

APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION

Numéro de référence CSTB : 3476_V1

ATEx de cas a

Validité du 06/11/2025 au 06/11/2027



Copyright : Société LEVIAT

L'Appréciation Technique d'expérimentation (ATEx) est une simple opinion technique à dire d'experts, formulée en l'état des connaissances, sur la base d'un dossier technique produit par le demandeur. *(extrait de l'art. 24)*

A LA DEMANDE DE :

Société LEVIAT

6 Rue De Cabanis, FR 31240 L'Union

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT

Siège social > 84 avenue Jean Jaurès – Champs-sur-Marne – 77447 Marne-la-Vallée cedex 2

Tél. : +33 (0)1 64 68 82 82 – Siret 775 688 229 00027 – www.cstb.fr

Établissement public à caractère industriel et commercial – RCS Meaux 775 688 229 – TVA FR 70 775 688 229

MARNE-LA-VALLÉE / PARIS / GRENOBLE / NANTES / SOPHIA ANTIPOLIS

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3476_V1

Note Liminaire : Cette Appréciation porte essentiellement sur le procédé de mur en maçonnerie pour la réalisation de la paroi extérieure d'un mur double en zone sismique.

Selon l'avis du Comité d'Experts en date du 06/11/2025, le demandeur ayant été entendu, la demande d'ATEX ci-dessous définie :

- demandeur : Société LEVIAT
- technique objet de l'expérimentation : Procédé de mur en maçonnerie pour la réalisation de la paroi extérieure d'un mur double en zone sismique :
 - la paroi extérieure est réalisée avec des briques de terre cuite ou des blocs en béton de 6,5 à 11 cm d'épaisseur
 - le mur intérieur est en béton armé de 15 cm d'épaisseur minimale ;
 - La paroi extérieure est supportée par des consoles métalliques et est liaisonnée à la paroi en béton armé avec des tiges métalliques. L'espace entre les parois est au maximum de 22 cm.

Cette technique est définie dans le dossier enregistré au CSTB sous le numéro ATEX 3476_V1 et résumé dans la fiche sommaire d'identification ci-annexée,

donne lieu à une :

APPRECIATION TECHNIQUE FAVORABLE A L'EXPERIMENTATION

Remarque importante : Le caractère favorable de cette appréciation ne vaut que pour une durée limitée au **06 11 2027**, et est subordonné à la mise en application de l'ensemble des recommandations formulées aux §4.

Cette Appréciation, QUI N'A PAS VALEUR D'AVIS TECHNIQUE au sens de l'Arrêté du 21 mars 2012, découle des considérations suivantes :

1°) Sécurité

1.1 – Stabilité des ouvrages

Cette technique est une adaptation aux ouvrages nécessitant des dispositions parasismiques, d'une technique traditionnelle traitée par le NF DTU 20.1.

La stabilité propre de la paroi extérieure en maçonnerie peut être normalement assurée à condition de prendre en compte les coefficients de sécurité conformes aux normes de dimensionnement et à la situation visée. Cette paroi ne participe pas à la stabilité d'ensemble du bâtiment qui incombe à la structure porteuse en béton armé.

Le dimensionnement des consoles de supportage est justifié par la société LEVIAT. Ces consoles sont ancrées par chevillage dans des parties en béton armé à l'aide de chevilles en acier inoxydable bénéficiant d'une Évaluation Technique Européenne.

1.2 – Sécurité des intervenants

La sécurité des intervenants peut être normalement assurée moyennant l'adaptation de la manutention à la masse des éléments et le respect de la réglementation du code du travail en vigueur.

1.3 – Sécurité en cas d'incendie

Compte tenu de la nature incombustible des matériaux constitutifs des briques/blocs et du mortier de joints, le procédé ne pose pas de problème particulier du point de vue de leur réaction au feu.

Pour les bâtiments soumis à des exigences vis-à-vis de la propagation du feu par les façades, le procédé a fait l'objet de l'Appréciation de laboratoire n°046004A du CERIB, datée du 22/04/2025.

1.4 – Sécurité en cas de séisme

Le procédé est utilisable pour des bâtiments soumis à des exigences réglementaires parasismiques dans les conditions précisées dans le Cahier des charges annexé à la présente Appréciation. Cette dernière ne dispense pas le constructeur de la fourniture au maître d'ouvrage des éléments justifiant la tenue parasismique du bâtiment.

Le présent document comporte 50 pages dont deux annexes ; il ne peut en être fait état qu'in extenso.

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3476_V1

Les zones sismiques autorisées sont les zones 1 à 4 au sens du décret 2010-1254 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique.

2°) Faisabilité

2.1 – Production

La fabrication industrialisée des éléments constitutifs de la maçonnerie, briques terre cuite, blocs en béton et mortier de montage, ne pose pas de problème particulier. La faisabilité de la fabrication des dispositifs métalliques de supportage est avérée.

2.2 – Mise en œuvre

Le procédé de mise en œuvre relève des techniques classiquement utilisées pour la réalisation des parois extérieures de murs doubles. Il convient notamment de prendre les précautions habituelles visant à assurer la stabilité de la paroi en maçonnerie en phase provisoire

2.3 – Assistance technique

Une assistance technique sur chantier est prévue sur demande pour compléter la formation du personnel chargé de la mise en œuvre du procédé.

La conception et le calcul des attaches, du support de maçonnerie KORBO et du mur double est à la charge de la société LEVIAT, qui doit également fournir un plan de pose complet.

3°) Risques de désordres

Moyennant le respect des recommandations ci-dessous, le procédé ne présente pas de risques de désordres particuliers pour des murs de longueur inférieure à 6 m. Pour les murs de longueur comprise entre 6 et 9 m, le risque d'apparition de fissures visibles est probable.

4°) Recommandations

Il est recommandé de :

- mentionner précisément la position des attaches dans le plan de calepinage qui devra être fourni systématiquement par LEVIAT pour chaque chantier.

5°) Rappel

Le demandeur devra communiquer au CSTB, au plus tard au début des travaux, une fiche d'identité de chaque chantier réalisé, précisant l'adresse du chantier, le nom des intervenants concernés, les contrôles spécifiques à réaliser et les caractéristiques principales à la réalisation.

Dans le cas de volumes vendus par un distributeur, le demandeur devra communiquer au CSTB pour chaque distributeur le volume vendu.

En complément, l'Avis de Déclaration des application couvertes par l'ATEX, et disponible via le site de gestion des comités d'ATEX par le titulaire, devra être fourni.

EN CONCLUSION

En conclusion et sous réserve de la mise en application des recommandations ci-dessus, le Comité d'Experts considère que :

- La sécurité est assurée,
- La faisabilité est réelle,
- Les désordres attendus sont limités.

Champs sur Marne,
Le Président du Comité d'Experts,



Ménad CHENAF

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3476_V1

ANNEXE 1

FICHE SOMMAIRE D'IDENTIFICATION (1)

Demandeur : Société LEVIAT
6 Rue De Cabanis, FR 31240 L'Union

Définition de la technique objet de l'expérimentation :

- Procédé destiné à la réalisation de parois extérieures non porteuse de murs doubles qui peuvent résister aux sollicitations sismiques ;
- Le mur de parement non porteur est réalisé avec des briques en terre cuite ou des blocs en béton d'une épaisseur comprise entre 65 et 110 mm et il est rapporté sur le mur support par l'intermédiaire d'organes de supportage en acier et d'attaches réparties sur la surface de l'ouvrage. L'épaisseur des joints horizontaux est comprise entre 5 et 8 mm pour les joints semi-épais et entre 8 et 15 mm pour les joints épais. Le mur porteur est en béton armé d'au moins 150 mm d'épaisseur. Le vide total entre le mur en béton et le mur de parement peut atteindre une largeur de 220 mm et peut être partiellement rempli d'un isolant thermique, selon le cas ;
- Le mur de parement maçonné est divisé en sections de mur d'une longueur maximale de 9 m et d'une hauteur maximale de 4 m (généralement limitée à la hauteur d'un niveau du bâtiment). Chaque section de mur est placée soit sur des supports de maçonnerie métalliques KORBO de LEVIAT, soit sur un corbeau en béton, soit sur les fondations en béton du bâtiment. Les supports de maçonnerie supportent le poids des briques et transfèrent les charges sismiques verticales ;
- Le mur de parement est relié au mur de support par des attaches droites et diagonales de LEVIAT d'un diamètre minimal de 4 mm et ancrées dans le béton avec des chevilles en plastique. Les attaches sont réparties sur toute la surface du mur afin d'éviter l'accumulation locale de tensions. Les attaches droites transfèrent toutes les charges de vent et les charges sismiques horizontales perpendiculaires à la façade. Les attaches sismiques diagonales transfèrent les charges sismiques horizontales parallèles à la façade ;
- En bas de la section de mur (si elle est placée sur un support de maçonnerie KORBO) et en haut de la section de mur, la maçonnerie est renforcée par des renforcements des joints horizontaux, fournis par LEVIAT.

Résultats expérimentaux

- Rapport d'essais n° EEM 21-02075-2 du CSTB, daté du 05/11/2021, concernant des essais sismiques sur un procédé de double mur avec console métallique KORBO et des briques d'épaisseur standard.
- Rapport d'essais n° EEM 23-22609-1 du CSTB, daté du 27/05/2024, concernant des essais sismiques sur un procédé de double mur avec console métallique KORBO et des briques d'épaisseur mince.
- Appréciation de laboratoire au feu AL n°046004A du CERIB, daté du 22/04/2025 pour les bâtiments soumis à des exigences de propagation de feu par les façades.
- Rapport d'essais ref. « 20250605_Wall tie pre-tests FR » de Leviat FR du 05/06/2025
- Rapport d'essais ref. « 20250715_Wall tie tests FR » de Leviat du 15/07/2025

(1) La description complète de la technique est donnée dans le dossier déposé au CSTB par le demandeur et enregistré sous le numéro ATEx 3476_V1 et dans le cahier des charges de conception et de mise en œuvre technique (cf. annexe 2) que le fabricant est tenu de communiquer aux utilisateurs du procédé.

ANNEXE 2

CAHIER DES CHARGES DE CONCEPTION ET DE MISE EN OEUVRE

Ce document comporte 45 pages.

Procédé de mur double Leviat en zone sismique

« Dossier technique établi par le demandeur »

Version tenant compte des remarques formulées par le comité d'Experts

Datée du 03 décembre 2025

A été enregistré au CSTB sous le n° d'ATEX 3476_V1.

Fin du rapport

Dossier Technique

Etabli par le demandeur

A. Description

1. Principe et domaine d'emploi

1.1 Principe de réalisation des murs doubles

Le mur double est un mur extérieur qui fait partie de l'enveloppe du bâtiment. De l'intérieur vers l'extérieur, il est composé d'un mur porteur en béton banché, d'une lame d'air, selon les cas, d'un isolant thermique, et d'un mur de parement maçonné en briques en terre cuite ou de blocs en béton.

Les briques ou blocs de parement sont posés sur des supports de maçonnerie KORBO conçus, fabriqués et livrés par LEVIAT. Les supports de maçonnerie transfèrent le poids des briques et les forces sismiques verticales au mur de support en béton. Au bas du mur, les briques peuvent également être posées sur la fondation en béton ou sur des corbeaux en béton.

Les briques de parement sont reliées au mur porteur par des attaches murales métalliques. Les attaches murales transfèrent les charges de vent et les charges sismiques horizontales du mur de maçonnerie extérieur au mur de béton intérieur. Une combinaison d'attaches murales normales droites et d'attaches murales sismiques diagonales est installée.

En partie haute des sections du mur, et juste au-dessus des supports de maçonnerie KORBO, la maçonnerie est renforcée avec des renforcements des joints horizontaux.

Le double mur est conçu et réalisé conformément au NF DTU 20.1 et à la norme NF EN 1996-1-1.

1.2 Domaine d'emploi

Ce procédé peut être utilisé dans des bâtiments destinés à une gamme complète d'applications : résidentielles, commerciales, éducatives, industrielles, agricoles, ... (liste non restrictive d'exemples).

Les constructions courantes comprennent des maisons individuelles, des immeubles à appartements, des bureaux, des écoles, des entrepôts, des centres commerciaux, des bâtiments pour résidence assistée, des hôpitaux, ... (liste non restrictive d'exemples).

Il peut être utilisé aussi bien pour les nouvelles constructions que pour les projets de rénovation.

1.3 Performance du système en zone sismique

La performance de ce système dans les régions à activité sismique est garantie par :

- Des supports de maçonnerie KORBO de LEVIAT avec ancrages de fixation spéciaux parasismique
- Tiges anti-dévers et attaches murales parasismiques sur mesure de LEVIAT
- Ajout de renforcement de maçonnerie de LEVIAT

Toutes les conceptions sont également conformes à la norme NF EN 1998-1 et à l'arrêté modifié du 22 octobre 2010.

1.4 Domaines d'application spécifiques autorisés sur la base de tests sismiques

1.4.1 Détermination des domaines d'application spécifiques autorisés sur la base des résultats des tests sismiques

L'utilisation des accessoires LEVIAT dans les murs doubles en zone sismique a été justifiée par des essais réalisés selon les spécifications du CSTB dans le Cahier 3725 (janvier 2013) : rapports d'essai n° EEM 21-02075-2 de novembre 2021 et n° EEM 23-22609-1 de mai 2024.

Sur la base de l'article 4.3.5 de la norme EN 1998-1 et de l'arrêté français modifié du 22 octobre 2010, l'accélération du sol, qui a été atteinte avec succès dans les essais sismiques, peut être traduite dans des domaines d'applications spécifiques avec différentes combinaisons de zones sismiques, de catégories d'importance de bâtiment et de classe de sol. Ces 3 termes sont définis et décrits dans la norme NF EN 1998-1.

Pour le coefficient de comportement q_a , la valeur la plus défavorable $q_a = 1$ est utilisée.

La détermination complète des domaines d'application sismiques autorisés est présentée en détail dans l'annexe 4.

1.4.2 Domaines d'application autorisés pour les nouveaux projets de construction

Le tableau 1 montre les domaines d'application autorisés pour l'utilisation des accessoires LEVIAT dans les doubles murs en zone sismique pour les projets de construction neuve.

Zone de sismicité	Catégorie d'importance du bâtiment			
	I	II	III	IV
1				
2			Tous sols	Tous sols
3		Tous sols	Sols A à C	Sol A
4		Sol A	Sol A	

	Aucune disposition sismique n'est exigée
	Non visé

Tableau 1 : Domaines d'application autorisés pour les projets de construction neuve

1.4.3 Domaines d'application autorisés pour les projets de rénovation

Le tableau 2 montre les domaines d'application autorisés pour l'utilisation des accessoires LEVIAT dans les doubles murs en zone sismique pour les projets de rénovations.

Zone de sismicité	Catégorie d'importance du bâtiment			
	I	II	III	IV
1				
2			Tous sols	Tous sols
3		Tous sols	Tous sols	Tous sols
4		Tous sols	Sols A à D	Sols A à C

	Aucune disposition sismique n'est exigée
	Non visé

Tableau 2 : Domaines d'application autorisés pour les projets de rénovation

Une étude de la résistance de la structure existant est indispensable.

2. Matériaux et composants

2.1 Mur support intérieur

Le mur support intérieur est en béton banché. Il a une épaisseur de 150 mm ou plus. Il est conçu et construit conformément au DTU 21 et 23.1, et aux normes NF EN 1992-1-1 et NF EN 1998-1.

2.2 Isolation thermique

Le vide du mur double peut être partiellement rempli d'un isolant thermique fixé sur le mur support en béton. L'isolant peut prendre la forme de panneaux souples, semi-rigides ou rigides. L'isolant et sa mise en œuvre sont conformes au NF DTU 20.1 P1-2.

L'isolation a une épaisseur de maximum 200 mm (dans le cas d'un vide total de 220 mm).

2.3 Briques de parement

Les briques de parement sont en terre cuite ou en béton de granulats. Elles sont conformes soit à la norme NF EN 771-1 et son Complément National (briques en terre cuite) soit à la norme NF EN 771-3 et son Complément National (briques en béton de granulats courants). La résistance minimale des briques et blocs répond aux exigences de la norme NF EN 1998-1 et son annexe nationale.

Les briques sont perforées, pleines ou moulées main. L'épaisseur des briques se situe entre 65 mm et 110 mm.

Les briques sont marquées CE. Chaque palette est clairement identifiée de manière que le type de brique, les caractéristiques techniques et le lot de production puissent être déterminés avec certitude. Une DOP du fabricant de briques est disponible et doit être soumis au département d'ingénierie de LEVIAT pour être utilisée dans la conception du mur double.

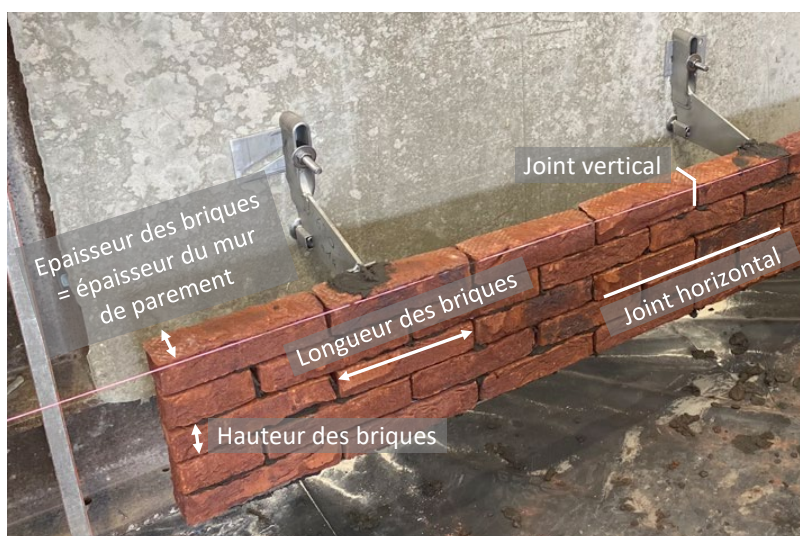


Photo 1 : Briques et joints dans le mur de parement

2.4 Mortier

Pour réaliser les joints de maçonnerie un mortier traditionnel est utilisé. Il est conforme à la norme NF EN 998-2 et au NF DTU 20.1 P1-2. La résistance minimale du mortier répond également aux exigences de la norme NF EN 1998-1 et son annexe nationale.

L'épaisseur des joints est comprise entre 5 et 8 mm pour les joints semi-épais et entre 8 et 15 mm pour les joints épais.

Si les joints verticaux ont une épaisseur supérieure à 6 mm, ils sont remplis de mortier. Le même mortier est utilisé pour les joints horizontaux et verticaux.

Le mortier est marqué CE. Soit les informations complètes du produit, soit un code produit qui identifie de manière unique le produit, est visible sur l'emballage, le bon de livraison ou la fiche technique du fabricant.

2.5 Renfort maçonnerie

En partie basse de la section du mur (uniquement si posé sur un support de maçonnerie métallique) et en partie haute de la section du mur, la maçonnerie est renforcée par un renforcement des joints horizontaux. Dans la partie centrale du mur, le renfort n'est nécessaire que si la distance entre les joints de rupture verticaux est comprise entre 6 et 9 m.

Le renfort maçonnerie peut être soit un treillis rigide en fils soudés, soit un treillis souple en fils tissés. Il peut être entièrement en acier inoxydable, en fibres synthétiques ou en une combinaison. Il est conforme à la norme NF EN 845-3+A1 ou à l'EAD 170008-00-0604 et il est marqué CE. Soit les informations complètes du produit, soit un code produit qui identifie de manière unique le produit, est visible sur l'emballage, le bon de livraison ou la fiche technique du fabricant.

La résistance à la corrosion du renfort maçonnerie tient compte des conditions d'exposition locales et est conforme à la classe d'exposition MX2 ou supérieure, comme spécifié dans le NF DTU 20.1.

Le type et la quantité d'armatures de maçonnerie sont déterminés par le département d'ingénierie LEVIAT en fonction du projet. Le renfort maçonnerie est fournie par LEVIAT.

2.6 Attaches murales

2.6.1 Matériau et conception des attaches murales

Les briques de parement sont reliées à la structure porteuse en béton par des attaches murales. Ces attaches résistent aux charges du vent et aux charges sismiques horizontales.

Les attaches murales sont en acier inoxydable. Il s'agit de liens en fil métallique droit d'un diamètre d'au moins 4 mm et max 5 mm. L'une des extrémités est torsadée afin de pouvoir être ancrée dans des trous, percés dans le mur porteur en béton, à l'aide de chevilles en plastique. L'autre extrémité peut être lisse ou ondulée. Cette extrémité est ancrée dans le joint de mortier en la pliant (même si ce bout est ondulé). Toutes les attaches murales sont conformes à la norme NF EN 845-1 et au NF DTU 20.1 P1-2 et ils sont toutes marquée CE. Soit le nom ou un code produit qui identifie de manière unique le produit, est visible sur l'emballage.

Pour les projets en zones sismiques qui nécessitent une conception adaptée sismique, deux types d'attaches sont combinés :

- des attaches pour murs doubles (ou tige anti-dévers)
- des attaches murales parasismiques.

Toutes les attaches et leurs accessoires sont conçus et fournis par LEVIAT. La longueur, le diamètre et la quantité/m² des attaches sont conçus en fonction de :

- charges (vent et sismique)
- résistance des attaches selon le DOP.
- largeur du vide
- composition du mur double
- type d'attache (tige anti-dévers droit ou tige sismique diagonal)

Les attaches murales sont réparties sur toute la surface de la section de mur. La densité des attaches droites est légèrement augmentée près des bords de la section de mur et près des ouvertures dans le mur. En bas de la section du mur, les premières attaches sont à la même hauteur que les consoles KORBO. Tous les détails techniques des attaches murales sont mentionnés dans le dossier technique du projet KORBO, fourni par LEVIAT.

2.6.2 Attaches pour murs doubles (ou attaches anti-dévers)

La fonction principale des attaches de mur double est de relier les briques de parement au mur porteur et d'empêcher les briques de basculer. Elles transfèrent les charges de vent et les charges sismiques, perpendiculairement à la surface du mur.

Les attaches pour murs doubles sont installées perpendiculairement au mur porteur (dans un angle de 90°). L'extrémité de ces attaches est pliée à un angle de 90° à milieu du joint de mortier.

2.6.3 Attaches murales parasismiques

La fonction principale des attaches murales parasismiques est de transférer les forces sismiques horizontales à la surface du mur.

Chaque attache parasismique est constituée de deux attaches diagonales, installées dans un angle de 60°. L'extrémité des attaches est pliée à 120° de sorte que cette extrémité est placée à mi-distance du joint de mortier, parallèlement à la surface du mur.

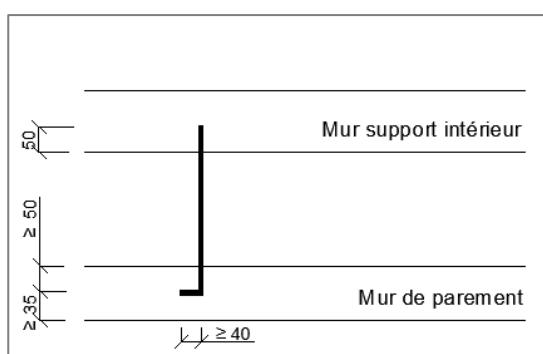


Figure 1 : Conception des attaches pour murs doubles en cas de briques standard

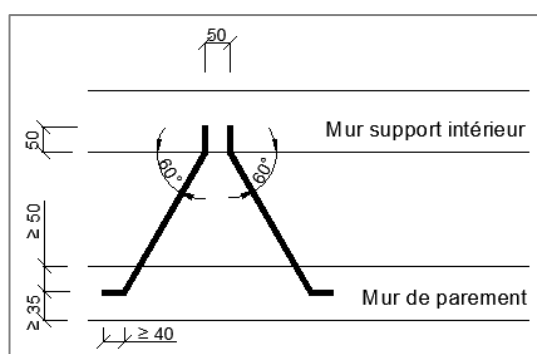


Figure 2 : Conception des attaches murales parasismiques en cas de briques standard

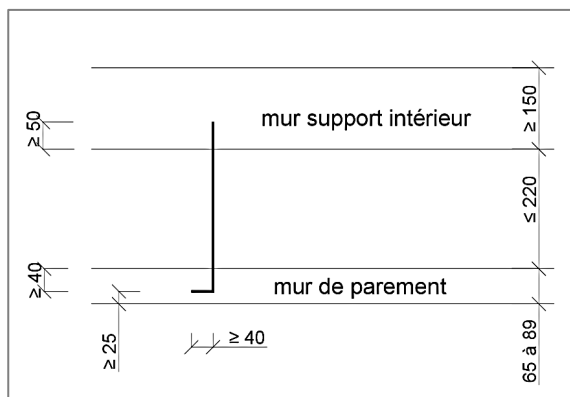


Figure 3 : Conception des attaches pour murs doubles en cas de briques minces

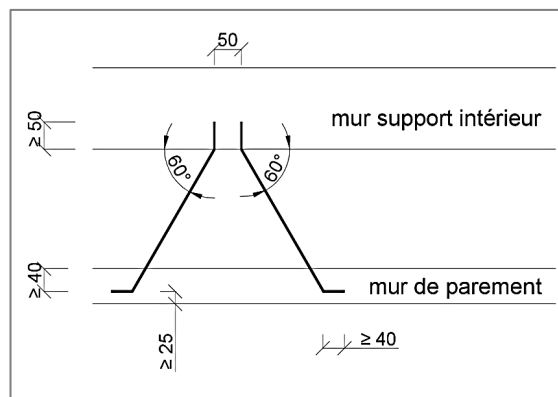


Figure 4 : Conception des attaches murales parasismiques en cas de briques minces

2.7 Supports de maçonnerie KORBO

2.7.1 Supports de maçonnerie KORBO - concept général

Les supports de maçonnerie KORBO sont fabriqués en acier galvanisé ou en acier inoxydable, selon l'application et les exigences de durabilité du projet. Ils sont conformes à la norme NF EN 845-1 et au NF DTU 20.1 P1-2 et ils sont conçus en respectant les règles de conception de la norme NF EN 1993 et son annexe nationale.

Les supports de maçonnerie KORBO de la marque PLAKA sont conçus et fabriqués par LEVIAT pour chaque projet individuel. L'entrepreneur fournit les informations nécessaires à LEVIAT comme décrit dans l'art. 3.2. La position en hauteur et en profondeur des consoles peut être réglée. Les supports peuvent être équipés d'une battée si nécessaire.

2.7.2 Supports de maçonnerie KORBO pour les projets en dimensionnement sismique

Les supports de maçonnerie KORBO, suivent la même conception standard des supports de maçonnerie KORBO pour les projets dans les zones non sismiques avec une exception. Si le KORBO est utilisé dans une application sismique qui nécessite une conception adaptée, la battée (si elle est présente) est renforcée par un raidisseur vertical comme indiqué sur la Photo 3 : Support de maçonnerie KORBO avec battée.

Les supports de maçonnerie sont disposés à chaque niveau du bâtiment.

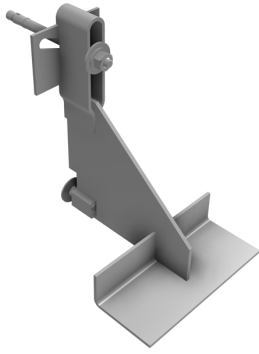


Photo 2 : Support de maçonnerie KORBO sans battée



Photo 3 : Support de maçonnerie KORBO avec battée renforcée

2.7.3 Contrôle de qualité dans la fabrication des supports de maçonnerie KORBO

Les supports de maçonnerie sont produits par LEVIAT à partir d'acier plat ou d'acier en bobines. L'acier est livré avec un certificat de qualité. Cet acier est découpé à la taille et à la forme requises à l'aide d'une poinçonneuse ou d'une découpeuse laser. Les cornières sont pliées dans un banc de pliage. Les consoles sont soudées sur les cornières, soit manuellement par des soudeurs, soit à l'aide d'un robot de soudage. À chaque étape de la production, il y a un contrôle visuel. Les produits finis sont mesurés à intervalles réguliers pour vérification.

Dans le cas de l'acier galvanisé, la galvanisation est effectuée conformément à la norme EN ISO 1461. Le résultat de la galvanisation est constamment contrôlé visuellement et des mesures de contrôle de l'épaisseur de la couche de zinc sont effectuées régulièrement.

2.7.4 Ancrages de fixation

Chaque console KORBO est fixée à la structure porteuse en béton avec un boulon d'ancrage expansible ou un ancrage chimique. Les ancrages de fixation sont conçus et fournis par LEVIAT. Pour les applications sismiques qui exigent une conception adaptée, seuls des boulons d'expansion ou des ancrages chimiques adaptés aux applications sismiques sont utilisés. La résistance des ancrages de fixation est confirmée par un ETA, ou par l'utilisation d'un logiciel de calcul basé sur un ETA.

3. Conception du mur double en utilisant des supports de maçonnerie KORBO et autres accessoires LEVIAT

3.1 Conception par le bureau d'études LEVIAT

Le mur double est étudié comme un ensemble complet, tout en tenant compte de l'application dans le projet spécifique et la zone de sismicité.

Les supports de maçonnerie KORBO et tous les autres accessoires fournis par LEVIAT, tels que les ancrages de fixation, les tiges anti-dévers, les attaches murales sismique et les renforts de maçonnerie, sont conçus sur mesure pour chaque projet par le département d'ingénierie de LEVIAT. Une note de calcul et un plan de pose sont fournis. Tous les éléments sont calculés en conformité avec les Eurocodes, le NF DTU 20.1 et les normes pertinentes des accessoires spécifiques.

3.2 Informations nécessaires à fournir par l'entrepreneur :

Le département d'ingénierie de LEVIAT conçoit tous les accessoires LEVIAT sur la base des informations suivantes reçues de l'entrepreneur.

- Informations sismiques sur le projet : zone de sismicité, coefficient d'importance du bâtiment, classe de sol
- Composition du mur double : matériau et épaisseur du mur porteur intérieur, type et épaisseur de l'isolation (si présente), épaisseur de la lame d'air, matériau et épaisseur des briques de parement.
- La position des briques de parement par rapport à la structure de support en béton (largeur de vide total, batée).
- Informations détaillées sur les briques de parement : type, dimensions, matériau, DOP.
- Le type et les dimensions des joints de mortier.
- Plans d'architecture (plans d'étage, façades, sections, détails) et plans de stabilité
- Indication de tous les joints horizontaux et verticaux (dilatation et fractionnement) sur les plans de façade.
- L'exécution souhaitée de chaque détail
- La résistance à la corrosion exigée (galvanisé / acier inoxydable) et la finition (en cas de revêtement : couleur RAL)
- Le délai prévu de la mise en œuvre
- En option : modèle BIM, si disponible

L'entrepreneur s'assure de fournir les informations les plus récentes et d'informer immédiatement LEVIAT de toute modification du projet.

3.3 Joints de fractionnement et/ou joints de dilatation

3.3.1 Dimensions maximales des sections de mur individuelles

La maçonnerie de la façade est divisée en sections de mur d'une largeur maximale de 9 m et d'une hauteur maximale de 4 m par l'insertion de joints souples. Si la section du mur a une hauteur supérieure à 3 m, le ratio entre la largeur de la section par rapport à la hauteur de la section est d'au moins 1,20.

Un joint de dilatation sera prévu au-dessus de chaque étage. L'épaisseur des joints souples horizontaux est de 10 mm minimum. Les joints souples ne sont pas remplis de mortier. Ils sont remplis d'un matériau souple qui peut être facilement compressé. Le joint horizontal sous un support de maçonnerie KORBO est également installé comme un joint souple.

La règle standard concernant l'espacement maximal entre les joints de fractionnement verticaux pour des projets en zones sismiques, impose un espacement maximal de 6 m. Cette règle devrait permettre d'éviter la formation de fissures dans la maçonnerie en raison de l'accumulation de contraintes.

Il est permis de placer les joints de fractionnement verticaux à une distance supérieure à 6 m, avec un maximum de 9 m, à condition que la maçonnerie soit renforcée sur toute la hauteur pour prévenir des fissures. Dans ce cas, une quantité de renfort minimale est ajoutée sur toute la hauteur du mur. En pratique, cela signifie l'ajout d'une certaine quantité d'armature dans la partie centrale du mur. La quantité de cette armature de maçonnerie est déterminée par le bureau d'études de LEVIAT selon l'annexe 6 de ce dossier technique. Les renforts doivent être conforme aux exigences de l'article 2.5 de ce dossier technique.

Les joints de fractionnement verticaux doivent être des joints francs rectilignes. Ils ont une épaisseur d'au moins 20 mm. Si l'espacement des joints de fractionnement verticaux est compris entre 6 et 9 m, ils doivent avoir une épaisseur d'au moins 30 mm.

3.3.2 Joints de fractionnement verticaux à sur les coins du bâtiment

Sur les coins du bâtiment, le mur de maçonnerie est également coupé avec un joint souple pour déconnecter les deux sections de mur qui sont placées dans un angle l'une vers l'autre. Cela peut être fait en plaçant un joint souple soit dans une coupe diagonale droite dans les briques sur le coin, soit dans une coupe perpendiculaire droite dans l'une des façades, juste à côté du coin. Ces joints ont également une épaisseur d'au moins 20 mm et sont remplis d'un matériau souple.

3.4 Restrictions pour les briques de couleur foncée

Au-delà d'une hauteur de façade de 6 m, la pose des éléments de revêtement de coloris foncé n'est autorisée pour les façades exposées au soleil de sud-est à ouest. Les éléments de revêtement de coloris foncés sont ceux dont le coefficient d'absorption du rayonnement solaire α est supérieur à 0,7.

4. Mis en œuvre

4.1 Installation des supports de maçonnerie KORBO sur le mur de support en béton.

4.1.1 Ancrages de fixation

Des boulons expansibles ou des ancrages chimiques sont installés en suivant les instructions de leur ETE respectif. Une attention particulière doit être donnée au diamètre et à la profondeur de perçage, au nettoyage des trous de perçage et, dans le cas des boulons expansibles, au couple de serrage du boulon.

Une rondelle extra large (incluse dans la livraison), est placée sur le boulon ou sur la tige filetée, sous l'écrou, pendant l'installation des consoles KORBO.

4.1.2 Réglage de la profondeur et de la hauteur des consoles KORBO

Le boulon de réglage KorboFlex en partie inférieure de la console Korbo permet, indépendamment de la qualité (la planéité) de la structure porteuse, un réglage de la profondeur continu et offre donc la possibilité d'obtenir une cornière parfaitement horizontale.

Dans des cas exceptionnels, il n'est pas possible d'ajouter un boulon KorboFlex en raison d'un manque de place. Ensuite, une plaque de compression traditionnelle est prévue.

La hauteur des consoles peut être réglée de 25 mm dans les deux sens en faisant coulisser la plaque de réglage en haut de la console.

Une attention particulière est réservée au placement correct des plaques de réglage de la hauteur et des boulons de réglage de la profondeur.



Photo 4: Réglage des consoles KORBO

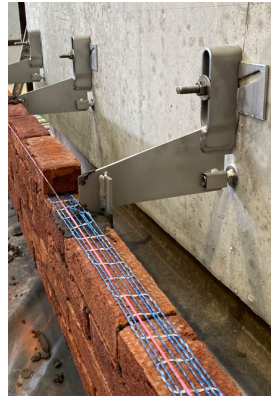


Photo 5: Premières rangs de briques



Photo 6: Installation des attaches murales avec l'outil



Photo 7: Ancrage sismique

4.2 Maçonnerie du mur de façade

4.2.1 Pose des premiers rangs de briques

La première rangée de briques est posée sur un lit de mortier. Une encoche peu profonde est pratiquée dans certaines briques afin de pouvoir les placer devant les supports KORBO. L'encoche dans les briques autour des supports KORBO est remplie de mortier.

4.2.2 Humidité des briques

L'humidité des briques doit être contrôlée visuellement pendant le maçonnerie, surtout en été ou si la couverture plastique est enlevée des briques plus d'un jour avant leur utilisation. Si les briques sont trop sèches pour garantir une bonne liaison avec le mortier, elles sont légèrement arrosées d'eau. Par temps chaud, le séchage du mortier peut être ralenti en plaçant une feuille de plastique sur la maçonnerie.

4.2.3 Ventilation de la lame d'air

Pour assurer la ventilation de la lame d'air, il convient de laisser un joint vertical sur 3 non garni dans la première assise du mur.

4.3 Installation du renfort de maçonnerie

Les renforts de maçonnerie sont installés selon les instructions et les plans du bureau d'études de LEVIAT et en respectant les instructions d'installation du fabricant des renforts. Les instructions d'installation pour le Murfor Compact E de BEKAERT sont également incluses dans l'annexe « Cahier de charges et mis en œuvre ».

En bas de la section de mur, une bande de renfort de maçonnerie est placée sur chaque rangée de briques qui a été coupée comme décrit dans l'art. 4.2.1. Directement au-dessus de ces premières rangées de briques coupées des couches supplémentaires de renfort de maçonnerie sont installées selon les calculs de LEVIAT en fonction de l'application, des charges et des dimensions du projet.

En haut de la section de mur, sous la dernière rangée de briques, une ou deux bandes de renfort de maçonnerie sont placées dans le joint de mortier selon les calculs de LEVIAT.

Si l'espacement entre les joints de fractionnement verticaux est compris entre 6 et 9 m, il faut également placer du renfort dans la partie centrale du mur selon les instructions du bureau d'études de LEVIAT.

Lors de l'application de Murfor Compact, le Murfor doit être placé sur les briques avant l'application de la couche de mortier. La couche de briques suivante est ensuite placée.

Deux pièces consécutives de Murfor doivent se chevaucher d'au moins 250 mm. Les chevauchements multiples dans le même plan vertical doivent être évités.

4.4 Installation des attaches murales

Les attaches murales sont ancrées dans le mur de support en béton avec des chevilles en plastique dans les trous de forage en suivant les instructions de leur fiche technique et la description dans l'art. 2.6.

Les attaches murales sont installées un peu plus haut que le joint de mortier et ensuite légèrement poussées vers le bas pour empêcher l'infiltration de l'eau ou des casse gouttes sont ajoutés sur les attaches murales.

Les attaches murales sont installées à l'aide d'un outil d'installation cylindrique adapté et d'un marteau (chasse clou - voir photo 9). Pour plier les attaches sismiques à un angle de 60°, le même outil d'installation est utilisé, ainsi qu'un grand triangle plat avec un angle de 60°. L'outil de pose est également utilisé pour plier l'extrémité des attaches murales sur les joints de mortier.

4.5 Fixation de l'isolation

L'isolation thermique (si elle est présente) peut être fixée au mur porteur en béton à l'aide de fixations en plastique séparées ou de clips d'isolation fixés aux attaches murales. Les clips d'isolation ne sont fixés que sur les tiges anti-dévers droites, et jamais sur les attaches murales sismiques diagonales.



Photo 8 : Exemple d'une attache murale avec une bout torsadé, une cheville en plastique et quelques clips fixe isolant



Photo 9 : Outil pour l'installation des attaches murales (chasse clou)

4.6 Exemple de plans de calepinage et de détails pour des attaches murales et des ancrages sismiques

Les plans de calepinage et les détails ci-dessous ne sont qu'un exemple. Ces plans ne sont valables que pour le projet pour lequel ils ont été conçus. La densité et le positionnement des attaches murales, des ancrages sismiques et des renforts maçonnerie sont conçus pour chaque projet individuel par le bureau d'études de Leviat.

Positionner la première rangée des attaches murales le plus bas possible, en tenant compte de la hauteur de la battée

$h_{battée}$

$\leq e_{vt}$

$\leq e_{ht}$

$\leq e_{vs}$

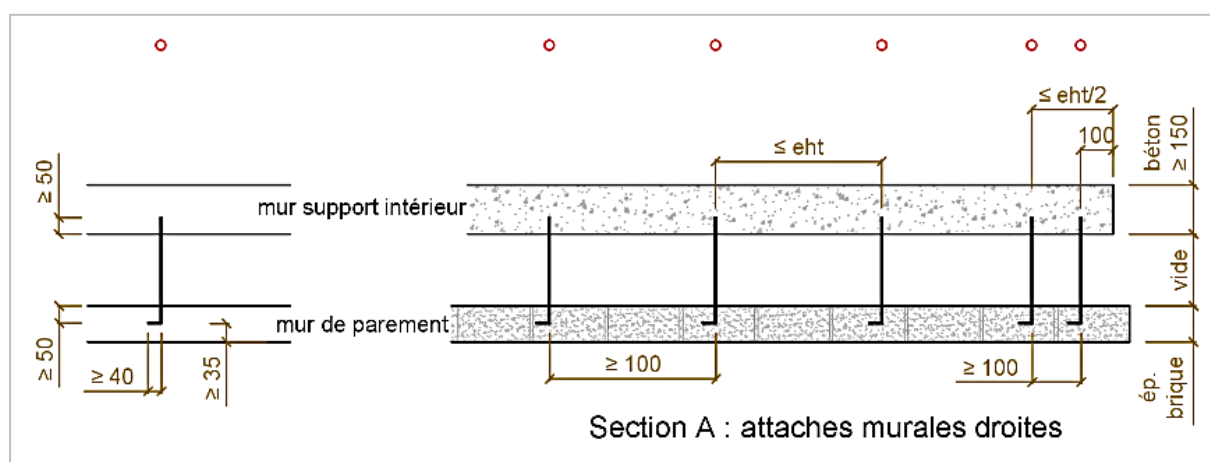
$\leq e_{hs}$

A

B

Densification des attaches murales droites près du bord : 3 p/m ou un espacement de max 330 mm

Espacement alternatif pour ce projet avec $nt = 6 \text{ p/m}^2$ - h rangée = 75 mm			
# rangées	evt (mm)	eht (mm)	eht/2 (mm)
3	225	740	370
4	300	550	275
5	375	440	220
6	450	370	185



MC

4.6.3 Exemple de détails d'installation des ancrages sismiques :

Vide : 140 mm

Longueur minimale : 310 mm (Las \geq 350 mm)

Diamètre : 4 mm

Type crochet : BOUNIA2400

Densité des ancrages sismiques : 5 p/m²
(= 10 crochets diagonales /m²)

Espacement vertical : **evs = 300 mm (4 rangées)**

Espacement horizontal : **ehs = 660**

Distance des bords horizontal min. : ehs/2 = 330

D'autres écarts sont possibles en fonction de considérations pratiques. Celles-ci se limitent à celles présentées dans les tableaux ci-dessous.

Espacement alternatif pour ce projet avec ns = 5 p/m ² - h rangée = 75 mm			
# rangées	evs (mm)	ehs (mm)	ehs/2 (mm)
3	225	880	440
4	300	660	330
5	375	530	265
6	450	440	220

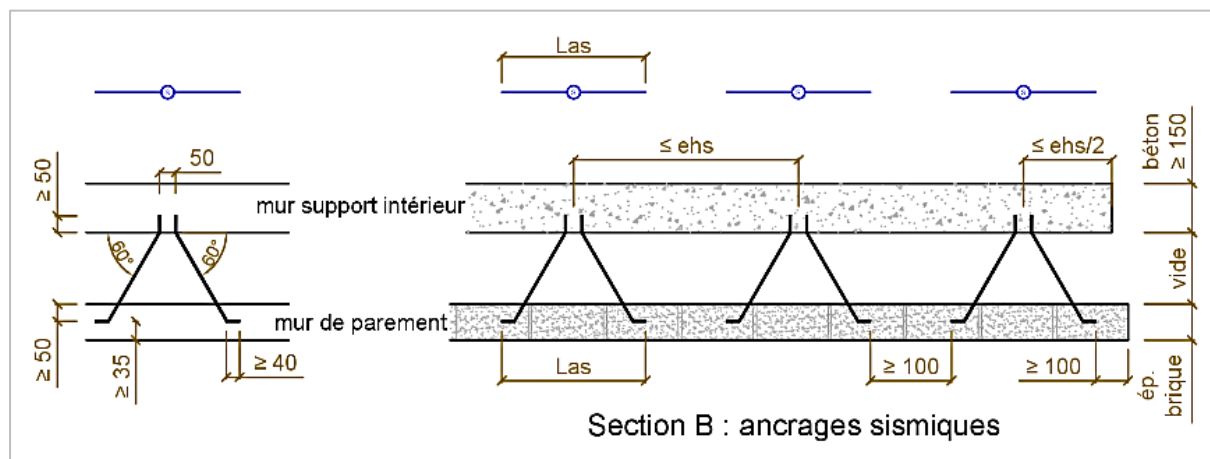


Figure 7 : Détail d'installation des ancrages sismiques

4.7 Exemple de plans de calepinage des renforts de maçonnerie

Avant de procéder à des renforcements, il faut d'abord vérifier si l'espacement entre les joints de fractionnement verticaux est supérieur à 6 m ou non.

4.7.1 Renfort en cas d'une entre distance des joints de fractionnement \leq 6m

Type de renfort : Murfor Compact E35

Hauteur des rangées de briques : 75 mm (brique 65 mm + joint 10 mm)

en bas : 5 bandes

central : pas de renfort

en haut : 2 bandes

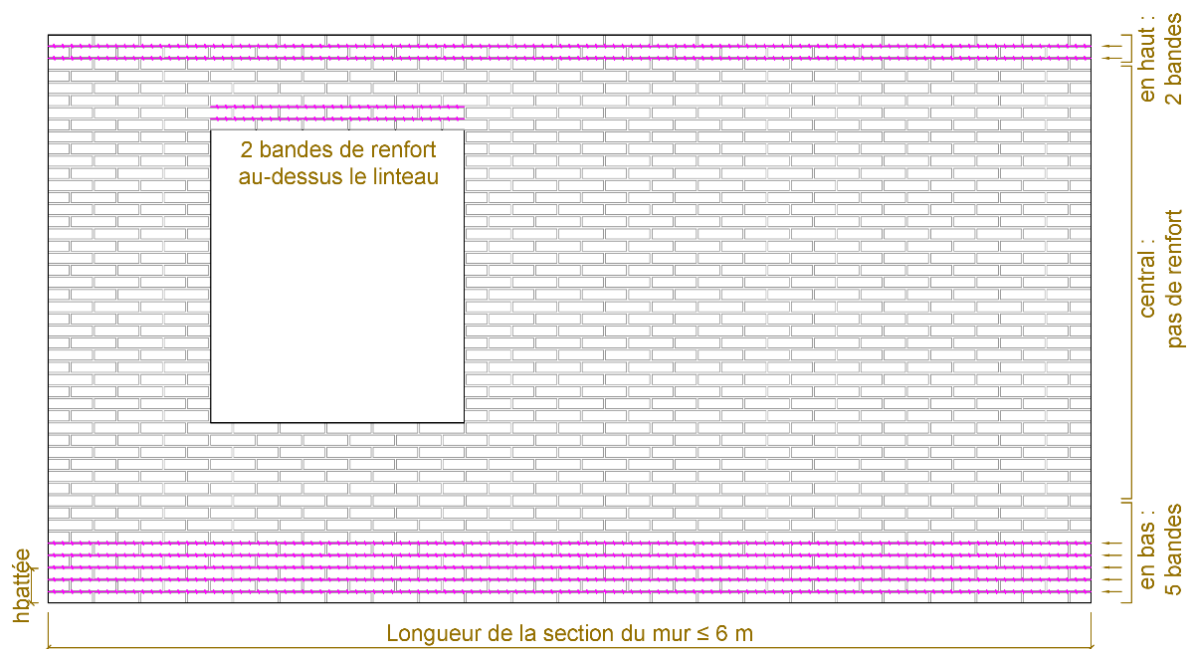


Figure 8 : Exemple d'un plan calepinage des renforts de maçonnerie pour des sections du mur ≤ 6 m

4.7.2 Renfort en cas d'une entre distance des joints de fractionnement > 6 m

en bas : 5 bandes

central : 1 band toutes les 3 joint
 $s_{max} = 240 \text{ mm} \rightarrow 3 \text{ rangées} = 225 \text{ mm}$

en haut : 2 bandes

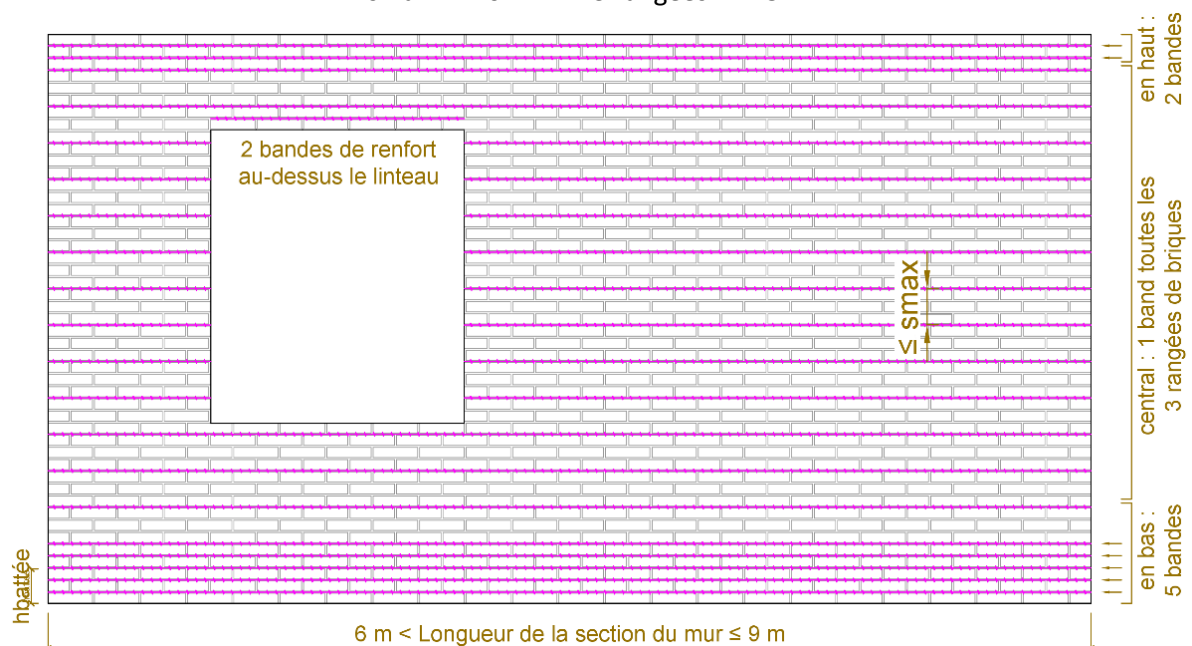


Figure 9 : Exemple d'un plan calepinage des renforts de maçonnerie pour des sections du mur > 6 m

5. Dispositions de protection incendie

Compte tenu de la nature incombustible des matériaux constitutifs des briques et du mortier des joints, le procédé ne pose pas de problème particulier du point de vue de la réaction au feu.

Pour les bâtiments soumis à des exigences de propagation de feu par les façades, une appréciation de laboratoire au feu est réalisée par un laboratoire agréé : référence AL n°046004A de 22/04/2025.

Pour les établissements recevant du public soumis aux prescriptions de l'Instruction Technique n°249 relatives aux façades, visée en annexe de l'arrêté du 24 mai 2010, ainsi que pour les bâtiments d'habitation appartenant aux 3ème et 4ème famille au sens de l'arrêté du 31 janvier 1986, les dispositions suivantes sont à respecter :

- L'isolant est en laine de roche et classé au moins A2-s3, d0. L'épaisseur de l'isolant est limitée sur un maximum de 200 mm.
- L'épaisseur de la lame d'air est au minimum 20 mm.
- Un recouplement du vide est réalisé tous les deux étages par l'installation d'une tôle d'acier en forme de L de minimum 1,5 mm d'épaisseur dans le vide. Cette tôle est fixée dans le béton avec des chevilles de minimum diamètre 8 mm et avec une distance de maximum 500 mm. Au-dessus de cette tôle, une couche de laine de roche haute densité (supérieure à 140 kg/m³ et classée au moins A2-s1, d0) d'une épaisseur de minimum 15 mm est placée dans toute la profondeur du vide.
- Autour de toutes les ouvertures de la façade, le vide est fermé par une tôle d'acier d'une épaisseur de minimale 1,5 mm.
- Autour des ouvertures, les tôles doivent être fixées dans le béton au moins tous les 300 mm.
- Dans le cas d'un retour du parement en brique à côté d'une ouverture, il suffit de fixer la tôle en acier chaque 300 mm.
- Les supports de maçonnerie au-dessus des ouvertures sont également protégées contre la chaleur d'un incendie par la même tôle en acier et une couche de laine de roche haute densité.
- Un mastic coupe-feu est prévu dans les joints de dilatation/fractionnement.
- Voir également les schémas en partie E : « Cahier Graphique - Dispositions de protection incendie ».

6. Service technique et responsabilités de LEVIAT

Les supports de maçonnerie et tous les autres accessoires LEVIAT pour les doubles murs sont conçus en fonction de chaque projet individuel par le bureau d'études de LEVIAT. Des notes de calcul, des instructions de pose et des plans de pose peuvent être fournis. Sur demande, les experts de LEVIAT peuvent également offrir des conseils techniques sur le chantier.

LEVIAT est responsable du dimensionnement des attaches, du support de maçonnerie KORBO et du mur double. LEVIAT devra également fournir les plans d'exécution détaillés comprenant le calepinage, les types et détails des attaches et tout autre détail nécessaire (traitement des ouvertures, acrotères, etc.) pour chaque projet.

B. Résultats expérimentaux et appréciation de laboratoire

1. Rapport d'essais n° EEM 21-02075-2 du CSTB, daté du 05/11/2021, concernant des essais sismiques sur un procédé de double mur avec console métallique KORBO et des briques d'épaisseur standard.
2. Rapport d'essais n° EEM 23-22609-1 du CSTB, daté du 27/05/2024, concernant des essais sismiques sur un procédé de double mur avec console métallique KORBO et des briques d'épaisseur mince.
3. Appréciation de laboratoire au feu AL n°046004A du CERIB, daté du 22/04/2025 pour les bâtiments soumis à des exigences de propagation de feu par les façades.
4. Rapport d'essais ref. « 20250605_attaches pre-tests FR » de Leviat FR du 05/06/2025
5. Rapport d'essais ref. « 20250715_attaches tests FR » de Leviat du 15/07/2025

C. Annexes du Dossier Technique

Annexe 0 : Déterminer la résistance des attaches murales

- 0.1 Introduction
- 0.2 Description des essais
- 0.3 Conclusions sur la résistance au flambage à partir du rapport d'essai « 20250605_Wall tie pre-tests FR »
- 0.4 Conclusions sur la résistance des attaches à partir du rapport d'essai « 20250715_Wall tie tests FR »
- 0.5 DOP des attaches murales
- 0.6 Détermination de la résistance caractéristique des attaches murales en fonction de la largeur du vide

Annexe 1 : Conception et mise en place des essais sismiques avec briques standard

- 1.1. Conception des essais sismiques avec briques standard
- 1.2. Calcul des charges sismiques
- 1.3. Conception du support de maçonnerie Korbo
- 1.4. Conception des attaches murales
- 1.5. Conception de l'armature de la maçonnerie
- 1.6. Tableau de conception des supports maçonnerie KORBO
- 1.7. Dessin de détail en coupe transversale du support de maçonnerie KORBO
- 1.8. Notes de calcul des consoles de supports de maçonnerie KORBO
- 1.9. Dessins de montage de mise en place des essais sismiques

Annexe 2 : Méthode de conception des murs doubles dans les régions sismiques avec brique standard

- 2.1. Introduction - Calibration de la méthode de calcul sur la base des résultats des essais sismiques
- 2.2. Calcul des charges sismiques
- 2.3. Conception du support de maçonnerie Korbo
- 2.4. Conception des attaches de murales
- 2.5. Conception de l'armature de la maçonnerie
- 2.6. Plans de calepinage pour les attaches murales et les renforts

Annexe 3 : Conception et mise en place des essais sismiques avec briques minces

- 3.1. Conception des essais sismiques avec briques minces
- 3.2. Calcul des charges sismiques
- 3.3. Conception du support de maçonnerie Korbo
- 3.4. Conception des attaches murales
- 3.5. Conception de l'armature de la maçonnerie
- 3.6. Tableau de conception des supports maçonnerie KORBO
- 3.7. Dessin de détail en coupe transversale du support de maçonnerie Korbo
- 3.8. Notes de calcul des supports de maçonnerie KORBO
- 3.9. Dessins de montage de mise en place des essais sismiques

Annexe 4 : Méthode de conception des murs doubles dans les régions sismiques avec briques minces

- 4.1. Introduction - Calibration de la méthode de calcul sur la base des résultats des essais sismiques
- 4.2. Calcul des charges sismiques
- 4.3. Conception du support de maçonnerie Korbo
- 4.4. Conception des attaches de murales
- 4.5. Conception de l'armature de la maçonnerie
- 4.6. Plans de calepinage pour les attaches murales et les renforts

Annexe 5 : Détermination des domaines d'application spécifiques autorisés sur la base des résultats des essais sismiques

- 5.1. Description des essais sismiques
- 5.2. Analyse des résultats des essais
- 5.3. Traduction des résultats des essais en domaines d'application autorisés
- 5.4. Détermination des joints de mouvement

Annexe 6 : L'application d'armature de maçonnerie en cas des distances entre les joints de fractionnement verticaux comprises entre 6 et 9 m

- 6.1. Le principe de l'utilisation de l'armature de la maçonnerie pour augmenter l'espacement entre les joints de fractionnement
- 6.2. Expertise technique de BEKAERT, fabricant de renforts de maçonnerie
- 6.3. La méthode de calcul du renfort
- 6.4. Etude par éléments finis de la fissuration par dilatation de murs en AAC non renforcés et renforcés par Murfor Compact
- 6.5. Guide d'installation Murfor Compact E de BEKAERT

D. Cahier Graphique - Général

Les dessins de ce dossier sont des exemples et servent comme illustration et conseils généraux pour des projets sans exigences élevées en matière de sécurité incendie. Elles n'excluent pas d'autres applications ou finitions spécifiques.

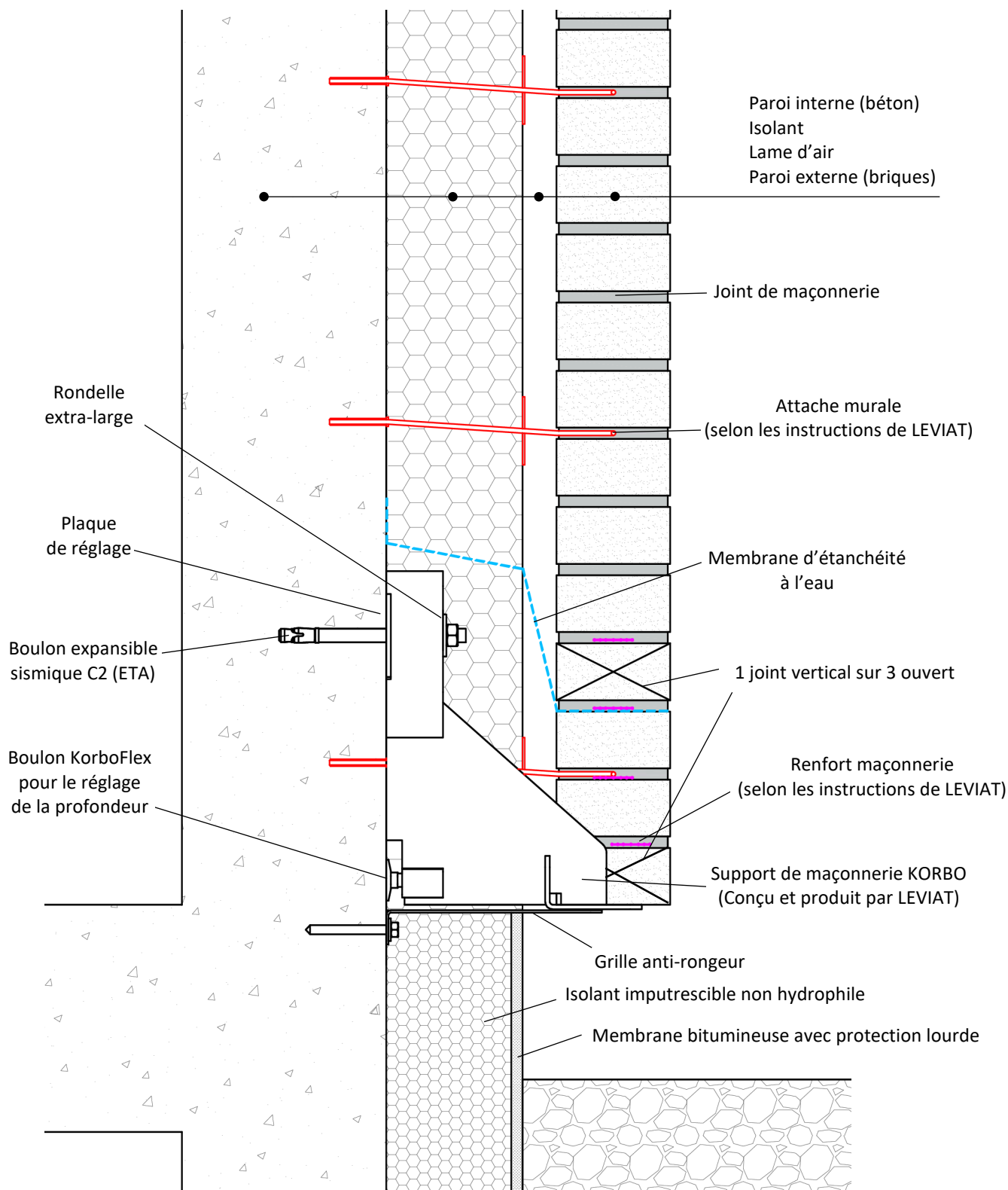


Figure 10 : Dispositions en pied de mur

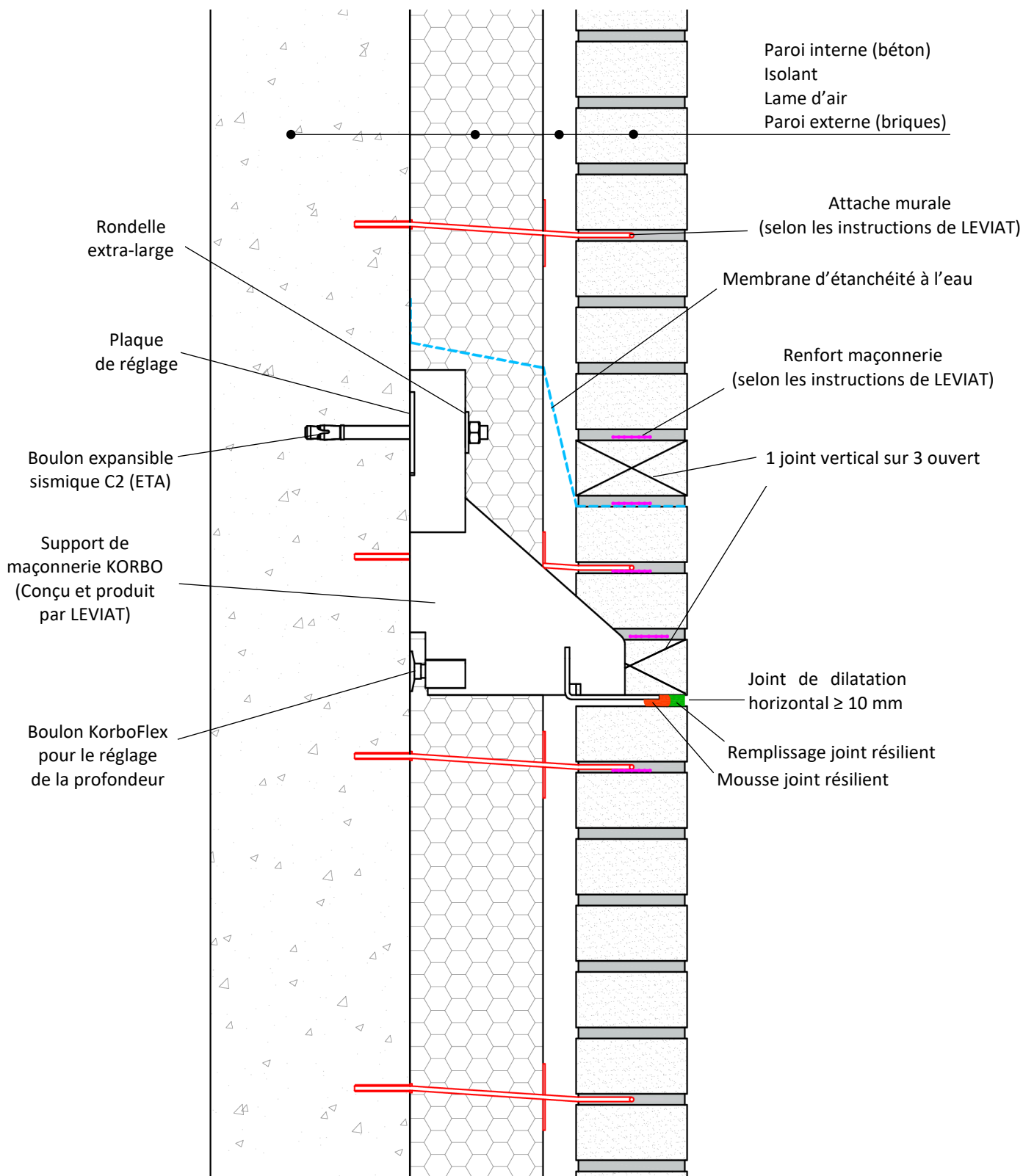


Figure 11 : Support continu au-dessus du joint de fractionnement / dilatation

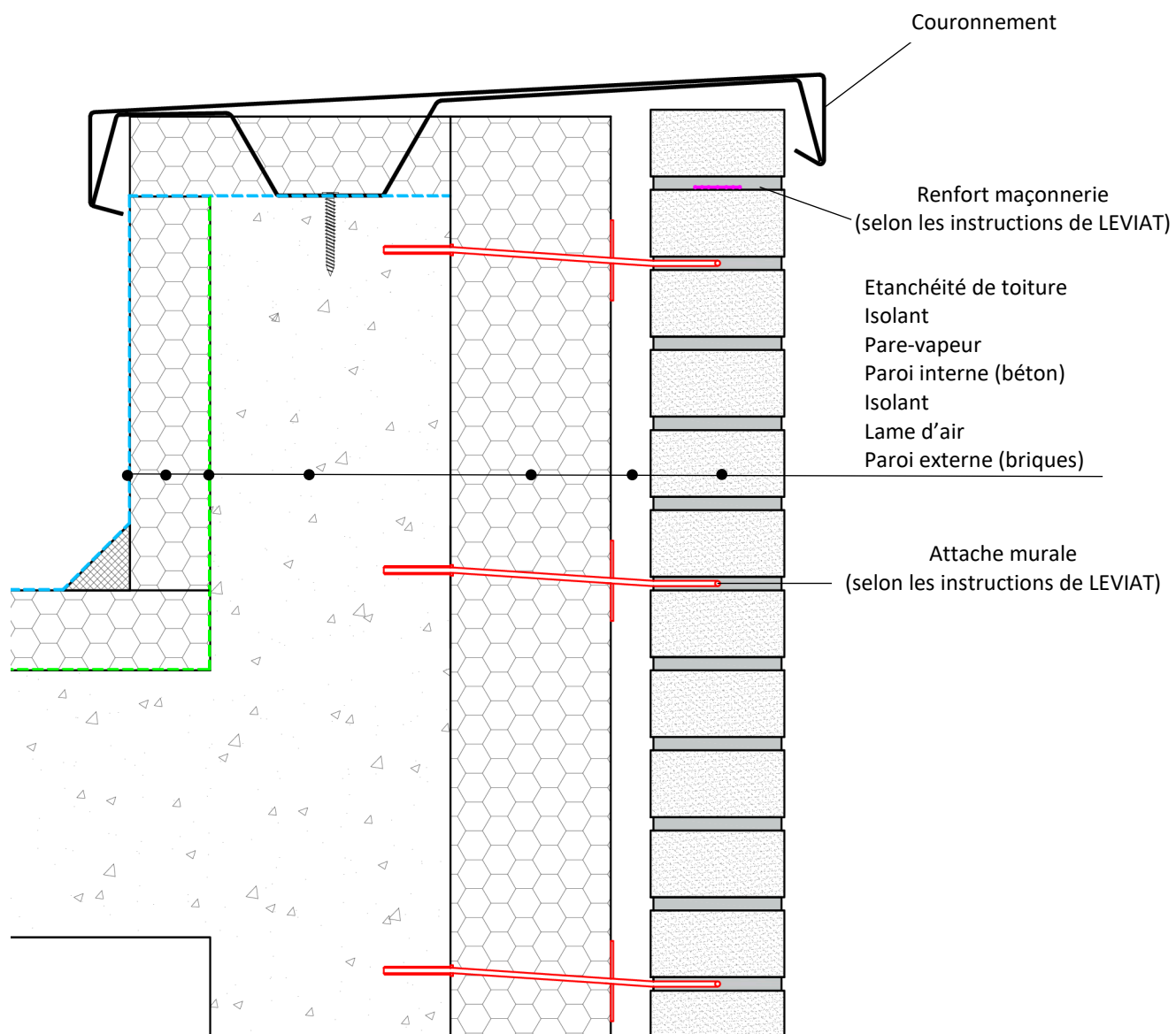


Figure 12 : Dispositions en tête d'acrotère

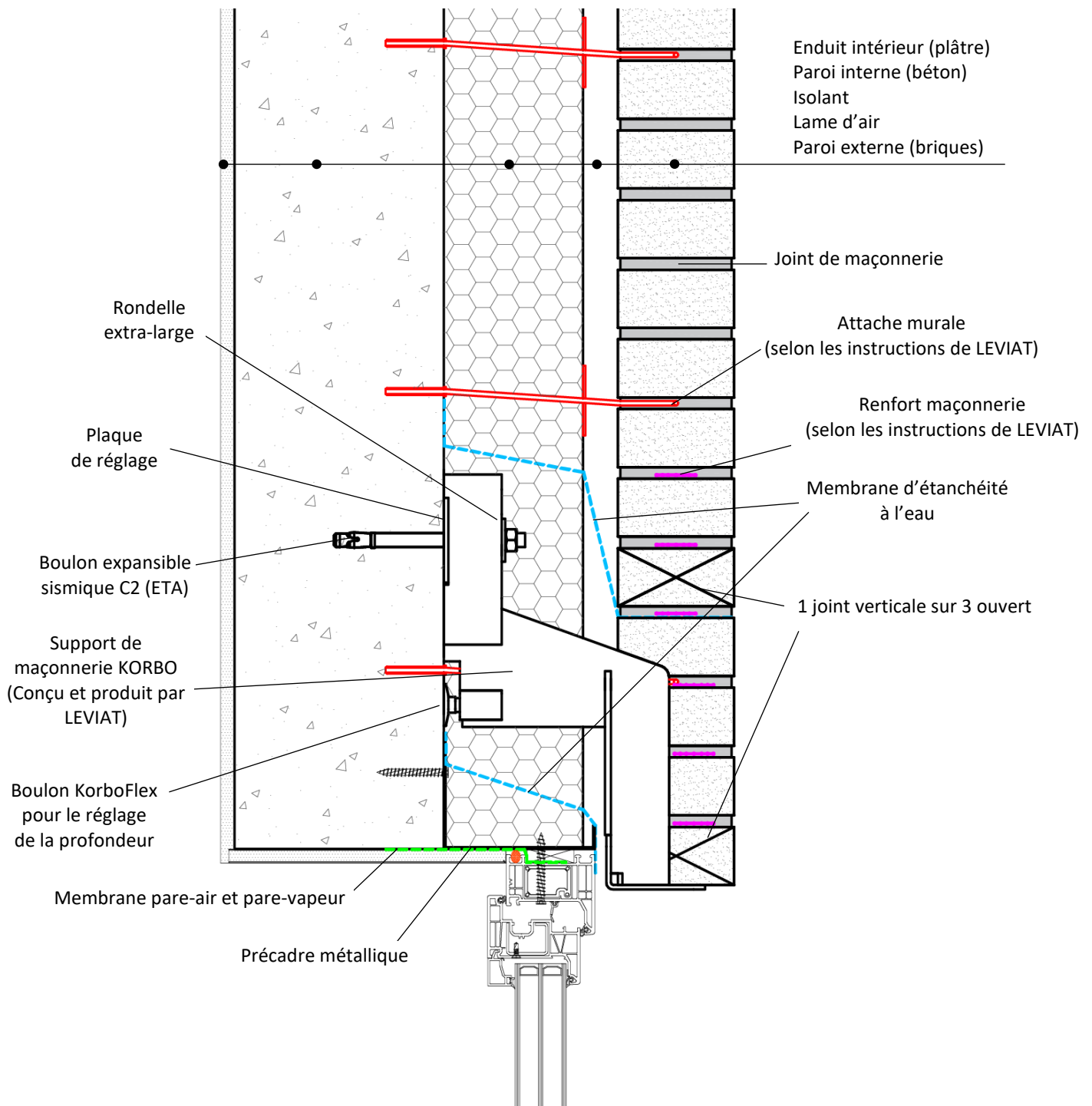


Figure 13 : Traitement autour d'une menuiserie au-dessus d'une fenêtre (installée sur un précadre)

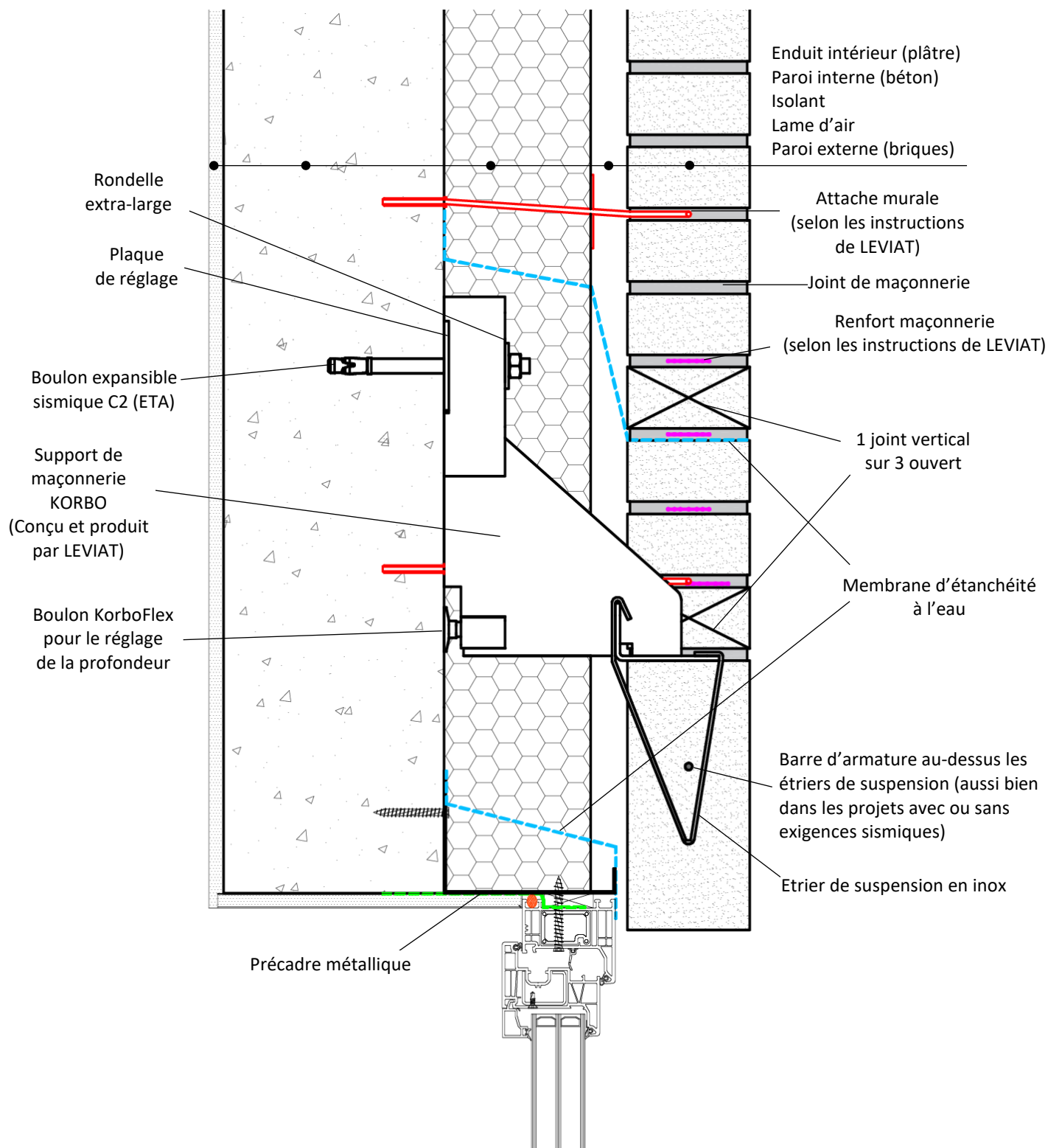
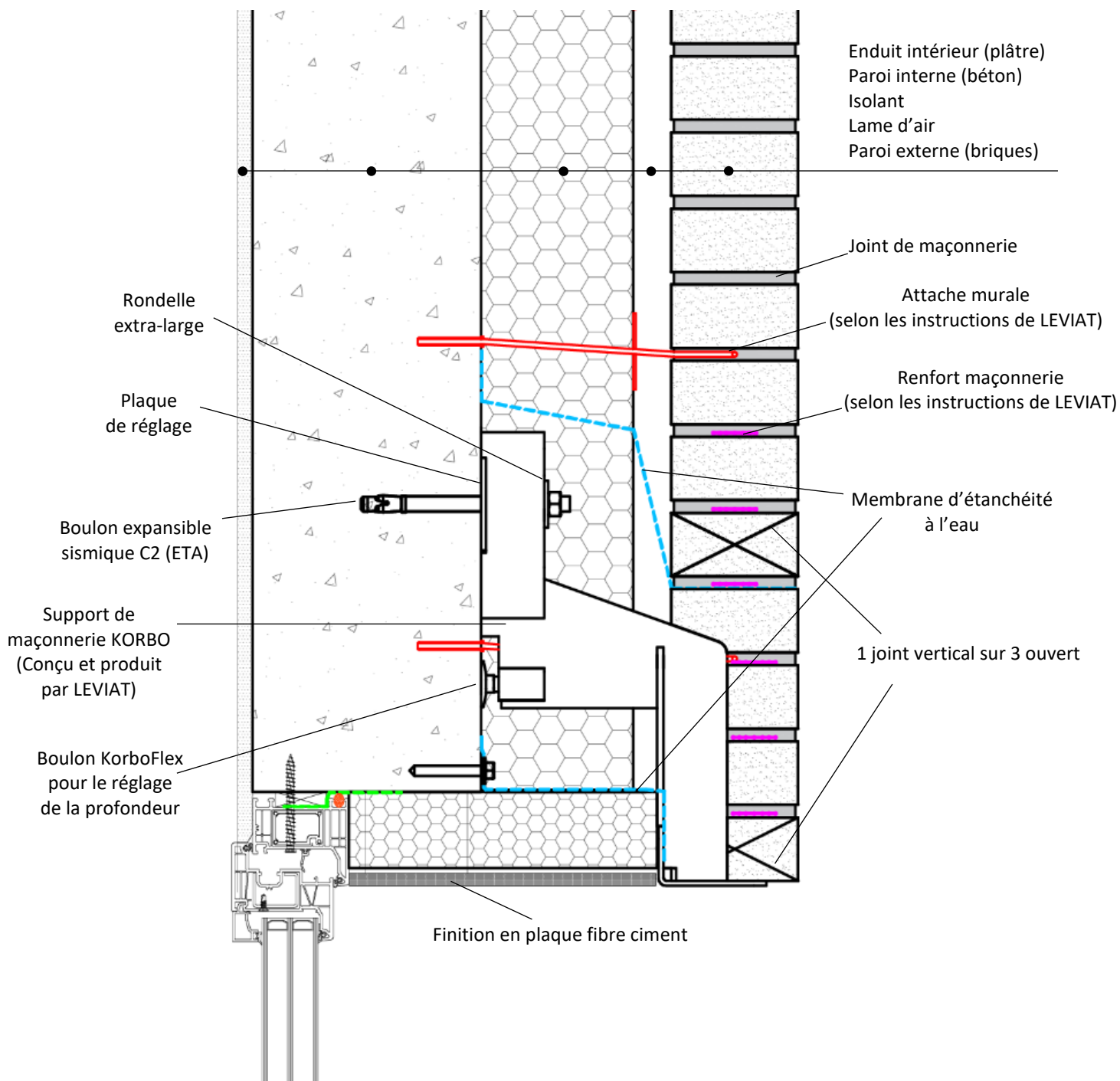
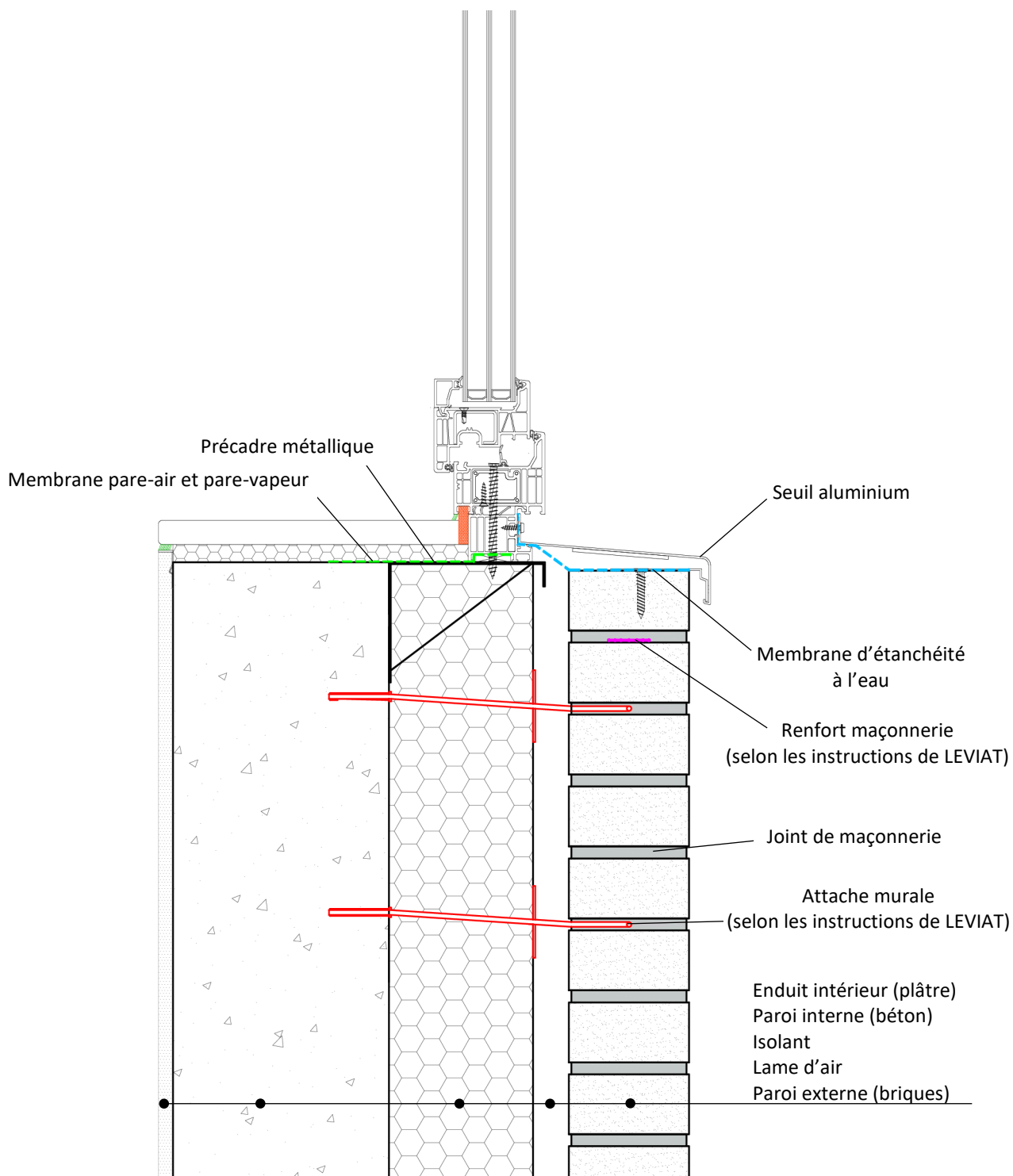


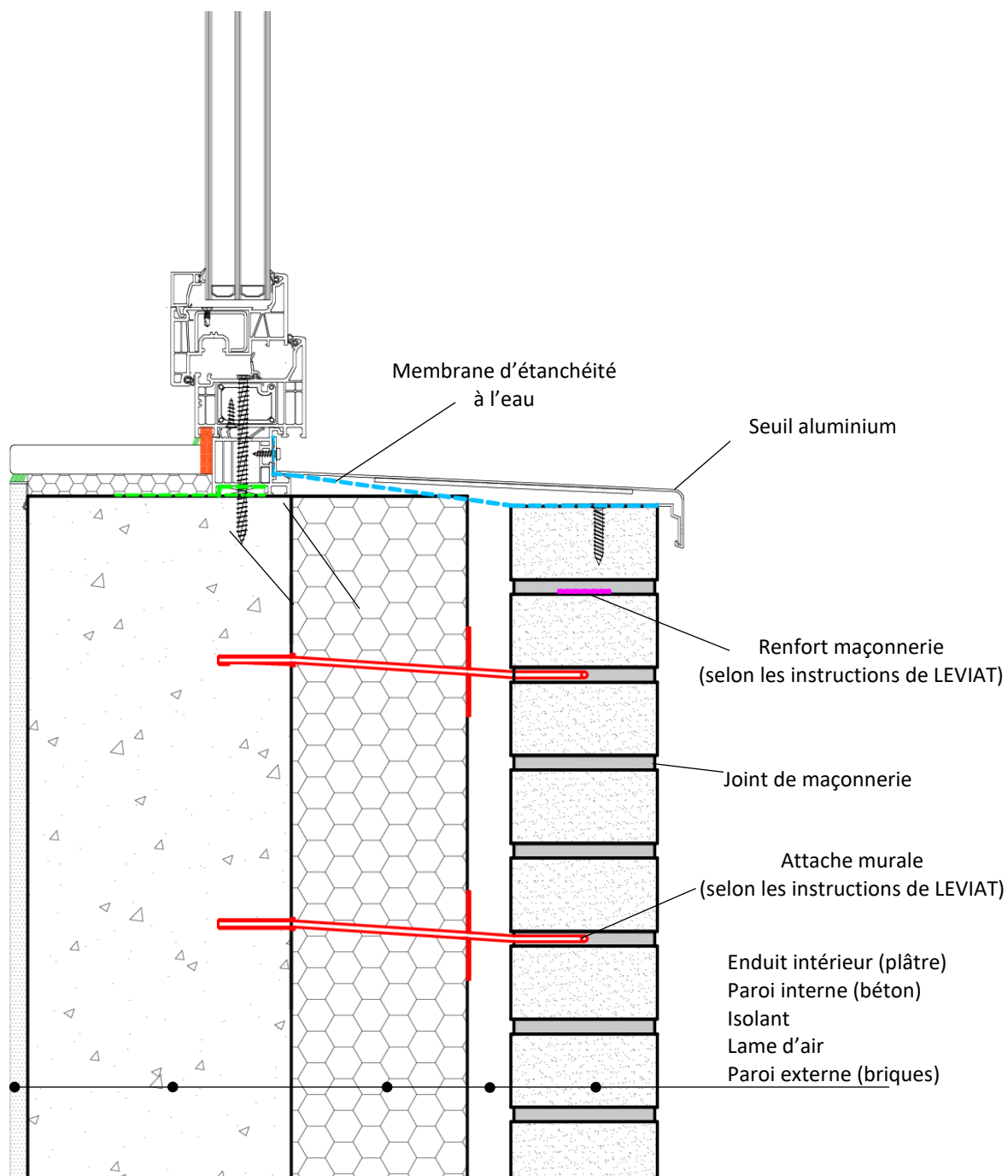
Figure 14 : Traitement autour d'une menuiserie au-dessus d'une fenêtre (installée sur un précadre) avec brique suspendu



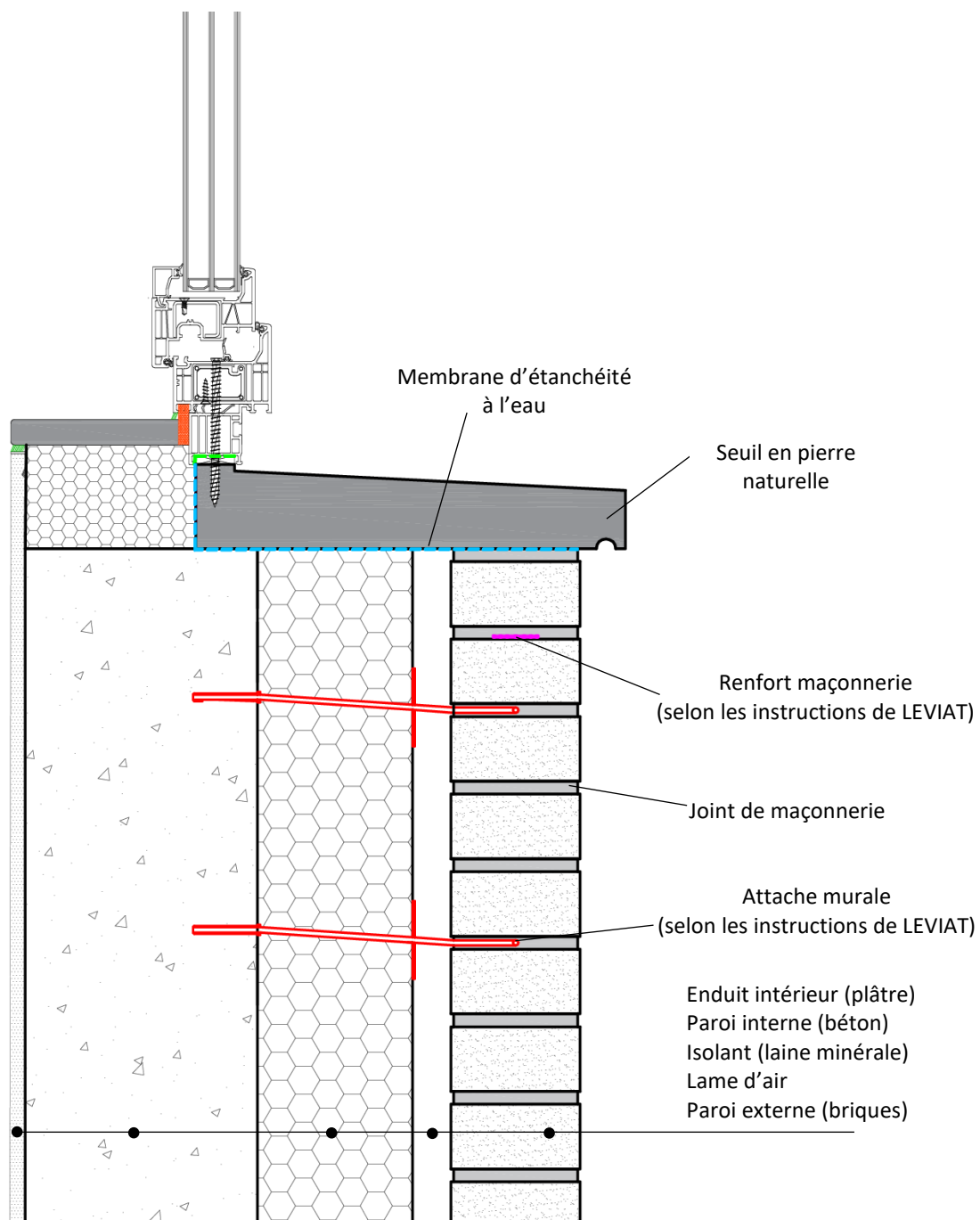
**Figure 16 : Traitement autour d'une menuiserie au-dessus d'une fenêtre
Nu intérieur – exemple avec finition avec plaque fibre ciment**



**Figure 17 : Traitement autour d'une menuiserie
au-dessous d'une fenêtre (installée sur un précadre)**



**Figure 18 : Traitement autour d'une menuiserie
au-dessous d'une fenêtre – Nu extérieur avec seuil aluminium**



**Figure 19 : Traitement autour d'une menuiserie
au-dessous d'une fenêtre – Nu extérieur avec seuil en pierre naturelle**

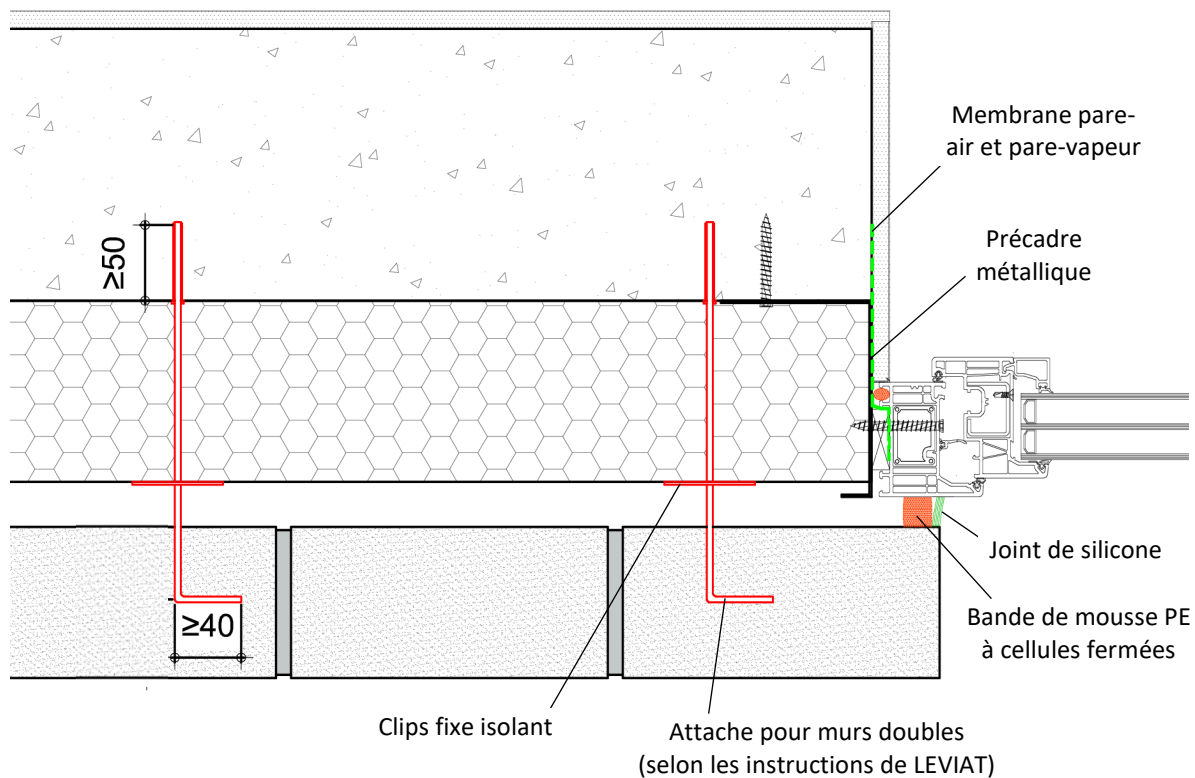


Figure 20 : Traitement autour d'une menuiserie à côté d'une fenêtre (installée sur un précadre) - attaches pour murs doubles

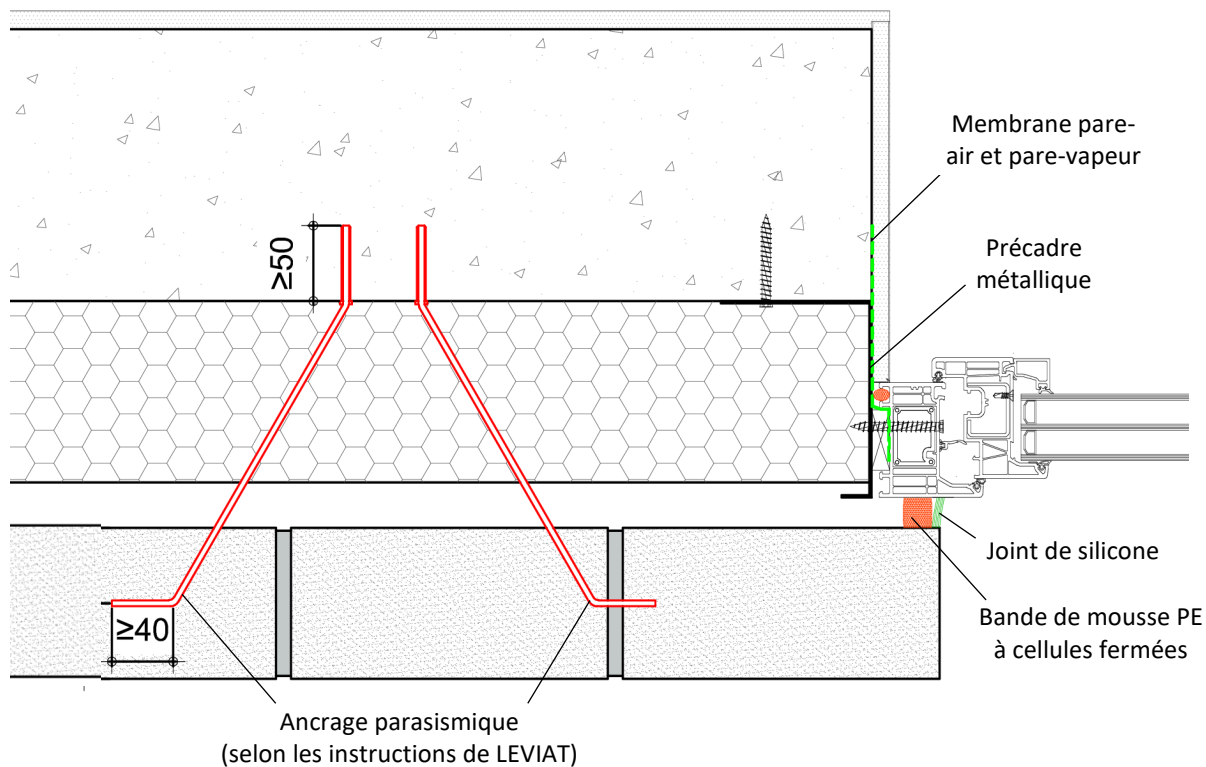


Figure 21 : Traitement autour d'une menuiserie à côté d'une fenêtre (installée sur un précadre) - ancreages parasismique

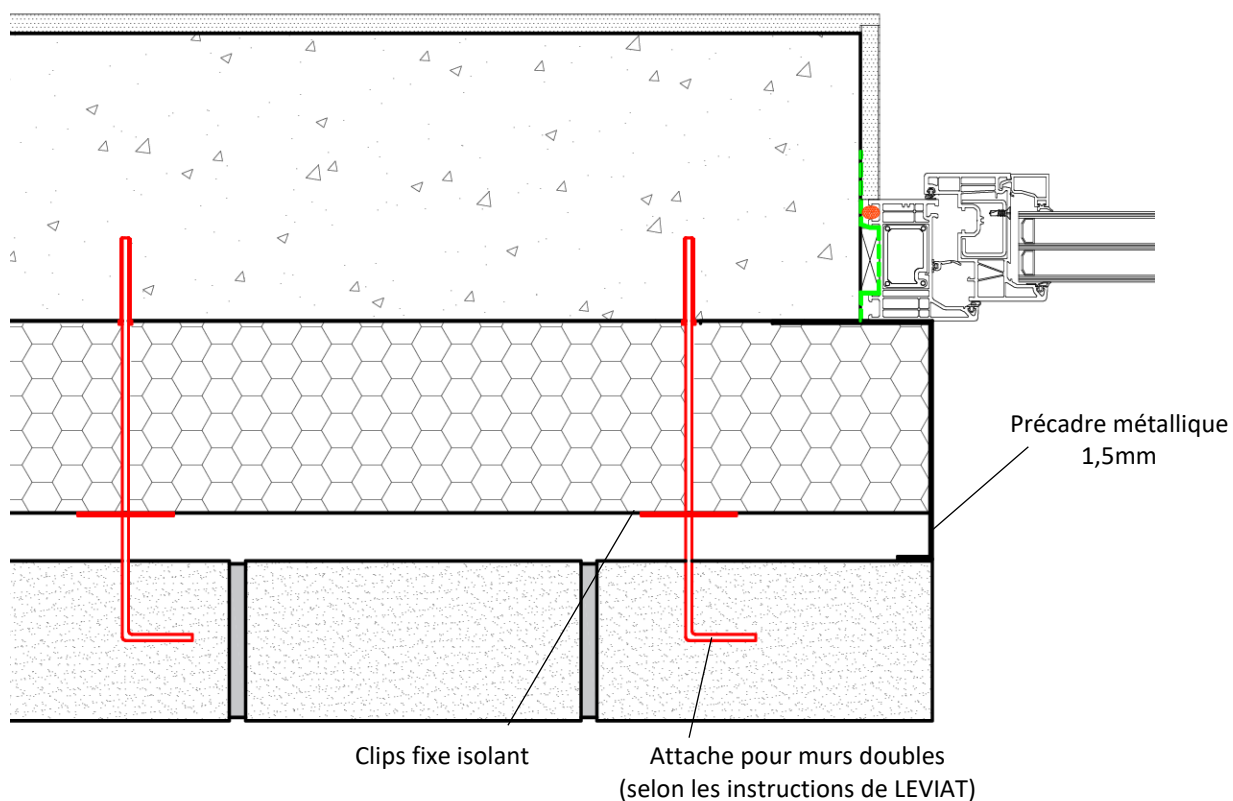


Figure 22 : Traitement autour d'une menuiserie à côté d'une fenêtre
Nu extérieur- attaches pour murs doubles

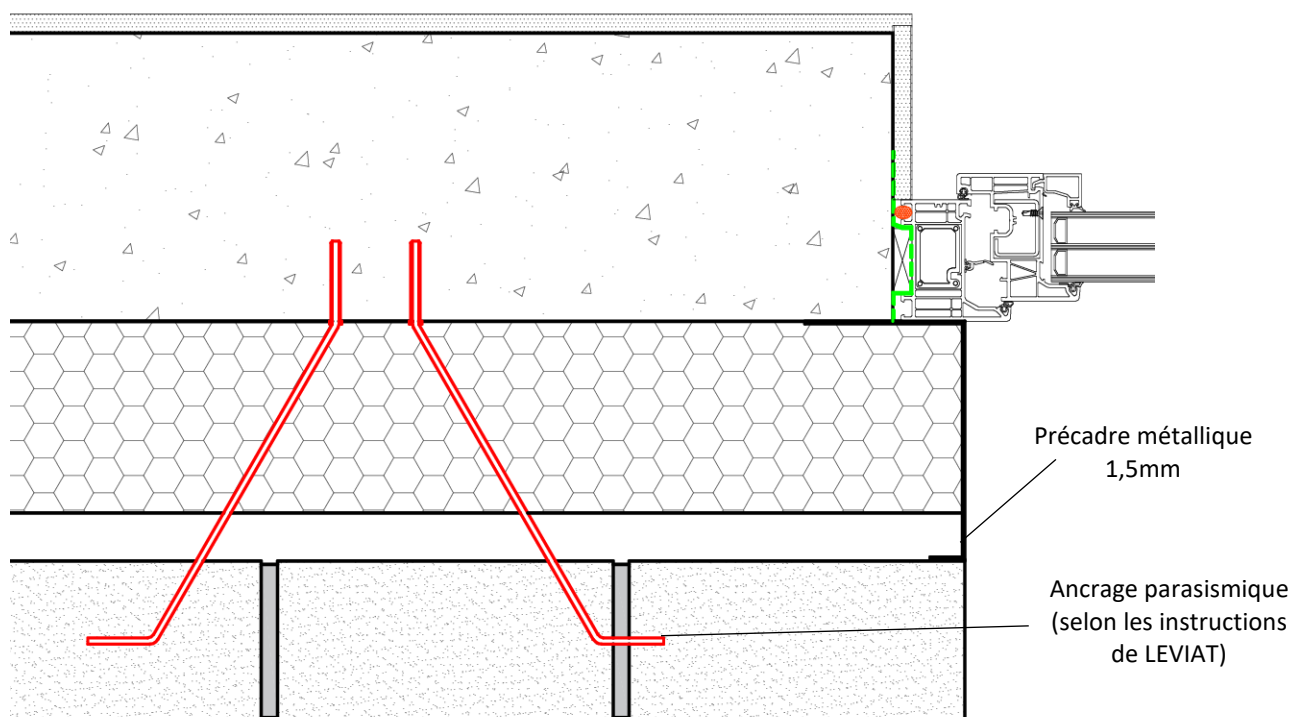
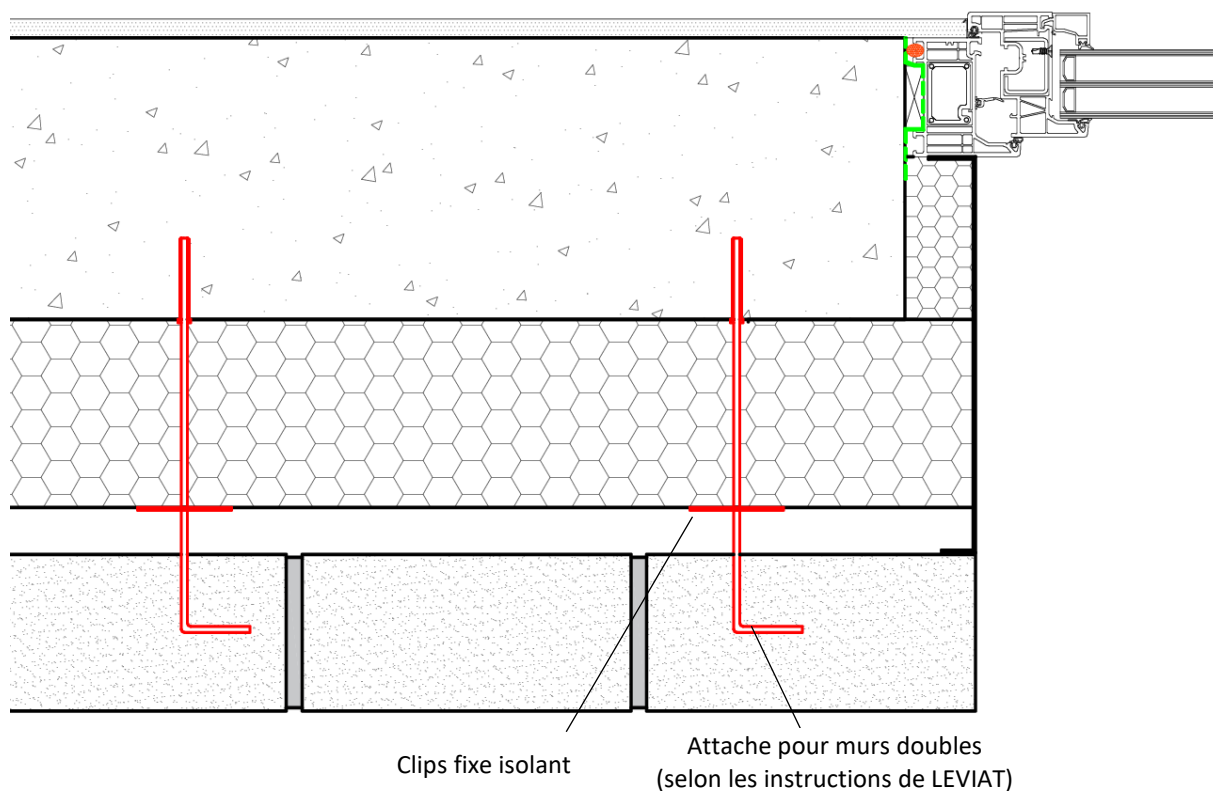
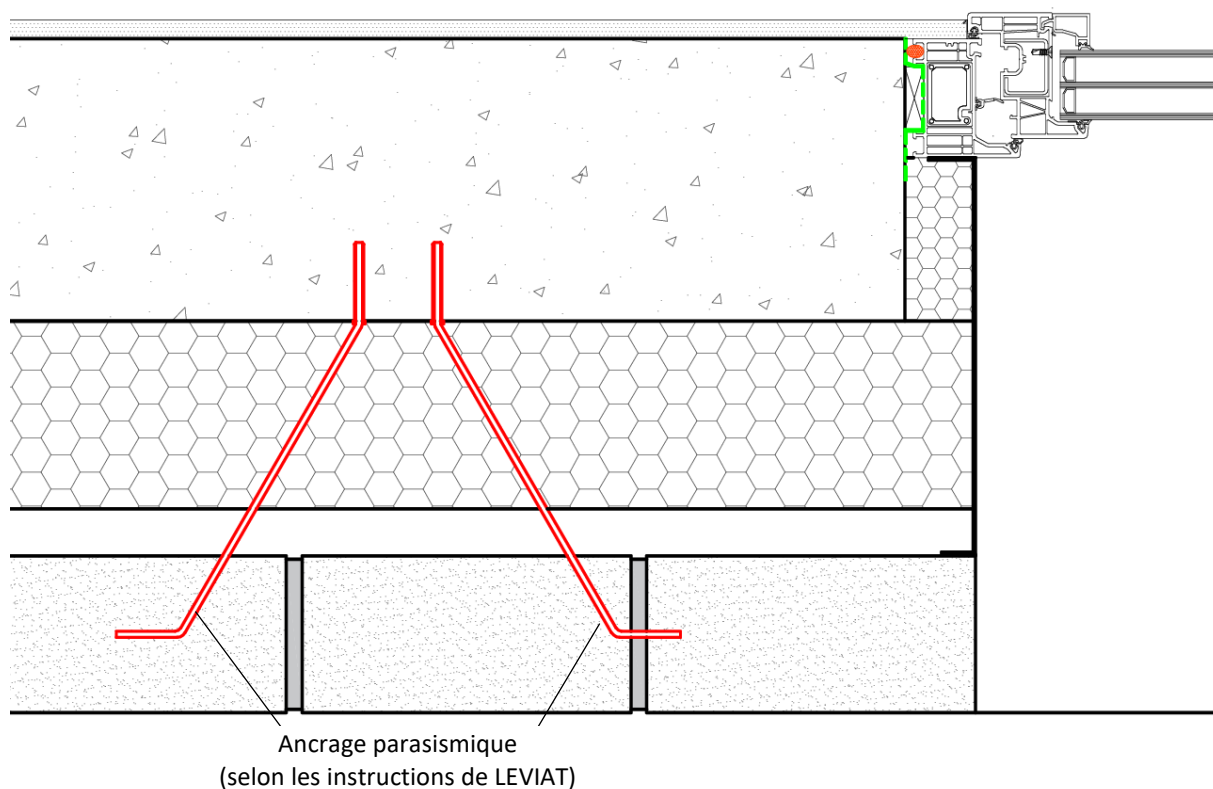


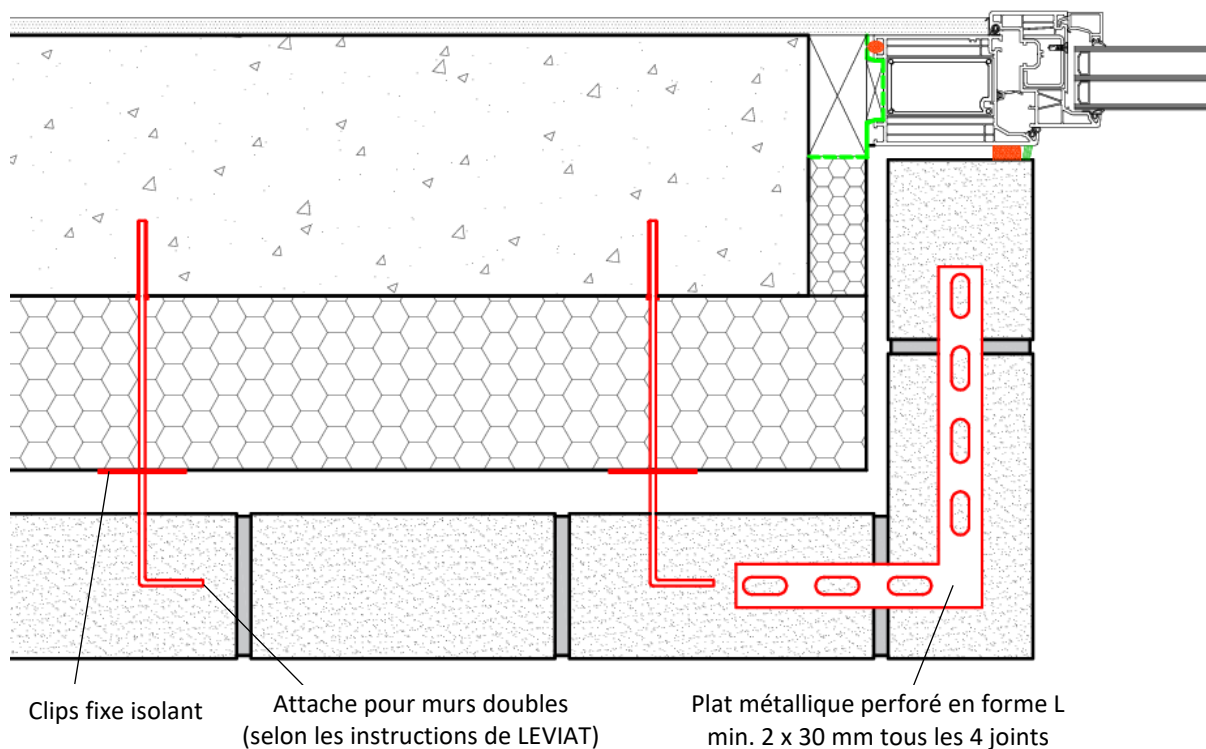
Figure 23 : Traitement autour d'une menuiserie à côté d'une fenêtre
Nu extérieur- ancrages parasismiques



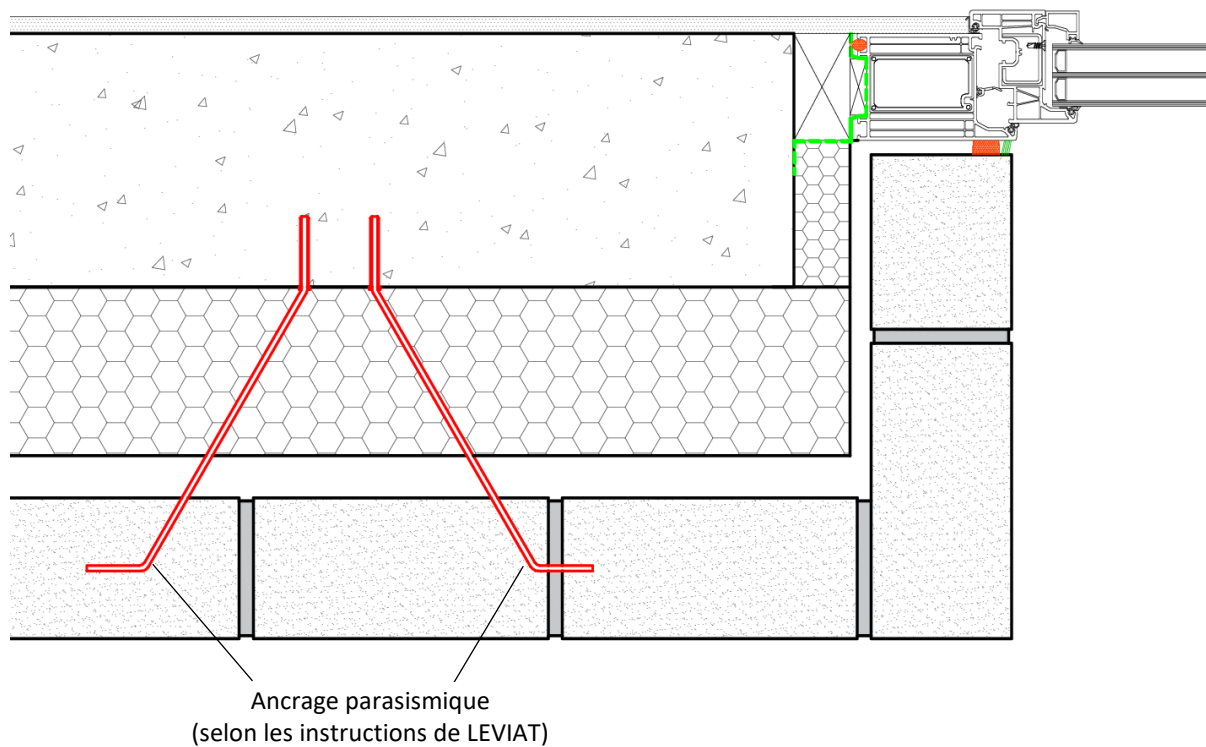
**Figure 24 : Traitement autour d'une menuiserie à côté d'une fenêtre
Nu intérieur- ancrages parasismiques - attaches pour murs doubles**



**Figure 25 : Traitement autour d'une menuiserie à côté d'une fenêtre
Nu intérieur- ancrages parasismiques**



**Figure 26 : Traitement autour d'une menuiserie – Nu intérieur
à côté d'une fenêtre (avec un retour maçonnerie) - attaches pour murs doubles**



**Figure 27 : Traitement autour d'une menuiserie – Nu intérieur
à côté d'une fenêtre (avec un retour maçonnerie) - ancrages parasismiques**

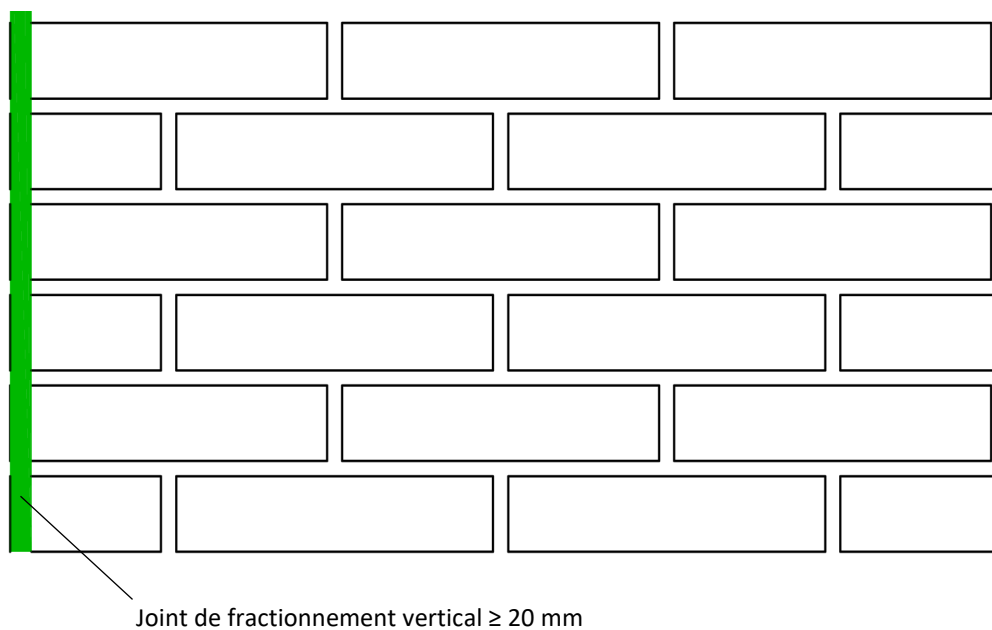


Figure 28 : Joint de fractionnement vertical - coupe en bec d'onglet (façade)

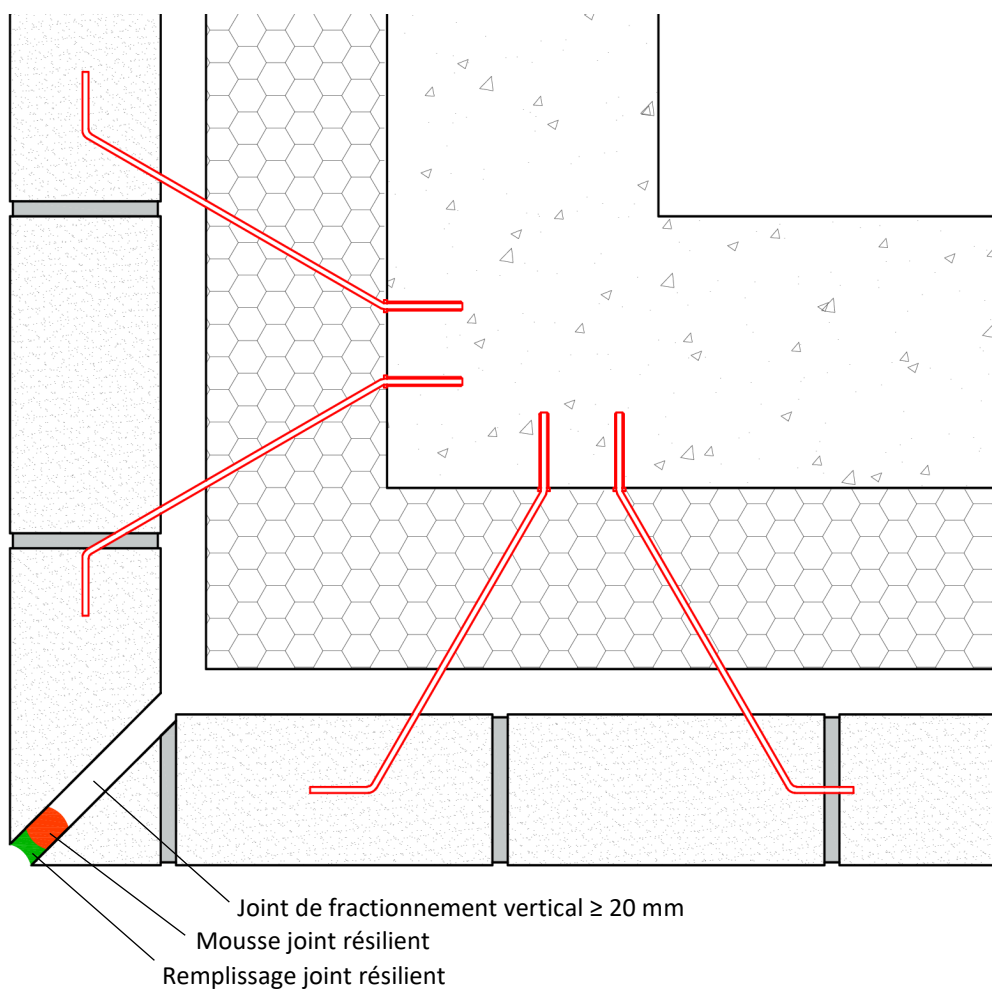


Figure 29 : Joint de fractionnement vertical - coupe en bec d'onglet (coupe)

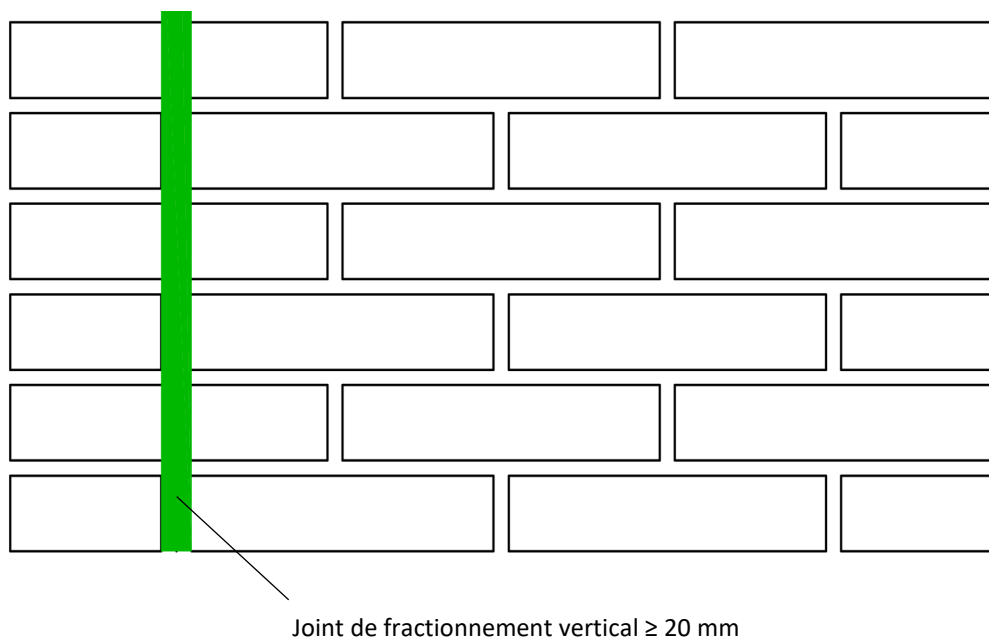


Figure 30 : Joint de fractionnement vertical - coupe franche (façade)

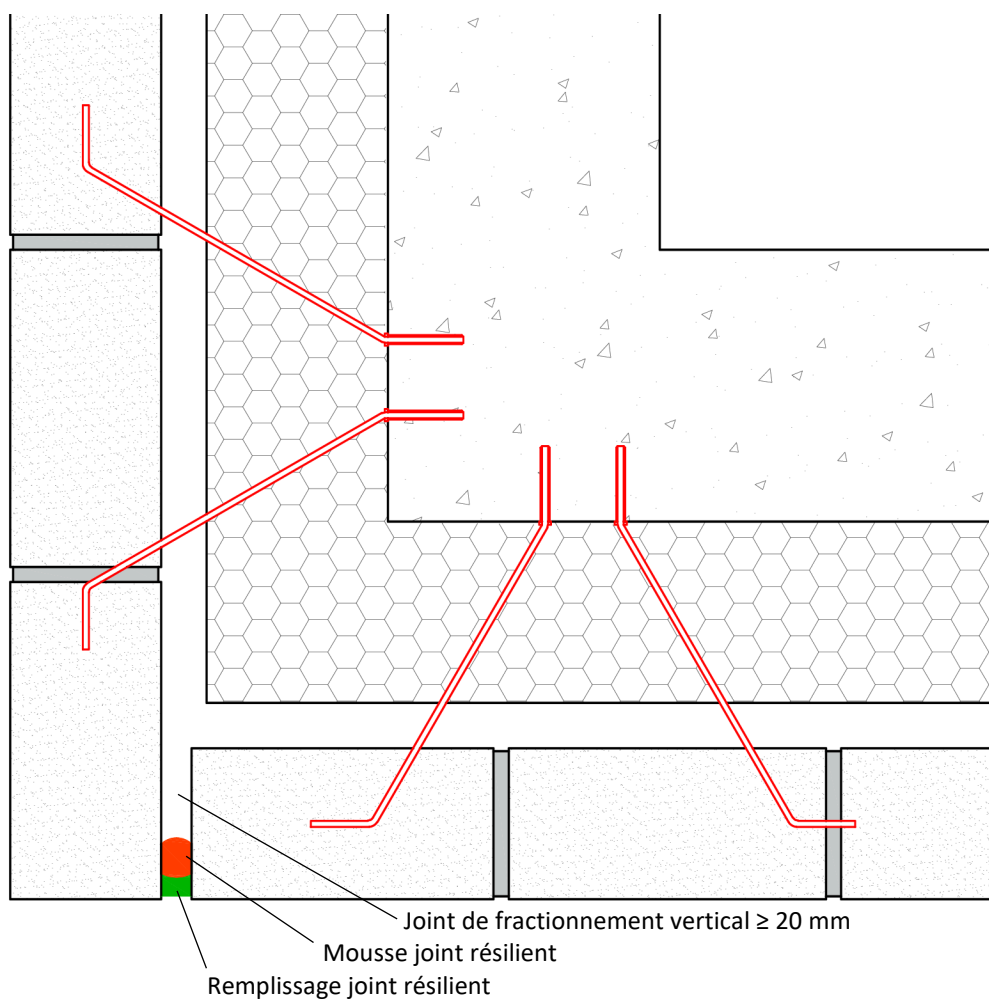


Figure 31 : Joint de fractionnement vertical - coupe franche (coupe)

E. Cahier Graphique - Dispositions de protection incendie

Les dessins suivants sont des exemples et servent comme illustration et conseils généraux pour des projets avec exigences élevées en matière de sécurité incendie. Elles n'excluent pas d'autres applications ou finitions spécifiques. Voir aussi l'appréciation de laboratoire au feu AL n°046004A du CERIB.

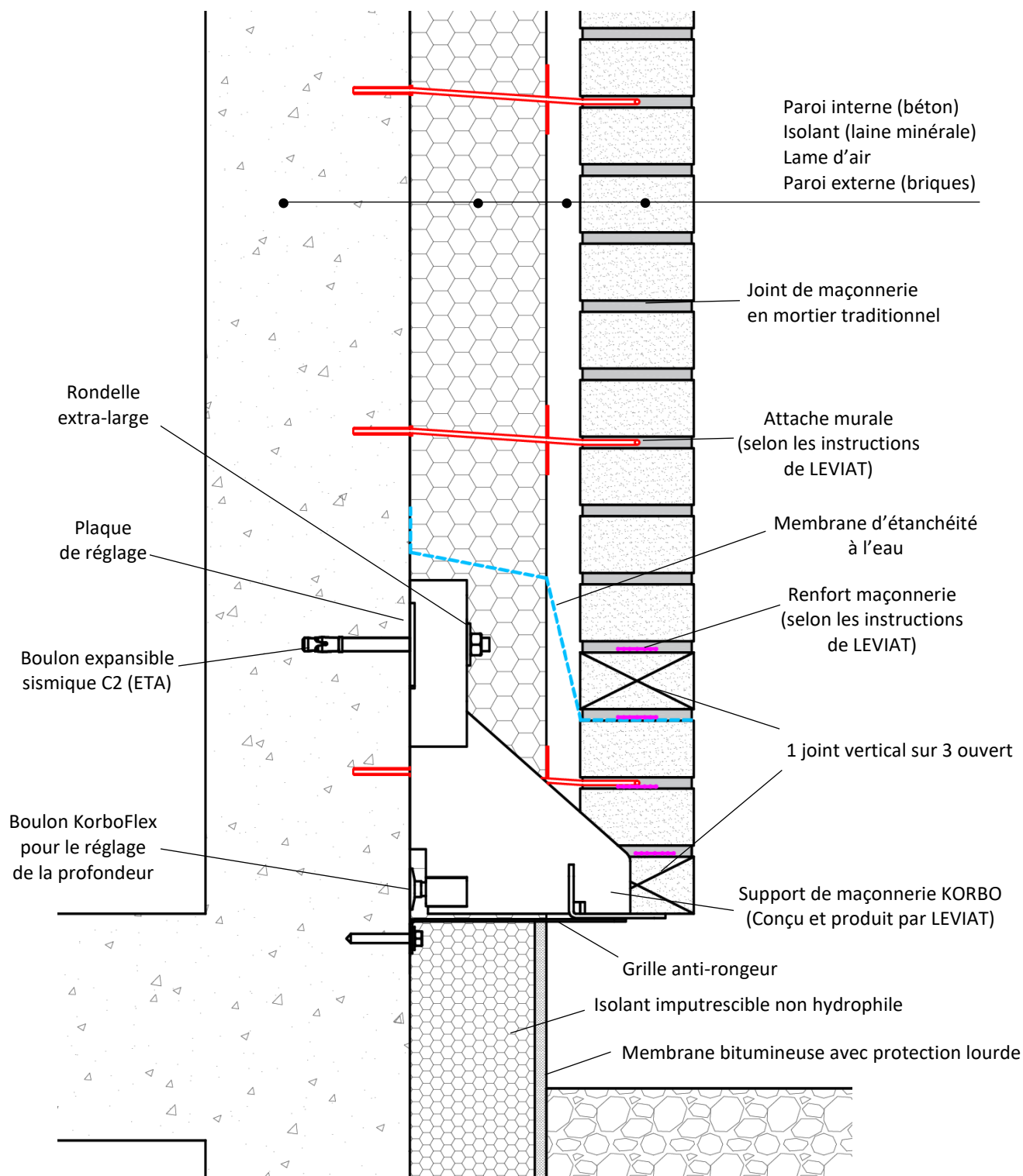


Figure 32 : Dispositions en pied de mur

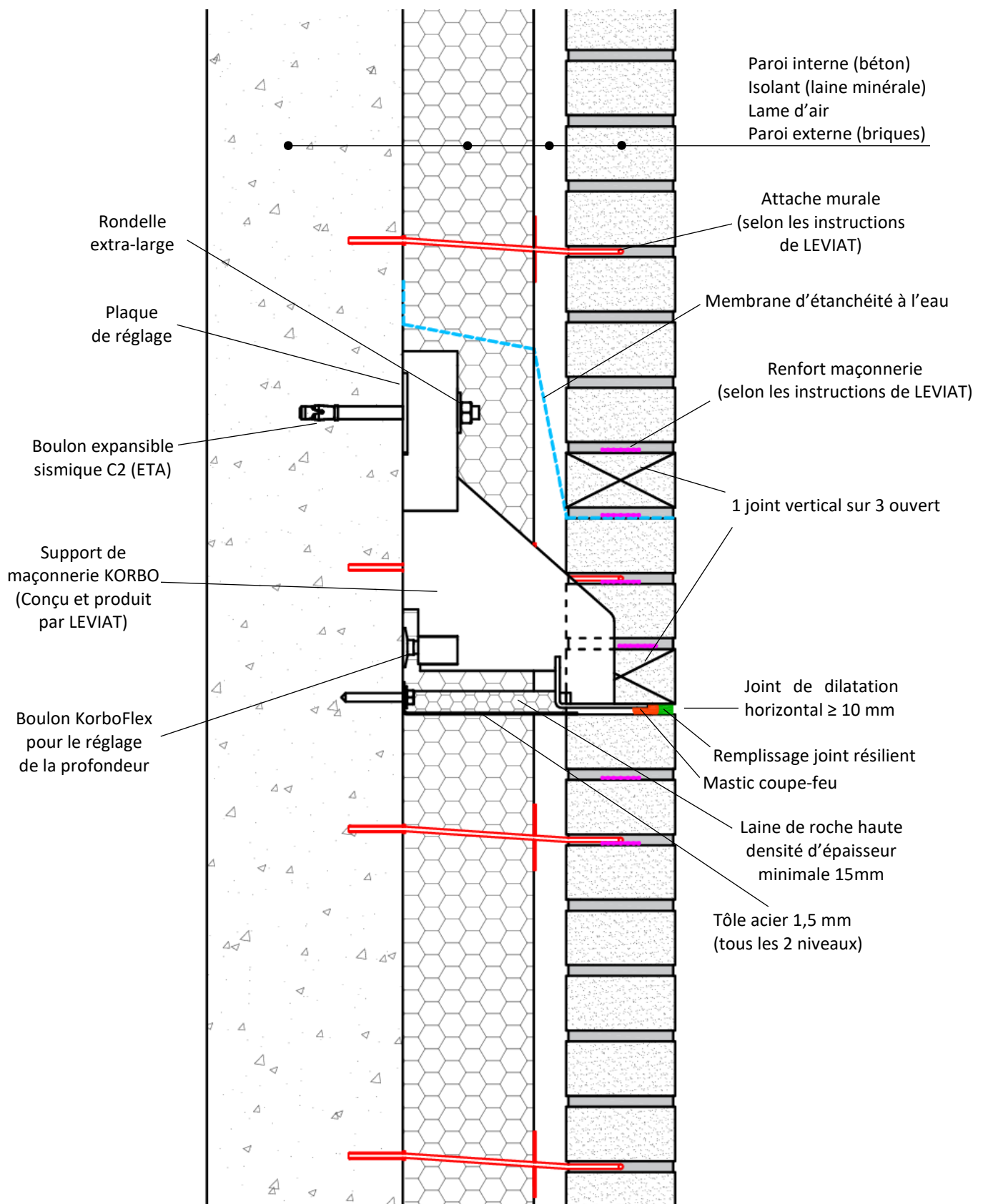


Figure 33 : Support continu au-dessus du joint de fractionnement / dilatation avec recouvrement lame d'air (feu)

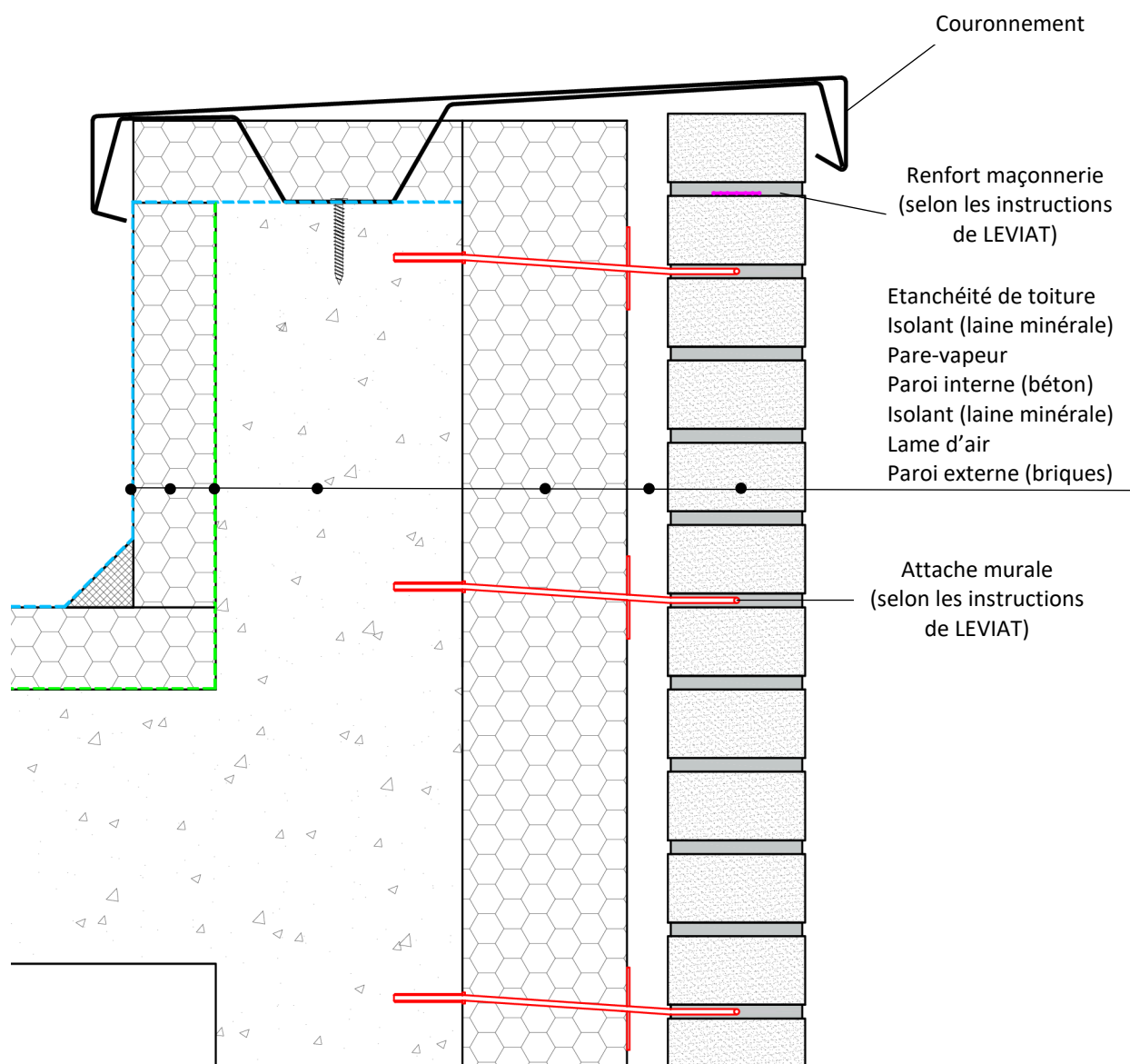
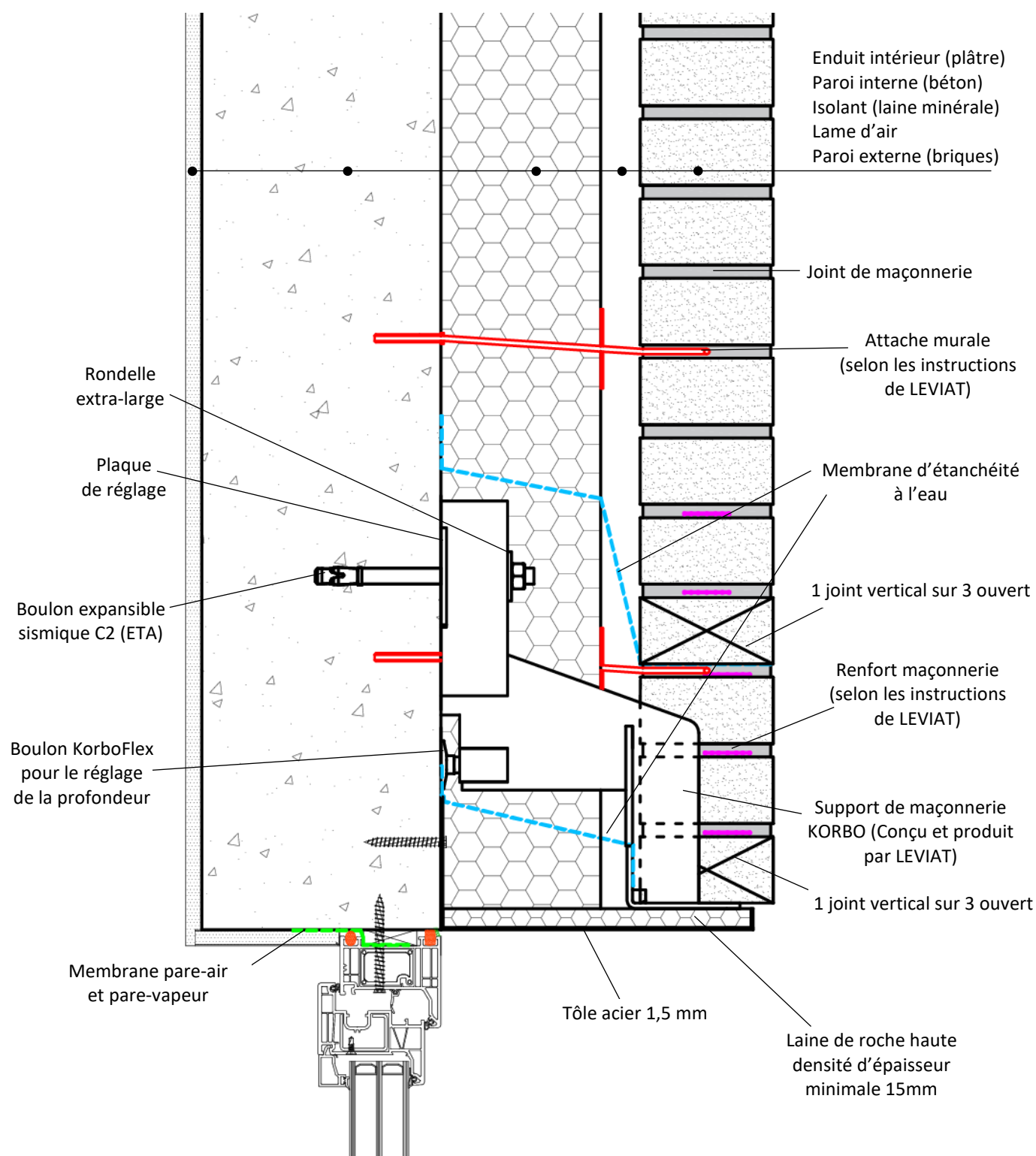


Figure 34 : Dispositions en tête d'acrotère



**Figure 35 : Traitement autour d'une menuiserie au-dessus d'une fenêtre
Nu extérieur – exemple avec tôle acier et avec protection contre le feu**

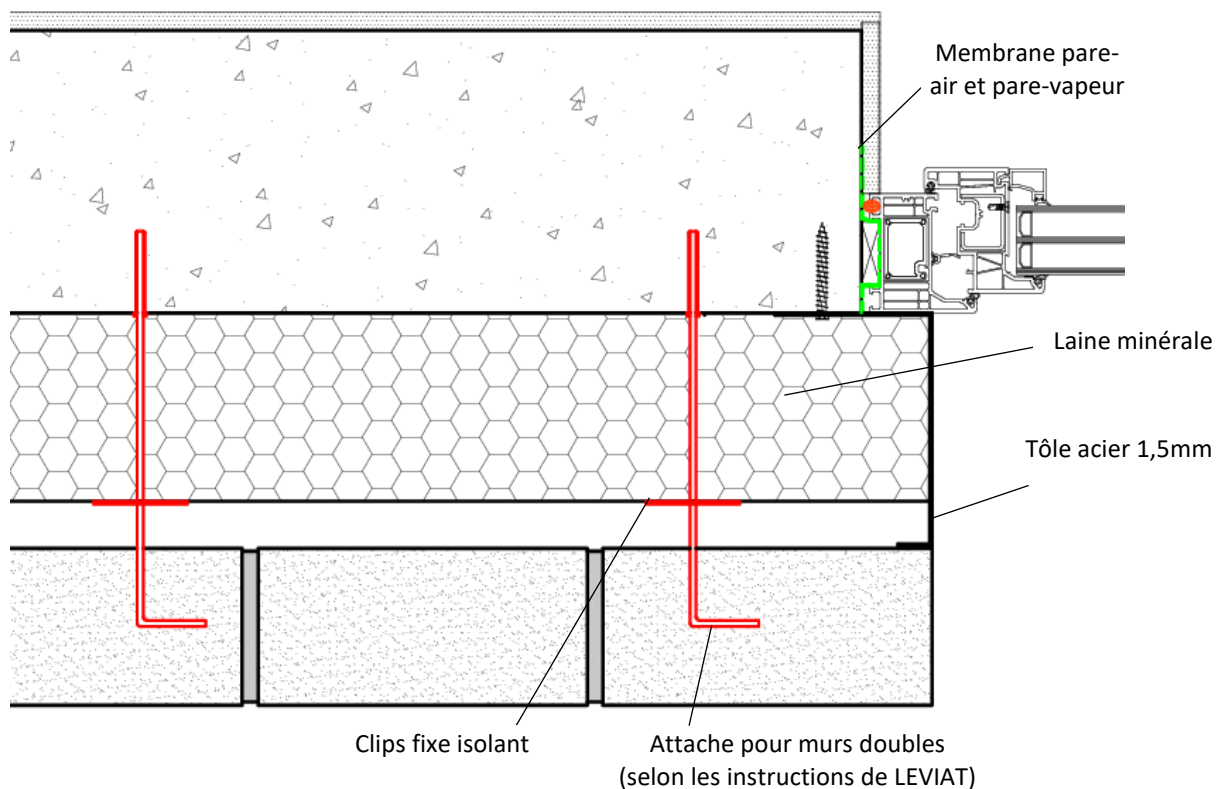


Figure 36 : Traitement autour d'une menuiserie à côté d'une fenêtre
Nu extérieur- attaches pour murs doubles - avec recouvrement lame d'air (feu)

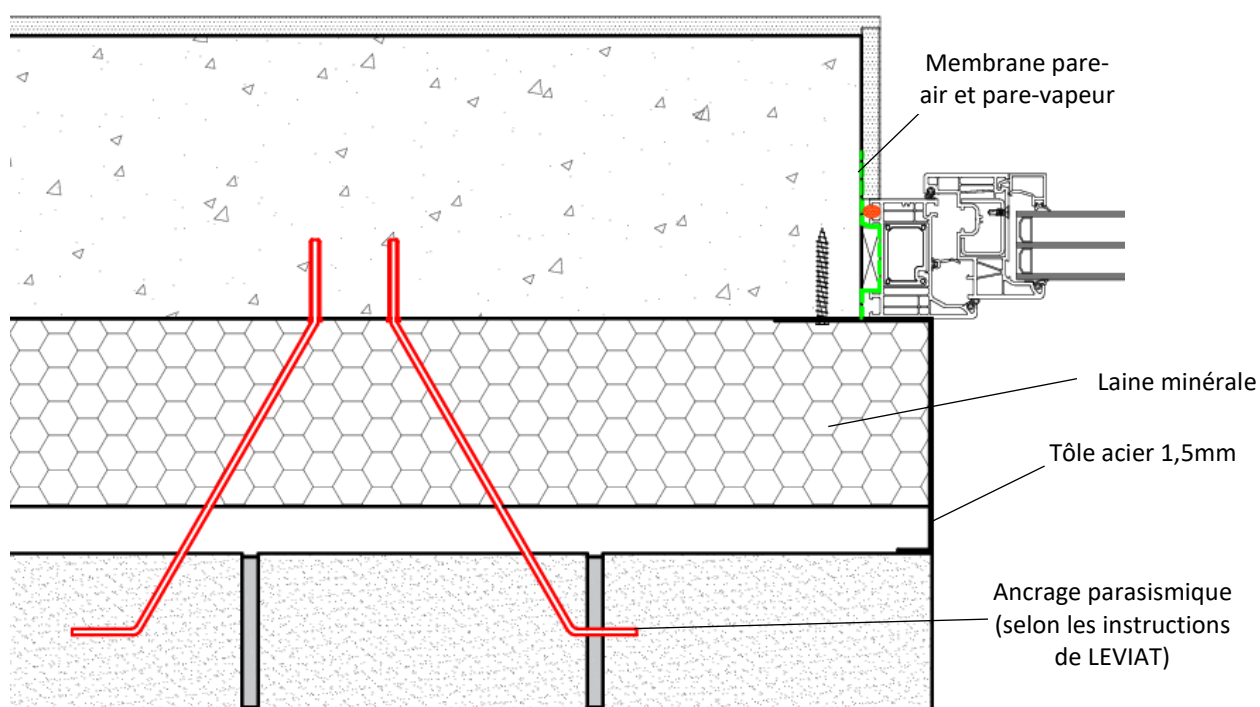


Figure 37 : Traitement autour d'une menuiserie à côté d'une fenêtre
Nu extérieur- ancrages parasismiques - avec recouvrement lame d'air (feu)

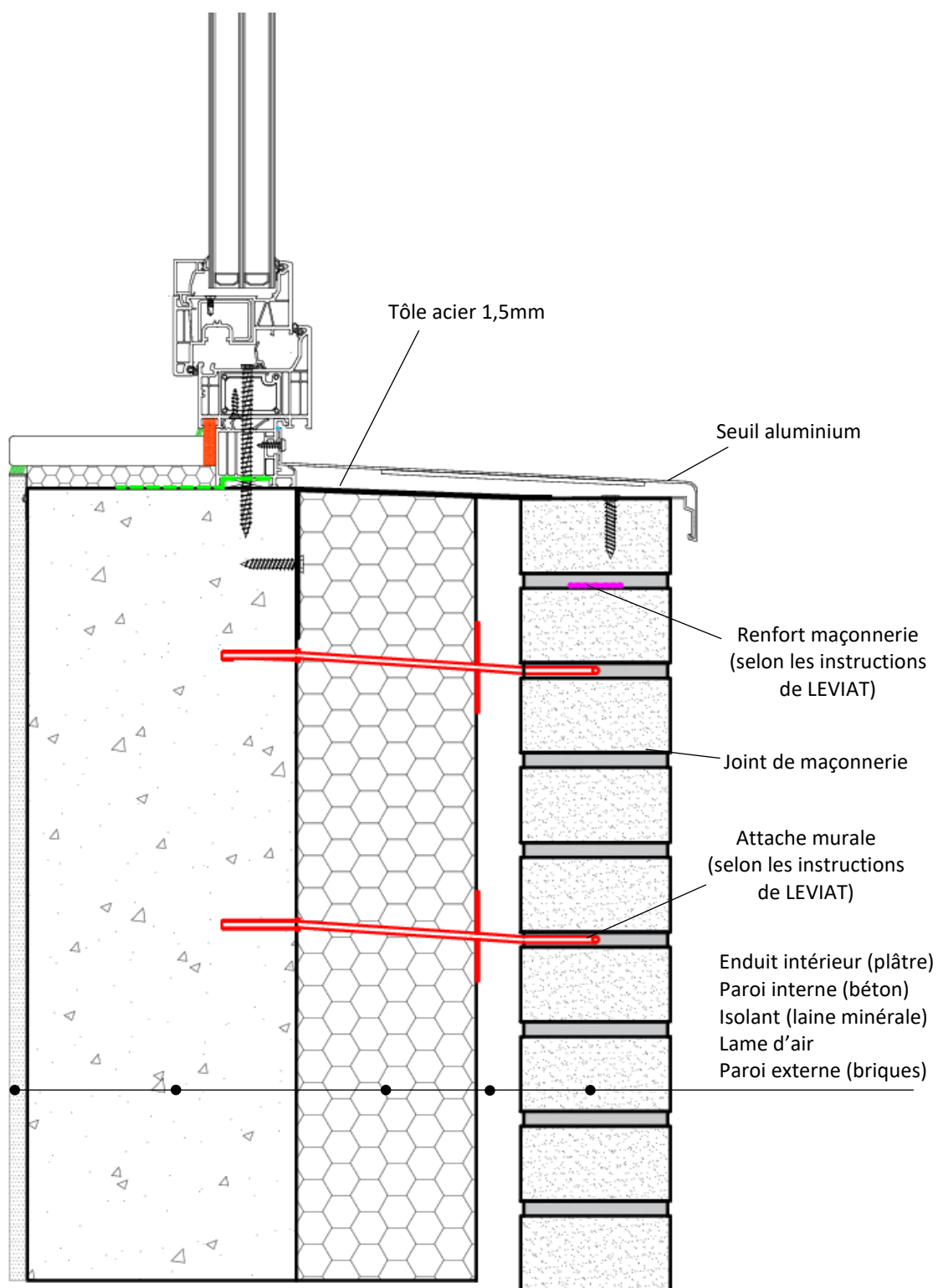
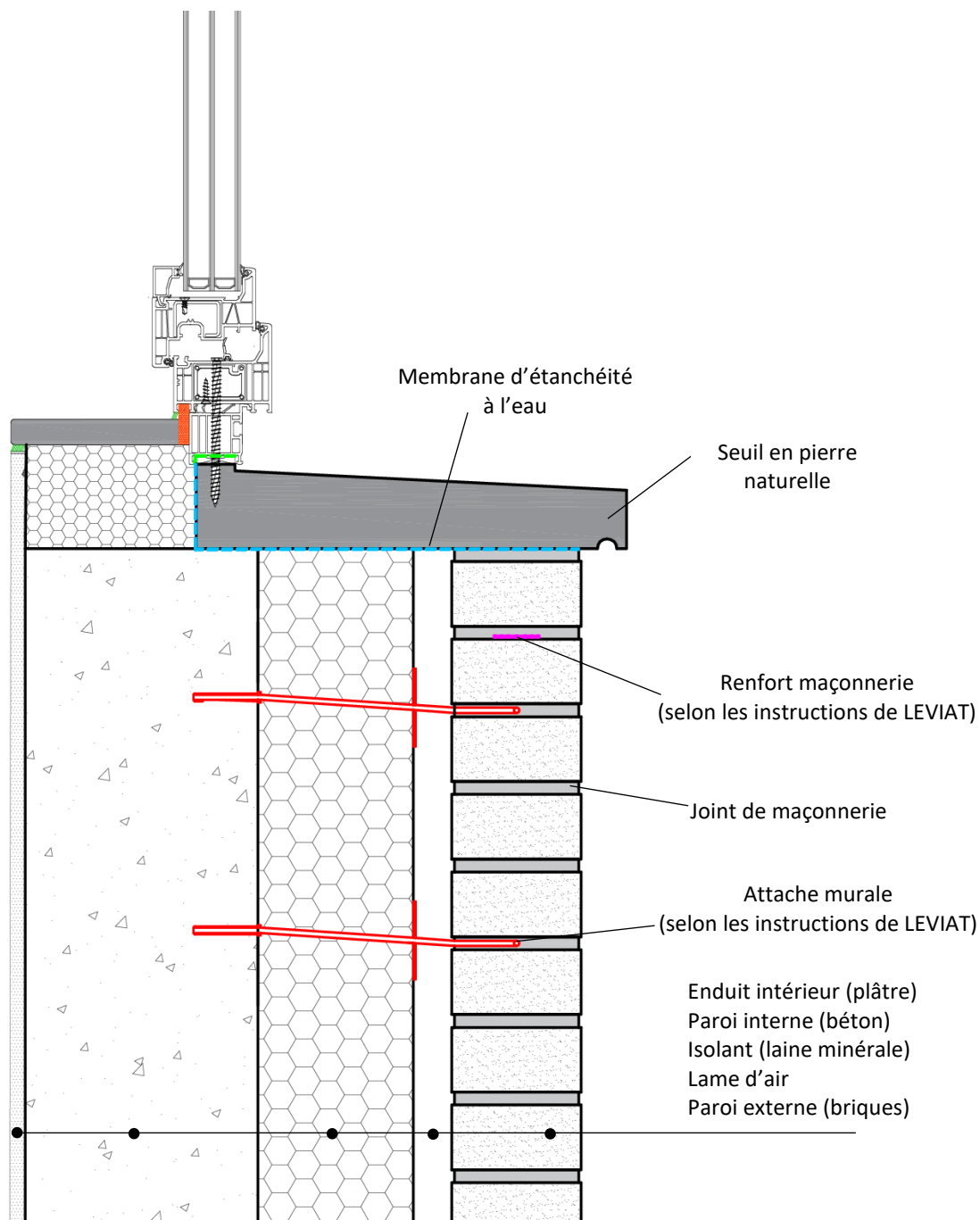
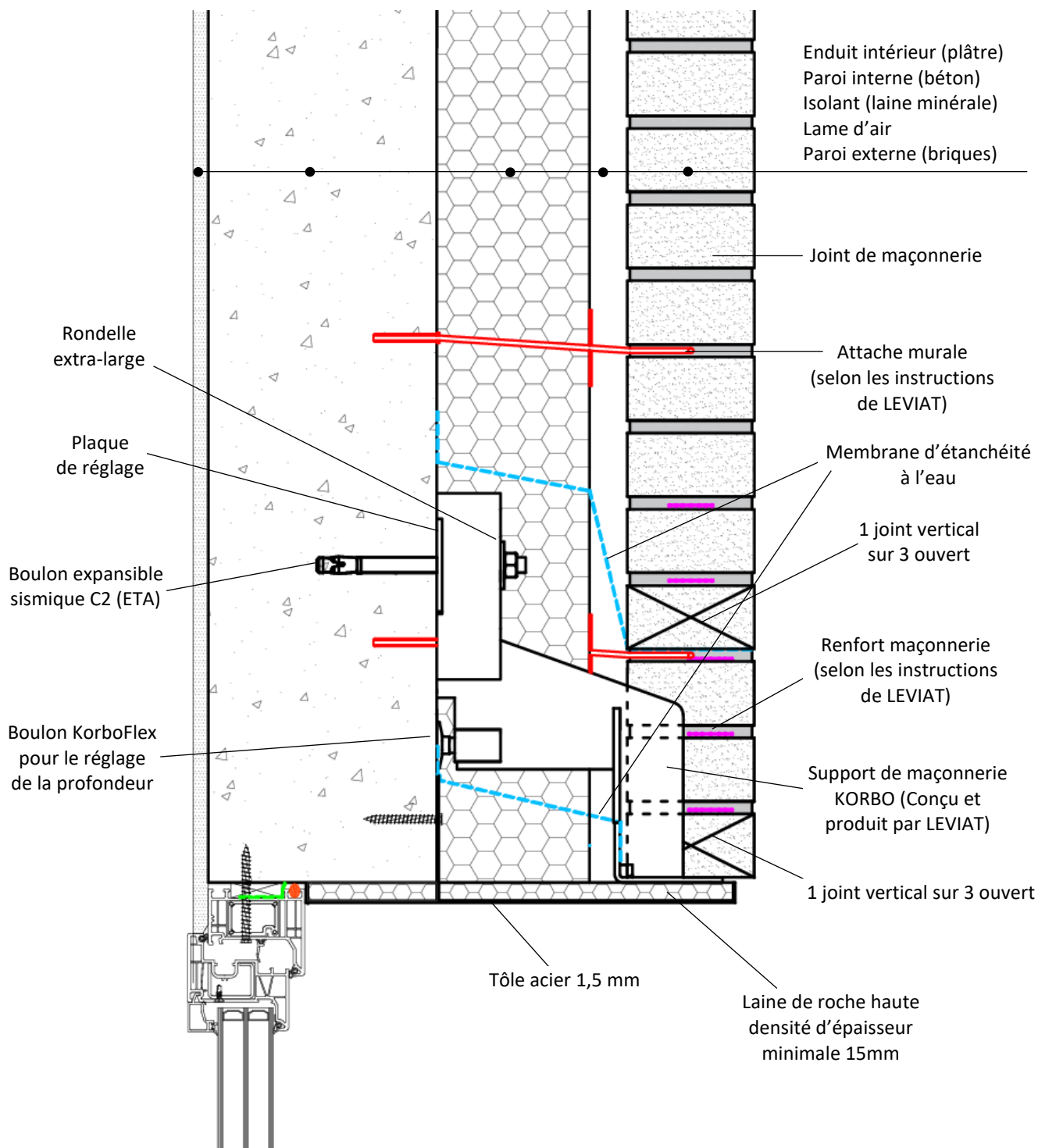


Figure 38 : Traitement autour d'une menuiserie - au-dessous d'une fenêtre
Nu extérieur avec seuil métallique - avec recoupement lame d'air (feu)



**Figure 39 : Traitement autour d'une menuiserie - au-dessous d'une fenêtre
Nu extérieur avec seuil en pierre naturelle**



**Figure 40 : Traitement autour d'une menuiserie au-dessus d'une fenêtre
Nu intérieur – exemple avec tôle acier et avec protection contre le feu**

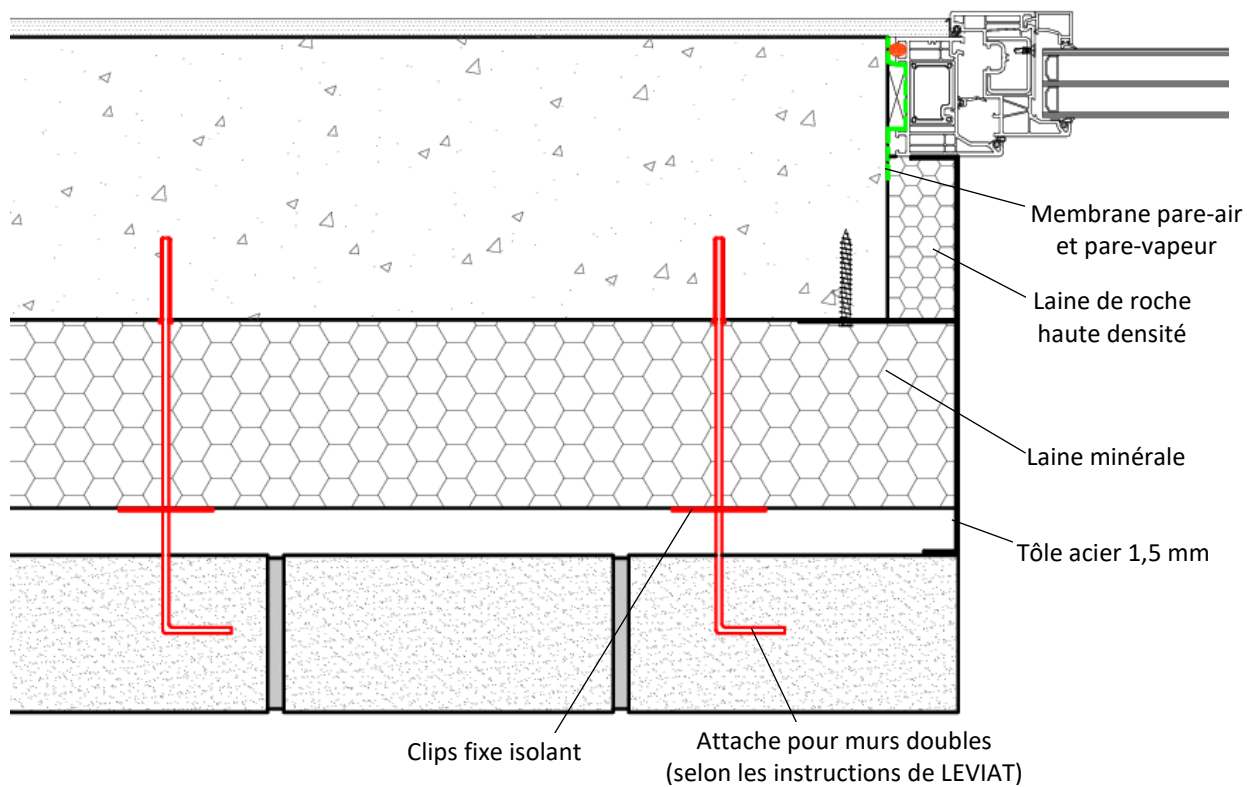


Figure 41 : Traitement autour d'une menuiserie à côté d'une fenêtre - Nu intérieur
Attaches pour murs doubles - avec recoupement lame d'air (feu)

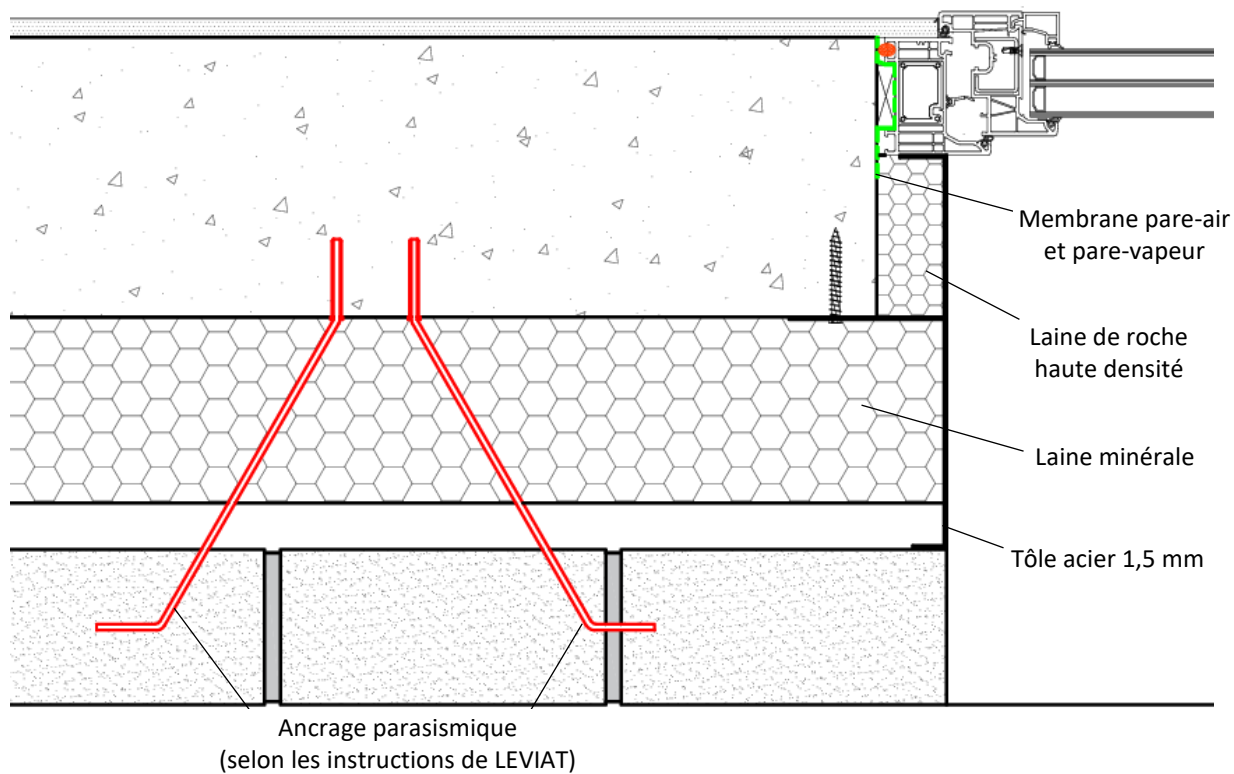


Figure 42 : Traitement autour d'une menuiserie à côté d'une fenêtre - Nu intérieur
Ancrages parasismiques - avec recoupement lame d'air (feu)

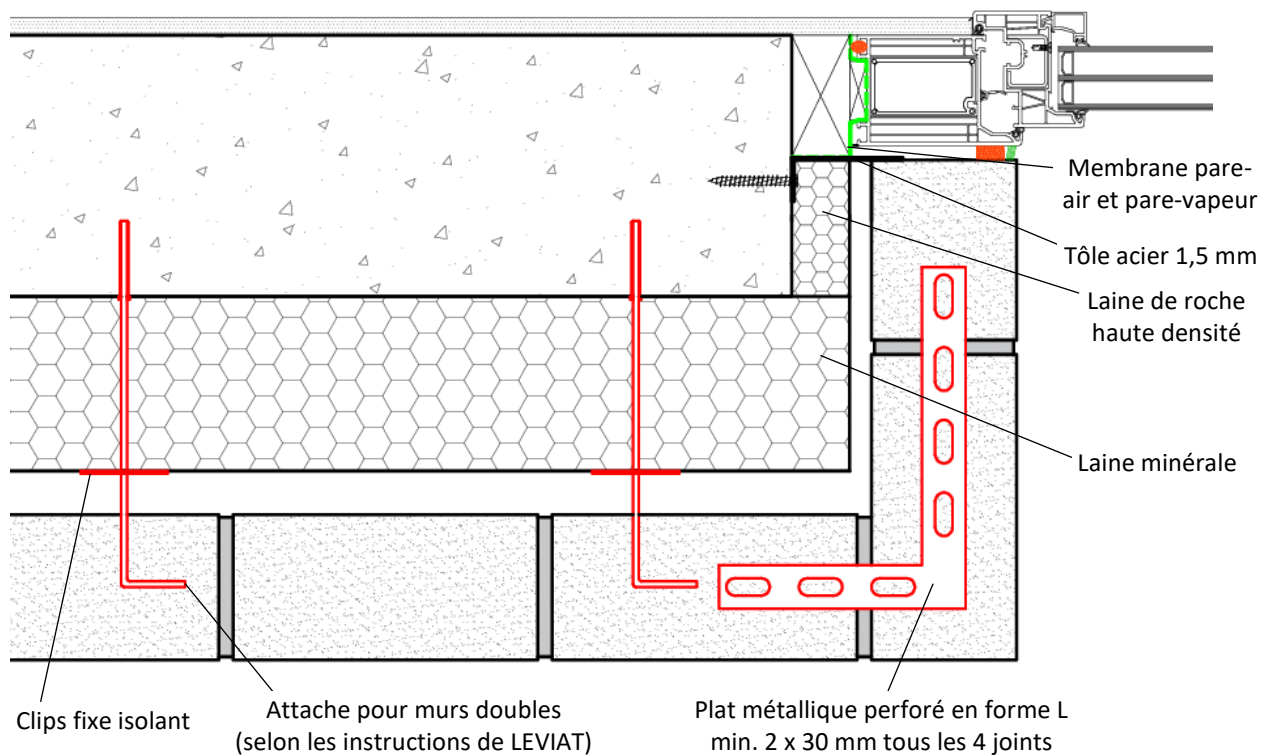


Figure 43 : Traitement autour d'une menuiserie – Nu intérieur - à côté d'une fenêtre (avec un retour maçonnerie) - attaches pour murs doubles - avec recoupement lame d'air (feu)

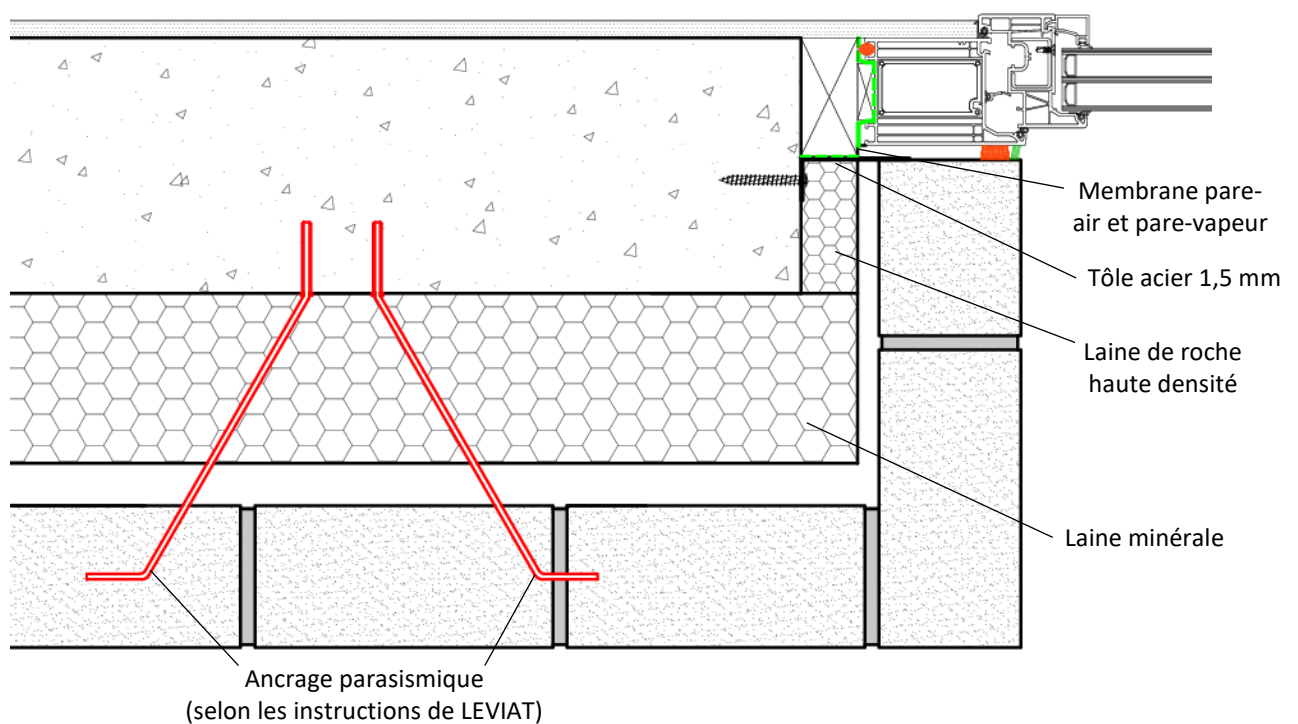


Figure 44 : Traitement autour d'une menuiserie – Nu intérieur à côté d'une fenêtre (avec un retour maçonnerie) - ancrages parasismiques - avec recoupement lame d'air (feu)

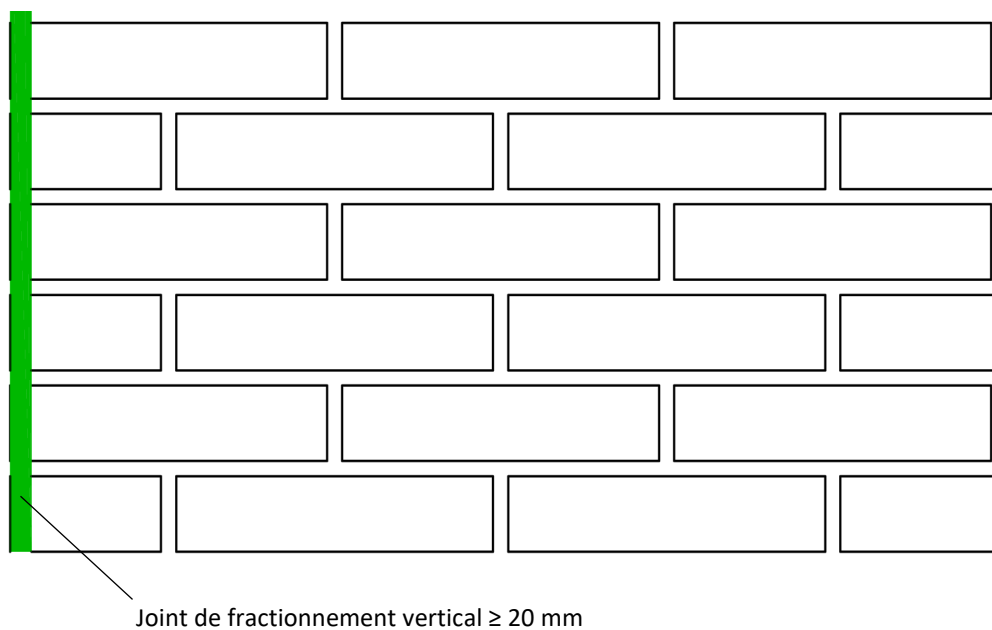


Figure 45 : Joint de fractionnement vertical - coupe en bec d'onglet (façade)

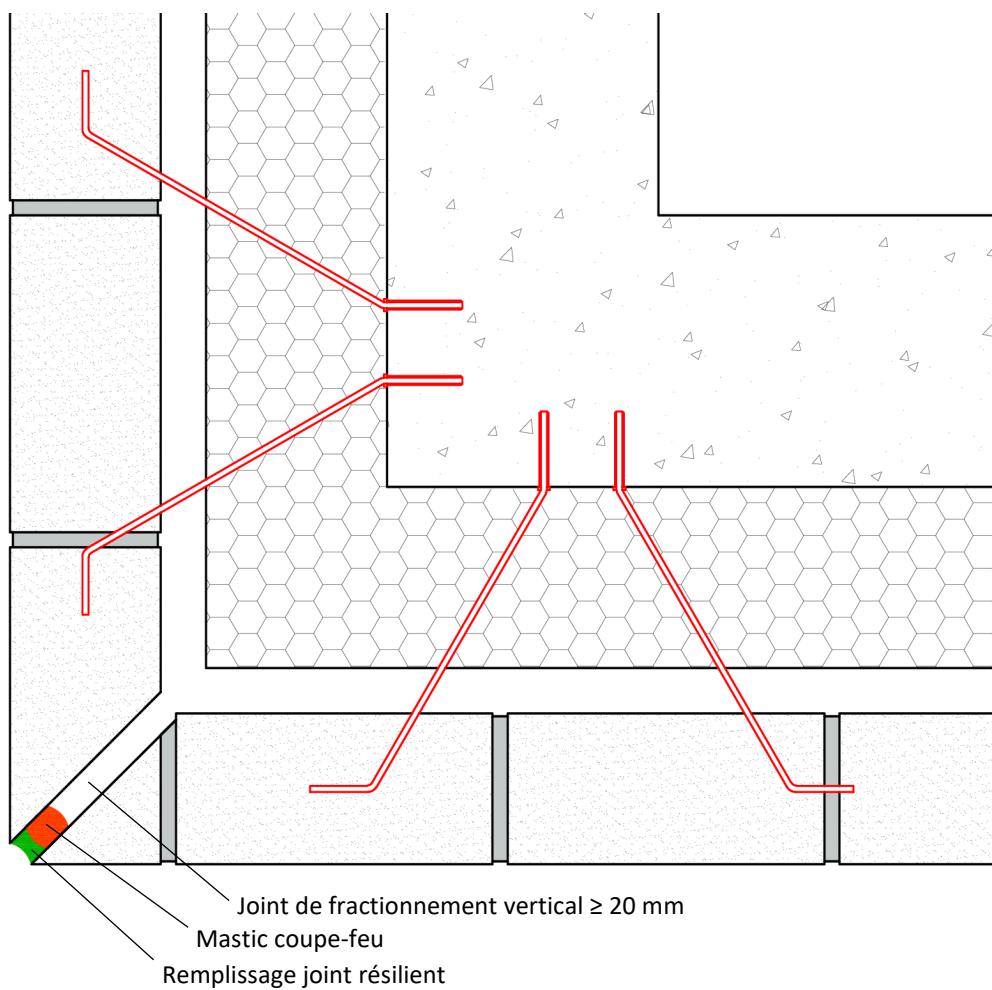


Figure 46 : Joint de fractionnement vertical - coupe en bec d'onglet (coupe) avec des dispositions relatives à l'incendie (feu)

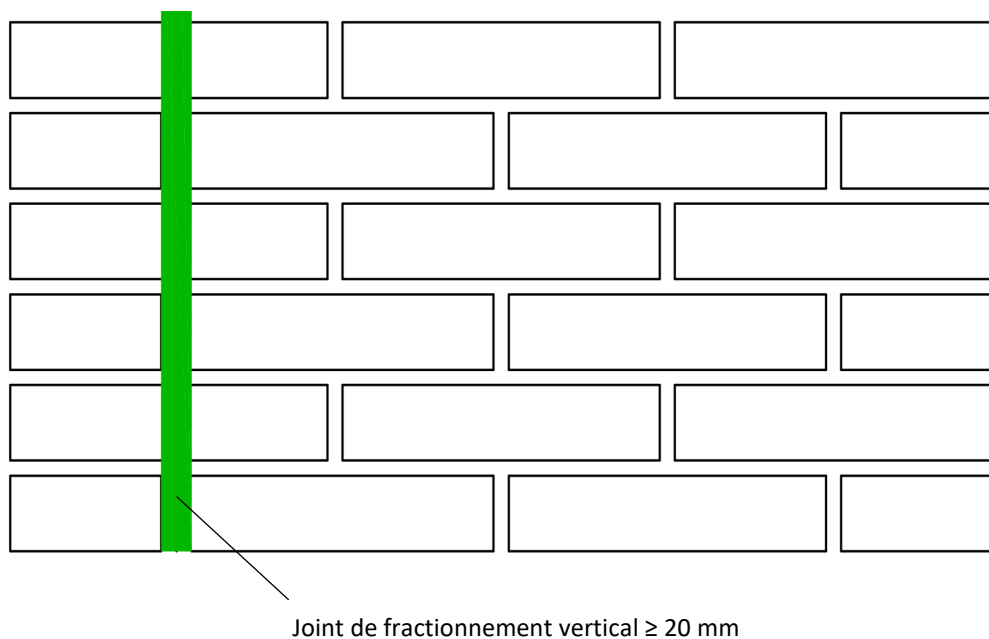


Figure 47 : Joint de fractionnement vertical - coupe franche (façade)

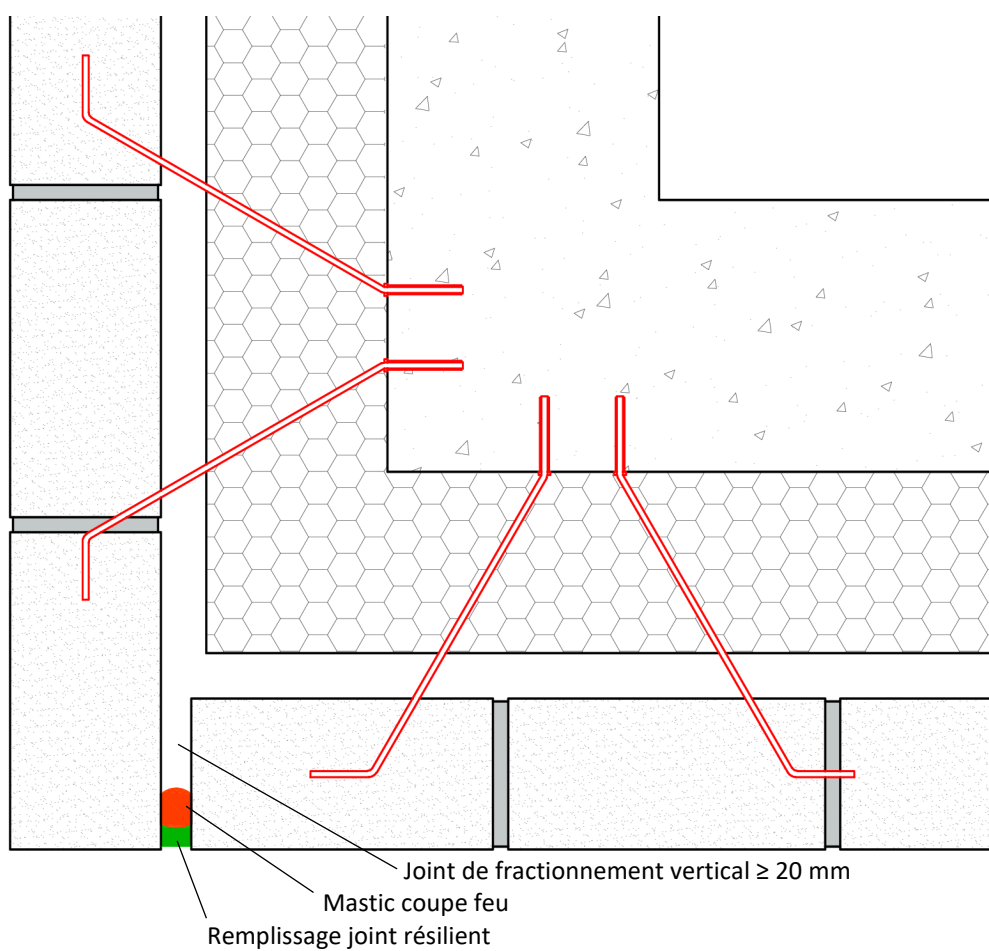


Figure 48 : Joint de fractionnement vertical - coupe franche (coupe) avec des dispositions relatives à l'incendie (feu)