

Murs en maçonnerie et éléments connexes

Document technique 07-02

Murs en éléments en terre cuite

Document technique 07-02 rev 03
01/03/2020

Etablissement public au service de l'innovation dans le bâtiment, le CSTB, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, exerce quatre activités clés : la recherche, l'expertise, l'évaluation, et la diffusion des connaissances, organisées pour répondre aux enjeux de la transition écologique et énergétique dans le monde de la construction. Son champ de compétences couvre les produits de construction, les bâtiments et leur intégration dans les quartiers et les villes. Avec plus de 900 collaborateurs, ses filiales et ses réseaux de partenaires nationaux, européens et internationaux, le groupe CSTB est au service de l'ensemble des parties prenantes de la construction pour faire progresser la qualité et la sécurité des bâtiments.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent document technique, faite sans l'autorisation du CSTB, est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (article L. 122-5 du Code de la propriété intellectuelle). Le présent document a été rédigé sur l'initiative et sous la direction du CSTB qui a recueilli le point de vue de l'ensemble des parties intéressées

© CSTB

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

N° de révision	Date application	Modifications
00	01/04/2018	<p>Actualisation de la présentation et de la référence du document</p> <p>Modifications de fond : Mise à jour des contrôles et prélèvements lors des audits.</p>
01	19/11/2018	<p>Partie 1 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Redéfinition des caractéristiques certifiées et des caractéristiques complémentaires pouvant être certifiées. • Ajout de la résistance thermique du mur enduit • Ajout de toutes caractéristiques mécaniques, thermiques, acoustiques et dimensionnelles, visés dans la partie avis d'un avis technique, dans les caractéristiques pouvant être certifiées. <p>Partie 2 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ajout des modalités d'essais pour la résistance thermique du mur enduit <p>Partie 3 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ajout des modalités de contrôle pour la résistance thermique du mur enduit <p>Partie 6 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Définition des accessoires structuraux
02	13/06/2019	<p>Changement du nom de l'application</p> <p>Partie 1 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Définition des caractéristiques complémentaires certifiées et des caractéristiques complémentaires certifiées optionnelles • Ajout précision concernant les mortiers • Ajout précision concernant les éléments accessoires <p>Partie 2 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Remise en forme du tableau • Ajout d'une précision concernant le choix des options • Ajout précision concernant les valeurs thermiques • Ajout précision sur simplification possible pour les essais de f_k et f_{vk0} <p>Partie 3 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Remise en forme de tableaux en conformité avec le DT01 • Précision concernant le facteur solaire <p>Partie 5 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mise à jour du tableau • Ajout paragraphe relatif à l'essai de contreventement • Ajout paragraphe relatif au calcul du f_k
03	01/03/2020	<p>Général :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modification de l'intitulé de l'option « résistance du support » en option « compatibilité des supports avec les enduits » et contrôle de la catégorie de résistance à l'arrachement du support R_t <p>Partie 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> • f_k étant suivie par essais au laboratoire de la marque une fois tous les 5 ans, il s'agit d'une caractéristique

		<p>certifiée, pas d'une caractéristique complémentaire. Cela a été corrigé</p> <p>Partie 2 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corrections/précisions dans le tableau • Précision concernant le fait que les éléments en terre cuite sont classés Rt2 sans essais dans le cadre de l'option. • Ajout d'une ligne concernant le contrôle de l'équerrage dans le tableau de la Partie 2 • Ajout d'une ligne concernant le contrôle de l'aspect dans le tableau de la Partie 2 <p>Partie 3 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Correction/précisions dans le tableau 3.1.1 et le tableau 3.2.1 • Passage à 3 ans de la fréquence des essais de suivi concernant l'option « sismique » • Mises à jour notes §3.1.2, 3.2.2 • Ajout d'une ligne concernant le contrôle de l'équerrage dans les tableaux des §3.1.1 et 3.2.1 • Ajout d'une ligne concernant le contrôle de l'aspect dans tableaux des §3.1.1 et 3.2.1 • §3.2.2 Modification de la fréquence d'essai des caractéristiques de surface à 1 suivi tous les 2 ans. <p>Partie 4 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ajout d'une ligne concernant le contrôle de l'équerrage dans le tableau 4.3 • Ajout d'une ligne concernant le contrôle de l'aspect dans le tableau 4.3 • Mise à jour §4.4 <p>Partie 5 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clarification §5.1 et 5.2 • Simplification §5.5
--	--	---

Table des matières

Partie 1 - Objet du présent document technique	6
3.1 Note concernant les mortiers de joints minces.....	6
3.1.1 Soit le système est fermé à un élément terre cuite et un mortier de joint mince, ce mortier étant certifié QB11 (ou équivalent) en son nom propre.....	6
3.1.2 Soit le système est fermé à un élément terre cuite et un mortier de joint mince, ce mortier n'étant pas certifié QB en son nom propre, mais certifié QB07 en association avec l'élément visé.	6
3.2 Note concernant les accessoires de type « poteaux ».....	7
Partie 2 - Modalités d'essais	8
Partie 3 - Modalités de contrôle.....	11
3.1 Admission	11
3.1.1 - Essais réalisés en usine lors de la visite d'admission	11
3.1.2 - Essais réalisés dans le laboratoire de la marque (admission).....	11
3.1.3 - Calculs thermiques à réaliser par le laboratoire de la marque.....	13
3.2 Suivi	14
3.2.1 - Essais réalisés en usine lors de la visite de suivi	14
3.2.2 - Essais réalisés dans le laboratoire de la marque (suivi)	14
Partie 4 - Contrôle de production en usine.....	16
4.1 Contrôle du mélange de fabrication	16
4.2 Contrôle de la fabrication et maîtrise du procédé.....	16
4.3 Autocontrôle réalisé par le fabricant sur le produit fini	17
4.4 Vérification du matériel de fabrication et de contrôle	19
Partie 5 Modes opératoires et interprétation des résultats	20
5.1 Résistance moyenne à la compression perpendiculaire au plan de pose des éléments R_m 20	
5.2 Résistance caractéristique en compression de la maçonnerie f_k	20
5.3 Masse volumique absolue sèche	21
5.4 Méthodes de suivi des valeurs thermiques	21
5.5 Calculs thermiques à réaliser par le laboratoire de la marque.....	21
5.6 Facteur solaire.....	22
5.7 Protocole d'essai de contreventement.....	23

Partie 1 - Objet du présent document technique

Le présent document technique concerne les contrôles à réaliser dans le cadre d'une nouvelle demande de certification (admission) et du suivi ultérieur pour les murs en maçonnerie et éléments connexes constitués d'éléments en terre cuite, avec éventuellement un isolant incorporé dans les alvéoles ou rapporté sur une des faces. Les contrôles concernant l'isolant sont décrits dans le document technique 5 du référentiel « Isolants à intégrer dans un procédé de maçonnerie ».

Les caractéristiques certifiées de l'application QB07 « Murs en maçonnerie et éléments connexes » sont les suivantes :

- ✓ Les tolérances dimensionnelles ;
- ✓ La résistance moyenne en compression perpendiculairement au plan de pose déclarée R_m (cf §5.1) ;
- ✓ La conductivité thermique utile (Méthode 1 et 2 – voir partie 5) ou la masse volumique absolue sèche (Méthode 3 – voir partie 5) ;
- ✓ La résistance caractéristique en compression du muret de maçonnerie f_k .

Les caractéristiques complémentaires certifiées (ces caractéristiques complémentaires sont dérivées des caractéristiques certifiées par calcul ou par essai de type initial) sont les suivantes :

- ✓ La résistance moyenne en compression normalisée des éléments perpendiculairement au plan de pose f_b ;
- ✓ La résistance thermique du mur enduit ;
- ✓ Le coefficient de transmission surfacique du mur U ;
- ✓ Le coefficient de transmission linéique de la jonction plancher/façade ψ ;
- ✓ Le facteur solaire (*zones intertropicales*)
- ✓ Toutes caractéristiques mécaniques, thermiques, acoustiques ou dimensionnelles, visés dans la partie « prescriptions techniques » d'un Avis Technique ou d'une évaluation technique collégiale (Par exemple : ATEx) avérée positive du procédé de mur en maçonnerie visé.

Les caractéristiques certifiées optionnelles (caractéristiques faisant l'objet de vérifications supplémentaires proposées par rapport à la certification de base qui permettent au titulaire de mettre en avant certaines performances de son procédé qui n'auraient pas fait l'objet de suivi dans le cas de base) sont les suivantes :

- ✓ La résistance en compression des éléments parallèle au plan de pose (*option sismique*) ;
- ✓ La résistance initiale au cisaillement du joint de maçonnerie f_{vk0} (*option sismique*) ;
- ✓ Le coefficient de comportement q (*option sismique uniquement si sous-option validation de q*) ;
- ✓ La catégorie de résistance à l'arrachement des supports R_t (*option compatibilité des supports avec les enduits*).

3.1 Note concernant les mortiers de joints minces

Le présent document technique est applicable aux murs en maçonnerie constituées d'éléments en terre cuite assemblés à l'aide d'un liant de montage. Le liant de montage fait donc partie intégrante du système constructif visé par la certification. Dans le cas des procédés certifiés associant un élément en terre cuite à un mortier de joints minces, il y a deux possibilités :

3.1.1 Soit le système est fermé à un élément terre cuite et un mortier de joint mince, ce mortier étant certifié QB11 (ou équivalent) en son nom propre.

Le certificat QB07 précise la dénomination commerciale exacte du mortier associé.

3.1.2 Soit le système est fermé à un élément terre cuite et un mortier de joint mince, ce mortier n'étant pas certifié QB en son nom propre, mais certifié QB07 en association avec l'élément visé.

Le certificat QB07 précise la dénomination commerciale exacte du mortier associé. La constance de la production du mortier sera suivie dans le cadre de la certification QB07, suivant les modalités d'essais et de contrôle citées dans le Référentiel QB11 « Mortiers et produits connexes », paragraphes 2.4, 3.3, 3.4 et 3.5 et le Document Technique 11-04 « Mortiers de joint mince pour petits éléments de maçonnerie ».

3.2 Note concernant les accessoires de type « poteaux »

Lors des essais de résistance à la compression perpendiculairement à la face de pose sur ce type d'éléments il est laissé la possibilité de :

- Retirer la section de l'alvéole de la section brute de l'élément pour la définition de la contrainte à partir du résultat d'essai ;
- Découper l'élément afin de retirer l'alvéole avant l'essai.

Dans les deux cas, si la résistance à la compression unitaire moyenne normalisée obtenue conformément à la NF EN 772-1+A1 ainsi définie est supérieure ou égale à la résistance à la compression unitaire moyenne normalisée de l'élément, aucune prise en compte spécifique de l'élément chaînage dans la conception du procédé n'est nécessaire.

Dans le cas contraire, une évaluation technique du procédé est nécessaire.

Partie 2 - Modalités d'essais

Les essais mentionnés en Partie 3 doivent être réalisés suivant les méthodologies décrites ci-après :

	Grandeur	Mode opératoire des essais	Tolérances par défaut
DIMENSIONNEL	Dimensions*	NF EN 772-16	Briques P : Longueur $x=\pm 3\%$, Largeur (épaisseur) $x=\pm 2\%$ et $\pm 2 \text{ mm} \leq x \leq \pm 6 \text{ mm}$; Hauteur $\pm 0,5\text{mm}^{**}$ Briques U : Longueur et largeur (épaisseur) $x=\pm 3\%$ et $\pm 2 \text{ mm} \leq x \leq \pm 10 \text{ mm}$; Tm ; Hauteur $\pm 0,5\text{mm}^{**}$
	Planéité des faces de pose**	NF EN 772-20	Aucun écart mesuré ne doit dépasser la valeur certifiée
	Parallélisme des faces de pose**	NF EN 772-16	L'écart de parallélisme des faces de pose dans le plan ne doit pas dépasser la valeur certifiée
	Angle d'équerrage entre la face rectifiée et la face à enduire	NF EN 771-1+A1/CN , Annexe I	Briques P, rectifiées, destinées à être posées à joint mince : <u>L'écart mesuré, quelle que soit sa position, doit être :</u> -Pour les briques de hauteur >290mm : écart maxi ≤ 5mm ; -Pour les briques de hauteur : 185mm < hauteur ≤ 290mm : écart maxi ≤ 4mm ; -Pour les briques de hauteur ≤ 185mm : écart maxi ≤ 3mm ;
	Configuration	-Epaisseur combinée des cloisons internes et des parois extérieures : NF EN 772-16 -Volume de tous les vides formés exprimé en pourcentage de longueur x largeur (épaisseur) x hauteur de la brique : NF EN 772-3	La valeur moyenne obtenue à partir des mesurages effectués sur l'échantillon d'essai doit se situer dans la plage ou limite déclarée
	Aspect	Nombre total de fissures (NF EN 771-1+A1/CN §5.1.1)	Le nombre de fissures observées doit rester dans les limites définies par le tableau 1 du §5.1.1 de la norme NF EN 771-1+A1/CN
MECANIQUE	Résistance à la compression des éléments perpendiculairement au plan de pose	NF EN 772-1	Les résultats d'essai doivent être conformes à la résistance à la compression moyenne déclarée R_m : $R_{m,essai} \geq R_m$ et $R_{min,essai} \geq 0,8 * R_m$
	Résistance caractéristique à la compression sur muret et module d'élasticité	NF 1052-1 Voir également Partie 5 du présent document	La valeur caractéristique doit être supérieure ou égale à la valeur certifiée (Le principe d'accumulation statistique décrit en Partie 5 s'applique)
	Résistance à la compression parallèle à la face de pose <i>Option sismique</i>	NF EN 772-1	Moyenne des mesures $\geq 1,5 \text{ MPa}$
	Résistance initiale au cisaillement <i>OPTION sismique</i>	NF EN 1052-3	Conforme au f_{vk0} certifié (Le principe d'accumulation statistique décrit en Partie 5 s'applique)
	Essai de contreventement <i>OPTION sismique avec sous option validation de q=2,5</i>	Voir partie 5 du présent document	Caractérisation par essai du coefficient q (Essais de type initiaux uniquement)
	Résistance à l'arrachement <i>Option compatibilité des supports avec les enduits</i>	NF EN 1015-12	Moyenne des mesures conforme à la catégorie Rt certifiée (Voir DTU26.1, P1-2, Tableau 3)
COMPORTEMENT A L'EAU	Teneurs en sels solubles actifs	Briques P : Aucune exigence Briques U : NF EN 772-5	Briques U : La teneur en sels hydrosolubles obtenue doit être inférieure ou égale à la teneur déclarée en sels solubles actifs.

	Taux initial d'absorption d'eau	<u>Briques P</u> : Aucune exigence <u>Briques U</u> : NF EN 772-11	<u>Briques U</u> : Le taux initial moyen d'absorption d'eau doit s'inscrire dans la plage déclarée du taux initial d'absorption d'eau
	Eclatement	NF EN 771-1/CN Annexe B	<u>Briques P</u> : Aucun cratère de diamètre moyen ≥ 10 mm. Pas plus de 3 cratères de diamètre moyen entre 5 et 10mm par décimètre carré de paroi externe <u>Briques U</u> : Pas plus de 1 cratère de diamètre moyen inférieur ou égal à 3mm par décimètre carré de surface pouvant rester apparente lorsque la couleur des faces pouvant rester apparentes est identique à celle du tesson Aucun cratère lorsque la couleur des faces est différente de celle du tesson.
	Dilatation à l'humidité	NF EN 772-19	La dilatation moyenne ne doit pas dépasser la valeur déclarée ou au maximum inférieur ou égale à 0.6 mm/m
	Résistance au gel-dégel	<u>Briques P</u> : NF EN 771-1/CN Annexe C <u>Briques U</u> : NF EN 771-1/CN Annexe D	<u>Briques P</u> : NF EN 771-1/CN Annexe C <u>Briques U</u> : NF EN 771-1/CN Annexe D
	Absence d'efflorescence	<u>Briques P</u> : Aucune exigence <u>Briques U</u> : NF EN 771-1/CN Annexe F	<u>Briques U</u> : Aucune efflorescence
THERMIQUE	Masse volumique absolue sèche	NF EN 772/13	Valeur moyenne $\rho_{n,u} \leq$ valeur certifiée
	Conductivité thermique à l'état sec (Méthodes 1 et 2 – voir partie 5 du présent document)	NF EN 12664 (méthode fluxmétrique) après stabilisation en poids à 110°C	Valeur moyenne $\lambda_{sec} \leq \lambda_{utile}$ certifiée/ F_m
	Conductivité thermique à l'état humide (Méthode 3 – voir partie 5 du présent document) <i>OPTION détermination du facteur d'humidité</i>	NF EN 12664 (méthode fluxmétrique) après stabilisation en poids à 23°C et 50%HR	Valeur moyenne $\lambda_{humide} \leq \lambda_{utile}$ certifiée
	Résistance thermique de la brique R_e	Calcul basé sur le λ_{utile} du tesson	Valeur à déterminer lors de l'admission et à déclarer sur le certificat.
	Résistance thermique du mur enduit	Calcul basé sur le λ_{utile} du tesson	Valeur à déterminer lors de l'admission et à déclarer sur le certificat.
	Coefficient de transmission surfacique du mur U	Calcul basé sur le λ_{utile} du tesson	Valeur à déterminer lors de l'admission et à déclarer sur le certificat.
	Coefficient de transmission linéique (ponts thermiques) ψ	Calcul basé sur le λ_{utile} du tesson	Valeur à déterminer lors de l'admission et à déclarer sur le certificat.
	Facteur solaire (zones intertropicales)	Fiche d'application thermique RTAA DOM	Valeur à déterminer lors de l'admission et à déclarer sur le certificat.

* Catégorie de tolérance dimensionnelle T_m ** Lorsque l'usage prévu des briques de terre cuite implique une utilisation avec mortier pour joint mince.

Note relative aux valeurs thermiques :

La partie 5 du présent document détaille trois méthodes (La méthode 1 est la plus précise – la méthode 3 est la moins précise).

- Méthodes 1 et 2 : La valeur certifiée est la conductivité utile de l'élément, qui correspond à la conductivité thermique de l'élément à l'état sec, multipliée par le facteur d'humidité F_m .
- Dans le cas de la méthode 1, le facteur F_m est déterminé par essai. La méthode 1 permet d'affiner au maximum la caractérisation de la conductivité thermique utile de l'élément.
- Dans le cas de la méthode 2, on utilise une valeur tabulée pour le facteur F_m .

Méthode 3 : La valeur certifiée est la masse volumique absolue sèche de l'élément. Dans ce cas, la conductivité thermique utile de l'élément peut être déduite par application de valeurs tabulées.

Note relative à l'option sismique

- L'option « sismique » comprend la caractérisation de la résistance à la compression de éléments parallèlement au plan de pose ainsi que la caractérisation de la résistance initiale au cisaillement du joint f_{vk0} : cette option permet de revendiquer dans le certificat un f_{vk0} caractérisé par essai et un coefficient de comportement $q=1,5$ pour le dimensionnement parasismique.
- L'option « sismique » avec sous-option « validation de q » comprend, outre les deux caractérisations précitées, la prise en compte d'un essai de contreventement : elle permet de revendiquer dans le certificat un f_{vk0} et un coefficient de comportement q caractérisés par essai pour le dimensionnement parasismique.

Note relative au choix des options :

- Option « compatibilité des supports avec les enduits » : Permet de revendiquer une catégorie de résistance à l'arrachement des supports pour l'enduit de façade.
Sans essai, les briques en terre cuite sont de catégorie « Rt2 », soit une résistance à l'arrachement moyenne au sens du DTU 26.1 P1-2.

Partie 3 - Modalités de contrôle

3.1 Admission

3.1.1 - Essais réalisés en usine lors de la visite d'admission

Les essais suivants sont réalisés sur le site de production dans le cadre d'un audit d'admission. Les éléments accessoires doivent également faire l'objet d'un contrôle.

Grandeur	Nombre d'échantillons
Dimensions	3 briques + 1 accessoire de chaque type
Planéité des lits de pose	3 briques + 1 accessoire de chaque type
Parallélisme des lits de pose	3 briques + 1 accessoire de chaque type
Equerrage	3 briques + 1 accessoire de chaque type
Configuration	3 briques + 1 accessoire de chaque type
Aspect	3 briques + 1 accessoire de chaque type
Résistance à la compression des éléments perpendiculaire à la face de pose	6 briques + 3 accessoires structuraux de chaque type

3.1.2 - Essais réalisés dans le laboratoire de la marque (admission)

Les essais suivants font l'objet d'un prélèvement pour envoi dans un laboratoire accrédité NF EN ISO/CEI 17025. Chaque élément prélevé comporte le tampon CSTB.

Grandeur	Nombre d'échantillons par certificat
Résistance à la compression des éléments perpendiculaires à la face de pose	6 briques + 3 accessoires structuraux de chaque type
Résistance à la compression sur muret	3 murets
Taux initial d'absorption d'eau	Briques P : 0 Briques U : 3 échantillons par tesson*
Teneurs en sels solubles actifs	Briques P : 0 Briques U : 3 échantillons par tesson*
Eclatement	3 échantillons par tesson*
Dilatation à l'humidité	7 échantillons par tesson*
Résistance au gel-dégel	7 échantillons par tesson*
Absence d'efflorescence	Briques P : 0 Briques U : 7 échantillons par tesson*
Conductivité thermique à l'état sec (cf Partie 5 – Méthode 2)	3 échantillons par tesson*
Masse volumique absolue sèche	3 échantillons par tesson*

* Si le tesson des accessoires et des briques est différent, dans ce cas chaque tesson sera testé

Option compatibilité des supports avec les enduits (admission)

Grandeur	Nombre d'échantillons par certificat
Catégorie de résistance à l'arrachement	6 briques par tesson*

* Si le tesson des accessoires et des briques est différent, dans ce cas chaque tesson sera testé

Option sismique (admission)

Grandeur	Nombre d'échantillons par certificat
Résistance à la compression parallèle à la face de pose dans le plan du mur	6 briques + 3 accessoires structuraux de chaque type
Résistance initiale au cisaillement	Pour la réalisation de 9 corps d'épreuve : 18 briques de la même journée de production que ceux testés pour la résistance à la compression parallèle à la face de pose + 3 accessoires structuraux de chaque type
<i>SOUS-OPTION validation de q :</i> Essai de contreventement	Voir partie 5 du présent document

Option détermination du facteur d'humidité (admission)

Grandeur	Nombre d'échantillons par certificat
Conductivité thermique à l'état humide (cf Partie 5 – Méthode 1)	3 échantillons par tesson*

* Si le tesson des accessoires et des briques est différent, dans ce cas chaque tesson sera testé

Note relative aux essais de résistance caractéristique en compression sur murets de maçonnerie (admission):

Si la brique peut être produite sur plusieurs sites (Par exemple : usine A ou usine B) et/ou que le liant de montage peut également être produit sur plusieurs sites (usine X ou usine Y) la règle d'allègement ci-dessous peut être prise en compte pour réduire le nombre d'essais de muret de type initiaux à fournir.

Soit :

$f_{k,A,X}$ = résistance caractéristique en compression sur muret obtenue par essai pour le système brique A/liant X

$f_{k,A,Y}$ = résistance caractéristique en compression sur muret obtenue par essai pour le système brique A/liant Y

Si $f_{k,A,Y} \geq f_{k,A,X}$ alors on considère que les résultats des essais de compatibilité brique B/liant X seront applicables à l'association brique B/liant Y. Il n'est pas nécessaire de réaliser les essais de compatibilité brique B/liant Y.

Note relative aux essais de résistance initiale au cisaillement du joint de maçonnerie (admission):

La même règle d'allègement que celle décrite ci-dessus peut être appliquée.

Soit :

$f_{vk0,A,X}$ = résistance initiale au cisaillement du joint de maçonnerie pour le système brique A/liant X

$f_{vk0,A,Y}$ = résistance initiale au cisaillement du joint de maçonnerie pour le système brique A/liant Y

Si $f_{vk0,A,Y} \geq f_{vk0,A,X}$ alors on considère que les résultats des essais de résistance initiale au cisaillement du joint de maçonnerie brique B/liant X seront applicables à l'association brique B/liant Y. Il n'est pas nécessaire de réaliser les essais de résistance initiale au cisaillement du joint de maçonnerie brique B/liant Y.

3.1.3 - Calculs thermiques à réaliser par le laboratoire de la marque

Les calculs ou la vérification du calcul sont réalisés par le laboratoire de la marque QB dans le cadre de l'instruction de la demande d'admission à la marque QB. Ces valeurs seront affichées dans le certificat QB en tant que caractéristiques complémentaires certifiées.

Grandeur	Mode de calcul
Résistance thermique du mur enduit	Calcul basé sur le λ_{utile} du tesson
Coefficient de transmission surfacique du mur U	Calcul basé sur le λ_{utile} du tesson
Coefficient de transmission linéique	Calcul basé sur le λ_{utile} du tesson
Facteur solaire (<i>Zones intertropicales</i>)	Calcul basé sur le coefficient de transmission thermique surfacique du mur U

Les configurations minimales à étudier sont détaillées dans le DT 07-06.

Les calculs thermiques sont réalisés selon :

- RT 2012 - Règles Th-Bat – Fascicule « parois opaques » ;
- RT 2012 - Règles Th-Bat – Fascicule « ponts thermiques ».

3.2 Suivi

3.2.1 - Essais réalisés en usine lors de la visite de suivi

Grandeur	Nombre d'échantillons
Dimensions	3 briques + 1 accessoire (Tous les accessoires doivent être testés au cours d'un cycle de 3 ans)
Planéité des lits de pose	3 briques + 1 accessoire (Tous les accessoires doivent être testés au cours d'un cycle de 3 ans)
Parallélisme des lits de pose	3 briques + 1 accessoire (Tous les accessoires doivent être testés au cours d'un cycle de 3 ans)
Equerrage	3 briques + 1 accessoire (Tous les accessoires doivent être testés au cours d'un cycle de 3 ans)
Configuration	3 briques + 1 accessoire (Tous les accessoires doivent être testés au cours d'un cycle de 3 ans)
Aspect	3 briques + 1 accessoire (Tous les accessoires doivent être testés au cours d'un cycle de 3 ans)
Résistance à la compression des éléments perpendiculaire à la face de pose	6 briques + 3 pour un type d'accessoire structural (Tous les accessoires doivent être testés au cours d'un cycle de 3 ans)
Masse volumique absolue sèche (Voir Partie 5, §5.4, Méthode 1 ou 2)	3 briques de chaque modèle

3.2.2 - Essais réalisés dans le laboratoire de la marque (suivi)

Les essais listés ci-dessous sont à réaliser dans un laboratoire accrédité NF EN ISO/CEI 17025 sur les échantillons prélevés lors de la visite de suivi.

Grandeur	Nombre d'échantillons
Résistance à la compression sur murets	3 murets tous les 5 ans Toutes les briques doivent avoir été testées sur une période de 10 ans
Taux initial d'absorption d'eau	<u>Briques P</u> : 0 <u>Briques U</u> : 1 fois tous les 2 ans : 3 échantillons par tesson*
Teneurs en sels solubles actifs	<u>Briques P</u> : 0 <u>Briques U</u> : 1 fois tous les 2 ans : 3 échantillons par tesson*
Eclatement	1 fois tous les 2 ans : 3 échantillons par tesson*
Dilatation à l'humidité	1 fois tous les 2 ans : 7 échantillons par tesson*
Résistance au gel-dégel	1 fois tous les 2 ans : 7 échantillons par tesson*

Absence d'efflorescence	Briques P : 0 Briques U : 1 fois tous les 2 ans : 3 échantillons par tesson*
Conductivité thermique à l'état sec (<i>Voir Partie 5 , §5.4 - Méthode 1 ou 2</i>)	1 fois par an : 2 échantillons par tesson*
Masse volumique absolue sèche (<i>Voir Partie 5 , §5.4 - Méthode 3</i>)	1 fois par an : 2 échantillons par tesson*

* Si le tesson des accessoires et des briques est différent, dans ce cas chaque tesson sera testé.

Option compatibilité des supports avec les enduits (suivi)

Grandeur	Nombre d'échantillons par certificat
Catégorie de résistance à l'arrachement	Une fois tous les deux ans : 6 briques par tesson*

* Si le tesson des accessoires et des briques est différent, dans ce cas chaque tesson sera testé

Option sismique (suivi)

Grandeur	Nombre d'échantillons par certificat
Résistance moyenne à la compression parallèle à la face de pose dans le plan du mur	Une fois tous les trois ans : 6 briques
Résistance initiale au cisaillement du joint de maçonnerie ^{1 et 2}	18 briques de la même journée de production que ceux testés pour la résistance à la compression parallèlement à la face de pose 1 fois tous les trois ans

¹Les séries d'essais réalisées dans le cadre de la certification peuvent être cumulées pour l'interprétation statistique.

²Les essais de suivi peuvent être réalisés avec une seule valeur de précharge.

Partie 4 - Contrôle de production en usine

Dans le cadre de la Certification, le fabricant exerce en permanence des contrôles qui ont pour objet d'assurer la conformité des éléments fabriqués à la commande, à l'Avis Technique de référence et aux caractéristiques certifiées indiquées dans l'Avis Technique ou le Certificat délivré par le CSTB à l'industriel.

Ces contrôles portent sur : les matières premières, la fabrication et les matériels et les produits finis.

Le fabricant doit avoir mis en place des moyens humains, matériels et organisationnels pour satisfaire à ses propres exigences.

Les contrôles indiqués ci-dessous sont des minima, aussi bien dans leur contenu, que dans leur fréquence.

Le contrôle interne doit être en place depuis au moins trois mois avant l'instruction de la demande de certification au CSTB.

4.1 Contrôle du mélange de fabrication

Le fabricant a préalablement défini la composition de la terre cuite (nature, qualité, origine, dosage des constituants), les contrôles à effectuer sur ce mélange (méthodologie et fréquence des contrôles), ainsi que les critères d'application.

Objet	Méthode/Procédure	Fréquence
Identification des matières premières	Inspection visuelle Caractéristiques physico-chimiques	A intervalle défini par le fabricant dans son assurance qualité
Matières premières sous-traitées	Inspection du bon de livraison Vérification des résultats d'essai fournis par le fournisseur	
Stockage des matières premières	Inspection visuelle ou tout autre moyen	
Composition du mélange	Méthodologie interne	

Les registres de contrôle doivent être tenus à la disposition de l'auditeur.

4.2 Contrôle de la fabrication et maîtrise du processus de fabrication

Objet	Contrôles/Essais	Fréquence minimale
Marquage	Vérification du marquage apposé	Au démarrage du poste et 1 fois / jour
Broyage	Le type et la méthodologie des contrôles réalisés sont laissés à l'initiative du fabricant.	1 fois / semaine
Façonnage (pour chaque mouleuse ou presse)	Le type et la méthodologie des contrôles réalisés sont laissés à l'initiative du fabricant.	1 fois par jour
Séchage	Le type et la méthodologie des contrôles réalisés sont laissés à l'initiative du fabricant.	1 fois par jour ou 1 fois par lot en cas de séchage naturel
Cuisson (pour chaque four) : -Température de cuisson, -Relevé des conditions de conduite du four	Le type et la méthodologie des contrôles réalisés sont laissés à l'initiative du fabricant.	1 fois par jour
Stockage	Vérification du respect des zones de stockages et de l'isolement des produits non conformes	1 fois par jour

Les registres de contrôle doivent être tenus à la disposition de l'auditeur.

4.3 Autocontrôle réalisé par le fabricant sur le produit fini

Le relevé des valeurs obtenues pour ces essais d'autocontrôle doit être conservé pour examen par l'auditeur lors des audits de suivi.

	Grandeur	Nombre et dimensions des échantillons (par défaut)	Types de briques
DIMENSIONNEL	Dimensions	3 briques 1 fois par semaine	Briques P et U
	Planéité des lits de pose*	3 briques 1 fois par semaine	Briques P et U
	Parallélisme des lits de pose*	3 briques 1 fois par semaine	Briques P et U
	Equerrage	3 briques 1 fois par semaine	Briques P
	Configuration	3 briques 1 fois par mois	Briques P et U
	Aspect	3 briques 1 fois par mois	Briques P et U
MECANIQUE	Résistance à la compression	6 briques une fois par trimestre	Briques P et U
COMPORTEMENT A L' EAU	Eclatement	3 briques par tesson par trimestre	Briques P et U
	Dilatation à l'humidité	7 briques par tesson par trimestre	Briques P et U
	Teneur en sel solubles actifs	6 briques par tesson par an	Brique U

	Absorption d'eau	3 briques par tesson par an	Briques U
DURABILITE	Résistance au gel-dégel	7 briques par tesson par trimestre	Brique P et U
	Absence d'efflorescence	7 briques par tesson par trimestre	Brique U
THERMIQUE	Masse volumique absolue sèche	3 briques par tesson par semaine	Briques P et U

* Lorsque l'usage prévu des briques de terre cuite implique une utilisation avec mortier pour joint mince.

Enregistrement des contrôles et essais sur les registres

Dès exécution des contrôles et essais sur produits finis, ceux-ci doivent faire l'objet d'un enregistrement sur des registres. Y sont consignés les résultats des contrôles et les décisions prises lors d'un résultat non conforme.

Les registres peuvent être en version manuscrite ou en version informatisé et conservés sur une durée de 10 ans. L'archivage doit être réalisé dans des conditions permettant d'assurer leur disponibilité et leur conservation.

4.4 Vérification du matériel de fabrication et de contrôle

Les équipements nécessaires à la mise en œuvre des contrôles, mesures et essais, doivent répondre aux exigences minimales en matière de management de la qualité listées dans le Tableau 1 du Référentiel QB07, à la ligne « §7.1.5 – Ressources pour la surveillance et la mesure ».

En plus de ces exigences, les équipements définis ci-dessous doivent être obligatoirement vérifiés et/ou étalonnés, par un organisme accrédité selon la norme NF EN ISO/CEI 17025, par le COFRAC ou toute autre membre de l'EA ou un organisme apportant la preuve du rattachement de la vérification des étalons au Système International et de la procédure de vérification ou d'étalonnage de l'équipement concerné avec évaluation de l'incertitude de la vérification ou d'étalonnage.

Matériels concernés	Fréquence de vérification par un organisme accrédité (avec une tolérance de 2 mois)
Presse d'essais mécaniques	A la mise en service, puis tous les 12 mois
Four électrique de recuisson	A la mise en service, puis tous les 12 mois
Groupe de gel/dégel	A la mise en service, puis tous les 12 mois
Système de dosage des constituants	A la mise en service, puis tous les 12 mois
Etuves thermiques de laboratoire (sonde de mesure)	A la mise en service, puis tous les 2 ans

Si des contrôles sont effectués par un gabarit, celui-ci doit être régulièrement étalonné et la procédure d'étalonnage doit être définie. Une fiche d'utilisation des gabarits doit être intégrée dans les documents de l'usine et les étalonnages enregistrés. Dans le cas où le gabarit ne serait plus conforme, il devra être immédiatement remplacé par un nouveau gabarit étalonné et si cela n'est pas possible, les dimensions devront être contrôlées avec des appareils de mesures adaptés.

Le fabricant doit enregistrer les résultats des différents contrôles et essais effectués. L'ensemble des enregistrements doit être à la disposition de l'auditeur.

Partie 5 Modes opératoires et interprétation des résultats

5.1 Notion de valeur caractéristique

Selon le §10.2 de la NF EN 1052-1, la résistance caractéristique de résistance à la compression déclarée de la maçonnerie doit l'être avec un fractile 5% et un niveau de confiance de 95%.

La valeur caractéristique avec un fractile 5% et un niveau de confiance de 95% d'une population peut se calculer de manière simplifiée par la formule suivante :

$$X_k = m(n) \times \{1 - k_n \times V_x\}$$

Vx est le coefficient de variation égal à $\frac{\sigma(n)}{m(n)}$

m(n) : moyenne sur n échantillons

$\sigma(n)$: écart type sur n échantillons

kn : Facteur de fractile caractéristique conformément au tableau ci-dessous (NF ISO 16269-6) :

n	2	3	4	5	6	8	10	20	30
Vx connu	2,81	2,60	2,47	2,38	2,32	2,23	2,17	2,01	1,95
Vx inconnu	26,26	7,66	5,14	4,20	3,71	3,19	2,91	2,40	2,22

La ligne Vx connu peut être utilisée si, conformément à la norme NF EN 1990, le coefficient de variation Vx, ou une limite supérieure réaliste de celui-ci, est connu a priori. Cette connaissance peut être basée sur l'évaluation d'essais précédents réalisés dans des situations comparables (même élément testé, même nombre d'échantillons).

Par simplification, le coefficient de variation Vx utilisé peut être la valeur maximale des coefficients de variation obtenu lors de chacune des 10 dernières séries d'essais comparables et de la série en cours.

Les séries d'essais réalisées dans le cadre de la certification peuvent être cumulées pour l'interprétation statistique.

5.2 Résistance caractéristique en compression de la maçonnerie f_k

Pour les procédés de maçonnerie montés à joints minces de mortier, la résistance caractéristique en compression de la maçonnerie f_k est caractérisée par essais suivant la norme NF EN 1052-1.

5.2.1 Calage des résultats par essais de compression individuels

Conformément aux préconisations de la NF EN 1052-1, des essais de compression individuels sur les éléments du lot utilisé pour réaliser les murs testés doivent être réalisés.

Ces essais permettent de caractériser la résistance à la compression moyenne des éléments de maçonnerie $R_{m,essai}$.

Le facteur de correction applicable aux résultats des essais murs est ensuite calculé de la manière suivante :

- Pour les maçonneries montées à joints épais, l'Annexe A du NF EN 1052-1 s'applique.
- Pour les maçonneries montées à joints minces ou à joints de colle organique, il convient d'adapter l'Annexe A des règles NF EN 1052-1 de la manière suivante :
 - Si $R_m \leq R_{m,essai} < 1,25 \cdot R_m$, le facteur de correction appliqué sera égal à $(R_m / R_{m,essai})^{0,65}$
 - Si $R_{m,essai} \geq 1,25 \cdot R_m$, le facteur de correction appliqué sera égal à $(R_m / R_{m,essai})$.

Rappelons que si $R_m > R_{m,essai}$, le résultat des essais est non conforme à la valeur déclarée.

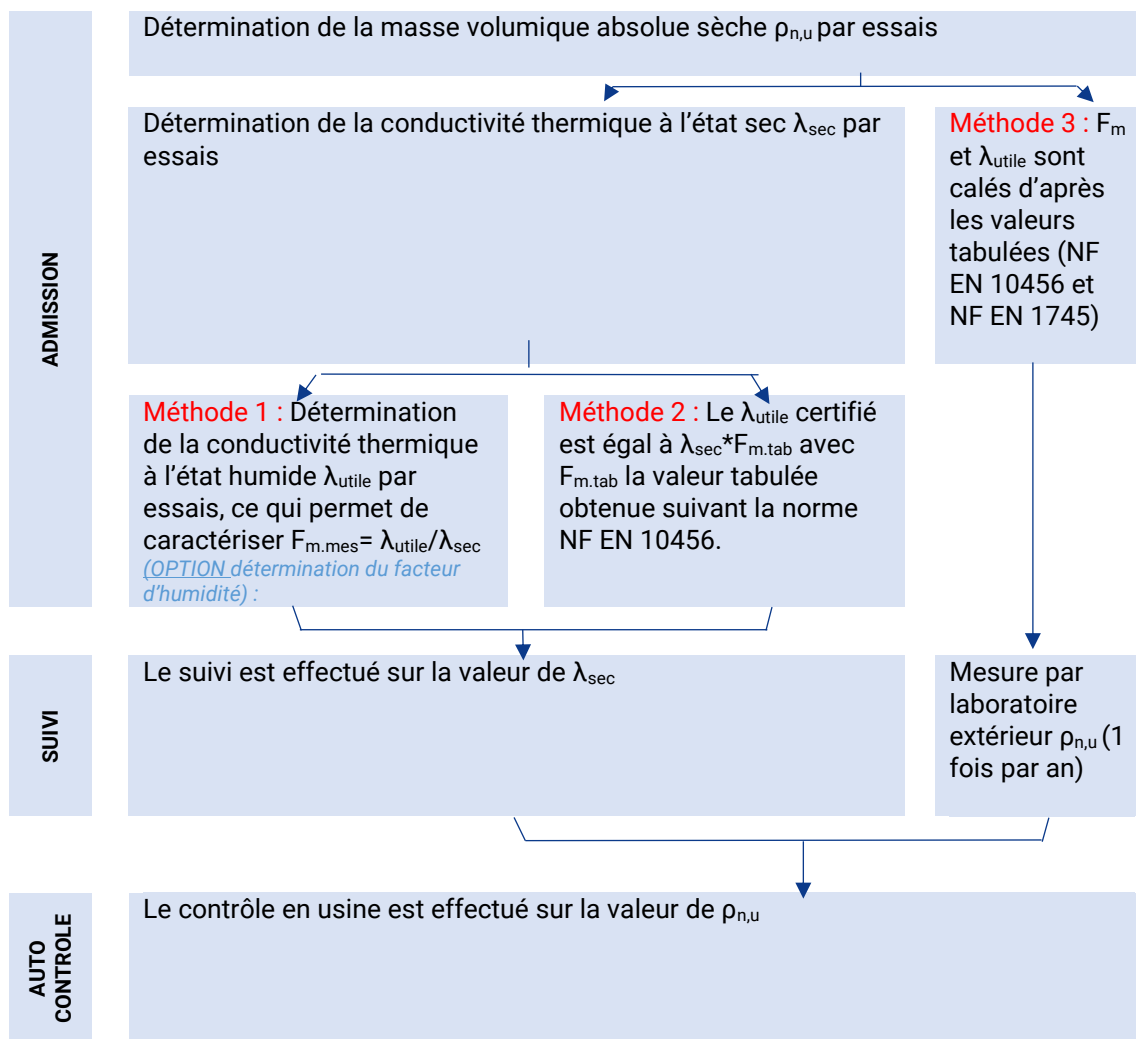
5.2.2 Calcul de la résistance caractéristique à la compression de la maçonnerie

La résistance caractéristique à la compression de la maçonnerie f_k est déterminée suivant les indications du §10.2 de la norme NF EN 1052-1, avec le facteur de correction déterminé suivant les indications du §5.2.1 du présent document.

5.3 Masse volumique absolue sèche

L'essai est réalisé selon la norme NF EN 772-13. La valeur moyenne des échantillons issus d'un même lot doit être inférieure ou égale à la valeur déclarée.

5.4 Méthodes de suivi des valeurs thermiques



5.5 Calculs thermiques à réaliser par le laboratoire de la marque

- Pour la résistance thermique et le coefficient de transmission surfacique du mur :

Enduit intérieur	Enduit extérieur	Doublage	Joints verticaux
Epaisseur configuration(s) suivant visée(s) (conductivités thermiques= cf règles Th-U)	10mm	Type de doublage visé	Secs
Epaisseur configuration(s) suivant visée(s) (conductivités thermiques= cf règles Th-U)	10 mm	Type de doublage visé	Collés (si visé)

- Pour le coefficient de transmission linéique horizontal

Type de plancher	Enduit extérieur	Doublage intérieur	Planelles
Dalle pleine béton armé 18cm + autre(s) plancher(s) si visé(s)	10mm	Configuration(s) visée(s)	R=1 m ² .K/W

- Pour le coefficient de transmission linéique vertical (si visé)

Type de liaison	Enduit extérieur	Doublage intérieur
Refend-façade	10 mm	Doublage plaque collées 100mmPSE+10mm plâtre
Façade-façade (angle sortant)	10 mm	Doublage plaque collées 100mmPSE+10mm plâtre

5.6 Facteur solaire

Le facteur solaire est déterminé par le calcul selon la formule donnée dans la fiche d'application thermique RTAA DOM Annexe III-1.

La mesure de la masse volumique absolue sèche permet de vérifier la conformité de la valeur déclarée de résistance thermique du brique qui garantit le facteur solaire certifié.

Configuration	Situation	Couleur de la paroi
3.1	Paroi sans pare-soleil (Cm=1)	Claire
3.2		Moyenne
3.3		Foncée
3.4	Paroi avec pare-soleil vertical ventilé (Cm=0.30)	Claire
3.5		Moyenne
3.6		Foncée

*Ne déclarer que les valeurs qui sont en dessous de la limite réglementaire : (0,09).

5.7 Protocole d'essai de contreventement

ECHANTILLONAGE
<ul style="list-style-type: none">❖ Le titulaire doit fournir suffisamment d'éléments et d'accessoires destinés à la réalisation de chaînage verticaux (le cas échéant) pour réaliser un mur de dimensions représentatives du domaine d'emploi visé par le procédé ; <i>NOTE : Pour une gamme d'éléments de maçonnerie, réaliser au minimum 1 essai sur les éléments de plus faible épaisseur de la gamme avec $h_{mur}=3m$, $l_{mur}=3.5m$. Les résultats sont extrapolables à des épaisseurs plus importantes si elles présentent : -Un nombre de cloisons internes plus élevé ; -Des épaisseurs de cloisons internes supérieures ou égale à l'éléments testé ; -Une résistance à la compression moyenne normalisée (f_b) supérieure ou égale à celle de l'élément testé.</i>❖ Le titulaire doit également fournir 12 briques supplémentaires afin de réaliser des essais individuels de compression horizontale suivant NF EN 772-1 (6 briques) et des essais individuels de compression verticale suivant NF EN 772-1 (6 briques) ;❖ Le titulaire doit également fournir le liant de montage correspondant à son procédé.
MODE OPERATOIRE D'ESSAI
<ul style="list-style-type: none">❖ Les essais de compression individuels sur les éléments visés dans les directions verticales (6 éléments) et horizontales (6 éléments) sont réalisés suivant la norme NF EN 772-1 ;❖ Un mur de maçonnerie de dimensions représentatives du domaine d'emploi visé par le procédé est monté suivant la technique visée. <i>NOTE 1 : si la gamme des éléments de l'Avis Technique comporte des briques spéciaux pour la réalisation de chaînages verticaux (aussi appelés « briques poteaux »), le mur de maçonnerie testé doit être réalisé à l'aide de ces briques. La configuration avec des chaînages verticaux coffrés est généralement plus favorable que la configuration avec des briques poteaux. NOTE 2 : La configuration à joints verticaux secs est plus défavorable que celle à joints verticaux remplis. Si les deux configurations sont possibles, l'essai doit être réalisé avec des joints verticaux secs.</i>❖ Après un délai d'attente de 28 jours, ce mur est testé sous chargement horizontal alterné en tête de mur jusqu'à la ruine.
INTERPRETATION DES ESSAIS
Validation du coefficient de comportement à partir de la courbe effort/déplacement obtenue par essais.