

APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION

Numéro de référence CSTB : 3060_V1

ATEx de cas a

Validité du 12/07/2022 au 12/07/2024



Copyright : société TECHNI PROCESS

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 :

TECHNI PROCESS

19 rue de la gare, 3237 Bettembourg, Luxembourg

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° 3060_V1

Note Liminaire : Cette Appréciation porte essentiellement sur le procédé de murs doubles non porteurs en situation sismique.

Selon l'avis du Comité d'Experts en date du 12/07/2022, le demandeur ayant été entendu, la demande d'ATEX ci-dessous définie :

- Demandeur : Société Techni-Process, 19 rue de la gare, 3237 Bettembourg, Luxembourg
- Technique objet de l'expérimentation :
 - Procédé destiné à la réalisation de parois extérieures non porteuses de murs doubles en maçonnerie blocs en béton laissées apparentes d'épaisseur comprise entre 70 et 90 mm, rapportées sur un mur porteur en béton de 15 cm d'épaisseur minimale par l'intermédiaire d'organes de supportage en acier et d'attaches réparties sur la surface de l'ouvrage. Ces parois sont maçonnées à joints épais d'épaisseur comprise entre 5 et 15 mm. Les joints verticaux ne sont pas remplis.

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 **12 juillet 2024**, et est subordonné à la mise en application de l'ensemble des recommandations formulés au §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 et/ou sécurité des équipements

Cette technique est une adaptation aux ouvrages nécessitant des dispositions parasismiques d'une technique traitée par le NF DTU 20.1 et l'Avis Technique n°16-789_V1. Les briques en béton visées sont conformes à la norme NF EN 771-3 ainsi qu'à son Complément National. Les autres composants sont conformes au NF DTU 20.1.

Le procédé est un mur double en blocs béton BLOCSTAR de 7, 8 ou 9 cm d'épaisseur. Ce mur double ne participe pas à la stabilité de l'ouvrage. La structure porteuse est réalisée en béton armé conformément à la norme NF EN 1992-1-1.

La liaison entre le mur double et la structure porteuse est réalisée au moyen de connecteurs anti-dévers (positionnés à 45° et 90°) et de consoles métalliques fixés à l'aide de chevilles de fixation bénéficiant d'une Evaluation Technique Européenne

Le dimensionnement des consoles de supportage doit être justifié par la société TECHNIPROCESS sur la base des données spécifiques de chaque projet.

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 en vigueur (code du travail).

1.3 – Sécurité en cas d'incendie

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

La stabilité au feu du parement extérieur ainsi que celle des consoles de supportage vis-à-vis d'un feu extérieur ont été justifiées par l'Appréciation de Laboratoire n°AL18-244 du CSTB.

Pour les briques d'épaisseur 90 mm, une Appréciation de Laboratoire devra être réalisée par un laboratoire agréé en résistance au feu lorsque cela sera nécessaire.

1.4 – Sécurité en cas de séisme

Le procédé est utilisable pour des bâtiments soumis à exigences réglementaires parasismiques uniquement lorsque ces bâtiments sont constitués de parois en béton armé. Dans ce cas, il est indispensable que soient strictement respectées les conditions précisées dans le Cahier des charges annexé à la présente Appréciation, laquelle ne dispense en aucune manière le constructeur de la fourniture au maître d'ouvrage des éléments justifiant la tenue parasismique du bâtiment.

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3060_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 en béton et mortier de montage) et des dispositifs métalliques de supportage ne pose pas de problème particulier.

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 et du mur double est à la charge de la société TECHNI PROCESS, 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.

4°) Recommandations

Il est recommandé de :

- Réaliser un joint de fractionnement franc et rectiligne de 20 mm au minimum, tous les 6,00 m au maximum ;
- Limiter la pose des éléments de revêtement de coloris foncé (ceux dont le coefficient d'absorption du rayonnement solaire α est supérieur à 0,7) aux ouvrages de 6,00 m de haut maximum pour les façades non exposées au soleil de Sud-est à Ouest.

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.

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 probable,
- Les désordres sont minimes.

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

Ménad CHENAF

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3060_V1

ANNEXE 1

FICHE SOMMAIRE D'IDENTIFICATION (1)

Demandeur : Société TECHNI PROCESS, 19 rue de la gare, 3237 Bettembourg, Luxembourg

Définition de la technique objet de l'expérimentation :

Procédé destiné à la réalisation de murs non porteurs constituant la paroi extérieure de murs doubles. Cette paroi est en maçonnerie d'éléments en béton laissés apparents de 70 mm à 90 mm d'épaisseur, rapportée sur un mur porteur par l'intermédiaire d'organes de supportage en acier disposés à chaque niveau et d'attaches réparties sur la surface de l'ouvrage.

Le mur de parement maçonné est divisé en sections de mur d'une longueur maximale de 6,00 m et d'une hauteur maximale de 3,00 m. Chaque section de mur est placée soit sur des supports de maçonnerie métalliques, soit sur un corbeau en béton, soit sur les fondations en béton du bâtiment. Les supports de maçonnerie supportent le poids des briques en béton et transfèrent les charges sismiques verticales.

La conception du double mur, et de chaque élément individuel, est conforme au DTU 20.1 et à la norme NF EN 1996-1-1.

Le vide total entre le mur en béton et le mur de façade peut atteindre une largeur de 200 mm et peut être partiellement remplie d'un isolant thermique, selon le cas.

Le mur extérieur est supporté par la fondation, par une console métallique dimensionnée en conséquence.

L'assise du premier rang est réalisée sur un lit continu de mortier permettant un réglage précis du premier rang de briques en béton à l'aide de la règle, du niveau et du maillet en caoutchouc. Les rangs suivants sont posés au mortier en croisant les briques en béton d'une assise sur l'autre. Le montage est réalisé à joints verticaux laissés secs.

La stabilité hors plan de la maçonnerie est assurée par des tiges anti-dévers scellées dans le mur support. Leur extrémité coudée est noyée dans le joint de mortier côté mur de façade en maçonnerie. L'autre extrémité est scellée dans le mur support à l'aide de chevilles en nylon. L'ancrage dans le mortier doit atteindre le milieu du mur dans lequel elle est ancrée.

Le mur de maçonnerie de façade ne comporte aucun chaînage ni aucun renfort particulier aux points singuliers.

Les linteaux sont posés sur les mêmes dispositifs de supportage que les murs.

(1) La description complète de la technique est donnée dans le dossier déposé au CSTB par le demandeur et enregistré sous le numéro ATEx 3060_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 29 pages.

Double mur en briques BLOCSTAR en situation sismique

« Dossier technique établi par le demandeur »

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

Datée du 01 septembre 2022

A été enregistré au CSTB sous le n° d'ATEX 3060_V1.

Fin du rapport

FRANK KUPFERLE

Mob +33(0) 674 35 35 59

Email frank.kupferle@c4ci.eu



DOSSIER TECHNIQUE

ATEx de cas a – Double mur en briques BLOCSTAR en situation sismique

Etabli par C4Ci pour le compte de TECHNI-PROCESS

Demandeur :
TECHNI-PROCESS
19 rue de la Gare
L-3237 Bettembourg
Luxembourg

CLIENT	BLOCSTAR	DATE	10/09/2022
PROJET N°	2047	VERSION	REV6

TABLE DES MATIERES

1	Principe.....	4
2	Domaine d'emploi	4
3	Caractéristiques des composants	5
3.1	BRIQUES	5
3.2	MORTIER DE HOURDAGE	5
3.3	ATTACHES DE LIAISON	6
3.4	CONSOLES DE SUPPORTAGE	6
3.4.1	Dispositions générales	6
3.4.2	Dispositions spécifiques à l'utilisation en situation sismique	6
3.5	ORGANES DE FIXATION.....	7
3.6	TÔLES D'ACIER.....	7
3.7	CHOIX DES MATÉRIAUX MÉTALLIQUES SELON LA CLASSE D'EXPOSITION.....	7
3.8	ISOLATION THERMIQUE PAR L'EXTÉRIEUR	7
3.9	AUTRES COMPOSANTS.....	7
4	Conception.....	7
4.1	PRINCIPES.....	8
4.1.1	Dispositions générales	8
4.1.2	Dispositions spécifiques à l'utilisation en zone sismique	8
4.2	DIMENSIONNEMENT	11
4.2.1	Hypothèses de chargement : poids propre et masse	11
4.2.2	Effort sismique horizontal et principes de dimensionnement en situation sismique	12
4.2.3	Structure porteuse.....	13
4.2.4	Consoles de supportage et cornières en L.....	13
4.2.5	Fixations des consoles de supportage	13
4.2.6	Attaches de liaison	14
4.2.7	Joint de fractionnement et de dilatation.....	15
4.2.8	Cas des fixations dans un support existant (rénovation)	15
4.2.9	Restrictions pour les briques de couleur foncée	15
4.3	SÉCURITÉ INCENDIE.....	16
5	Mise en œuvre	16
5.1	AGRÈMENT DE L'ENTREPRISE DE POSE DU PAREMENT BLOCSTAR.....	16
5.2	POSE.....	17
5.2.1	Réception du support.....	17
5.2.2	Principe général de mise en œuvre	17
5.2.3	Points de contrôle de la mise en œuvre	17
5.2.4	Joints de fractionnement	17
5.2.5	Joints de dilatation.....	18
5.2.6	Tête de mur - Acrotère.....	18
5.2.7	Raccordement horizontal avec un autre revêtement	18
5.2.8	Raccordement vertical avec un autre revêtement	18
6	Assistance technique	18
7	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	19
7.1	BRIQUES BLOCSTAR	19
7.1.1	Fabrication	19
7.1.2	Contrôles.....	19
7.2	CONSOLES DE SUPPORTAGE	19
7.2.1	Fabrication	19
7.2.2	Contrôles.....	19

8	Mention des justificatifs.....	19
8.1.1	Résultats Expérimentaux	19
8.1.2	Autres éléments	19

TABLEAUX DU DOSSIER TECHNIQUE

Tableau 1 : Synthèse des configurations de mise en œuvre du procédé admises vis-à-vis de l'application des règles parasismiques.....	4
Tableau 2 : Caractéristiques des briques BLOCSTAR	5
Tableau 3 : Largeur du jeu sismique	15
Tableau 4 : Longueurs des attaches de liaison à 45° et 90°	20

FIGURES DU DOSSIER TECHNIQUE

Figure 1 : Principe des consoles de supportage renforcées pour utilisation en situation sismique	6
Figure 2 : Principe de renfort par attaches à 45° en tête de mur et de densification des attaches à 90°	9
Figure 3 : Principe de densification des attaches à 90° au droit des ouvertures	10
Figure 4 : Principe de calepinage des paires d'attaches à 45°	11
Figure 5 : Conditions d'ancrage, distances et espacement minimaux des attaches de liaison.....	11
Figure 6 : Principe et dimensions de la console de supportage.....	22
Figure 7 : Principe de console de supportage avec nu minimum	22
Figure 8 : Principe de console de supportage avec batée (devant caisson de volet roulant)	23
Figure 9 : Appui du 1er rang sur fondation, dalle ou corbeau béton (1 seul niveau)	24
Figure 10 : Appui du 1er rang sur console de supportage renforcée (1 seul niveau).....	24
Figure 11 : Appui sur console de supportage renforcée et recoupement de la lame d'air : ici avec tôle de protection vis-à-vis du risque de propagation du feu par la façade (cf. AL18-244)	25
Figure 12 : Linteau (avec caisson de volet roulant) avec consoles de supportage renforcée à batée : ici avec tôle de protection vis-à-vis du risque de propagation du feu par la façade (cf. AL18-244)	26
Figure 13 : Exemple d'appui de baie en béton.....	26
Figure 14 : Exemple de tableau de menuiseries avec densification des tiges à 90° en périphérie	27
Figure 15 : Exemple de traitement au droit d'un acrotère	27
Figure 16 : Angle rentrant – Joint à coupe biseautée (bec d'onglet).....	28
Figure 17 : Angle sortant – Joint à coupe biseautée (bec d'onglet).....	28
Figure 18 : Joint de fractionnement vertical.....	29
Figure 19 : Joint de dilatation	29

1 PRINCIPE

Le procédé BLOCSTAR est un système de maçonnerie en briques de parement pleines en béton d'épaisseur 70 mm (briques Am70 et AmR70), 80 mm (briques Am80 et AmR80) ou 90 mm (briques Am90) destiné à la réalisation de maçonneries de façade non porteuses constituant le parement extérieur d'un mur double (avec lame d'air ventilée) au sens du NF DTU 20.1, la paroi interne support du parement étant en béton d'épaisseur brute supérieure ou égale à 15 cm, avec ou sans complément d'isolation thermique par l'extérieur, avec ou sans doublage intérieur.

Les briques de type Am90 sont conformes aux exigences du NF DTU 20.1.

Les briques de type Am70, AmR70, Am80 et AmR80 diffèrent des exigences du NF DTU 20.1 relatives à la paroi externe des murs doubles uniquement par leur épaisseur (70 ou 80 mm) inférieure à 9 cm et sont visées par le DTA 16/21-789_V1 pour leur utilisation pour les bâtiments à risque normal pour lesquels l'application des règles parasismiques relatives aux éléments non structuraux du cadre bâti n'est pas exigée par l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié.

La tenue du système pour son utilisation pour les bâtiments à risque normal pour lesquels l'application des règles parasismiques relatives aux éléments non structuraux du cadre bâti est exigée par l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié complété des dispositions du Guide ENS PS (Dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti) de juillet 2014 est assurée par les dispositions spécifiques suivantes :

- La paroi externe est recoupée par une console filante renforcée selon les dispositions du §3.4.2 (bracons au droit des goussets ; croix de Saint-André pour les consoles à batée ; cf. Figure 1) à chaque niveau (la paroi filante sur 2 niveaux est exclue).
- 3 rangées d'attaches à 45° sont installées en tête de mur en plus des attaches de liaison à 90° reprenant les efforts de vent.
- Des attaches de liaison à 90° complémentaires (densification) sont installées en périphérie des ouvertures (tableaux des fenêtres), au droit des angles et joints de fractionnement ou de dilatation, ainsi que sous les 3 rangées d'attaches à 45°.

La longueur d'un pan de mur de briques ne doit pas excéder 6 m. Les pans adjacents sont séparés par un joint de fractionnement vertical franc rectiligne.

La paroi externe repose entièrement (Catégorie A4) ou partiellement (Catégorie A5) sur une console de supportage filante dans les conditions prévues au NF DTU 20.1. En pied, la paroi peut reposer sur une fondation, une dalle ou un corbeau béton.

Les briques BLOCSTAR sont montées :

- Avec un harpage horizontal entre briques compris entre 1/2 et 1/3 de la longueur de la brique courante ;
- À joints horizontaux d'épaisseur comprise entre 5 et 15mm, liés au mortier de classe minimale M10 selon NF EN 998-2 ;
- À joints verticaux d'épaisseur comprise entre 0 et 3 mm laissés vides (non garnis).

2 DOMAINE D'EMPLOI

Le procédé BLOCSTAR en zone sismique est destiné à la réalisation de maçonneries de façade non porteuses constituant le parement extérieur d'un mur double de bâtiments neufs ou en rénovation en France métropolitaine pour :

- Les bâtiments d'usage courant placés dans les conditions d'exposition admises pour les murs de type III au sens du NF DTU 20.1 P3, et
- Les ouvrages en classe d'exposition MX1 à MX4 (la classe MX5 étant exclue), et
- Les bâtiments à risque normal pour lesquels l'application des règles parasismiques relatives aux éléments non structuraux du cadre bâti est exigée par l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié complété des dispositions du Guide ENS PS (Dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti) de juillet 2014, dans les configurations indiquées ci-dessous.

Tableau 1 : Synthèse des configurations de mise en œuvre du procédé admises vis-à-vis de l'application des règles parasismiques

Zones de sismicité	Classes de catégories d'importance des bâtiments			
	I	II	III	IV
1				
2			Toutes classes de sol	Toutes classes de sol
3		Toutes classes de sol	Toutes classes de sol	Classes de sol A à D
4		Classes de sol A à C	Classes de sol A	Classes de sol A

La réalisation des angles de bâtiment ou ébrasement de fenêtre par harpage n'est pas visée.

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

- pour les briques d'épaisseur 70 mm (briques Am70 et AmR70) et 80 mm (briques Am80 et AmR80) : les dispositions constructives données dans l'Appréciation de Laboratoire n°AL18-244 sont à respecter ;
- pour les briques d'épaisseur 90 mm (Am90) : une Appréciation de Laboratoire devra être réalisée par un laboratoire agréé en résistance et en réaction au feu.

3 CARACTERISTIQUES DES COMPOSANTS

3.1 Briques

Les briques BLOCSTAR Am70, AmR70, Am80, AmR80 et Am90 sont conformes aux spécifications de la norme NF EN 771-3 complétée par la norme NF EN 771-3 CN et marquées CE selon ces référentiels.

Les briques sont fabriquées pour le compte de BLOCSTAR dans les usines des sociétés RASORI et HEINRICH & BOCK.

Les briques de type Am et AmR ne diffèrent que par leur longueur et les finitions disponibles. Cinq types de briques sont disponibles, avec jusqu'à 4 finitions différentes. Leurs caractéristiques principales sont décrites dans le Tableau 2 ci-après.

Tableau 2 : Caractéristiques des briques BLOCSTAR

Brique	Epaisseur (e)	Hauteur (H)	Longueur (L)	Finition	Résistance caractéristique à la compression (28 jrs)
Am70	70 mm	50 à 100 mm	500 mm	Lisse, Grésé	20 MPa
				Clivé	15 MPa
AmR70	70 mm	55 à 100 mm	550 mm	Lisse, Grésé, Moulée main	20 MPa
				Clivé	15 MPa
Am80	80 mm	50 à 100 mm	500 mm	Lisse, Grésé	20 MPa
				Clivé	15 MPa
AmR80	80 mm	55 à 100 mm	550 mm	Lisse, Grésé, Moulée main	20 MPa
				Clivé	15 MPa
Am90	90 mm	50 à 100 mm	500 mm	Lisse, Grésé	30 MPa
				Clivé	20 MPa

Ces briques sont également disponibles pour des longueurs non standard allant de 230 à 600 mm.

Tolérances dimensionnelles :

- Longueur (L) et Largeur (e) : - 3 mm / + 1 mm
- Hauteur (H) : - 1,5 mm / + 1,5 mm

Les briques clivées ont des variations d'assise pouvant aller jusqu'à 15 mm.

Caractéristiques complémentaires :

- Réaction au feu : Euroclasse A1
- Variations dimensionnelles : $\leq 0,45 \text{ mm/m}$
- Absorption d'eau : Classe 2 ; $\leq 3 \text{ g/m}^2\cdot\text{s}$
- Masse volumique apparente : $1\,890 \text{ kg/m}^3$

3.2 Mortier de hourdage

Il convient d'utiliser des mortiers de montage G performanciels conformes aux exigences du NF DTU 20.1 P1-2, marqués CE selon la norme NF EN 998-2, et :

- De classe minimale M10, aussi bien pour les joints semi-épais d'épaisseur comprise entre 5 et 10 mm, que pour les joints traditionnels d'épaisseur comprise entre 10 et 15 mm.
- Et d'absorption par capillarité $C \leq 0,5 \text{ kg/(m}^2\cdot\text{min}^{0.5})$ selon NF EN 998-2.

La pigmentation éventuelle des mortiers utilisés ne pourra se faire qu'au moyen d'adjuvants de nature exclusivement minérale.

Le choix du fournisseur et du type de mortier est soumis à l'agrément préalable de TECHNI-PROCESS.

3.3 Attaches de liaison

Il convient d'utiliser des attaches de liaison conformes à la NF EN 845-1 et au NF DTU 20.1 P1-2, et dont le matériau est choisi selon la classe d'exposition conformément aux dispositions du §3.7.

Un dispositif dit « de goutte d'eau » doit être prévu.

Le choix du fournisseur et du type d'attache est soumis à l'agrément préalable de TECHNI-PROCESS.

L'attache de liaison peut par exemple être réalisée au moyen de l'ensemble commercialisé par ETANCO et composé :

- D'une tige RENOVCO 69 de diamètre 4 mm à plier et de longueur adaptée en fonction de la largeur du vide (lame d'air + isolant, tenant compte le cas échéant de l'inclinaison à 45°) ; et
- D'une cheville universelle nylon Ø6x45 mm à 2 segments ; et
- D'une rondelle « goutte d'eau » RENOVCO 69.

La rondelle « goutte d'eau » peut être remplacée par un clip de retenue RENOVCO 69 en présence d'isolation, qui fait également office de goutte d'eau.

3.4 Consoles de supportage

3.4.1 DISPOSITIONS GENERALES

Il convient d'utiliser des consoles filantes de supportage conformes à la NF EN 845-1 et au NF DTU 20.1 P1-2, et dont le matériau est choisi selon la classe d'exposition conformément aux dispositions du §3.7.

Ces dispositions s'appliquent également aux cornières en L des linteaux.

Les consoles doivent en outre comporter des raidisseurs au droit des points de fixation au mur support et être munies de dispositifs anti-glissement réglables en hauteur (cf. Figure 6 à Figure 8).

Le choix du fournisseur et du type de consoles ou de cornières est soumis à l'agrément préalable de TECHNI-PROCESS.

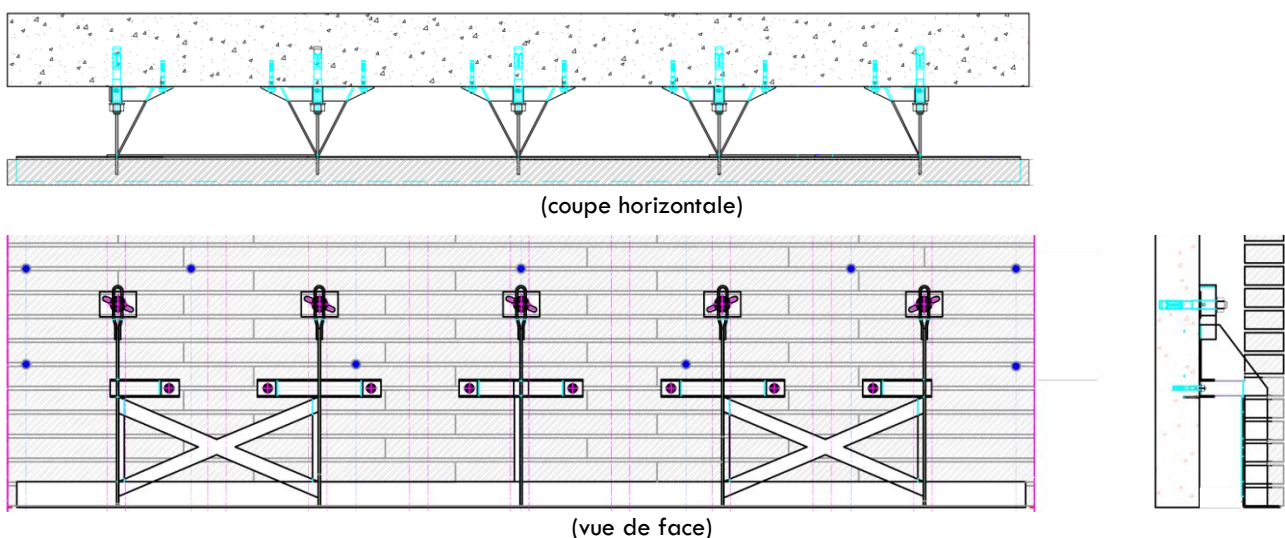
Les consoles LR BRICK d'ETANCO permettent de répondre à ces dispositions, et sont disponibles avec ou sans batée, en longueurs standards de 500, 750, 1 000, 1 250, 2 000 et 2 750 mm, et pour une gamme de nu (distance du nu extérieur de la paroi interne au nu extérieur de la paroi externe) allant de 100 mm à 340 mm. Des consoles sur mesure peuvent être réalisées.

3.4.2 DISPOSITIONS SPECIFIQUES A L'UTILISATION EN SITUATION SISMIQUE

L'utilisation du procédé BLOCSTAR en situation sismique nécessite l'utilisation de consoles de supportage renforcées (Figure 1) :

- par des bracons de part et d'autre de chaque gousset, un seul bracon étant admis pour les goussets d'extrémité d'un élément de console donné ;
- par des croix de Saint-André maintenant les deux baies de goussets d'extrémité dans le cas de consoles à batée.

Figure 1 : Principe des consoles de supportage renforcées pour utilisation en situation sismique



Exemple de console avec batée de longueur 2 750 mm

3.5 Organes de fixation

La fixation des consoles dans le béton est réalisée avec des chevilles métalliques (mécanique ou à scellement chimique) sous Evaluation Technique Européenne (ETE) selon l'EAD 330232-00-0601 visant l'utilisation en situation sismique et :

- De classe C1 pour les bâtiments en zone de sismicité 2 et pour les liaisons hyperstatiques redondantes ^(*) des bâtiments de catégorie d'importance II ; ou
- De classe C2 dans les autres cas.

^(*) Une liaison hyperstatique procure une redondance lorsqu'elle comporte au minimum 4 points d'ancrage (FD P 06-029, §5.4).

Les fixations usuelles des consoles de supportage sont de Ø12 mm pour les bracons et de Ø16 mm pour les goussets, par exemple de type BARACO FM-753 CRACK IN M12/10x110 ou M16/60x185 d'ETANCO.

3.6 Tôles d'acier

Lorsque la mise en œuvre du procédé BLOCSTAR fait appel à des tôles d'acier (par exemple pour les bâtiments pour lesquels la réglementation exige la prise en compte de dispositions vis-à-vis du risque de propagation du feu en façade), celles-ci sont d'épaisseur 15/10ème et sont soit en acier galvanisé Z235 conforme à la NF EN 10025, soit en acier inoxydable conforme à la NF EN 10088, en tenant compte des dispositions de choix des matériaux en fonction de la classe d'exposition décrites §3.7.

Ces dispositions s'appliquent également aux profilés métalliques tels que les profilés d'arrêt (à l'interface avec un autre revêtement de façade) ou les profilés d'habillage de joints de dilatation ou de fractionnement, pour lesquels une épaisseur de 10/10ème peut cependant être admise.

3.7 Choix des matériaux métalliques selon la classe d'exposition

Il convient de choisir les matériaux métalliques des attaches de liaison (§3.3), consoles de supportage et cornières filantes (§3.4), organes de fixation (§3.5) et tôles d'acier (§3.6) en fonction de la classe d'exposition de l'ouvrage comme suit :

- En classe d'exposition MX1 et hauteur de façade ≤ 6 m (sauf pignon) : en acier galvanisé ≥ 70 µm (460 g/m²), sauf pour les attaches de liaisons admises en acier galvanisé ≥ 40 µm (265 g/m²) ;
- En classe d'exposition MX2 ou MX3 et hauteur de façade ≤ 6 m (sauf pignon) : en acier galvanisé ≥ 100 µm (710 g/m²) ;
- En classe d'exposition MX1 à MX3 et hauteur de façade > 6 m (sauf pignon) : en acier inoxydable A2 (1.4301 / 304 ou 1.4307 / 304L) ;
- Dans tous les autres cas : en acier inoxydable A4 (1.4401 / 316 ou 1.4404 / 316L).

3.8 Isolation thermique par l'extérieur

Les isolants admis sont ceux visés par le NF DTU 20.1 P1-2.

Lorsque la réglementation exige la prise en compte de dispositions vis-à-vis du risque de propagation du feu en façade, seule l'isolation thermique par l'extérieur en laine de roche A2-s3, d0 est admise, dans le respect des dispositions de l'appréciation de laboratoire agréée n°AL18-244.

3.9 Autres composants

La mise en œuvre du procédé BLOCSTAR fait appel aux composants courants pour la réalisation des maçonneries de façade non porteuses constituant le parement extérieur d'un mur double (avec lame d'air ventilée), conformes au NF DTU 20.1 P1-2, notamment :

- Barrières contre les remontées capillaires ;
- Barrières d'étanchéité pour appuis de baie ;
- Isolants éventuels et leurs dispositifs de fixation ;
- Profilés, bandes à former ou feuilles du dispositif de recueil d'eau en pied de mur ;
- Mastics de calfeutrement.

4 CONCEPTION

Les briques de type Am90 sont conformes aux exigences du NF DTU 20.1.

Les briques de type Am70, AmR70, Am80 et AmR80 diffèrent des exigences du NF DTU 20.1 relatives à la paroi externe des murs doubles uniquement par leur épaisseur (70 ou 80 mm) inférieure à 9 cm et sont visées par le DTA 16/21-789_V1. A l'exception de la nécessaire adaptation dimensionnelle des composants la mise en œuvre de ces briques n'emporte pas de déviation vis-à-vis du NF DTU 20.1.

De manière générale, et en dehors des dispositions complémentaires particulières relatives à l'utilisation sous sollicitations sismiques décrites ci-après (notamment la nécessité de vérifier les dispositifs d'attaches sans s'appuyer sur seules règles forfaitaires du NF DTU 20.1 P3), la conception du procédé BLOCSTAR est réalisée conformément aux dispositions :

- du NF DTU 20.1 pour les briques de type Am90 ;
- du DTA 16/21-789_V1 pour les briques de type Am70, AmR70, Am80 et AmR80.

4.1 Principes

4.1.1 DISPOSITIONS GENERALES

Les briques BLOCSTAR sont montées :

- Avec un harpage horizontal entre briques compris entre $1/2$ et $1/3$ de la longueur de la brique courante ;
- À joints horizontaux d'épaisseur comprise entre 5 et 15 mm, liés au mortier, et
- À joints verticaux d'épaisseur comprise entre 0 et 3 mm laissés vides (non garnis).

Conformément au NF DTU 20.1 P1-1, la longueur d'un pan de mur de briques ne doit pas excéder 6 m en partie courante comme aux angles du bâtiment. Les pans adjacents sont séparés par un joint de fractionnement vertical franc rectiligne.

Les consoles de supportage conformes aux dispositions du §3.4 doivent être fixées au support dans des parties en béton au moyen de chevilles conformes aux dispositions du §3.5. La capacité portante des consoles et de leurs fixations est déterminée conformément aux §4.2.4 (consoles) et §4.2.5 (fixations). L'entraxe des fixations dépend donc de cette vérification.

La liaison entre paroi interne et paroi externe doit être assurée par des attaches conformes aux dispositions du §3.3 et dont le nombre est déterminé conformément au §4.2.6, complété des dispositions spécifiques à l'utilisation en situation sismique du §4.1.2.

Une bavette de rejet d'eau (bande de polypropylène armée) est fixée à la paroi interne au-dessus de chaque console filante.

L'épaisseur minimale de la lame d'air est celle définie dans le NF DTU 20.1 P1-1 en fonction de la position de l'isolation thermique dans le mur, sans être inférieure à 20 mm

En partie supérieure du parement, un jeu horizontal d'au moins 5 mm entre la dernière rangée et la sous-face de la cornière filante du niveau suivant est laissé. Ce joint est garni de mastic sur fond joint (le cas échéant un mastic coupe-feu).

Le parement situé au niveau des linteaux de menuiseries extérieures est supporté par une cornière métallique en L appuyée d'au moins 20 cm sur la maçonnerie de part et d'autre de l'ébrasement. La capacité portante de la cornière est vérifiée conformément au §4.2.4.

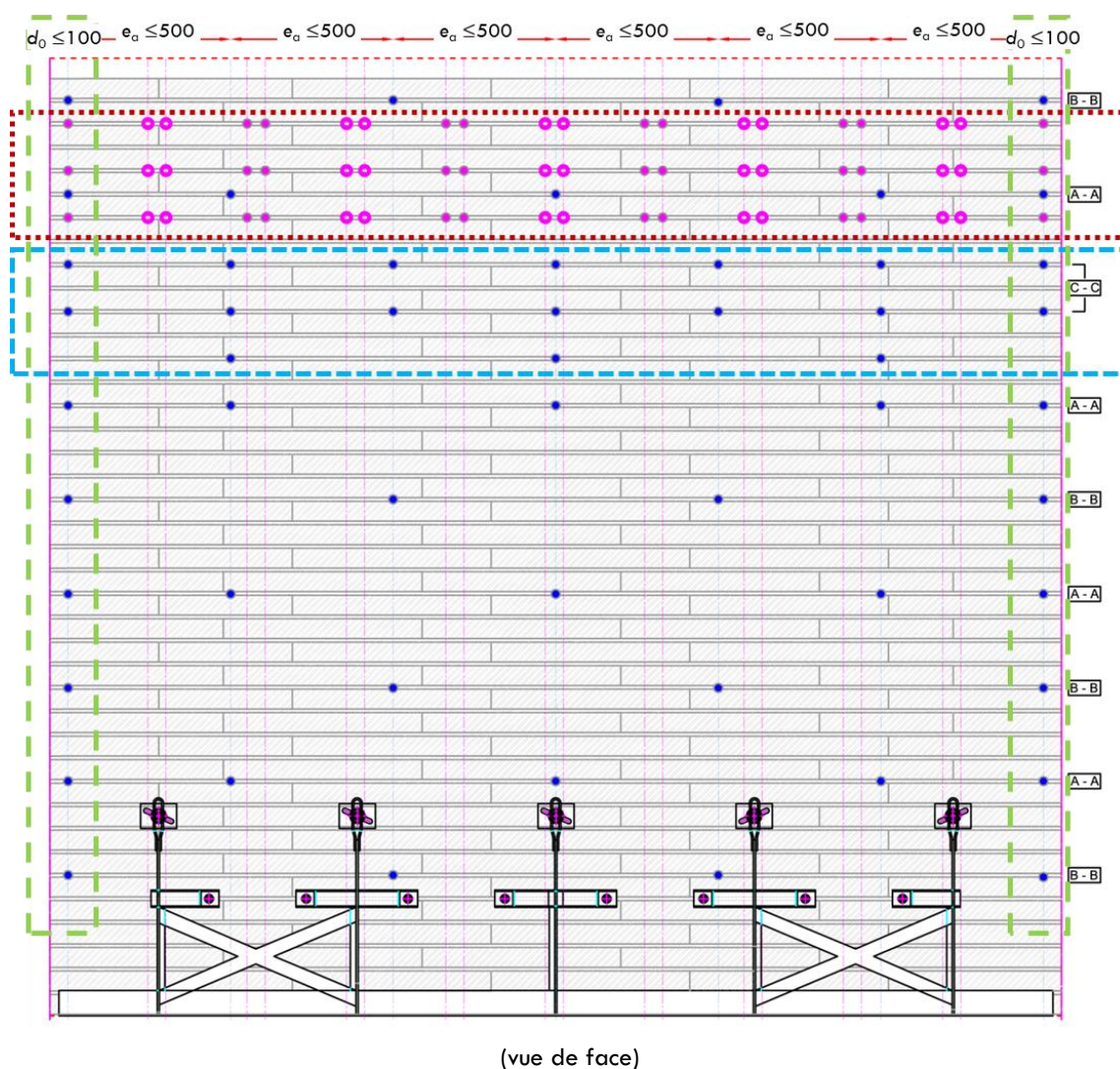
4.1.2 DISPOSITIONS SPECIFIQUES A L'UTILISATION EN ZONE SISMIQUE

La tenue du système pour son utilisation pour les bâtiments à risque normal pour lesquels l'application des règles parasismiques relatives aux éléments non structuraux du cadre bâti est exigée par l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié est assurée par les dispositions spécifiques suivantes :

- La paroi externe est recoupée par une console filante renforcée selon les dispositions du §3.4.2 (bracons au droit des goussets ; croix de Saint-André pour les consoles à batée ; cf. Figure 1) à chaque niveau (la paroi filante sur 2 niveaux est exclue).
- 3 rangées d'attaches à 45° sont installées en tête de mur en plus des attaches de liaison à 90° reprenant les efforts de vent (cf. Figure 2 et Figure 4), dans le respect des dispositions de calepinage décrites plus bas.
- Des attaches de liaison à 90° complémentaires (densification) sont installées :
 - Sous les 3 rangées d'attaches à 45° à raison de 3 rangées d'attaches à 90° situées tous les 2 rangs de briques, l'espacement e_a entre attaches n'excédant pas 500 mm (cf. Figure 2).
 - Au droit des angles et joints de fractionnement ou de dilatation à raison d'une attache tous les 4 rangs de briques environ, positionnées au plus à $d_0 \leq 100$ mm de l'extrémité du joint (cf. Figure 2).
 - En périphérie des ouvertures (tableaux des fenêtres) à raison d'une attache tous les 4 rangs de briques environ, positionnées au plus à $d_0 \leq 100$ mm de l'angle vif de l'ébrasement et en veillant à positionner une première rangée horizontale d'attaches sous l'appui de fenêtre au 2^{ème} ou 3^{ème} rang de briques (cf. Figure 3).

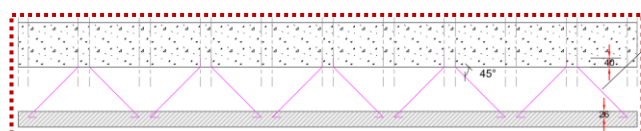
La paroi externe repose entièrement (Catégorie A4) ou partiellement (Catégorie A5) sur une console de supportage filante dans les conditions prévues au NF DTU 20.1. En pied, la paroi peut reposer sur une fondation, une dalle ou un corbeau béton, moyennant la mise en œuvre en pied de mur de 3 rangées d'attaches à 45° .

Figure 2 : Principe de renfort par attaches à 45° en tête de mur et de densification des attaches à 90°

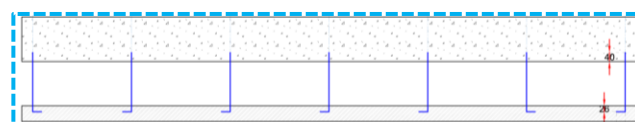


- Attache à 90°
- Attache à 45° (fixation dans la brique)
- Attache à 45° (fixation dans le béton)
- 3 rangées (ou plus) d'attaches à 45° en tête – tous les 2 rangs de briques
- Densification des attaches à 90° – 3 rangées, tous les 2 rangs de briques
- Densification des attaches à 90° – 1 attaches tous les 4 rangs

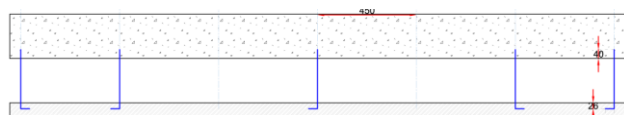
(coupes horizontales)



3 rangées d'attaches à 45°

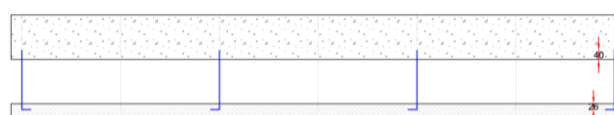


[C-C] Densification des attaches à 90° - 3 rangées



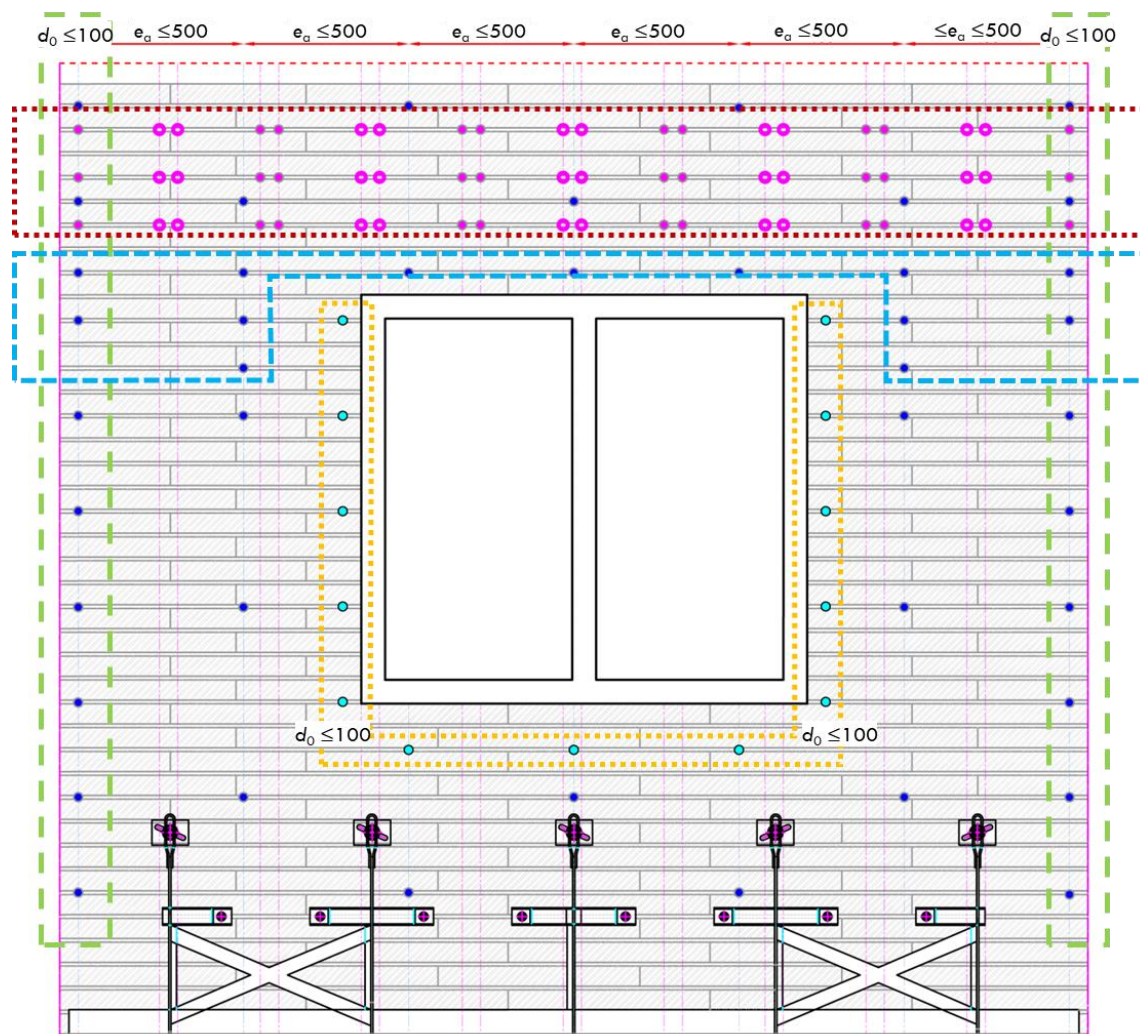
[A-A]

Attaches à 90° en partie courante et densification aux extrémités



[B-B]

Figure 3 : Principe de densification des attaches à 90° au droit des ouvertures



(vue de face)

- | | |
|---|---|
| ● Attache à 90° | 3 rangées (ou plus) d'attaches à 45° en tête – tous les 2 rangs de briques |
| ● Attache à 45° (fixation dans la brique) | Densification des attaches à 90° – 3 rangées, tous les 2 rangs de briques |
| ○ Attache à 45° (fixation dans le béton) | Densification des attaches à 90° – 1 attaches tous les 4 rangs |
| ● Attache à 90° en périphérie d'ouverture | Densification des attaches à 90° – 1 attaches tous les 4 rangs |

Il convient en outre de veiller au respect des dispositions suivantes pour le calepinage du renfort en tête de mur par les 3 rangées (ou plus) d'attaches à 45° (dispositions illustrées en Figure 4):

- En partant du haut du mur : la 1^{ère} rangée d'attaches à 45° est située entre le 2^{ème} et le 3^{ème} rang de briques.
- Les attaches à 45° sont calepinées par paires pour assurer la triangulation.
- Le nombre de paires est déterminé pour chaque pan de mur selon ses dimensions conformément au §4.2.6.
- L'extrémité de l'attache dans le joint de mortier doit être :
 - repliée d'au moins $L_3 = 40$ mm dans le sens indiqué en Figure 4 ;
 - ancrée d'au moins $L_2 = 35$ mm en moyenne (Figure 5) pour respecter un ancrage minimal de 25 mm toutes tolérances épuisées.
- L'espacement e_p entre deux paires d'attaches successives n'excède pas 570 mm (cf. Figure 4).

- L'espacement d_1 entre les chevilles plastiques de fixation dans le béton d'attaches adjacentes est d'au moins 50 mm et n'excède pas 70 mm en configuration standard ou $L_v + L_2$ (cf. Figure 4) en configuration resserrée.
- L'espacement d_2 entre les pointes repliées (côté brique) d'attaches (de paires) adjacentes est d'au moins 50 mm.
- La distance au bord d_0 de la pointe repliée (côté brique) de l'attache d'extrémité est d'au moins 100 mm.
- Dans le cas courant, les attaches d'une même paire ne se croisent pas (Figure 4 – Configuration standard). Lorsque la longueur d'un pan de mur et le nombre de paires nécessaires ne permet pas de respecter cette disposition, il est admis de croiser les attaches en s'assurant du respect de la distance minimale entre chevilles côté béton (Figure 4 – Configuration resserrée).

Figure 4 : Principe de calepinage des paires d'attaches à 45°

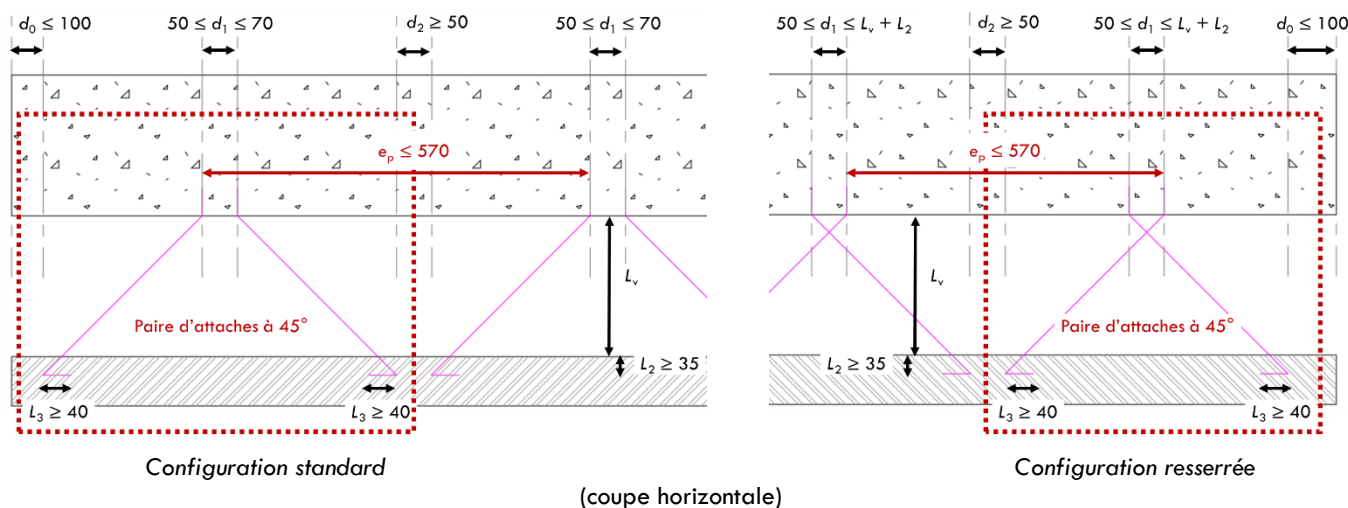
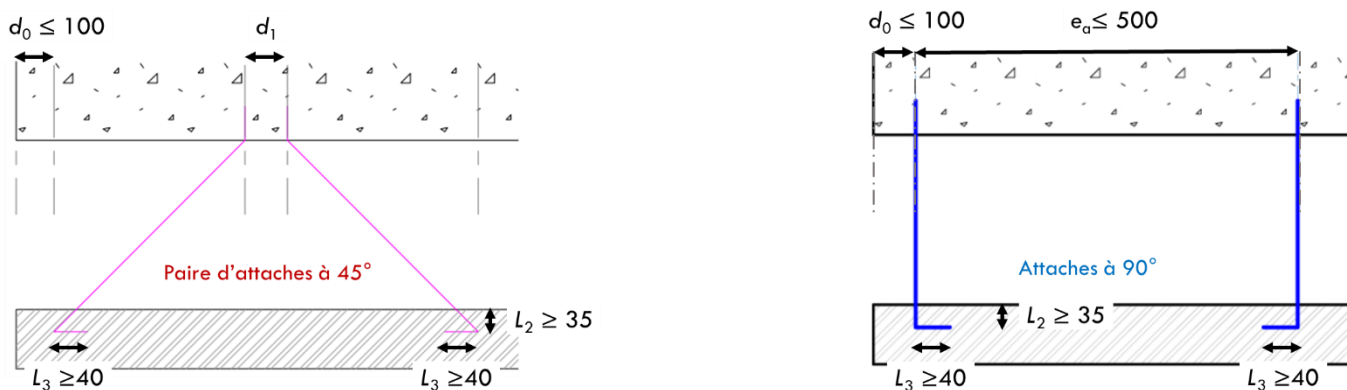


Figure 5 : Conditions d'ancrage, distances et espacement minimaux des attaches de liaison



L'ancrage minimal moyen dans la brique de 35 mm permet d'assurer l'ancrage minimal de 25 mm toutes tolérances épuisées (coupe horizontale)

4.2 Dimensionnement

4.2.1 HYPOTHESES DE CHARGEMENT : POIDS PROPRE ET MASSE

Le poids propre du parement BLOCSTAR induit une charge F_k excentrée, considérée comme agissant à l'axe vertical médian de l'épaisseur du parement. Le poids propre G_k est pris égal à :

- Pour les parements en brique Am70 et AmR70 : 1,60 kN/m²
- Pour les parements en brique Am80 et AmR80 : 1,75 kN/m²
- Pour les parements en brique AM90 : 2,05 kN/m²

(Ces valeurs tiennent compte du poids des briques, du mortier, ainsi que des divers accessoires)

On détermine la charge caractéristique F_k par gousset (raidisseur des consoles) induite par le poids propre comme suit :

$$F_k = (1,1 \cdot G_k \cdot H + g_k) \cdot e_{\text{gousset}}$$

Où le coefficient 1,1 est un coefficient de continuité

Avec : G_k le poids propre du parement BLOCSTAR tel que défini ci-dessus (kN/m²)

H la hauteur du parement porté par la console (hauteur d'étage) (m)

g_k = 0,044 kN/m ; le poids propre de la cornière de supportage soudée aux goussets de la console

e_{gousset} l'entraxe (ou la bande de charge) des goussets (m)

On détermine de même la masse m du pan de double-mur de longueur L_p pour le calcul de l'effort sismique horizontal :

$$m = \frac{(G_k \cdot H + g_k)}{g} \cdot L_p \quad \text{en kg ; avec } L_p \text{ en mm}$$

Le parement est également soumis aux efforts de pression/dépression du vent perpendiculaires à son plan, déterminés selon la NF EN 1991-1-4 et son Annexe Nationale.

4.2.2 EFFORT SISMIQUE HORIZONTAL ET PRINCIPES DE DIMENSIONNEMENT EN SITUATION SISMIQUE

Une moitié de l'effort sismique horizontal ($F_a / 2$) est reprise en tête de mur par le système d'attaches à 45° (solicitation dans le plan et hors plan) et la densification des attaches à 90° (solicitation hors plan uniquement).

L'autre moitié de l'effort sismique horizontal ($F_a / 2$) est reprise en pied de mur par la console filante renforcée (bracons au droit des goussets ; croix de Saint-André pour les consoles à batée).

L'effort sismique horizontal F_a (en N) agissant au centre de gravité du pan de double-mur de longueur L_p et l'effort sismique par gousset (raidisseur des consoles avec ses bracons) $F_{a,k}$ sont déterminés pour un bâtiment neuf comme suit :

$$F_a = a_d \cdot m \quad \text{où :} \quad a_d = \frac{5,5 \cdot \gamma_1 \cdot S \cdot a_{gr} \cdot \gamma_a}{q_a} \quad \text{et donc :} \quad F_{a,k} = \frac{F_a}{2} \cdot \frac{e_{\text{gousset}}}{L_p}$$

Avec : a_d l'accélération de calcul applicable au double mur BLOCSTAR dans le cadre du présent document

m masse (en kg) de l'élément (déterminée pour le pan de mur concerné tel que décrit au §4.2.1)

γ_1 le coefficient d'importance fonction de la catégorie d'importance du bâtiment (article 2.III de l'arrêté)

S le paramètre de sol fonction de la zone de sismicité et de la classe de sol (article 4.II.d) de l'arrêté)

a_{gr} accélération maximale de référence fonction de la zone de sismicité (article 4.II.a) de l'arrêté)

γ_a = 1,0 coefficient d'importance de l'élément non structural (NF EN 1998-1, §4.3.5.3 et Guide ENS PS)

q_a = 1,0 coefficient de comportement pour comportement fragile (NF EN 1998-1, §4.3.5.4 et Guide ENS PS)

(la mention à « l'arrêté » se réfère à l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié)

e_{gousset} l'entraxe (ou la bande de charge) des goussets (m)

L_p ≤ 6,0 la longueur du pan de mur concerné (m)

Pour un bâtiment existant, la valeur de l'accélération de calcul, et donc celle de l'effort F_a , est égale à 60% de la valeur pour un bâtiment neuf.

L'utilisation du procédé BLOCSTAR en zone sismique est limitée aux configurations pour lesquelles $a_d \leq 14,0 \text{ m/s}^2$.

Ces configurations sont celles indiquées dans le Tableau 1.

La tenue en situation sismique des attaches de liaison à 45° et des attaches de liaison à 90° a été justifiée par les essais réalisés selon le Cahier du CSTB 3725 (janvier 2013).

Bien que ces essais aient également permis de vérifier que la console de supportage renforcée est à même de reprendre les efforts correspondants, il convient de vérifier systématiquement :

- La capacité portante de la console de supportage et de ses fixations au support, tel que décrit au §4.2.4 (console) et au §4.2.5 (fixations), en déterminant l'effort induit par la sollicitation sismique.
- Le nombre de paires d'attaches à 45° nécessaires conformément au §4.2.6.

4.2.3 STRUCTURE PORTEUSE

Le Bureau d'Etudes Structures en charge de la vérification de la stabilité globale de l'ouvrage procède à l'étude globale, et prend en compte l'influence du parement BLOCSTAR sur la structure porteuse sur la base des hypothèses de chargement décrites au §4.2.1.

Il convient de vérifier que la flèche active pouvant nuire à la paroi externe (et donc vue par les consoles de supportage) n'excède pas $L/500$ pour une portée de la structure porteuse $L \leq 5,0$ m et $5 \text{ mm} + L/1\,000$ pour $L > 5,0$ m.

On appelle flèche active la part des déformations du plancher risquant de provoquer des désordres dans l'ouvrage supporté (ici la paroi externe). C'est donc l'accroissement de la flèche, ou fléchissement, pris par le plancher à partir de l'achèvement de l'ouvrage concerné.

La vérification sous sollicitation sismique de la structure porteuse est réalisée conformément à la NF EN 1998-1 et son Annexe Nationale, en tenant compte du parement BLOCSTAR sur la base des hypothèses de chargement décrites aux §4.2.1 et §4.2.2.

4.2.4 CONSOLES DE SUPPORTAGE ET CORNIERES EN L

Situation normale

On vérifie systématiquement la capacité portante de la console seule (hors fixations vérifiées par ailleurs) sous la charge F_k excentrée induite par le poids propre du parement, au regard de la charge admissible (ELS) et de la déformation limite fixée à $L_g / 500$ où L_g est la distance entre deux goussets (raidisseurs avec point de fixation) de la console.

La charge ultime est déterminée par le service technique du fournisseur de console conformément à la NF EN 845-1 sur la base des résistances déclarées ou par modélisation aux éléments finis sur la base des propriétés des tôles d'acier utilisées pour la fabrication des consoles.

Dans tous les cas, la charge ultime de la console est déterminée en tenant compte de l'excentricité de la charge appliquée telle que décrite au §4.2.5 ainsi que de l'effet de levier induit par la compression en base de console.

De même, il convient de vérifier que la déformabilité des cornières de linteau en L n'excède pas $L_c/500$ où L_c est la portée de la cornière.

Situation sismique

On vérifie systématiquement la capacité portante de la console seule sous l'effet combiné de la charge excentrée F_k gravitaire induite par le poids propre du parement et de l'effort sismique horizontal $F_a / 2$ (déterminé conformément au §4.2.2) orienté soit dans le plan du mur soit perpendiculairement au plan du mur.

L'effort total pour un pan de mur $F_a / 2$ est réparti sur chaque gousset en fonction de l'entraxe de ces derniers ($F_{a,k}$; §4.2.2).

Cette vérification est conduite selon la combinaison d'actions pour les situations de projet sismiques de la NF EN 1990.

4.2.5 FIXATIONS DES CONSOLES DE SUPPORTAGE

La capacité portante des fixations des consoles au support est systématiquement vérifiée par le service technique du fournisseur de console.

Il convient de fixer les consoles dans le béton à raison d'une fixation dans chaque gousset et dans chaque bracon.

L'entraxe des fixations est déterminé au cas par cas en fonction des caractéristiques du projet.

Les fixations dans le béton par chevilles métalliques conformes aux dispositions du §3.5 sont dimensionnées selon NF EN 1992-4.

La liaison du cône béton avec la structure doit être assurée avec un ferrailage suivant le schéma bielle-tirant conformément à la norme NF EN 1992-1-1.

Situation normale

Il est loisible pour la vérification en situation normale de négliger de manière sécuritaire la contribution à la reprise des efforts gravitaires des fixations dans les bracons, et de déterminer les efforts sur les seules fixations dans les goussets selon la méthode simplifiée ci-après.

On vérifie la capacité portante des fixations de la console (cf. Figure 6) sous l'action combinée :

- De l'effort de cisaillement vertical à l'ELU $V_{X,Ed}$ induit par la charge F_k par gousset (§4.2.1) :

$$V_{X,Ed} = \gamma_G \cdot F_k$$

- Et de l'effort d'arrachement à l'ELU $N_{VX,Ed}$ généré par le moment induit par l'excentricité e_p de F_k , tenant compte de l'effet de levier en compression en partie basse de la console. Pour les consoles LR BRICK, il peut être pris par simplification égal à :

$$N_{VX,Ed} = \frac{1,35 \cdot V_{X,Ed} \cdot e_p}{b - 12}$$

Où le coefficient 1,35 correspond à l'amplification due à l'effet de levier

Avec : $e_p = nu - \frac{e_{BLOCSTAR}}{2}$ l'excentricité de la charge F_k (mm)

nu la distance entre le nu du support et le nu extérieur du parement (mm)

$e_{BLOCSTAR}$ épaisseur du parement BLOCSTAR (mm)

b distance verticale entre la base du gousset de la console et l'axe de la fixation (mm ; cf. Figure 6)

La formule approchée ci-dessus a été déterminée à partir de la modélisation aux éléments finis des caractéristiques des consoles de la gamme LR BRICK d'ETANCO décrite précédemment.

Situation sismique

Les efforts verticaux et horizontaux de cisaillement et d'arrachement sont déterminés par modélisation aux éléments finis des consoles renforcées avec bracons et (pour les consoles à batée) croix-de Saint-André, soumises aux actions suivantes :

- la charge verticale F_k excentrée de e_p induite par le poids propre, et
- l'effort sismique horizontal $F_{a,k}$ (déterminé, conformément au §4.2.2) :
 - excentré de e_p pour une sollicitation dans le plan du mur, ou
 - normal au plan du mur pour une sollicitation hors plan.

De manière générale, il convient de vérifier les fixations des consoles en majorant les efforts d'un coefficient 1,5 (FD P06-029, §7.1, option a2).

4.2.6 ATTACHES DE LIAISON

Situation normale – Attaches à 90°

Il convient de déterminer au cas par cas pour chaque projet le nombre d'attaches de liaison nécessaires à la reprise des efforts de compression et de traction induits respectivement par le vent en pression et dépression, sans que ce nombre soit inférieur à 5 attaches par m² (les dispositions forfaitaires du NF DTU 20.1 P3 ne s'appliquent pas).

On vérifie la capacité de l'attache seule vis-à-vis de la charge admissible caractéristique déterminée en multipliant par 0,7 la charge admissible moyenne issue des essais selon NF EN 845-1 avec un coefficient de sécurité tel que défini dans le NF DTU 20.1 P3 pour les attaches de liaisons (catégorie F : $\gamma_M = 2,7$ respectivement 2,2 pour un niveau de contrôle IL1 respectivement IL2). On détermine le nombre n_a d'attaches à 90° par m² reprenant l'action du vent afin de vérifier :

$$w_d = \gamma_Q \cdot w_k \leq n_a \cdot F_{ax,Rd}$$

Avec : w_k la valeur caractéristique de l'effort de vent déterminé selon NF EN 1991-1-4 et son Annexe Nationale

$\gamma_Q = 1,5$ le coefficient partiel sur l'action du vent selon NF EN 1990 et son Annexe Nationale

n_a le nombre d'attaches à 90° par m² de mur

$F_{ax,Rd}$ la valeur de calcul de la résistance axiale de l'attache lorsqu'elle est installée à 90°, déterminée comme suit :

$$F_{ax,Rd} = 0,7 \cdot \frac{F_{t,mean}}{\gamma_M}$$

où : $F_{t,mean}$ la valeur moyenne de résistance à la traction de l'attache selon NF EN 845-1
 $\gamma_M = 2,7$ respectivement 2,2 pour un niveau de contrôle IL1 respectivement IL2

Situation sismique – Attaches à 90°

La tenue en situation sismique des attaches de liaison à 90° a été justifiée par les essais réalisés selon le Cahier du CSTB 3725 (janvier 2013).

Le respect des dispositions de calepinage (espacement maximal $e_a \leq 500$ mm, distance au bord maximale $d_0 \leq 100$ mm) et de densification (sous les attaches à 45°, au droit des joint de fractionnement ou de dilatation, en périphérie des ouvertures) décrites au §4.1.2 permettent de s'affranchir de la vérification de leur capacité résistante

Situation sismique – Attaches à 45°

L'utilisation du procédé BLOCSTAR en situation sismique nécessite la mise en œuvre de 3 rangées d'attaches à 45° en tête de mur.

La longueur L_p , le vide L_v et le respect des distances et espacements minimaux ou maximaux d_0 , d_1 , d_2 et e_p décrits au §4.1.2 déterminent le nombre minimum et maximum d'attaches pouvant effectivement être mises en œuvre en configuration standard ou resserrée.

4.2.7 JOINT DE FRACTIONNEMENT ET DE DILATATION

Il convient de définir la largeur des joints de fractionnement et de dilatation en prenant en compte un jeu sismique de 20 ou 40 mm selon la situation sismique du projet (cf. Tableau 3) comme suit :

- La largeur d'un joint de fractionnement est au moins égale à la largeur du jeu sismique.
- La largeur totale d'un joint de dilatation est égale à la largeur du joint de la structure primaire augmentée du jeu sismique.

Tableau 3 : Largeur du jeu sismique

Zones de sismicité	Classes de catégories d'importance des bâtiments			
	I	II	III	IV
1				
2			20 mm	20 mm
3		20 mm	Sols A – C : 20 mm Sols D – E : 40 mm	40 mm
4		40 mm	40 mm	40 mm

4.2.8 CAS DES FIXATIONS DANS UN SUPPORT EXISTANT (RENOVATION)

Lorsque les caractéristiques physiques et mécaniques du matériau support sont connues avec certitude, la résistance de la fixation peut être déterminée par le calcul conformément aux §4.2.5 et §4.2.6 en s'appuyant le cas échéant sur l'ETE l'Evaluation Technique Européenne (ETE) de la fixation choisie.

Lorsque les caractéristiques physiques et mécaniques du matériau support ne sont pas connues avec certitude, la résistance mécanique localisée du support vis-à-vis des fixations doit systématiquement être déterminée par essai sur site.

Les essais sont réalisés conformément au Cahier du CSTB n° 1661-V2 (Février 2011) « Détermination sur chantier de la résistance à l'état limite ultime d'une fixation mécanique sur supports de bardage rapporté ».

Le dimensionnement est ensuite réalisé conformément aux §4.2.5 et §4.2.6 sur la base de la résistance ultime ainsi déterminée, avec le coefficient de sécurité défini au Cahier du CSTB n° 1661-V2 (Février 2011).

4.2.9 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 pas 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.

4.3 Sécurité 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.

Briques d'épaisseur 70 mm (briques Am70 et AmR70) et 80 mm (briques Am80 et AmR80)

Pour les établissements recevant du public soumis aux prescriptions de l'Instruction Technique n°249 relative aux façades, visée en annexe de l'arrêté du 24 mai 2010, ainsi que pour les bâtiments d'habitation appartenant aux 3^{ème} et 4^{ème} familles au sens de l'arrêté du 31 janvier 1986, les dispositions constructives données dans l'Appréciation de Laboratoire n°AL18-244 sont à respecter (ici complétées des limitations complémentaires relatives à l'utilisation en zone sismique), et notamment :

- La paroi support intérieure est un mur en béton d'épaisseur 15 cm minimum.
- Une lame d'air d'épaisseur 20 mm minimum est ménagée entre le procédé et l'isolation thermique extérieure de la paroi support en laine de roche.
- L'épaisseur maximale de l'isolant interposé dans la lame d'air est de 180 mm, avec une lame d'air de 20 mm d'épaisseur. L'isolant devra être en laine de roche et classé au moins A2-s3, d0.
- Le système de supportage de la paroi extérieure est mis en place à chaque niveau.
- Un recoupement de la lame d'air tous les 2 niveaux est réalisé par une bavette en acier galvanisé d'épaisseur 15/10^{ème} soudée et complétée d'un isolant en laine de roche classé au moins A2-s3, d0, d'épaisseur minimale 15 mm non comprimée et de masse volumique 140 kg/m³.
- Les ébrasements de fenêtres sont systématiquement protégés en partie supérieure (cornière en L ou console de supportage) par un calfeutrement en laine de roche et une tôle d'acier identiques à ceux protégeant les consoles de supportage, le chevillage de la tôle étant au pas maximum de 35 cm ;
- Les ébrasements de fenêtres sont protégés en partie inférieure par une tôle d'acier pliée d'épaisseur 15/10^{ème} conforme aux dispositions du §3.6, fixée à la paroi interne par des chevilles conformes aux dispositions du §3.5 au pas maximum de 35 cm.
- Latéralement, les embrasures sont protégées soit par une tôle en acier galvanisé d'épaisseur 15/10^{ème} fixée sur le chant de la paroi support par chevillage au pas maximal de 35 cm soit par un retour du procédé BLOCSTAR Am et AmR ;

Pour l'emploi dans des façades devant respecter la règle du "C + D" relative à la propagation du feu d'un niveau à l'autre, la hauteur du plancher derrière la planelle à rupture thermique peut être prise en compte dans le calcul de la valeur C.

Briques d'épaisseur 90 mm (Am90)

Une Appréciation de Laboratoire devra être réalisée par un laboratoire agréé en résistance et en réaction au feu.

5 MISE EN ŒUVRE

Les briques de type Am90 sont conformes aux exigences du NF DTU 20.1.

Les briques de type Am70, AmR70, Am80 et AmR80 diffèrent des exigences du NF DTU 20.1 relatives à la paroi externe des murs doubles uniquement par leur épaisseur (70 ou 80 mm) inférieure à 9 cm et sont visées par le DTA 16/21-789_V1. A l'exception de la nécessaire adaptation dimensionnelle des composants la mise en œuvre de ces briques n'emporte pas de déviation vis-à-vis du NF DTU 20.1.

De manière générale, et en dehors des dispositions complémentaires particulières relatives à l'utilisation sous sollicitations sismiques décrites ci-après, la mise en œuvre du procédé BLOCSTAR est réalisée conformément aux dispositions :

- du NF DTU 20.1 pour les briques de type Am90 ;
- du DTA 16/21-789_V1 pour les briques de type Am70, AmR70, Am80 et AmR80.

La réalisation des angles de bâtiment ou ébrasement de fenêtre par harpage n'est pas visée.

5.1 Agrément de l'entreprise de pose du parement BLOCSTAR

TECHNI-PROCESS propose une procédure d'agrément des entreprises souhaitant effectuer la pose des briques BLOCSTAR.

L'instruction par TECHNI-PROCESS des demandes d'agrément se base, entre autres, sur la visite et l'expertise d'un ensemble de chantiers réalisés par le demandeur de l'agrément ainsi que par la prise d'avis du fournisseur auprès des maîtres d'ouvrage et maîtrises d'œuvre liés aux chantiers audités.

Les entreprises ou poseurs effectuant la mise en œuvre des maçonneries en briques BLOCSTAR doivent préalablement avoir reçu l'agrément de mise en œuvre de la part de TECHNI-PROCESS.

La liste des entreprises de mise en œuvre agréées est inscrite sur le site internet www.blocstar.eu ou mise à la disposition par TECHNI-PROCESS sur simple demande.

5.2 Pose

5.2.1 RECEPTION DU SUPPORT

Il est impératif que l'entreprise de pose prévoie le mode de fixation des consoles de supportage et des attaches de liaison en fonction du type de mur (béton, neuf, ancien...), de façon à déterminer avec le fabricant de fixation :

- Le type de fixation adaptée ;
- L'entraxe de fixation des consoles de supportage conformément aux §4.2.4 et §4.2.5 ;
- Le nombre d'attaches de liaison conformément au §4.2.6.

Avant la mise en œuvre, l'équipe de pose vérifie la conformité du support aux prescriptions du NF DTU 20.1 P1-1. Il convient de procéder à cette vérification le plus tôt possible après réalisation du gros-œuvre, afin de permettre le cas échéant la mise en œuvre de solution de remédiation ou la prise en compte de déviations trop importantes dans la conception du parement et de ses fixations.

5.2.2 PRINCIPE GENERAL DE MISE EN ŒUVRE

Une fois prises en compte les dispositions relatives à la fixation des consoles et des attaches dans le support, ainsi que les dispositions issues de l'appréciation de laboratoire AL18-244 le cas échéant, le parement BLOCSTAR est mise en œuvre dans les conditions prévues par le NF DTU 20.1, avec l'outillage traditionnel du maçon (règle, niveau, maillet en caoutchouc,...).

Sa mise en œuvre nécessite en outre :

- Soit un mélangeur rotatif monté sur une perceuse pour le gâchage du mortier permettant une pose à l'aide d'une « poche à mortier » ou une truelle pour une pose manuelle ;
- Soit une machine à coller constituée d'un mélangeur, d'une pompe, d'un tuyau et d'un pistolet pour une pose mécanique (machine tout-en-un) : une quantité d'eau mesurée est versée dans le mélangeur suivi de la poudre. Un mélange rapide est effectué puis une rotation lente est maintenue pendant le transport du mortier par la pompe vers le pistolet. Machine de marque m-tec ou similaire.

La paroi externe est recoupée par une console filante renforcée (bracons et croix de Saint-André) à chaque niveau (Figure 1, Figure 10 et Figure 11 ; la paroi filante sur 2 niveaux est exclue). En pied, la paroi peut reposer sur une fondation, une dalle ou un corbeau béton, moyennant la mise en œuvre en pied de mur de 3 rangées d'attaches à 45° (Figure 9).

L'assise du premier rang de briques est réalisée sur un lit continu de mortier permettant un réglage précis du premier rang de briques à l'aide de la règle, du niveau et du maillet en caoutchouc.

Les rangs suivants sont posés au mortier en croisant les briques d'une assise sur l'autre avec un harpage horizontal entre briques compris entre 1/2 et 1/3 de la longueur de la brique courante.

Le mortier est déposé à la truelle en un ou deux boudins, de sorte qu'après la pose de la brique supérieure le mortier se trouve de 0,5 à 1 cm en retrait de la surface visible de la façade.

Pour faciliter la pose, une cordelette nylon d'un diamètre correspondant à l'épaisseur de joint retenue est positionnée tendue côté parement.

5.2.3 POINTS DE CONTROLE DE LA MISE EN ŒUVRE

Outre les points de contrôle d'usage pour la réalisation d'un parement en brique de double mur selon le NF DTU 20.1, il convient de vérifier à l'avancement que la quantité d'attaches, leur positionnement et le cas échéant leur orientation à 45° correspondent bien à ce qui a été déterminé au moment de l'étude et dans le plan de principe de calepinage en partie courante fourni.

Une attention particulière est portée :

- A la mise en œuvre des rangées d'attaches à 45° selon les dispositions décrites au §4.1.2, en Figure 2 et en Figure 4.
- A la densification des attaches de liaison à 90° au droit des ouvertures, des angles et de joints de fractionnement ou de dilatation (cf. Figure 2 et Figure 3).

5.2.4 JOINTS DE FRACTIONNEMENT

Conformément au NF DTU 20.1, la longueur d'un pan de mur de briques ne doit pas excéder 6 m en partie courante comme aux angles du bâtiment. Les pans adjacents sont séparés par un joint de fractionnement vertical franc rectiligne.

Lorsque la longueur du bâtiment excède ces dimensions, il convient de réaliser un joint de fractionnement vertical (Figure 18). Ce joint de fractionnement correspond à un joint ouvert de 20 à 40 mm selon la situation sismique (cf. §4.2.7 et Tableau 3), calfeutré au mastic sur fond de joint ou par la mise en œuvre de toute autre solution visée par le NF DTU 20.1.

Les angles rentrants et sortants sont réalisés à bords droits ou biseautés à bec d'onglet (Figure 16 et Figure 17) et forment également un joint de fractionnement pour lequel le jeu sismique doit être pris en compte (cf. Tableau 3). La réalisation des angles de bâtiment par harpage n'est pas visée.

Du fait du recoupement de la lame d'air à chaque niveau par une console filante, il n'y a pas de cas nécessitant un fractionnement horizontal.

5.2.5 JOINTS DE DILATATION

Conformément au NF DTU 20.1, les joints de dilatation sont traités au moyen de profilés d'habillage fixés au support avant la mise en œuvre des briques BLOCSTAR (Figure 19).

La largeur du joint de dilatation dans le parement est égale à la largeur du joint de dilatation de la structure primaire augmentée de 20 à 40 mm selon la situation sismique (cf. §4.2.7 et Tableau 3).

5.2.6 TÊTE DE MUR - ACROTERE

Conformément au NF DTU 20.1, il convient de protéger la cavité du double mur en tête (mur ou acrotère) contre l'entrée d'eau de pluie, soit par un ouvrage de couverture ou d'étanchéité, soit par une couvertine.

Dans les deux cas il faudra veiller à maintenir une circulation d'air horizontale de 10 mm minimum.

Alternativement, la réalisation des 3 dernières rangées de briques au moins avec joints non garnis de 3 mm minimum permet également la circulation de l'air de la lame de ventilation.

5.2.7 RACCORDEMENT HORIZONTAL AVEC UN AUTRE REVÊTEMENT

En cas de raccordement horizontal entre le parement BLOCSTAR et un revêtement d'une autre nature situé au-dessus du parement BLOCSTAR, il convient de mettre en œuvre une bavette métallique fixée au support dépassant du nu extérieur du parement d'au moins 3 cm, et assurant la ventilation de la lame d'air en tête comme décrit au §5.2.6.

Si le revêtement supérieur est également à lame d'air ventilée, et que la réglementation exige la prise en compte du risque de propagation au feu par les façades, cette bavette devra le cas échéant former un déflecteur tout en respectant les dispositions du référentiel ou de l'appréciation de laboratoire du revêtement de façade concerné.

En cas de raccordement horizontal entre le parement BLOCSTAR et un revêtement d'une autre nature situé en-dessous du parement BLOCSTAR, il convient de respecter les dispositions de protection en tête dudit revêtement.

5.2.8 RACCORDEMENT VERTICAL AVEC UN AUTRE REVÊTEMENT

En cas de raccordement vertical entre le parement BLOCSTAR et un revêtement d'une autre nature, il convient de prévoir un profilé d'habillage vertical permettant le calfeutrement au mastic et fond de joint entre ce profilé et le parement BLOCSTAR.

La largeur du joint de fractionnement entre les deux revêtements devra être égale à la plus grande des deux valeurs entre la largeur du jeu sismique pour le procédé BLOCSTAR (cf. §4.2.7 et Tableau 3) et celle requise pour le jeu sismique du revêtement adjacent.

6 ASSISTANCE TECHNIQUE

Le service technique de TECHNI-PROCESS fournit en première ligne le support technique aux concepteurs et entreprises de pose.

TECHNI-PROCESS s'assure que le fournisseur des consoles, attaches et de leurs fixations réalise leur dimensionnement dans les conditions décrites au §5.1.

En outre, TECHNI-PROCESS fournit une liste des entreprises ou poseurs effectuant la mise en œuvre des maçonneries en briques BLOCSTAR et ayant préalablement reçu l'agrément de mise en œuvre de la part TECHNI-PROCESS.

Une assistance sur chantier est également fournie sur demande lors de la réalisation de la 1^{ère} opération par une entreprise nouvellement agréée.

Le bureau d'études, l'entreprise en charge de la réalisation de la structure, ainsi que le poseur du parement devront se coordonner afin d'assurer la gestion des interfaces entre leurs activités respectives.

7 PRINCIPES DE FABRICATION ET DE CONTROLE DE CETTE FABRICATION

7.1 Briques BLOCSTAR

7.1.1 FABRICATION

Les briques de parement BLOCSTAR sont produites sur presse béton en mode pressé vibré à froid et étuvé à maturation naturelle. Elles sont stockées jusqu'à séchage complet avant livraison.

Agrégats : concassé non lavé, granulométrie 0/2

Ciments : Ciment Gris CEM I 52.5 R CE CP2 NF ; Ciment Blanc CEM I 52.5 R CE CP2 NF

Adjuvants : selon PAQ et MAQ de l'usine

Les granulats sont stockés dans des cases principales en ligne et dans des cases annexes ; l'ensemble est couvert.

Les ciments sont stockés dans des silos séparés.

Les adjuvants NF sont stockés dans des cuves plastiques équipées de pompes volumétriques.

Le durcissement terminé, les produits sont repris par le chariot transbordeur automatique. Le conditionnement est assuré par un palettiseur suivi d'un pas d'housse ou de filmage.

Les palettes sont évacuées par poussage sur un transbordeur bi palettes. Puis mise en stock sur le parc par charriot élévateur.

7.1.2 CONTROLES

Les procédures d'assurance qualité sont en conformité avec les NF EN 771-3 et NF EN 771-3 CN.

7.2 Consoles de supportage

7.2.1 FABRICATION

Les consoles de support sont fabriquées à partir de plats pliés et/ou soudés après découpe laser dans les conditions décrites dans le process interne de fabrication et sont conformes à la NF EN 845-1.

7.2.2 CONTROLES

Les consoles de supportage sont conformes à la NF EN 845-1. Elles font l'objet d'un contrôle visuel systématique en sortie d'atelier.

Les soudures font l'objet d'un contrôle ponctuel à fréquence régulière.

Les certificats d'analyse des matières entrantes sont fournis à intervalles réguliers par leur fournisseur.

8 MENTION DES JUSTIFICATIFS

8.1.1 RESULTATS EXPERIMENTAUX

- Essais sismiques selon Cahier du CSTB 3527 – CSTB Rapports n° EEM 19-26083382 (09/04/2020) et n° EEM 21-05113 (17/12/2021)

8.1.2 AUTRES ELEMENTS

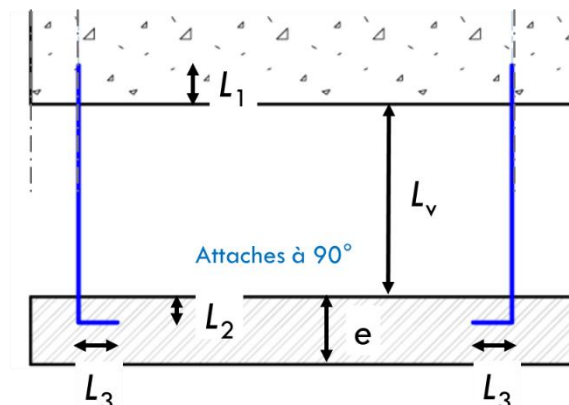
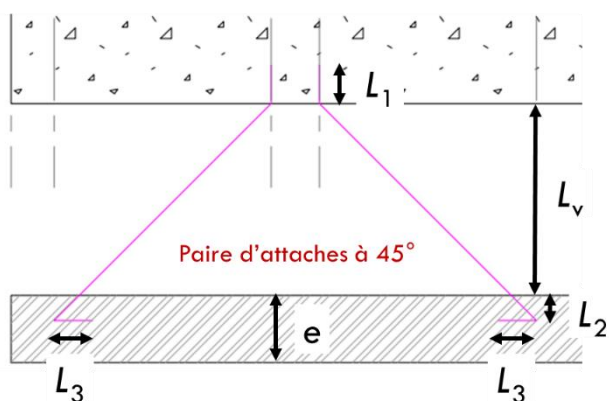
- Note d'interprétation des essais sismiques selon Cahier du CSTB 3527.
- Notes de calcul enveloppe des attaches de liaison, des chevilles et des consoles de supportage renforcées.

Tableau 4 : Longueurs des attaches de liaison à 45° et 90°

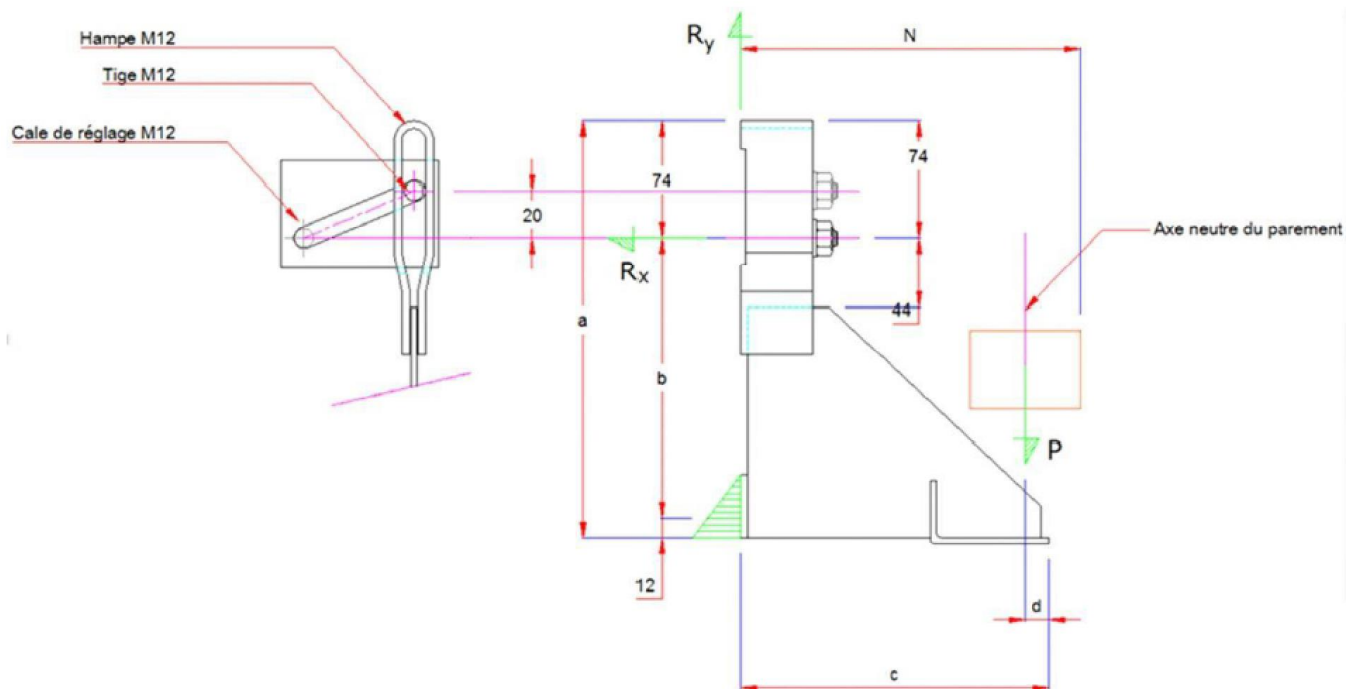
Vide L_v [mm]	Support	Brique		Attaches à 45°		Attaches à 90°	
	Ancrage minimal L_1 [mm]	Ancrage minimal L_2 [mm]	Repli minimal L_3 [mm]	Longueur minimale L_{min} [mm]	Longueur à utiliser L [mm]	Longueur minimale L_{min} [mm]	Longueur à utiliser L [mm]
60	40	35	40	210	210	185	210
70				224	250	195	210
80				239	250	205	210
90				253	275	215	250
100				267	275	225	250
110				281	300	235	250
120				295	300	245	250
130				309	345	255	275
140				323	345	265	275
150				338	345	275	275
160				352	380	285	300
170				366	380	295	300
180				380	380	305	345
190				394	420	315	345
200				408	420	325	345

Les longueurs minimales et à utiliser tiennent compte d'une tolérance de mise en œuvre de 10 mm.

Les vides supérieurs à 200 mm n'ont pas été évalués dans le cadre des essais sismiques.



FIGURES DU DOSSIER TECHNIQUE



Correspondances entre les dimensions et efforts de la figure et celles de la formule du §4.2.5 :

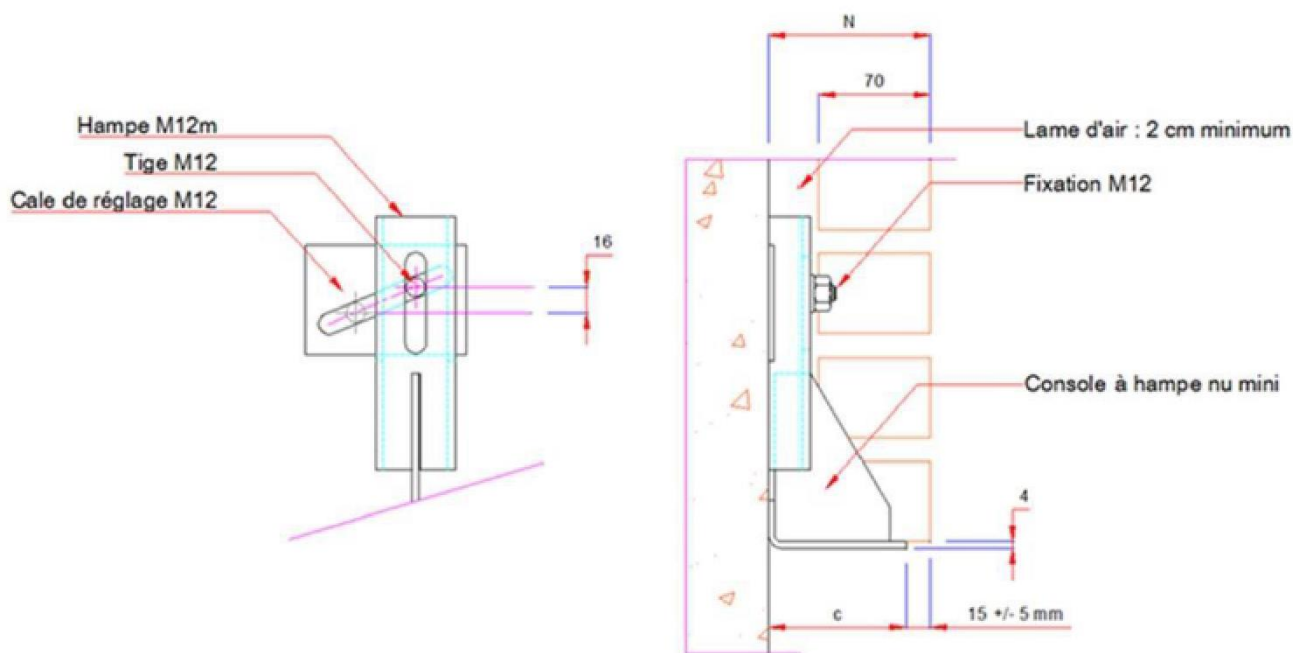
F_k (ici appelé P) charge caractéristique par gousset déterminé selon §4.2.5
 $V_{X,Ed}$ (ici appelé R_y) l'effort de cisaillement vertical induit par la charge F_k
 N_{Ed} (ici appelé R_x) effort d'arrachement généré par le moment induit par l'excentricité e_p de F_k (ou V_{Ed})
 nu (ici appelé N) la distance entre le nu du support et le nu extérieur du parement

$$e_p = nu - \frac{e_{BLOCSTAR}}{2} = c - d$$

l'excentricité de la charge F_k (charge ici appelée P)

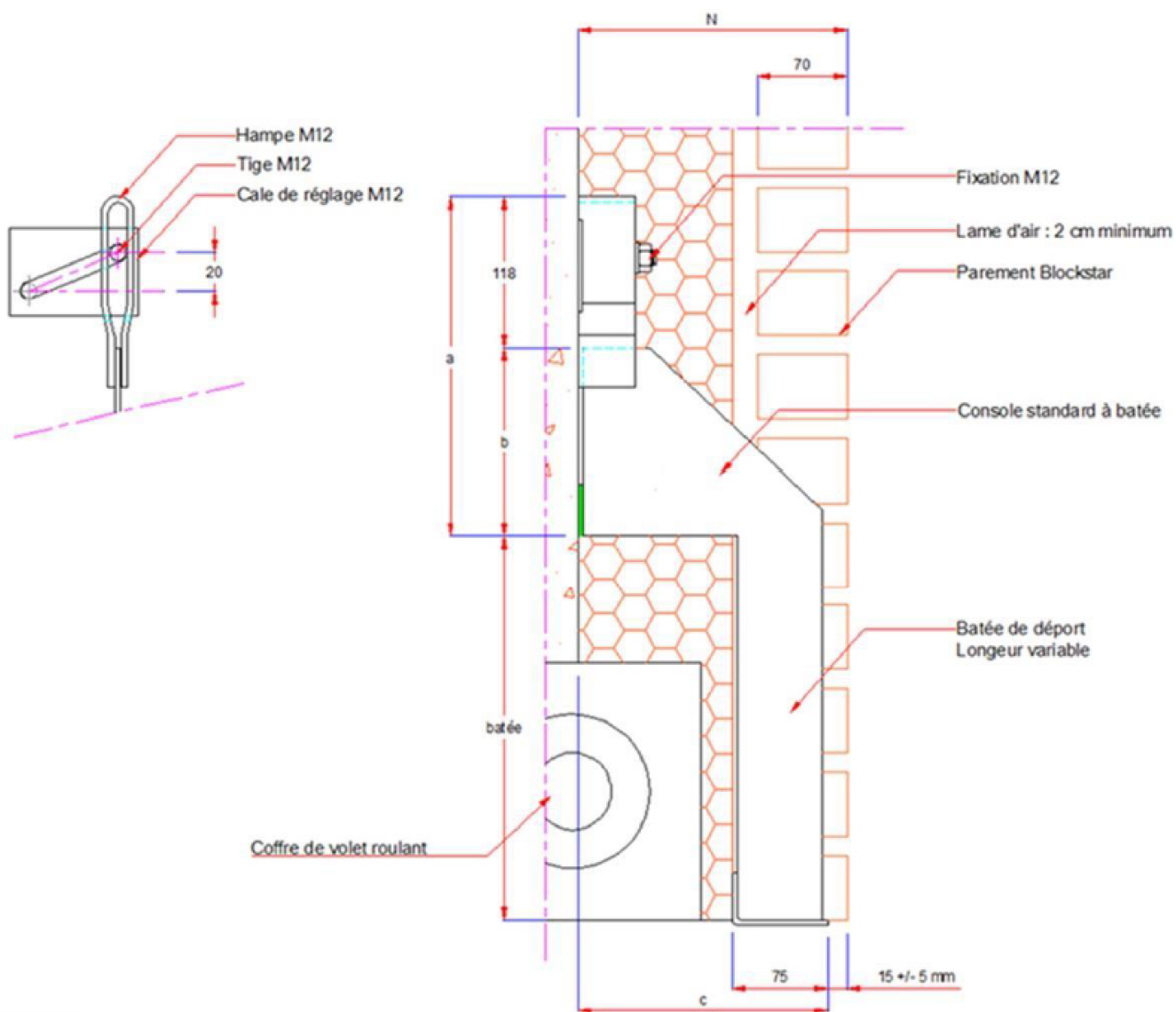
(les bracons ne sont ici pas représentés)

Figure 6 : Principe et dimensions de la console de supportage



cas de l'épaisseur minimale de brique BLOCSTAR (70 mm) et de la lame d'air (20 mm) (les bracons ne sont ici pas représentés)

Figure 7 : Principe de console de supportage avec nu minimum



cas de l'épaisseur minimale de brique BLOCSTAR (70 mm) (les bracons et croix de St-André ne sont ici pas représentés)

Figure 8 : Principe de console de supportage avec batée (devant caisson de volet roulant)

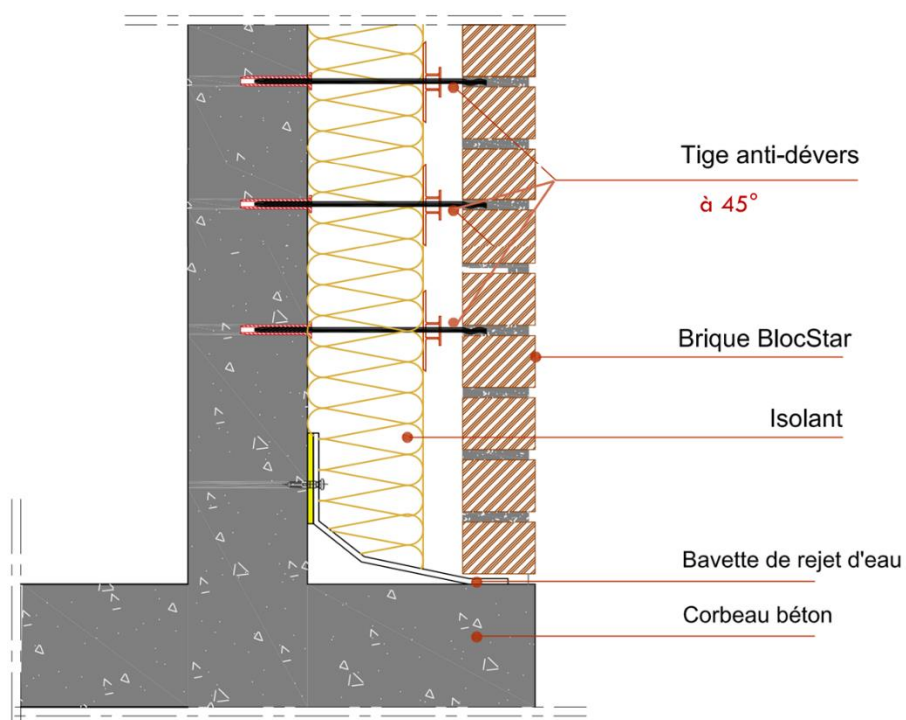


Figure 9 : Appui du 1er rang sur fondation, dalle ou corbeau béton (1 seul niveau)

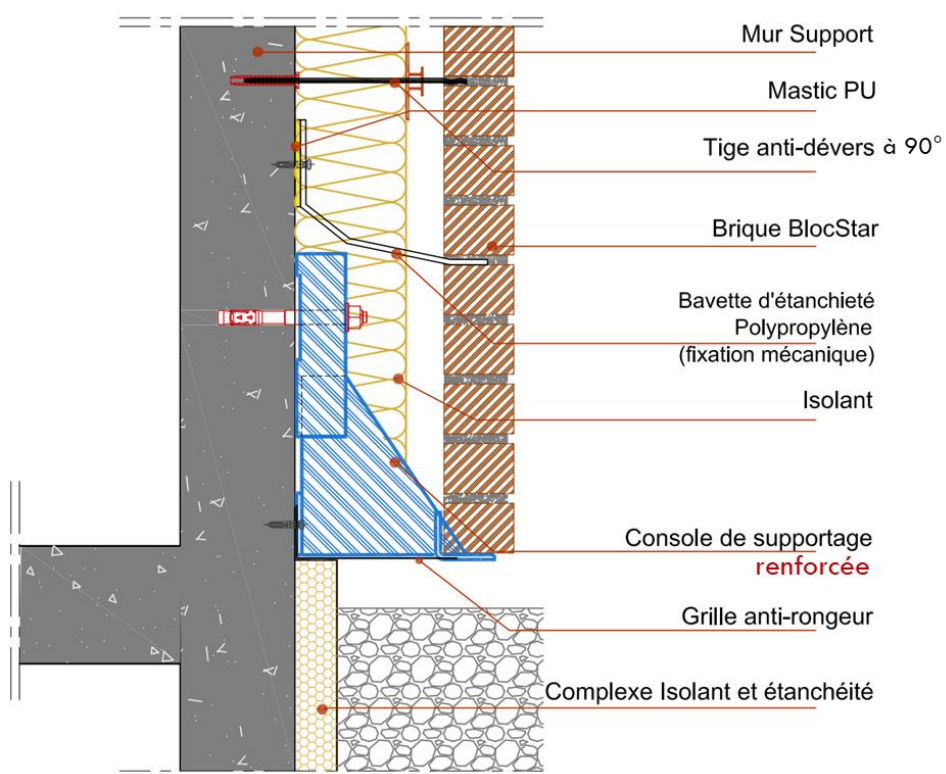


Figure 10 : Appui du 1er rang sur console de supportage renforcée (1 seul niveau)

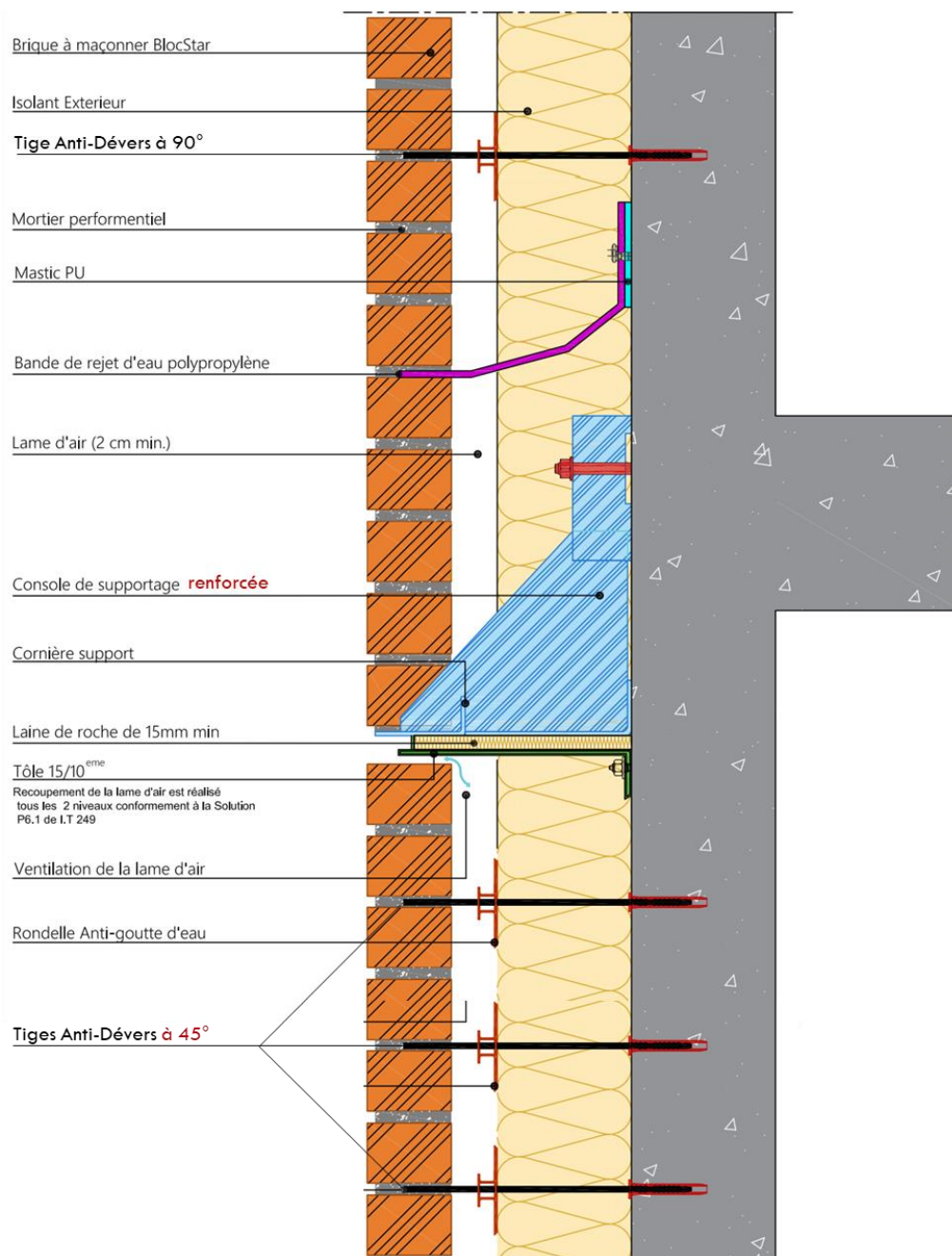


Figure 11 : Appui sur console de supportage renforcée et recouvrement de la lame d'air : ici avec tôle de protection vis-à-vis du risque de propagation du feu par la façade (cf. AL18-244)

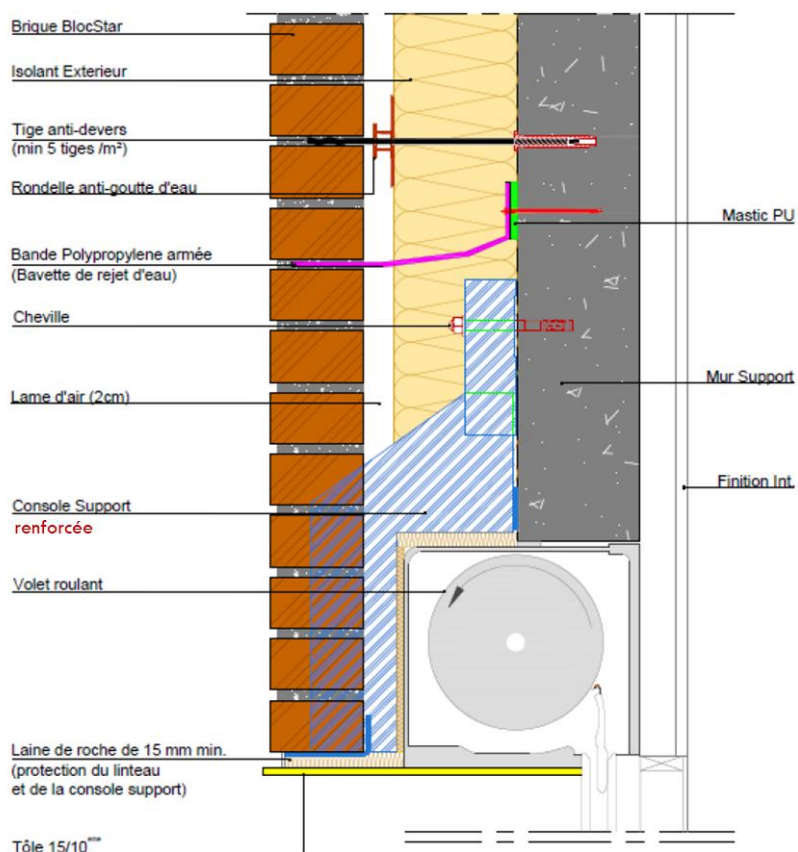


Figure 12 : Linteau (avec caisson de volet roulant) avec consoles de supportage renforcée à batée : ici avec tôle de protection vis-à-vis du risque de propagation du feu par la façade (cf. AL18-244)

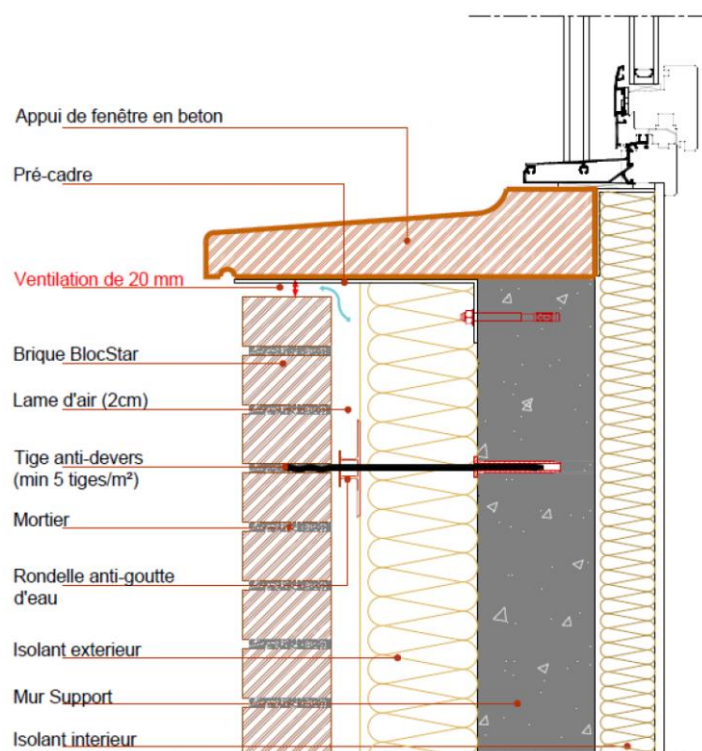


Figure 13 : Exemple d'appui de baie en béton

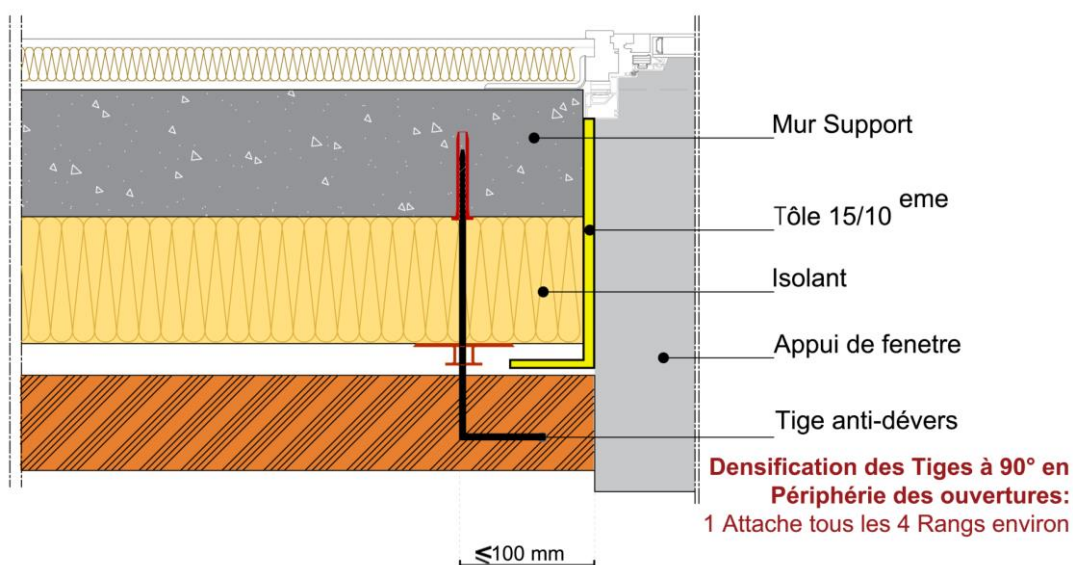


Figure 14 : Exemple de tableau de menuiseries avec densification des tiges à 90° en périphérie

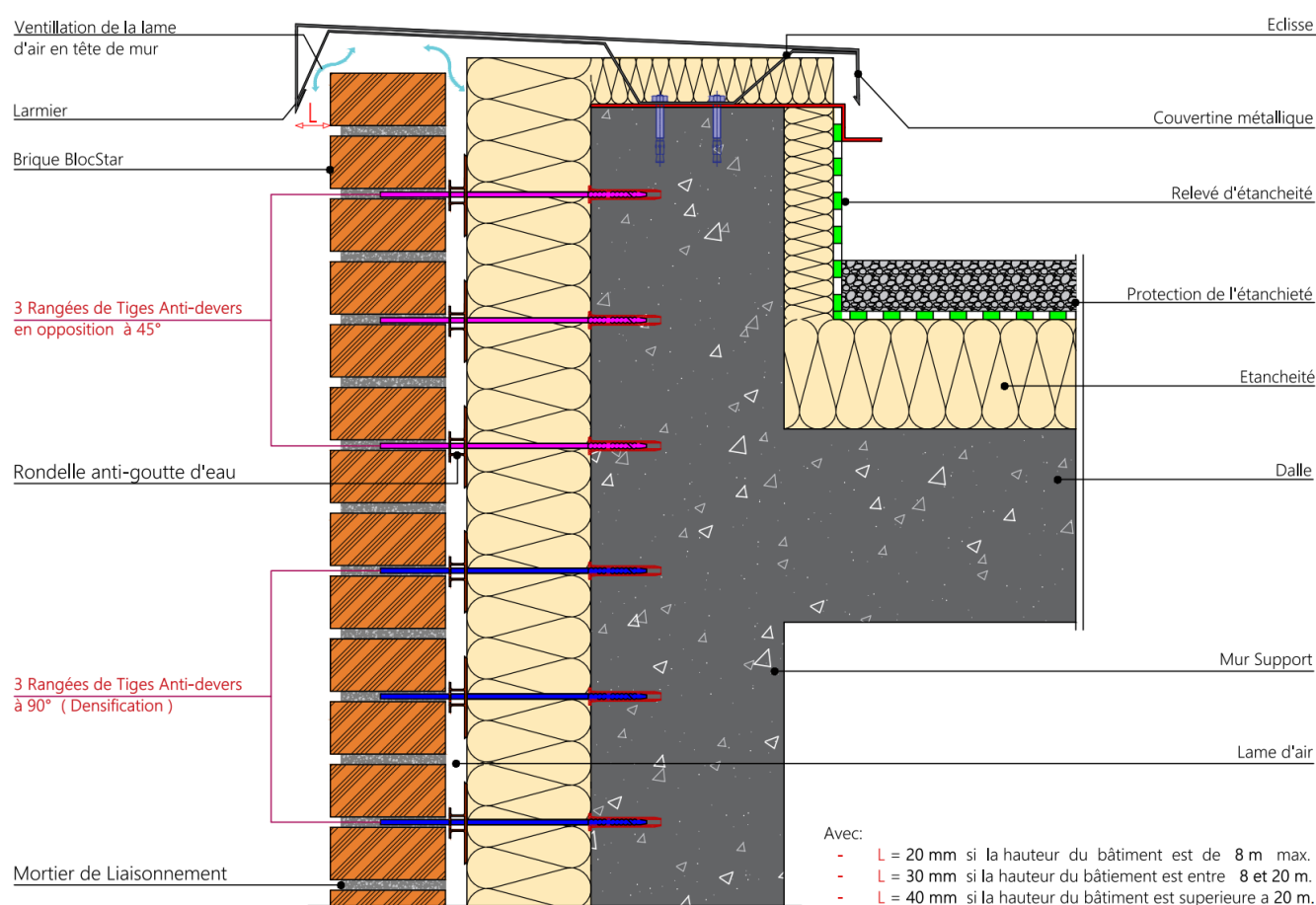
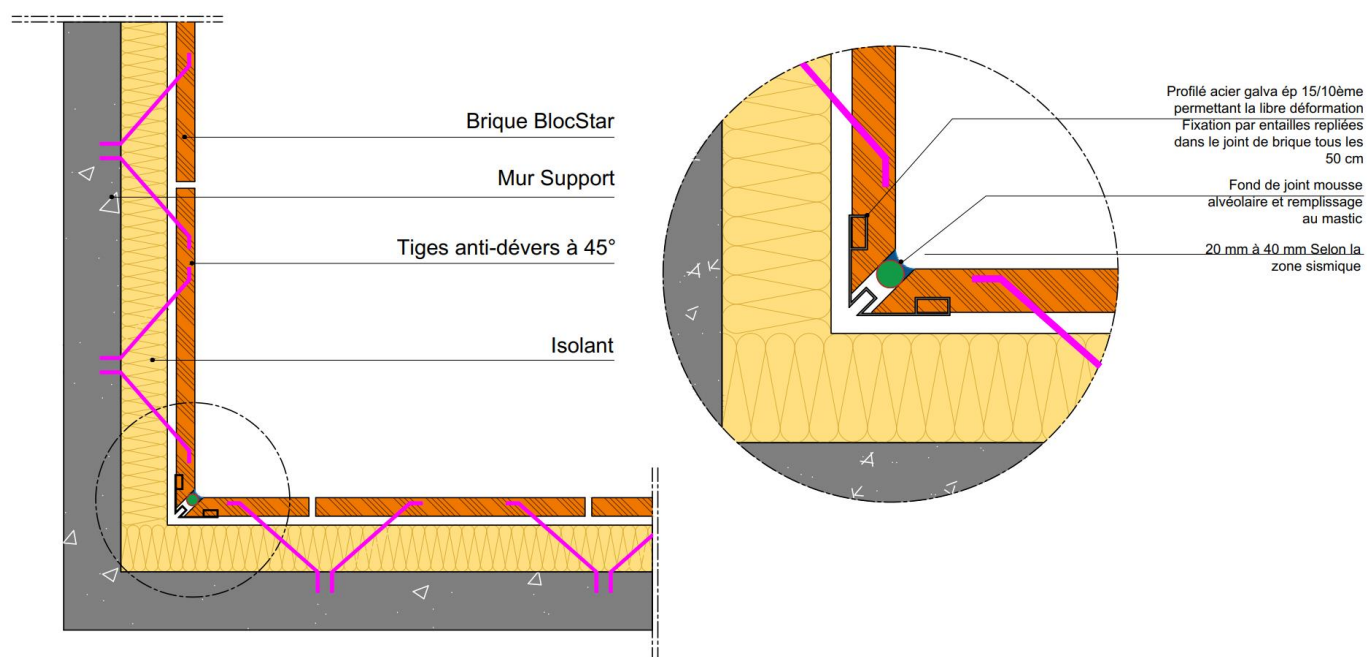
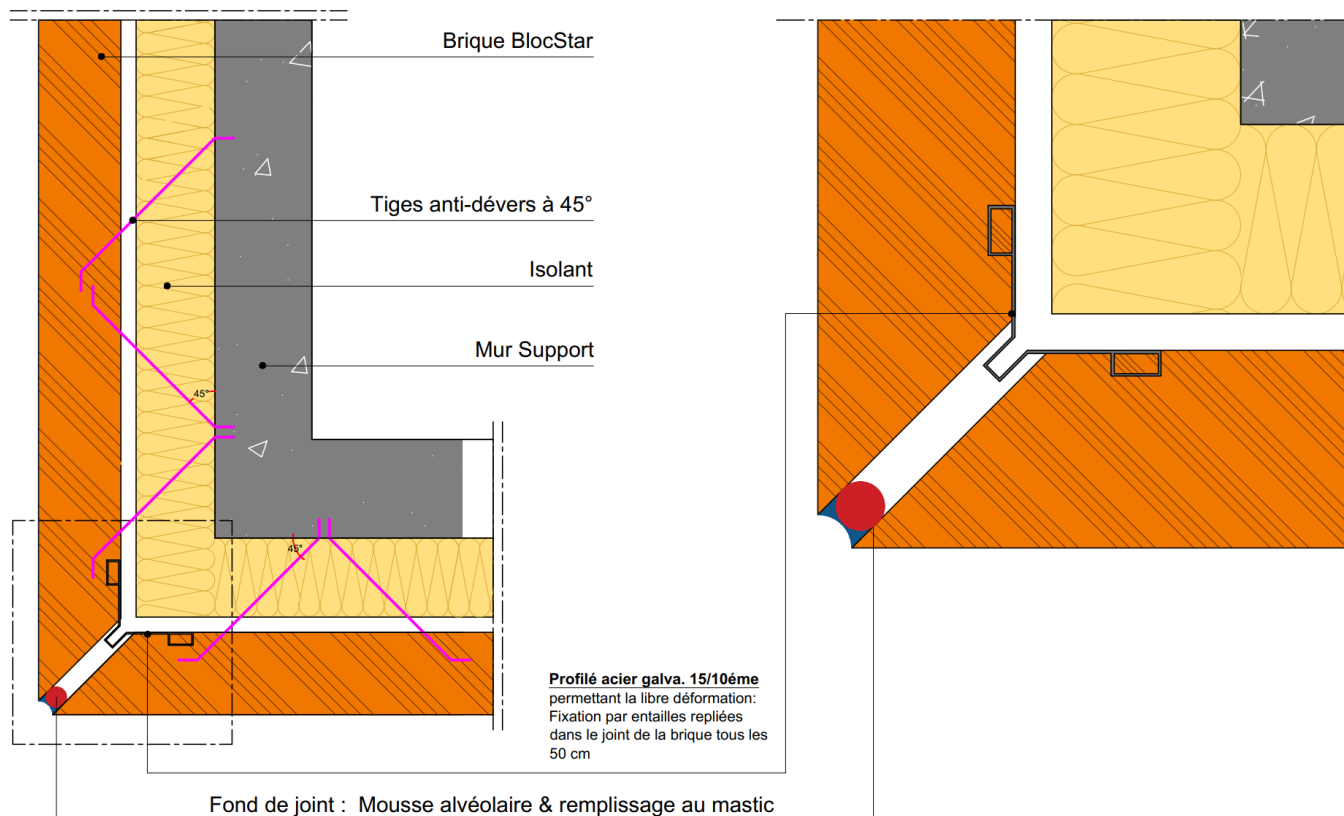


Figure 15 : Exemple de traitement au droit d'un acrotère



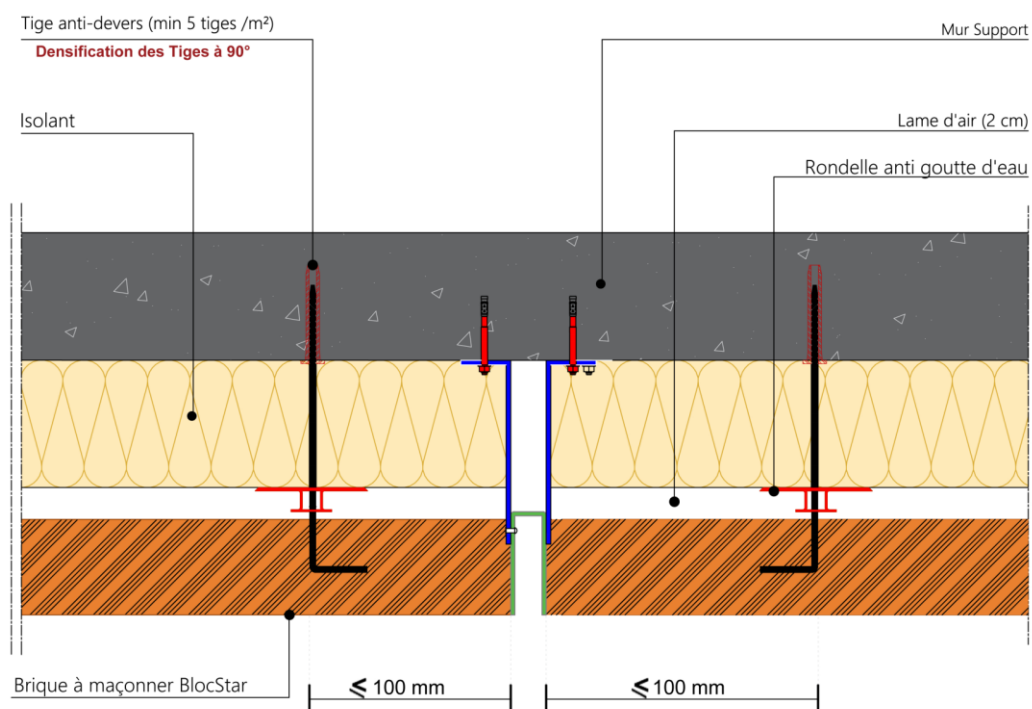
(coupe au droit des rangées d'attaches à 45°)

Figure 16 : Angle rentrant – Joint à coupe biseautée (bec d'onglet)



(coupe au droit des rangées d'attaches à 45°)

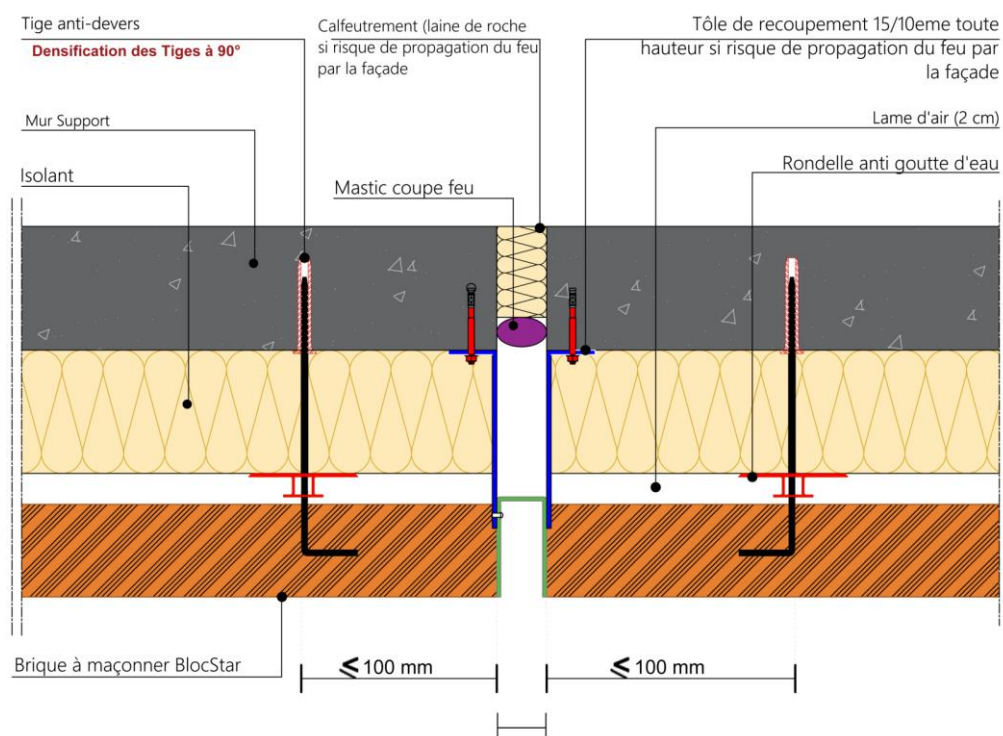
Figure 17 : Angle sortant – Joint à coupe biseautée (bec d'onglet)



Joint de fractionnement de 20 ou 40 mm selon situation sismique (cf. Tableau 3)

(densification des attaches à 90° - environ 1 toutes les 4 rangées de brique)

Figure 18 : Joint de fractionnement vertical



Joint de dilatation = largeur du joint de la structure + 20 ou 40 mm selon situation sismique (cf. Tableau 3)

(densification des attaches à 90° - environ 1 toutes les 4 rangées de brique)

Figure 19 : Joint de dilatation