

Murs en maçonnerie de terre cuite



Maçonnerie de parement



Belgische Baksteenfederatie

Kartuizersstraat 19 bus 19 - 1000 Brussel

tel. 00 32 (0)2 511 25 81

fax. 00 32 (0)2 513 26 40

www.baksteen.be



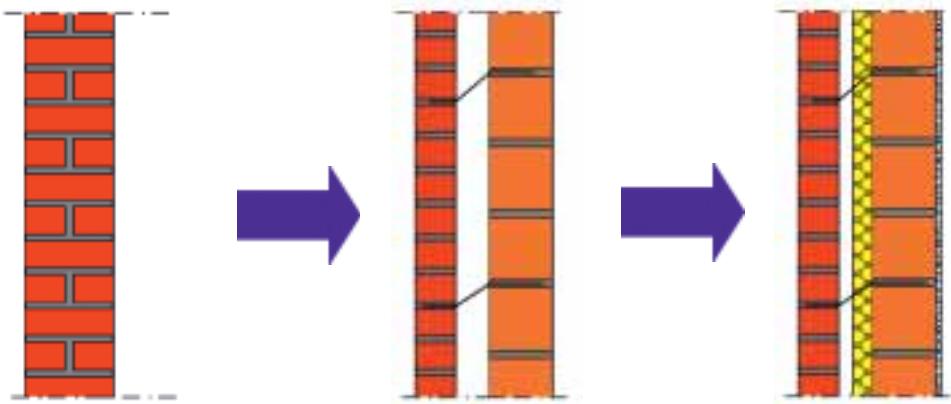
TABLES DES MATIERS

1	Introduction	00
2	Rôle de la maçonnerie de parement en briques	00
3	Diversité dans les possibilités esthétiques des maçonneries	00
3.1	Briques de parement	00
3.1.1	Format	00
3.1.2	Couleur	00
Argile	00	
Atmosphère du four	00	
Sablage	00	
3.1.3	Texture	00
3.1.4	Traitements supplémentaires lors de la production	00
Passer la brique d'argile dans un tambour	00	
Engobage	00	
Emaillage	00	
3.1.5	Traitements supplémentaires des briques en fin de production	00
Etouffée	00	
Aspect rocheux	00	
Passer la brique dans un tambour après cuisson	00	
Cimentage	00	
Plaquettes en terre cuite	00	
3.2	Maçonnerie	00
3.2.1	Joints	00
Mortier de maçonnerie	00	
Mortier colle et mortier pour maçonnerie à joints minces	00	
3.2.2	Appareillages	00
Quelques règles	00	
Appareillages traditionnels	00	
Créer son projet	00	
3.2.3	Finition / traitement de la maçonnerie	00
Hydrofuge sur les parements clairs	00	
Chaulage	00	
Peinture	00	

4	Exécution	00
4.1	Début des travaux	00
4.2	Joints de dilatation	00
4.3	Protéger la maçonnerie durant l'exécution	00
4.4	Salissement de la maçonnerie	00
4.4.1	Efflorescences	00
4.4.2	Exsudations	00
4.5	Détails d'exécution	00
4.5.1	Drainage en pied du mur creux	00
4.5.2	Raccord avec la toiture	00
4.5.3	Baies et ouvertures	00
4.5.4	Crochets d'ancrage	00
4.5.5	Cheminées	00

INTRODUCTION

La "maçonnerie de parement" désigne la feuille extérieure d'un mur creux isolé. La recherche du système constructif idéal pour un mur a progressivement fait naître ce mode constructif désormais bien connu qu'est le mur creux.



Les premières constructions de murs creux dans notre pays datent d'une soixantaine d'années. Le mur creux devait ainsi remplacer le mur plein massif. En effet, si lors d'une faible averse, la pluie n'humidifiait que l'extérieur du mur plein, les murs d'une épaisseur insuffisante pouvaient, quant à eux, être entièrement rendus humides en cas de précipitations abondantes et des infiltrations d'eau pouvant alors apparaître. Le côté intérieur du mur était alors également humide.

La solution consistant à dédoubler le mur plein massif pour écarter tout risque d'infiltration d'eau est apparue comme une évidence. La feuille extérieure est destinée à absorber l'eau de pluie, la feuille intérieure sert d'élément portant pour le bâtiment.

Lors de la crise énergétique des années 70, on a vu dans le mur creux l'opportunité d'intégrer une fonction isolante à ce mode constructif initialement destiné à répondre aux conditions climatiques pluvieuses. Ainsi, on a vu la coulisse se remplir d'un matériau isolant. La consommation énergétique peut dès lors, selon l'épaisseur du matériau isolant, être très fortement réduite.

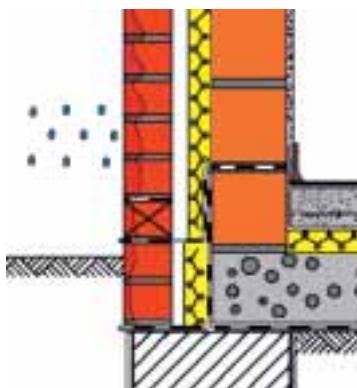
Un plâtrage intérieur vient rendre le bâtiment parfaitement étanche à l'air.

Cette brochure s'attache dans un premier temps à expliquer le fonctionnement du mur creux isolé face aux précipitations et met ensuite l'accent sur les innombrables possibilités esthétiques qu'offre la maçonnerie de parement.

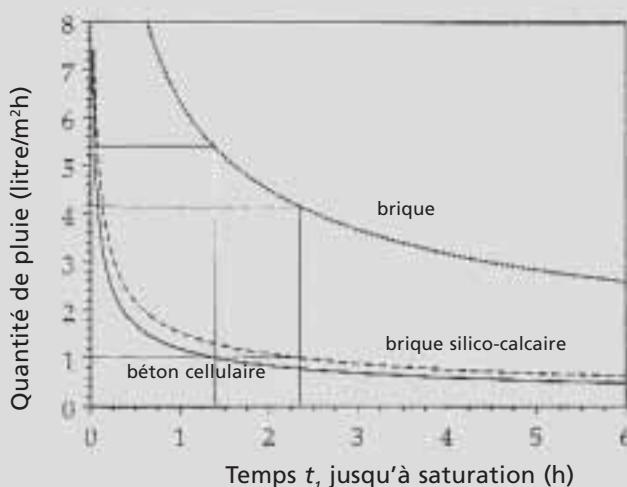
RÔLE DE LA MAÇONNERIE DE PAREMENT EN BRIQUES

Lorsque la pluie s'abat sur le mur creux, voici ce qui se produit:

- 1) Dans un premier temps, la brique de parement absorbe l'eau de pluie. Le pouvoir absorbant de la brique joue ici un rôle important. Durant cette phase, la maçonnerie de parement réagit de la même façon que le mur plein massif d'autrefois.



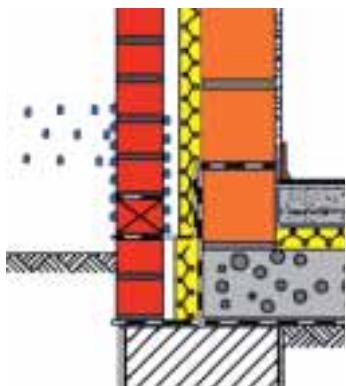
La brique est le matériau qui présente la plus grande capacité à absorber l'eau. Cela signifie qu'il s'écoule une longue durée avant que l'eau de pluie ne puisse plus être absorbée par la maçonnerie de parement et donc avant que l'eau ne s'écoule vers l'extérieur et l'intérieur. Un tel écoulement peut engendrer des salissures et la brique est le matériau qui permet le mieux d'endiguer ce phénomène.



Vu le faible taux d'humidité critique de la brique, la maçonnerie de briques est également celle qui sèche le plus rapidement. Le matériau est donc parfaitement adapté pour réguler l'absorption d'eau de pluie.

	Brique	Béton cellulaire	Brique silico-calcaire	Béton
Taux d'humidité critique [kg/m³]	100	180	150	180

2) Sous l'effet d'une pluie abondante et incessante, l'eau pénètre dans le mur creux et s'écoule dans la coulisse, le long du côté intérieur du mur de parement. En pied de mur et au-dessus des linteaux, l'eau est évacuée vers l'extérieur par des étanchéités via les joints verticaux ouverts.



Un mur creux isolé peut facilement évacuer l'eau présente dans la coulisse à condition que la distance entre le mur de parement et l'isolant soit d'au moins 3 cm.

Pour une coulisse totalement remplie par le matériau isolant, l'évacuation de l'eau de pluie est moins aisée. La brique reste saturée, ce qui peut occasionner entre autres des salissures dues à des coulées de bakélite venant des matériaux isolants.

Un remplissage partiel de la coulisse avec une lame d'air de 3 cm est donc conseillé.

La personnalité du propriétaire d'une habitation se reflète quelque peu dans son choix de brique de parement et du type de maçonnerie ... La brique de parement est en quelque sorte sa 'carte de visite'.

Sensibles au souhait des candidats-bâtisseurs de choisir 'leur brique', les fabricants mettent sur le marché de nouvelles briques qui vont permettre de personnaliser les constructions; ils axent surtout leur développement sur la création de séries particulières.

Aujourd'hui, leur créativité résulte en une gamme belge de plus de 3500 sortes de briques... une gamme qui ne cesse de s'étoffer.

Ce sont ainsi non seulement de nouveaux coloris mais également des textures et des formats innovants qui sont créés en donnant à la brique un certain relief ou un aspect très rectiligne.

A côté des nouveautés proposées par les fabricants de briques, la maçonnerie connaît également des évolutions importantes grâce à l'arrivée sur le marché de nouveaux types de mortiers, tels que le mortier-colle ou le mortier à joints minces, qui minimisent l'épaisseur des joints. D'autres types de mortiers sont colorés, de la même teinte que la brique ou d'une teinte qui, au contraire, contraste avec celle de la brique.

Le champ des possibilités est très vaste pour les architectes et les entrepreneurs qui peuvent ainsi concevoir des façades très contemporaines, imaginer des appareillages innovants, combiner différents types de briques,...

Des finitions spécifiques peuvent être apportées au parement: hydrofuge, peinture,...

Un hydrofuge peut être placé par la suite sur le parement, ou encore la façade peut être peinte ou enduite de façon à laisser apparaître la structure des briques.

3.1 Briques de parement

3.1.1 Format

Les briques de parement sont produites dans une vaste gamme de formats dont les plus fréquents sont les suivants:

Dimensions (longueur x largeur x hauteur)	Dénomination	Quantité par m ² de maçonnerie	Quantité par m ³ de maçonnerie
190x90x50	module M50	81	916
190x90x65	module M65	65	738
210x100x50	waal formaat WF	73	727
210x100x65	waaldik formaat WDF	59	585
190x90x90	module M90	50	568
210x100x40	vecht formaat	87	866
210x100x65	kust formaat	59	585
175x85x45	derdeling	94	1104
240x90x50	format espagnol	64	711
290x90x40		64	708
290x90x50		53	593
290x90x60		46	511
240x90x40		76	848

Par ailleurs, le fabricant peut produire, sur demande, des formats spécifiques pour certains projets. Généralement, la gamme de produits présente déjà des briques profilées spécifiques, par exemple avec des formes arrondies.



3.1.2 Couleur

La teinte de la brique est essentiellement déterminée par l'argile utilisée mais aussi par l'atmosphère du four et dans une certaine mesure, par le sablage.

La couleur de la brique est inaltérable puisqu'elle est donnée par des pigments minéraux (oxydes métalliques) qui ne subissent aucune modification chimique au cours du temps. Le matériau est teinté dans la masse.

Au fil des siècles et des années, la poussière se dépose inévitablement sur la façade et crée une patine qui va ajouter à son authenticité.

Argile

La composition de l'argile est le paramètre qui influence le plus la teinte finale de la brique, c'est-à-dire après cuisson.

L'argile contient des sels métalliques parmi lesquels les éléments à base de fer sont les plus souvent rencontrés. Le rouge est la teinte de brique la plus courante ; elle est due à la présence d'oxyde de fer. L'oxyde de manganèse, quant à lui, donne à la brique une teinte brune tandis que le calcaire conduit à des teintes jaunes et claires.

Atmosphère du four

L'interruption de l'apport en oxygène dans un four dans lequel cuit de l'argile contenant du fer engendre une réduction de l'oxyde de fer et donne aux briques une teinte bleu-gris. Lorsque le four a atteint la température nécessaire à la cuisson des briques, on arrête l'alimentation en air et la teinte des briques passe alors du rouge au bleu. Selon l'empilement des briques dans le four, on obtient soit une coloration bleu-gris homogène, soit une finition bariolée flammée qui peut être, l'effet recherché.

Sablage

De nombreuses briques sont sablées. En effet, ce sablage influence aussi la couleur de la brique et on peut ainsi créer de nombreuses variantes dans une même gamme de produits en ajoutant différents sables colorés sur des briques qui, de par leur composition, ont leur propre coloration naturelle. On répand le sable sur la surface des briques avant cuisson. Celui-ci étant en fait le même composé minéral que l'argile, il apportera donc lui aussi une certaine couleur lors de la cuisson.

3.1.3 Texture

La texture d'une brique est définie par le procédé de moulage (moulée main, étirée ...), par la granulométrie de l'argile, par le sablage éventuel et par la finition de la brique.

On distingue trois procédés de mise en forme:

Pour les *briques moulées main*, le procédé suit le même principe que le procédé ancien de moulage à la main où l'on jetait une petite masse d'argile dans un moule en bois. La dénomination est restée, même si, aujourd'hui, le procédé est entièrement mécanisé. Pour éviter que l'argile ne colle au moule, elle est au préalable enduite de sable ou de sciure. Lorsque la masse d'argile tombe dans le moule, il se forme des plis remplis de sable sur les bords de la brique. Lors du séchage et de la cuisson, la majorité du sable s'échappe de ces plis; c'est ce qui donne aux briques leur surface nervurée caractéristique. La sciure, quant à elle, brûle lors de la cuisson. Aujourd'hui, en remplaçant le sable et la sciure par une matière liquide, on obtient une brique non sablée qui a la couleur pure de l'argile cuite.

Enfin, lors du moulage de l'argile, il est possible de créer un évidement dans la brique - appelé 'frog'.



Pour les *briques pressées*, le moulage se fait de manière similaire à celui des briques moulées main, à la différence qu'ici, l'argile est pressée légèrement, généralement sur huit à vingt briques simultanément. Les briques sont ainsi de forme régulière, sablées de manière égale et sans nervure.



Pour les *briques étirées*, un boudin d'argile sort de l'étireuse et est coupé avec un fil d'acier. On peut parfois avoir recours à une finition particulière pour donner aux briques un aspect rugueux, par exemple en les sablant. Les briques étirées ont une surface très rectiligne. Le procédé permet par ailleurs de perforez les briques : ce qui permet d'avoir de plus grands formats.



3.1.4 Traitements supplémentaires lors de la production

Passer la brique d'argile dans un tambour

Les briques d'argile passent, après séchage et avant cuisson, dans un grand cylindre tournant. Les chocs contre les parois et entre les briques arrondissent ou écornent les angles de sorte que les briques sont alors de forme moins régulière et ont un aspect rustique.

Engobage

La brique d'argile séchée est arrosée d'un liquide argileux auquel sont ajoutés des oxydes colorants ou des pigments minéraux. Cette solution se grèse dans la brique lors de la cuisson de sorte que la surface semble être colorée dans la masse. La brique devient quelque peu brillante. Une large palette de couleurs est disponible.



Emaillage

L'émaillage des briques se fait de façon similaire à l'engobage. Il se fait cependant avec un mélange purement minéral. Les couleurs peuvent être réalisées selon les codes de couleurs RAL ou NCS et sont, en fonction des minéraux utilisés, de satinées à très brillantes.

3.1.5 Traitements supplémentaires des briques en fin de production



Brique rocheuse cuite à l'étouffée

Après la cuisson, on peut encore appliquer des traitements de finition aux briques.

Etouffée

Il s'agit, après que la brique ait été cuite, de la passer dans un four spécial en atmosphère réductrice (étouffée). Il se produit alors une transformation du Fe^{2+} en Fe^{3+} , ce qui donne des briques d'un gris intense.

Aspect rocheux

La surface des briques de parement est burinée, ce qui leur donne une structure rugueuse et un aspect rocheux.

Passer la brique dans un tambour après cuisson

La brique de terre cuite est passée dans un grand cylindre en rotation. Les chocs contre les parois et entre les briques arrondissent ou écornent les angles de sorte que les briques ont l'aspect de briques récupérées.

Cimentage

On ajoute du ciment lors du passage des briques dans le tambour afin d'accentuer encore l'aspect de 'récupération' de ces briques vieillies mécaniquement.



Plaquettes en terre cuite

Les briques sont sciées en plaquettes ou en plaquettes d'angle. Celles-ci peuvent servir par exemple à couvrir des façades existantes et leur donneront ainsi un aspect de renouveau....

3.2 Maçonnerie

3.2.1 Joints

Une maçonnerie de briques de format module 50 (dimensions de fabrication 188x88x48 mm) avec des joints de 12 mm donne lieu à une surface de mur composée à 75,2% de briques et à 24,8% de joints. Le joint est donc un élément important dans l'aspect de la maçonnerie.

Mortier de maçonnerie

La couleur des joints est déterminée par la composition du mortier utilisé pour le rejointolement. Par ailleurs, la profondeur des joints a également une influence car l'effet d'ombrage sera différent. Le mortier de maçonnerie est utilisé avec une épaisseur de joint de 12 mm.

Pour rejointoyer, on distingue différents types de joints:



Joint plat brossé



Joint plat



Joint coupé



Joint creux



Joint à rebord ou à baguette



Joint biseau

Mortier colle et mortier pour maçonnerie à joints minces

Les épaisseurs de joints sont différentes pour la maçonnerie à joints minces ou la maçonnerie collée. La faible épaisseur du joint rend le rejointoient superflu. La façade apparaît comme étant plus massive et d'une teinte plus intense.



Une épaisseur de joints de 5 à 6 mm est conseillée. Le fabricant peut également orienter le choix vers certains types de briques pour lesquelles de plus faibles épaisseurs de joints sont possibles (généralement des briques pressées). Pour les briques moulées main, le frog est placé vers le bas et pour les briques fortement sablées, le sable excédentaire est brossé avant la mise en œuvre de la maçonnerie.

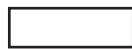
3.2.2 Appareillages

Mélanger des briques de couleurs et formats différents crée de vastes possibilités de combinaisons pour le travail de conception des architectes. Il s'agit cependant de respecter quelques règles de base.

Quelques règles

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

brique entière: panneresse



$\frac{3}{4}$ de brique



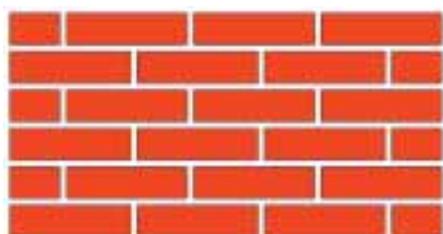
$\frac{1}{2}$ brique: boutisse



L'appareillage doit répondre aux conditions suivantes:

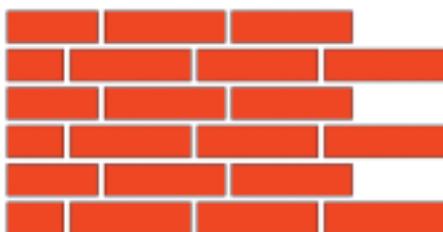
- Les joints verticaux de deux rangées de briques successives sont décalés d'au moins $h/4$ (h = hauteur du tas) les unes par rapport aux autres avec un minimum de 4 cm. Si l'on déroge à cette règle, il faut étudier la stabilité de l'ensemble.
- On ne peut jamais utiliser les morceaux de briques dont la hauteur, la longueur ou la largeur dépasse (ceci s'applique essentiellement pour aux ouvertures de baies).

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.

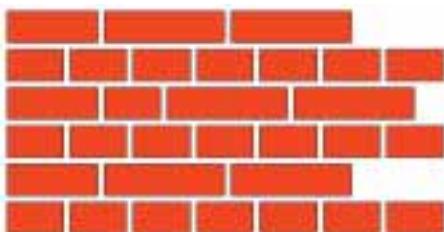


Appareillage en $\frac{1}{4}$ ou $\frac{3}{4}$ de brique

Les joints verticaux sont décalés de $\frac{1}{4}$ ou $\frac{3}{4}$ de la longueur de la brique.

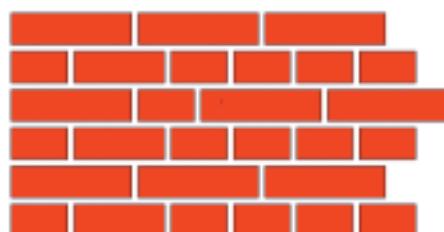
Appareillage en croix

La maçonnerie se compose d'une succession d'assises de boutisses et de panneresses.



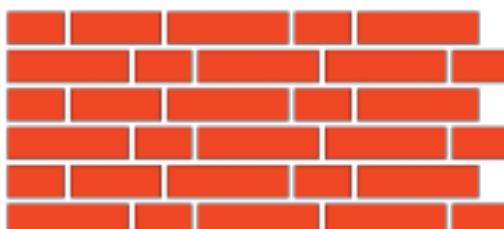
Type travaux publics

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



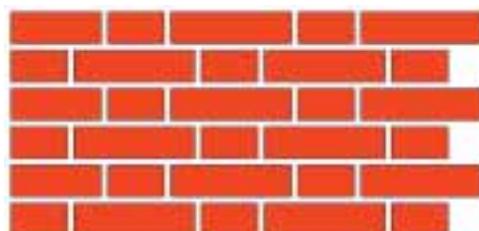
Type bâtiments privés

On place une $\frac{3}{4}$ 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.



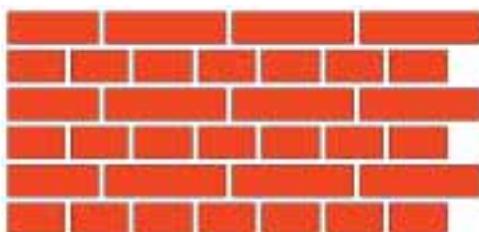
Appareillage en chaîne

Toutes les assises se composent d'une succession d'une boutisse et de deux panneresse.



Appareillage flamand

Toutes les assises se composent d'une succession d'une boutisse et d'une panneresse.

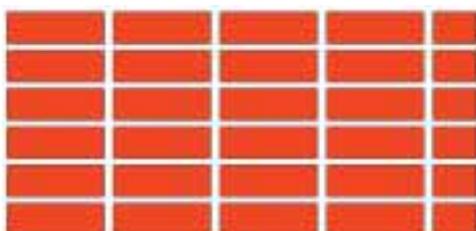


Appareillage debout

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



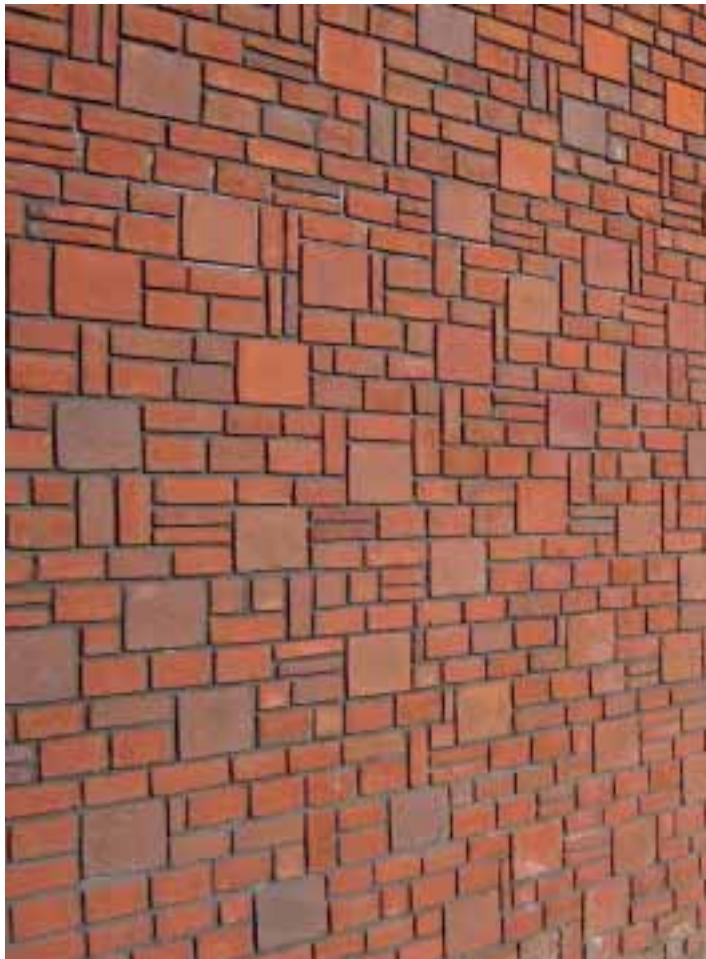
Appareillage en pose carrelage



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.

Créer son projet

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



Appareillage sauvage

La maçonnerie se compose d'une succession libre de boutisses, panneuses et de $\frac{3}{4}$ 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 (voir photo).

3.2.3 Finition / traitement de la maçonnerie

Hydrofuge sur les parements clairs

Les briques claires sont plus sujettes au salissement. Dès lors, il est conseillé de placer un hydrofuge. Ce traitement se fera au plus tôt six mois après l'exécution du rejointoiement, de sorte que briques et mortier soient complètement solidarisés. Un parement hydrofugé absorbe moins d'eau qu'un parement non traité ce qui diminue la pénétration de l'eau de pluie. La pénétration des salissures est moins profonde après un traitement hydrofuge et les poussières sont évacuées plus rapidement par l'eau de pluie.

Chaulage

Dans le passé, c'était souvent une fine couche de plâtre qui garantissait l'imperméabilité d'un mur; elle se composait de chaux aérienne, de sable et d'un liant hydraulique tel que le trass. Avec l'arrivée du mur creux, ceci est devenu superflu vu que ce mode de construction garantit l'étanchéité à l'eau. Cependant, cette technique peut encore s'utiliser pour créer un certain effet esthétique.

Peinture

Il est tout à fait possible de peindre la maçonnerie de parement. Pour une telle application, il faut utiliser des briques qui, selon la NBN B 27-009, ont une résistance élevée au gel. En effet, la couche de peinture va rendre plus difficile l'évaporation de l'humidité de la maçonnerie. La brique doit alors supporter une humidité plus importante.

4.1 Début des travaux

Les briques issues de différents lots de production présentent presque toujours de légères différences de teintes. Celles-ci s'expliquent par le procédé de production qui, bien que fortement automatisé, suit encore les mêmes étapes de production que les procédés d'antan et qui connaît encore les mêmes limitations techniques: composition de l'argile dans la carrière, différence de teneur en oxydes métalliques,... Afin que ces variations de teintes n'occasionnent pas de 'taches de couleur' sur la maçonnerie, il faut mélanger les briques de différentes palettes. Il s'agit de prendre simultanément des briques d'au moins quatre palettes. Dès lors, toutes les briques nécessaires au chantier doivent avoir été livrées dès le début des travaux.

Durant la construction, les briques sont protégées des intempéries et de l'humidité ascensionnelle. Durant l'hiver, il faut en outre protéger de l'humidité les briques SB pour murs intérieurs (vu leur application, celles-ci n'ont pas nécessairement lieu d'être résistantes au gel).

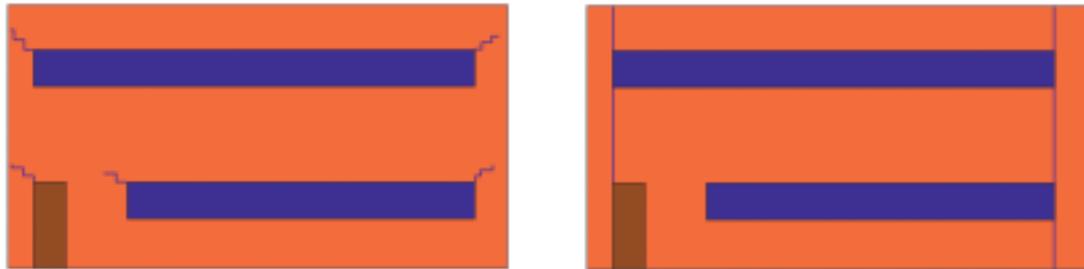
Il s'agit d'opter pour un mortier adapté à la nature de la brique. Pour ce choix, on peut se baser sur le nombre de Haller de la brique. Il donne une mesure de la capacité d'absorption d'eau de la brique en présence de mortier ou de mortier-colle. La NBN B 24-202 prescrit de mesurer le nombre de grammes d'eau absorbés par la brique en une minute par surface de pose. Selon les valeurs, on distingue quatre catégories:

Absorption élevée	> 4,0 kg/m ² /min
Absorption normale	1,5 – 4,0 kg/m ² /min
Absorption modérée	0,5 – 1,5 kg/m ² /min
Absorption faible	< 0,5 kg/m ² /min

Le ciment à haute teneur en sulfates ne peut être utilisé en raison de la tendance aux efflorescences. Pour les briques étirées peu poreuses, on utilisera de préférence un mortier adapté préparé à sec.

4.2 Joints de dilatation

Il est recommandé de prévoir des joints de dilatation dans la maçonnerie de parement pour les murs creux bien isolés. Ceux-ci sont placés tous les 15 à 20 m, de préférence à des endroits sujets à la formation de fissures tels que les ouvertures de fenêtres ou autres discontinuités dans la maçonnerie.



Les fabricants pourront conseiller une combinaison appropriée entre le mortier et les briques pour augmenter la distance entre joints de dilatation. Armer la maçonnerie permet également d'augmenter cette distance.

Il est souvent possible de dissimuler les joints de dilatation en les plaçant par exemple derrière les descentes d'eau.

4.3 Protéger la maçonnerie durant l'exécution

La maçonnerie fraîche est la plus vulnérable durant et juste après l'exécution.

Pour optimiser tant la stabilité que la qualité esthétique du travail, il faut alors mettre en place une série de mesures de précaution simples:

- par temps très chaud et sec, arroser légèrement mais régulièrement la maçonnerie afin d'éviter que le mortier ne sèche avant sa prise complète ;
- éviter que les sels libres présents dans le béton fraîchement coulé ne soient transportés par la pluie, ne migrent vers les briques et n'y pénètrent ;
- par temps de pluie, éviter de maçonner ou de couler le béton, en raison du risque de voir le mortier ou le béton maculer la maçonnerie ;
- chaque jour, lorsque le travail est terminé, couvrir la maçonnerie fraîche par une protection imperméable (plastique). Celle-ci doit au moins couvrir une hauteur de 60 cm et être fixée afin de ne pas être emportée par le vent. Ceci peut se faire en agrafant une latte aux extrémités ;
- afin d'éviter que des éclaboussures ne viennent salir la maçonnerie et y pénétrer, il est conseillé de placer une protection plastique sur 60 cm en partie basse du mur. Celle-ci sera retirée lors du rejointolement.
- par temps de gel, couvrir la maçonnerie fraîche avec des protections isolantes afin de prévenir les dégâts de gel sur le mortier.

4.4 Salissement de la maçonnerie

Les mesures ci-avant doivent permettre d'éviter les infiltrations d'humidité durant l'exécution, celles-ci pouvant entraîner une saturation de la maçonnerie.

Par ailleurs, la conception du projet doit être telle qu'elle ne donne lieu à aucune concentration des flux d'eau sur la façade. Ceux-ci provoqueraient à ces endroits des salissures qui pourraient déprécier l'esthétique du parement. Ainsi, il est indispensable de soigner les détails techniques afin que l'évacuation de l'eau de pluie soit uniforme (voir paragraphe 4.5 relatif aux détails d'exécution des seuils et linteaux par exemple).

Par ailleurs, il faut éviter que des matières émanant d'autres matériaux n'engendrent des taches sur la façade. Par exemple: produits imprégnant les boiseries, résine, huile ou trainées de bakélite dues à un mauvais placement de certains matériaux isolants.

D'autres salissures possibles peuvent parfois être imputées aux phénomènes d'xsudations et d'efflorescences.

4.4.1 Efflorescences

Les efflorescences sont des cristallisations de sels qui peuvent se présenter sous forme de voile blanc, de pellicule ou de croûte. L'eau se déplaçant par capillarité dans les pores de la maçonnerie transporte des sels solubles. Ceux-ci se déposent en surface de la maçonnerie où ils cristallisent suite à l'évaporation de l'eau. Les sels les plus souvent rencontrés sont les sulfates alcalins (sodium et potassium) et les sulfates de magnésium. Le salpêtre apparaît quant à lui uniquement en présence 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 propices à la formation d'efflorescences, entendons par là: la pluie. Le risque est plus important 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.

La plupart des efflorescences ne sont pas dommageables pour la maçonnerie et disparaissent d'elles-mêmes après quelques mois sous l'action de la pluie. Le risque d'apparition d'efflorescences est minime lorsque toutes les 'règles de l'art' ont été respectées lors de l'exécution de la maçonnerie (particulièrement le fait de couvrir les maçonneries fraîches).

Utiliser un mortier de chaux ou de trass diminuera encore le risque d'apparition d'efflorescences.

4.4.2 Exsudations

Les exsudations sont des dépôts blanchâtres, apparaissant généralement à hauteur des joints verticaux. On les confond souvent avec des efflorescences.

La réaction d'hydratation du ciment libère de l'hydrate calcique $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Celui-ci se transforme en carbonate calcique au contact du dioxyde de carbone contenu dans l'air ($\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \Rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$). Si une averse arrose le mortier frais, l'hydrate calcique $\text{Ca}(\text{OH})_2$ est entraîné par l'eau vers la surface extérieure de la façade ; au contact de l'air, il s'y dépose sous forme de carbonates pour former un dépôt blanc.

Pour minimiser le risque d'exsudations, il faut donc respecter les mêmes mesures de précautions que pour éviter les efflorescences (protéger la maçonnerie fraîche de la pluie).

Contrairement aux efflorescences, ce dépôt est difficile à éliminer car peu soluble dans l'eau et ne peut donc être rapidement éliminé.

Pour éliminer ce voile blanchâtre, il s'agit de suivre la procédure suivante:

1. Enlever autant que possible le dépôt au moyen d'une brosse ou de papier abrasif.
2. Protéger les matériaux de construction qui risqueraient d'être endommagés (par exemple : couvrir les carreaux en ciment, les pierres naturelles).
3. Humidifier la surface à traiter en abondance et en profondeur avec de l'eau claire jusqu'à saturation (ainsi, le produit mordant utilisé à l'étape suivante ne pourra pas pénétrer dans le matériau).
4. Traiter le voile ou la croûte calcaire avec une solution acide (par exemple : solution d'acide chlorhydrique ou phosphorique) en évitant si possible les joints. On utilisera une solution 1% à 3% pour les surfaces où la pierre en ciment ne peut être attaquée et une solution jusqu'à 10% si cela est permis (les fins granulats deviennent apparents et la texture et la couleur changent).
5. Après le traitement, rincer abondamment et plusieurs fois la façade pour éliminer la solution et les résidus.

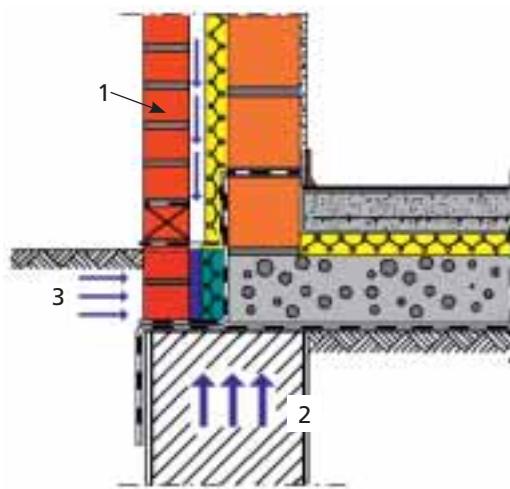
Il est fortement conseillé de faire un essai au préalable sur une partie moins visible de la façade. Ce traitement prend du temps mais est généralement très efficace. Un usage trop fréquent de solution acide est dommageable pour le mortier. Il est par conséquent préférable d'appliquer le traitement avant le rejoignement de la façade. Vu la spécificité, il est conseillé de faire appel à une entreprise spécialisée.

4.5 Détails d'exécution

4.5.1 Drainage en pied du mur creux

Le pied du mur creux doit être conçu de façon à empêcher trois sources possibles d'infiltration d'eau:

1. l'eau qui, au fil du temps, pénètre la maçonnerie de parement jusqu'à la coulisse;
2. l'eau ascensionnelle via la maçonnerie de fondation;
3. l'eau de surface s'infiltrant latéralement.

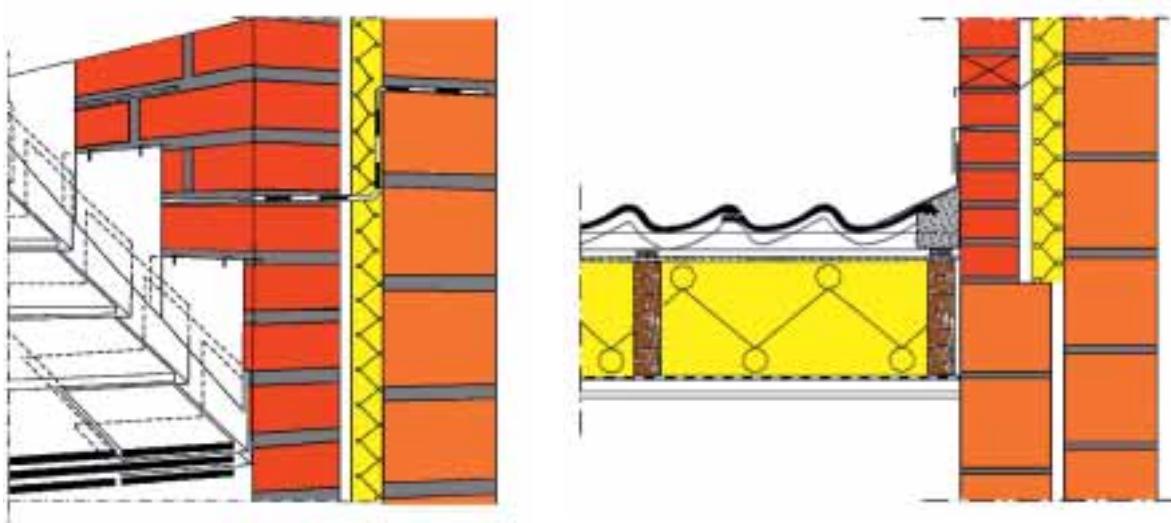


Pour assurer un drainage correct de la coulisse (1), la membrane supérieure et les joints verticaux ouverts doivent être au-dessus du niveau du sol.

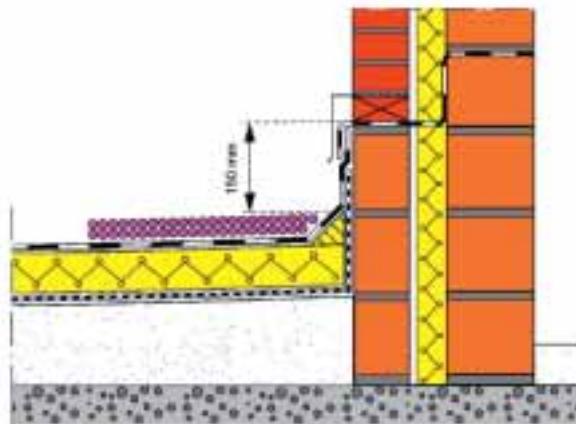
Pour prévenir l'humidité ascensionnelle dans les murs de caves (2), on place une membrane capillaire sur toute la largeur du mur de cave.

Si la maçonnerie est enterrée, il faut également tenir compte de l'eau de surface pouvant s'infiltrer latéralement (3). On pose une membrane imperméable qui assure la continuité entre la membrane inférieure et la membrane supérieure dans la coulisse. Une mesure complémentaire de précaution consiste à placer une étanchéité de type Platon et une conduite de drainage souterraine.

Lorsque le mur creux s'élève au-dessus d'une toiture en pente, l'exécution se fait en escaliers. L'eau est évacuée de la coulisse par la membrane via les joints verticaux laissés ouverts à chaque échelon. La solution idéale consiste à exécuter le raccord entre la toiture et la maçonnerie de parement avec un solin en plomb. Il existe également des solins en plomb qui "enserrent" la brique (retour plus long et remontée derrière la brique).

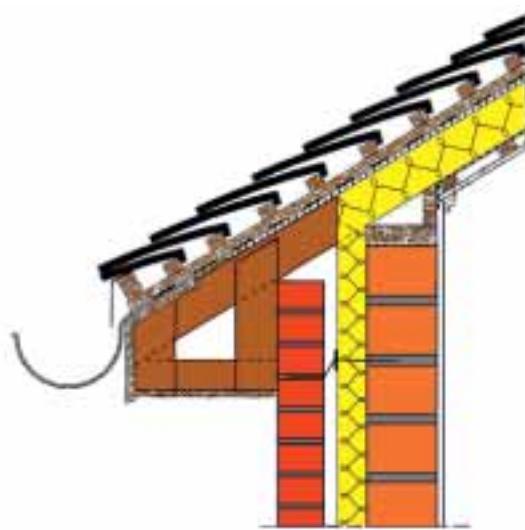


Lorsque le mur creux s'élève au-dessus d'une toiture plate, la membrane d'étanchéité dépasse d'au-moins 15 cm le revêtement de toiture.

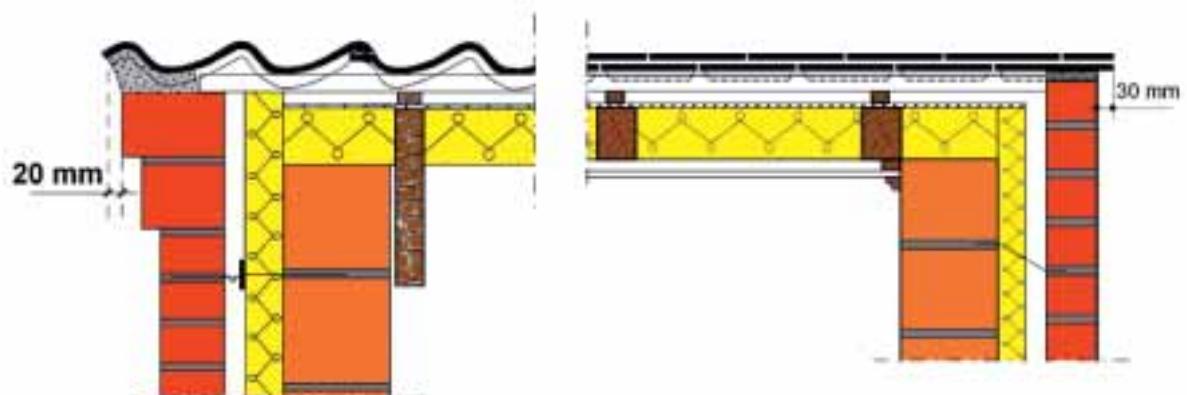


4.5.2 Raccord avec la toiture

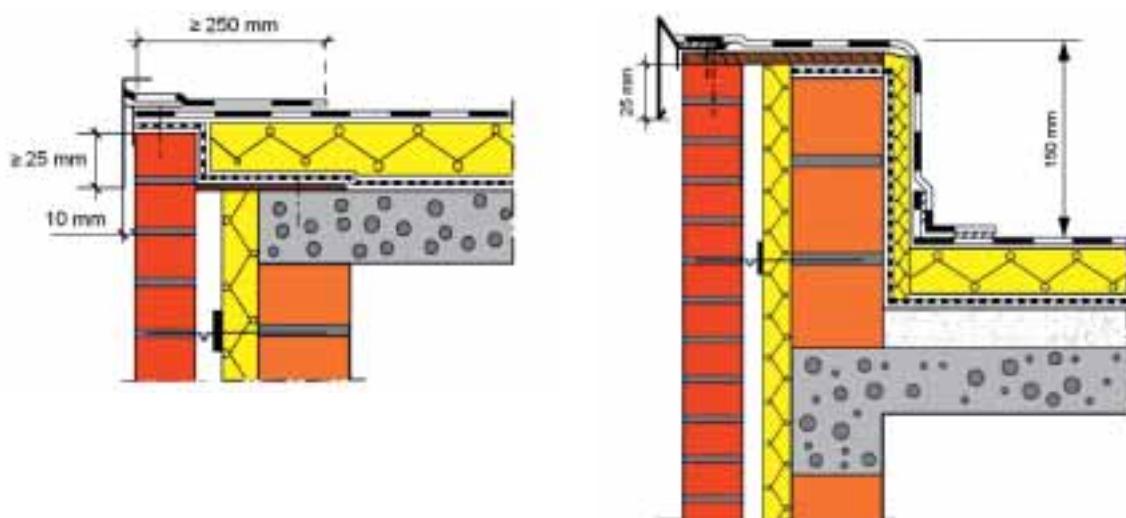
La partie supérieure du mur creux est généralement bien protégée de la pluie par le revêtement de toiture et la sous-toiture.



Aux rives d'une toiture en pente, les tuiles sont liaisonnées au mur par un mortier étanche. Un petit débordement est nécessaire. Les fabricants proposent également des tuiles d'angle ayant une forme adaptée, ce qui améliore encore l'étanchéité à l'eau.

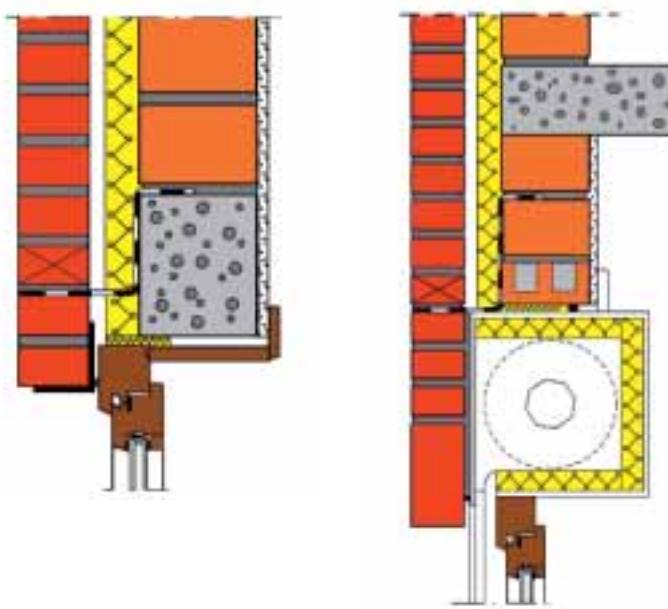


Pour une toiture plate avec forte pente ($\geq 10\%$) (figure de gauche), l'eau ne peut s'écouler le long de la façade et ne peut stagner au bord. Un acrotère n'est dès lors pas nécessaire. Un profil de rive permet que l'eau s'écoule en avant du parement.

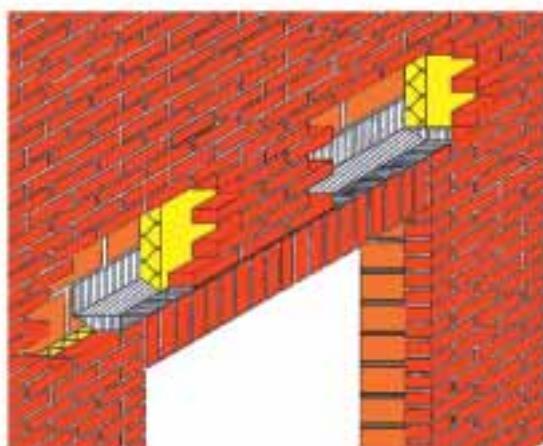


4.5.3 Baies et ouvertures

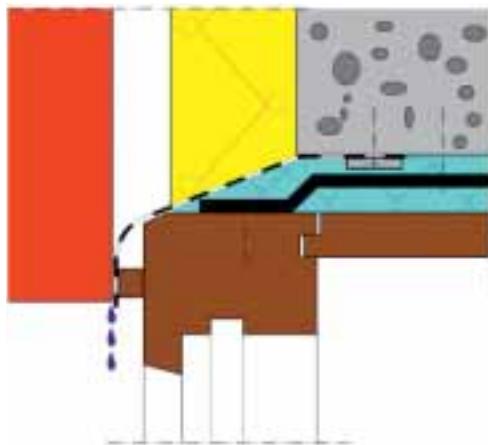
Après une averse importante, une partie de l'eau de pluie s'écoule le long du côté intérieur du mur de parement. Une fenêtre forme en quelque sorte un obstacle à l'écoulement de l'eau. Pour éviter que l'eau ne pénètre dans la feuille intérieure du mur creux, il faut prévoir une évacuation correcte de l'eau au-dessus de la fenêtre. Il est également conseillé de rendre étanche la surface intérieure d'un caisson de volet par un cimentage.



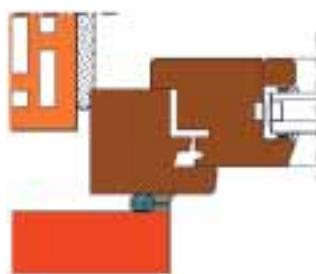
La membrane d'étanchéité doit être bien tendue de façon à ne pas créer de points où l'eau pourrait stagner. Les extrémités de la membrane d'étanchéité sont repliées.



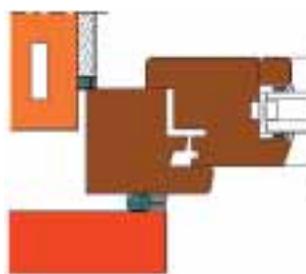
Par mesure de sécurité (par exemple lorsqu'il n'y a pas de certitude quant à la présence de la membrane), on peut prévoir une étanchéité juste au-dessus de la fenêtre.



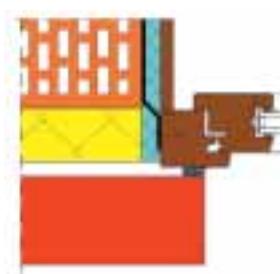
Il faut s'assurer de l'étanchéité à l'air entre le plâtre intérieur et la fenêtre. Une mauvaise étanchéité à l'air peut engendrer un passage d'eau de pluie par différence de pression et humidifier le côté intérieur de la maçonnerie de parement.



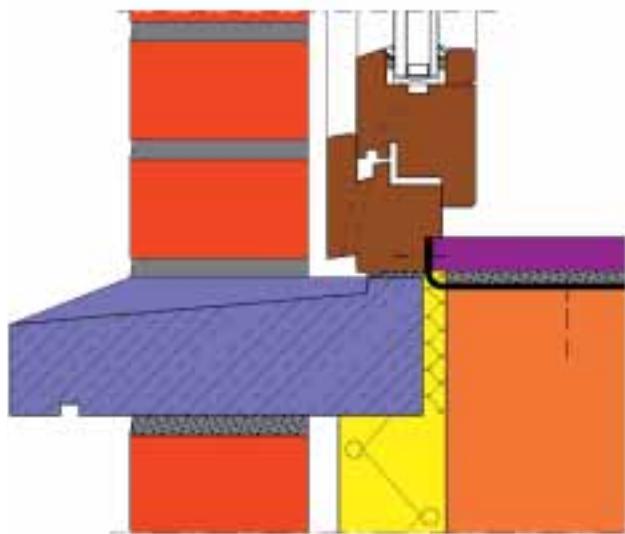
Fermeture à l'air avec le plâtre intérieur (attention à la formation de fissures dans le plâtre)



Fermeture à l'air avec arrêt d'enduit et mastic

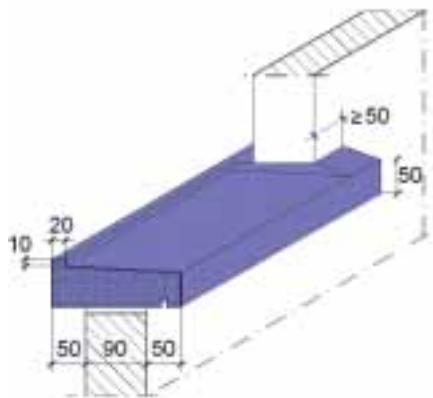


Encadrement avec un lattage et étanchéité par injection de mousse



Sous la fenêtre, un seuil avec une pente permet l'évacuation de l'eau s'écoulant le long de la fenêtre.

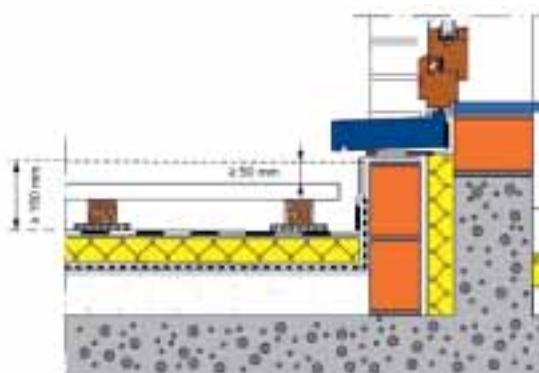
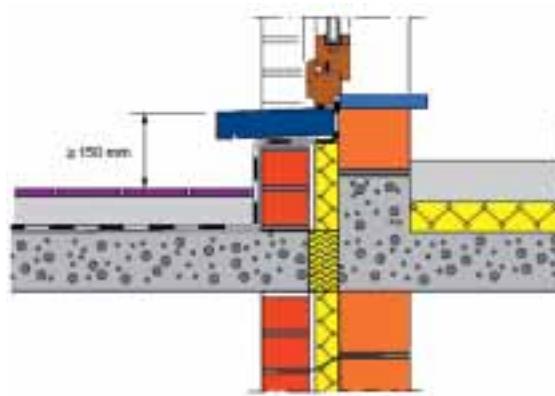
Si le seuil est composé de plusieurs éléments, il faut prévoir un joint de mastic entre deux éléments successifs. Sous le joint, on place une bavette en plomb repliée ou un film étanche à l'eau qui rejette l'eau ayant éventuellement pu s'infiltrer.



Un seuil en pierre naturelle correctement placé doit avoir une pente vers l'extérieur d'au moins 5%; le seuil est scellé sur les bords.

A l'arrière, la remontée du seuil est nécessaire pour garantir un raccord correct avec la fenêtre.

Pour un seuil de porte de terrasse, un soin particulier est apporté à la continuité de la membrane d'étanchéité. Le seuil est placé au moins 15 cm au-dessus du revêtement de sol.



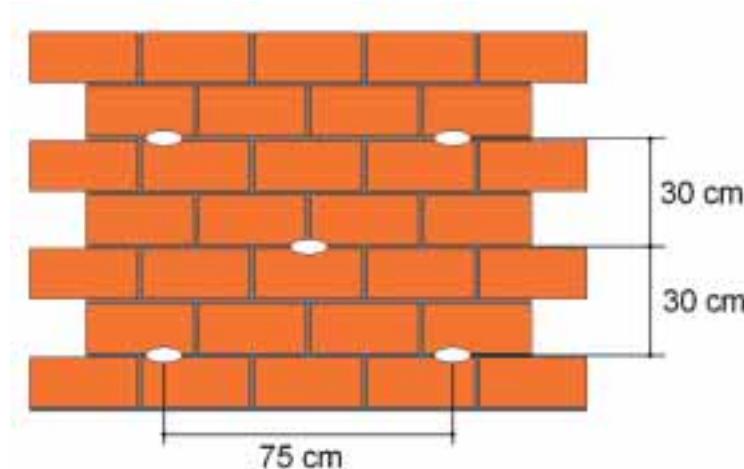
4.5.4 Crochets d'ancrage

Les deux feuilles du mur creux sont liaisonnées par des crochets d'ancrage. En Belgique, les crochets d'ancrage utilisés sont souvent de petites tiges en acier galvanisé (diamètre 4 mm) pourvues d'un casse-gouttes.

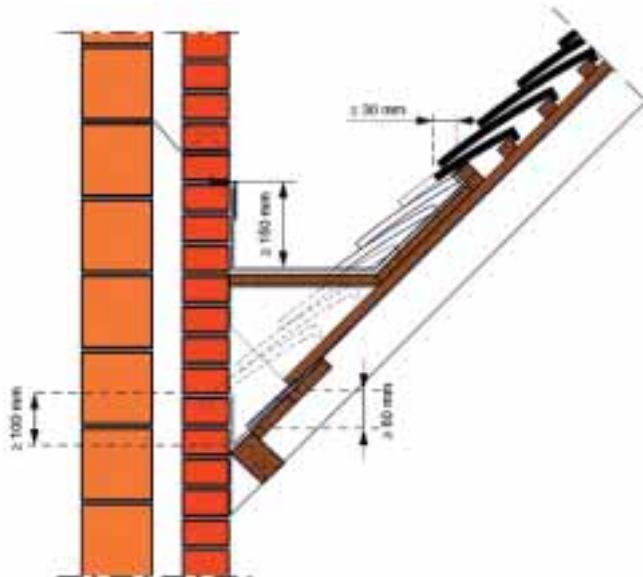


Il est essentiel que la pente des crochets d'ancrage soit orientée vers l'extérieur afin qu'ils n'amènent pas l'eau vers le mur intérieur.

La norme prescrit un minimum de cinq crochets par m^2 de mur. Par ailleurs, la distance maximale entre deux crochets situés sur un même plan horizontal est de 75 cm tandis que la distance entre deux rangées de crochets est au maximum de 30 cm.



4.5.5 Cheminées



Le faîte est l'endroit le plus approprié pour percer la toiture. Si on place la cheminée plus bas, il faut prévoir un solin. Au plus la cheminée est large, au plus il est utile de prévoir un cheneau à base horizontale, éventuellement avec une pente latérale.

Les côtés de la cheminée sont recouverts d'un chevauchement en escaliers, comme pour le raccord avec une maçonnerie montante.

