

Murs en maçonnerie et éléments connexes

Document technique 07-01

Murs en éléments en béton

Document technique 07-01 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 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mise à jour des contrôles et prélèvements lors des audits. • Modification de la tolérance sur le dosage des matières premières
01	01/11/2018	<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 du facteur solaire (zones intertropicales) dans les caractéristiques complémentaires pouvant être certifiées • 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 le parallélisme et la planéité des faces de pose • Précision sur le gel/dégel • Ajout des modalités d'essais pour la résistance thermique du mur enduit ou sans enduit • Ajout des modalités d'essais pour le facteur solaire <p>Partie 3 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ajout des modalités de contrôle pour le parallélisme et la planéité des faces de pose • Ajout des modalités de contrôle pour la résistance thermique du mur enduit ou sans enduit <p>Partie 4 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modification des tolérances sur le dosage de la composition du béton • Ajout du contrôle du parallélisme et de la planéité des faces de pose <p>Partie 5 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Définition de la méthode de contrôle du facteur solaire • Précision sur la préparation des échantillons pour l'essai de conductivité thermique. <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 accessoires • Création option « bloc de parement » <p>Partie 2 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Remise en forme du tableau • Création option « bloc de parement » • Précisions concernant le choix des options • Précisions concernant les valeurs thermiques <p>Partie 3 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Remise en forme de tableaux

		<ul style="list-style-type: none"> • Précision concernant le facteur solaire • Création option « bloc de parement » • Règle de simplification pour le nombre d'essais de caractérisation de f_k et f_{vk0} <p>Partie 5 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Réorganisation des paragraphes • Ajout du tableau relatif aux méthodologies d'essais thermiques • Ajout paragraphe relatif à l'essai de contreventement • Ajout paragraphe relatif à la détermination de 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"> • Ajout note « Pour les éléments en béton de granulats courant, la conductivité utile certifiée λ_{utile} est prise égale à la valeur tabulée suivant la méthode 3 décrite au §5.4 sans que des essais ne soient nécessaires. » • f_k étant suivie par essais au laboratoire de la marque une fois tous les 5 ans, il s'agit d'une caractéristique certifiée, pas d'une caractéristique complémentaire. Cela a été corrigé <p>Partie 2 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corrections/précisions dans le tableau • Précision concernant le fait que les blocs en béton de granulats courants sont classés R_{t3} sans qu'il soit nécessaire de faire des essais. <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 <p>Partie 4 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • §4.4 Ajout des bascules de pesages des agrégats dans le tableau des équipements étalonnés par un organisme accrédité. <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 ouvert à un élément béton associé à tout mortier joint mince, à condition que ce dernier soit certifié QB11 en son nom propre.	6
3.1.2	Soit le système est fermé à un élément béton et un mortier de joint mince, ce mortier étant certifié QB11 en son nom propre.	6
3.1.3	Soit le système est fermé à un élément béton et un mortier de joint mince, ce mortier n'étant pas certifié QB11, mais étant intégré dans la certification QB07 du procédé.	7
3.2	Note concernant les accessoires de type « blocs poteaux »	7
Partie 2	Modalités d'essais	8
Partie 3	Modalités de contrôle	10
3.1	Admission	10
3.1.1	Essais réalisés en usine lors de la visite d'admission sous la supervision de l'auditeur qualifié	10
3.1.2	Essais réalisés dans le laboratoire de la marque (admission)	10
3.1.3	Calculs thermiques à réaliser par le laboratoire de la marque (admission)	12
3.2	Suivi	13
3.2.1	Essais réalisés en usine lors de la visite de suivi sous la supervision de l'auditeur qualifié	13
3.2.2	Essais réalisés dans le laboratoire de la marque (suivi)	13
Partie 4	Contrôle de production en usine	15
4.1	Contrôles des matières premières	15
4.2	Contrôle de la fabrication	16
4.2.1	Composition du béton	16
4.2.2	Confection du Béton	16
4.2.3	Maitrise du processus de fabrication	17
4.3	Contrôle des produits finis	17
4.4	Vérification du matériel de fabrication et de contrôle	18
Partie 5	Modes opératoires et interprétation des résultats	19
5.1	Notion de valeur caractéristique	19
5.2	Résistance caractéristique en compression de la maçonnerie f_k	19
5.2.1	Calage des résultats par essais de compression individuels	19
5.2.2	Calcul de la résistance caractéristique à la compression de la maçonnerie	19
5.3	Masse volumique absolue sèche	20
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 d'absorption d'eau par capillarité de la face de pose	23
5.8	Protocole d'essai de conductivité thermique	25
5.9	Protocole d'essai de contreventement	27

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 béton de granulats courants ou légers ; 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 à la compression caractéristique R_c (Voir §5.1) ;
- ✓ La conductivité thermique utile (Cas $\lambda_{\text{utile}} < 0,32 \text{ W/(m.K)}$) ou la masse volumique absolue sèche (Cas $\lambda_{\text{utile}} \geq 0,32 \text{ W/(m.K)}$) ;
- ✓ L'absorption d'eau par capillarité de la face de pose ;
- ✓ La résistance caractéristique en compression du muret de maçonnerie f_k .

Note : Pour les éléments en béton de granulats courant, la conductivité utile certifiée λ_{utile} est prise égale à la valeur tabulée suivant la méthode 3 décrite au §5.4 sans que des essais ne soient nécessaires.

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, visées 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 moyenne 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*) ;
- ✓ Résistance au gél/dégel (*option blocs de parement*).

3.1 Note concernant les mortiers de joints minces

Le présent document technique est applicable aux murs en maçonnerie constituées d'éléments en béton 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 béton à un mortier de joints minces, il y a trois possibilités :

3.1.1 Soit le système est ouvert à un élément béton associé à tout mortier joint mince, à condition que ce dernier soit certifié QB11 en son nom propre.

Le certificat QB07 précise quel est le type de mortier utilisable (classe de mortier et classe d'absorption visée).

3.1.2 Soit le système est fermé à un élément béton et un mortier de joint mince, ce mortier étant certifié QB11 en son nom propre.

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

3.1.3 Soit le système est fermé à un élément béton et un mortier de joint mince, ce mortier n'étant pas certifié QB11, mais étant intégré dans la certification QB07 du procédé.

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 « blocs poteaux »

Lors des essais de résistance à la compression perpendiculairement au plan de pose sur ce type de bloc il est laissé la possibilité de :

- Retirer la section de l'alvéole de la section brute du bloc pour la définition de la contrainte à partir du résultat d'essai ;
- Découper le bloc 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 du bloc, aucune prise en compte spécifique du bloc 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 :

	Essais	Méthodes d'essais	Caractéristiques et Tolérances
DIMENSIONNEL	Dimensions et conformité aux plans de moules	NF EN 772-16	Longueur , Largeur et Hauteur : Catégorie D1 – D2 – D3 – D4 (NF EN 771-3) ou tolérance (plus stricte) définie par l'industriel. Spécification en hauteur des éléments montés à joint mince : tolérance= ± 1 mm au plus.
	Planéité des faces de pose ¹	NF EN 772-20	Aucun écart mesuré ne doit dépasser la valeur certifiée.
	Parallélisme des faces de pose ¹	NF EN 772-16	L'écart de parallélisme des faces de pose dans le plan ne doit pas dépasser la valeur certifiée.
	Configuration	Epaisseur des cloisons : NF EN 772-16 Configuration des vides : NF EN 772-2	La valeur moyenne obtenue à partir des mesures effectuées sur l'échantillon d'essai doit se situer dans la plage ou limite déclarée.
	Variation dimensionnelle due à l'humidité	NF EN 772-14	Moyenne des mesures $\leq 0,45$ mm/m
	Masse volumique apparente des blocs	NF EN 772-13	Moyenne des mesures \leq valeur déclarée
MECANIQUE	Résistance à la compression des éléments perpendiculairement au plan de pose	NF EN 772-1	La résistance à la compression minimale obtenue lors des essais doit être supérieure à la résistance caractéristique : $f_{\min} \geq R_c$
	Essais de choc dur	P 08-302 NF EN 771-3/CN	2 joules pour les blocs creux à enduire et pour les blocs de parement destinés aux murs intérieurs ² 3 joules, selon P08-302, pour les blocs creux et perforés de parements destinés à la réalisation de murs extérieurs ³
	Résistance en compression d'un muret de maçonnerie	NF EN 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 parallèlement à la face de pose dans le plan du mur <i>OPTION sismique</i>	NF EN 772-1	Moyenne des mesures $\geq 1,5$ 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 DTU 26.1 – P1-2, Tableau 3) Les blocs en béton de granulats courants sont classés Rt3 (Résistance à l'arrachement élevée).
COMPORTEMENT A L'EAU	Gel/Dégel <i>OPTION blocs de parement</i>	NF EN 491	Pas d'épaufrures, ruptures ou fissures
THERMIQUE	Masse volumique absolue sèche du béton des blocs	NF EN 772-13	Moyenne des mesures \leq valeur certifiée
	Conductivité thermique sèche (Voir partie 5 du présent document : Méthodes 1 et 2)	NF EN 12664 ou NF X 10-021 Voir également la partie 5 du présent document	Valeur moyenne des résultats des échantillons testés \leq valeur certifiée Valeurs tabulées selon l'EN 1745 pour les granulats courants
	Conductivité thermique à l'état humide (Voir partie 5 du présent document : Méthode 1) <i>OPTION détermination du facteur d'humidité</i>	NF EN ISO 10456 Voir également la partie 5 du présent document	Valeur moyenne des résultats des échantillons testés \leq valeur certifiée

	Résistance thermique du bloc Re	Calcul basé sur le λ_{utile} du béton	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 béton	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 béton	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 béton	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.
CLASSE DE MORTIER APPLICABLE	Absorption d'eau par capillarité de la face de pose pour blocs montés à joint mince ¹	NF EN 772-11 Voir également la partie 5 du présent document	Conforme à la classe de mortier visée. AB _{B1} (absorption faible) : $AE \leq 7,5 \text{ g/m}^2 \cdot \text{s}$ AB _{B2} (absorption moyenne) : $7,6 \leq AE \leq 15 \text{ g/m}^2 \cdot \text{s}$ (AE: Absorption d'Eau)

¹ Lorsque l'usage prévu des blocs implique une utilisation avec mortier pour joint mince.

² Cette exigence est réputée satisfaite lorsque l'épaisseur de la paroi extérieure mesurée à mi-hauteur est ≥ 17 mm pour les blocs de granulats courants et ≥ 20 mm pour les blocs de granulats légers

³ Cette exigence est réputée satisfaite lorsque l'épaisseur de la paroi extérieure mesurée à mi-hauteur est ≥ 30 mm

Note relative aux valeurs thermiques :

- Dans le cas où la conductivité thermique déclarée par le demandeur est supérieure ou égale à 0,32 W/(m.K), il convient d'utiliser la méthode 3 (voir partie 5 du présent document) : la valeur certifiée est alors la masse volumique absolue sèche de l'élément.
- Dans le cas où la conductivité thermique déclarée par le demandeur est inférieure à 0,32 W/(m.K), il convient d'utiliser la méthode 1 ou la méthode 2 (voir partie 5 du présent document) : la valeur certifiée est alors la conductivité thermique utile de l'élément. La méthode 1 correspond à l'option « détermination du facteur d'humidité », qui permet d'affiner au maximum la caractérisation de la conductivité thermique utile de l'élément.

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 pour l'enduit de façade.
Les blocs en béton de granulats courants ont une catégorie « Rt3 » sans essai, soit une résistance à l'arrachement élevée au sens du DTU 26.1 P1-2.
Les blocs en béton de granulats légers doivent faire l'objet d'essai afin de déterminer leur catégorie de résistance à l'arrachement des supports Rt.
- Option « bloc de parement » : Permet de revendiquer la résistance au gel, nécessaire pour les procédés de murs non enduits exposés à un gel sévère.

Partie 3 Modalités de contrôle

3.1 Admission

3.1.1 Essais réalisés en usine lors de la visite d'admission sous la supervision de l'auditeur qualifié

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

Grandeur	Nombre d'échantillons
Dimensions	3 blocs de chaque modèle + 1 accessoire de chaque type
Planéité des faces de pose ²	
Parallélisme des faces de pose ²	
Configuration	
Résistance en compression des éléments perpendiculaires à la face de pose	6 blocs de chaque modèle choisis sur deux lots différents + 3 accessoires structuraux de chaque type ¹
Masse volumique apparente des blocs	3 blocs de chaque modèle
Masse volumique absolue sèche du béton des blocs si $\lambda_{\text{utile}} < 0,32$ W/(m.K)	3 blocs de chaque modèle

¹ à tester uniquement si l'accessoire est fabriqué sur une planche différente de la planche du bloc courant et/ou si la formulation du béton est différente de celle du bloc courant.

² Lorsque l'usage prévu des blocs implique une utilisation avec mortier pour joint mince.

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
Variation dimensionnelle	6 blocs par modèle à un âge au plus égal au délai minimal de livraison
Absorption d'eau par capillarité de la face de pose pour blocs montés à joint mince.	6 blocs d'un même modèle
Essai de choc dur	4 blocs d'un même modèle
Résistance à la compression perpendiculaire à la face de pose	6 blocs de chaque modèle choisis sur deux lots différents + 3 accessoires structuraux de chaque type ¹
Conductivité thermique à l'état sec si $\lambda_{\text{utile}} < 0,32$ W/(m.K)	12 éprouvettes issues de 6 blocs pris dans 3 lots étalés sur deux semaines de fabrication minimum – pour chaque modèle
Masse volumique absolue sèche du béton des blocs si $\lambda_{\text{utile}} \geq 0,32$ W/(m.K)	6 blocs pris dans 3 lots étalés sur deux semaines de fabrication minimum – pour chaque modèle
Résistance caractéristiques à la compression de muret de maçonnerie et module d'élasticité	3 murets

¹ à tester uniquement si l'accessoire est fabriqué sur une planche différente de la planche du bloc courant et/ou si la formulation du béton est différente de celle du bloc courant.

Note : Pour les éléments en béton de granulats courant, la conductivité utile certifiée λ_{utile} est prise égale à la valeur tabulée suivant la méthode 3 décrite au §5.4 sans que des essais ne soient nécessaires.

Option compatibilité des supports avec les enduits (admission)

Grandeur	Nombre d'échantillons par certificat
Catégorie de résistance à l'arrachement	6 blocs d'un modèle par formulation de béton

Option sismique (admission)

Grandeur	Nombre d'échantillons par certificat
Résistance à la compression parallèlement à la face de pose dans le plan du mur	6 blocs de la même journée de production que ceux testés pour la résistance à la compression perpendiculairement à la face de pose + 3 accessoires structural de chaque type ¹
Résistance initiale au cisaillement	Pour la réalisation de 9 corps d'épreuve : 18 blocs de la même journée de production que ceux testés pour la résistance à la compression perpendiculairement à la face de pose + 3 accessoires structuraux de chaque type ¹
<i>SOUS-OPTION validation de q :</i> Essai de contreventement	Voir partie 5, §5.8 du présent document

¹ à tester uniquement si l'accessoire est fabriqué sur une planche différente de la planche du bloc courant et/ou si la formulation du béton est différente de celle du bloc courant.

Option détermination du facteur d'humidité (admission)

Grandeur	Nombre d'échantillons par certificat
Conductivité thermique à l'état humide (cf Partie 5 – Méthode 1)	12 éprouvettes issues de 6 blocs pris dans les mêmes lots que les essais de conductivité thermique sèche. Possibilité de déterminer le facteur d'humidité par formule (tous granulats identiques).

Option bloc de parement (admission)

Grandeur	Nombre d'échantillons par certificat
Résistance au gél/dégel	4 blocs d'un même modèle

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

Si le bloc peut être produit 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 bloc A/liant X

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

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

$f_{vk0,A,Y}$ = résistance initiale au cisaillement du joint de maçonnerie pour le système bloc 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 bloc B/liant X seront applicables à l'association bloc B/liant Y. Il n'est pas nécessaire de réaliser les essais de résistance initiale au cisaillement du joint de maçonnerie bloc B/liant Y.

3.1.3 Calculs thermiques à réaliser par le laboratoire de la marque (admission)

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 bloc
Coefficient de transmission surfacique du mur U	Calcul basé sur le λ_{utile} du bloc
Coefficient de transmission linéique ψ	Calcul basé sur le λ_{utile} du bloc
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 Document Technique 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 sous la supervision de l'auditeur qualifié

Grandeurs	Nombre d'échantillons
Dimensions	3 blocs de chaque modèle + 1 accessoire d'un type
Planéité des faces de pose ²	
Parallélisme des faces de pose ²	
Configuration	
Résistance en compression des éléments perpendiculaires à la face de pose	6 blocs de chaque modèle choisis sur deux lots différents + 3 accessoires structuraux d'un type ¹
Masse volumique apparentes des blocs	3 blocs de chaque modèle
Masse volumique absolue sèche du béton des blocs si $\lambda_{\text{utile}} < 0,32$ W/(m.K)	3 blocs de chaque modèle

¹ à tester uniquement si l'accessoire est fabriqué sur une planche différente de la planche du bloc courant et/ou si la formulation du béton est différente de celle du bloc courant.

² Lorsque l'usage prévu des blocs implique une utilisation avec mortier pour joint mince.

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

Les essais suivants font l'objet d'un prélèvement pour envoi dans un laboratoire accrédité NF EN ISO/CEI 17025 :

Essais	Nombre d'échantillons par certificat
Variation dimensionnelle ^{1 et 2}	6 blocs d'un modèle par formulation de béton à un âge au plus égal au délai minimal de livraison 1 fois tous les 3 ans
Absorption d'eau par capillarité de la face de pose pour blocs montés à joint mince ^{1 et 2}	6 blocs d'un modèle par formulation de béton 1 fois tous les 2 ans
Masse volumique absolue sèche du béton des blocs si $\lambda_{\text{utile}} \geq 0,32$ W/(m.K) ³	6 blocs d'un modèle pris dans 3 lots étalés sur deux semaines de fabrication minimum 1 fois par an
Conductivité thermique à l'état sec ³ si $\lambda_{\text{utile}} < 0,32$ W/(m.K)	12 éprouvettes issues de 6 blocs pris dans 3 lots étalés sur deux semaines de fabrication minimum – pour chaque formulation 1 fois par an. Pour les usines d'un groupe soumis au même système d'assurance qualité : allègement à 1 fois tous les deux ans et toutes les formulations de toutes les usines testées sur deux ans.
Résistance à la compression de muret de maçonnerie	3 murets tous les 5 ans Tous les blocs doivent avoir été testés sur une période de 10 ans

¹ Si la formulation du béton est strictement la même que celle d'un béton déjà certifié et que la preuve du maintien de la constance de la formulation est apportée, la vérification de la conformité des valeurs sera réalisée par prélèvement systématique des PV des derniers essais réalisés au laboratoire de la marque. La fréquence des essais devant être strictement la même. Tout prélèvement par le CSTB pour essais au laboratoire de la marque peut être réalisé si nécessaire.

² Si les accessoires sont fabriqués sur une planche différente de la planche du bloc courant et/ou si la formulation du béton est différente de celle du bloc courant, ceux-ci seront à tester.

³ Suivant Partie 5 §5.4 Méthode 3

Note : Pour les éléments en béton de granulats courant, la conductivité utile certifiée λ_{utile} est prise égale à la valeur tabulée suivant la méthode 3 décrite au §5.4 sans que des essais ne soient nécessaires.

Option compatibilité des supports avec les enduits (suivi)

Grandeur	Nombre d'échantillons par certificat
Catégorie de résistance à l'arrachement	6 blocs d'un modèle par formulation de béton 1 fois tous les deux ans

Option sismique (suivi)

Grandeur	Nombre d'échantillons par certificat
Résistance à la compression des éléments parallèlement à la face de pose dans le plan du mur	6 blocs de la même journée de production que ceux testés pour la résistance à la compression perpendiculairement à la face de pose 1 fois tous les trois ans
Résistance initiale au cisaillement du joint de maçonnerie ^{1 et 2}	18 blocs 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 Contrôles des matières premières

Les exigences relatives aux approvisionnements doivent être définies et ses données fournies lorsque cela est nécessaire. La liste des fournisseurs et de leur(s) fourniture doit être tenue à jour. Les contrôles et essais applicables sont définis dans le tableau ci-après et font l'objet d'enregistrement.

Matières premières	Contrôles / Essais	Objectif	Fréquence
Toutes matières premières	Vérification du bordereau de livraison et de l'étiquetage par rapport à la commande	S'assurer que la matière première livrée corresponde à la commande	A chaque livraison
Ciment	Vérification du bordereau de livraison par rapport à la commande	S'assurer que la matière première possède la marque NF ou équivalent	A chaque livraison
Granulats*	Contrôle visuel	Conformité à l'aspect usuel (granulométrie, impuretés, pollution)	Une fois par semaine de manière inopinée pour chaque type et origine de granulats
	Analyse granulométrique et mesure de la teneur en eau	Evaluer la conformité au fuseau granulaire (établi sur la base de 30 résultats) et à la teneur en eau spécifié	A la première livraison d'une nouvelle origine En cas de doute après un contrôle visuel Une fois par semaine si le granulats n'est pas certifié NF
Adjuvants relevant de la certification NF	Vérification du bordereau de livraison et de l'étiquetage par rapport à la commande	S'assurer que la matière première possède la marque NF ou équivalent	A chaque livraison
Adjuvants non certifiés relevant de la norme NF EN 934-2	Contrôle et garantie sur le fournisseur (marquage CE + densité)	S'assurer que le produit utilisé relève de la NF EN 934-2	A la première livraison
Ajouts	Contrôles et garantie par le fournisseur des performances annoncées (dont la teneur en chlorure et la densité)	S'assurer que le produit est conforme aux performances prévues	Résultats du fournisseur à la première livraison puis une fois par an
Additions	Contrôle visuel de l'addition	Comparaison avec l'aspect usuel	A chaque livraison
Eau de gâchage	Analyse chimique de l'eau ne provenant pas d'un réseau de distribution public	Analyse selon NF EN 1008	A la première utilisation d'une nouvelle origine Une fois par an En cas de doute, quel qu'il soit

*Notes relatives au contrôle des granulats :

-Fuseau granulaire : Pour chaque granulats entrant dans la composition des bétons concernés, le fabricant a établi le fuseau dans lequel doit se tenir la représentation de chaque granulats afin de connaître les limites d'acceptation ou de refus des livraisons.

-Analyse granulométrique : Il est effectué par le fabricant ou son fournisseur, au moins une analyse granulométrique par semaine (conduite selon les prescriptions de la norme NF EN 12620+A1 : 2008) pour chaque catégorie de granulats et à chaque changement de provenance. Les résultats de l'ensemble de ces analyses figurent toujours dans les registres.

-Allégements des contrôles des granulats : Dans le cas où le granulat est certifié par la marque NF Granulats ou autre certification reconnue équivalente, le fabricant est dispensé des contrôles des granulats.

Après admission, le CSTB peut autoriser le fabricant à réduire la fréquence de contrôle (analyse granulométrique, teneur en eau) à un essai au moins trimestriel lorsque le contrat passé avec le(s) fournisseur(s) prévoit le respect des spécifications et la communication au moins hebdomadaire des analyses de contrôle (granulométrie, teneur en eau et pour les sables, équivalent de sable).

A chaque changement d'origine des granulats, l'ensemble des contrôles est repris à la fréquence d'un contrôle par semaine jusqu'à concurrence de 30 analyses pour établissement du nouveau fuseau.

L'enregistrement comporte le classement :

- Des résultats des mesures et essais réalisés par le laboratoire de l'usine
- Des bons de livraisons
- des attestations de conformité et/ou des rapports d'essais des fournisseurs pour les matières premières non certifiée NF ou certification équivalente

4.2 Contrôle de la fabrication

4.2.1 Composition du béton

Le fabricant a préalablement défini les classes de béton (composition et étuvage) qui correspondent à ses besoins :

- Composition : nature, qualité, origine, dosage des constituants et consistance du béton frais
- Etuvage : traitement thermique (mode d'étuvage et durée)
- L'écart toléré sur les dosages est de +5% pour le ciment et +10% pour les granulats. Pas d'ajout d'additions de type I entraînant soit une diminution de plus de 10% du dosage en ciment ou une augmentation de plus de 5% du dosage ciment + addition. Tout ajout d'additions de type II entraîne de nouveaux essais au laboratoire de la marque. Si un écart est constaté sur le dosage, des essais complémentaires au laboratoire de la marque seront réalisés.

4.2.2 Confection du Béton

Le fabricant doit réunir les moyens propres à s'assurer de la conformité du béton à la composition déterminée. Il doit s'assurer en permanence du bon fonctionnement des installations de dosage des différents constituants du béton (ciment, granulats, eau, adjuvants). La teneur en eau doit être ajustée en permanence de façon à obtenir une consistance régulière.

Elément du procédé	Contrôles / Essais	Méthode	Fréquence
Béton	Analyse granulométrique	Fuseau granulaire	A la première livraison d'une nouvelle origine de granulats, en cas de modification de dosage, puis une fois / semaine et en cas de doute après un contrôle visuel
	Teneur en eau	Calcul	
	Teneur en chlorure	Calcul	Au démarrage et à chaque changement de constituants
	Malaxage	Contrôle visuel	Une fois/jour

Après admission, le CSTB peut autoriser le fabricant à réduire la fréquence de contrôle à une analyse par trimestre, si celui-ci pratique la surveillance du dosage en ciment (relevé au moins hebdomadaire et report sur un registre de la valeur de la lecture des balances).

La fréquence d'une mesure de la teneur en eau par semaine par composition de béton est maintenue.

4.2.3 Maitrise du processus de fabrication

Item	Contrôles / Essais	Méthode	Fréquence
Elément	Vérification en sortie machine de l'aspect et de la hauteur des blocs	Contrôle visuel pour l'aspect Mesure de la hauteur des éléments	<u>Blocs de parement et blocs à coller destinés à être rectifiés</u> 3 blocs d'une même planche 3 fois / poste <u>Autres types de blocs</u> 3 blocs d'une même planche 1 fois / poste
Marquage	Vérification du marquage apposé	Consigne	Au démarrage du poste et 1 fois / jour
Rectification des faces des blocs à coller	Vérification en sortie de machine de la hauteur	Consigne	Au démarrage du poste puis toutes les deux heures sur un bloc rectifié
Stockage	Vérification du respect des zones de stockages et de l'isolement des produits non conformes	Consigne	Une fois/jour
Chargement	Vérification de la conformité des chargements	Contrôle visuel Consigne	Une fois/jour

4.3 Contrôle des produits finis

Essais	Nombre d'échantillons	Fréquence
Dimensions et conformité aux plans de moules	Tous les blocs d'une même planche	A la mise en service d'un moule neuf ou révisé Toutes les 10 000 planches pour les blocs courants et les blocs accessoires
Planéité des faces de pose ¹	Par modèle de bloc	
Parallélisme des faces de pose ¹		
Masse volumique absolue sèche	Par masse volumique déclarée : 3 blocs différents	Tous les 2 postes
Résistance caractéristique à la compression	Au délai de livraison annoncé, par modèle de bloc 6 blocs d'un même poste	Toutes les 4000 planches

¹ Lorsque l'usage prévu des blocs 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 deux mois)
Presse d'essais mécaniques	A la mise en service, puis tous les 12 mois
Marbre de surfaçage	A la mise en service, puis tous les 3 ans avec autocontrôle interne tous les ans.
Bascules de pesage des agrégats	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 :

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

V_x 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

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

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

La ligne V_x connu peut être utilisée si, conformément à la norme NF EN 1990, le coefficient de variation V_x , 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 V_x 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 murets testés doivent être réalisés.

Ces essais permettent de caractériser la résistance à la compression caractéristique des éléments de maçonnerie $R_{c,essai}$, calculée suivant les indications du § 5.1.

Le facteur de correction applicable aux résultats des essais murets 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 $R_c \leq R_{c,essai} < 1,25 \cdot R_c$, le facteur de correction appliqué sera égal à $(R_c / R_{c,essai})^{0,65}$
 - Si $R_{c,essai} \geq 1,25 \cdot R_c$, le facteur de correction appliqué sera égal à $(R_c / R_{c,essai})$.

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

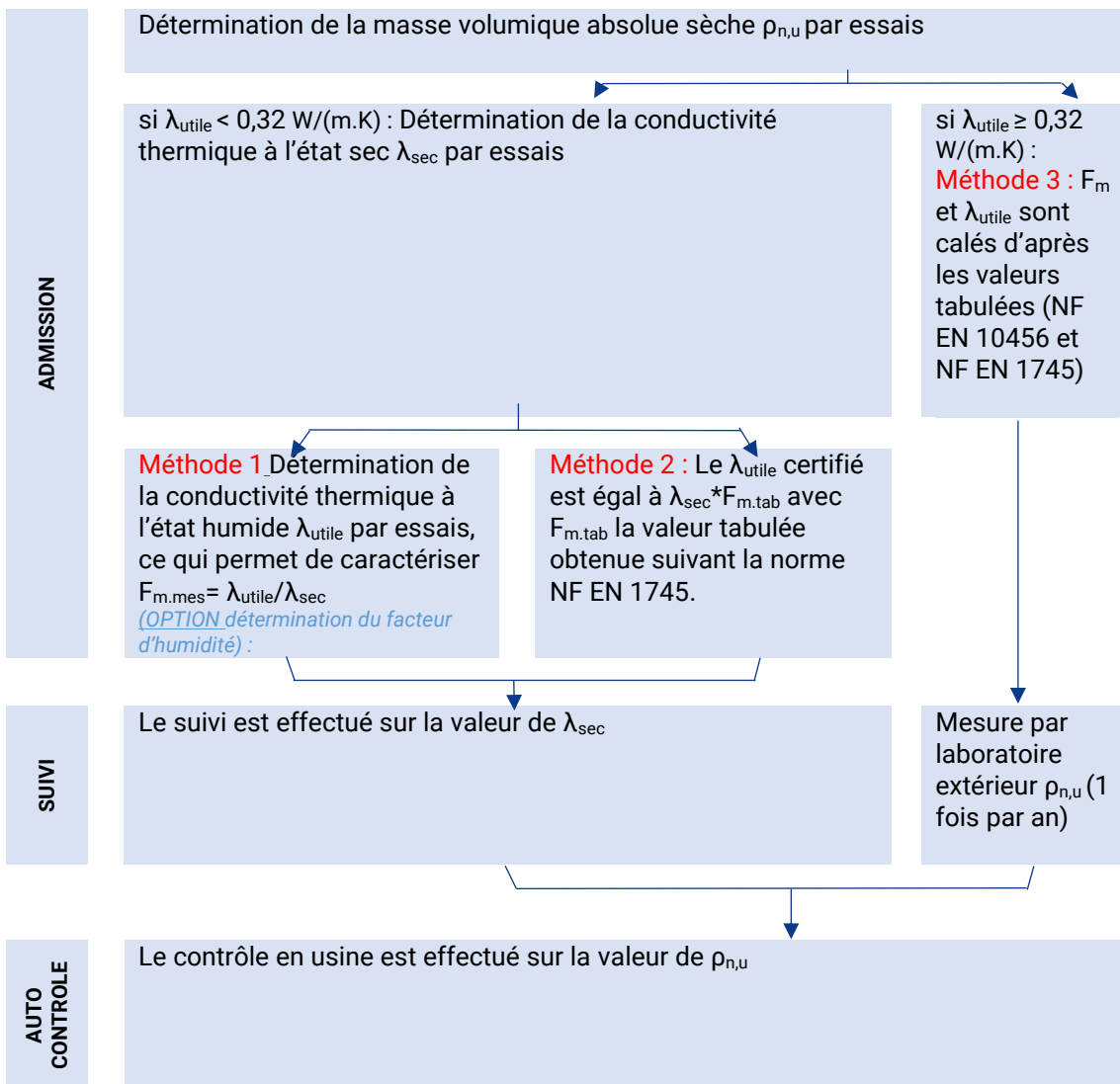
5.2.2 Calcul de la résistance caractéristique à la compression de la maçonnerie

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 thermique 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 thermique 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.

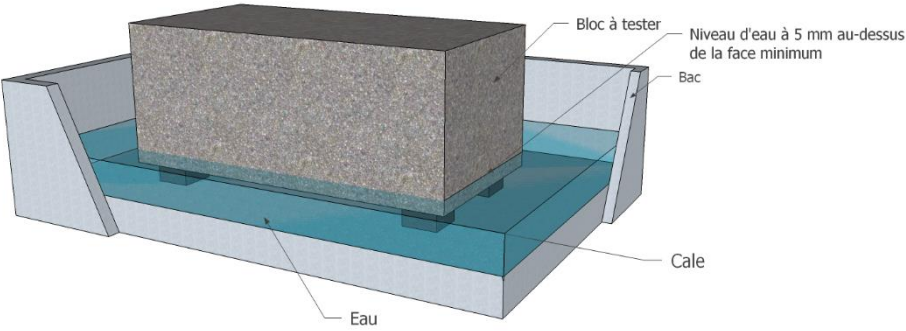
La mesure de la masse volumique absolue sèche permet de vérifier la conformité de la valeur déclarée de résistance thermique du brique qui garantit le facteur solaire certifié.

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 d'absorption d'eau par capillarité de la face de pose

Les essais sont réalisés suivant la norme NF EN 772-11. La moyenne des résultats permet de déterminer la classe de mortier compatible selon le référentiel de certification QB 11 : Mortiers de montage à joint mince pour petits éléments de maçonnerie.

MATERIEL REQUIS
<ul style="list-style-type: none">❖ Une étuve ventilée capable de maintenir une température par défaut de $70^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ⁽¹⁾❖ Une balance pouvant peser les éprouvettes avec une précision de 0,1% de la masse des blocs❖ Un chronomètre gradué en secondes❖ Un bac étanche à fond plat d'une profondeur minimale de 20 mm, d'une superficie plus grande que la face de maçonnerie à immerger et muni de 4 cales supports de 100 mm^2 ainsi que d'un couvercle pour éviter l'évaporation durant l'essai.
ECHANTILLONNAGE
<ul style="list-style-type: none">❖ 6 blocs d'un même modèle à âge équivalent au délai minimal de livraison annoncé
MODE OPERATOIRE
<ul style="list-style-type: none">❖ Identifier les blocs❖ Sécher les blocs jusqu'à masse constante dans une étuve ventilée à une température de $70^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ⁽¹⁾. La masse sèche constante est atteinte après stabilisation à 0.1% entre 2 mesures successives effectuées à 24h d'intervalle❖ Laisser les blocs refroidir durant 4 heures à température ambiante❖ Une fois refroidis, mesurer les dimensions de chacun conformément à l'EN 772-12, les peser et relever la masse en grammes ($m_{\text{sec,s}}$)❖ Placer les blocs à l'horizontale sur les cales supports et immerger la face de pose de chaque bloc de façon à ce qu'elle soit $5\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ en dessous du niveau d'eau  <ul style="list-style-type: none">❖ Couvrir le bac pour éviter toute évaporation❖ Déclencher le dispositif de mesure du temps❖ Après le temps d'immersion en secondes (t_{so}) de 600 secondes soit 10 minutes, ôter les blocs et essuyer l'eau en surface❖ Peser chaque bloc et relever sa masse en grammes (m_{so})

CALCUL ET EXPRESSION DES RESULTATS

- ❖ Le coefficient d'absorption d'eau ($C_{w,s}$) par capillarité des éléments de maçonnerie en béton de granulats exprimée en $g/(m^2.s)$ est déterminé à partir de la formule suivante :

$$C_{w,s} = \frac{m_{so,s} - m_{dry,s}}{A_s \times t_{so}} \times 10^6$$

$C_{w,s}$ → coefficient d'absorption d'eau par capillarité

$m_{so,s}$ → masse du bloc après immersion pendant un temps t en grammes

$m_{dry,s}$ → masse du bloc après séchage en grammes

A_s → surface brute de la face du bloc immergée dans l'eau en millimètres carrés ⁽²⁾

T_{so} → temps d'immersion en secondes

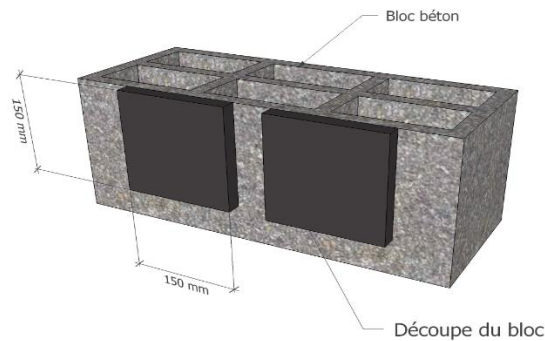
⁽¹⁾ La température de $70^\circ C \pm 5^\circ C$ est la température par défaut. Il est possible d'augmenter la température à $105^\circ C \pm 5^\circ C$ pour les éléments de maçonnerie en béton de granulats courants et les bétons de granulats légers minéraux

⁽²⁾ La surface nette de la face de pose immergée A_s doit être communiquée par le fabricant

5.8 Protocole d'essai de conductivité thermique

ECHANTILLONNAGE

- ❖ 12 éprouvettes issues de 6 blocs pris dans 3 lots étalés sur deux semaines de fabrication minimum – pour chaque modèle (si les éprouvettes sont découpées par le laboratoire de la marque, il sera prélevé 6 blocs supplémentaires comme réserve).
- ❖ Dimensions des éprouvettes : 150 mm x 150 mm +0/-1 mm
- ❖ Etat de surface des éprouvettes : planes et surfacées



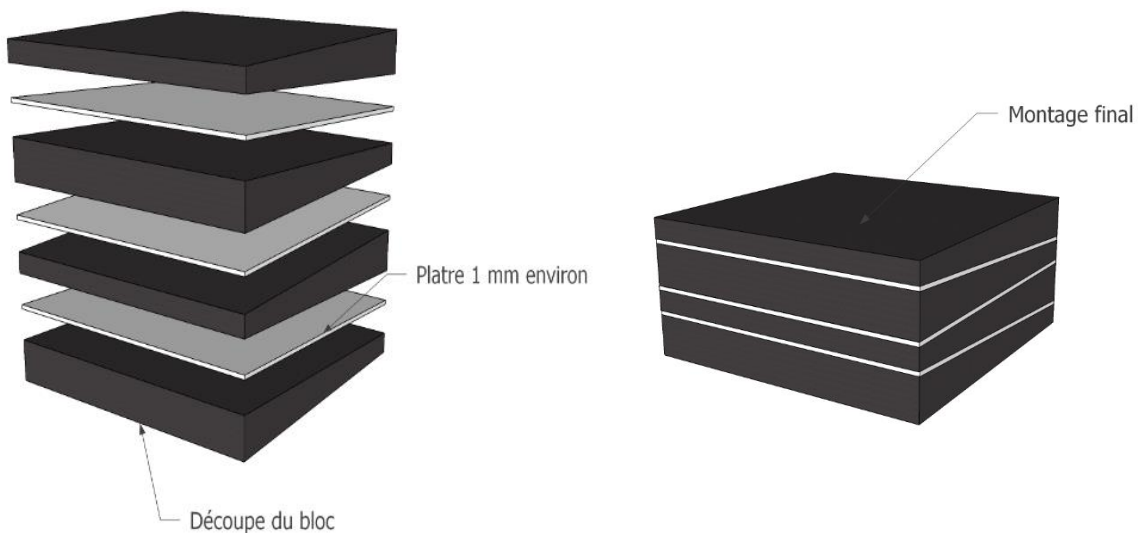
MODE OPERATOIRE D'ESSAI

- ❖ **Pour la conductivité thermique à l'état sec** : Séchage des éprouvettes à $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ pour les éléments de maçonnerie en béton de granulats courants et les bétons de granulats légers minéraux ou $70^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ pour les autres, jusqu'à stabilisation massive. La masse sèche constante est atteinte après stabilisation à 0.1% entre 2 mesures successives effectuées à 24h d'intervalle.

Pour la conductivité thermique à l'état humide : Stabilisation en poids à 50% d'humidité relative et $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

- ❖ Mesures individuelles de l'épaisseur de chacune des éprouvettes en 5 points
- ❖ Application du plâtre entre les éprouvettes jusqu'à l'obtention d'une épaisseur totale (= sommes des épaisseurs moyennes individuelles + ~ 3 mm)

Attention ! Afin de maîtriser les incertitudes d'essai, il est nécessaire que l'échantillon testé présente une résistance thermique supérieure à $0,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$. Par conséquent, l'épaisseur minimale à tester sera égale à $0,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W} * \lambda_{\text{certifié}}$. Dans le cas où la somme des épaisseurs moyennes individuelles + 3mm soit inférieure à celle-ci, il conviendra de prélever 3 éprouvettes supplémentaires dans les blocs en réserve afin de compléter les échantillons.



- ❖ L'épaisseur de l'assemblage est ajustée et vérifiée aux 4 coins de façon à obtenir un assemblage aux faces planes et parallèles
- ❖ Séchage de l'assemblage à 50°C jusqu'à stabilisation massique. La masse constante est atteinte après stabilisation à 0.1% entre 2 mesures successives effectuées à 24h d'intervalle.
- ❖ Mesure de la résistance thermique. La résistance thermique du plâtre est prise égale à 3 mm / λ plâtre (valeurs tabulées) et retranchées à la résistance totale mesurée.

5.9 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 $h_{mur}=2.4m$, $l_{mur}=3.5m$. 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 blocs supplémentaires afin de réaliser des essais individuels de compression horizontale suivant NF EN 772-1 (6 blocs) et des essais individuels de compression verticale suivant NF EN 772-1 (6 blocs) ;❖ 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 blocs spéciaux pour la réalisation de chaînages verticaux (aussi appelés « blocs poteaux »), le mur de maçonnerie testé doit être réalisé à l'aide de ces blocs. 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
<ul style="list-style-type: none">❖ Caractérisation du coefficient de comportement à partir de la courbe effort/déplacement obtenue par essais