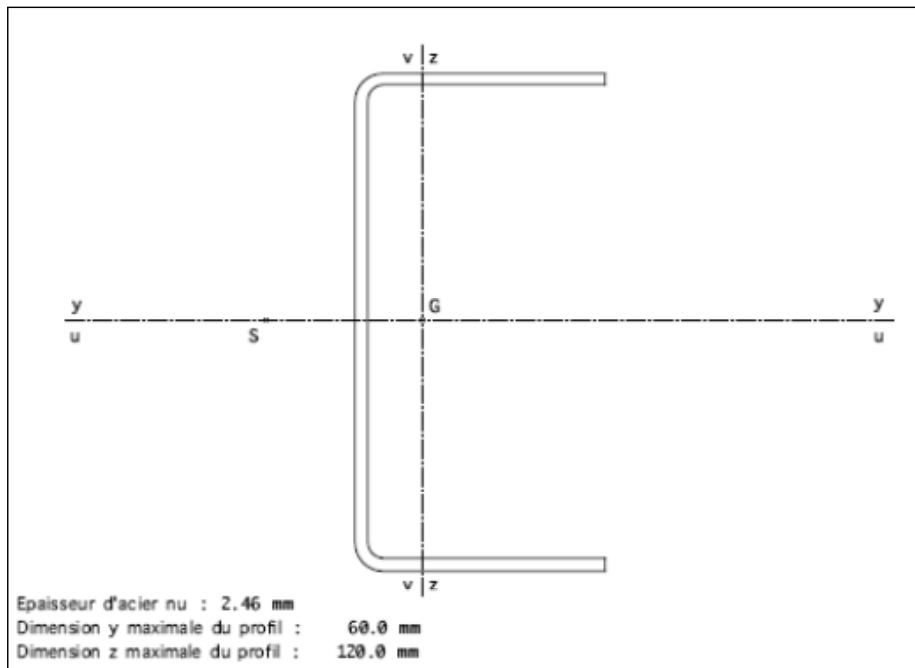


Figure 6 – Section profilé F4 - 120 x 60 x 2,5

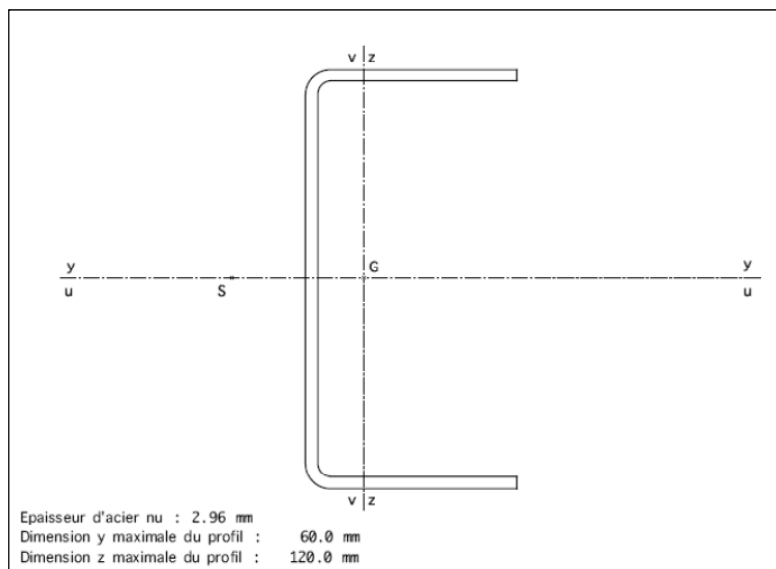


Figure 7 – Section profilé F4 – 120 x 80 x 3

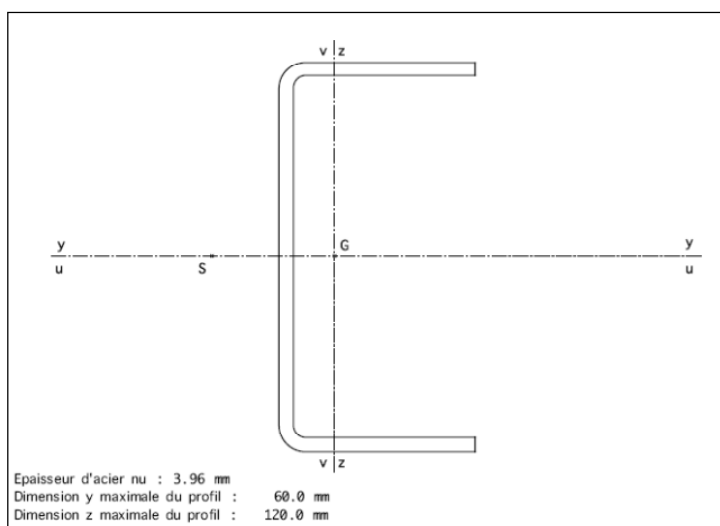


Figure 8 – Section profilé F4 – 120 x 60 x 4

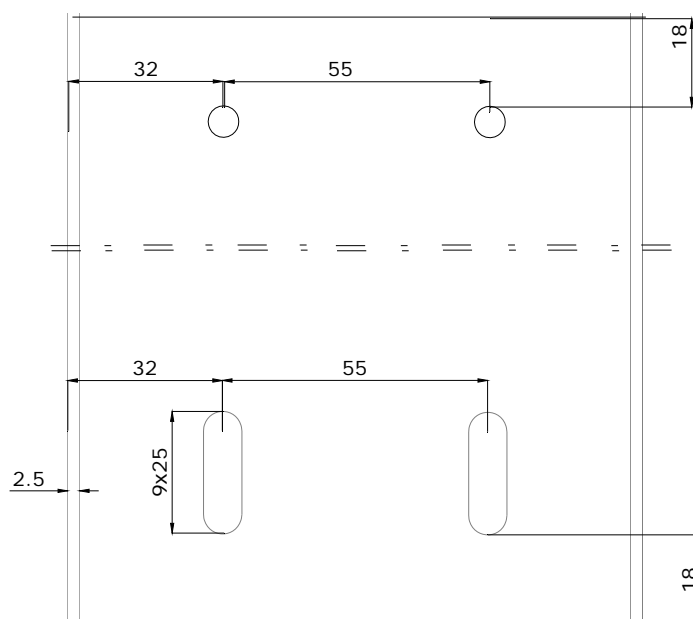


Figure 9 – Percement oblongs 9 x 25 des profilés F4 en pied (exemple sur l'épaisseur 2,5 mm)

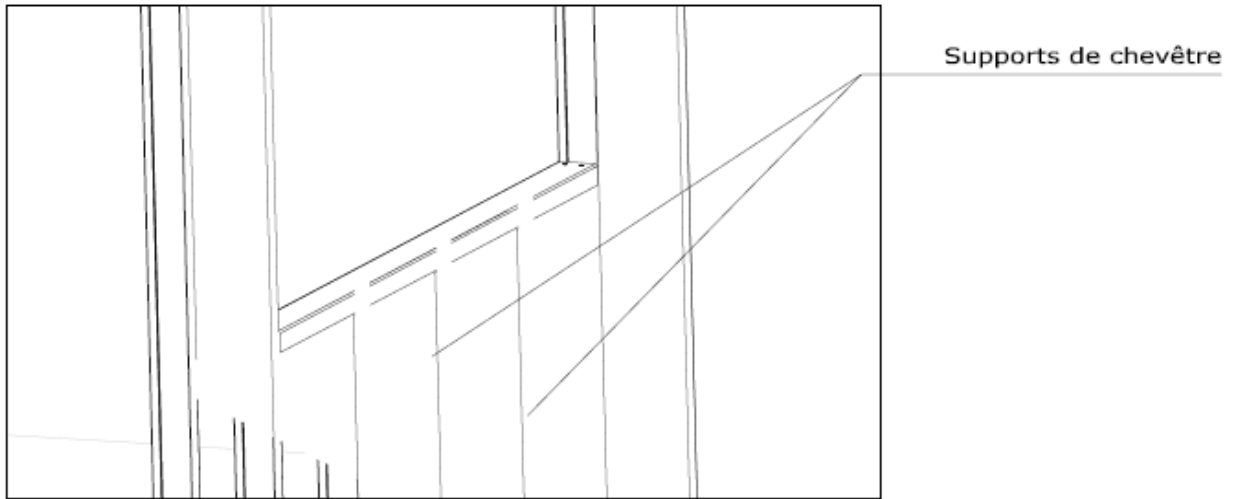


Figure 10 – Contexte des profilés F4 support de chevêtre

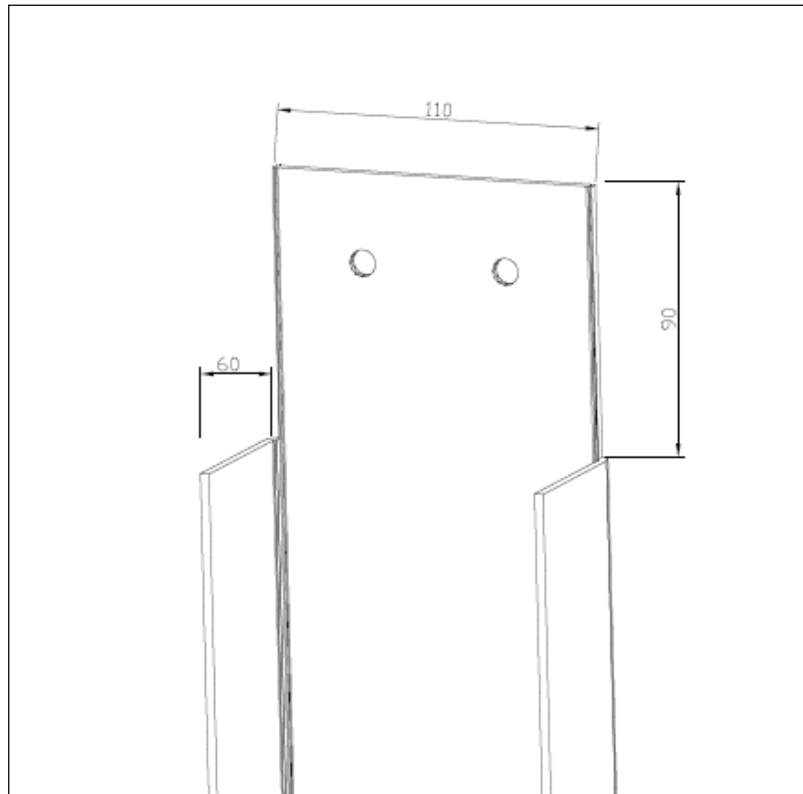


Figure 11 – Extrémité des profilés F4 support de chevêtre

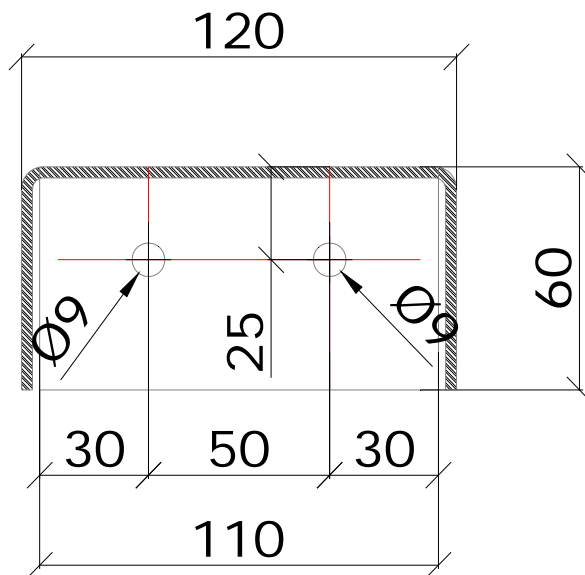


Figure 12 – Chevêtre autoconnect F4 – Coupe horizontale

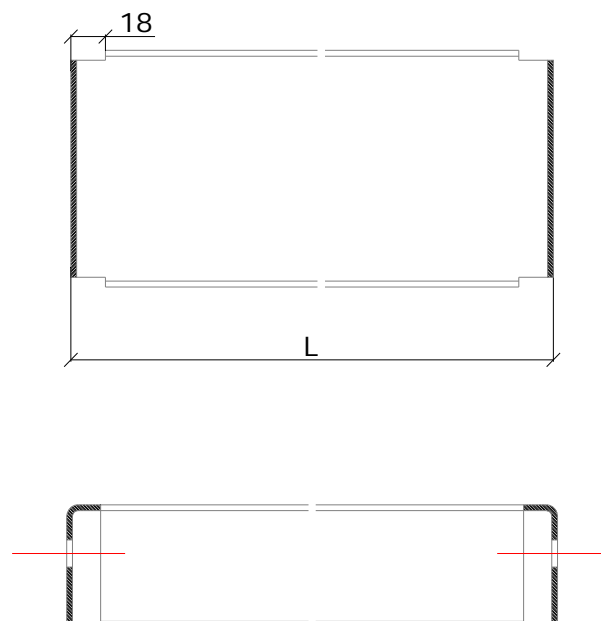


Figure 13 – Chevêtre autoconnect F4 – Vue de dessous et vue de face

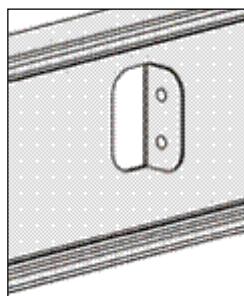


Figure 14 – Fixation intégrée au chevêtre autoconnect F4 – Axiométrie vue de dessous

Coupe horizontale sur les profils

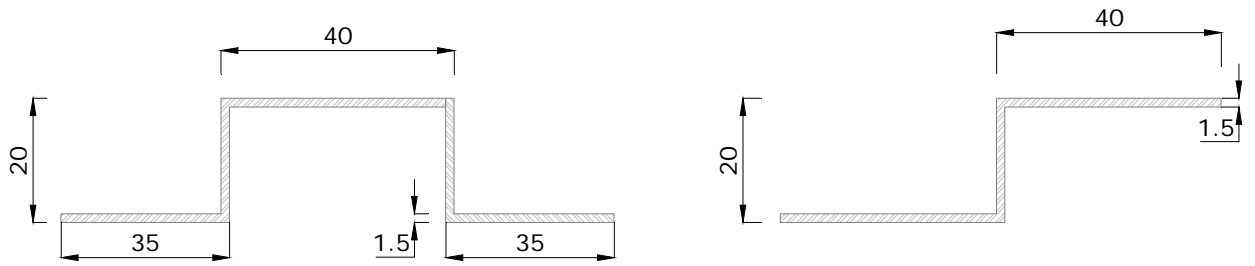
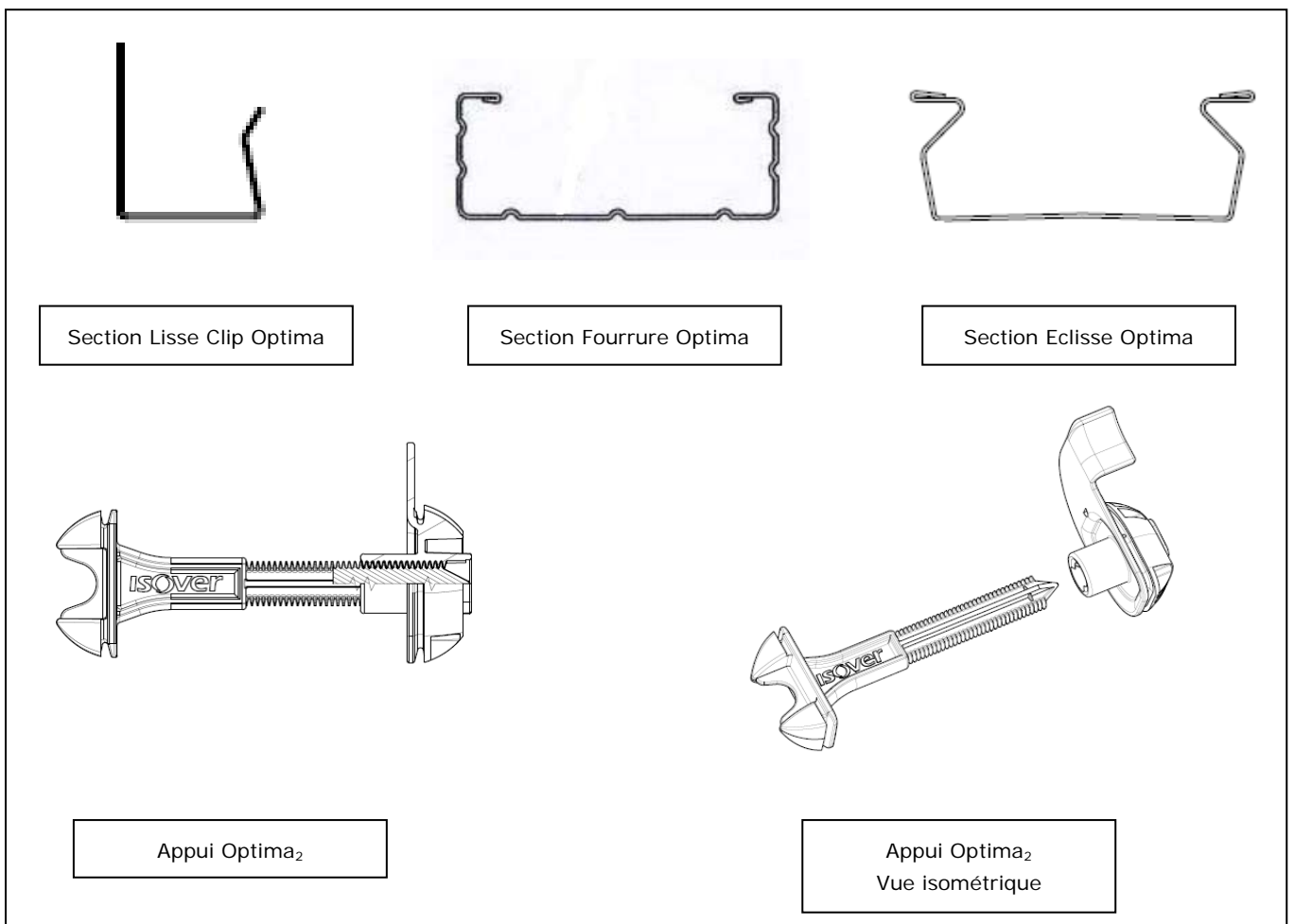
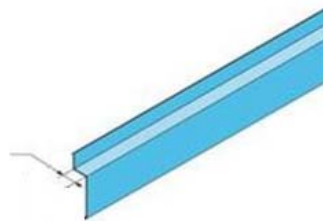


Figure 15 – Profils d'interface au bardage en Oméga ou Z



17,5 mm mini



Exemple d'écarteur de membrane

Figure 16 – Eléments du système Optima

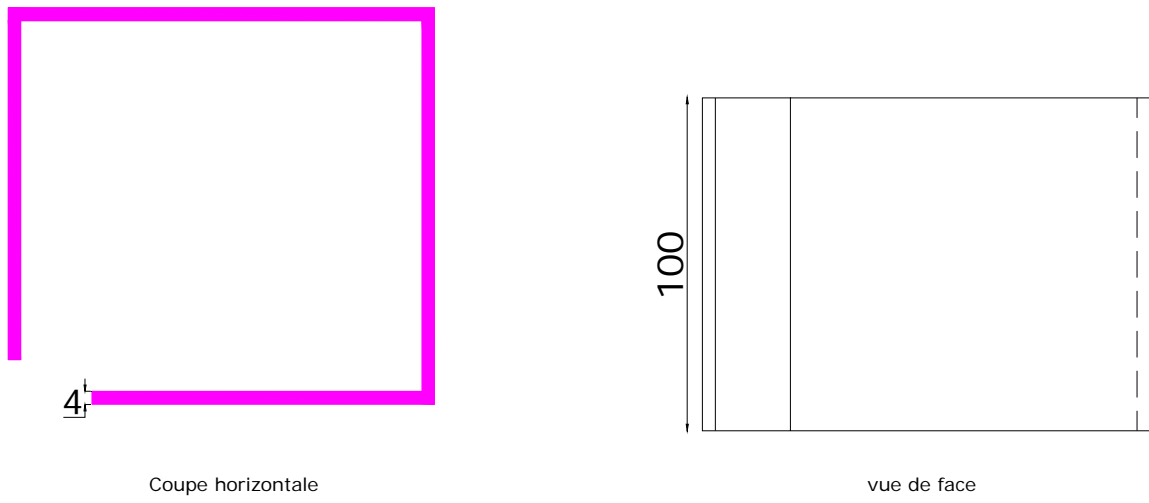


Figure 17 – Renfort d'angle pour le traitement des angles rentrants

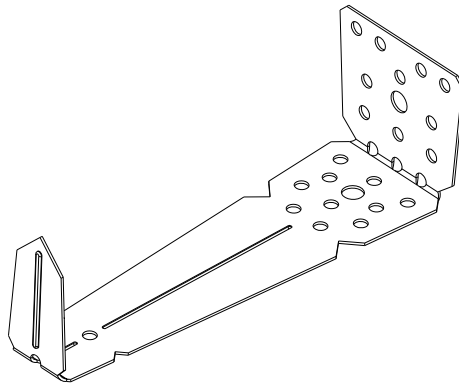


Figure 18 – Fixation Maxi PGB Fix Isover

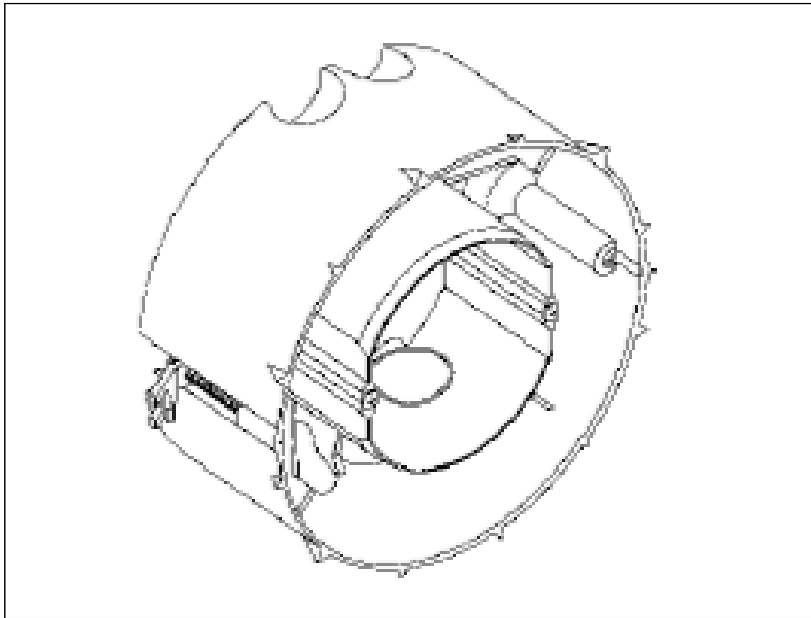


Figure 21 – Boitier d'encastement coupe-feu

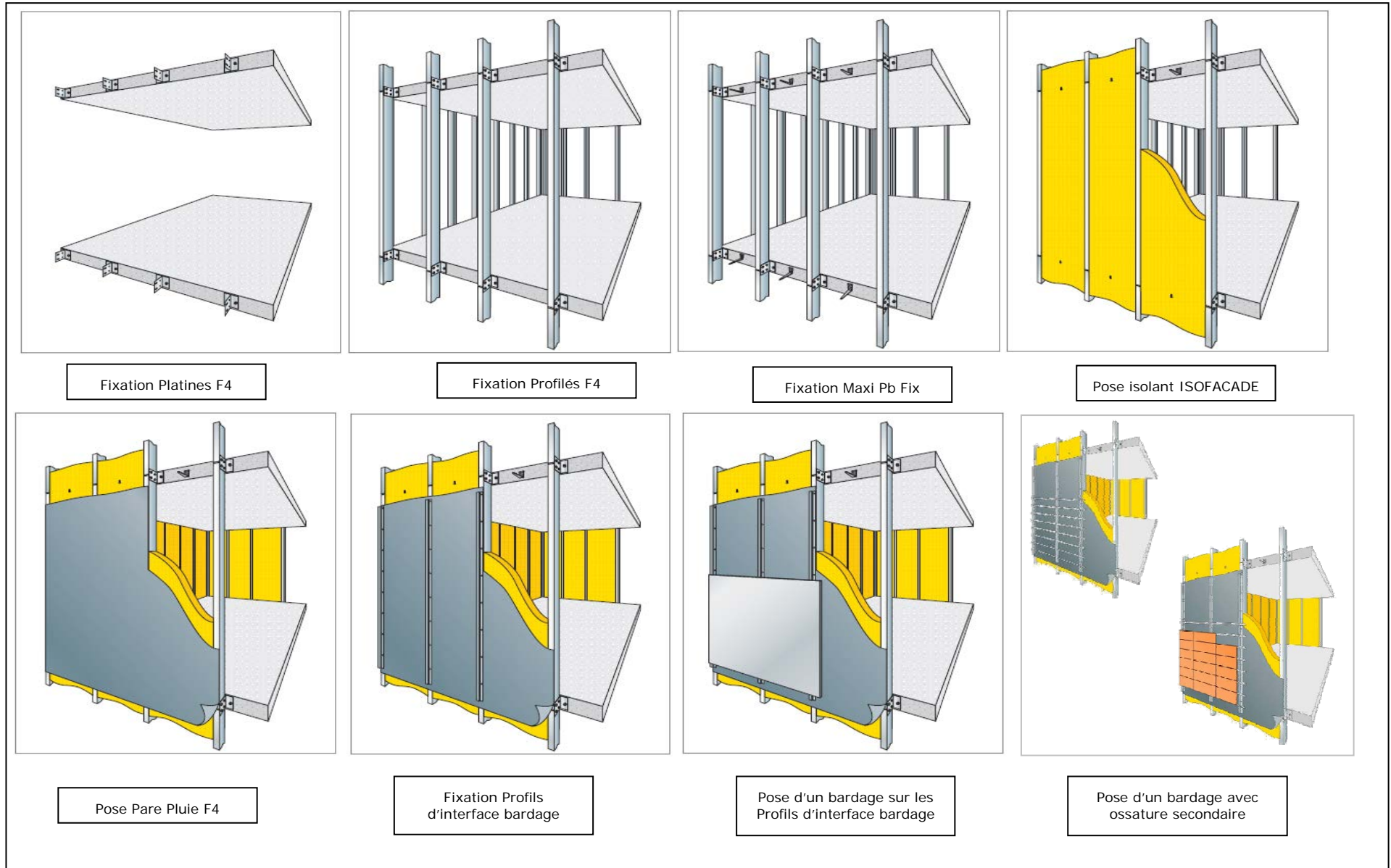
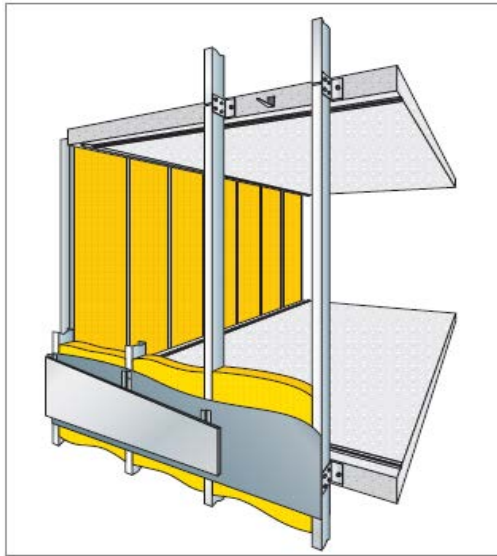
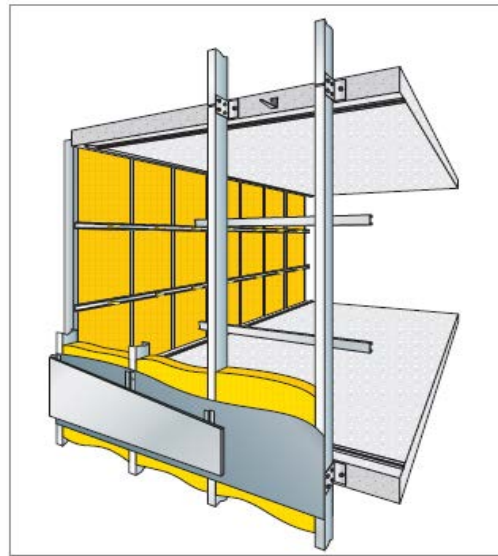


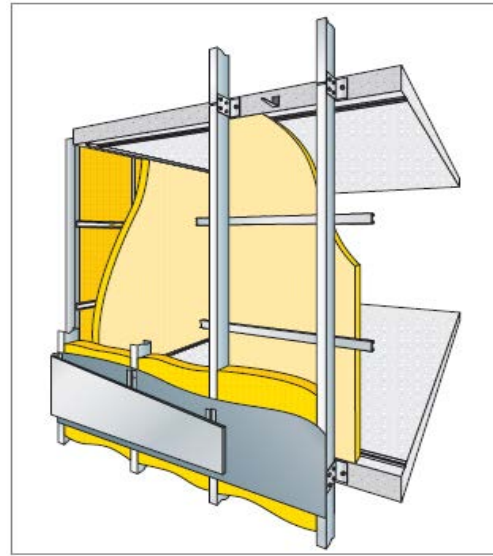
Figure 22 – Pas à pas partie courante lot façadier



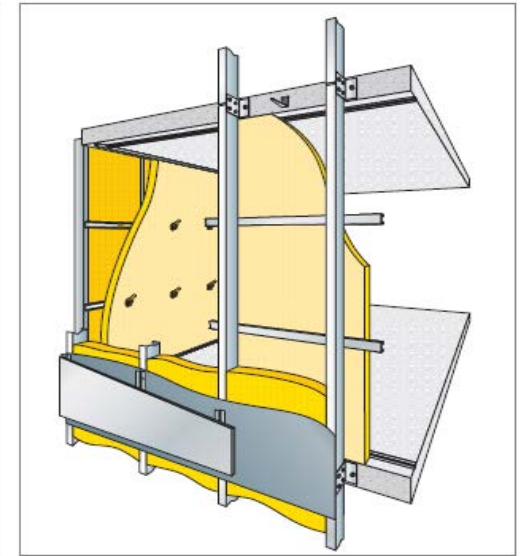
Pose des lisses Optima hautes et basses



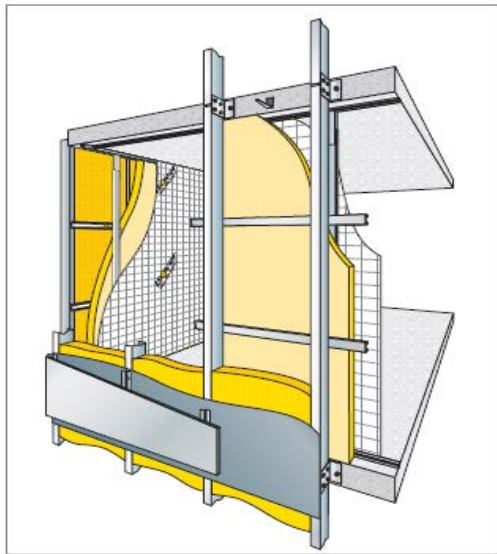
Pose des fourrures horizontales et des appuis Optima



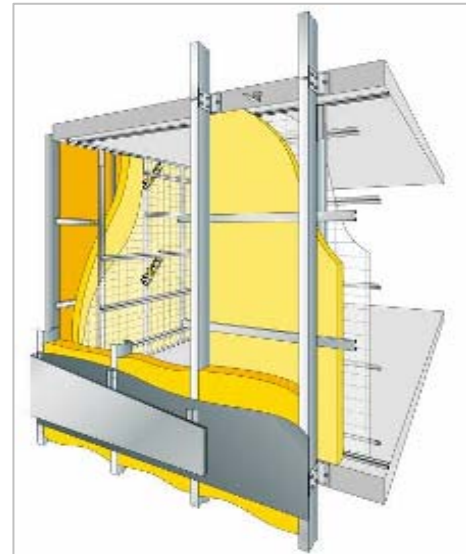
Pose de l'isolant ISOCONFORT



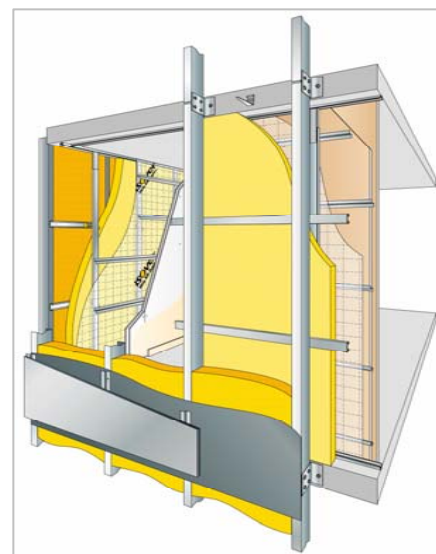
Pose des clefs Optima



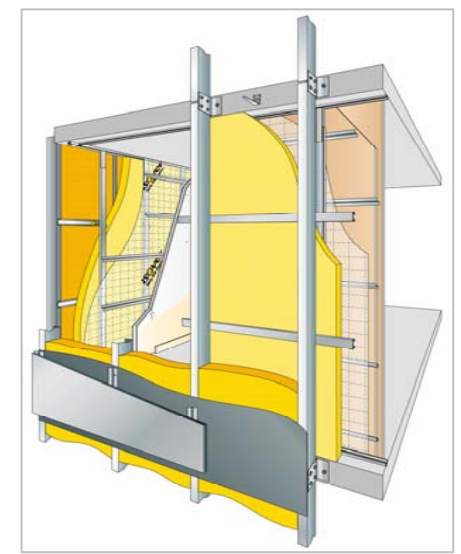
Pose de la membrane Vario



Pose des écarteurs



Pose des plaques de plâtre



Vue ouvrage terminé

Figure 23 – Pas à pas partie courante lot plaquiste



Figure 24 - Bavette 75/100^{ème} de recouplement feu dans le cas de bâtiments de 3^{ème} famille A et B au sens de la réglementation relative à la sécurité incendie – Mise en place avec continuité à l'intérieur des profilés F4

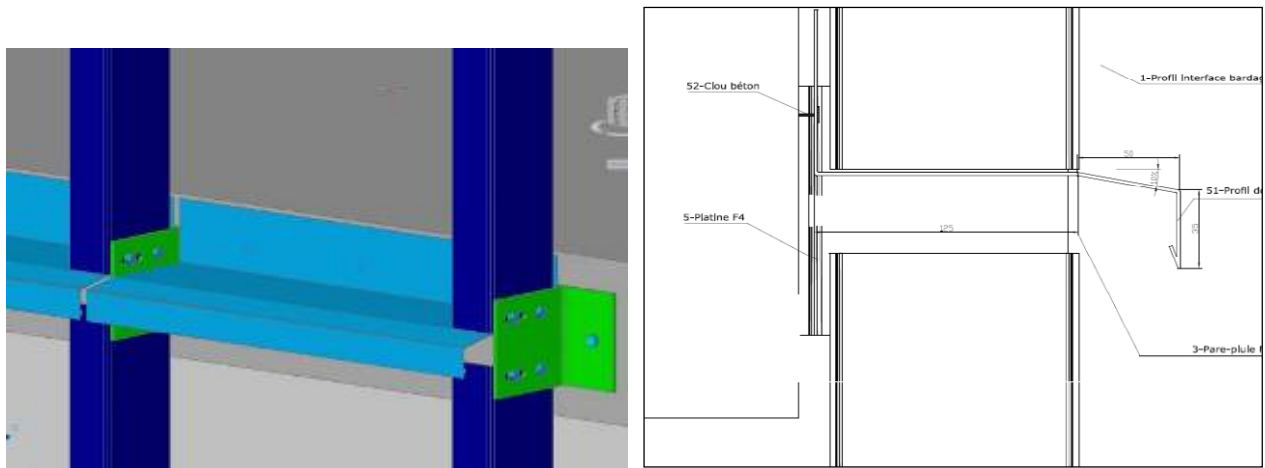


Figure 25 - Fixation de la bavette de recouplement feu tous les deux niveaux dans le cas de bâtiments de 3^{ème} famille A et B au sens de la réglementation relative à la sécurité incendie

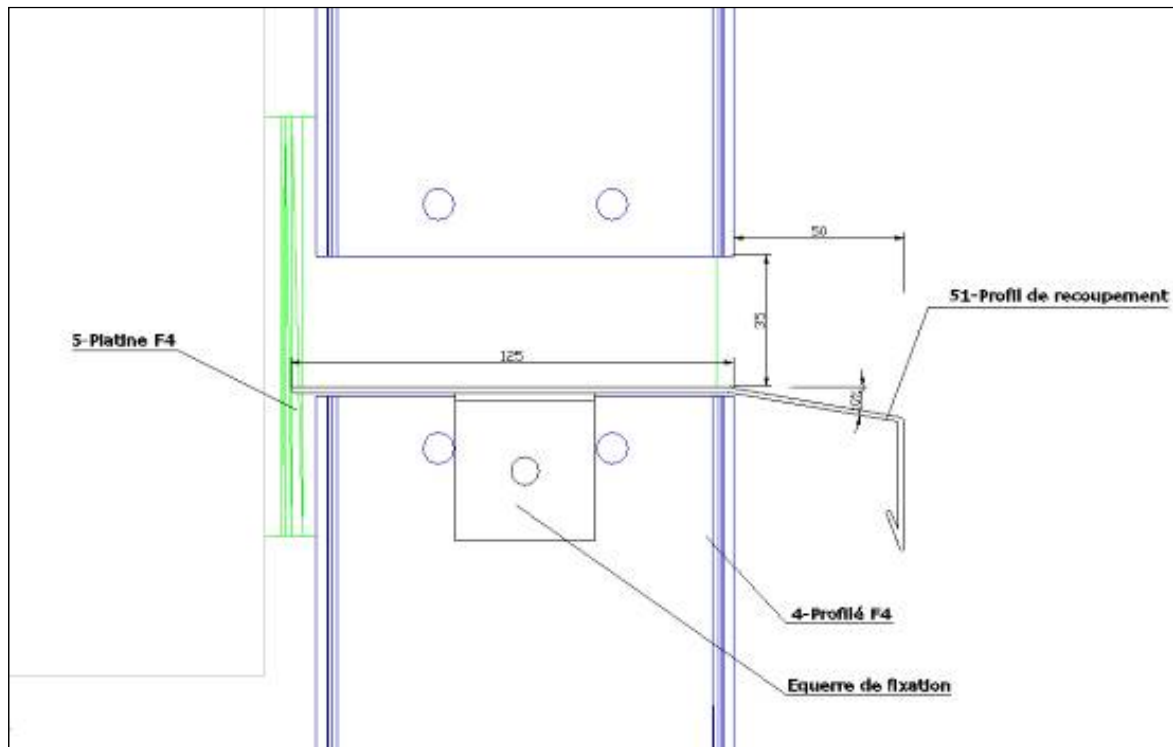


Figure 26 - Fixation de la bavette de recouvrement feu tous les deux niveaux dans le cas de bâtiments de 3^{ème} famille A et B au sens de la réglementation relative à la sécurité incendie

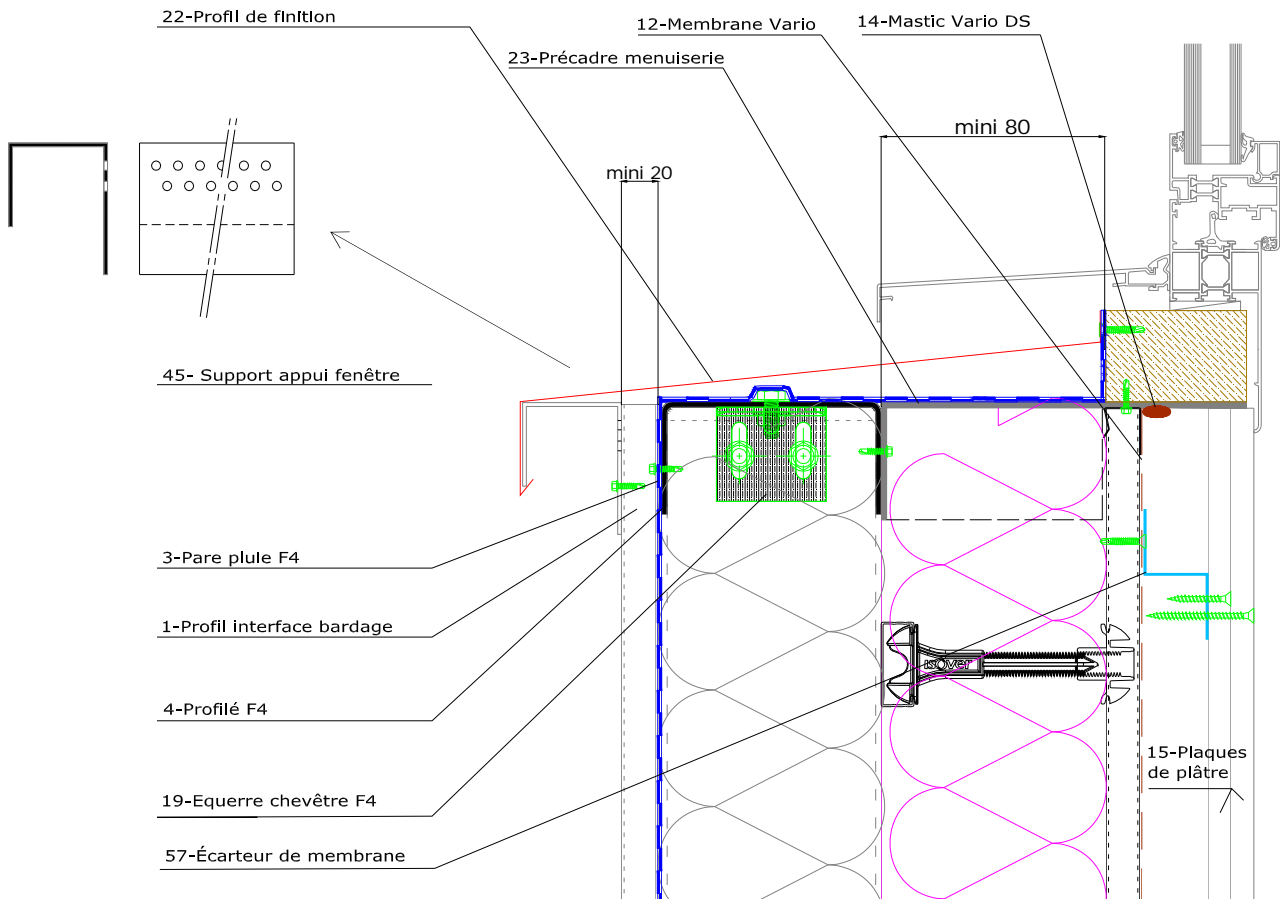


Figure 27 - Traitement des baies en pose en applique 1^{ère} et 2^{ème} famille – Partie basse

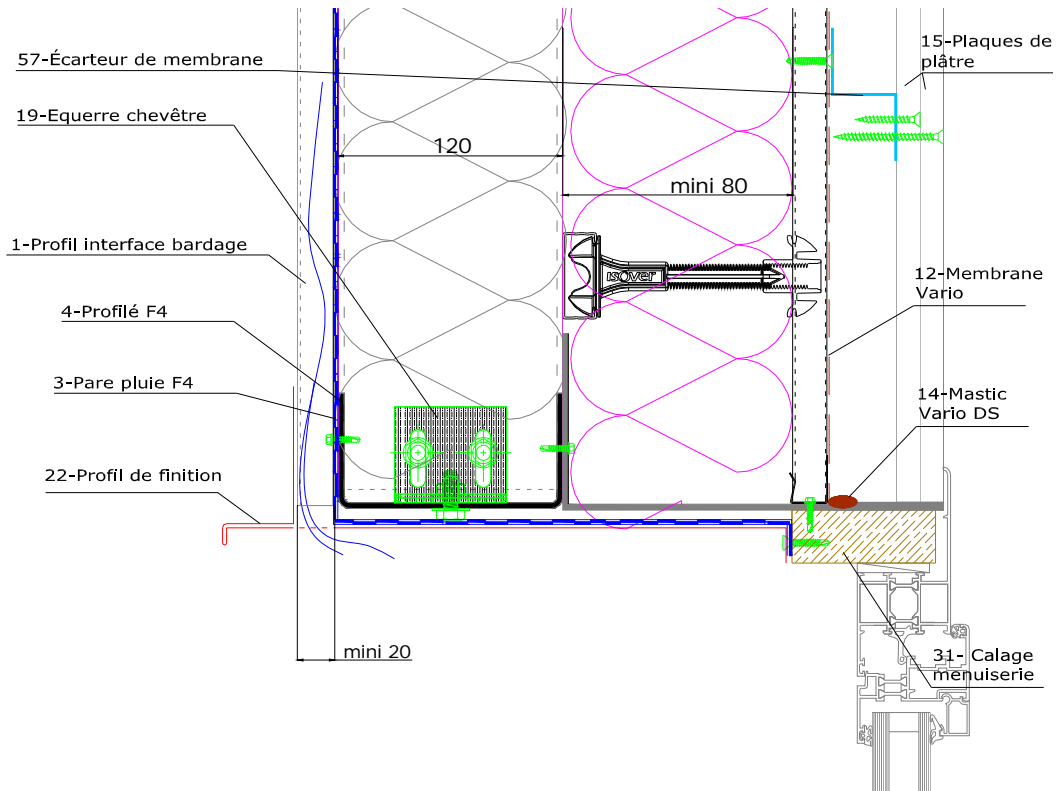


Figure 28 – Traitement des baies pose en applique 1^{ère} et 2^{ème} famille – Partie haute

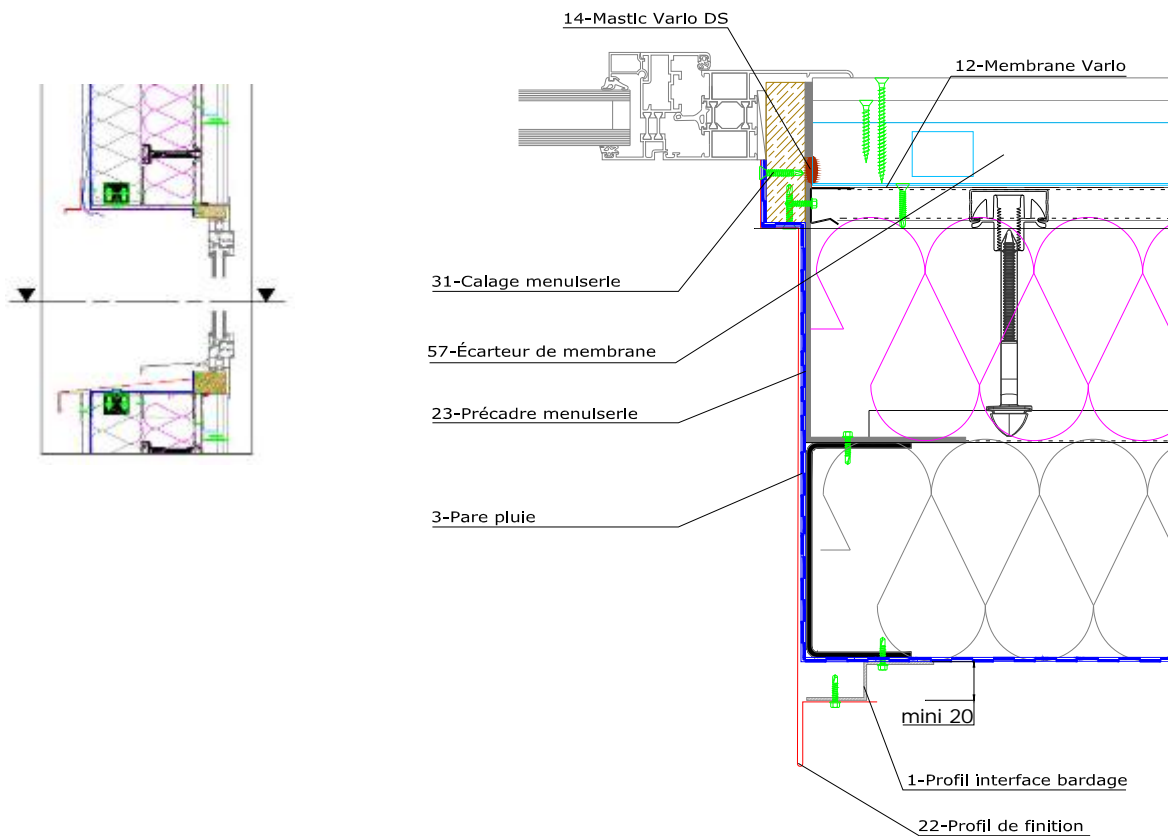


Figure 29 – Traitement des baies pose en applique 1^{ère} et 2^{ème} famille – Partie latérale

32-Protection feu

33-Fixation protection feu

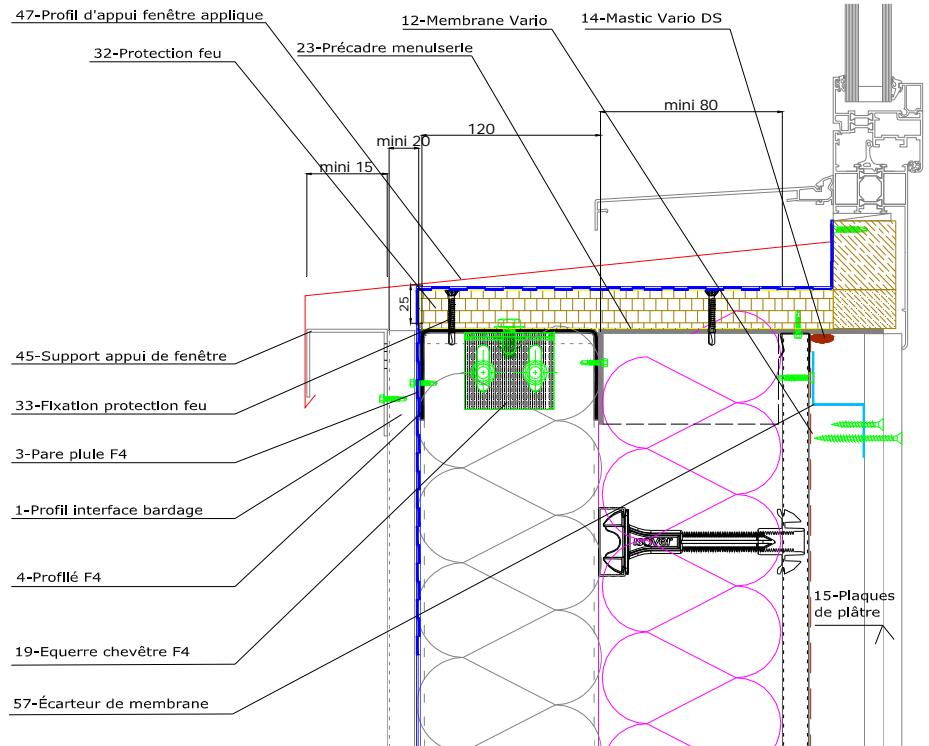
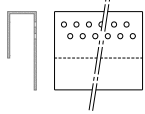


Figure 30 – Traitement des baies pose en applique 3^{ème} famille A et B – Partie basse

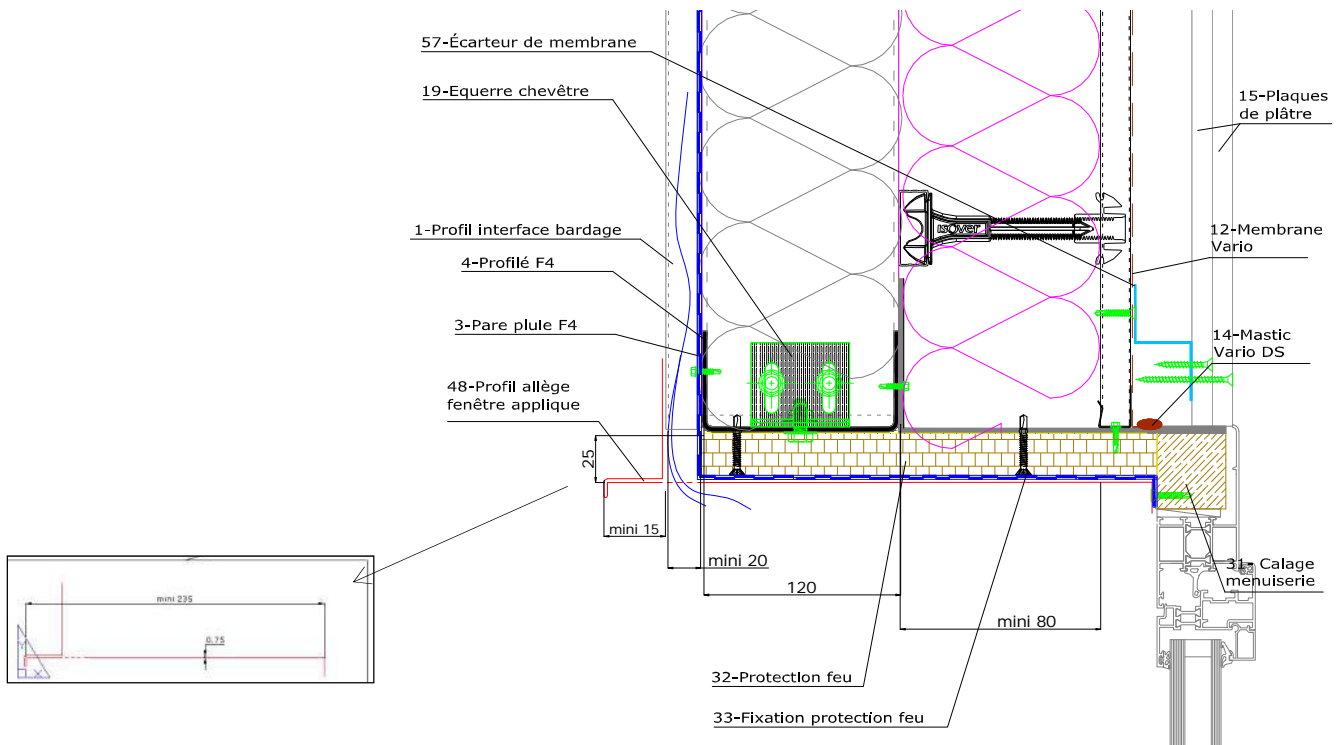


Figure 31 - Traitement des baies pose en applique 3^{ème} famille A et B – Partie haute

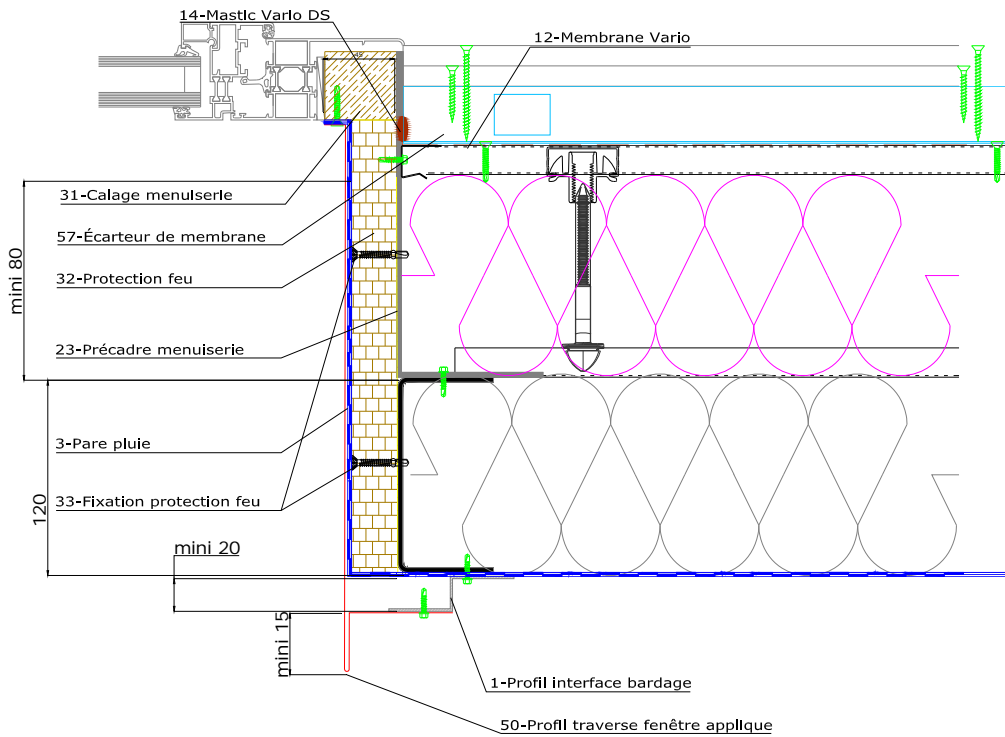


Figure 32 – Traitement des baies pose en applique 3^{ème} famille A et B – Parties latérales

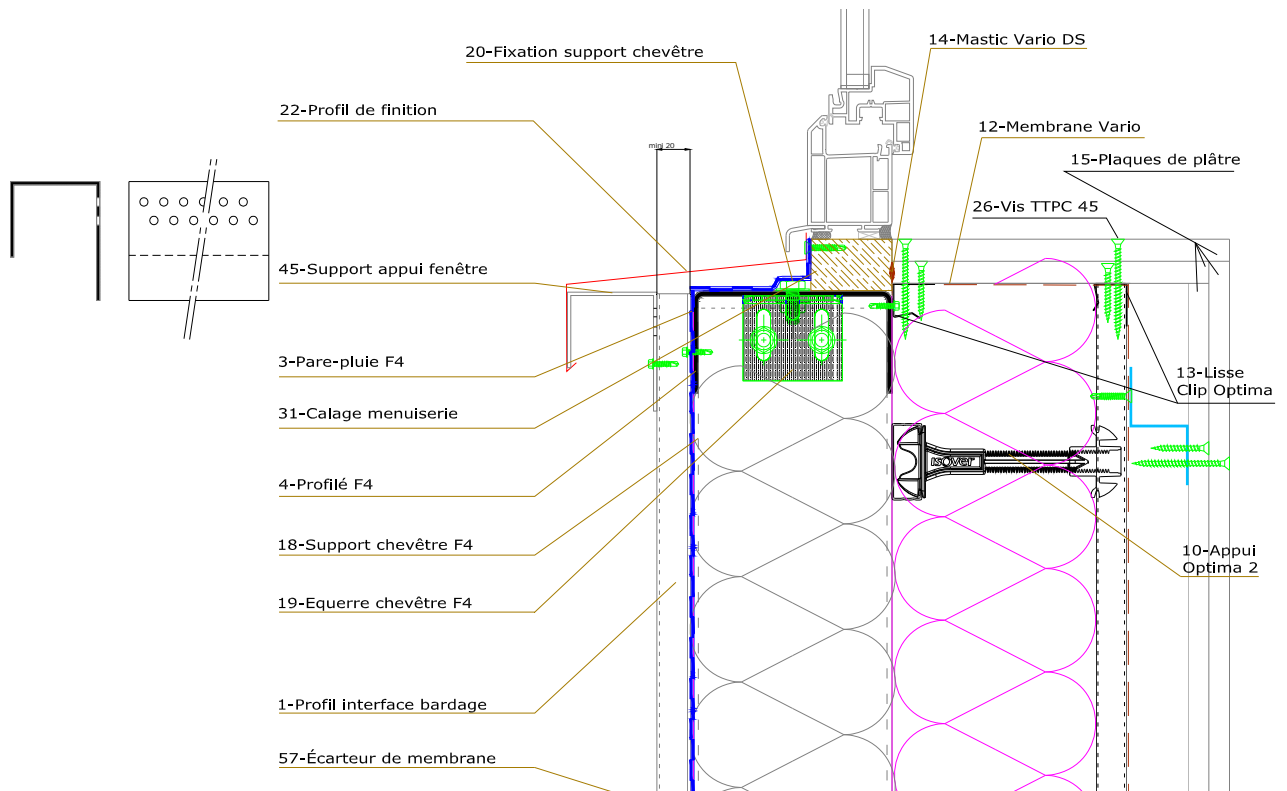


Figure 33 – Traitement des baies pose en tunnel 1^{ère} et 2^{ème} famille – Partie basse

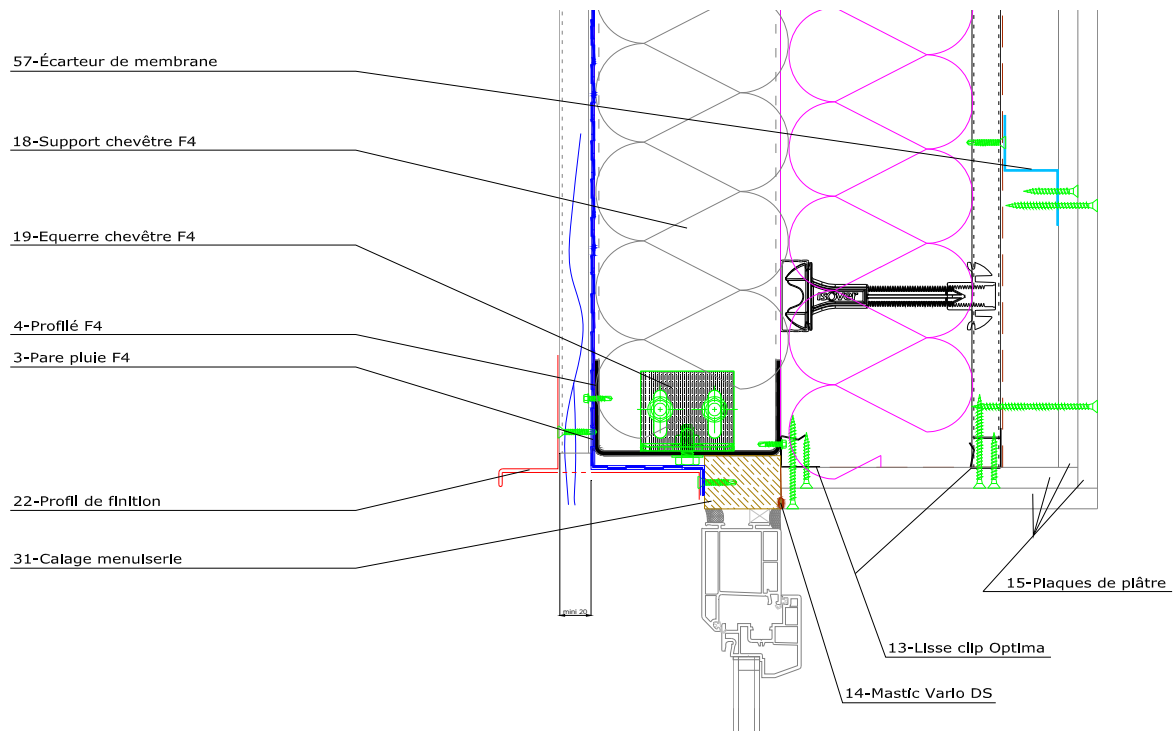


Figure 34 – Traitement des baies pose en tunnel 1^{ère} et 2^{ème} famille – Partie haute

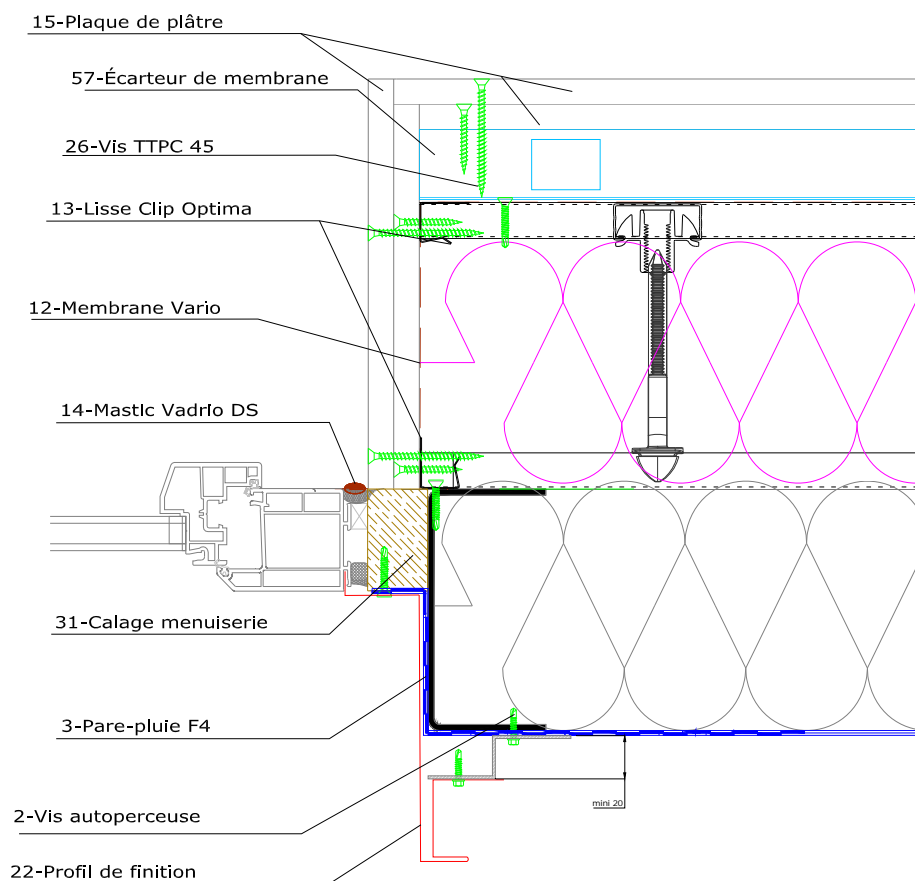


Figure 35 – Traitement des baies pose en tunnel 1^{ère} et 2^{ème} famille – Parties latérales

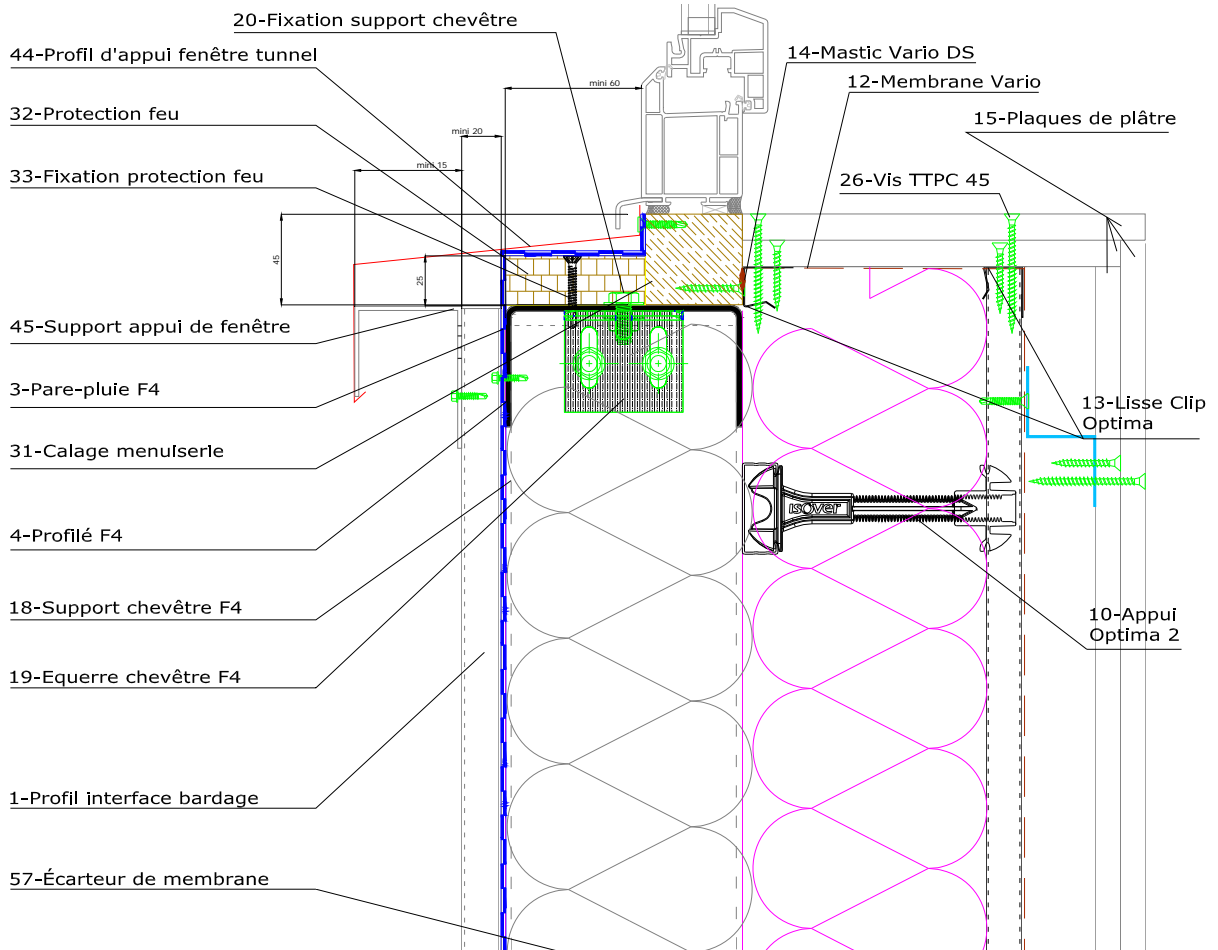


Figure 36 – Traitement des baies pose en tunnel 3^{ème} famille A et B – Partie basse

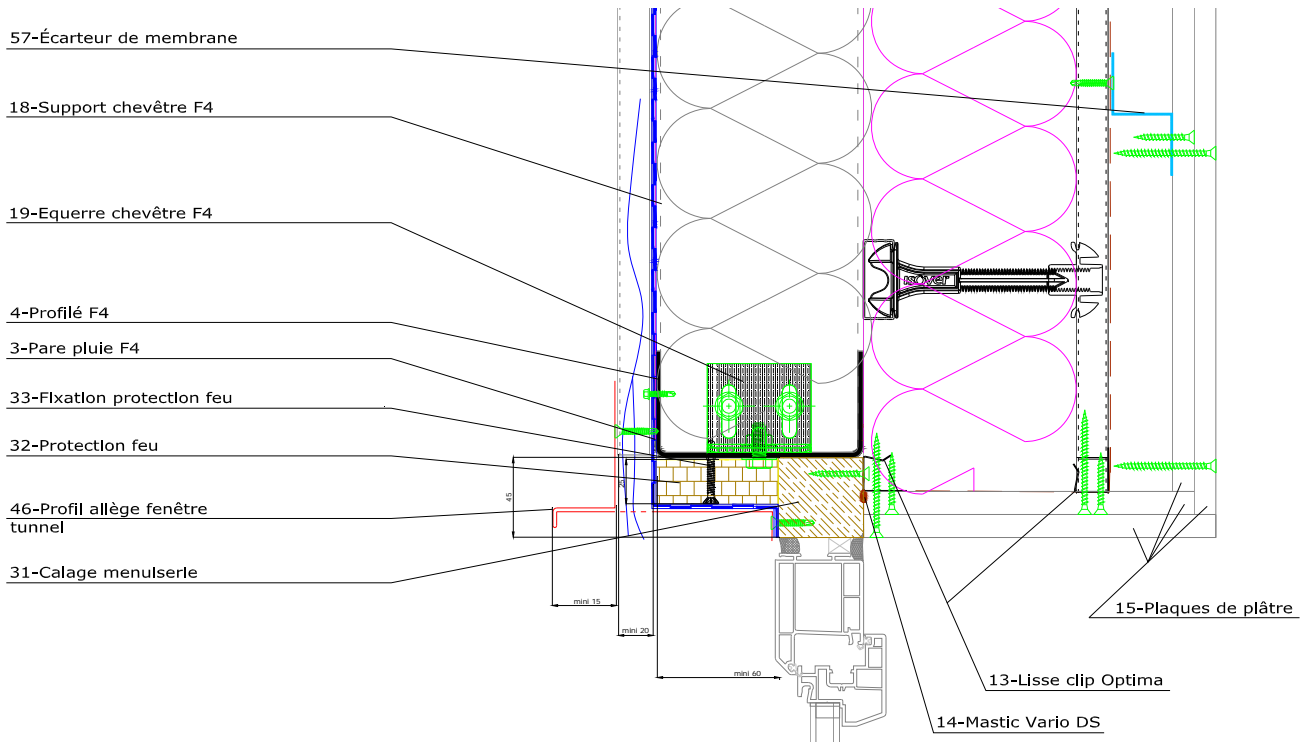


Figure 37 - Traitement des baies pose en tunnel 3^{ème} famille A et B – Partie haute

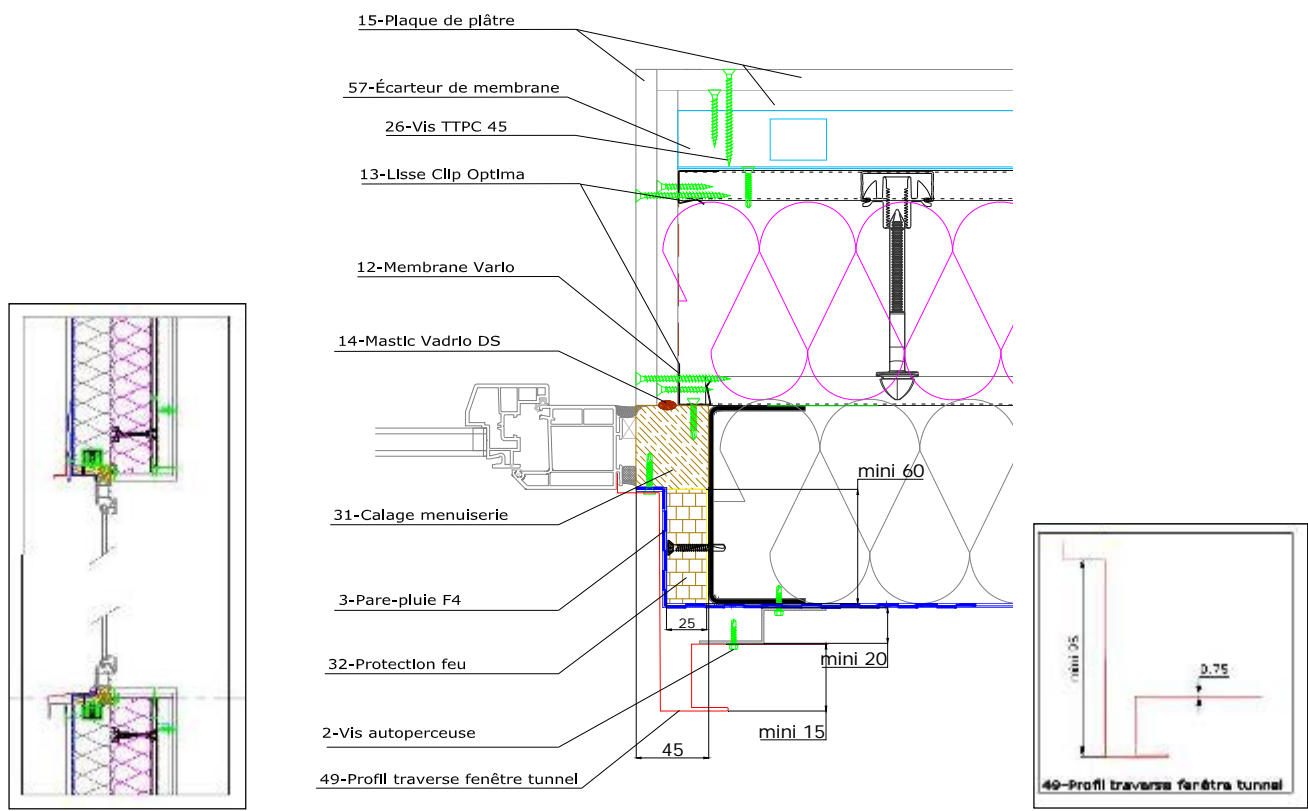
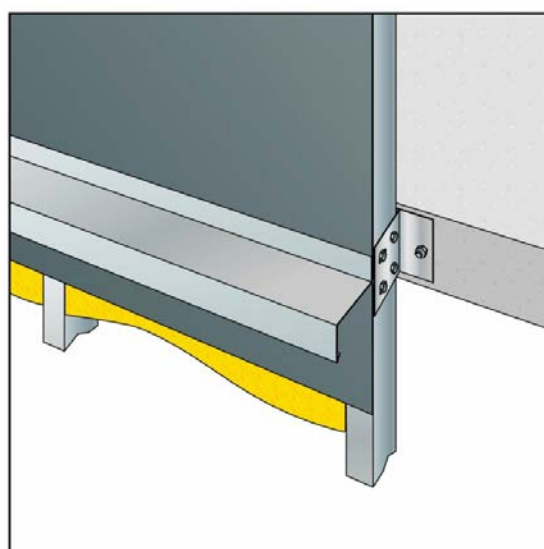
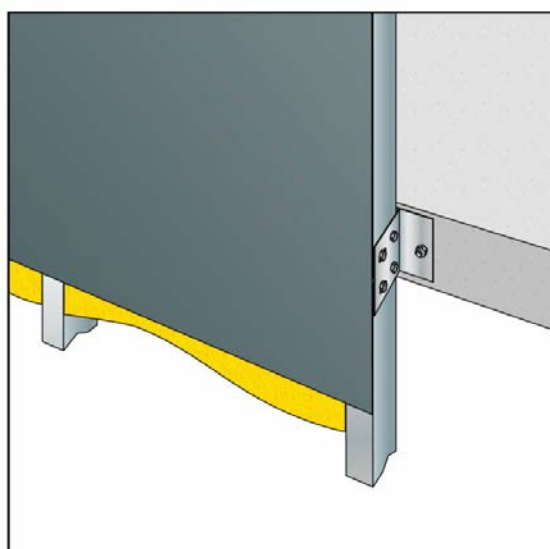
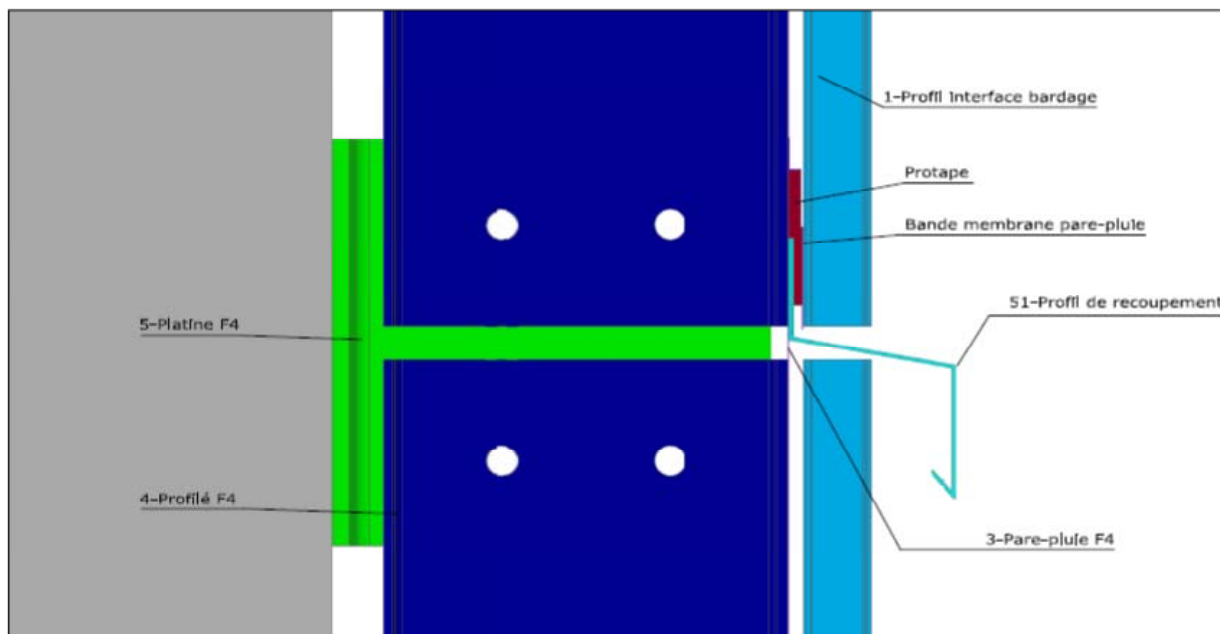
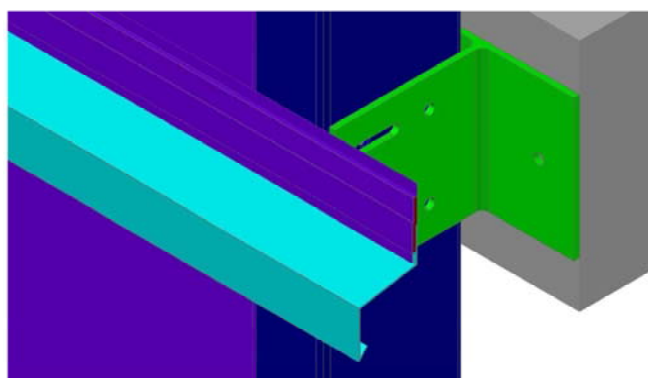
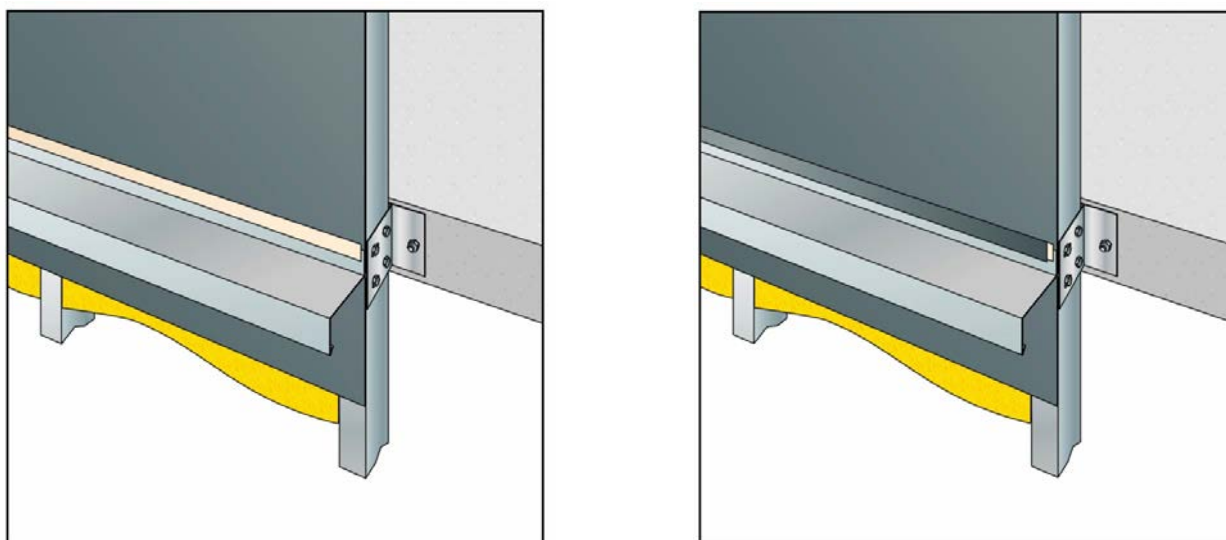


Figure 38 – Traitement des baies pose en tunnel 3^{ème} famille A et B – Parties latérales



**Figure 39 - Mise en place de la bavette de recouvrement de la lame d'air tous les deux étages
(cas des bardages de type XIII, bâtiment sans bavette de recouvrement feu)**

La bavette de recouvrement de la lame d'air est fixée après la pose du pare-pluie F4 sur les ailes extérieures des profilés F4 avec des vis autoperceuses Drillnox équipées de rondelle VI 16, à raison d'une vis par profilé F4



*Figure 39 (suite) – Mise en place de la bavette de recouvrement de la lame d'air tous les deux étages
(cas des bardages de type XIII, bâtiment sans bavette de recouvrement feu)*

La bavette de recouvrement de la lame d'air est fixée après la pose du pare-pluie F4 sur les ailes extérieures des profilés F4 avec des vis autoperceuses Drillnox équipées de rondelle VI 16, à raison d'une vis par profilé F4

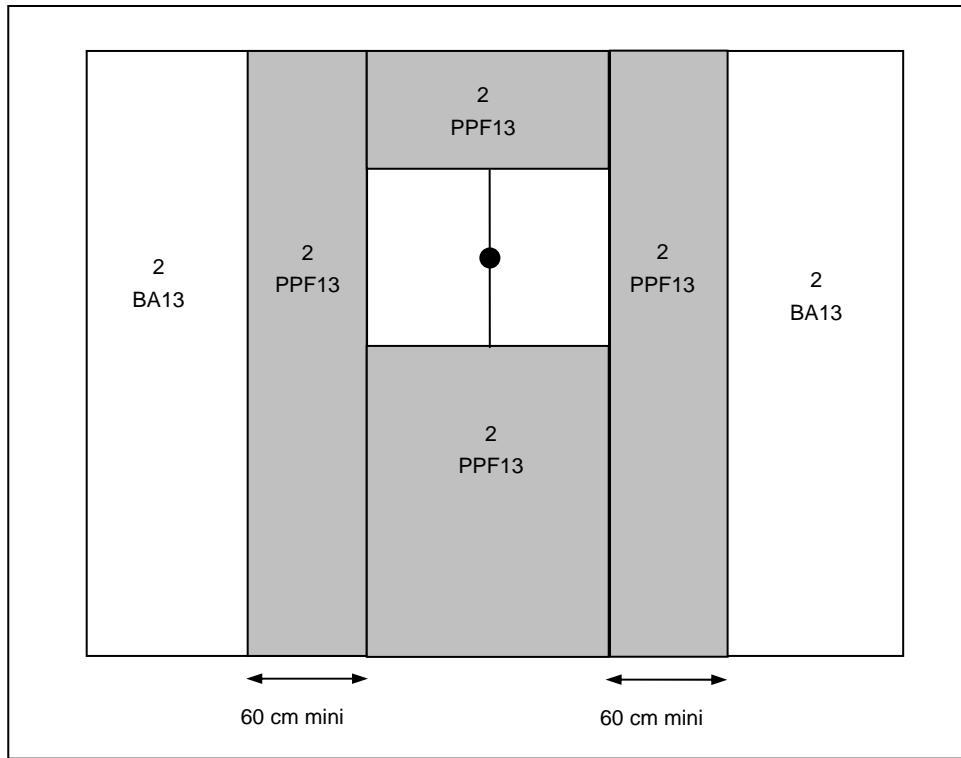


Figure 40 – Mise en place de plaque Placoflam au voisinage des baies dans le cas d'un bâtiment de 3^{ème} famille au sens de la réglementation incendie

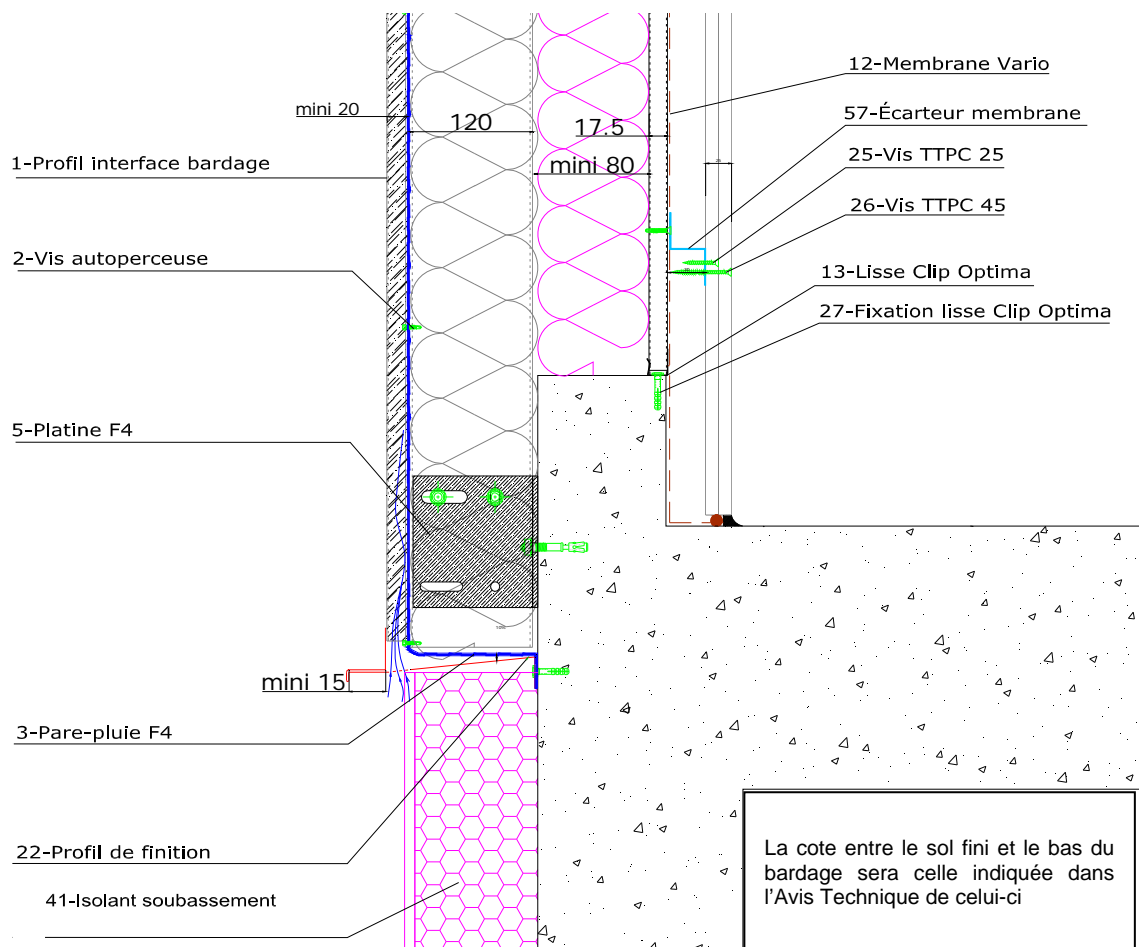


Figure 41 – Pied de bardage

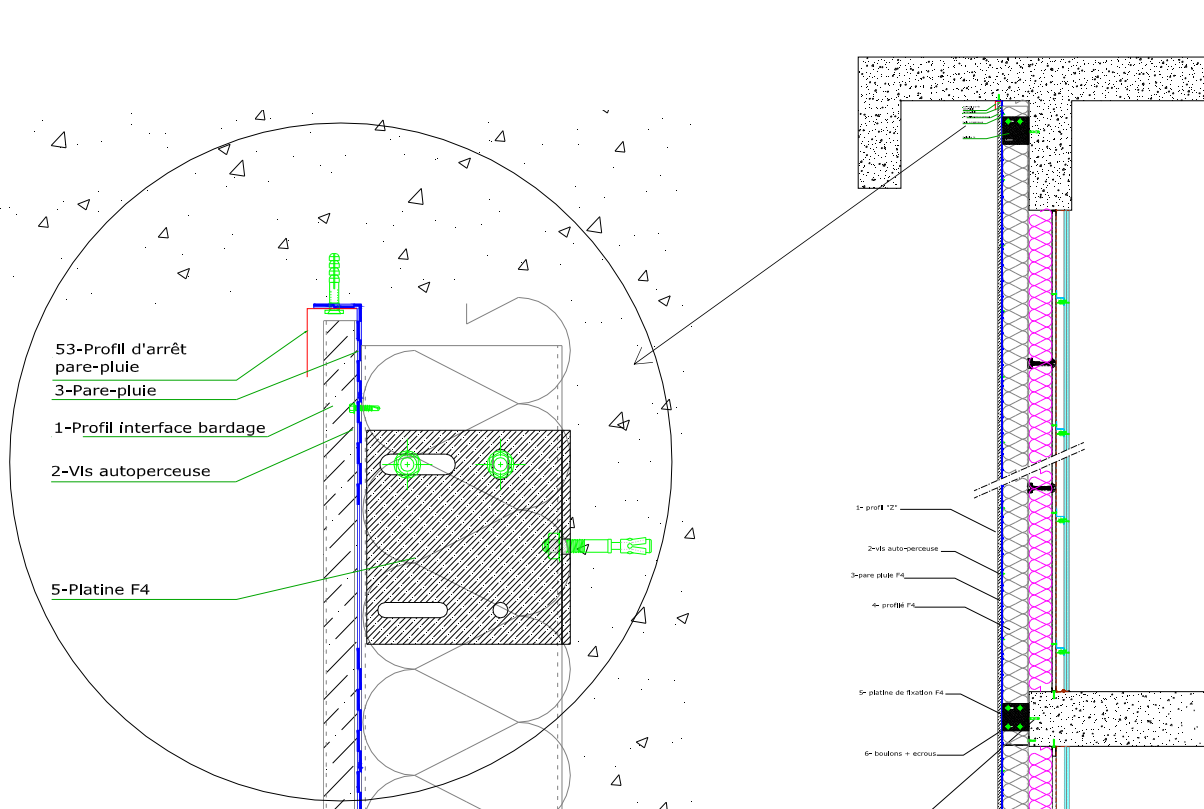


Figure 42 – Traitement terminaison haute

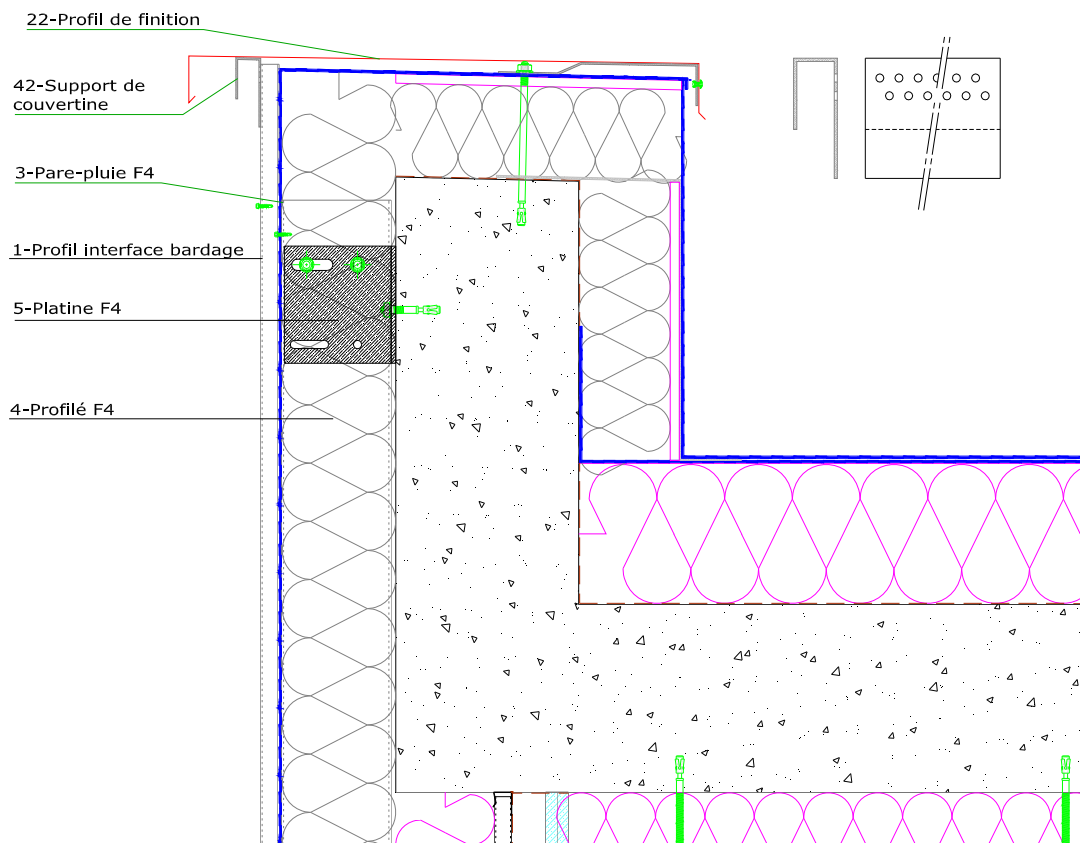


Figure 43 – Traitement de l'acrotère – Disposition avec couvertine

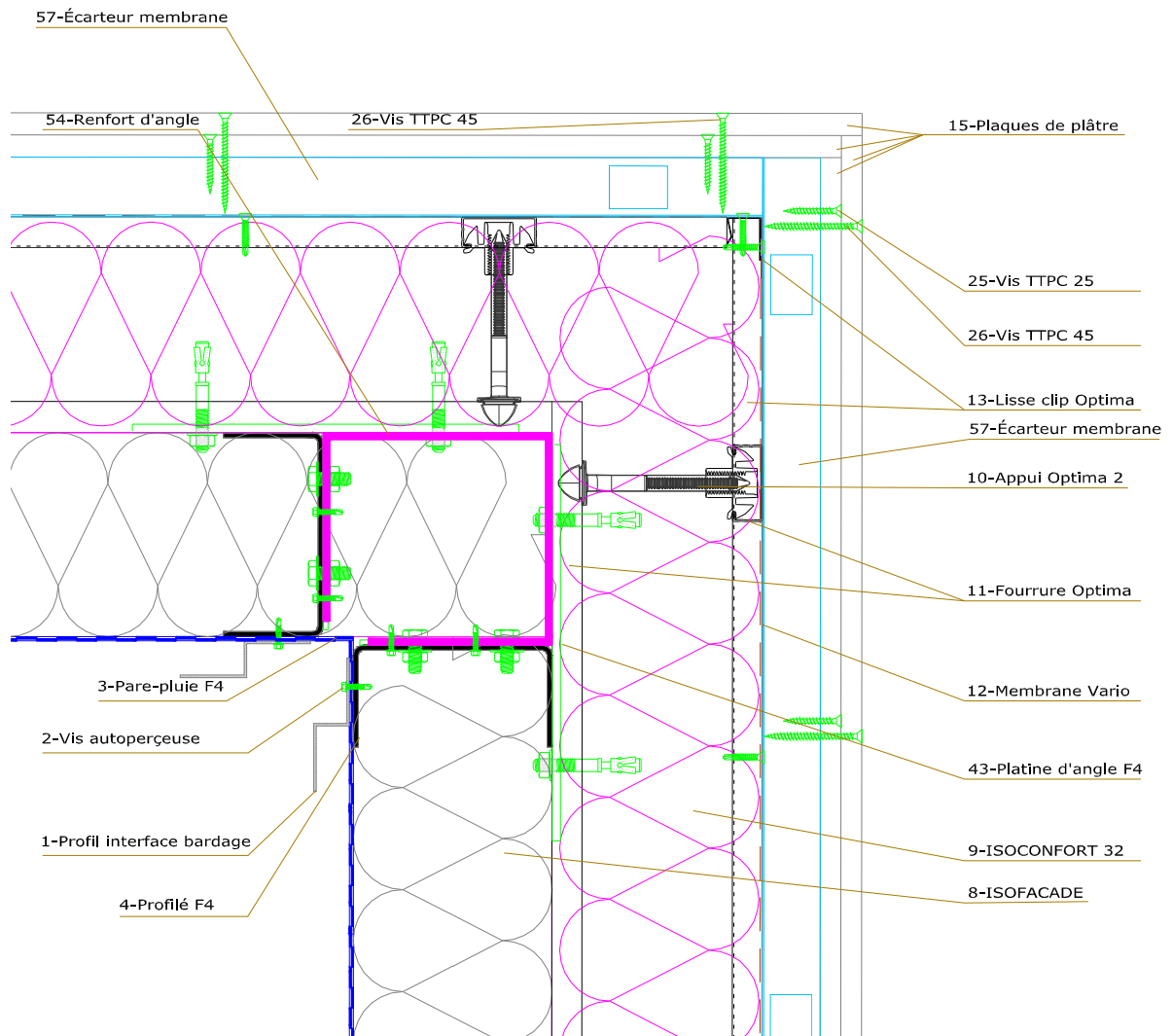


Figure 44 – Traitement des angles rentrants du bâtiment

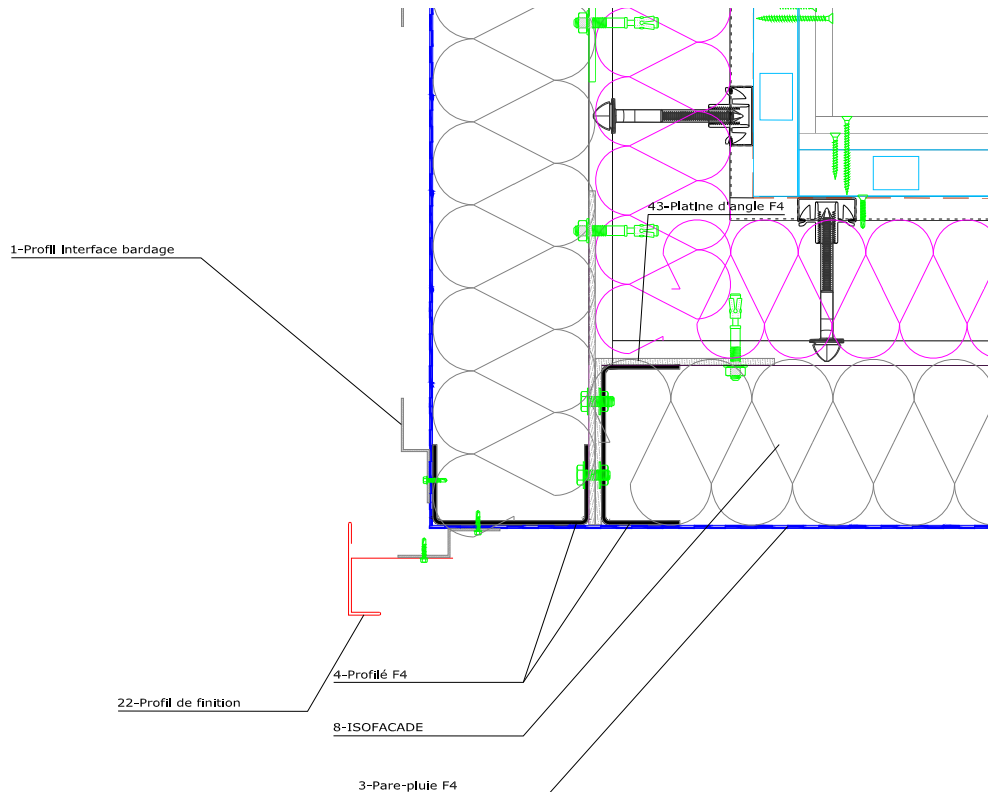


Figure 45 – Traitement des angles sortants du bâtiment – Partie courante

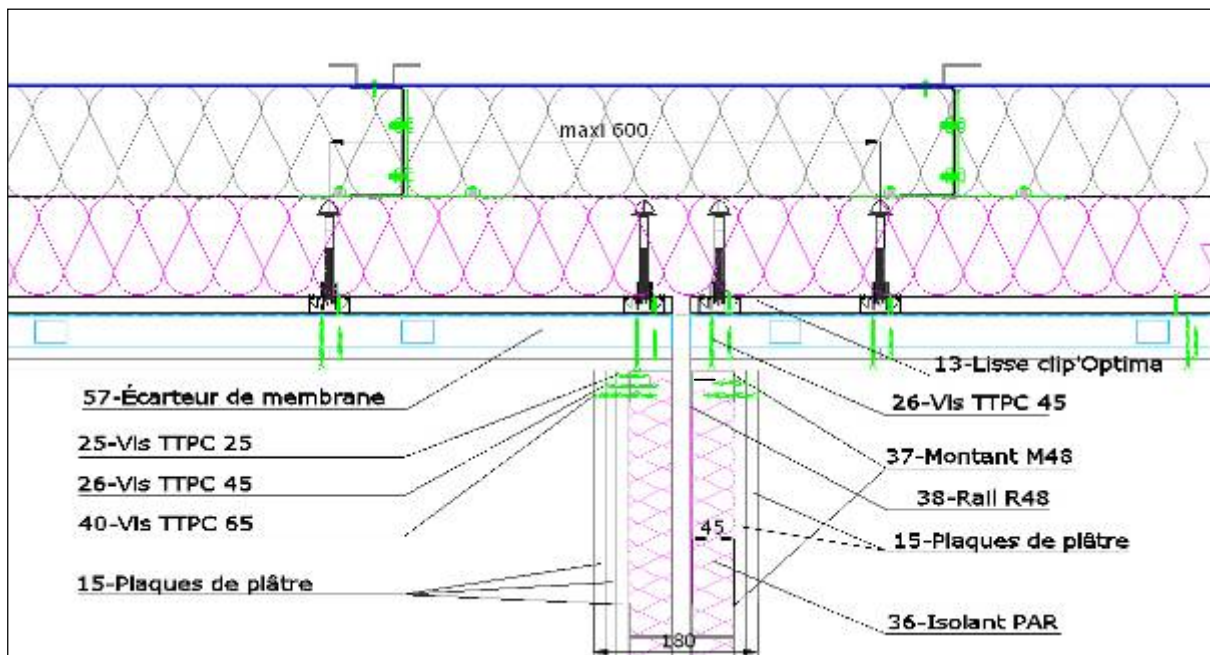


Figure 46 - Cloisons séparatives entre logement

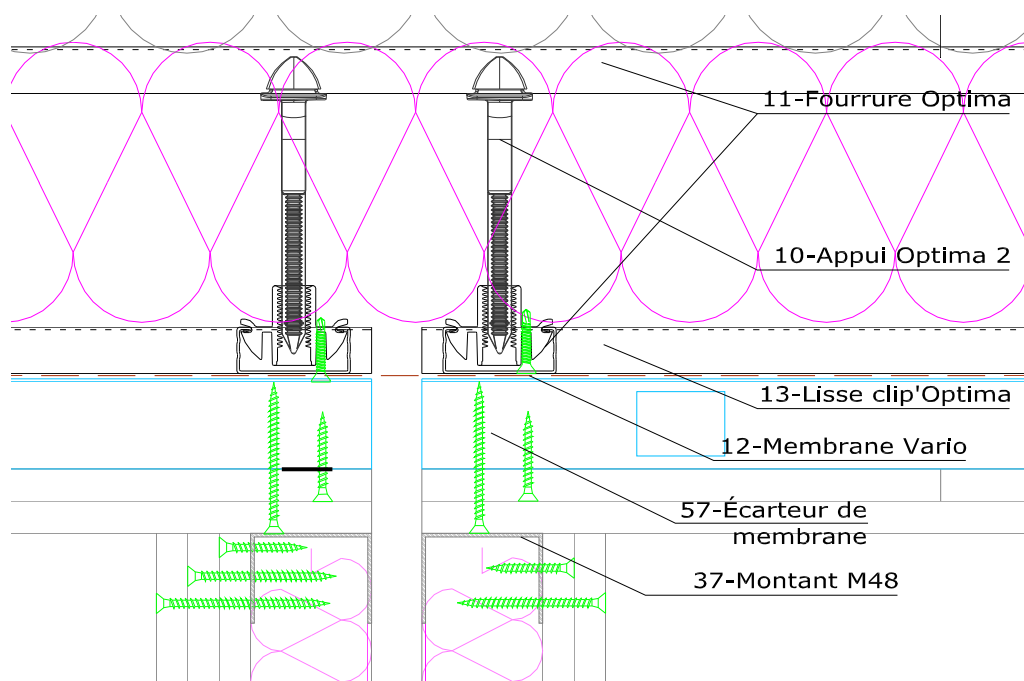
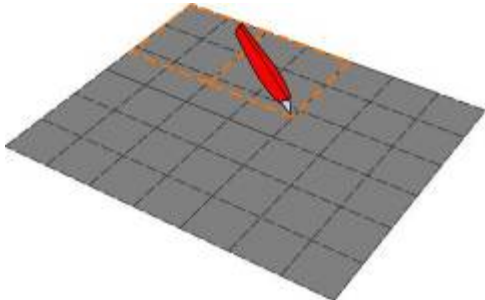
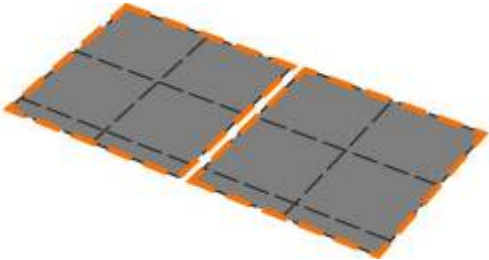
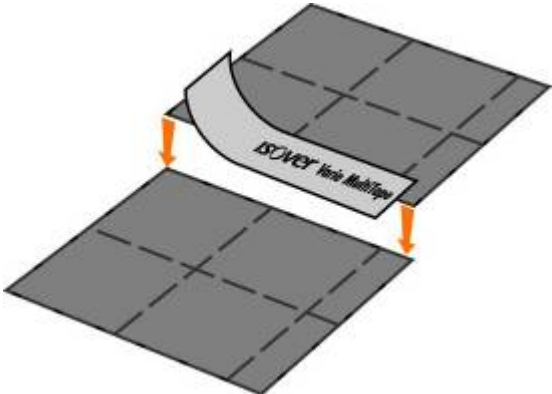
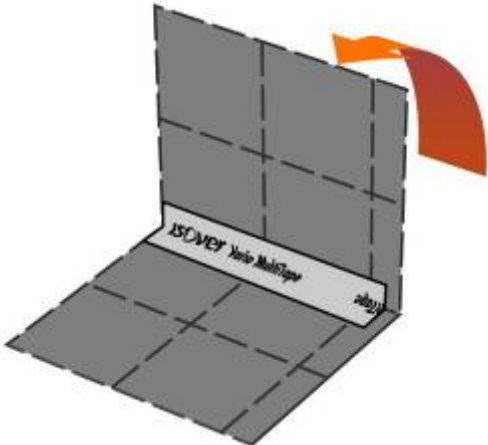
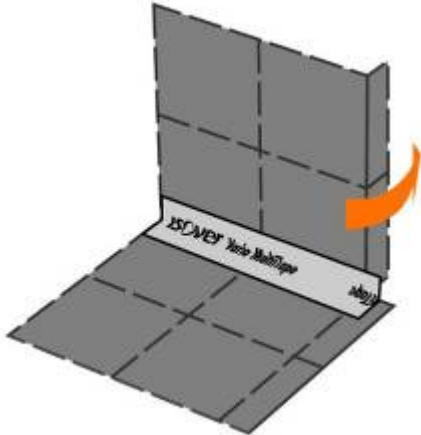
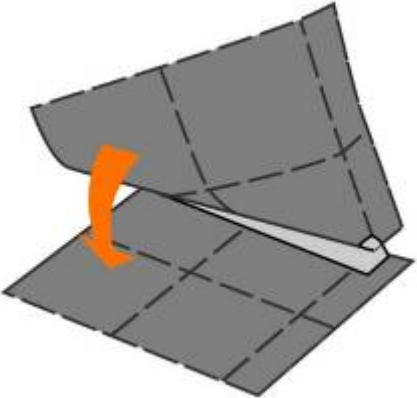
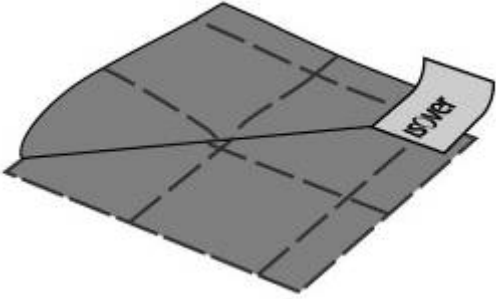
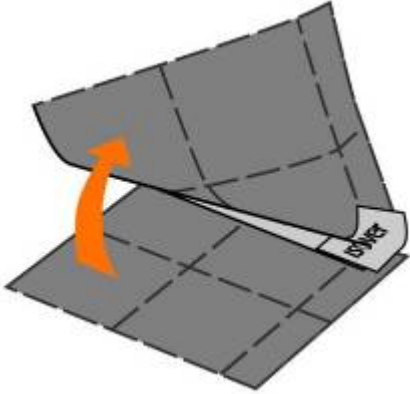
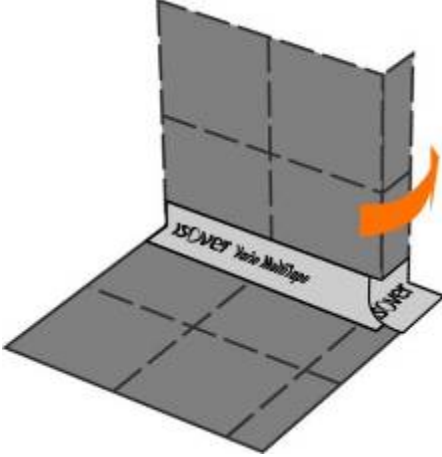
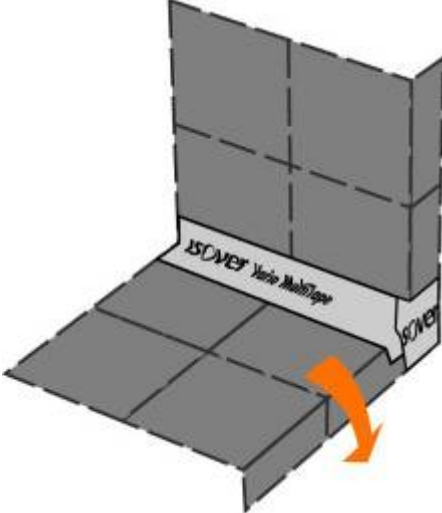


Figure 47 - Cloisons séparatives entre logement - Détail

	
<p>Etape 1 : traçage des pièces d'angle dans le pare-pluie : 200mm x 220mm chacune</p>	<p>Etape 2 : découpe des pièces</p>
	
<p>Etape 3 : assemblage des pièces avec l'adhésif Multitape. Une bande de 210mm d'adhésif est positionnée.</p>	<p>Etape 4 : une des pièces est relevée de sorte qu'elle forme un angle droit avec la pièce horizontale</p>
	
<p>Etape 5 : un rabat de 20mm est formé par pliage sur la pièce verticale</p>	<p>Etape 6 : la pièce verticale est repliée pour former un triangle</p>

**Figure 48 – Constitution d'une pièce d'angle pour la réalisation du chevêtre avec le pare-pluie
Etape 1 à 6**

	
<p>Etape 7 : le triangle est rabattu sur la pièce horizontale. Un adhésif Multitape est appliqué à l'angle.</p>	<p>Etape 8 : la pièce verticale est relevée et dépliée</p>
	
<p>Etape 9 : le rabat vertical est reformé</p>	<p>Etape 10 : un rabat de 20 mm est formé par pliage sur la pièce horizontale. L'angle est formé.</p>

*Figure 48 - Constitution d'une pièce d'angle pour la réalisation du chevêtre avec le pare-pluie
Etape 7 à 10*

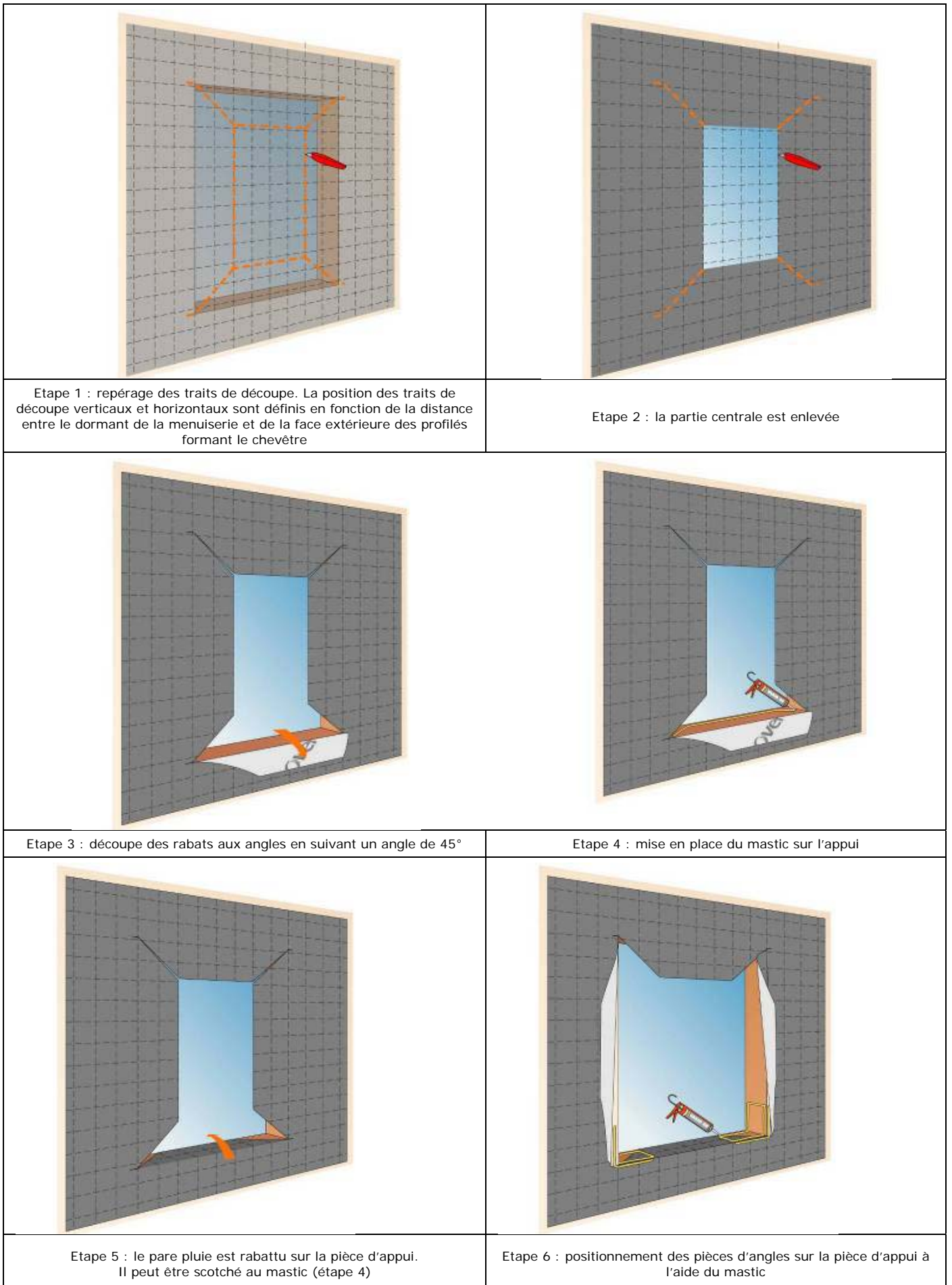


Figure 49 - Réalisation du chevêtre avec le pare-pluie
Etape 1 à 6

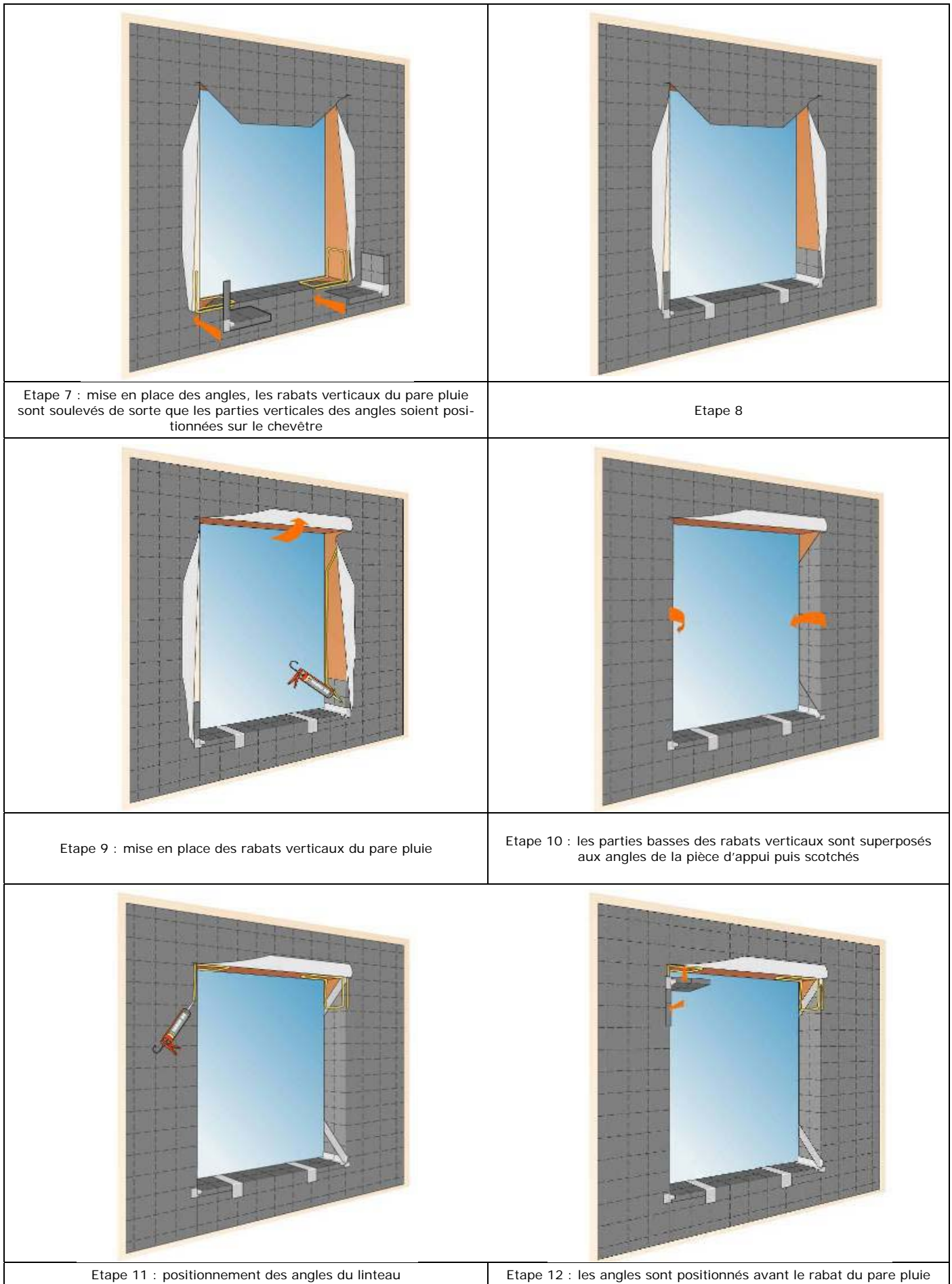
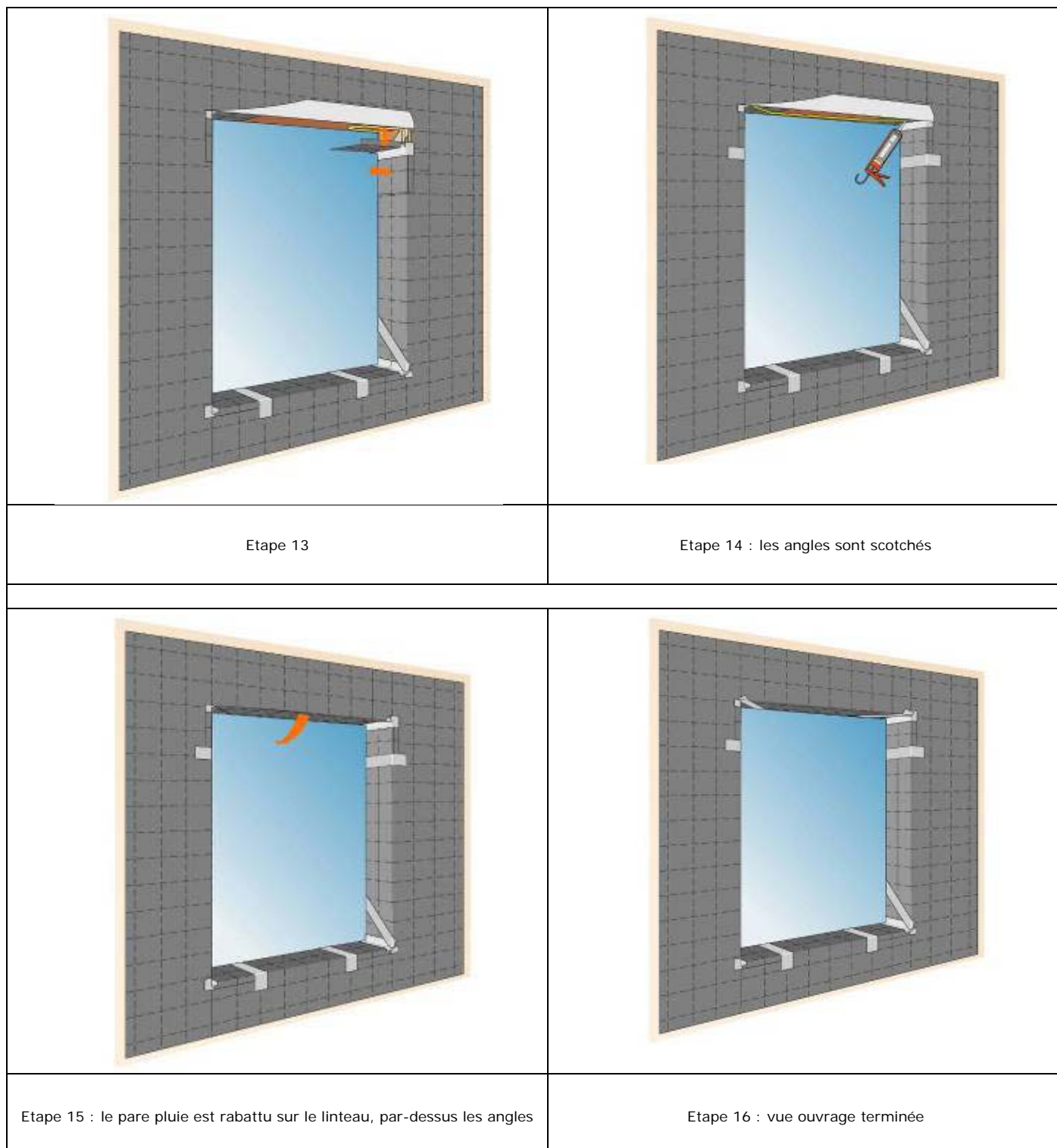


Figure 49 - Réalisation du chevêtre avec le pare-pluie
Etape 7 à 12



**Figure 49 - Réalisation du chevêtre avec le pare-pluie
Etape 13 à 16**