



BAKSTEEN EN METSELWERK: TECHNISCHE EIGENSCHAPPEN



Fédération Belge de la Brique

www.brique.be



FABRICANTS BELGES DE BRIQUES ET DE TUILES

Briques pour maçonnerie ordinaire:

- O** : briques pleines pour maçonnerie ordinaire
- P** : briques perforées pour maçonnerie ordinaire
- L** : briques perforées à tesson allégé

Briques de parement:

- E** : briques de façade étirées
- M** : briques faites à la main et briques moulées à la presse
- K** : "Klampsteen"
- A** : autres sortes (briques de parement traditionnelles et "rustiques" comme les briques de campagne, les briques à base de schiste, etc.)

Autres produits:

- H** : hourdis
- T** : tuiles et couvre-murs
- C** : carreaux de terre cuite
- S** : briques de pavage
- Pour plus de détails sur la gamme de produits de chaque firme, il est conseillé de s'adresser directement à l'entreprise;
- La liste est basée sur les listes des membres de la F.B.B. Certains producteurs vendent leurs produits exclusivement ou non via une organisation de vente distincte. Dans le cas où cela s'avère utile, le nom de cette organisation de vente est ajouté entre parenthèses.

Flandre Orientale

- **Kleiprodukten HOVE**
Lindendreef 101
9400 Ninove
Tel. (054) 33 26 67
Fax (054) 32 82 38
(O-M-A)
- **Steenfabriek VANDE MOORTELE**
Scheldekant 7
9700 Oudenaarde
Tel. (055) 33 55 61
Fax (055) 33 55 70
(M-S)
- **SVK**
Aerschotstraat 114
9100 Sint-Niklaas
Tel. (03) 760 49 00
Fax (03) 777 47 84
(O-P-L-E-M-H)

Flandre Occidentale

- **Steenbakkerij AMPE**
Brugsesteenweg 170
8740 Egem (Pittem)
Tel. (051) 46 07 01
Fax (051) 46 07 04
(O-P-L-E)
- **DESIMPEL**
Hoogledestraat 92
8610 Kortemark
Tel. (051) 57 57 00
Fax (051) 57 57 02
(O-P-L-E-M)

TERCA - ZONNEBEKE

Ieperstraat 186
8980 Zonnebeke
Tel. (051) 78 80 60
Fax (051) 77 10 38
(O-P-E)

Steenbakkerij DE KEIGNAERT

Stationsstraat 30
8460 Oudenburg
Tel. (059) 25 50 50
Fax (059) 26 89 87
(O-E-M)

Steenbakkerij DUMOULIN

Rollegebosstraat 9
8880 Ledegem
Tel. (056) 50 98 71
Fax (056) 50 41 92
(O-P)

WIENERBERGER

Ter Bede Business Center
8500 Kortrijk
Tel. (056) 24 96 35
Fax (056) 51 92 75
(O-P-L-E-M-A-S)

KORAMIC

Kapel-ter-Bede 86
8500 Kortrijk
Tel. (056) 24 95 11
Fax (056) 20 23 59
(T)

Limbourg

- **Steenfabriek HEYLEN**
2de Carabinierslaan 145
3620 Veldwezelt-Lanaken
Tel. (089) 71 51 38
Fax (089) 72 28 80
(M)

Steenfabriek NELISSEN - HAESSEN

Kiezelweg 460
3620 Veldwezelt
Tel. (012) 45 10 26
Fax (012) 45 53 89
(M)

TERCA - SCHOUTERDEN

Venlosesteenweg 70
3680 Maaseik
Tel. (089) 56 40 38
Fax (089) 56 81 83
(M-A)

Steenfabrieken VANDERSANDEN

Riemstersteenweg 300
3740 Spouwen
Tel. (089) 51 01 40
Fax (089) 49 28 45
(M)

Steenfabriek VANDERSANDEN

Nijverheidslaan 11
3650 Lanklaar
Tel. (089) 79 02 50
Fax (089) 75 41 90
(M)

TERCA - TESSENDERLO

Havenlaan 10
3980 Tessenderlo
Tel. (013) 35 91 60
Fax (013) 35 91 61
(P-L)

Anvers

Steenbakkerij GEBR. LAUWERS

Noeveren 74
2850 Boom
Tel. (03) 888 02 32
Fax (03) 844 57 86
(K-A-C)

Steenfabriek van NIEL (DESIMPEL)

Landbouwstraat 98
2845 Niel
Tel. (03) 880 70 61
Fax (03) 880 70 66
(M)

Swenden Rumst

Nieuwstraat 44
2840 Rumst
Tel. (03) 880 15 20
Fax (03) 844 28 11
(O-P-L-E)

Swenden Industries

Nieuwstraat 2
2840 Rumst
Tel. (03) 844 22 22
Fax (03) 844 38 02

DESTA

Heerle 11
2322 Minderhout (Hoogstraten)
Tel. (03) 315 70 99
Fax (03) 315 81 48
(E-S)

Steenbakkerij FLOREN

Vaartkant Rechts 4
2960 St-Lenaarts
Tel. (03) 313 81 98
Fax (03) 313 71 56
(O-E)

TERCA - NOVA

Steenbakkersdam 10
2340 Beerse
Tel. (014) 61 10 99
Fax (014) 61 04 32
(O-P-L-E)

TERCA - SAS

Sint Jozefslei 6
2310 Rijkevorsel
Tel. (014) 62 20 10
Fax (014) 61 22 33
(M-A)

TERCA - BEERSE

Absheide 28
2340 Beerse
Tel. (014) 61 19 75 -
(014)- 61 19 75
Fax (014) 61 22 33
(M)

TERCA - QUIRIJNEN

Sint Jobbaan 58
2390 Westmalle
Tel. (03) 311 51 12
Fax (03) 311 62 56
(O-E-H-A-)

Brabant

Steenfabrieken VANDERSANDEN

Kortenbos 14
1790 Hekelgem
Tel. (053) 66 85 51
Fax (053) 66 71 41
(M)

Hainaut

Briqueterie de PERUWELZ (DESIMPEL)

Rue de l'Europe, 11
7600 Péruwelz
Tel. (069) 77 97 10
Fax (069) 77 97 11
(M)

Briqueterie de PLOEGSTEERT 'Barry'

Chaussée de Bruxelles 33
7534 Barry
Tel. (056) 56 56 56
Fax (056) 56 55 02
(E)

Briqueterie de PLOEGSTEERT

Rue du Touquet 228
7782 Ploegsteert
Tel. (056) 56 56 56
Fax (056) 56 55 01
(P-L-H)

TERCA - GHILIN

Route de Wallonie 33
7011 Ghlin
Tel. (065) 35 38 85
Fax (065) 36 10 92
(O-E-S)

TERCA - WARNETON

Chaussée du Pont Rouge 57
7784 Warneton (Comines)
Tel. (056) 58 88 10
Fax (056) 58 85 35
(M)

Namur

Briqueterie de WANLIN (DESIMPEL)

Route de Beauraing 131
5564 Wanlin
Tel. (082) 66 55 00
Fax (082) 66 55 17
(E-A-S)

FEDERATION BELGE DE LA BRIQUE

Rue des Chartreux, 19 bte 19 – 1000 Bruxelles
tél. +32 (0)2 511 25 81 – fax +32 (0)2 513 26 40
e-mail: info@brique.be
http://www.brique.be

DÉCEMBRE 2006

Brochure technique

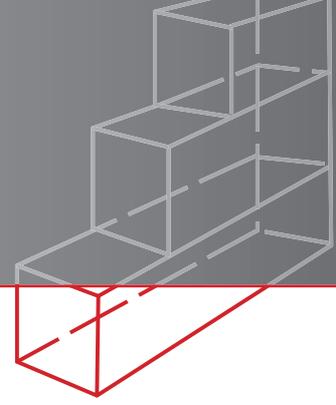
Table des matières

1	Introduction	3
2	Brique	5
2.1	Le Matériau	5
2.2	Certificat de qualité	6
2.3	Les surfaces d'une brique	6
2.4	Types de briques	7
2.5	Consommation de briques	8
3	Propriétés des briques	9
3.1	Dimensions	9
3.1.1	Dimensions normalisées	9
3.1.2	Dimensions nominales	9
3.1.3	Dimensions de fabrication	9
3.1.4	Limites des dimensions moyennes de fabrication	9
3.1.5	Planéité des faces	10
3.1.6	Parallélisme des faces	11
3.1.7	Rectitude des angles	11
3.2	Stabilité de forme	11
3.3	Absorption d'eau	11
3.4	Succion d'eau initiale	12
3.5	Résistance à la compression	12
3.6	Réaction au feu	14
3.7	Résistance au gel	14
3.8	Présence de sels dans la brique	15
3.8.1	Sels solubles actifs	15
3.8.2	Efflorescences	16
3.9	Caractéristiques extérieures	16
3.10	Autres grandeurs	17
3.10.1	Chaleur massique c	17
3.10.2	Perméabilité à la vapeur d'eau μ	17
3.10.3	Humidité d'équilibre	17
3.10.4	Conductivité thermique λ	17
3.10.5	Taux d'humidité ψ	19
3.10.6	Masse volumique ρ	19
4	Propriétés de la maçonnerie	20
4.1	Joints de dilatation	20
4.2	Appareillages de maçonnerie	21
4.2.1	Règles	21
4.2.2	Appareillages traditionnels	21
4.2.3	Créer son projet	22



4.3	Maçonnerie de parement	22
	4.3.1 Fonctionnement	22
4.4	Maçonnerie armée	22
	4.4.1 Armature dans les joints horizontaux	22
	4.4.2 Armature verticale	22
	4.4.3 Applications	22
4.5	Mortier de maçonnerie	24
	4.5.1 Composants du mortier de maçonnerie (hydraulique)	24
	4.5.2 Types de mortiers de maçonnerie	25
4.6	Isolation thermique	27
4.7	Résistance au feu	29
4.8	Bruit	29
	4.8.1 Absorption	29
	4.8.2 Propagation de bruit	29
5	Descriptif pour cahier des charges	32





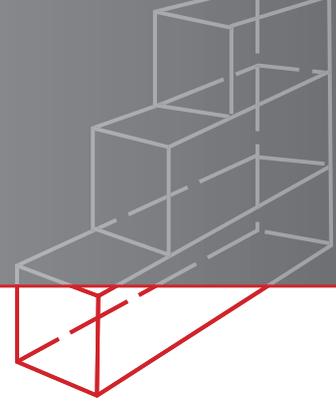
1. Introduction

Régulièrement depuis 1976, Terre Cuite et Construction consacre un numéro complet aux aspects techniques du matériau brique et de sa mise en oeuvre. Le succès de la première édition nous a amenés à remettre à jour et à réimprimer cette brochure technique.

Cette brochure vous permettra d'appréhender tous les aspects et caractéristiques du matériau brique. Si vous êtes à la recherche d'informations plus détaillées concernant sa mise en oeuvre, notre classeur thématique et notre manuel de la maçonnerie sont plus appropriés. Notre site www.brique.be contient également bon nombre d'informations.







2. Brique

2.1 Le Matériau



La brique est un matériau de terre cuite utilisé comme élément de construction pour maçonnerie, tant pour la maçonnerie de parement que pour la maçonnerie non-décorative pour murs intérieurs (aussi appelée «maçonnerie de brique SB»).

Les briques suivent les prescriptions d'une seule et même norme européenne EN 771-1. La norme EN 771-1 définit la brique comme un matériau de maçonnerie fait d'argile ou d'autre matière argileuse, avec ajout ou non de sable ou autre adjuvant, porté à une température suffisamment élevée pour former une liaison céramique.

Cette norme européenne définit bon nombre de caractéristiques qui sont d'application pour les briques.

La norme européenne EN 771-1 opère une distinction entre:

- Les produits de faible masse volumique (LD): les briques utilisées pour toute utilisation en maçonnerie protégée dont le poids volumique sec est inférieur ou égal à 1000 kg/m^3 (par exemple des briques pour murs intérieurs).
- Les produits de masse volumique élevée (HD): les briques utilisées pour toute utilisation en maçonnerie non protégée ou les briques dont le poids volumique sec est supérieur à 1000 kg/m^3 .

On opère une seconde distinction entre des briques de catégorie I et des briques de catégorie II:

Les briques de catégorie I sont des briques pour lesquelles la valeur déclarée de la résistance à la compression est atteinte avec une probabilité de 95% au moins. Par ailleurs, pour les briques de catégorie I, le processus de fabrication est contrôlé par un organisme indépendant. La production est conforme à un système 2+.

Les briques de catégorie II sont des briques qui n'atteignent pas le niveau de probabilité imposé pour les briques de catégorie I et pour lesquelles le processus de fabrication n'est pas contrôlé par une tierce partie. La production est conforme à un système 4.

En Belgique, deux PTV (Prescriptions Techniques – Technische Voorschriften) complètent ces exigences européennes. Le PTV 23 002 traite spécifiquement des briques de parement tandis que le PTV 23 003 traite des briques pour la maçonnerie non-décorative.

Il ne faut pas perdre de vue que les normes mentionnées ci-avant spécifient certes des critères mais n'imposent aucune valeur aux produits. Il incombe au concepteur de fixer lui-même des valeurs conformes aux critères de la norme en fonction de l'application qu'il envisage.

2.2 Certificat de qualité

Depuis plus de 35 ans, la marque de qualité BENOR atteste de la qualité des briques belges. Pour recevoir cette marque de qualité BENOR, un fabricant doit se soumettre au contrôle de sa production de briques par un organisme indépendant. Cet organisme vérifie la qualité des briques par des inspections régulières dans l'usine et un nombre important de prises d'échantillons parmi les briques. Le fabricant reçoit la marque de qualité BENOR si l'organisme obtient des garanties suffisantes sur la qualité de la production. La procédure complète est soumise au contrôle de l'Institut Belge de Normalisation et du Service Public Fédéral Economie.



La réglementation européenne a instauré une seconde marque, la marque CE. Le marquage CE a été introduit avec un objectif totalement différent de celui de la marque de qualité BENOR. Il s'agissait de supprimer les obstacles techniques rencontrés au sein de l'Union Européenne pour le commerce de produits.

En effet, les différences nationales de normes techniques et de prescriptions rendaient difficile le commerce de nos briques par-delà les frontières du pays. Les autorités européennes veulent faciliter cela grâce à une réglementation, la directive produits de construction, qui aura pour conséquence le remplacement de toutes les normes nationales par quelques normes européennes. Ceci a pour avantage que l'on jugera et testera les briques de toute l'Union Européenne sur base des mêmes normes européennes. Dès lors, une comparaison entre les briques de pays différents est rendue possible.

Le marquage CE apparaît comme une fiche technique du produit. La fiche est encadrée et contient une série de caractéristiques du produit. Le fabricant a pour obligation de **déterminer lui-même la valeur pour la déclaration des caractéristiques de ses produits** sur le marquage CE. Par conséquent, le marquage CE n'est en rien une déclaration de qualité, au contraire de la marque BENOR.

La marque BENOR, quant à elle, est bien une déclaration de qualité. Pour une brique portant la marque BENOR,

toutes les caractéristiques présentes sur la marque BENOR et le marquage CE ont été contrôlées par un organisme indépendant.

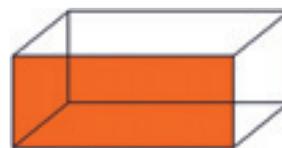
La marque de qualité BENOR s'est adaptée au nouveau cadre européen, par un contrôle de qualité, conforme à la nouvelle norme européenne, de toutes les caractéristiques du produit. Deux nouveaux documents de référence ont été établis, le PTV 23 002 et le PTV 23 003. Dans ces documents de référence, on s'attache aux propriétés complémentaires pour le contexte belge, dont il n'est pas fait mention dans la norme européenne EN 771-1 (par exemple, les caractéristiques d'aspect).

2.3 Les surfaces d'une brique (NBN B 24-001)

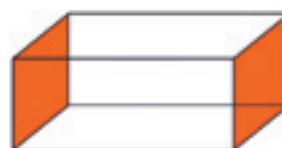
Une brique est caractérisée par trois faces. La face de pose est la face de la brique qui est posée horizontalement dans la maçonnerie. La panneresse et la boutisse sont identifiées dans le dessin ci-dessous. Ces définitions sont toujours utilisées quand on veut indiquer une face d'une brique.



Face de pose

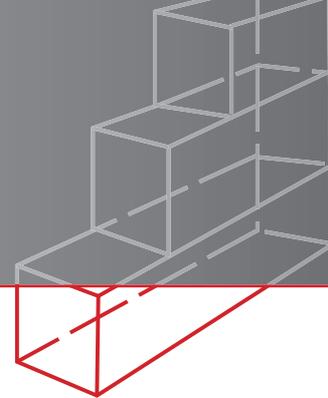


Panneresse



Boutisse





2.4 Types de briques

On distingue différents types de briques en fonction, d'une part, du procédé de fabrication et d'autre part, de leur utilisation.

On distingue trois types de briques sur base du procédé de fabrication:



La **brique étirée** est fabriquée au moyen d'une étireuse. Elle est pleine ou perforée. Au moins trois des six faces (une panneresse et deux boutisses) sont fabriquées de telle sorte qu'elles puissent rester apparentes (lisse, écorcée, rugueuse, sablée ou non).



La **brique faite à la main** est la brique obtenue en introduisant une quantité d'argile préalablement sablée dans un moule; on obtient ainsi un aspect typiquement nervuré.



La **brique pressée** est la brique obtenue en pressant mécaniquement la pâte argileuse dans les moules; on obtient une brique nette et de forme angulaire.

On distingue deux types de briques sur base de leur utilisation:

Le terme **brique de parement** est utilisé dans le commerce pour désigner les briques pleines qui sont utilisées pour une maçonnerie de parement. Leur fonction principale consiste en un rôle de protection du bâtiment vis-à-vis de la pluie et un rôle décoratif pour le parement.

Le terme **brique SB** est utilisé dans le commerce pour désigner les briques perforées fabriquées au moyen d'une étireuse, qui ne sont pas destinées à la maçonnerie décorative. Elles sont utilisées tant pour la maçonnerie portante que non-portante.

Dans la pratique, on établit une distinction entre deux types de briques SB:



Brique SB ordinaire

Poids volumique: $1000 \text{ kg/m}^3 < \rho < 1600 \text{ kg/m}^3$

Dans le commerce, ces briques sont généralement appelées «blocs treillis» ou «briques snelbouw» (pour briques de construction rapide).

Brique SB isolante (ISO-SB)

Généralement de poids volumique réduit. Les appellations commerciales de ces briques isolantes présentent souvent le préfixe poro-, iso- ou thermo-.

Le poids volumique peut être diminué en augmentant le pourcentage de perforations ou en réduisant le poids du tesson. Le tesson est la matière dont la brique défini comme la masse céramique caractérisée par la composition de l'argile, la porosité, la courbe de cuisson et l'atmosphère du four.

Le poids spécifique du tesson peut être réduit en mélangeant à l'argile de la sciure de bois, ou d'autres matières organiques. Ces substances se consomment durant la cuisson, ce qui accentue la formation de pores. Les pores contiennent de l'air confiné et immobile, propice à l'isolation thermique.

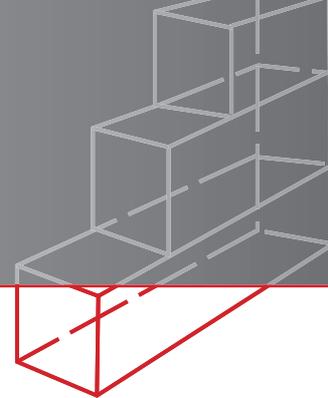


2.5 Consommation de briques

Le nombre spécifié concerne une paroi simple (épaisseur du mur = largeur de la brique) et est calculé pour un appareillage d'une demi-brique, avec des joints horizontaux et verticaux de 12 mm.

Dimensions	Dénomination	Nombre par m ² de maçonnerie
175x85x45	derdeling	94
180x85x65	boerkens	68
180x85x90	superboerkens	51
190x90x50	module M50	80
190x90x65	module M65	64
190x90x90	module M90	49
210x100x40	vechtformaat	87
210x100x65	kustformaat	59
215x102x65	Format Anglais	57
220x105x40	Format Romain	83
220x105x50	waalformaat WF	70
220x105x65	waaldikformaat WDF	56
240x90x50	Format Espagnol	64
240x115x53	Bundesdünn	61
290x90x40		64
290x90x50		53
290x90x60		46
240x90x40		76
290x90x90		33
290x90x140		22
290x90x190		17
290x90x240		13
290x140x90		33
290x140x140		22
290x140x190		17
290x140x240		13
290x190x90		33
290x190x140		22
290x190x190		17
290x190x240		13
600x140x190		8
600x190x190		8





3. Propriétés des briques

3.1 Dimensions

Les dimensions sont toujours mentionnées dans l'ordre suivant et ce, à l'échelon international:
Longueur x Largeur x Hauteur (en mm)

3.1.1 Dimensions normalisées

Les dimensions normalisées sont les dimensions de l'espace attribué à une brique, ce compris les joints et les écarts dimensionnels incluant les joints et les tolérances.

Les dimensions normalisées des briques reposent sur un système modulaire sur base de 10 cm. Cela signifie que chaque dimension de la brique majorée de deux demi-épaisseurs de joints doit être égale à 100 mm ou à un multiple de cette valeur. Les demi-modules sont également possibles (150 mm, par exemple). On utilise les appellations dimension modulaire ou dimension technique de coordination.

3.1.2 Dimensions nominales

Il s'agit des dimensions généralement utilisées dans le commerce pour désigner un format de brique.
Exemple: 290x140x140

3.1.3 Dimensions de fabrication

La détermination des dimensions nominales relatives au système modulaire était jadis fondée sur un joint vertical de 10 mm. La pratique a toutefois démontré que cette épaisseur suscitait des difficultés et qu'un joint de 12 mm était plus facile à réaliser. La mesure idéale pour la production a dès lors été adaptée à cette épaisseur de joint usuelle et présente une valeur légèrement inférieure à la dimension nominale.
Exemple: 288x138x138.

Les dimensions de fabrication sont indiquées sur le marquage CE par le fabricant.

Dimensions normalisées [mm]	Dimensions nominales [mm]	Dimensions de fabrication [mm]
50 (1/2 module)	40	38
60 (3/5 module)	50	48
67 (2/3 module)	57	55
75 (3/4 module)	65	63
100 (1 module)	90	88
150 (1,5 module)	140	138
200 (2 modules)	190	188
300 (3 modules)	290	288

3.1.4 Limites des dimensions moyennes de fabrication

La mesure idéale pour la production de briques permet une certaine tolérance. Les limites sont déterminées par le matériau et le processus de production. Le fabricant doit choisir une catégorie de tolérance valable pour ses briques.



Tolérance sur la dimension moyenne

L'écart dimensionnel des dimensions moyennes ne peut dépasser l'une des catégories suivantes, définies préalablement:

T1: $\pm 0,40 \sqrt{\text{dimension de fabrication}}$ mm ou 3 mm selon la valeur la plus élevée

T1+: $\pm 0,40 \sqrt{\text{dimension de fabrication}}$ mm ou 3 mm pour la longueur et la largeur, selon celle qui est la plus élevée, et $\pm 0,05 \sqrt{\text{dimension de fabrication}}$ mm ou 1 mm pour la hauteur, selon la valeur la plus élevée

T2: $\pm 0,25 \sqrt{\text{dimension de fabrication}}$ mm ou 2 mm selon la valeur la plus élevée

T2+: $\pm 0,25 \sqrt{\text{dimension de fabrication}}$ mm ou 3 mm pour la longueur et la largeur, selon celle qui est la plus élevée, et $\pm 0,05 \sqrt{\text{dimension de fabrication}}$ mm ou 1 mm pour la hauteur, selon la valeur la plus élevée

Tm: un écart en mm déclaré par le fabricant (plus large ou plus précis que les autres catégories)



Dispersion des mesures

La dispersion maximale des mesures (c'est-à-dire la différence entre la plus grande et la plus petite valeur mesurée des briques prises individuellement) doit appartenir à l'une des catégories, définies préalablement:

R1: $0,6 \sqrt{\text{dimension de fabrication}}$ mm

R1+: $0,6 \sqrt{\text{dimension de fabrication}}$ mm, pour la longueur et la largeur et 1,0 mm pour la hauteur

R2: $0,3 \sqrt{\text{dimension de fabrication}}$ mm

R2+: $0,3 \sqrt{\text{dimension de fabrication}}$ mm, pour la longueur et la largeur et 1,0 mm pour la hauteur

ou

Rm: une dispersion de mesures en mm déclarée par le fabricant (plus large ou plus précis que les autres catégories)

Des limites plus précises pour les écarts dimensionnels et les dispersions dimensionnelles peuvent être utiles pour l'exécution d'une maçonnerie à joints minces, comme par exemple la maçonnerie collée.

Ces valeurs sont calculées pour les dimensions les plus fréquemment utilisées:

Dimension de fabrication	T1 [mm]	T2 [mm]	T1+ et T2+ (applicable uniquement pour la hauteur)	R1 [mm]	R2 [mm]	R1+ et R2+ (applicable uniquement pour la hauteur)
38	± 3,0	± 2,0	± 1,0	3,7	1,8	1,0
48	± 3,0	± 2,0	± 1,0	4,2	2,1	1,0
55	± 3,0	± 2,0	± 1,0	4,4	2,2	1,0
63	± 3,2	± 2,0	± 1,0	4,8	2,4	1,0
88	± 3,8	± 2,3	± 1,0	5,6	2,8	1,0
138	± 4,7	± 2,9	± 1,0	7,0	3,5	1,0
188	± 5,5	± 3,4	± 1,0	8,2	4,1	1,0
238	± 6,2	± 3,9	± 1,0	9,3	4,6	1,0
288	± 6,8	± 4,2	± 1,0	10,2	5,1	1,0

Les tolérances souvent utilisés en Belgique:

Type de brique	Catégorie dimension moyenne	Catégorie dispersion
HV et VB	T1	R1
VB et SP	T2	R2
HV, VB et SP	Tm	Rm

Avec: HV: Brique "faite à la main"

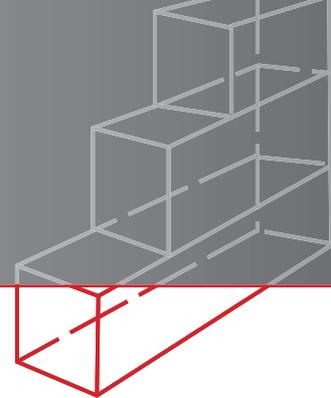
VB: Brique pressée

SP: Brique étirée

3.1.5 Planéité des faces

La courbure des faces est déterminée selon la norme NBN EN 772-20. La courbure est mesurée en posant une règle droite diagonalement sur la brique. On mesure la distance maximale entre la brique et la règle. Le résultat est la moyenne de plusieurs mesures.





3.1.6 Parallélisme des faces

Le parallélisme des faces d'une brique est défini dans la norme NBN EN 772-16. La brique est posée sur une surface plane. On mesure alors la hauteur de la brique aux quatre angles. L'écart de parallélisme entre les surfaces horizontales supérieure et inférieure est défini comme étant la différence entre la plus petite valeur et la plus grande valeur de mesure de la hauteur.

3.1.7 Rectitude des angles

Une caractéristique géométrique qui peut avoir de l'importance pour les maçonneries requérant une exécution très minutieuse est la rectitude des angles de la brique par rapport à ses faces.

Les PTV prévoient la possibilité de tester les briques selon la norme belge NBN B 24-207. Cette norme fournit une méthode pour mesurer l'écart des angles.

3.2 Stabilité de forme

La stabilité de forme d'un matériau (de construction) est son aptitude à conserver ses dimensions dans un environnement externe variable. La stabilité de forme est déterminée par trois paramètres:

a) La dilatation thermique α

Déformation générée par les fluctuations thermiques. Pour un même écart thermique, la déformation sera d'autant plus importante que le coefficient α sera élevé. Il est donc préférable d'opter pour un matériau présentant un α très faible.

b) Le retrait et gonflement hygrométrique ϵ_r

Déformation générée par la rétention d'eau. Egalement appelée 'retrait et fluage'. Il est conseillé d'utiliser un matériau de construction insensible ou peu sujet à ce phénomène.

c) Le retrait au durcissement

Déformation subie par un matériau durant une longue période après la fabrication. Ce facteur ne s'applique pas aux briques car leur fabrication ne requiert aucun liant.

Les valeurs pour certains matériaux sont données ci-après:

Matériaux	Dilatation thermique α [mm/m.K]	Dilatation hygrométrique ϵ_r [mm/m]	Retrait au durcissement [mm/m]
Brique	0,005	$\leq 0,1$	Aucun
Béton	0,010	$\leq 0,4$	0,2 à 0,7
Brique silico-calcaire	0,012	$\leq 0,4$	0,2 à 0,7
Béton cellulaire	0,012	$0,4 \leq \epsilon_r \leq 0,6$	0,5 à 1,1

Les chiffres relatifs à la dilatation thermique et au retrait au durcissement sont extraits de la brochure 'Scheuren in woningen', publiée par la 'Stichting Bouwresearch' (Pays-Bas). Les chiffres relatifs au gonflement hygrométrique proviennent des normes belges NBN B 21-001, B 21-002, B 21-003 et PTV 23-003.

La maçonnerie de briques est le type de construction le plus stable. Ces propriétés expliquent la durabilité et la tradition séculaire des maçonneries de briques.

3.3 Absorption d'eau



L'absorption d'eau d'une brique peut être un facteur important pour les briques qui sont maçonnées, non pas verticalement, mais horizontalement ou de biais (ex: plinthes) et qui sont donc plus exposées à la pluie. Cette valeur donne une indication quant à la sensibilité à la formation de mousse.



L'essai pour déterminer l'absorption d'eau est donné par l'annexe C de la norme EN 771-1. Elle est déterminée en divisant le poids de la brique après immersion dans l'eau par le poids initial de la brique sèche.

3.4 Succion d'eau initiale

La succion d'eau initiale est la quantité d'eau qu'une brique sèche prend quand sa face de pose est placée pendant une



minute dans un plateau contenant de l'eau. L'absorption d'eau correspond alors au nombre de grammes d'eau absorbés par la brique, divisé par le nombre de décimètres carrés de la surface de brique immergée durant le test ($\text{kg}/\text{m}^2/\text{min}$). Cette valeur est également appelée «nombre de Haller» (Exemple: une absorption d'eau de 50 grammes/ dm^2 ou un 'Nombre de Haller' de 50). Le fabricant doit donner une limite supérieure. La connaissance de cette valeur est importante pour le choix du mortier. En collaboration avec les fabricants de mortier, la classification suivante a été élaborée:

- | | |
|---------------------------------|---|
| – Brique très absorbante | > 4,0 $\text{kg}/\text{m}^2/\text{min}$ |
| – Brique moyennement absorbante | 1,5 – 4,0 $\text{kg}/\text{m}^2/\text{min}$ |
| – Brique peu absorbante | 0,5 – 1,5 $\text{kg}/\text{m}^2/\text{min}$ |
| – Brique non absorbante | 0,5 $\text{kg}/\text{m}^2/\text{min}$ |

Cette classification permet aux fabricants de mortiers de conseiller un mortier adapté à la brique choisie.

3.5 Résistance à la compression



Le terme 'résistance à la rupture' ou 'résistance à la compression' désigne la pression requise par millimètre carré pour briser le matériau.

Ce facteur est mesuré sur la surface réelle (brute) ($= L \times B$) indépendamment du pourcentage de perforations et s'exprime en Newton par millimètre carré: N/mm^2 .

Actuellement, une période de transition existe entre les normalisations belge et européenne.

La résistance à la compression selon la **norme belge** NBN B 24-301:

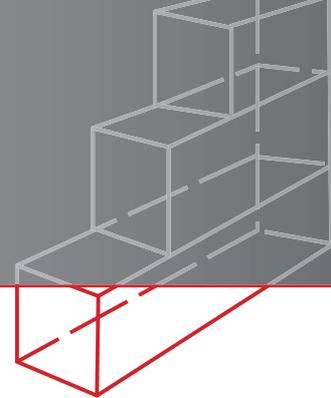
Résistance individuelle à la compression (f_b selon NBN B 24-301)

Selon la NBN B 24-201 «Essais de matériaux de maçonnerie – Compression», la brique est soumise, après nivellement au mortier normalisé, à une pression régulièrement croissante entre deux plaques jusqu'à sa rupture. La force avec laquelle la rupture se produit est la résistance individuelle à la compression de la brique.

Résistance moyenne à la compression (f_m)

Cette valeur est la moyenne arithmétique des résistances individuelles mesurées dans un échantillon de plusieurs briques.





Cette moyenne arithmétique ne tient pas compte de la dispersion des valeurs individuelles. De petits écarts individuels par rapport à la moyenne attestent d'une qualité régulière (donc excellente) des briques, qualité qui est garantie d'une maçonnerie homogène. De grandes différences individuelles par rapport à cette même moyenne trahissent une qualité irrégulière (donc inférieure) de la brique, ce qui donnera une maçonnerie susceptible de présenter des zones plus faibles. Pour éviter cette ambiguïté, on utilise en Belgique la notion suivante:

Résistance caractéristique (f_{bk})

Il s'agit de la résistance à la compression atteinte ou dépassée par au moins 95% des briques d'un lot. Ce calcul s'effectue généralement au moyen de méthodes statistiques basées sur une distribution normale de Gauss.

Le format de la brique a une influence importante sur le résultat de l'essai. Ainsi il est clair qu'une brique mince et haute cassera plus vite sous l'effet de la pression qu'une brique plate. La résistance caractéristique est corrigée pour en tenir compte.

Résistance caractéristique corrigée ($f_{bk,corr}$)

Cette valeur est obtenue en divisant la résistance caractéristique par un facteur de forme variant selon les dimensions de la brique:

$$(f_{bk,corr}) = f_{bk} / c$$

Facteur de forme belge pour maçonnerie portante (NBN24-301):

Longueur x Largeur x Hauteur	c
290 x 140 x 90	1,65
290 x 190 x 90	1,73
290 x 140 x 140	1,23
290 x 190 x 140	1,27
290 x 140 x 190	1,04
290 x 190 x 190	1,08
290 x 140 x 240	0,94
290 x 190 x 240	0,97

La résistance à la compression selon **la norme européenne** EN 771-1

Résistance moyenne à la compression

Selon la NBN EN 772-1 «Méthodes d'essai des éléments de maçonnerie - Partie 1: Détermination de la résistance à la compression», la brique est soumise, après nivellement au mortier normalisé, à une pression régulièrement croissante entre deux plaques jusqu'à rupture. La pression à laquelle cette rupture se produit est la résistance individuelle à la compression.

La résistance moyenne à la compression est déterminée en respectant certaines règles:

La résistance moyenne à la compression est déterminée d'une part comme la moyenne arithmétique des résistances individuelles mesurées sur au moins 6 briques.

Par ailleurs, certaines règles complémentaires doivent être respectées. Celles-ci ont pour but de maîtriser la dispersion:

- Aucune brique de l'échantillon testé ne peut présenter une résistance à la compression qui soit inférieure à 80% de la valeur moyenne.
- Pour les briques de catégorie I (c'est-à-dire les briques pour lesquelles au contrôle interne lors du processus de fabrication, vient s'ajouter un contrôle par un tiers), le lot de briques doit atteindre cette valeur moyenne de la résistance à la compression avec une certitude de 95%.

Le format de la brique a ici aussi une influence importante sur le résultat de l'essai de compression. La résistance moyenne est normalisée pour en tenir compte :

Résistance moyenne normalisée (f_b selon NBN EN 771-1)

Celle-ci s'obtient en multipliant la résistance moyenne à la compression par un facteur de forme δ :

$$f_b = f \times \delta$$



Facteurs de forme européens pour maçonnerie portante (EN772-1):

Longueur x Largeur x Hauteur	δ
290 x 140 x 90	0,88
290 x 190 x 90	0,79
290 x 140 x 140	1,08
290 x 190 x 140	0,98
290 x 140 x 190	1,24
290 x 190 x 190	1,14
290 x 140 x 240	1,35
290 x 190 x 240	1,25

3.6 Réaction au feu

La réaction au feu d'un matériau de construction est l'ensemble des propriétés relatives à son influence sur la naissance et le développement d'un incendie. Il ne faut pas confondre cette propriété avec la résistance au feu de la maçonnerie de briques.

Un matériau est *non combustible* lorsqu'il ne présente aucun signe extérieur de dégagement calorifique durant un essai normalisé au cours duquel il est exposé à un échauffement spécifié. Un matériau de construction est *inflammable* s'il ne présente aucune propension à développer des gaz dont la nature et la quantité risquent de déclencher un incendie en phase gazeuse, c'est-à-dire de produire des flammes.

La brique appartient à la classe de résistance au feu A0 de la classification belge.

Dans la classification européenne, la brique appartient également à la classe de résistance au feu la plus élevée A1. La disposition du 4 octobre 1996 de la Commission Européenne définit la brique ayant une teneur en matériau organique inférieure à 1% (pourcentage massique ou volumique selon ce qui est le plus élevé), comme appartenant à la classe A1 sans qu'aucun test complémentaire ne soit requis.

L'inflammabilité d'une brique implique qu'aucun dégagement de gaz toxique ne puisse se produire en cas de feu. Ainsi classée A0 selon la classification belge, la brique peut donc être utilisée dans toute application.

3.7 Résistance au gel

La résistance au gel est l'image de la propriété qu'a un matériau à résister à une succession de cycles gel – dégel. On admet généralement que la gélivité est due à l'expansion de l'eau dans les pores en cas de gel. Si les pores sont totalement remplis d'eau et que cette dernière ne peut être évacuée à temps durant le gel, la glace exerce une pression interne sur la brique et la fait éclater. La résistance au gel est déterminée sur base d'essais normalisés.

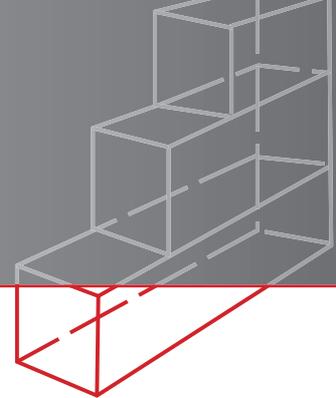
Il y a des normes belge (NBN B 27-009) et européenne (TS EN 772-22) et donc aussi des classifications belge et européenne.

La norme belge distingue trois catégories de briques: *Résistance nulle*: la brique ne convient pas pour les maçonneries extérieures apparentes.



Résistance ordinaire: la brique peut être affectée à toutes les applications, sauf à celles qui requièrent une résistance au gel élevée.





Résistance élevée: la brique peut être affectée aux applications suivantes:

- murs pleins non protégés et fortement exposés;
- parois extérieures de murs creux non ventilés;
- parois extérieures peintes;
- murs de soutènement;
- surfaces horizontales.

L'utilisation de briques de la catégorie «résistance élevée au gel» doit s'effectuer conformément aux règles de l'art, qui exigent notamment de drainer les surfaces horizontales et de ne pas peindre la face extérieure avec une peinture étanche à la vapeur.

Pour chaque catégorie, on peut encore tenir compte de l'exposition du matériau aux conditions climatiques. On retrouve ce principe dans la norme européenne EN 771-1, où les briques sont réparties parmi trois classes d'exposition:

F0 – Conditions climatiques clémentes

F1 – Conditions climatiques modérées

F2 – Conditions climatiques sévères

Au niveau européen, la résistance contre les conditions climatiques F2 est déterminée par l'avant-projet de norme EN TS-772-22.

Si les briques SB sont destinées à une application requérant une certaine résistance au gel, cette condition devra être clairement et explicitement mentionnée dans le cahier des charges et lors de la commande. Les briques SB sont généralement destinées à être utilisées dans des parois comme mur intérieur, il n'est donc pas nécessaire qu'elles soient résistantes au gel. Les briques SB sur lesquelles un enduit étanche est appliqué ne doivent pas être résistantes au gel non plus. En pratique, il est très difficile de réaliser un enduit totalement étanche. Dans ce cas, il est dès lors vivement conseillé d'opter pour des briques SB résistantes au gel.

On fabrique assez couramment des briques SB présentant une résistance ordinaire au gel.

3.8 Présence de sels dans la brique

3.8.1 Sels solubles actifs



Sous influence de l'eau, des sels expansifs peuvent gonfler et endommager la brique. Cet effet est pratiquement inconnu en Belgique mais il n'en va pas de même dans le reste de l'Europe. Ainsi une norme européenne d'essai y est dédiée, la EN 772-5. Sur base de leur teneur en sels solubles actifs, les briques sont classées en 3 catégories:

Catégorie	Teneur totale < à (en % de masse)	
	Na ⁺ + K ⁺	Mg ²⁺
S0	pas d'exigence	pas d'exigence
S1	0,17	0,08
S2	0,06	0,03

La brique belge se trouve pratiquement toujours en catégorie S2.



3.8.2 Efflorescences

Les efflorescences sont des cristallisations de sels qui peuvent prendre la forme d'un voile blanc, de pellicule ou de croûte résistante. L'eau se déplaçant par capillarité dans les pores de la maçonnerie, transporte des sels solubles. Ceux-ci se déposent à la surface de la maçonnerie où ils cristallisent suite à l'évaporation de l'eau. Les sels les plus courants sont les sulfates alcalins (sodium et potassium) et les sulfates de magnésium. Les efflorescences de salpêtre se forment uniquement au contact de fumier.

L'apparition de ces sels sur la maçonnerie est notamment due à l'humidité ascensionnelle, mais peut aussi s'expliquer par une réaction entre briques et mortier dans des conditions climatiques favorables (par exemple : la pluie). Le risque est beaucoup plus grand pour les maçonneries fraîches car le système de pores du mortier frais est encore insuffisamment développé pour éviter que l'eau ne passe dans les capillarités de la brique. Il est donc essentiel de protéger les maçonneries fraîches des intempéries.

Les sels déjà présents dans la brique peuvent être à l'origine d'efflorescences. Pour déterminer la responsabilité de la brique dans le processus complet, un essai a été élaboré. Il détermine la présence de ces sels dans la brique et si la brique est sujette ou non aux efflorescences. Cet essai est décrit dans la norme belge NBN B 24-207. Les briques sont classées comme étant sujettes ou non aux efflorescences.

Les efflorescences les plus fréquentes sont, bien que peu esthétiques, inoffensives pour la maçonnerie. La pluie les élimine et les efflorescences s'atténuent au bout de quelques mois. Les risques d'efflorescences sont extrêmement faibles si toutes les «règles de l'art» sont respectées lors de l'exécution de la maçonnerie (surtout la protection de la maçonnerie fraîche).

3.9 Caractéristiques extérieures

Les imperfections admises sur une livraison de briques de parement ou de briques SB sont définies dans les PTV belges (PTV23-002 et PTV23-003). On distingue les dégâts (dus au transport par exemple) et les défauts de briques.

Une brique est considérée comme étant endommagée si:

- des dégâts sur ses angles, ses arêtes, ses nervures, sa couche de surface (émaillage) ou des fissures visibles ou encore un sablage poli par endroit, affectent les faces visibles de la brique de façon gênante. Le diamètre minimal de l'éclat est de 10 mm pour des briques étirées ou pressées et de 15 mm pour des briques faites à la main.

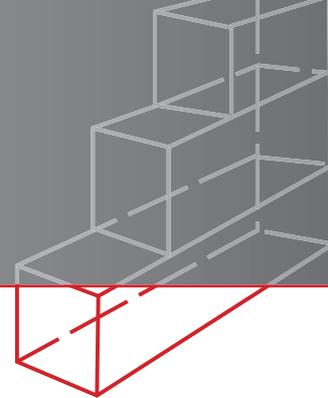
Pour les briques destinées à la maçonnerie décorative, au moins 90 briques sur un échantillon de 100 briques auront une panneresse et une boutisse non endommagées. Les briques pour lesquelles un effet vieilli, par des écornures notamment, a été l'effet spécialement recherché, ne sont pas considérées comme ayant des défauts.

On considère comme un défaut:

- la présence de nodules dont l'expansion peut entraîner un écaillage de la surface de la brique.
- des fissures d'une largeur $\geq 0,2$ mm

Le nombre de briques présentant un ou des défauts ne peut pas dépasser 5% de la livraison.





3.10 Autres grandeurs

3.10.1 Chaleur massique c (J/kg.K)

Le chaleur massique est la quantité de chaleur nécessaire pour augmenter de 1 Kelvin la température de 1 kg du matériau.

Egalement appelée 'chaleur spécifique'.

La chaleur massique c des briques est comprise entre 0,84 et 0,92 kJ/kg.K.

Cette valeur influence l'inertie thermique: les murs en briques se réchauffent lentement et ne rejettent la chaleur que plus tard, lorsqu'il fait plus froid. Cette inertie atténue les fluctuations thermiques au sein du bâtiment.

Ce phénomène est dû à la massivité des maçonneries en briques. Pensez, par exemple, à une caravane aux parois légères pourvues de panneaux isolants: en été, un vrai four le jour et une glacière la nuit...

3.10.2 Perméabilité à la vapeur d'eau μ

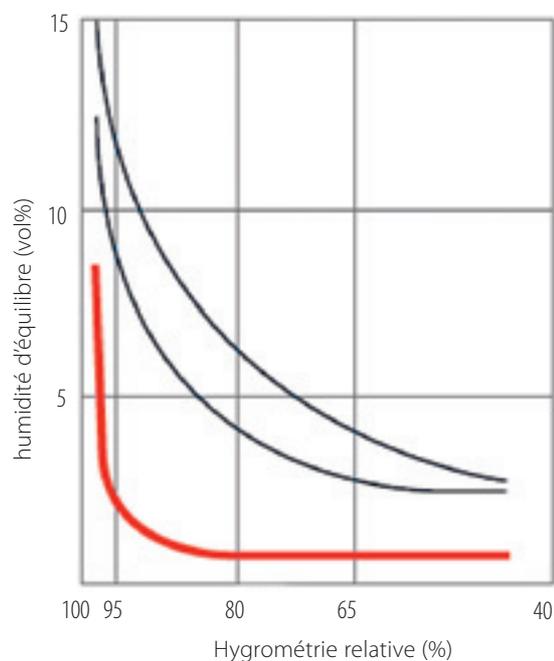
La norme européenne NBN EN 1745 donnent les valeurs de perméabilité à la vapeur d'eau μ . Ces valeurs se situent entre 5 et 10. Pour les briques dont le tesson à une masse volumique supérieure à 1800 kg/m³ et qui sont mises en œuvre dans un parement, cette valeur se situe entre 50 et 100.

3.10.3 Humidité d'équilibre (vol %)

L'humidité d'équilibre est le pourcentage d'eau maintenu en situation d'équilibre par le matériau sous une hygrométrie relative donnée.

Cette valeur joue un rôle important pour le comportement thermique de la maçonnerie, car l'eau est un bon conducteur de chaleur.

La brique est le matériau de maçonnerie qui présente la plus faible humidité d'équilibre, grâce à la structure spécifique de ses pores. En effet, cette structure permet aux maçonneries en briques de rester presque toujours sèches. Ainsi on peut dire que la maçonnerie de briques conserve ses propriétés isolantes pratiquement dans toutes les conditions.



— Brique silico calcaire
— Béton cellulaire
— **Brique**

3.10.4 Conductivité thermique λ (W/m.K)

La conductivité thermique est la quantité de chaleur traversant 1 mètre d'épaisseur de matériau sous un régime permanent, par unité de temps, par mètre carré et par gradient de température entre les deux faces du matériau.

Selon la EN 771-1, la conductivité thermique λ d'une brique doit être déterminée en accord avec la norme EN 1745. En Belgique, la valeur statistique «90/90» est certifiée; ce qui signifie que la valeur λ communiquée par le fabricant est validée avec une fiabilité de 90% pour 90% de la production. La conductivité thermique donnée est par conséquent une valeur supérieure conservative.





Par ailleurs, on opère une distinction entre la conductivité thermique d'une brique dans des conditions standards en laboratoire (valeurs standards de la température et de l'humidité) et la conductivité thermique d'une brique dans des conditions réelles. Ceci détermine des valeurs de laboratoire et des valeurs de calcul.

Valeur de laboratoire

- $\lambda_{10, \text{dry}}$ est la conductivité thermique du tesson d'une brique dans des conditions de temps sec et pour une température de 10 degrés. Elle est déterminée par mesure en laboratoire.

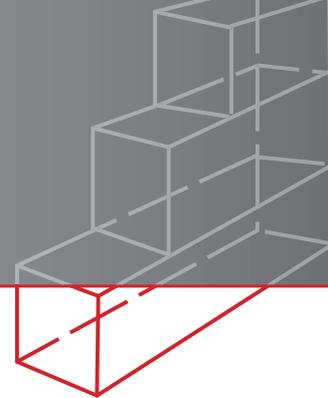
Pour connaître la résistance thermique U d'un mur, valeur nécessaire au calcul du niveau K et du niveau E, il faut utiliser les valeurs de calcul. Ces valeurs de calcul prennent en compte le schéma de perforations des briques ainsi que l'humidité et la température qui caractérisent l'endroit où les

briques sont mises en œuvre. Les normes NBN EN 1745 et NBN B 62-002 exposent la détermination de la valeur de calcul au départ de la valeur de laboratoire.

Valeur de calcul

- λ_{Uf} est la valeur de calcul de la conductivité thermique d'une brique qui reste sèche : un mur extérieur protégé de la pluie et de l'humidité ou un mur intérieur. C'est la valeur qui doit être utilisée pour les **briques perforées (blocs treillis)** pour murs intérieurs ou pour feuilles intérieures du mur creux.
- λ_{Ue} est la valeur de calcul de la conductivité thermique d'une brique mise en œuvre dans un mur extérieur qui peut être rendu humide mais aussi de matériaux étanches à la vapeur par la mise en œuvre et qui peuvent contenir de l'humidité. C'est la valeur qui doit être utilisée pour les **briques de parement**.





3.10.5 Taux d'humidité ψ

L'adaptation de la valeur laboratoire $\lambda_{10, \text{dry}}$ au taux d'humidité et à la température du climat belge se fait par un facteur de correction dépendant du taux d'humidité de notre climat. (valeurs données dans la NBN 62-002).

En pratique, on applique un facteur multiplicatif $e^{f_{\psi}\psi}$ ou $e^{f_u u}$ (1) aux valeurs λ du laboratoire.

Les valeurs normalisées de ces facteurs sont:

Matériau de construction	Mur intérieur ψ_i [m ³ /m ³] ou u_i [kg/kg]	Façade ψ_e [m ³ /m ³] ou u_e [kg/kg]	f_{ψ}/f_u
Brique	0,007	0,075	10
Brique silico calcaire	0,012	0,090	10
Béton ordinaire	0,025	0,090	4
Béton allégé d'argile expansée	0,020	0,090	4
Béton allégé d'autre adjuvant	0,030	0,050	4
Bloc de béton cellulaire autoclavé (1)	0,026	0,150	4

3.10.6 Masse volumique ρ (kg/m³)

La masse volumique ou la densité massique d'une brique est le rapport entre son poids et son volume; elle est exprimée en kg/m³. Si les perforations sont considérées comme faisant partie du volume de la brique, on parle de masse volumique brute; sinon, on parle de masse volumique nette. Cette propriété fait l'objet d'un test décrit par la norme NBN EN 772-13.

On définit les tolérances suivantes pour la masse volumique :

- D1: 5 % d'écart sur la valeur déclarée par le fabricant
- D2: 10 % d'écart sur la valeur déclarée par le fabricant
- Dm: un écart défini par le fabricant



4. propriétés de la maçonnerie

On caractérise la maçonnerie selon qu'elle est ou non soumise à des exigences esthétiques. On distingue ainsi les applications suivantes:

- Maçonnerie apparente

Maçonnerie soumise à des exigences esthétiques. Ces exigences ne sont toutefois pas toujours aussi draconiennes que pour le parement.

Pour la maçonnerie décorative, comme la maçonnerie de parement, l'esthétique revêt une importance primordiale. La brique SB ordinaire n'est pas destinée à la maçonnerie décorative.

La maçonnerie apparente 'ordinaire' est destinée à rester visible mais n'a pas la valeur esthétique de la maçonnerie décorative. Les briques SB sont souvent affectées aux ouvrages ordinaires, comme les murs intérieurs de garages d'habitations. Toutes les briques SB ne conviennent pas pour ces applications, si bien que le cahier des charges et le bon de commande doivent spécifier «briques SB pour maçonnerie apparente». Dans le cas contraire, le fournisseur risquerait de livrer des briques à surface nervurée.

- Maçonnerie non apparente

Maçonnerie masquée à l'issue des travaux de construction (à l'aide d'un enduit par exemple). La maçonnerie non-apparente est le domaine d'application principal de la brique SB et n'est généralement pas rejointoyée.



4.1 Joints de dilatation

De petites modifications volumiques de la maçonnerie peuvent se produire suite à des variations du taux d'humidité, à des fluctuations de températures, à la prise du ciment, ... Les joints de dilatation permettent de compenser dilatation et retrait du matériau. Ils ont pour but d'empêcher une fissuration incontrôlée de la maçonnerie.

Il ne faut pas confondre joints de tassement et joints de dilatation. Les joints de tassement compensent les tassements différentiels d'un bâtiment. Ces tassements différentiels sont dus à des différences de charges sur le sol (grand bâtiment jouxtant un petit bâtiment, combinaison de plusieurs systèmes de fondations) ou à des différences de capacité portante du sol (voir aussi brochure technique «maçonnerie portante»).

Le tableau ci-dessous (suivant la NBN B 24-401) donne la distance maximale autorisée (en m) entre deux joints de dilatation successifs, en fonction de l'expansion hygrométrique et de l'épaisseur du mur:

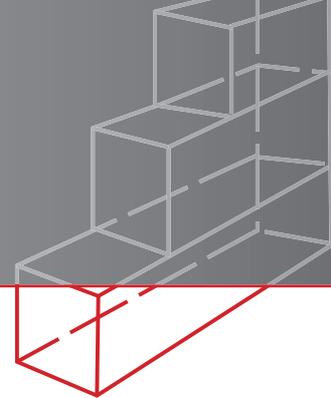
Matériau	Expansion hygrométrique mm/m	Epaisseur du mur	
		d ≤ 140 mm	d > 140 mm
Brique	≤ 0,1	30	30
Béton	≤ 0,4	8	12*
Brique sillico-calcaire	≤ 0,4	8	12*
Béton cellulaire	0,4 < ε ≤ 0,6	6	8*

*Les murs sont dépourvus d'ouverture et ne présentent aucune concentration de contraintes; dans le cas contraire, les valeurs respectives seront 8 m et 6 m.

Vu que la maçonnerie de parement est exposée à des conditions climatiques plus rudes que la maçonnerie intérieure, nous conseillons une valeur plus basse pour la feuille extérieure de murs creux fortement isolés: 15 à 20 m.

La distance entre joints de dilatation peut être augmentée de 50% si les joints de la maçonnerie sont armés.





4.2 Appareillages de maçonnerie

Actuellement, le monde de la construction utilise principalement l'appareillage en demi-briques. Cependant, d'autres appareillages peuvent être mis en oeuvre. Une série de règles constructives pour les appareillages de maçonnerie découlent d'années de pratique du mur plein en maçonnerie.

4.2.1 Règles

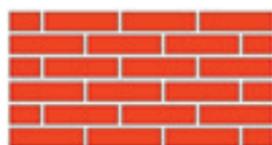
Il existe d'innombrables possibilités d'appareillages, créés généralement au moyen de trois éléments:

- une brique entière: une panneresse
- 3/4 de brique
- 1/2 brique: une boutisse

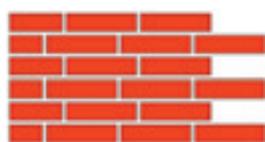
L'appareillage doit satisfaire à certaines conditions:

- Entre deux tas successifs, les joints verticaux doivent être décalés l'un par rapport à l'autre d'au moins $h/4$ (h = hauteur du tas) avec un minimum de 4 cm. Sinon, il faut veiller à la stabilité de l'ensemble.
- Des morceaux de briques où la hauteur dépasse la longueur ou la largeur, ne peuvent jamais être mis en oeuvre (surtout important pour les ouvertures).

4.2.2 Appareillages traditionnels



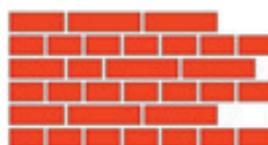
Appareillage de panneresses ou appareillage en demi-brique ou appareillage grec
Les joints verticaux sont décalés de la demi-longueur de la brique.



Appareillage en quart de brique
Les joints verticaux sont décalés d'un 1/4 ou 3/4 de la longueur de la brique.

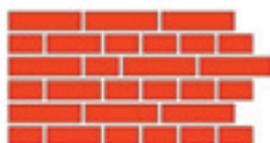
Appareillage en croix

La maçonnerie se compose successivement de tas de boutisses et de panneresses.



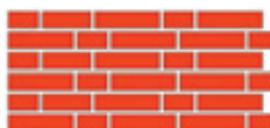
Appareillage type travaux publics

Les assises de panneresses commencent par $3/4$ de brique. Tous les quatre tas, on place une boutisse à côté de la $3/4$ de brique. Ceci permet de décaler les panneresses d'une demi-brique.



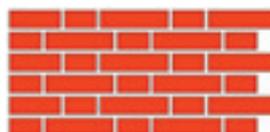
Appareillage type bâtiments privés

On place une $3/4$ de brique dans les assises de boutisses, à côté de la première brique. Tous les quatre tas, on place une boutisse dans l'assise de panneresses.



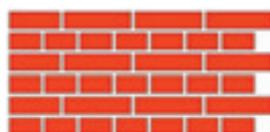
Appareillage en chaîne

Tous les tas sont composés d'une succession d'une boutisse et de deux panneresses.



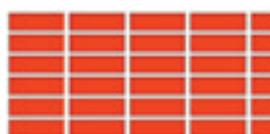
Appareillage flamand

Tous les tas sont composés d'une succession d'une boutisse et d'une panneresse.



Appareillage debout

L'appareillage consiste en une succession d'assises de panneresses et d'assises de boutisses. Les assises de panneresses comportent une $3/4$ de brique.



Appareillage en pose carrelage

Les panneresses se superposent avec une continuité des joints verticaux. Puisqu'on déroge à l'une des règles de base, il est nécessaire d'armer la maçonnerie.



4.2.3 Créer son projet

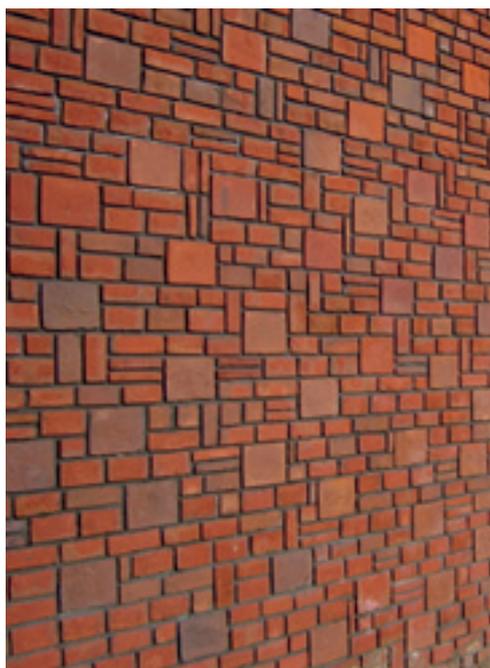
D'innombrables variantes sont possibles. Nous nous limitons ici à quelques exemples.

Appareillage sauvage

La maçonnerie est composée d'une succession aléatoire de boutisses, panneresses et de quarts de briques. Les joints de rangées successives de briques doivent alterner et ne peuvent former de schéma régulier ou de diagonale.

Appareillage polymétrique

Différents formats sont mis en oeuvre de façon irrégulière.



4.3 Maçonnerie de parement

La maçonnerie de parement est une maçonnerie décorative qui protège le bâtiment de la pluie. La maçonnerie de parement est le parement le plus durable et, contrairement à d'autres matériaux, remplit sa fonction durant des siècles sans perdre de son efficacité. Elle constitue la feuille extérieure dans un mur double, souvent appelé mur creux.

4.3.1 Fonctionnement

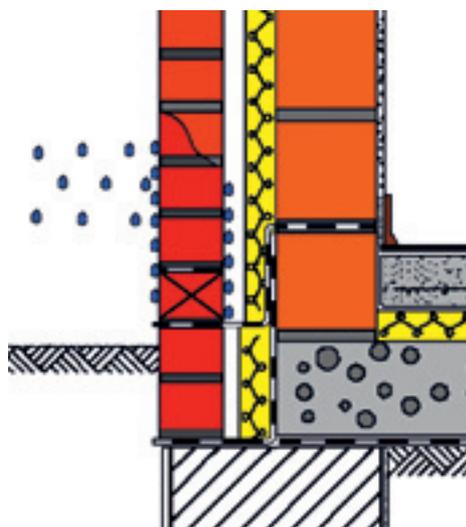
Première protection contre la pluie

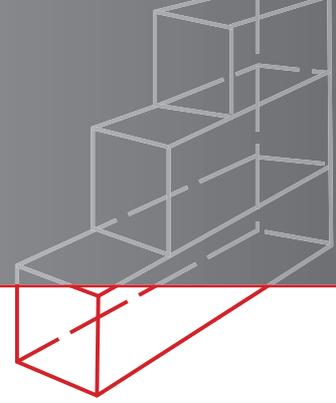
Au cours d'une forte averse d'une dizaine de minutes, ce sont pas moins d'environ 10 litres d'eau qui tombent sur la feuille extérieure du mur creux. Grâce à la capacité qu'a une maçonnerie de briques d'absorber l'eau, une grande partie de cette eau est absorbée par les briques, tandis qu'une partie s'écoule le long de la feuille extérieure vers le bas du mur et que le reste s'écoule à l'intérieur de la coulisse.

La capacité d'absorber l'eau augmente avec la capillarité des matériaux de maçonnerie. La brique est l'élément de maçonnerie qui montre la capillarité la plus importante. Par contre, pour les matériaux qui sont peu ou pas capillaires, l'eau s'écoule essentiellement vers le bas de la feuille extérieure du mur. Ces coulées sont à l'origine de salissures sur ces matériaux.

Seconde protection contre la pluie

Après que le mur ait été exposé un certain temps à la pluie, l'eau s'écoule le long du mur de parement, du côté intérieur de la coulisse. Cette eau est récoltée par les membranes d'étanchéité, en pied de mur et au-dessus des linteaux, et évacuée vers l'extérieur par des joints verticaux ouverts. Cette seconde barrière rend impossible toute pénétration de l'eau à l'intérieur du bâtiment.





4.4 Maçonnerie armée

La **maçonnerie armée** permet d'augmenter les propriétés mécaniques (contraintes de traction et de cisaillement) de la maçonnerie. Le mur est renforcé et la distance entre les joints de dilatation peut être augmentée. La maçonnerie armée devient ainsi une bonne alternative au béton armé, tout en conservant les avantages de la maçonnerie de briques: meilleure esthétique, meilleures propriétés physiques (isolation thermique et isolation acoustique), plus économique. Les nouvelles prescriptions européennes ainsi que les prescriptions belges donnent des indications sur le calcul, la pose et l'utilisation de la maçonnerie armée.



4.4.1 Armature dans les joints horizontaux

En Belgique, on utilise:

- des armatures rondes pour les joints de mortier
- des armatures plates pour la maçonnerie collée

Les armatures sont toujours galvanisées mais peuvent aussi être couvertes d'une couche de protection epoxy ou être en acier inoxydable. Le choix dépend de l'environnement dans lequel les armatures sont placées.

Ces armatures se composent de deux barres longitudinales et d'une barre diagonale. Les barres longitudinales sont profilées pour assurer une meilleure adhérence.

Différents essais ont démontré que la maçonnerie pourvue d'une telle armature continue possédait une résistance à la compression jusqu'à 20 % supérieure à celle d'une maçonnerie dépourvue d'armature. Cette maçonnerie possède également un moment de rupture supérieur face aux sollicitations latérales.

4.4.2 Armature verticale

Cette armature peut être notamment intégrée:

- dans les perforations de la brique;
- dans des gaines spécialement maçonnées à cet effet;
- entre deux murs.

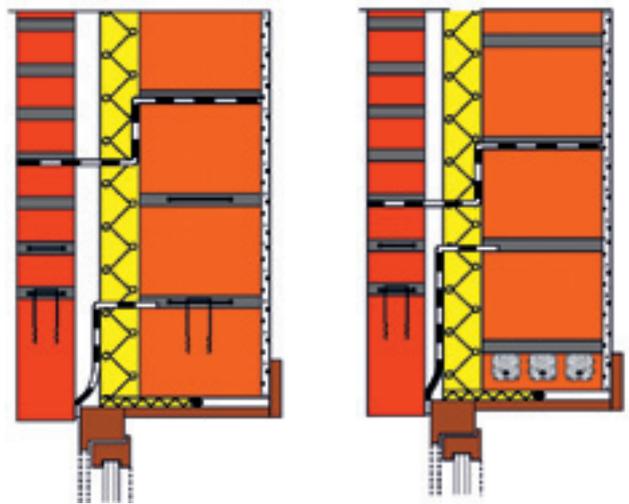
Dans ces cas, il est possible d'utiliser des barres présentant un diamètre plus important et/ou une meilleure adhérence. Il convient toutefois de prévoir un espace suffisant pour le scellement des barres dans le béton, sinon l'armature sera rapidement affectée par la corrosion.

4.4.3 Applications

4.4.3.1 Éléments soumis à une flexion verticale

4.4.3.1.1 – Poutres - Linteaux

Les poutres en maçonnerie armée peuvent être calculées de la même manière que le béton armé – voir Eurocode 6. L'avantage de ces poutres est leur apparence esthétique. Elles sont donc recommandées pour la maçonnerie apparente. Un linteau préfabriqué offre une alternative intéressante : une poutre en terre cuite remplie de béton armé.



4.4.3.1.2 – Murs sur appuis déformables

Soumis à une sollicitation, telle que le poids propre ou une surcharge, tous les éléments portants subissent un fléchissement. Si la maçonnerie repose sur un plancher ou une poutre qui fléchit fortement, cela peut mener à une fissuration de la maçonnerie. La maçonnerie armée empêchera cette fissuration ou, du moins, la réduira.



4.4.3.1.3 – Augmentation de la distance entre joints de mouvement

Comme nous le savons, les murs de briques sont ceux les moins sujets au phénomène de retrait. Ceci est également très bénéfique pour la stabilité des joints de dilatation. Pourtant, il existe une limite pour la longueur des murs (voir le paragraphe relatif aux joints de dilatation). La distance entre les joints de dilatation peut être augmentée de 50% si les joints de la maçonnerie sont armés.

4.4.3.1.4 – Bâtiments soumis à des charges accidentelles

Les murs des bâtiments qui se trouvent dans des zones où l'on s'attend à de grands tassements des fondations doivent être armés. Ainsi:

- les murs liaisonnés seront homogènes
- les murs auront le même comportement que de grandes poutres armées.

4.4.3.2 Eléments soumis à une flexion horizontale

Ici aussi, on constate un accroissement non négligeable du moment de rupture par rapport au moment de fissuration. La flexion générée lors de la fissuration dépend toutefois de l'élasticité et de la résistance à la traction des matériaux, de l'épaisseur du mur, etc.

On peut citer comme exemples:

- les murs soumis à l'action du vent: c'est le cas des bâtiments industriels, des murs des grands stades soumis au déplacement d'air;
- les murs de soutènement ou les murs de caves;
- les murs soumis à la poussée de l'eau (pression de l'eau).

4.5 Mortier de maçonnerie

Le mortier est un mélange homogène de sable et de liant(s) combiné à une certaine quantité d'eau et auquel certains adjuvants peuvent être ajoutés.

Les composants du mortier de maçonnerie traditionnel (ou hydraulique) sont détaillés ci-après. Un aperçu des différents types de mortiers de maçonnerie est ensuite donné.

L'objectif du mortier consiste à liaisonner les briques et à répartir les sollicitations.

4.5.1 Composants du mortier de maçonnerie (hydraulique)

4.5.1.1 Ciment

Le ciment est un liant hydraulique qui durcit au contact de l'eau de gâchage et qui donne un élément non soluble dans l'eau. Depuis septembre 2000, la norme NBN-EN 197-1 est d'application pour les types de ciment ordinaires. La répartition des produits est fondée sur leur teneur en composants essentiels (clinker Portland, laitier de haut fourneau, fraisil siliceux et calcaire). On distingue: CEM I, CEM II/A-M*, CEM II/B-M, CEM III/A, CEM III/B, CEM III/C, CEM V/A

* La lettre M représente différentes matières premières. Le M est remplacé par;

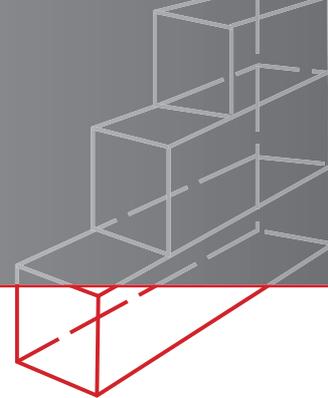
- V s'il s'agit de cendres volantes
- S s'il s'agit de laitier (jusque 35 %)
- T s'il s'agit de schiste argileux
- L s'il s'agit de pierre à chaux

Le M est maintenu s'il s'agit d'une combinaison de matières mentionnées ci-dessus.

Chaque ciment doit contenir du sulfate de calcium qui permettra de réguler la liaison. La quantité de ce produit doit néanmoins faire l'objet d'une limitation draconienne afin d'éviter la formation de sulfoaluminate de calcium expansif (ettringite ou sel de Candlot) à l'issue de la liaison. La teneur en chlorure doit demeurer limitée afin d'éviter la corrosion des armatures.

Les classes de résistance de chaque type doivent répondre aux exigences mécaniques et physiques suivantes; on opère une distinction entre une prise normale (N) ou rapide (R):





Classe	Résistance à la compression (N/mm ²)				Temps de début de prise (min)	Expansion (mm)
	2 jours	7 jours	28 jours	≤ 52,5		
32,5N	-	≥ 16,0	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 75	≤ 10
32,5R	≥ 10,0	-	≥ 42,5	≤ 62,5	≥ 60	
42,5N	≥ 10,0	-				
42,5R	≥ 20,0	-	≥ 52,5	-	≥ 45	
52,5N	≥ 20,0	-				
52,5R	≥ 30,0	-				

La version R s'utilise surtout pour le décoffrage anticipé et la précontrainte du béton.

L'expérience établit des restrictions en matière d'utilisation:

- Utilisation interdite: CEM I 52,5 par temps très chaud (> 20°C) classe de résistance 32,5 par temps très froid (< 5°C)
- Dans l'eau de mer: utiliser exclusivement le HSR.

4.5.1.2 Granulats

Les granulats doivent être conformes à la norme NBN EN 13139. Les granulats forment la structure du mortier, la liaison des grains de sable est assurée par le ciment et, éventuellement, par la chaux. Bien que le maçon préfère traditionnellement utiliser un sable fin, on peut aussi faire un mortier de bonne plasticité avec un sable mi-grossier ou grossier (D = 2mm). Le sable fin, et surtout le sable contenant de l'argile (sable jaune gras), exige un dosage important en eau et liant. Dès lors, la tendance au retrait est accrue et la sensibilité au gel monte. L'utilisation du sable jaune est déconseillée (ce matériau diminue le pouvoir liant.)

Il est utile de demander une attestation relative à la composition lors de la livraison sur chantier.

Pour le mortier de maçonnerie, il est préférable d'utiliser du sable mi-grossier et grossier dont la granulométrie est comprise entre 0,063 et 2 mm.

Dans la norme européenne EN 13139, le sable est désigné selon la dimension du plus fin et du plus gros grain d/D en mm (ex: 2/4).

4.5.1.3 Eau

L'eau est un «mal nécessaire» pour la préparation du mortier. Elle est nécessaire pour activer le liant, mais un excès d'eau nuit à la qualité du mortier, qui devient alors poreux, moins résistant, plus sujet au retrait et plus lent à durcir.

Le coefficient eau/ciment revêt donc une grande importance. D'autre part, l'eau ne doit pas être enlevée trop vite du mortier. En été, il peut même s'avérer judicieux d'humidifier les briques.

L'eau impure exerce un impact extrêmement néfaste sur la qualité du mortier. L'utilisation d'eau impure peut même accroître considérablement le risque d'efflorescences.

4.5.1.4 Adjuvants

Ces produits influent sur l'ouvrabilité du mortier ou les réactions chimiques générées par la liaison du mortier.

La norme européenne EN 934-2 *Adjuvants pour béton, mortier et coulis – Adjuvants pour béton - Partie 2: Définitions, exigences, conformité, marquage et étiquetage* est d'application.

Voici les différents types d'adjuvants qui existent: accélérateurs de prise, retardateurs de prise, plastifiants, fluidifiants, entraîneurs d'air.



4.5.2 Types de mortiers de maçonnerie

4.5.2.1 Mortiers de maçonnerie normalisés

Depuis février 2005, la norme européenne EN 998-2 est d'application.

En ce qui concerne les mortiers de maçonnerie normalisés, la norme NBN-EN 998-2 précise les types suivants:

- Type de mortier selon le projet (art. 3.2 de la NBN-EN 998-2): mortier livré pour des exigences d'utilisation spécifiques

- Type de mortier selon l'usage (art. 3.3 de la NBN-EN 998-2): mortier pour usage ordinaire (G), mortier-colle (T) et mortier léger (L).
- Type de mortier selon la méthode de fabrication (art. 3.4 de la NBN-EN 998-2): mortier humide industriel, mortier sec industriel et mortier partiellement préparé en usine.

La classification suivante dépend de la résistance à la compression individuelle du mortier:

Classe de résistance	M 1	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	M d
Résistance à la compression (N/mm ²)	1	2,5	5	10	15	20	d

d est une résistance à la compression supérieure à 25 N/mm² déclarée par le fabricant.

La norme belge NBN B 14-001 (retirée) distingue les mortiers de maçonnerie normalisés en mortiers de ciment et mortiers

bâtards selon leur résistance moyenne à la compression après 28 jours.

	Mortiers de maçonnerie normalisés				
	Mortiers de ciment		Mortiers bâtards		
	M1	M2	M3	M4	M5
Résistance à la compression après 28 jours (N/mm ²)	20	12	8	5	2,5

NB: Les catégories ci-dessus sont encore utilisées dans la norme NBN B 24-301 pour le calcul de la maçonnerie.

Mortier de ciment

Le mortier de ciment pur présente une meilleure résistance à la compression que le mortier bâtard, si bien que sa prise est plus rapide. Par contre, il est davantage exposé au retrait.

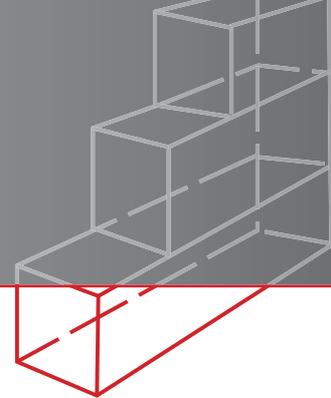
Mortier bâtard

Le mortier est composé de ciment et de chaux aérienne (Ca(OH)₂). Il présente le grand avantage d'être plus élastique et plus facile à mettre en œuvre que le mortier de ciment pur. Son retrait est en outre nettement moins marqué. Les adjuvants ne sont pas nécessaires. Le temps de durcissement est relativement plus long, ce qui peut parfois s'avérer gênant lors de la mise en œuvre, surtout quand s'annonce un temps de gel.

4.5.2.2 Mortier de maçonnerie industriel ou mortier préparé en usine

Pour maintenir la stabilité du rapport entre les composants du mortier, ce qui est difficile avec une bétonnière classique, il peut être fait usage de mortiers préparés en usine. Ceux-ci présentent l'avantage de pouvoir travailler avec un mortier d'une qualité certifiée (BENOR). Trois possibilités se présentent: un mortier humide, un mortier sec et un mortier semi-sec.





a. Mortier humide préparé en usine

Un mortier humide préparé en usine est un mortier composé et mélangé en usine, pour un usage sur chantier. Il s'agit d'un mortier livré sur chantier dans des bacs, et contenant des inhibiteurs de prise pour maintenir l'ouvrabilité du mortier, pendant 24 heures par exemple. Le processus de durcissement s'amorce au contact de la brique.

b. Mortier sec préparé en usine

Un mortier sec préparé en usine est un mortier composé et mélangé en usine, que l'on mélange avec l'eau sur le chantier selon les prescriptions d'utilisation du fabricant. Un mélange sec pour mortier est livré dans un silo.

c. Mortier partiellement préparé en usine

Un mortier partiellement préparé en usine est un mortier où en usine, les composants sont stockés dans un silo à plusieurs compartiments; le dosage et l'ajout d'eau se fait sur chantier selon les prescriptions d'utilisation du fabricant. Le silo comprend deux compartiments: un pour le sable et un pour le liant et les adjuvants éventuels. Il faut acheminer un nouveau silo à chaque fois.

4.5.2.3 Mortiers (légers) isolants

La NBN-EN 998-2 définit un mortier de maçonnerie allégé comme un mortier de maçonnerie avec poids volumique sec après durcissement inférieur à 1300 kg/m³.

A titre de comparaison: mortier de ciment:

1.900 kg/m³

mortier bâtard: 1.600 kg/m³

Certains adjuvants rendent ces mortiers de maçonnerie plus légers et donc, plus isolants.

Un mortier léger ou isolant permet d'améliorer quelque peu la résistance thermique de la maçonnerie.

Un mortier isolant est toujours un mortier industriel.

4.5.2.4 Mortier colle

Le mortier colle est un mortier pour lequel la dimension des grains de sable ne dépasse pas 2 mm et qui est spécialement destiné à la mise en oeuvre de briques, blocs avec des joints de 3 à 6 mm. Le mortier conduit généralement à une plus grande adhérence entre les briques et le mortier qu'un mortier traditionnel.

Le mortier colle n'est pas mis en oeuvre au moyen d'une truelle, mais bien d'une pompe destinée spécialement à cet effet et composée d'un mélangeur, d'une pompe et d'un pistolet-doseur. La couleur d'un parement à joints minces apparaît plus intense; la couleur de la brique est prédominante sur la couleur des joints.



4.5.2.5 Mortier à joints minces

Un mortier à joints minces permet des joints d'une épaisseur de 4 à 7 mm et permet d'obtenir une apparence similaire à celle d'une maçonnerie mise en oeuvre avec un mortier colle. Les performances du mortier sont comparables à celles d'un mortier traditionnel. Un mortier à joints minces est mis en oeuvre au moyen d'une truelle.

4.6 Isolation thermique

L'isolation thermique d'une maçonnerie est donnée par sa résistance au transfert de chaleur ou la résistance thermique R. Cette résistance thermique est, quant à elle, fonction de la conductivité λ_u de la maçonnerie et de la largeur de la paroi d:

$$R = \frac{d}{\lambda_u} \text{ en m}^2\text{K/W} \quad (3.3)$$



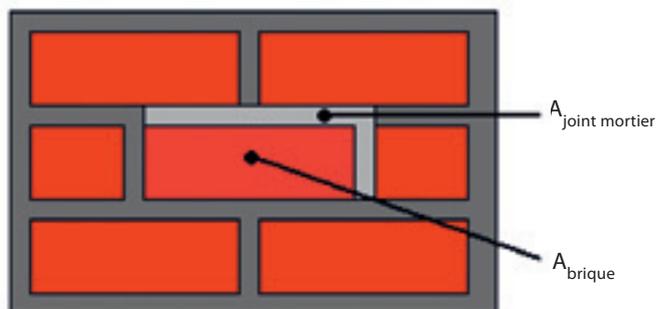
On distingue (voir aussi 'Caractéristiques des briques: Autres grandeurs'):

λ_{Ue} est la valeur de calcul pour la conductivité thermique d'un matériau composant une paroi extérieure (ex. brique de parement), qui peut être rendue humide par la pluie, par une condensation interne persistante en surface ou par humidité ascensionnelle. Concerne également les matériaux incorporés d'une manière étanche à la vapeur et susceptibles de contenir de l'humidité.

λ_{Uj} est la valeur de calcul pour la conductivité thermique d'un matériau composant une paroi extérieure, protégée de l'humidité et de la condensation, et pour une paroi intérieure. La valeur λ_U d'un mur de maçonnerie (composé de briques et de joints de mortier) est déterminée à partir de la conductivité thermique de la brique ($\lambda_{Ubricque}$) et des joints de mortier ($\lambda_{Ujoint\ mortier}$) ainsi que des superficies apparentes de briques ($A_{bricque}$) et de mortier ($A_{mortier}$):

$$\lambda_U = \frac{\lambda_{Ubricque} A_{bricque}}{(A_{bricque} + A_{joint\ mortier})} + \frac{\lambda_{Ujoint\ mortier} A_{mortier}}{(A_{bricque} + A_{joint\ mortier})}$$

a) Pour la valeur **λ_U des joints de mortier**, on peut utiliser la valeur pour le mortier de ciment donnée dans la norme NBN B 62-002/A1.



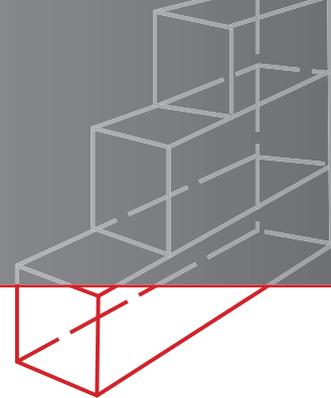
Masse volumique (kg/m³)	λ_{Uj} (W/mK)	λ_{Ue} (W/mK)
1900	0,93	1,5

b) Pour la valeur **λ_U des briques**, une distinction est opérée entre les briques certifiées (qui portent une marque de qualité (BENOR ou équivalente) et les briques non certifiées.

Les valeurs λ_U des briques certifiées sont fournies dans la documentation technique des fabricants, ou si celles-ci ne sont pas renseignées, les tableaux de valeurs issus de la norme NBN B 62-002/A1 peuvent être utilisés. Les valeurs λ_U des briques non certifiées sont également reprises.

Brique	Certifiée		Non-certifiée		
	Masse volumique ρ (kg/m³)	λ_{Uj} (W/mK)	λ_{Ue} (W/mK)	λ_{Uj} (W/mK)	λ_{Ue} (W/mK)
≤ 700		0,20≤	0,39≤	0,22≤	0,43≤
≤ 800		0,23≤	0,45≤	0,25≤	0,49≤
≤ 900		0,26≤	0,51≤	0,28≤	0,56≤
≤ 1000		0,29≤	0,57≤	0,32≤	0,63≤
≤ 1100		0,32≤	0,64≤	0,35≤	0,70≤
≤ 1200		0,35≤	0,70≤	0,39≤	0,77≤
≤ 1300		0,39≤	0,76≤	0,42≤	0,84≤
≤ 1400		0,43≤	0,85≤	0,47≤	0,93≤
≤ 1500		0,46≤	0,91≤	0,51≤	1,00≤
≤ 1600		0,50≤	0,99≤	0,55≤	1,09≤
≤ 1700		0,55≤	1,08≤	0,60≤	1,19≤
≤ 1800		0,59≤	1,16≤	0,65≤	1,28≤
≤ 1900		0,64≤	1,27≤	0,71≤	1,40≤
≤ 2000		0,69≤	1,35≤	0,76≤	1,49≤
≤ 2100		0,74≤	1,46≤	0,81≤	1,61≤





NB: si la maçonnerie consiste en une maçonnerie de briques «collées» (maçonnerie à joints minces) et que l'épaisseur des joints est inférieure à 3 mm, le tableau ci-dessus peut être utilisé pour déterminer la valeur λ_d du mur de maçonnerie dans sa totalité, c'est-à-dire comme si les joints étaient négligeables.

4.7 Résistance au feu

La résistance au feu R_f d'un élément de construction correspond au laps de temps durant lequel cet élément continue à remplir l'intégralité de ses fonctions au sein du bâtiment.

Concrètement, cela signifie que le mur ou le plancher doit continuer à satisfaire simultanément aux critères imposés par la norme NBN 713-020 dans les domaines suivants:

- stabilité: l'élément ne peut pas entraîner de risques d'effondrement.
- étanchéité aux flammes: l'élément ne peut présenter aucune fissure ni ouverture propice à la propagation de l'incendie.
- étanchéité thermique: la température de la paroi non exposée aux flammes doit demeurer sous un certain seuil afin d'éviter que des objets situés dans la zone non affectée ne s'enflamment à cause de la chaleur de rayonnement.

La résistance de la maçonnerie est:

Epaisseur du mur	Non-enduit	Enduit
9 cm	Rf 1h	Rf 2h
14 cm	Rf 2h	Rf 4h
19 cm	Rf 6h	Rf >6h

4.8 Bruit

4.8.1 Absorption

Le bruit émis par une source sonore dans une pièce donnée est partiellement absorbé par chaque matériau présent dans cette pièce.

4.8.1.1 Parois absorbantes

Utilisées dans les salles de sport, les salles de concerts, les piscines, etc.

Le pouvoir absorbant des parois lisses est faible ou nul. Il peut être renforcé par le biais d'une modification de la structure superficielle: un mur de briques non enduit absorbe davantage de bruit qu'un mur enduit.

Plus la brique est rugueuse (ou avec de nombreux pores ouverts), meilleure sera l'absorption acoustique. A cet égard, les briques SB isolantes (type ISO-SB) sont plus intéressantes que les briques SB ordinaires (type SB). Dans certains cas bien spécifiques, il est nécessaire de renforcer l'absorption acoustique en :

- maçonnerant les briques de sorte que les perforations se placent horizontalement et de manière visible. La longueur des perforations revêt une importance cruciale pour la fréquence du bruit absorbé.
- laissant les joints d'about ouverts. Le fait de réaliser des joints de largeurs différentes permet de couvrir plusieurs bandes de fréquences.
- intégrant un matelas isolant souple à l'arrière d'un mur plein en briques. S'il n'y a aucun risque de détachement de particules, ce matelas peut également être placé derrière les parois ajourées.

Ces techniques donnent de bons résultats, qui peuvent être encore améliorés par le biais d'une modification de la géométrie des murs. Dans ce cas, il vaut mieux consulter un bureau d'étude spécialisé dans les techniques acoustiques.

Le pouvoir absorbant A_s d'une surface donnée (S) dans un espace confiné est: $A_s = \alpha.S$ (en m^2 de fenêtre ouverte). Le coefficient d'absorption α est une constante inhérente aux matériaux.

Exemples pour diverses fréquences:

Coefficient d'absorption acoustique α	Fréquence			
	250	500	1000	2000
Maçonnerie apparente en briques	0,03	0,03	0,04	0,05
Plafonnage, béton	0,01	0,02	0,02	0,03
Fenêtre fermée	0,04	0,03	0,02	0,02
Fenêtre ouverte (= maximum)	1	1	1	1



4.8.2 Propagation de bruit

Les cordes vocales d'une personne, les amplificateurs, les instruments de musique font vibrer l'**air**. On appelle cela un **bruit aérien**.

Des voisins du dessus qui marchent, des coups de marteau qui font vibrer un **objet**, une paroi ou un plancher qui, à son tour, fait vibrer l'air, propagent une onde de bruit. On appelle cela **bruit de contact**.

Souvent, on observe une combinaison des deux, par exemple, une foreuse en fonctionnement qui n'a pas encore pénétré la paroi produit seulement un bruit aérien. Une fois qu'elle entre en contact avec la paroi, on entend aussi bien un bruit aérien qu'un bruit de contact.

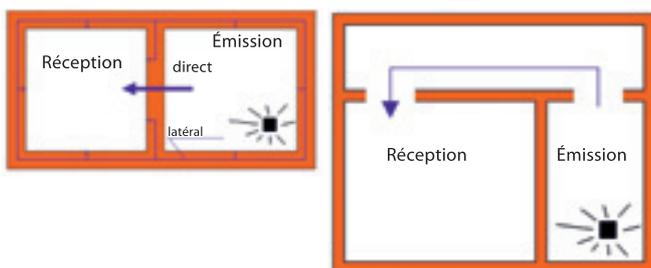
4.8.2.1 Isolation acoustique contre les bruits aériens

L'isolation acoustique contre les bruits aériens est donnée par une 'valeur unique' indicative $R_w(C;C_{tr})$. Celle-ci donne une indication de l'indice d'affaiblissement acoustique des matériaux, définie pour des circonstances idéales en laboratoire.

En fonction du type de bruit, la valeur (R_w+C) ou (R_w+C_{tr}) sera utilisée.

$R_w(C)$ sera utilisé pour les bruits où dominent les hautes fréquences: enfants qui jouent, activités vivantes (parler, musique, radio, TV), trafic routier rapide (>80 km/h), trafic ferroviaire modéré à rapide, avions à faible distance, entreprises avec essentiellement des bruits moyenne et haute fréquence.

$R_w(C_{tr})$ sera utilisé pour les bruits où dominent les basses fréquences: musique de discothèque, trafic routier lent (ex: en ville), trafic ferroviaire lent, avions à grande distance, entreprises avec essentiellement des bruits basse et moyenne fréquence.



Lorsqu'on mesure l'isolation aux bruits aériens dans un bâtiment entre deux locaux, cette mesure ne se limite pas à l'isolation aux bruits aériens du mur de séparation. On mesure également l'influence des parois latérales et des bruits détournés, qui ne sont pas dissociables du transfert de bruits aériens au travers des parois de séparation. Dès lors, l'isolation acoustique aux bruits aériens dans une habitation sera toujours moins performante que la valeur de l'isolation acoustique mesurée en laboratoire.

On définit $D_{nT,w}$ comme une 'valeur unique' indicative pour l'isolation acoustique standardisée sur place ('n' de normalisée, 'T' réfère à la correction du temps de réverbération au lieu de l'absorption).

Une mauvaise exécution peut engendrer des pertes sonores latérales qui sont responsables d'une diminution de l'isolation acoustique $D_{nT,w}$ de 10 dB. Notre brochure 'isolation acoustique' fournit des informations complémentaires.

La bonne isolation acoustique d'une paroi est liée à deux principes :

1) Le poids de la paroi:

Une paroi de séparation légère vibrera beaucoup plus facilement sous l'effet d'une onde de bruit. Pour une isolation acoustique optimale, on optera pour un mur massif.

2) Le dédoublement de la paroi:

Pour obtenir une isolation acoustique plus élevée, il faut dédoubler la paroi. Un mur dédoublé, composé de deux parois distinctes en briques perforées ('snelbouw') lourdes, donne une meilleure isolation acoustique qu'une seule paroi d'épaisseur double.

4.8.2.2 Valeurs de l'isolation acoustique contre les bruits aériens

Des essais d'isolation acoustique ont été effectués sur des maçonneries en briques avec épaisseur de 9, 14 et 19 cm. Les résultats donnent la catégorie correspondante pour la performance acoustique selon la norme NBN S 01-400.

Chaque paroi a été testée avec quatre finitions différentes:

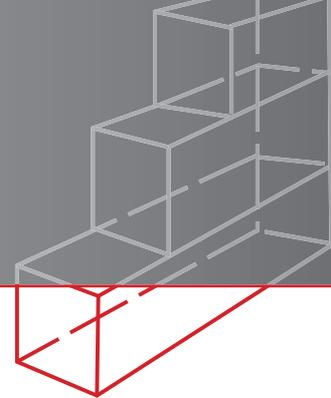
Essai 1: Non enduite

Essai 2: Enduite d'un seul coté

Essai 3: Enduite des deux cotés

Essai 4: Enduite d'un seul coté et contre-mur (+ 5 cm laine minérale) de l'autre coté





Les résultats d'essais donnent	Rw (C;Ctr) in dB
Maçonnerie de briques épaisseur 9 cm Brique 29x9x9 (1055 kg/m ³) Non enduite	41 (-1;-4)
Enduite d'un seul coté	43 (-1;-4)
Enduite des deux cotés	44 (-1;-5)
Enduite d'un seul coté + contre mur	52 (-1;-5)
Maçonnerie de briques épaisseur 14 cm Brique 29x14x9 (1005 kg/m ³) Non enduite	47 (-2;-4)
Enduite d'un seul coté	47 (-1;-4)
Enduite des deux cotés	49 (-2;-5)
Enduite d'un seul coté + contre mur	54 (-2;-8)
Maçonnerie de briques épaisseur 19 cm Brique 29x19x9 (1280 kg/m ³) Non enduite	54 (-1;-5)
Enduite d'un seul coté	55 (-1;-5)
Enduite des deux cotés	56 (-1;-5)
Enduite d'un seul coté + contre mur	58 (-2;-7)



5. Descriptif pour cahier des charges

Différentes exigences sont posées suivant le type ou la fonction de maçonnerie à laquelle les briques SB sont affectées.

Le cahier des charges comprendra une description distincte par type de brique et par type de maçonnerie.

Type de maçonnerie:

- Maçonnerie intérieure ou extérieure
- Maçonnerie apparente ou non apparente
- Maçonnerie portante ou non portante

Type de brique:

- Brique de parement «moulée main», étirée ou pressée
- Brique SB ordinaire
(masse volumique: $1.000 \leq \rho < 1.600 \text{ kg/m}^3$)
- Brique SB isolante

Caractéristiques

Les caractéristiques suivantes sont toujours mentionnées:

- format(s) souhaité(s)
- résistance à la compression souhaitée
- niveau de résistance au gel

Maçonnerie intérieure (paroi intérieure du mur creux, mur intérieur et mur de séparation)

Aucune résistance au gel requise

Maçonnerie de (fausse) cave

Maçonnerie de fondations

Résistance normale au gel

Murs de soutènement

Surfaces horizontales

Parois extérieures peintes

Résistance élevée au gel

Si certaines caractéristiques de la maçonnerie doivent satisfaire à des exigences complémentaires, il est nécessaire de spécifier les valeurs dans le cahier des charges (ex: poids minimal).

Pour les applications spéciales, telles que la maçonnerie apparente, il peut s'avérer nécessaire d'intégrer au cahier des charges des critères de tri des briques SB sur le chantier.

Spécifications

Spécifications superflues:

- réaction de la brique au feu;
- résistance de la maçonnerie au feu, car elle est fonction de l'épaisseur du mur et de la finition.

Déroptions

Déroptions à la norme:

Si les briques SB sont soumises à des exigences non spécifiées dans les normes appropriées, il convient de conclure des accords avec le fabricant.

Ces accords seront explicitement mentionnés dans le cahier des charges.

Toute commande au fabricant doit clairement mentionner ces accords.

Exécution de la maçonnerie

Bien que l'entrepreneur soit sensé exécuter la maçonnerie «selon les règles de l'art», il est bon de faire mention dans le cahier des charges d'un certain nombre de détails d'exécution.

- préciser le type d'appareillage de maçonnerie (souvent d'une demi-brique)
- simultanéité ou non du jointoyage de parties précises du mur
- le nombre de joints verticaux ouverts est déterminé
- les briques sont maçonnées avec suffisamment de mortier (les joints verticaux doivent être remplis)
- les recouvrements de membranes d'étanchéité sont collés ou soudés. Il est préférable qu'un contrôle soit effectué par l'auteur de projet ou le chef de chantier avant de poursuivre l'exécution de la maçonnerie.
- Pour la pose du matériau isolant dans la coulisse:
 - préciser le type de fixation des plaques à la feuille intérieure du mur creux
 - préciser les mesures à prendre pour éviter tout contact avec la feuille extérieure du mur creux
 - préciser les mesures à prendre pour éviter les lézardes éventuelles

Cahier spécial des charges

Un canevas est disponible sur notre site internet: www.brique.be

