

Avis Technique 16/00-399

Édition intégrant l'additif 16/00-399*02 Add et se substituant à l'édition originale

Mur de façade

Biomur R (roulé)

Titulaire : WIENERBERGER SAS
8 rue du Canal
Achenheim
F-67087 Strasbourg cedex 2
Tél. : 03 90 64 64 64
Fax : 03 90 64 64 61
Internet : www.wienerberger.fr

Caractéristiques environnementales et sanitaires examinées par le Comité Environnement et Santé de l'Avis Technique (CESAT)

Ne peuvent se prévaloir du présent Avis Technique que les productions certifiées, marque CSTBat, dont la liste à jour est consultable sur Internet à l'adresse :

www.cstb.fr

rubrique :

Produits de la Construction
Certification

- Briques spéciales pour la maçonnerie

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

Groupe Spécialisé n° 16

Produits et procédés spéciaux pour la maçonnerie

Vu pour enregistrement le 1 mars 2004

Pour le CSTB : J.-D. Merlet, Directeur Technique



Secrétariat de la commission des Avis Techniques CSTB, 4, avenue du Recteur-Poincaré, 75782 Paris Cedex 16
Tél. : 01 40 50 28 28 - Fax : 01 45 25 61 51 - Internet : www.cstb.fr

Le Groupe Spécialisé n° 16 de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné le 12 octobre 2000 et le 9 octobre 2003 (Additif constitué par l'adjonction des caractéristiques environnementales et sanitaires), le procédé de mur de maçonnerie en blocs perforés BIOMUR R présenté par la Société STURM. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après. Cet Avis annule et remplace l'Avis Technique n° 16/97-332. Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France Européenne. Cet Avis ne vaut que pour les fabrications bénéficiant d'un Certificat de qualification CSTBat délivré par le CSTB et attaché à cet Avis.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Procédé de réalisation de murs en maçonnerie en blocs de terre cuite allégée montés à joints minces de mortier-colle. Les joints verticaux à emboîtement permettent un assemblage à sec, mais sont munis d'une poche pouvant être remplie de mortier si nécessaire, notamment pour l'utilisation du procédé en zone sismique.

REVETEMENTS

Extérieur :

Enduit traditionnel réalisé conformément au DTU 26.1 ou enduit d'imperméabilisation monocouche bénéficiant d'un certificat CSTBat autorisant l'application sur supports de type B.

Intérieur :

Tout type d'enduit compatible avec le support terre cuite (enduits à base de liants hydrauliques ou enduits plâtre), plaques de plâtre collées.

1.1 Identification des produits

Les produits sont marqués en continu par une roulette réalisant une impression en creux en sortie de filière ; le marquage comporte le libellé STURM, le nom de l'usine de production et la date de production, ainsi que le marquage correspondant à la certification CSTBat : logo CSTBat et numéro du certificat. Les housses de palette comportent la dénomination BIOMUR R.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Les conditions d'exposition acceptées sont celles prévues pour les murs de type I au chapitre 4 de la partie 3 de la norme P 10-202 référence DTU 20.1 "Guide pour le choix des types de murs de façade en fonction du site".

2.2 Appréciation sur le procédé

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

STABILITE

Elle est normalement assurée dans le domaine d'emploi accepté, moyennant le respect des règles habituelles en matière de conception, calcul et mise en oeuvre des maçonneries de blocs perforés traditionnels en terre cuite.

CONSTRUCTION EN ZONE SISMIQUE

Le procédé ne se distingue pas fondamentalement de ce point de vue des maçonneries de blocs perforés traditionnels. C'est donc la solution à joints verticaux remplis qui est à mettre en oeuvre dans ce cas. (cf. Cahier des Prescriptions Techniques).

SECURITE INCENDIE

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

Les résultats d'essais de résistance au feu réalisés au CTICM sur une maçonnerie de la même famille ont permis d'établir une extension de classement donnant une durée coupe-feu de 6 heures pour un mur non porteur en maçonnerie BIOMUR R de 37 cm d'épaisseur enduit.

PREVENTION DES ACCIDENTS LORS DE LA MISE EN OEUVRE ET DE L'ENTRETIEN

De ce point de vue, le procédé ne se distingue pas des maçonneries traditionnelles de petits éléments.

ISOLATION THERMIQUE

Les murs de façade en maçonnerie BIOMUR R appartiennent à la famille des procédés à isolation thermique répartie. Le procédé peut permettre de satisfaire les exigences réglementaires étant entendu que le coefficient volumique de déperditions thermiques ne dépend pas du seul procédé et qu'une vérification par le calcul, conduite conformément aux règles Th-K doit être conduite dans chaque cas.

Par décision du Comité Thermique de l'Avis Technique réuni le 2 octobre 2000, les valeurs de la résistance thermique R et du coefficient K du mur en partie courante, à prendre en compte dans les calculs, sont données dans le tableau suivant :

épaisseur des blocs (cm)	résistance thermique R du mur non enduit en (m ² .K)/W	coefficient K du mur enduit 2 faces en W/(m ² .K)
22	1.40	0.61
30	2.21	0.41
37	2.83	0.33

Il est rappelé que ces résultats ne valent que

- pour les produits fabriqués à l'usine de Betschdorf (67), bénéficiant d'un certificat CSTBat,
- pour un montage à joints horizontaux minces de mortier-colle,
- pour un montage à joints verticaux secs,
- sous réserve d'autocontrôles réguliers de la masse volumique sèche du matériau constitutif (masse volumique nominale sèche du tesson : 1425 kg/m³), des caractéristiques dimensionnelles des blocs et de la composition de la terre cuite et des contrôles internes tels que définis dans le Règlement Particulier de la marque NF – Briques creuses de terre cuite,
- sous réserve d'un suivi, complété par des prélèvements semestriels en vue de la mesure de conductivité sèche de la terre cuite, exercé dans le cadre de la certification CSTBat et à la demande du Comité Thermique de l'Avis Technique (CTAT).

Des valeurs de coefficients surfaciques, linéiques et globaux sont également données dans le tableau ci-joint à titre d'exemples pour faciliter les calculs de déperditions.

ISOLEMENT ACOUSTIQUE

En l'absence d'essais, il ne peut être formulé d'appréciation précise sur l'isolement acoustique contre les bruits de l'espace extérieur ; on estime toutefois que les performances du procédé ne devraient pas s'écarter de celles obtenues avec des maçonneries traditionnelles de blocs perforés de terre cuite à isolation répartie.

Le mur BIOMUR R ne peut pas être utilisé seul en mur séparatif de logements.

ETANCHEITE DES MURS EXTERIEURS

L'étanchéité à l'eau des murs de façade est convenablement assurée, moyennant le respect des conditions d'exposition définies à l'article 4.2 de la partie 3 de la norme P 10-202 référence DTU 20.1.

RISQUES 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 sont normalement éliminés.

CONFORT D'ETE

Pour la détermination des classes d'inertie thermique quotidienne et séquentielle des logements, qui constituent un facteur important du confort d'été, pris en compte par ailleurs dans le calcul du coefficient des besoins de chauffage des logements (cf. annexe 1 des règles Th-BV), les murs extérieurs de ce procédé appartiennent à la catégorie des parois à isolation répartie.

FINITIONS - ASPECTS

Les finitions prévues sont celles, classiques, pour les parois en terre cuite. L'homogénéité du support d'enduit apportée par un montage à joints minces est certainement favorable à l'homogénéité d'aspect et de teinte de l'enduit de parement.

CARACTERISTIQUES ENVIRONNEMENTALES ET SANITAIRES

Par décision n° 1 du Comité Environnement et Santé de l'Avis Technique (CESAT) réuni le 24 juin 2003, les caractéristiques environnementales et sanitaires suivantes de la maçonnerie visée par le présent Avis Technique ont été adoptées :

- fiche de déclaration environnementale collective du « MONOMUR terre cuite rectifié pour pose à joints minces (37 cm) » conforme à la norme XP P 01-010 et synthétisée dans le tableau des impacts environnementaux présenté au chapitre 2.5 du dossier technique établi par le demandeur.
La vérification de l'application du cadre méthodologique de la norme XP P 01-010 a porté notamment sur la cohérence du choix de l'unité fonctionnelle, de la durée de vie typique, des étapes du cycle de vie et des scénarios retenus, sur la représentativité de l'étude et les frontières du système. Elle ne concerne pas la véricité des informations qui sont fournies sous la responsabilité du demandeur.
- Classification C+ (très faibles émissions chimiques) pour la maçonnerie mise en œuvre dans un scénario d'utilisation « murs » objet du présent Avis Technique.
- Classification F (produit inerte vis-à-vis de la croissance fongique).
- Classification R+ (très faibles émissions radioactives) pour la maçonnerie mise en œuvre dans un scénario d'utilisation « murs » objet du présent Avis Technique.

2.22 Durabilité

La terre cuite constitutive des éléments ne pose pas de problème de durabilité intrinsèque dans la mesure où les spécifications définies dans le Dossier Technique sont satisfaites. Compte tenu de ce que les matériaux associés à la terre cuite dans le mur fini sont également des matériaux minéraux, la durabilité d'ensemble des murs est équivalente à celle des murs traditionnels homogènes constitués de ce même type de matériaux.

2.23 Fabrication

Bien que la pâte argileuse contienne des inclusions de matériaux fusibles devant être dosées et réparties avec soin, la fabrication des blocs et accessoires BIOMUR R ne diffère pas dans son principe de celle, classique, des blocs perforés traditionnels de terre cuite.

D'autre part, une chaîne de rectification de chaque face horizontale des produits à l'aide de disques diamantés permet d'obtenir aisément la précision dimensionnelle en hauteur demandée.

La fabrication fait l'objet d'un autocontrôle suivi par le CSTB et le CTTB dans le cadre de la procédure des certificats CSTBat.

Les produits bénéficiant d'une telle certification sont repérables par la présence du logotype de la marque CSTBat suivi du numéro de marquage imprimé par les roulettes.

2.24 Mise en oeuvre

L'assemblage des blocs à joints minces diffère de la mise en œuvre traditionnelle par hourdage des produits traditionnels de même type. Il devrait donner de bons résultats moyennant l'application des méthodes décrites dans le Dossier Technique et l'utilisation des accessoires associés au système (platinas de pose, rouleau applicateur). La réalisation des assises dont la planéité conditionne directement la qualité de réalisation des murs requiert un soin particulier.

L'attention est par ailleurs attirée sur le fait que, compte tenu de l'épaisseur réduite du joint de mortier-colle et de la relative porosité du support, la longueur maximale d'encollage ne doit pas être trop importante de manière à éviter des dessiccations prématurées du mortier-colle, qui seraient préjudiciables à la bonne tenue du collage.

Il est noté que la relative facilité de découpe du produit par sciage constitue un facteur favorable à la réduction des temps de montage des blocs BIOMUR R.

Le titulaire de cet Avis Technique est tenu d'apporter son assistance technique aux entreprises désireuses de mettre en œuvre ce procédé, notamment au démarrage des chantiers.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.31 Prescriptions de conception

Les contraintes admissibles dans les parois porteuses sous l'effet des charges verticales doivent être calculées, conformément au DTU 20.1 chapitre 4 de la partie 2 : « Règles de calcul et dispositions constructives minimales », en appliquant à la résistance nominale des blocs le coefficient global de réduction défini ci-après.

Pour les maçonneries en éléments allégés de 30 et 37 cm d'épaisseur et comportant des alvéoles en losange, ce coefficient sera pris égal à 7 en chargement centré et 9 en chargement excentré.

Pour les maçonneries de refend constituées d'éléments de 15 et 20 cm d'épaisseur et comportant des alvéoles rectangulaires, ce coefficient est donné dans le tableau ci-après :

	hauteur du mur (m)			
	2.50	3.00	3.50	4.00
mur de 15	6.5	6.9	7.3	7.8
mur de 20	6.2	6.6	7.0	7.5

Du fait de la nécessité de disposer d'un nombre entier de rangées sur chaque hauteur d'ouvrage (mur, allège, ...), et du fait de l'impossibilité de jouer sur l'épaisseur des joints aux fins de rattrapage, un calepinable préalable en hauteur des ouvrages est indispensable.

Un calepinage des ouvrages en longueur et pour le positionnement des baies est en outre nécessaire pour limiter le nombre de coupes au minimum.

2.32 Prescriptions de fabrication

Les caractéristiques des blocs BIOMUR R doivent satisfaire aux spécifications de la norme NF XP 13-305 en ce qui concerne l'aspect, les dimensions, l'état de surface, les éclatements, la dilatation conventionnelle à l'humidité, l'absorption d'eau, la résistance au gel, et les tolérances dimensionnelles sur la hauteur, les prescriptions relevant de la catégorie M (briques et blocs pour mise en œuvre à joints minces).

De plus, la résistance à l'écrasement, rapportée à la section brute, doit répondre aux conditions suivantes :

épaisseur du bloc (cm)	résistance moyenne (MPa)	résistance minimale (MPa)
30	10	8
37	8	6,4

Les produits doivent faire l'objet d'un autocontrôle suivi par le CSTB et le CTTB, présentant des garanties équivalentes à celles attachées à la licence d'apposition de la marque NF "Briques creuses de terre cuite".

2.33 Prescriptions de mise en oeuvre

Il est rappelé que l'application du mortier-colle, choisi exclusivement parmi ceux indiqués au dossier technique, doit être effectuée à l'aide du rouleau spécialement prévu à cet effet de manière à assurer un calibrage aussi régulier que possible de la couche de mortier. La pose est proscrite sur supports gelés ou gorgés d'eau.

La technique nécessitant de poser le premier rang sur une assise bien plane et de niveau, le planéité et l'horizontalité sont à vérifier sur la périphérie de l'ouvrage (ou sur une partie de l'ouvrage délimitée par des joints de fractionnement) au moyens d'instruments dont la précision de mesure est compatible avec celle de l'ouvrage à réaliser.

2.34 Utilisation en zones sismiques

Le procédé peut être utilisé pour la réalisation de constructions dans les zones de sismicité I et II moyennant l'application de la norme en vigueur NF P 06-013, Règles PS 92. Dans le cas de petits bâtiments de forme simple visés par la norme NF P 06-014 (« Règles PS-MI 89 révisées 92) cette dernière fournit des dispositions constructives dont le respect exonère de l'application des Règles PS 92. Il est rappelé que les bâtiments visés par la norme

NF P 06-014 doivent être au maximum de type R + 1 + comble, de forme simple tant en plan qu'en élévation (décrochements à éviter) et contreventés par des murs répartis sur le pourtour des planchers.

Pour ces applications en zone sismique, l'emploi en voiles de contreventement de briques de refend sans paroi filante, parallèle au plan du mur, telles que décrites dans le Dossier Technique, est à exclure. De même la liaison par pattes à scellement entre mur de façade et refend est à exclure au profit de la liaison par les chaînages haut et bas reliant les chaînages verticaux adjacents pour constituer des verrous de contreventement.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi proposé est appréciée favorablement.

Validité

jusqu'au 31 octobre 2006

*Pour le Groupe Spécialisé n°16
Le Président
A. VERZAT*

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

A l'occasion de la présente révision, la gamme des éléments de terre cuite a été complétée par une brique courante de 22 cm d'épaisseur, une brique ébrasement et une brique linteau. L'application du mortier-colle est assurée désormais par l'un des deux types de rouleaux précisés dans le dossier technique qui propose maintenant un modèle simplifié dépourvu de poignée de réglage de débit.

Par ailleurs, le présent avis intègre la décision du CTAT du 2 octobre 2000 validant des valeurs de résistance thermique légèrement plus favorables que celles données dans l'Avis Technique n° 16/97-332.

Les valeurs des coefficients globaux de réduction applicables aux murs de refend de 15 et 20 cm d'épaisseur résultent d'essais de compression sur murets et trumeaux réalisés au CSTB assortis d'une étude de faisabilité réalisée sur la base d'un indice de sécurité de 3,8, valeur généralement admise pour les états limites ultimes de résistance.

L'enquête réalisée auprès des utilisateurs du procédé n'ayant pas révélé de désordre particulier, le Groupe n'a pas estimé nécessaire de revoir le dossier avant le mois d'octobre 2006.

*Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 16
Bernard BLACHE*

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe du procédé et domaine d'emploi

Le procédé BIOMUR R est un système de maçonnerie en blocs de terre cuite allégée assemblés par des joints horizontaux minces obtenus avec un mortier colle. Les joints verticaux à emboîtement permettent un assemblage totalement à sec ; ils comportent néanmoins une poche à mortier qui peut être éventuellement garnie notamment pour l'application du procédé en zones sismiques. Ce procédé est destiné à la réalisation de murs porteurs ou non porteurs pour tous les types de constructions courantes telles que maisons individuelles, bâtiments de logements en collectif, bâtiments pour bureaux, pour constructions scolaires, et tous types de bâtiments à usage commercial, industriel ou agricole.

2. Eléments constitutifs

2.1 Briques pour murs extérieurs

2.11 Structure générale

Les briques courantes BIOMUR R sont constituées d'une structure à alvéoles verticales de forme losangée.

2.12 Briques courantes

Epaisseur (cm)	37	30
Longueur (cm)	25	25
Hauteur rectifiée (cm)	24,9	24,9
Masse (Kg)	17,5	14,5
Nombre de rangées d'alvéoles	27	21
Classe de résistance	B80	B100

Les briques d'épaisseur 30 et 37 cm sont destinées à réaliser des murs sans complément d'isolation thermique. La face verticale de jointolement de ces briques comporte des emboîtements latéraux et, dans son axe, une poche à mortier destinée à être remplie dans le cas de construction en zone sismique.

Ces briques sont également utilisables pour les murs de soubassement enterrés dans les conditions de conception et de mise en œuvre définies par le DTU 20-1.

2.13 Briques pilier U

Destinées à l'intégration des chaînages béton armé. Structure, classe de résistance et format identiques aux briques courantes. Ces briques comportent un évidement vertical de 13 x 13 ou 18 x 18 ouvert sur une face.

Deux présentations :

- Brique à trois faces "lisses" pour chaînages en angle de mur (trous de 13 x 13).
- Brique à trois faces "lisses" pour utilisation en linteau (trous de 18 x 18).

2.14 Briques feuillure et demi-feuillure

Destinées à la réalisation des tableaux de baie.

Structure et classe de résistance identiques aux briques courantes.

Caractéristiques :

Epaisseur (cm)		37	30
Brique feuillure	Longueur hors tout (cm)	25	30
	Longueur sur feuillure (cm)	19	19
Brique demi-feuillure	Longueur hors tout (cm)	12,5	
	Longueur sur feuillure (cm)	6,5	
Brique ébrasement	Longueur hors tout (cm)	25	
	Longueur sur feuillure (cm)	20 x 45	
Hauteur rectifiée (cm)		24,9	24,9

2.15 Briques demi-hauteur

La gamme des briques ci-dessus est également produite en briques de demi hauteur.

2.2 Briques pour murs de refends et cloisons

Structure à alvéoles verticales.

Classe de résistance B 150 selon norme NF XP 13-305.

Caractéristiques des briques courantes :

Epaisseur (cm)	20 (*)	22	17,5	15	11,5
Longueur (cm)	50	50	50	50	50
Hauteur rectifiée (cm)	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9
Masse (kg)	20,0	20	17,5	15,0	11,6

(*) Ce produit est également utilisable en murs extérieurs.

La gamme comprend également des briques de demi-hauteur.

Briques particulières :

Pour les briques de 22 cm, 20 cm et 15 cm d'épaisseur il existe également une brique pilier comportant un évidement pour la confection des chaînages verticaux et une brique de forme U pour la réalisation des chaînages horizontaux.

2.3 Briques d'about

Pour le coffrage des rives de plancher le procédé comprend également des briques d'about de hauteurs adaptées aux épaisseurs courantes des planchers. L'épaisseur de ces briques est de 12 cm pour les murs de 37 cm et 10 cm pour les murs de 30 cm. La hauteur de ces briques n'est pas rectifiée.

2.4 Mortiers-colles

Les mortiers-colles utilisés pour l'exécution des joints horizontaux sont des mortiers en poudre prête à mouiller.

Les mortiers-colles utilisables ont fait l'objet d'essais de convenance sur leur aptitude d'emploi pour ce qui concerne la résistance de la maçonnerie et les conditions de mise en oeuvre.

Les caractéristiques des mortiers colles retenus sont données dans le tableau suivant :

PRODUCTEUR	LAFARGE LANKO	QUICK-MIX	DESVRES
MARQUE COMMERCIALE	JMTR	BIOMUR	CERMIBRIQUE
PRESENTATION	Poudre - grise - blanche - rouge	Poudre - rouge	Poudre - grise - rouge
DENSITE APPARENTE	1,25 ± 0,1	1,39 (*)	1,22
PH	13	Non déterminé	
CONSTITUANTS	- Liants hydrauliques - Charges minérales - Adjuvants	- Liants hydrauliques - Charges minérales - Adjuvant	- Liants hydrauliques - Charges minérales - Adjuvant
TAUX DE GACHAGE %	32	36 (*)	
Temps de vie en auge (Minutes)	90 ± 30	≥ 240 (*)	
Temps d'ajustabilité (Minutes)	5 à 20	30 (*)	

(*) Données résultant d'essais du Laboratoire AMTLICHE MATERIAL PRUFANSTALT FUR DAS BAUWESEN à HANNOVRE PV d'essais N° 1692/94 - A/Li

2.5 Caractéristiques environnementales

Les caractéristiques environnementales de la maçonnerie décrite dans le présent dossier sont synthétisées par le tableau d'impacts environnementaux, extrait de la fiche de déclaration environnementale collective du produit conforme à la norme XP 01-010 : « MO-

nomur terre cuite rectifié pour pose à joints minces (37 cm) », datée du 25/08/03 fournie par Briques de FRANCE.

Unité Fonctionnelle (UF) : Assurer la fonction de mur porteur (structure et clos) sur 1 m² de paroi et une isolation thermique (résistance thermique de 2.83 m²xK/W) pendant une annuité.

Durée de Vie Typique (DVT) : 100 ans

Impact environnemental	Unité	Valeur par annuité	Valeur totale DVT
Consommation de ressources énergétiques (total)	MJ /UF	10.49	1049
Consommation d'énergie renouvelable	MJ /UF	2.83	283
Consommation d'énergie non renouvelable	MJ /UF	7.66	766
Consommation de ressources non énergétiques	kg / UF	3.26	326
Consommation d'eau	litre /UF	1.49	149
Déchets valorisés	kg / UF	0.029	2.9
Déchets éliminés	kg / UF		
Déchets Industriels Spéciaux (DIS)		0.00148	0.148
Déchets Industriels Banals (DIB)		0.00165	0.165
Déchets Inertes		3.09	309
Déchets radioactifs (*)		0.0000475	0.00475
Changement climatique	kg équivalent CO ₂ / UF	0.68	68
Acidification atmosphérique	kg équivalent SO ₂ / UF	0.00384	0.384
Pollution de l'air	m ³ / UF	186.98	18698
Pollution de l'eau	m ³ / UF	18.38	1838
Pollution des sols		Les émissions dans le sol sont dus à la mise à disposition des énergies	
Destruction de la couche d'ozone stratosphérique	kg équivalent CFC 11 / UF	0	0
Formation d'ozone photochimique	kg équivalent éthylène / UF	0.0003	0.03
Atteinte à la biodiversité	Les carrières d'argile, étant à ciel ouvert, provoquent une modification provisoire du paysage. Néanmoins, elles sont réaménagées au fur et à mesure de l'exploitation. (**)		

(*) dus à la production française d'électricité

(**) conformément à la réglementation ICPE

3. Fabrication - contrôles

3.1 Schéma général de la production

Dosage volumétrique des matières premières.

Broyage des matières premières. (Granulométrie ≤ 1 mm)

Pré-humidification et homogénéisation des terres. Obtention de mottes compactes à humidité constante.

Humidification à la vapeur, filage et coupage. Obtention des briques semi-finies.

Séchage avant cuisson par ventilation régulée en température et humidité.

Cuisson selon un cycle régulé automatiquement avec la température du palier de cuisson.

Rectification permettant le calibrage de la hauteur des briques avec une tolérance de ± 0,5 mm.

Conditionnement des produits par palettisation et housage.

3.2 Marquage

Les produits sont marqués en continu par une molette réalisant une impression en creux en sortie de filière. Le marquage réalisé comporte le libellé STURM, le nom de l'usine de production, la date de production, le nom du procédé, le logo CSTBat et le numéro de Certificat.

3.3 Contrôles

3.3.1 Contrôles de fabrication

Contrôle quotidien des dosages.

Contrôle bihebdomadaire des cylindres de broyage.

Séchage des briques avant cuisson : la température et le taux d'humidité sont enregistrés par des sondes couplées à un automate de régulation.

Le cycle de température le long du four de cuisson est enregistré par des sondes couplées à des automates de régulation.

La rectification de hauteur est régulée en permanence par un automate qui réagit à partir d'une détection en sortie des produits et sous surveillance permanente d'un opérateur.

3.32 Contrôle sur produits

Contrôles quotidiens de la densité apparente et de la géométrie sur les divers formats de produits.

Essais et contrôles de conformité dans le cadre de la norme NF portant sur les caractéristiques suivantes :

- Dimensions,
- Aspect,
- Absorption d'eau,
- Résistance à l'écrasement,
- Dilatation à l'eau bouillante.

4. Mise en oeuvre

4.1 Pose des briques BIOMUR R

4.1.1 Outillage

Outre l'outillage traditionnel du maçon (règle, niveau, maillet caoutchouc...), la mise en oeuvre du procédé BIOMUR R nécessite l'utilisation d'un outillage complémentaire adapté comprenant :

- Des platines de pose métalliques pour le réglage du premier lit de mortier traditionnel.
- Un mélangeur rotatif monté sur une perceuse pour gâchage du mortier-colle.
- Un rouleau applicateur pour la pose précise et régulière du mortier-colle. Le rouleau comprend un réservoir distributeur de 4 litres.

4.1.2 Principe général de pose des briques

STURM effectue chaque démarrage de chantier avec les Entreprises qui découvrent le procédé en offrant une assistance et une formation sur chantier.

L'assise du premier rang de briques est réalisée sur un lit de mortier traditionnel conformément au DTU 20-1.

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

Le maçon procède ensuite à la pose du premier rang en réglant l'alignement des briques et leur niveau dans les 2 directions à l'aide d'un niveau et d'un maillet en caoutchouc.

Ensuite les autres rangs sont posés au mortier colle.

Le gâchage du mortier-colle est réalisé à l'aide du mélangeur électrique de manière à obtenir une consistance fluide.

Le mortier colle est ensuite déposé sur les briques avec le rouleau applicateur spécial. La conception de ce rouleau permet de réaliser plus de 7 ml de joint sur mur de 37 cm avec un réservoir plein. Une poignée amovible permet de doser le débit de sortie du mortier. La présence de petites cerces sur le rouleau permet de déposer un joint continu et régulier en épaisseur.

Il existe également un rouleau simplifié, dépourvu de poignée amovible, permettant de réaliser 5 ml de joint sur un mur de 37 cm d'épaisseur avec un réservoir plein.

La conception de ces rouleaux fait l'objet du brevet européen n° DE 43 34 096 C2.

4.2 Réalisation des chainages verticaux

Les briques piliers disposées alternativement dans un sens et dans l'autre permettent le harpage des briques tout en ménageant un vide de 13 x 13 pour la mise en oeuvre des chainages conformément au DTU 20-1, ou conformément aux normes NF P 06-013 et NF P 06-014 pour les constructions en zones sismiques.

4.3 Réalisation des chainages horizontaux

Au niveau des planchers les chainages sont coffrés du côté extérieur par des briques d'about de 10 ou 12 cm d'épaisseur, de hauteurs adaptées aux planchers courants : 15 cm (*plancher de 16*) et 19 cm (*plancher de 20*). Une isolation complémentaire est interposée entre la brique d'about et le chaînage (*voir coupe verticale sur baie*).

4.4 Réalisation des tableaux de baies

Les tableaux de baies sont obtenus en utilisant successivement d'un rang à l'autre une brique feuillure et une brique demi-feuillure, ce qui permet de respecter l'appareillage.

4.5 Réalisation des linteaux

Les linteaux sont mis en oeuvre à partir de prélindeaux de terre cuite, associés à une rehausse en briques pleines ou perforées de format 12 x 25 x 6,5 cm. (Voir Annexe).

Dans le cas de baies avec coffre pour volet roulant le linteau est mis en oeuvre au dessus du coffre. Il est constitué du côté extérieur par un prélindeau et du côté appui du plancher par un linteau chaînage en béton armé.

Dans les autres cas, l'utilisation des U en linteau permettra la réalisation d'une petite poutre confinée de section de béton 18 x 18 armée suivant les règles du BAEL 91.

4.6 Jonction entre mur de façade et mur de refend

Le mur de refend est arrêté simplement contre le parement du mur de façade sans harpage entre les briques des deux murs.

La liaison mécanique entre façade et mur de refend peut être obtenue de deux manières :

- La première solution est d'établir un chaînage à proximité de l'about du mur de refend et un autre dans le mur de façade au droit du mur de refend. Ces deux chaînages sont liés entre eux par les chaînages horizontaux en pied et en tête du niveau.
- La deuxième solution est de réaliser une liaison par pattes d'ancrage. Ces pattes sont en acier inoxydable plat perforé de dimension 300 x 22 x 0,75 mm. Chaque patte d'ancrage est susceptible d'équilibrer un effort admissible sous vent normal de 2,25 KN. De manière courante les pattes d'ancrage sont disposées au nombre de deux tous les quatre rangs. Cette disposition générale permet d'équilibrer les efforts du vent en région II site exposé lorsque ceux-ci sont appliqués à une longueur de façade contreventée par le mur de refend inférieure ou égale à 7 m. Pour les sollicitations plus élevées il convient de consulter le bureau d'études du procédé BIOMUR R.

4.7 Dispositions parasismiques

Le procédé BIOMUR R permet la mise en oeuvre des dispositions parasismiques conformément aux normes NF P 06-013 et NF P 06-014. Dans ce cas les briques sont jointoyées verticalement en utilisant la poche à mortier prévue à cet effet dans l'axe du mur.

Les chaînages et les renforts autour des portes et des baies sont établis en utilisant les briques pilier. Les renforts en appui de baie sont mis en oeuvre dans le lit de mortier traditionnel réalisé pour la pose de l'appui s'il est préfabriqué ou directement dans l'appui s'il est coulé in situ. La conception des prélindeaux permet de disposer les armatures de renfort dans le joint de mortier traditionnel servant d'assise à la rehausse en maçonnerie.

4.8 Enduits

4.8.1 Revêtements extérieurs

Un revêtement extérieur est obligatoire pour les murs extérieurs à simple paroi.

Les enduits applicables sur cette maçonnerie sont :

- Les enduits traditionnels classiques pour les supports en terre cuite, conformément au DTU 26-1
- Les enduits non traditionnels, enduits d'imperméabilité qui doivent bénéficier d'un certificat CSTBat autorisant l'application sur supports de type B.

4.8.2 Enduits intérieurs

Enduits traditionnels à base de liants hydrauliques, enduits plâtre, plaques de plâtre collées, ou enduits non traditionnels bénéficiant d'un Avis Technique.

B. Résultats expérimentaux

1. Résistance à la compression

Essais réalisés par le CTTB dans le cadre d'un chantier expérimental à REIMS.

Essais à la compression sur briques individuelles :

Moyenne sur 10 produits : 9,4 MPa

Essais sur couplets associant deux demi-briques avec diverses marques de mortier-colle. 3 types de mortier et 3 essais par type. Application du mortier soit par trempe, soit au rouleau. Moyenne des résultats pour chaque couplet.

- Couplet 1 : 9 MPa
- Couplet 2 : 10,7 MPa
- Couplet 3 : 9,6 MPa

Les résistances obtenues sur les couplets montrent que le type de mortier colle et son mode d'application ne modifient pas le niveau de résistance à la compression.

2. Résistance à la flexion

Essais CTTB Chantier expérimental à REIMS.

Essais à la flexion de montages de deux briques associées avec 3 types de mortier colle.

Le joint étant situé à mi-portée du montage.

Charges de rupture obtenues (moyenne de 3 essais pour chaque montage) :

- Montage 1 : 19 kN
- Montage 2 : 19 kN
- Montage 3 : 25 kN

Ces charges montrent une résistance en flexion des montages à joints minces collés bien supérieure à celle des montages avec joints traditionnels, à savoir 12,4 kN.

3. Résistance en compression sur murets et trumeaux

(rapport d'essais du CSTB n° EM 99023 du 28 septembre 1999).

Les essais ont porté sur des murets et trumeaux de 1 m de longueur en maçonneries de produits de 15 et 20 cm d'épaisseur à alvéoles verticales rectangulaires (voir tableau 1).

4. Décision du 2 Octobre 2000 du Comité thermique de l'Avis Technique

Les valeurs des résistances thermiques des murs non enduits sont respectivement de 1,40 – 2,21 et 2,83 (m².K)/W pour des épaisseurs de 22,30 et 37,5 cm.

B. Résultats expérimentaux

- Rapport d'essais du CTICM n° 98E364 du 28 septembre 1998 et extension de classement n° 00/1 du 19 juillet 2000.
- Caractéristiques environnementales et sanitaires.
Rapport Environnement-Santé CSTB n° 2003-001 du 2 octobre 2003.
Rapport d'essai CSTB (DDD/SB – 2003-015-W, 21 Mai 2003) : Evaluation sanitaire des émissions de COV et d'aldéhydes par des briques et mortiers.
Rapport d'essai CSTB (SB 03-021-W, Juin 2003) : Etude du comportement d'une brique et de son mortier face à une contamination fongique.

C. Références

Depuis 1996, plus de 2.000 ouvrages ont été réalisés selon le principe du monomur en terre cuite montés à joints minces.

Le système BIOMUR R a fait l'objet d'un Chantier expérimental de 32 logements (soit 2.500 m²) à REIMS.

Ce système a été largement utilisé pour la construction d'une Usine à BETSCHDORF (67) (≈ 1.000 m²).

Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 1 -

n° d'essai	corps d'épreuve	hauteur (m)	épaisseur (m)	1 ^{ère} fissure (kN)	rupture (kN)
1	murets	1.06	0.15	400	820
2		1.00	0.15	500	955
3		1.00	0.15	950	1120
4		1.00	0.15	850	1110
5		1.00	0.15	800	850
6	trumeau centré	2.25	0.15	400	875
7	trumeau centré	2.25	0.15	525	1080
8	trumeau centré	2.25	0.15	300	800
9	trumeau excentré	2.25	0.15	240	730
10	trumeau excentré	2.25	0.15	200	750
11	trumeau excentré	2.25	0.15	280	890
12	Murets	1.00	0.20	610	1040
13		1.00	0.20	520	1005
14		1.00	0.20	580	960
15		1.00	0.20	440	980
16		1.00	0.20	630	890

ANNEXE

ANNEXE : PRELINTEAU TERRE CUITE BETON ARME

1 - MATERIAUX CONSTITUTIFS - GAMME DE PRODUCTION

- Eléments coffrants en terre cuite en longueur unitaire de 25 cm et de 6 cm de hauteur.

Trois largeurs possibles : 9, 12 et 15 cm

- Béton de remplissage et d'enrobage des armatures de classe B 25 ($f_c \geq 25$ MPa)
- Armatures de béton armé haute adhérence de la classe Fe E 500 en diamètre 8 mm ou éventuellement 10 mm.
- Les prélineteaux sont produits en longueur de 1,00 m à 3,00 m de 25 cm en 25 cm.
- Définition des sections selon tableau 1 -.

2 - CONDITIONS GENERALES DE CALCUL

Les conditions de calcul des linteaux composites constitués des prélineteaux associés à une rehausse en maçonnerie prennent en compte les principes généraux de dimensionnement du béton armé conformément au BAEL et les principes spécifiques de vérification des maçonneries tels qu'ils sont proposés dans l'Eurocode EC6.

Les calculs de résistance à la flexion et au cisaillement sont réalisés à l'Etat Limite Ultime avec les coefficients de sécurité suivants :

- Pondération des charges : - Permanentes 1,35 - Exploitation 1,50

Valeur moyenne prise égale à 1,4 sur charge globale -

- Coefficient de sécurité sur l'acier : $\gamma_s = 1,15$

- Coefficient de sécurité sur les résistances caractéristiques de la maçonnerie :

Les Eurocodes fixent une valeur de γ_M comprise entre 2,3 et 3,5 selon les conditions de contrôle des produits et de l'exécution. Il est admis de prendre en construction courante : $\gamma_M = 3$

- Les performances des linteaux sont fournies pour les cas suivants :
 - Rehausse en maçonnerie de briques pleines - Tableaux 2 et 3 -
 - Rehausse en maçonnerie de briques à perforations verticales - Tableaux 4 et 5 -