

Sur le procédé

TECHNIBEMO

Famille de produit/Procédé : Mur en blocs en béton

Titulaire(s) : **Société G.G.I.**

AVANT-PROPOS

Les avis techniques et les documents techniques d'application, désignés ci-après indifféremment par Avis Techniques, sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction **des éléments d'appréciation sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés** dont la constitution ou l'emploi ne relève pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Le présent document qui en résulte doit être pris comme tel et n'est donc **pas un document de conformité ou à la réglementation ou à un référentiel d'une « marque de qualité »**. Sa validité est décidée indépendamment de celle des pièces justificatives du dossier technique (en particulier les éventuelles attestations réglementaires).

L'Avis Technique est une démarche volontaire du demandeur, qui ne change en rien la répartition des responsabilités des acteurs de la construction. Indépendamment de l'existence ou non de cet Avis Technique, pour chaque ouvrage, les acteurs doivent fournir ou demander, en fonction de leurs rôles, les justificatifs requis.

L'Avis Technique s'adressant à des acteurs réputés connaître les règles de l'art, il n'a pas vocation à contenir d'autres informations que celles relevant du caractère non traditionnel de la technique. Ainsi, pour les aspects du procédé conformes à des règles de l'art reconnues de mise en œuvre ou de dimensionnement, un renvoi à ces règles suffit.

Groupe Spécialisé n° 16 - Produits et Procédés spéciaux pour la maçonnerie

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V1	Première version examinée par le GS n° 16 le 13 novembre 2024	AKKAOUI Abdessamad	JURASZEK Nicolas

Descripteur :

Le procédé sous dénomination commerciale TECHNIBEMO® est un système de maçonnerie en blocs béton de granulats courants rectifiés dont les principales alvéoles sont remplies de mousse minérale AIRCIMAT. Les blocs sont assemblés par des joints horizontaux minces en mortier colle à joint mince.

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé.....	4
1.1.	Domaine d'emploi accepté	4
1.1.1.	Zone géographique	4
1.1.2.	Ouvrages visés.....	4
1.2.	Appréciation.....	4
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé	4
1.2.2.	Durabilité	6
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	6
2.	Dossier Technique.....	7
2.1.	Mode de commercialisation	7
2.1.1.	Coordonnées.....	7
2.1.2.	Mise sur le marché.....	7
2.1.3.	Identification.....	7
2.2.	Description.....	7
2.2.1.	Principe.....	7
2.2.2.	Caractéristiques des composants	7
2.3.	Dispositions de conception	10
2.3.1.	Résistance sous charges verticales.....	10
2.3.2.	Résistance sous charges latérales	11
2.3.3.	Contreventement des maçonneries chaînées.....	11
2.3.4.	Contreventement des maçonneries non armées	12
2.3.5.	Données essentielles aux vérifications	12
2.3.6.	Dispositions parasismiques.....	13
2.4.	Dispositions de mise en œuvre	14
2.4.1.	Principe général de pose	14
2.4.2.	Réalisation des points singuliers	15
2.4.3.	Etanchéité à l'air du bâtiment	20
2.4.4.	Condensation dans les parois.....	20
2.4.5.	Murs de soubassement	20
2.4.6.	Mode de fixation des objets lourds	20
2.4.7.	Protection collective	20
2.4.8.	Réservations et saignées.....	21
2.4.9.	Revêtements intérieurs et extérieurs.....	21
2.4.10.	Dispositions parasismiques.....	21
2.5.	Maintien en service du produit ou procédé	21
2.6.	Traitement en fin de vie	21
2.7.	Assistance technique.....	21
2.8.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	22
2.8.1.	Blocs TECHNIBEMO □	22
2.8.2.	Mousse minérale AIRCIMAT □	22
2.9.	Mention des justificatifs.....	23
2.9.1.	Résultats expérimentaux.....	23
2.9.2.	Références chantiers	24

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre 2 « Dossier Technique » ci-après a été examiné par le Groupe Spécialisé qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

L'Avis a été formulé pour les utilisations en France Métropolitaine

1.1.2. Ouvrages visés

Le procédé est destiné à la réalisation de bâtiments à usage courant au sens du NF DTU 20.1.

Le procédé TECHNIBEMO® n'est pas destiné à la réalisation des murs de soubassement ni des murs enterrés.

Des limitations peuvent résulter des calculs de résistance mécanique et du domaine d'emploi du PV feu rappelées dans le présent document.

Le procédé peut être utilisé pour la réalisation d'ouvrages en maçonnerie chaînée ou non armées. Pour les bâtiments soumis à exigences parasismiques (zones 2 à 4 uniquement), les maçonneries porteuses doivent obligatoirement être chaînées au sens de la NF EN 1998-1 (Eurocode 8). Ainsi, les maçonneries non armées ne sont pas visées pour la réalisation d'ouvrages nécessitant des prescriptions parasismiques au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

1.2.1.1. Stabilité

La stabilité des bâtiments est normalement assurée moyennant l'application des règles de conception, de calcul et de mise en œuvre habituelles des maçonneries de blocs creux en béton de granulats courants et légers. L'utilisation du mortier de joints minces n'entraîne pas de modification sensible dans le comportement mécanique de la maçonnerie.

1.2.1.2. Sécurité en cas d'incendie

1.2.1.2.1. Résistance au feu

Le procédé permet de satisfaire à la réglementation incendie pour le domaine d'emploi visé, dans la limite du domaine de validité du Procès-Verbal de classement n° RS20-046 du CSTB. Ce dernier permet d'attester de performances de résistance au feu **REI30** dans les conditions données dans ce document et rappelées au chapitre §2.9.1.6 du Dossier Technique. Le chargement vertical de ces murs est limité à 11 500 daN/m pour une hauteur maximale de 3,00 m sans chaînage intermédiaire. Il est rappelé que la charge de calcul en situation d'incendie ne peut pas dépasser celle calculée à froid.

1.2.1.2.2. Réaction au feu

Compte tenu de la nature des matériaux constitutifs des maçonneries en blocs TECHNIBEMO®, celles-ci ne posent pas de problème particulier de réaction au feu dans le domaine d'emploi accepté (classement conventionnel en réaction au feu A1). La classe de réaction au feu de la mousse minérale AIRCIMAT® selon la NF EN 13501-1+A1 (2013) est A1 selon le rapport de classement n°P190016 du laboratoire LNE.

1.2.1.3. Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

Le procédé ne présente pas de risque particulier de ce point de vue.

Moyennant les précautions indiquées dans les Dossier Technique, la stabilité des murs en cours de construction, notamment vis-à-vis des sollicitations dues au vent, est convenablement assurée.

Les poids des différents blocs de la gamme sont comme suit :

Nom	Masse (kg)
Bloc TECHNIBEMO® standard	20

Ce poids est inférieur à la charge maximale sous condition de manutention établie par la norme NF X35-109 à 25 kg.

1.2.1.4. Pose en zones sismiques

L'utilisation du procédé en zone sismique est visée dans le présent document. Le procédé peut être utilisé pour la réalisation d'ouvrages nécessitant des dispositions parasismiques au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié, à condition de respecter les prescriptions détaillées dans le paragraphe §2.3.6 en conception et le paragraphe §2.4.10 en mise en œuvre.

Pour les bâtiments soumis à exigences parasismiques (zones 2 à 4 uniquement), les maçonneries porteuses doivent obligatoirement être chaînées au sens de la NF EN 1998-1 (Eurocode 8). Ainsi, les maçonneries non armées ne sont pas visées pour la réalisation d'ouvrages nécessitant des prescriptions parasismiques au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié.

En zones sismiques, pour la réalisation des chaînages horizontaux et verticaux, il convient de respecter les dispositions décrites au paragraphe §2.3.6 du présent document et au paragraphe §2.4.2.3 pour la réalisation des liaisons façade-refends.

1.2.1.5. Isolation thermique

Le procédé peut permettre de satisfaire aux exigences réglementaires, étant entendu que les déperditions thermiques ne dépendent pas du seul procédé et qu'une vérification par le calcul, conduite conformément aux « règles Th-Bât », doit être faite dans chaque cas à partir des indications données ci-après.

La résistance thermique de la paroi maçonnée du procédé TECHNIBEMO® ainsi que la conductivité thermique de la mousse de remplissage des blocs sont définies comme suit :

Matériaux	Résistance thermique (m ² .K/W) (Joints verticaux secs)
Paroi maçonnée + Mousse minérale AIRCIMAT®	1,09

La résistance thermique est définie par la Consultation technologique du CERIB n°014114.

Il est à rappeler que ces valeurs ne valent que :

- Pour les blocs TECHNIBEMO® décrits dans le Dossier Technique.
- Pour un montage avec les mortiers de joints minces définis dans ce même dossier.
- Sous réserve d'autocontrôles réguliers de la masse volumique sèche des matériaux constitutifs et des contrôles externes prévus dans le référentiel de la certification visée.

1.2.1.6. Isolation acoustique

Les essais acoustiques réalisés ont permis d'apprécier l'isolement acoustique contre les bruits aériens des parois en blocs TECHNIBEMO® avec des joints horizontaux et verticaux remplis. Les résultats obtenus sont (Rw (C, C tr)) :

Revêtement extérieur	Revêtement intérieur	Rw(C ;Ctr)
Enduit ciment 13 mm	Aucun	47 (-1 ; -3)
Enduit ciment 13 mm	Doublage sur ossature : laine de verre GR32 140 mm avec pare-vapeur et BA13	72 (-2 ; -8)
Enduit ciment 13 mm	Complexe de doublage PSEE collé Pregymax 140+13	61 (-3 ; -11)

La réglementation portant sur la performance finale de l'ouvrage, la satisfaction à cette dernière vis -à-vis des bruits aériens provenant de l'espace extérieur peut être estimée par application de la norme NF EN ISO 12354-3 à partir des performances intrinsèques des produits mesurés en laboratoire.

1.2.1.7. Comportement hygrothermique

Des études ont été menées sous différents climats extérieurs (plaine et montagne) et faisant varier le type et l'épaisseur de l'isolant placé du côté intérieur. Aucun point sensible susceptible de poser des problèmes de durabilité ou de développement fongique n'a été identifié (cf. Consultation Technologique n°021537 du CERIB).

1.2.1.8. Étanchéité des murs à l'eau

L'étanchéité à l'eau des murs de façade est convenablement assurée, moyennant le respect des conditions d'exposition définies à l'article 3.2 de la partie 3 du NF DTU 20.1.

- Pour les murs isolés à l'intérieur, les blocs TECHNIBEMO® permettent de réaliser des murs de type IIa, IIb ou IV tels que définis au chapitre 3 de la partie 3 du NF DTU 20.1 ;
- Pour les murs isolés par l'extérieur, les blocs TECHNIBEMO® permettent de réaliser des murs de type XI à XIV tels que définis au chapitre 3 de la partie 3 du NF DTU 20.1, en fonction du procédé d'isolation par l'extérieur retenu.

1.2.1.9. Risque de condensation superficielle

Du fait du mode d'isolation répartie qui caractérise ce mur, et des possibilités de correction efficace des ponts thermiques qu'il permet, les risques de condensation superficielle apparaissent limités.

D'autre part, le procédé TECHNIBEMO® répond au chapitre 6 du NF DTU 20.1 P3 portant sur l'isolation des parois.

1.2.1.10. Confort d'été

Pour la détermination de la classe d'inertie thermique des logements, qui constitue un facteur important du confort d'été, les murs extérieurs de ce procédé appartiennent à la catégorie des parois à isolation répartie de type béton de granulats courants et légers. La détermination de la classe d'inertie est à effectuer conformément aux règles « Th-Bât ».

1.2.1.11. Qualité de l'air intérieur

Les émissions polluantes volatils de TECHNIBEMO® sont classées A+ selon le décret n°2011-321 du 23 mars 2011 relatif à l'étiquetage des produits de construction.

1.2.1.12. Aspects sanitaires

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

1.2.1.13. Données environnementales

Le procédé TECHNIBEMO® ne dispose d'aucune Déclaration Environnementale (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

1.2.2. Durabilité

Les matériaux constitutifs du mur ne posent pas de problème de durabilité intrinsèque. La durabilité des parements intérieurs en plaques de plâtre peut être estimée similaire à celle des parements identiques appliqués sur supports traditionnels.

Sous réserve d'un strict respect d'un délai minimal de stockage en usine des blocs de 14 jours après moulage, la durabilité des maçonneries en blocs TECHNIBEMO® est équivalente à celle des maçonneries traditionnelles en blocs de béton de même nature.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Le groupe attire l'attention sur les dispositions constructives nécessaires pour les maçonneries chaînées et non armées hors exigences sismiques. Les dispositions constructives des maçonneries chaînées correspondent à celles de l'Eurocode 6. Les dispositions constructives des maçonneries non armées correspondent à celles prévues par le NF DTU 20.1 pour les maçonneries chaînées (section béton, section armatures...).

Il est également rappelé que les maçonneries non armées ne sont pas utilisables pour les bâtiments nécessitant des dispositions parasismiques.

2. Dossier Technique

Issu des éléments fournis par le titulaire et des prescriptions du Groupe Spécialisé acceptées par le titulaire

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

Titulaires : Siège : GGI
Route de la Carrière
73100 Grésy-sur-Aix

Site de fabrication : GGI
556, Route de la Peyrouse
73800 La Chavanne

GGI Béton a transmis à l'usine du groupe Plattard, situé au :

Siège : Plattard SAS Villefranche
414, avenue de la Plage
69654 Villefranche S/S Cedex,

Un cahier de charges pour la production et les contrôles des produits objet de présente demande d'Avis Technique (Cf. Annexe).

2.1.2. Mise sur le marché

En application du Règlement (UE) n°305/2011, les éléments de maçonnerie en béton de granulats font l'objet d'une déclaration des performances (DdP) établie par le fabricant sur la base de la norme NF EN 771-3. Les produits conformes à cette DdP sont identifiés par le marquage CE.

De même, en application du Règlement (UE) n°305/2011, le mortier fait l'objet d'une déclaration des performances (DdP) établie par le fabricant sur la base de la norme NF EN 998-2. Les produits conformes à cette DdP sont identifiés par le marquage CE.

2.1.3. Identification

Les produits sont marqués par jet d'encre à la fréquence de 5 % par unité de conditionnement. Le marquage comprend l'identification de l'usine productrice, le logo CE, logo QB, le quantième et l'année de fabrication du bloc, la classe de résistance et le « S » pour la pose en zone sismique.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Le procédé sous dénomination commerciale TECHNIBEMO® est un système de maçonnerie en blocs de béton de granulats courants rectifiés dont les principales alvéoles sont remplies d'un isolant en mousse minérale AIRCIMAT®.

Les blocs sont hourdés par un mortier pour joints minces.

Les joints verticaux à emboîtement sont également encollés par joints minces, pour l'application en zones sismiques. Dans le cas d'une application en zones non sismiques, les joints verticaux à emboîtement doivent être encollés dans les cas prévus au paragraphe 5.3.5 du NF DTU 20.1 P1-1.

Les points singuliers, comme les coffrages de rives de plancher, sont traités soit par de produits traditionnels en béton de granulats courants, soit par d'autres procédés sous Avis Techniques.

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Blocs standard

Le bloc standard d'une hauteur de 199 mm est constitué d'un bloc creux de granulats courants et muni de deux alvéoles débouchantes séparées par un renfort central. Les alvéoles sont remplies de mousse minérale AIRCIMAT® développée par Vicat. La description du procédé et les plans côtés des produits se trouvent dans les figures ci-dessous.

Les blocs TECHNIBEMO® sont conformes aux exigences de la norme NF EN 771-3..

La résistance thermique d'une paroi de blocs standards est de 1,09 m².K/W (joints horizontaux, joint minces et joints verticaux secs). Les faces verticales des blocs comportent des emboîtements latéraux.

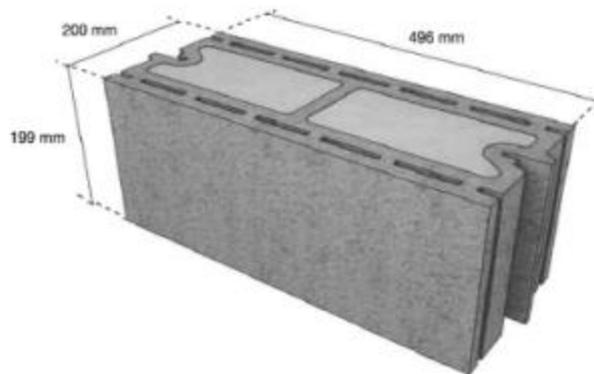


Figure 1: Bloc TECHNIBEMO® standard

Caractéristiques	Performance déclarée
Tolérance dimensionnelle	Classe D4
Résistance à la compression	Classe B60
Résistance thermique	1,09 m ² .K/W (*)

(*) La résistance thermique du bloc a été déterminée par simulations numériques au CERIB (Voir paragraphe § 2.9.1.8).

2.2.2.2. Blocs accessoires

2.2.2.2.1. Deux accessoires standard, bloc angle 50, bloc angles et mini standard, blocs double angle, blocs arases

Les blocs d'angles disposent d'un évidement circulaire de 15 cm pour permettre la réalisation de chaînages verticaux en zone sismique (chaînages verticaux d'angle, en façade et de part et d'autre des ouvertures en zone sismiques).

Les dimensions réelles des différents produits sont résumées dans le tableau suivant :

Type de bloc	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Hauteur (mm)	Avec Mousse
Standard	496	200	199	OUI
Deux accessoires standard	496	200	199	OUI
Angles 50	496	200	199	OUI
Angles et mini standard	496	200	199	OUI
Double Angle	496	200	199	NON
Arase	496	200	199	OUI

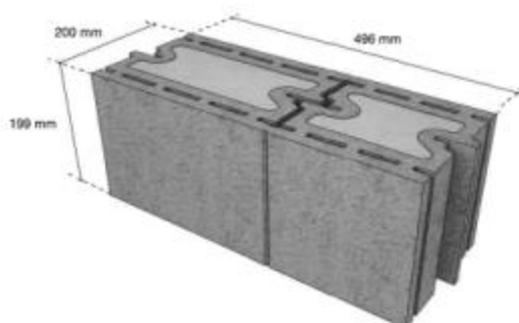


Figure 2: Bloc TECHNIBEMO® deux accessoires standard

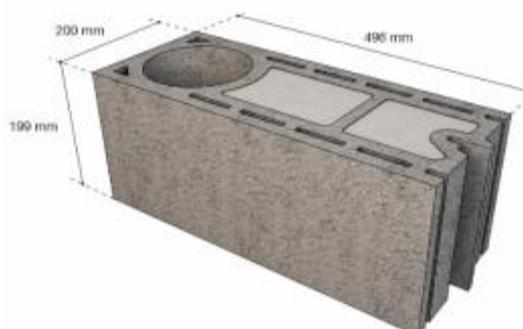


Figure 3: Bloc TECHNIBEMO® angles 50

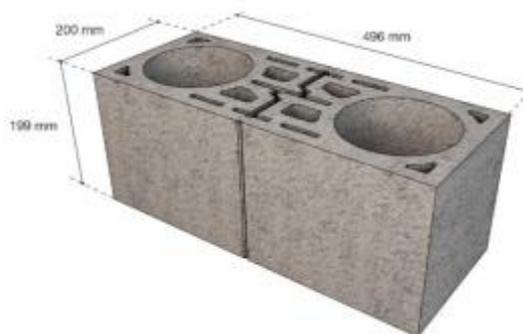
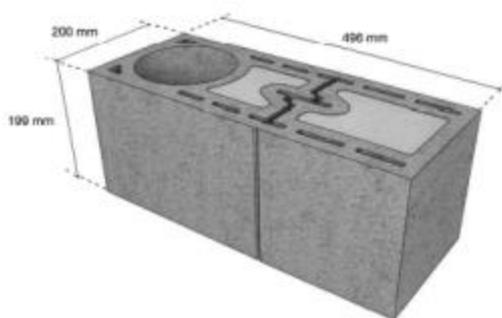
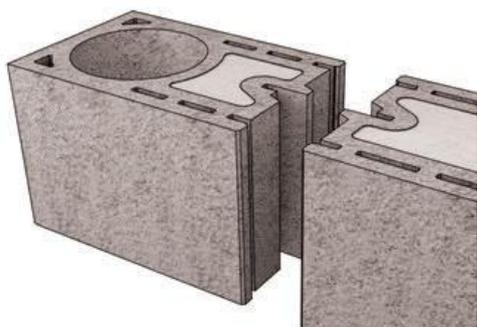


Figure 4: Bloc TECHNIBEMO® angles et mini standard

Figure 5: Bloc TECHNIBEMO® double angle

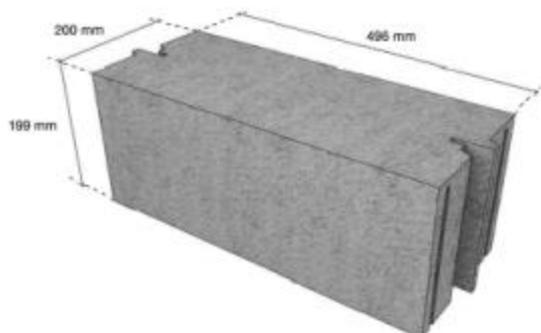


Figure 6: Bloc TECHNIBEMO® arase

2.2.2.2.2. Bloc de chaînage horizontal

Le profil en U traditionnel de l'industrie du bloc béton et conforme au NF DTU 20.1 permet la réalisation de chaînages horizontaux et la confection des linteaux. Il est disponible en section de 15 cm d'épaisseur pour les zones sismiques.

2.2.2.2.3. Planelle

Les planelles sont des éléments servant de coffrage de rive de plancher.

Les planelles doivent être conformes au NF DTU 20.1 et présenter une épaisseur comprise entre 5 et 6,5 cm. Elles sont sans isolant intégré ou rapporté.

Des planelles non traditionnelles, sous Avis Technique en cours de validité visant les blocs en béton, sont également utilisables. En situation sismique, seules les planelles de 5 cm sont utilisables.

2.2.2.2.4. Mortier de montage

Pose collée (montage à joints horizontaux et/ou verticaux minces). Le mortier joint mince VPI dispose du marquage CE selon la norme NF EN 998-2 « montage » et du certificat QB11 N° 306-33 MM 628 des mortiers de montage.

2.2.2.2.5. Rouleau applicateur

Le rouleau applicateur du bloc TECHNIBEMO® permet l'étalement régulier du mortier colle des joints horizontaux en zone sismique et non sismique.

La pelle sismique permet l'étalement régulier du mortier colle des joints verticaux en zones sismiques.

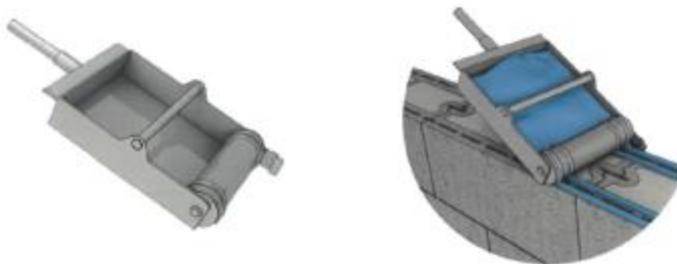


Figure 7: Rouleau applicateur TECHNIBEMO® avec 4 lignes de colle

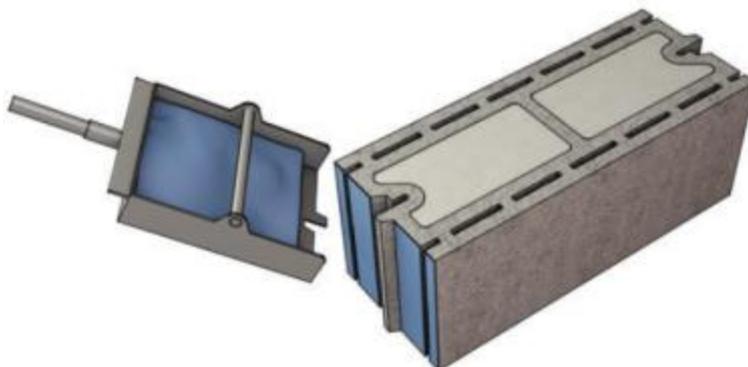


Figure 8: Pelle sismique chants verticaux

2.2.2.2.6. Caractéristiques de la mousse minérale AIRCIMATE[®]

La mousse minérale AIRCIMATE[®] destinée aux alvéoles des blocs présente les propriétés suivantes :

- Masse volumique sèche : 115 kg/m³, tolérance +/- 15 kg/m³ ;
- Conductivité thermique utile : 0,052 W/m.K selon fractile 90/90 ;
- Réaction au feu selon NF EN 13501-1 A1 : 2013 : Euro Classe A1 ;
- Durabilité vis-à-vis du gel – dégel : intégrité préservée après 25 cycles de gel/dégel.

La mousse minérale AIRCIMATE[®] possède un ETPM : n°ETPM-23/0086_V1 du 13/09/2023.

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Résistance sous charges verticales

À l'état-limite ultime, la valeur de calcul de la charge verticale appliquée par mètre de longueur de mur N_{Ed} (Obtenu suivant les normes NF EN 1990 et 1991) doit être inférieure ou égale à la valeur de calcul de la résistance aux charges verticales, N_{Rd} , exprimée en MN/m et donnée par l'expression suivante :

$$N_{Rd} = \frac{\varphi \cdot t \cdot f_k}{\gamma_M}$$

Limitée dans le cas des murs de façade à :

$$N_{Rd} \leq N_{Rdmax} = \frac{0,202}{\gamma_M} \text{ MN/ml}$$

Avec :

- t : épaisseur de la maçonnerie, en mètres ;
- f_k : résistance caractéristique de la maçonnerie, exprimée en MPa ;
- γ_M : coefficient partiel de sécurité sur la résistance de la maçonnerie ;
- φ : coefficient de réduction pour tenir compte de l'élançement du mur, l'excentricité des charges verticales appliquées et l'effet de fluage pris sur l'épaisseur totale du bloc ;
- N_{Rdmax} : résistance maximale de la maçonnerie d'un mur de façade.

Les valeurs de φ peuvent être calculées de deux façons :

1. Méthode standard : Calcul suivant NF EN 1996-1-1, §6.1
2. Méthode simplifiée

Si on respecte les prescriptions des règles NF EN 1996-3, §4.2 et les hypothèses ci-dessous :

- Elancement des murs < 20 ;
- Portée du plancher ≤ 6 m ;

- Hauteur libre d'un étage ≤ 3 m ;

On peut utiliser les valeurs de φ ci-dessous (calculées suivant la méthode simplifiée NF EN 1996-3, §4.2.2.3) :

Epaisseur mur	t (m)	0.20
Murs intermédiaires	Φ centré	0,60
Murs servant d'appui en rive aux planchers	Φ excentré	0,55
Murs de niveau le plus élevé	Φ excentré	0,40

Pour les murs de bâtiments soumis à exigences réglementaires en matière de résistance au feu, la charge verticale N_{Ed} pondérée par le coefficient de réduction η doit être inférieure ou égale à la valeur de la charge maximale indiquée dans le Procès-Verbal de classement. On prendra par défaut $\eta_{fi} = 0,7$. En outre, la hauteur maximale du mur est limitée à la valeur indiquée dans ce Procès-Verbal.

2.3.2. Résistance sous charges latérales

Pour le calcul des murs soumis à des pressions hors plan, les résistances caractéristiques en flexion sont données dans l'Annexe Nationale AN.3 de la norme NF EN 1996-3 :

- $f_{yk1} = 0,20$ N/mm² (résistance en flexion parallèle aux lits de pose) ;
- $f_{yk2} = 0,30$ N/mm² (résistance en flexion perpendiculaire aux lits de pose).

Les valeurs ci-dessus peuvent être prises sous réserve de l'utilisation du mortier décrit dans le présent Dossier Technique et préparé conformément à ce dernier.

2.3.3. Contreventement des maçonneries chaînées

Voir le cahier du CSTB N°3719 « Note d'information Contreventement par murs en maçonnerie de petits éléments ».

La justification de l'aptitude du mur à assurer sa fonction de contreventement passe par les deux vérifications suivantes :

1. Le non-écrasement de la zone comprimée de la maçonnerie en pied de mur. Cette vérification de non-écrasement s'écrit :

$$\frac{2 \cdot \frac{V_{Ed}}{N_{Ed} \cdot l} \cdot h + l}{l_c \left(l - \frac{l_c}{3} \right)} N_{Ed} \cdot l \leq N_{Rd} = \frac{\varphi \cdot t \cdot f_k}{\gamma_M}$$

Avec :

- V_{Ed} : force horizontale appliquée au mur, exprimée en MN ;
- l et h : respectivement la longueur et la hauteur du mur en mètres ;
- l_c : longueur comprimée du mur en mètres (cf. § 6.2 de l'EN 1996-1-1), et donnée dans le tableau 3 (pour un bloc creux en béton de granulats courants de 20 cm d'épaisseur) du cahier du CSTB n°3719, rappelé ci-après en fonction de la longueur du mur et du rapport $\frac{V_{Ed}}{l \cdot N_{Ed}}$.

l		Longueur du mur de contreventement (m)					
		1,5	2	2,5	3	4	5
$\frac{V_{Ed}}{N_{Ed} \cdot l}$	0	1,5	2	2,5	3	4	5
	0,2	0,99	1,59	2,28	3	4	5
	0,4	0,64	0,93	1,32	1,83	3,10	4,53
	0,6	0,54	0,73	0,96	1,25	2,08	3,25
	0,8	0,49	0,64	0,82	1,02	1,54	2,33

Pour des valeurs du rapport $\frac{V_{Ed}}{l \cdot N_{Ed}}$ comprises entre deux lignes du tableau ci-dessus ou pour des longueurs du mur comprises entre deux colonnes du tableau ci-dessus, il est possible de procéder à une interpolation linéaire pour en déduire la valeur de l_c à utiliser.

2. L'absence de rupture prématuré par cisaillement à l'interface éléments de maçonnerie/joint horizontal, à vérifier en utilisant le modèle de cisaillement décrit au § 6.2 de l'EN 1996-1.1. La valeur de calcul de la force de cisaillement appliquée V_{Ed} doit être inférieure ou égale à la valeur de la résistance au cisaillement du mur, V_{Rd} , exprimée en MN et donnée par l'expression suivante :

$$V_{Rd} = \frac{l \cdot f_{vk} \cdot t}{\gamma_M} + \Sigma A_c \frac{f_{cvk}}{\gamma_c}$$

Avec :

- f_{vk} : résistance caractéristique en cisaillement de la maçonnerie, exprimée en MPa ;
- l : est la longueur de l'ouvrage de maçonnerie entre chaînages ;
- ΣA_c : est la somme des sections de béton des chaînages ;
- f_{cvk} est la résistance caractéristique au cisaillement du béton ;
- γ_c est le coefficient partiel de sécurité relatif au béton.

La résistance caractéristique au cisaillement de la maçonnerie, f_{vk} , est prise égale à l'une des deux expressions suivantes :

- Pose à joints verticaux secs :

$$f_{vk} = 0,5f_{vko} + 0,4\sigma_d \leq 0,045f_b$$

- Pose à joints verticaux remplis ou collés sur au moins 40 % de l'épaisseur de la maçonnerie :

$$f_{vk} = f_{vk} + 0,4 \frac{N_{Ed}}{t} \leq 0,065f_b$$

Avec :

- f_{vko} : Résistance initiale au cisaillement, en MPa (Voir tableau du § 1.3.4).
- f_b : Résistance moyenne en compression normalisée des éléments, en MPa (Voir tableau du §1.3.4).

Dans le cas de murs montés à joints verticaux secs, le décalage des briques/blocs d'une rangée sur l'autre doit être proche de la demi-longueur de ces derniers. De plus, la longueur minimale du panneau de contreventement doit être égale à $h \cdot \frac{l_b}{2 \cdot h_b}$, étant la hauteur du mur, et l_b et h_b étant respectivement la longueur et la hauteur de l'élément de maçonnerie.

Les données essentielles nécessaires aux vérifications ci-avant sont récapitulées dans le tableau du §2.3.5.

2.3.4. Contreventement des maçonneries non armées

Voir le cahier du CSTBN°3719 « Note d'information : Contreventement par murs en maçonnerie de petits éléments », §1.3.2.1.

Le non -écrasement de la zone comprimée en pied de mur s'écrit :

$$\frac{2V_{Ed} \cdot h + N_{Ed} \cdot l}{l_c \cdot t \cdot (l - \frac{l_c}{3})} \leq \frac{f_k}{\gamma_M}$$

Avec :

- V_{Ed} = force horizontale appliquée en tête du mur
- N_{Ed} = force verticale appliquée à mi-longueur du mur
- l, h, t = longueur, hauteur et épaisseur du mur
- l_c = longueur comprimée du mur telle que :

$$l_c = \frac{3}{2}l - 3 \frac{h \cdot V_{Ed}}{N_{Ed}}$$

Les données essentielles aux vérifications sont récapitulées dans le tableau du §2.3.5.

2.3.5. Données essentielles aux vérifications

Les ouvrages peuvent être dimensionnés conformément à la NF EN 1996-1-1 ou au NF DTU 20.1 en prenant en compte les données suivantes issues de la note de calcul n°029074- Vicat- GGI.

		Bloc TECHNIBEMO®	Source
Résistance moyenne en compression normalisée des éléments	f_b	8,1 MPa	-
Résistance caractéristique déclarée des éléments	R_c	6 MPa	DoP
Résistance caractéristique en compression de la maçonnerie {charge centrée}	f_k	Valeur corrigée 2,49 MPa	Rapport CERIB n°021315
Résistance initiale au cisaillement	f_{vko}	0,26 MPa	Rapport CERIB n°021319
Résistance caractéristique en cisaillement du béton (béton de remplissage C25/30)	f_{cvk}	0,45 MPa	Tableau 3.2 de la NF EN 1996-1-1+AN
Coefficient partiel de sécurité sur la résistance de la maçonnerie	γ_M	2,5	NF DTU 20.1 P3 ou NF EN 1996-1-1/AN
	γ_M sismique	$Max[1,5; \frac{2}{3}\gamma_M]$	
Coefficient partiel de sécurité sur la résistance du béton	γ_c Actions durables ou transitoires	1,5	-
	γ_c sismique	1,3	-
Module d'élasticité de la maçonnerie	E	6 686 MPa	Rapport CERIB n°021315
Coefficient de comportement	q	1,5	Note de Calcul CERIB 029074
Résistances caractéristiques à la flexion (béton de granulats)	f_{xk1}	0,2	NF EN 1996-1-1+A1
	f_{xk2}	0,3	NF EN 1996-1-1+A1

2.3.6. Dispositions parasismiques

Le procédé permet une utilisation en zone sismique.

Les vérifications au contreventement sont à mener selon le modèle donné au §2.3.3 et § 2.3.4 ci-avant, en considérant :

- Un coefficient de comportement q de 1,5 (valeur maximale) ;
- Un coefficient partiel de sécurité sur la résistance de la maçonnerie égal à $\frac{2}{3}\gamma_M$, sans être inférieur à 1,5 ;
- Un coefficient partiel de sécurité sur la résistance de l'acier γ_{M1} égal à 1.

Les joints verticaux doivent être collés à l'aide du mortier joint mince MP15 de la Société VPI.

Seuls les blocs accessoires présentant un chaînage pouvant englober un cercle de 15 cm de diamètre peuvent être utilisés.

Conformément à la norme NF EN 1998-1, § 9.5.4, en zone sismique la section transversale des armatures longitudinales des chaînages ne doit pas être inférieure à 300 mm² ni représenter moins de 1 % de la section transversale du chaînage.

Il convient de placer les chaînages verticaux si nécessaire à l'intérieur du mur pour que l'espacement entre les chaînages ne dépasse pas 5 m (conformément à la norme NF EN 1998-1).

2.3.6.1. Maison individuelle

Joints verticaux collés ou laissés secs :

Dans le cas de petits bâtiments de type R+1+comble de formes régulières définis dans le guide de construction parasismique des maisons individuelles DHUP CPMI-EC8-Zones 3-4, une justification sans nécessité de vérification par calcul est également possible en application de ce guide. Les bâtiments doivent être au maximum de type R + 1 + comble, de forme simple tant en plan qu'en élévation, et contreventés par des murs répartis sur le pourtour des planchers. Pour ces petits bâtiments, la longueur totale minimale des panneaux dans chaque direction et leur répartition doivent respecter les prescriptions du guide de construction parasismique des maisons individuelles DHUP CPMI-EC8-zones 3-4.

L'utilisation du procédé TECHNIBEMO® pour la réalisation de panneaux de contreventement est admise en zones 1, 2, 3 et 4 moyennant le respect :

- Des dispositions constructives données dans ce guide, notamment en ce qui concerne la réalisation des chaînages horizontaux et verticaux ;
- De la longueur totale minimale des panneaux dans chaque direction, et de leur répartition dans le plan selon les prescriptions du guide de construction parasismique des maisons individuelles DHUP CPMI-EC8-Zones 3-4.

2.4. Dispositions de mise en œuvre

2.4.1. Principe général de pose

La mise en œuvre est réalisée conformément au NF DTU 20.1.

2.4.1.1. Outillage

L'outillage nécessaire à la bonne mise en œuvre des blocs TECHNIBEMO® comprend les outils traditionnels du maçon (règle, niveau, maillet caoutchouc, truelle langue de chat, spatule crantée, niveau laser, fil à plomb, cordeau) mais aussi des outils nécessaires à la fabrication et à la mise en œuvre du mortier joint mince VPI, à savoir :

- Malaxeur à mortier
- Rouleau applicateur
- Pelle sismique
- Platines.

Afin de faciliter les découpes des blocs, une scie sur table peut être nécessaire.

2.4.1.2. Préparation du support et réalisation du premier rang

Conformément au NF DTU 20.1, avant le démarrage de la pose du 1^{er} rang, il convient de vérifier la présence et la conformité des armatures en attente, afin de bien assurer l'ancrage des chaînages verticaux aux fondations. Le recouvrement des armatures des chaînages verticaux et des armatures en attente doit être d'au moins 50 fois le diamètre de l'acier.

L'assise du premier rang est réalisée sur une arase de mortier frais traditionnel conformément au NF DTU 20.1 de préférence performantiel d'imperméabilisation hydrofugé de résistance $M \geq 15$ et de faible capillarité 0,5 kg/m².mn^{0.5} ou un mortier de recette (soit fortement dosé à raison de 500 à 600 kg/m³ de sable sec 0/2 ou 0/4, additionné d'hydrofuge de masse ou bien avec l'utilisation d'autres matériaux de type feutre bitumé ou chape de bitume armé, dosé à raison de 300 à 350 kg/m³ de sable sec 0/2 ou 0/4).

Un soin tout particulier doit être apporté à la réalisation de cette couche d'arase car elle conditionne la bonne mise en œuvre du procédé TECHNIBEMO®.

A l'aide du niveau laser, le point le plus haut de la dalle est repéré et les platines sont mises à niveau.

Après étalement du mortier, celui-ci est parfaitement réglé de niveau avec une règle prenant appui sur les guides des platines de réglage.

Une arase hydrofugée peut servir de coupure de capillarité.

Débuter le 1^{er} rang en commençant par un bloc d'angle. Ajuster le niveau à l'aide du maillet en caoutchouc. Encoller la surface latérale du bloc d'angle et mettre en place les blocs standard.

2.4.1.3. Montage en partie courante

Les blocs TECHNIBEMO® sont mis en œuvre manuellement, sans outil de manutention spécifique.

Après la pose du premier rang au mortier traditionnel, les autres rangs sont posés au mortier-colle à l'aide du rouleau applicateur.

Le mortier pour joints minces doit être étalé sur une surface propre et dépoussiérée. Le gâchage du mortier-colle est réalisé à l'aide d'un malaxeur à mortier.

Les dosages en eau sont indiqués sur les sacs de mortier pour joints minces VPI.

Le mortier pour joints minces est ensuite déposé sur les blocs à l'aide d'un rouleau applicateur (Figure 7). Le rouleau permet de déposer 4 cordons continus et réguliers de façon à obtenir un joint fini de l'ordre de 1 à 3 mm d'épaisseur.

Les coupes doivent être encollées systématiquement verticalement, à l'avancement, à l'aide de la pelle sismique.

Dans le cas de petites sections à combler (< 5 cm), il est préférable de ne pas réaliser de coupes de trop petite taille et de boucher simplement l'espace à l'aide d'un mortier performant adapté (type mortier de montage thermique) sur toute l'épaisseur du mur.

La découpe des blocs dans la hauteur reste aisée avec la scie sur table.

2.4.1.4. Réalisation des joints verticaux

Les joints verticaux sont laissés soit secs soit collés.

Les joints verticaux sont collés dans les cas prévus au paragraphe 5.3.5 du NF DTU 20.1 P1-1. Pour les bâtiments soumis à exigences parasismiques, les joints sont obligatoirement collés.

Si les joints verticaux sont collés, ils le sont impérativement à l'avancement. Pour faciliter l'encollage des joints verticaux, plusieurs blocs peuvent être positionnés verticalement avant pose afin d'appliquer directement la colle à l'aide de la pelle sismique.

Les chants verticaux des blocs sont collés sur plus de 40 % de l'épaisseur totale et sur toute la hauteur du bloc (Figure 9). Les blocs à joints verticaux collés sont donc considérés comme remplis au sens de la norme NF EN 1996-1-1.

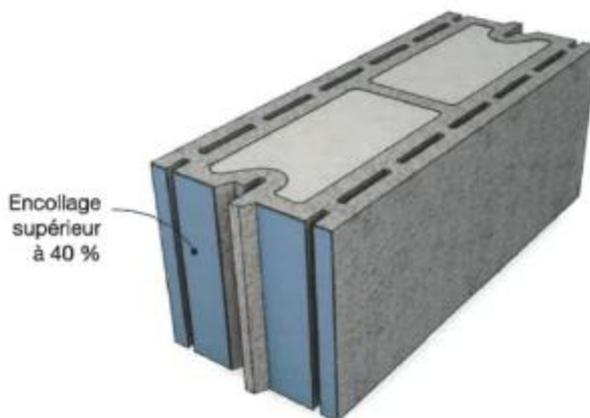


Figure 9: encollage chants verticaux

2.4.2. Réalisation des points singuliers

2.4.2.1. Réalisation des angles

Angle égal à 90° ou au droit d'une ouverture en zone sismique et chaînage vertical en façade (Figure 10, Figure 11 et Figure 12)

Le bloc d'angle du TECHNIBEMO® dispose d'une alvéole de diamètre 15 cm qui permet la réalisation des chaînages verticaux en zones sismiques ou non et au droit des ouvertures en zones sismiques.

En disposant les blocs d'angle alternativement dans un sens puis dans l'autre, on réalise l'harpage des blocs d'angle du TECHNIBEMO®.

Il est possible d'utiliser un bloc standard avec emboîtement découpé dans les règles de l'art.

A l'aide d'une scie de maçon sur table, qui devra être dimensionnée pour que le bloc de hauteur 20 cm passe sous le support de la scie, positionner le côté du bloc avec l'emboîtement contre le côté de la scie. Découper l'emboîtement en effleurant la surface du bloc.

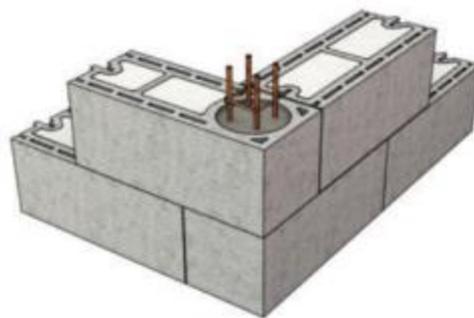


Figure 10: Angle à 90°

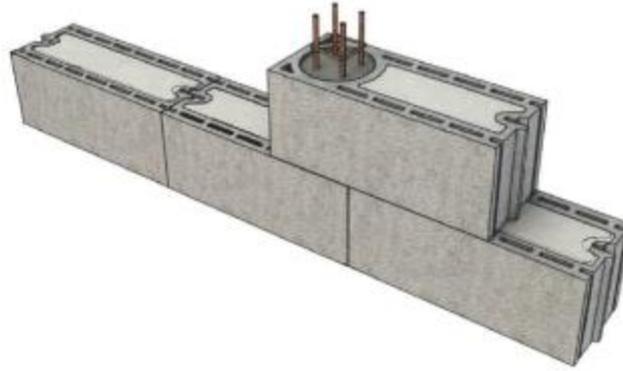


Figure 11: Chaînage vertical en façade

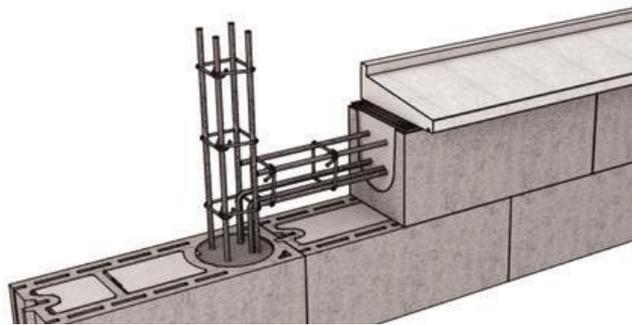


Figure 12: Chaînage au droit d'une ouverture en zone sismique

2.4.2.2. Réalisation de la dernière rangée

La dernière rangée du mur est réalisée avec le bloc d'arase fermé sur le dessus (Figure 6, §2.2.2.2.1).

2.4.2.3. Réalisation des chaînages horizontaux

Pour le détail des coupes de plancher ainsi obtenu, il faut se référer à la Figure 13, Figure 14 et Figure 15.

La hauteur des planelles est à adapter en fonction de l'épaisseur des planchers.

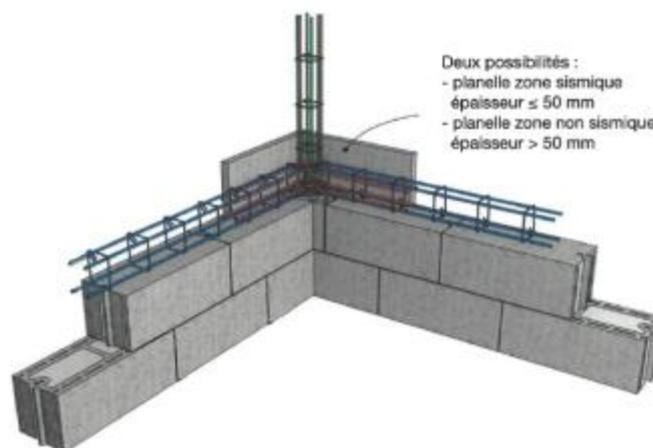


Figure 13: Chaînage horizontal

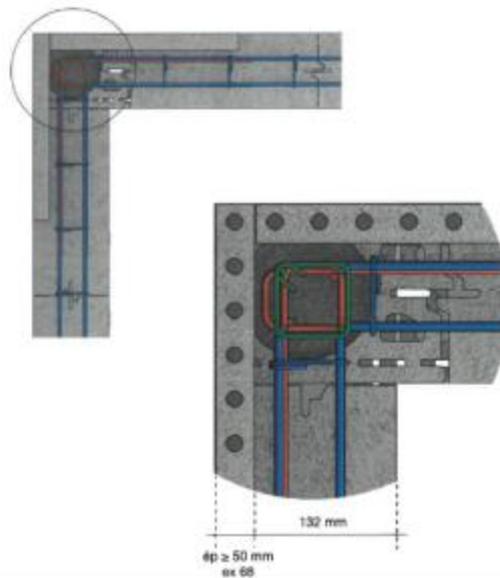


Figure 14: Zone non sismique, planelle isolée ou non d'une épaisseur > 50 mm

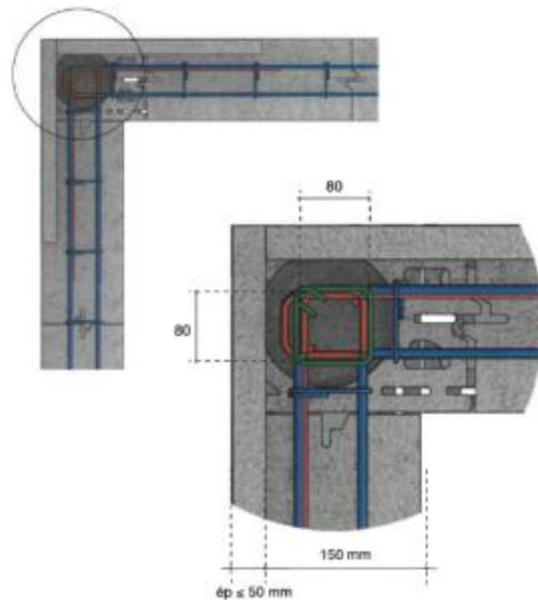


Figure 15: Zone sismique, planelle isolée ou non d'une épaisseur ≤ 50 mm

2.4.2.4. Réalisation des pignons

Le chaînage est réalisé soit avec un bloc de chaînage en U soit avec du béton armé coffré conformément au NF DTU 20.1 (pour les zones sismiques, il est utilisé un bloc en U de 15 cm de réservation).

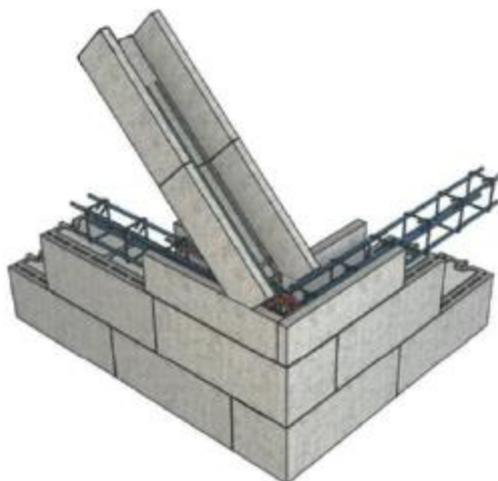


Figure 16: Pignons

2.4.2.5. Jonctions entre murs de façade et murs de refend

Le procédé TECHNIBEMO® n'est pas utilisé en mur de refend. Pour la jonction des murs de façade et de refend, des blocs pleins perforés traditionnels au sens du NF DTU 20.1 ou tout procédé sous Avis Technique peuvent être utilisés.

Plusieurs cas sont possibles dans le cas de la jonction façade-refend :

- En zones non sismiques ou dans le cas de murs non contreventant ;
- Par montage juxtaposé du refend et en laissant un espace dans lequel on disposera un isolant intérieur (Figure 17).

Lorsque les maçonneries participent au contreventement, une jonction par harpage est préférable car elle augmente la rigidité des murs au contreventement. Il est cependant possible de superposer les deux murs mais dans ce cas il faudrait remplacer la liaison par harpage par une autre telle que : (Figure 18) créer un chaînage vertical dans le mur de refend et assurer une liaison efficace entre le chaînage horizontal du mur de refend et le chaînage horizontal du mur de façade.

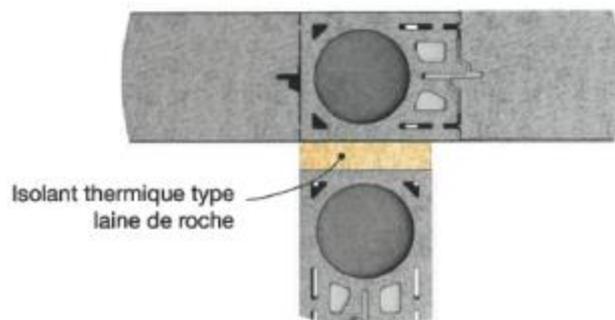


Figure 17 : Jonctions entre murs de façade et murs de refend

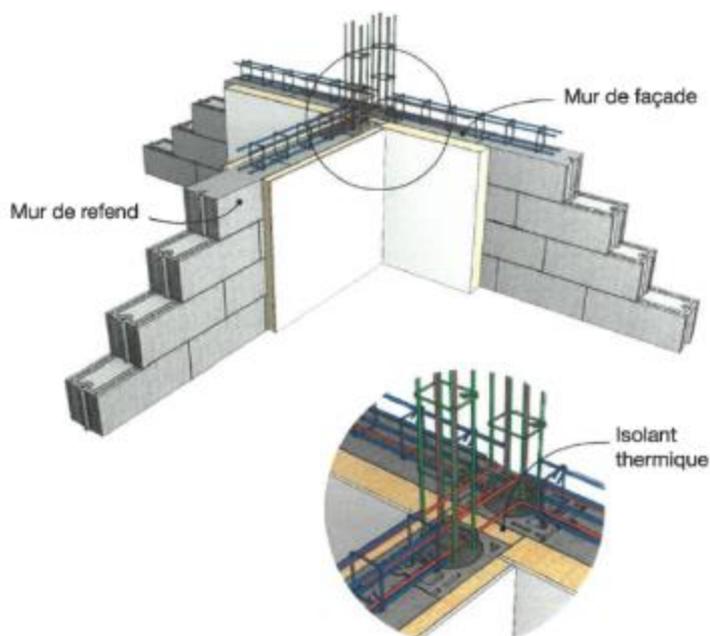


Figure 18 : Jonctions entre murs de façade et murs de refend en zone sismique

2.4.2.6. Réalisation des tableaux de baies

Les tableaux de baies sont réalisés en utilisant les blocs accessoires mentionnés dans le paragraphe §2.2.2.2.1, figures 4 et 5. Pour les zones sismiques, il faut se référer au paragraphe §2.3.6 pour la réalisation des chaînages verticaux de part et d'autre des ouvertures.

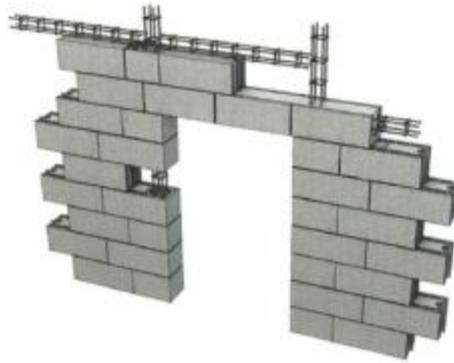


Figure 19: Réalisation des tableaux de baies

Dans les zones non sismiques, pour la réalisation des tableaux de baies sans chaînages, il est possible d'utiliser des blocs standard et mini standard avec emboîtement découpé, selon la méthode décrite au paragraphe §2.4.2.1.

2.4.2.7. Réalisation des appuis de fenêtre

Les caractéristiques géométriques de l'appui ainsi que sa mise en œuvre doivent respecter les spécifications du NF DTU 20.1. Pour la pose dans les zones soumises à la réglementation sismique, les appuis doivent être posés sur un U de chaînage ou un linteau coulé en place.

Pour la pose dans les zones non soumises à la réglementation sismique uniquement, les appuis peuvent être posés sur un U de chaînage ou un linteau coulé en place. Ils peuvent également être posés grâce à l'utilisation des armatures préfabriquées, intégrées entre 2 couches de joints de maçonnerie. Les armatures préfabriquées doivent être disposées dans les 2 joints sous l'ouverture pour assurer le renfort des maçonneries.

L'appui est posé sur un lit de mortier de montage thermique.

Après l'enduisage, en cas d'absence de rejingots latéraux, un joint au mastic entre l'enduit et la surface de l'appui sera réalisé. La continuité de l'isolation thermique sera assurée en laissant remonter l'isolation intérieure derrière l'appui. Une plaque de polyuréthane ou de polystyrène de part et d'autre de l'appui viendra également renforcer l'isolation et la désolidarisation de l'appui par rapport au mur.

L'étanchéité des menuiseries est réalisée conformément au NF DTU 36.5.

2.4.2.8. Réalisation des linteaux

Ils peuvent être réalisés soit à l'aide des blocs accessoires en U et conformément au NF DTU 20.1 ou de linteaux préfabriqués. Le cas particulier des coffres de volets roulants ne dispense en aucun cas de la réalisation de linteaux.

2.4.3. Etanchéité à l'air du bâtiment

L'étanchéité à l'air de la maçonnerie TECHNIBEMO® est normalement assurée si au moins l'une des 2 faces du produit est enduite.

2.4.4. Condensation dans les parois

Quelques soit le type d'isolations, le comportement hygrothermique du système bloc TECHNIBEMO® ne présente aucun risque particulier susceptible de détériorer l'ensemble de la paroi sur le long terme.

2.4.5. Murs de soubassement

Le procédé TECHNIBEMO® n'est pas destiné à la réalisation des murs de soubassement ni des murs enterrés.

2.4.6. Mode de fixation des objets lourds

Les forets utilisés pour percer les parois des blocs sont des forets à 4 taillants, il est important d'adapter le diamètre du foret et la vitesse de rotation de la perceuse au matériau et au type de cheville utilisé.

Les informations concernant les chevilles et plus particulièrement les résistances à la traction et au cisaillement des chevilles dans les blocs béton de granulats courants sont communiquées par le fabricant. Les objets lourds (gonds des volets battants par exemple) sont scellés au mortier traditionnel.

2.4.7. Protection collective

Lorsque le chantier n'est pas muni de garde-corps permanents, des protections collectives temporaires doivent être installées à sa périphérie avant les interventions (article R. 4323-58 du Code du travail) : garde-corps provisoires ou dispositifs de recueil souples.

La mise en place de ces protections collectives peut être réalisée soit sans fixation la maçonnerie, soit en perçant sans percussion le bloc (hors des joints horizontaux ou verticaux) pour la mise en place des supports métalliques. Ces derniers doivent être munis de platines de répartition afin de ne pas poinçonner le bloc.

Après enlèvement des protections, les percages sont ensuite rebouchés à l'aide de mortier hydraulique.

2.4.8. Réservations et saignées

Les saignées et réservations sont réalisées conformément à la norme NF EN 1996-1-1 "Calcul des ouvrages en maçonnerie", article 8.6 « Saignées et réservations au niveau des murs ». Plus particulièrement on veillera à respecter les dimensions maximales des saignées et réservations admises sans réduction de résistance aux charges. Les saignées et réservations admises sans calculs sont de 27 mm de profondeur maximale et de 150 mm de largeur maximale (la limite de 150 mm est celle de l'Eurocode 6 et la profondeur de 27 mm est l'épaisseur de la paroi + vide sachant que le maximum est de 30mm).

Les saignées et réservations horizontales et inclinées admises sans calculs sont de 10 mm (comme dans la norme Eurocode 6) de profondeur maximale si longueur de saignée illimitée et de 17 mm (épaisseur paroi externe de 17.5 mm) de profondeur maximale si longueur de saignée limitée à 1250 mm.

Les saignées sont de préférence découpées à la rainureuse. Elles sont réalisées avant application de l'enduit. Les scellements et rebouchages des saignées doivent être exécutés suivant les indications correspondantes au matériau principal utilisé (mortier ou plâtre).

2.4.9. Revêtements intérieurs et extérieurs

2.4.9.1. Revêtements extérieurs

Tout mortier d'enduit monocouche, OC2 ou OC1 au sens de la norme NF EN 998-1, ou multicouche applicable sur supports R3 au sens du NF DTU 26.1 de classe maximale CS III.

La réalisation des enduits doit être traitée conformément aux prescriptions du § 6.3.1.1.1 du NF DTU 20.1 et NF DTU 26.1.

Une bande d'armature de renfort d'enduit débordant de 15 cm au-dessus des planchers et de 15 cm au-dessous du premier joint de la maçonnerie sous-jacente sera positionnée à tous les niveaux. Ce treillis a pour fonction d'armer l'enduit ; il doit donc être incorporé par marouflage dans la première couche (ou passe pour l'application d'un enduit monocouche) d'enduit conformément au NF DTU 26.1, et non pas plaqué sur les supports.

Le choix de l'enduit doit être compatible avec le classement comme support d'enduit de la maçonnerie en partie courante de mur.

Dans le cas d'une isolation par l'extérieur, tout système d'isolation thermique par l'extérieur ayant fait l'objet d'une Evaluation Technique Européenne et d'un DTA visant un support en maçonnerie de blocs en béton de granulats courants peut être utilisé.

2.4.9.2. Revêtements intérieurs

Dans le cas d'une isolation par l'intérieur, la mise en place d'un complexe de doublage plaque de plâtre-isolant ou isolant sur ossature métallique est possible.

Dans le cas d'une isolation par l'extérieur, la mise en place d'un enduit traditionnel au plâtre projeté, plaques de plâtre sur ossature simple est possible.

2.4.10. Dispositions parasismiques

Le procédé TECHNIBEMO® peut être utilisé dans des ouvrages nécessitant des dispositions parasismiques.

Les joints verticaux sont encollés à l'aide du mortier joint mince MP15 de la Société VPI.

Les dispositions applicables selon la configuration de joints verticaux sont définies dans le paragraphe §2.4.1.4

En zones sismiques, pour la réalisation des chaînages horizontaux et verticaux, il convient de respecter les dispositions décrites au paragraphe §2.3.6 du présent document et au paragraphe §2.4.2.3 pour la réalisation des liaisons façade-refends.

2.5. Maintien en service du produit ou procédé

Sans objet, les produits TECHNIBEMO ne nécessitent pas de maintenance, réparation, remplacement ou réhabilitation durant l'étape de vie en œuvre.

2.6. Traitement en fin de vie

Le traitement en fin de vie peut être assimilé à celui de produits traditionnels.

2.7. Assistance technique

GGI apporte des renseignements, de la documentation, une formation et une assistance aux entreprises qui découvrent le procédé.

2.8. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.8.1. Blocs TECHNIBEMO □

2.8.1.1. Fabrication des blocs

La fabrication des blocs TECHNIBEMO® fait appel aux mêmes techniques classiques et traditionnelles des blocs de granulats courants de l'industrie du béton. Elle fait l'objet d'un autocontrôle.

Le processus de fabrication se décompose ainsi :

- Réception et stockage des matières premières.
- Mélange des constituants dans le malaxeur de l'usine.
- Fabrication des blocs.
- Durcissement des blocs.
- Coulage de la mousse minérale AIRCIMATE® dans les alvéoles des blocs.
- Durcissement de la mousse.
- Mise en palette.
- Rectification.
- Mise en palette avec protection aux intempéries des palettes en partie supérieure.
- Stockage sur parc.
- Livraison des blocs dans le sens de pose.

Le délai de stockage minimal en usine est de 14 jours après moulage.

Il y a un contrôle des recettes de bétons.

2.8.1.2. Tolérances dimensionnelles

Les tolérances dimensionnelles des blocs répondent aux spécifications des normes NF EN 771-3 et NF EN 771-3/CN "Spécifications pour éléments de maçonnerie ; partie 3 : Eléments de maçonnerie en béton de granulats (granulats courants et légers)", correspondant à la catégorie de tolérances D4 des blocs à enduire à coller.

2.8.1.3. Résistance à la compression

La résistance à la compression des blocs correspond à la classe de résistance B60 au sens de la norme NF EN 771-3/+ A1.

2.8.1.4. Masse volumique sèche du béton des blocs

La masse volumique sèche du béton des blocs, mesurée selon la norme la norme NF EN 772-13 doit être strictement inférieure à 1 980 kg/m³.

2.8.1.5. Variations dimensionnelles

Les variations dimensionnelles entre états conventionnels extrêmes mesurées conformément à la norme NF EN 772-14 (retrait – gonflement) doivent être inférieures à 0,45 mm/m.

2.8.2. Mousse minérale AIRCIMATE □

2.8.2.1. Fabrication de la mousse minérale AIRCIMATE □

La mousse minérale AIRCIMATE® est fabriquée par une unité de production dédiée qui dose et mélange les différents constituants. La mousse est ensuite coulée dans les alvéoles des blocs de béton via un outil automatisé permettant le juste remplissage.

La mousse minérale AIRCIMATE® fait l'objet d'un contrôle interne destiné à assurer la maîtrise de la qualité. Celui-ci effectué en continu et vise à assurer la conformité à la production. Il porte sur la masse volumique du produit.

2.8.2.2. Suivi des performances de la mousse minérale AIRCIMATE □

La fabrication de la mousse minérale AIRCIMATE® fait l'objet d'un contrôle interne :

- Le contrôle des matières premières ;
- Mesure de la masse volumique à l'état humide : 1 mesure toutes les trois heures de production à la demande de l'automate ;
- Mesure de masse volumique sèche après durcissement cible 115 kg/m³ +/- 15 kg/m³ : 1 par poste ;
- Mesure de la conductivité thermique : 2 contrôles par an à raison de 5 mesures par contrôles avec interprétation statistique pour le fractile 90 % de résultats conformes avec un intervalle de confiance de 90 %. Le suivi est réalisé dans le cadre de la certification QB07.

Les caractéristiques de la mousse minérale AIRCIMATE® sont détaillées dans le paragraphe §2.2.2.2.6 de ce document.

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats expérimentaux

2.9.1.1. Compression sur maçonneries

- Essai de compression de bloc : PV n°14621 CERIB.
- Essais de compression sur murets (selon NF EN 1052-1) réalisés au CERIB : PV n°21315 CERIB.
- Essais de compression sur un mur de hauteur h=2,60 m non tenu en tête avec une charge excentrée réalisés au CERIB : PV n°21317 CERIB.
- Essai de compression sur murets avec une charge excentrée : PV n°21316 CERIB.

2.9.1.2. Flexion sur maçonneries

Essais de flexion dans un plan de rupture parallèle aux lits de pose et dans un plan de rupture perpendiculaire aux lits de pose (selon NF EN 1052-2) : PV n°21318 CERIB.

2.9.1.3. Résistance initiale au cisaillement

Essais d'adhérence au cisaillement d'un joint de mortier selon NF EN 1052-3 et de l'amendement A1 : PV n°21319 CERIB.

2.9.1.4. Résistance à l'arrachement du support (Rt)

Essais d'arrachement du support selon NF DTU 26.1 PI-2 : PV n°21320 CERIB.

2.9.1.5. Contreventement

Essais de contreventement et de compression horizontale réalisés au CSTB (rapport N° EEM 19 26080096), note de calcul N° 029074 du CERIB.

2.9.1.6. Résistance au feu

PV de classement n° RS20-046 : Essai réalisé au laboratoire du C.S.T.B

Le montage des blocs est réalisé par joints minces verticaux et horizontaux, calibrés au rouleau distributeur. Le mortier colle provient de la Société VPI, il est nommé « Mortier joint mince ».

La face exposée (face intérieure) est composée d'une contre-doisson fixée à 80 mm isolée à l'aide de 120 mm de laine de verre et d'un parement constitué d'une simple plaque de plâtre d'épaisseur minimale de 12.5 mm. Face non exposée au feu nue, chargement 11 500 daN/ml, hauteur maximale 3,00 mètres sans chaînage intermédiaire, classement obtenu REI30.

2.9.1.7. Réaction au feu

Rapport de classement n°P190016 : Essais réalisés au laboratoire LNE.

La classe de réaction au feu de la mousse minérale AIRCIMAT® selon la NF EN 13501-1+A1 (2013) est A1.

2.9.1.8. Performance thermique

Consultation technologique du CERIB n°014114.

Les calculs sont réalisés par simulation numérique conformément aux règles Th-Bat et aux normes NF EN ISO 6946, NF EN ISO 10456, NF EN ISO 10211 et NF EN 1745 et à l'aide du logiciel TRISCO de la société Physibel.

La résistance thermique de la paroi en blocs TECHNIBEMO® avec mousse minérale AIRCIMAT® maçonnés par joints minces est de 1,09 (m².K) /W.

En paramètres d'entrée :

- La géométrie fournie par le demandeur ;
- La conductivité thermique utile du béton de bloc fixée à 1,08 W/m.K ;
- La conductivité thermique utile d'Aircimat fixée à 0,052 W/m.K.

La conductivité thermique du béton du bloc a été déterminée à partir de la norme NF EN 1745. Les abaques permettent de définir la conductivité thermique sèche en fonction de la masse volumique. Grâce à la norme NF EN 10456, il a été possible de calculer la conductivité thermique utile du béton. La masse volumique du béton est de 1980 kg/m³, la conductivité thermique utile est de 1,08 W/(m.K). La masse volumique du béton est suivie dans le cadre du PAQ.

La conductivité thermique de la mousse a été définie sur la base d'essais. Il a été possible de définir la valeur moyenne, l'écart type ainsi que le facteur de conversion (fm). Couplé à un PAQ portant sur le contrôle des matières premières, les contrôles en production et sur produits finis, il est alors possible de définir une conductivité thermique déclarée à 0,052 W/(m.K).

L'ensemble de ses éléments permettent de définir une résistance thermique du bloc certifiée de 1,09 m²K/W.

2.9.1.9. Hygrothermique

Etude du comportement hygrothermique, évaluation des risques de condensation et de développement fongique, réalisé par le CERIB consultation technologique n°021537.

2.9.1.10. Performance acoustique

Rapport d'essai N° AC24-31110 du CSTB : Mesure de l'indice d'affaiblissement acoustique en laboratoire.

Les mesures acoustiques sont réalisées selon les normes NF EN ISO 10140-1 (2021), NF EN ISO 10140-2 (2021), NF EN ISO 10140-4 (2021), NF EN ISO 10140-5 (2021) et NF EN ISO 12999-1 (2020) complétées par la norme NF EN ISO 717/1 (2020) et amendements associés.

2.9.2. Références chantiers

	Chantier 1	Chantier 2
Date de mise en œuvre	01/11/2022	01/07/2023
Date de réception	15/01/2023	Aout 2023
Lieu chantier	757 route de Cortannes – 73800 LAISSAUD	Impasse du Cheney - 73800 COISE SAINT JEAN PIED GAUTHIER
Maitre d'œuvre	Mr Christophe SAVOY	Mme BUISSON Julie et Mr JOUSSERAND Mathieu
Entreprise de maçonnerie	DMC Maçonnerie - Mr David MARTINS CERQUEIRA - 2 Route de la Ruaz - 73220 AITON	POCHAT et Fils SARL - Mr PCHAT Patrick - Route des Allobroges - 73800 PLANAISE.
Type de bâtiment	Maison individuelle Rdc + 1 étage + toit plat	Maison individuelle sous-sol/garage + Rdc + 1 étage
Surface/quantité	110 m ²	120m ²
Particularité	TECHNIBEMO + Accessoires	TECHNIBEMO + Accessoires
Désordres éventuels/difficultés	RAS	RAS
Zone sismique	Zone 4	Zone 4
Bureau de contrôle	-	-