

## La brique silico-calcaire



<b>4</b>	<b>Brique silico-calcaire</b>	<b>44</b>	<b>Maçonnerie apparente</b>
4	Fabrication	45	Standard d'exécution
<b>6</b>	<b>Gamme de produits</b>	46	Hauteur de mur/Longueur de mur
7	Briques normales	47	Types d'appareillage
8	Briques spéciales	49	Linteaux de maçonnerie
10	Briques grand format	50	Mortier
<b>11</b>	<b>Caractéristiques</b>	51	Joints de dilatation
12	Exigences de qualité	<b>52</b>	<b>Energie grise/ unités de charge écologique (UCE)</b>
13	Indice d'affaiblissement acoustique du bruit aérien	53	Construction durable
14	Aperçu des caractéristiques	54	Calcul de l'énergie grise
<b>15</b>	<b>Statique des parois</b>	54	Valeurs limites de l'énergie grise
16	Statique des parois	55	Construire durablement avec la brique silico-calcaire
17	Termes et abréviations	<b>57</b>	<b>Caractéristiques physiques du bâtiment</b>
18	Excentricité prédéfinie de la paroi	58	Comparaison caractéristiques physiques du bâtiment
19	Torsion forcée d'un mur	60	Exigences de protection phonique
20	Sécurité structurale	62	Protection contre le bruit intérieur
21	Aptitude au service	63	Transmission indirecte par les éléments de flanc
26	Maçonnerie armée	64	Protection incendie
<b>28</b>	<b>Construction des parois</b>	65	Absorption acoustique/Protection thermique
29	Parois intérieures non porteuses	<b>67</b>	<b>Accessoires de maçonnerie</b>
31	Exemples d'ancrages à la structure porteuse	68	Linteaux en béton apparent précontraints
32	Revêtements de surface en briques silico-calcaires	69	Éléments de pied de mur
33	Murs rideaux	70	Armatures de joints d'assise
35	Maçonnerie à double paroi	71	Ancres
37	Pieds de mur	<b>70</b>	<b>Guide</b>
38	Linteaux de fenêtres/Tablettes de fenêtres	72	Choix de la brique et du mortier
39	Pourtour de toits plats	73	Protection de la brique silico-calcaire
40	Parois isolées en briques silico-calcaires	74	Fraisage de la brique silico-calcaire/Passage des conduites dans la maçonnerie apparente
41	Ancrages et armatures	75	Nettoyage de la maçonnerie apparente en briques silico-calcaires

# Brique silico-calcaire

## Fabrication

La brique silico-calcaire est composée de matières premières naturelles telles que le sable, la chaux et l'eau. En comparaison à des matériaux de construction similaires, la fabrication industrielle

nécessite peu d'énergie et est respectueuse de l'environnement. La brique silico-calcaire isole du bruit et n'est pas dangereuse pour la santé.

### Sable

Le sable et le gravier sont issus soit des carrières soit des lacs et rivières. Pour la valorisation du produit, le matériau est acheminé par camion ou tapis roulant à la centrale de production. En passant par le concasseur, le matériau est trié. Le sable doit avoir un teneur élevée en silice (Quartz) et une granulométrie optimale. Dans la plupart des cas, les endroits où les matériaux ont été extraits seront revitalisés.

### Chaux

La chaux est extraite sous forme de pierres calcaires ( $\text{CaCO}_3$ ). Le matériau extrait passe dans un concasseur qui le réduit mécaniquement. Ensuite la chaux est transportée dans les cuves de réaction où elle est cuite à des températures allant jusqu'à 1200 °C. La chaux vive est éteinte et l'hydrate de chaux qui en résulte est entraîné dans le malaxeur secondaire sur une presse.

### Mélange des matières premières

Un mélangeur commandé par ordinateur appelle le sable, la chaux et l'eau selon une recette prédéfinie. Le sable arrive en premier en diverses granulométries et est mélangé avec l'eau et la chaux. Ensuite une réaction chimique s'opère dans le réacteur.

### Extinction de la chaux

Dans le réacteur, la chaux est complètement éteinte. La chaux brûlée se transforme avec le mélange d'eau en hydrate de chaux  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ce qui produit de la chaleur. Par un mélangeur, le mélange chaux-sable arrive sur une presse entièrement automatisée.

### Moulage des briques par compression

La presse travaille en trois temps: remplissage du moule, compactage du produit et évacuation de la brique. Suite à ce processus, la brique a sa forme définitive, mais n'a pas la résistance voulue. Les modules sont transportés par wagon jusqu'aux cuves de durcissement (autoclaves).

### Durcissement des briques

Les briques sont durcies dans de longues cuves cylindriques sous pression. Le durcissement se fait à des températures comprises entre 160 et 220 °C. Un processus chimique est initié sous pression de vapeur. Les briques atteignent la résistance requise après 6 heures environ.

### Contrôle qualité

Les contrôles qualité sont effectués par échantillonnage et portent sur les principales caractéristiques des briques, à savoir la résistance à la pression, les dimensions et la densité apparente. Les briques silico-calcaires doivent répondre à la norme SIA 266 et sont soumises à des contrôles permanents en usine.





# Brique silico-calcaire

## Caractéristiques environnementales

### Le gravier, matière première locale

Pour la production, on veille à ce que les ressources soient éparpillées et l'environnement respecté. Cela signifie que de l'extraction des matières premières sur des sites nationaux à la déconstruction et au recyclage, en passant par la production et les transports, de très bonnes caractéristiques environnementales doivent toujours être observées.

### Production de la chaux

En tant qu'entreprise, le fournisseur de chaux se distingue en réduisant activement les émissions de CO<sub>2</sub> et en optimisant l'efficacité énergétique. Dans les carrières, on récupère du calcaire pur avec une teneur en carbonate de calcium allant jusqu'à 98 %. Avec l'utilisation du gaz naturel, les émissions de CO<sub>2</sub> ont été réduites.

### Production de la brique silico-calcaire

Les usines FBB ont signé un accord d'un modèle énergétique concernant les émissions de CO<sub>2</sub> avec la confédération. Toutes les usines s'engagent à réduire les émissions fossiles et à augmenter l'efficacité énergétique. Cet accord volontaire a été contrôlé au préalable par des experts indépendants. L'accord avec la confédération est une mesure issue de la loi sur l'énergie et le CO<sub>2</sub> et se révèle être un instrument efficace dans la mise en œuvre de la politique énergétique et climatique suisse. Les usines FBB s'impliquent en outre dans le programme du modèle énergétique de l'Agence de l'énergie pour l'économie (AEnEc), pour atteindre des objectifs ambitieux. Avec ces engagements, les usines FBB s'engagent en faveur d'une protection durable du climat.



# Gamme de produits

## **Briques normales**

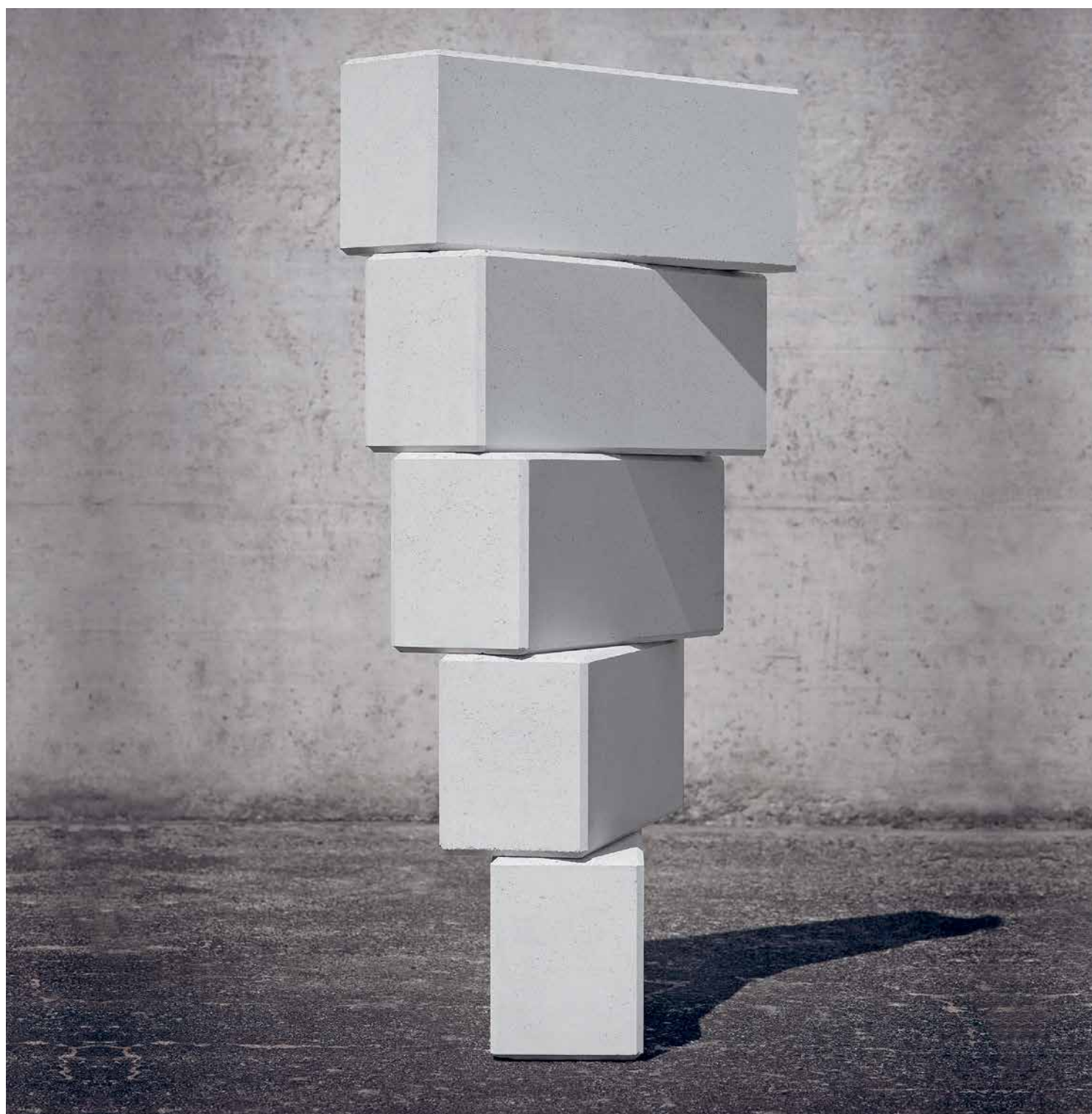
De couleur gris naturel ou teintées

## **Briques spéciales**

Installation, prises, lourdes, pleines, d'angle et d'absorption acoustique

## **Briques grand format**

Duplo, Quattro, Q7, Profila



# Gamme de produits

## Briques normales

### K 10

Désignation	Format (mm)	L	I	h
<b>K 10/19</b>		250	100	190
<b>K 10/14</b>		250	100	140
<b>K 10/6,5</b>		250	100	65



### K 12

Désignation	Format (mm)	L	I	h
<b>K 12/19</b>		250	120	190
<b>K 1/2 12/19</b>		120	120	190
<b>K 12/14</b>		250	120	140
<b>K 1/2 12/14</b>		120	120	140
<b>K 12/9</b>		250	120	90
<b>K 12/6,5</b>		250	120	65



### K 15

Désignation	Format (mm)	L	I	h
<b>K 15/19</b>		250	145	190
<b>K 1/2 15/19</b>		120	145	190
<b>K 15/14</b>		250	145	140
<b>K 1/2 15/14</b>		120	145	140
<b>K 15/9</b>		250	145	90
<b>K 15/6,5</b>		250	145	65



### K 18

Désignation	Format (mm)	L	I	h
<b>K 18/19</b>		250	180	190
<b>K 1/2 18/19</b>		120	180	190
<b>K 18/14</b>		250	180	140
<b>K 1/2 18/14</b>		120	180	140
<b>K 18/9</b>		250	180	90
<b>K 18/6,5</b>		250	180	65



### K 20

Désignation	Format (mm)	L	I	h
<b>K 20/19</b>		250	200	190
<b>K 1/2 20/19</b>		120	200	190
<b>K 20/14</b>		250	200	140
<b>K 1/2 20/14</b>		120	200	140
<b>K 20/9</b>		250	200	90
<b>K 20/6,5</b>		250	200	65





# Gamme de produits

## Briques spéciales

### Installation

Désignation	Format (mm)	L	l	h
<b>K 12/19</b>		250	120	190
<b>K 12/14</b>		250	120	140
<b>K 15/19</b>		250	145	190
<b>K 15/14</b>		250	145	140
<b>K 18/19</b>		250	180	190
<b>K 18/14</b>		250	180	140



### Prises

Désignation	Format (mm)	L	l	h
<b>K 12/19</b>		250	120	190
<b>K 12/14</b>		250	120	140
<b>K 15/19</b>		250	145	190
<b>K 15/14</b>		250	145	140
<b>K 18/19</b>		250	180	190
<b>K 18/14</b>		250	180	140



### Lourdes

Désignation	Format (mm)	L	l	h
<b>K 15/14</b>		250	145	140
<b>K 18/14</b>		250	180	140
<b>K 20/14</b>		250	200	140



### Pleines

Désignation	Format (mm)	L	l	h
<b>K 12/14</b>		250	120	140
<b>K 15/14</b>		250	145	140
<b>K 18/14</b>		250	180	140

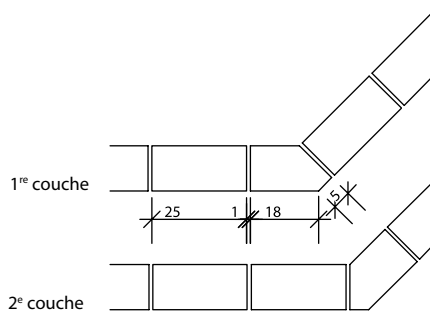


# Gamme de produits

## Briques spéciales

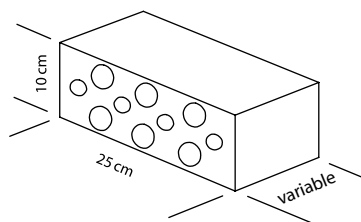
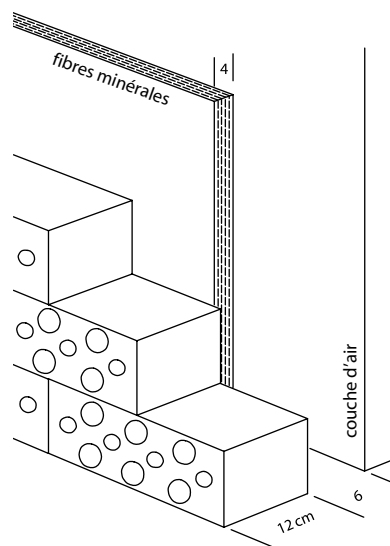
### Brique d'angle 45°

Désignation	Format (mm)	L	l	h
<b>K 12/14</b>		180	120	140



### Brique d'absorption acoustique

Désignation	Format (mm)	L	l	h
<b>K 10</b>		250	variable	100





# Gamme de produits

## Briques grand format

### Duplo

Désignation	Format (mm)	L	I	h
<b>Duplo 12</b>		508	120	190
<b>Duplo 1/2 12</b>		254	120	190
<b>Duplo 12 E</b>		508	120	190
<b>Duplo 15</b>		508	145	190
<b>Duplo 1/2 15</b>		254	145	190
<b>Duplo 15 E</b>		508	145	190
<b>Duplo 18</b>		508	180	190
<b>Duplo 1/2 18</b>		254	180	190
<b>Duplo 18 E</b>		508	180	190

E = Brique de tête



### Quattro

Désignation	Format (mm)	L	I	h
<b>Quattro 12</b>		508	120	280
<b>Quattro 1/2 12</b>		254	120	280
<b>Quattro 12 E</b>		508	120	280
<b>Quattro 15</b>		508	145	280
<b>Quattro 1/2 15</b>		254	145	280
<b>Quattro 15 E</b>		508	145	280
<b>Quattro 18</b>		508	180	280
<b>Quattro 1/2 18</b>		254	180	280
<b>Quattro 18 E</b>		508	180	280
<b>Quattro 20</b>		508	200	280
<b>Quattro 1/2 20</b>		254	200	280
<b>Quattro 20 E</b>		508	200	280

E= Brique de tête



### Q 7

Désignation	Format (mm)	L	I	h
<b>Q 7</b>		508	68	280



### Profila

Désignation	Format (mm)	L	I	h
<b>Profila 15</b>		508	145	190
<b>Profila 1/2 15</b>		254	145	190
<b>Profila 15 E</b>		508	145	190

E= Brique de tête

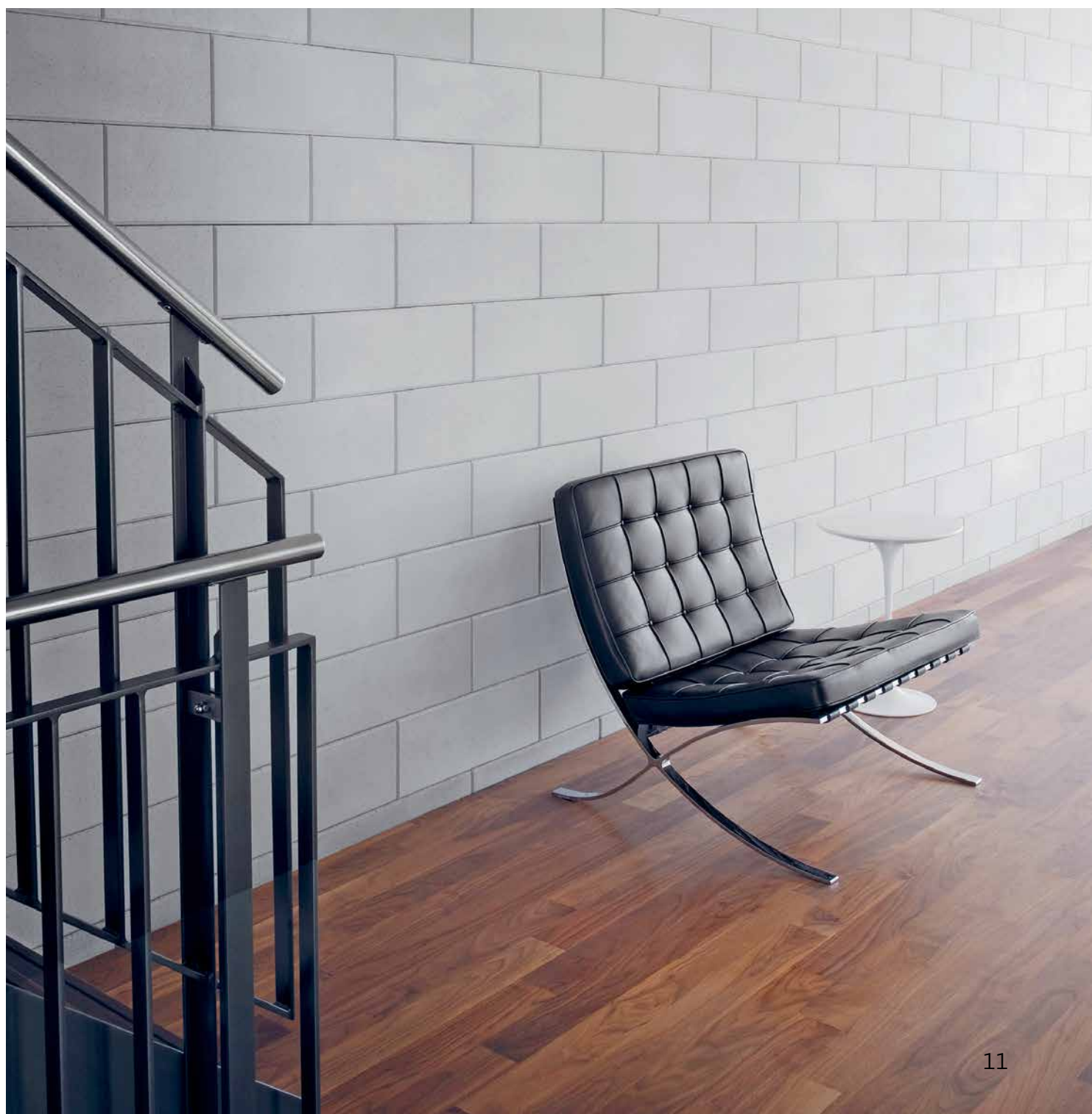


# Caractéristiques

**Exigences de qualité**

**Indice d'affaiblissement acoustique  
du bruit aérien**

**Aperçu des caractéristiques**



# Caractéristiques

## Exigences de qualité selon la norme SIA 266:2015 (SN 505 266)

La norme concerne la planification, l'exécution et le contrôle des maçonneries. Pour la planification et l'exécution de maçonneries en briques silico-calcaires, nous nous référons aux données ci-dessous.

Résistance à la compression $f_{yk}$	7,0 N/mm <sup>2</sup>
Résistance à la traction par flexion $f_{xk}$	0,15 N/mm <sup>2</sup>
Résistance de la brique $f_{bk}$	22,0 N/mm <sup>2</sup>
Masse volumique $\rho$	1600–2000 kg/m <sup>3</sup>
Absorption d'eau par capillarité	> 5 g/dm <sup>2</sup> min.
Module d'élasticité $E_{xd}$	3,5 kN/mm <sup>2</sup>
Rétraction $\epsilon_s$	0,2 ‰
Coefficient de fluage final $\varphi$	1,5
Coefficient de dilatation thermique $\alpha_T$	9 [10 <sup>-6</sup> /K]
Coefficient de conductibilité thermique $\lambda$	0,9–1,1 W/mK
Résistance au gel très élevée en raison d'un faible pouvoir absorbant	

## Tolérances dimensionnelles pour maçonnerie

Unité de mesure	Distance de mesure [m]	Valeurs de tolérance [mm]		
		Maçonnerie apparente	Maçonnerie standard	Autres Maçonnerie
<b>Écarts par rapport à la verticale</b>	2	6	8	12
	4	8	12	16
<b>Écarts des joints d'assise par rapport à l'horizontale</b>	4	±8	±12	±12
<b>Planéité de la surface <sup>1)</sup></b>	1	4	4	6
	2	6	6	8
	4	8	8	12
<b>Écarts de longueur et de hauteur par rapport aux dimensions théoriques</b>	4	±12	±16	±16
	10	±16	±20	±20

<sup>1)</sup> La planéité doit être contrôlée à l'aide d'une règle à la verticale et à l'horizontale. Pour les surfaces bombées vers l'intérieur, on mesure l'écart maximum par rapport à la règle. Pour les surfaces bombées vers l'extérieur, l'écart maximum en bout de règle doit avoir env. la même valeur. La valeur indiquée est prise comme moyenne des deux écarts.

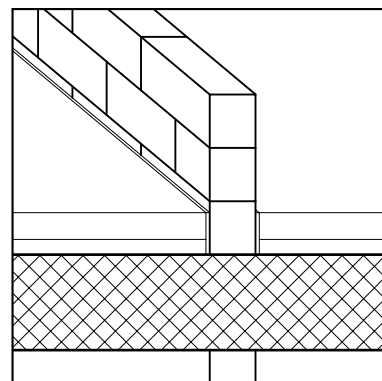


# Caractéristiques

## Indice d'affaiblissement acoustique du bruit aérien

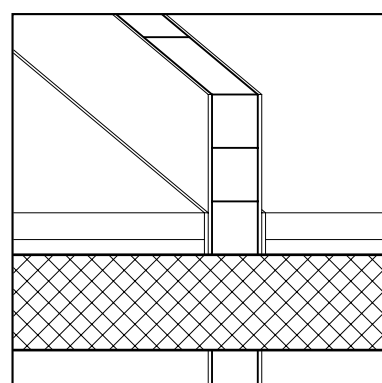
### Mur simple sans crépi

Épaisseur du mur	mm	120	150	180	200	250
<b>Brique normale</b>	dB	46	48	50	52	54
<b>Brique lourde</b>	dB		50	53	54	



### Mur simple avec crépi sur deux côtés

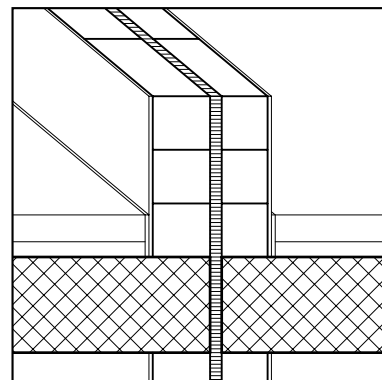
Épaisseur du mur	mm	120	150	180	200	250
<b>Brique normale</b>	dB	49	51	53	54	56
<b>Brique lourde</b>	dB		52	55	56	



### Mur double avec crépi sur deux côtés

Les constructions à double paroi sont utilisées lorsque des exigences très élevées sur l'insonorisation sont requises, p. ex. pour les parois de séparation d'appartements ou du bâtiment, les parois contre sections de bâtiment bruyantes, etc.

Épaisseur du mur	Paroi 1	120 mm	150 mm	180 mm	200 mm
<b>Paroi 2</b>	<b>Indice d'affaiblissement acoustique</b>				
120 mm	<b>dB</b>	60	61	62	63
150 mm	<b>dB</b>	61	62	63	64
180 mm	<b>dB</b>	62	63	64	65
200 mm	<b>dB</b>	63	64	65	66



### Panneau d'insonorisation 30 mm (fibres minérales)

Les deux parois doivent être complètement séparées l'une de l'autre par un panneau souple en fibres minérales.

# Caractéristiques

## Aperçu des caractéristiques

### Mur simple en briques silico-calcaires

Épaisseur du mur brut	mm	100	120	150	180	200	250 <sup>1)</sup>
Désignation du type de brique		<b>K 10</b>	<b>K 12</b>	<b>K 15</b>	<b>K 18</b>	<b>K 20</b>	<b>K 12</b>
Format L/l/h	mm	250/100/140	250/120/140	250/145/140	250/180/140	250/200/140	250/120/140
Besoin en briques	pces./m <sup>2</sup>	26	26	26	26	26	53
Besoin en mortier	l/m <sup>2</sup>	20	24	29	36	40	63

### Masse surfacique

brut	kg/m <sup>2</sup>	186	220	260	326	364	463
crépi (2 x 1 cm)	kg/m <sup>2</sup>	226	260	300	366	404	503

### Indice d'affaiblissement acoustique R'<sub>w</sub>

brut	dB	44	46	48	50	52	54
crépi (2 x 1 cm)	dB	47	49	51	53	54	56

### Résistance au feu, mur porteur, cloisonnant

brut	REI	60	90	120	120	180	240
crépi (2 x 1 cm)	REI	60	120	120	180	180	240

1) Maçonnerie, panneresse, boutisse avec K 12

### Murs simple en briques silico-calcaires avec briques lourdes

Épaisseur mur brut	mm	150	180	200
Désignation du type de brique		<b>K 15 lourde</b>	<b>K 18 lourde</b>	<b>K 20 lourde</b>
Format L/l/h	mm	250/145/140	250/180/140	250/200/140
Besoin en briques	pces./m <sup>2</sup>	26	26	26
Besoin en mortier	l/m <sup>2</sup>	29	36	40

### Masse surfacique

brut	kg/m <sup>2</sup>	300	395	418
crépi (2 x 1 cm)	kg/m <sup>2</sup>	340	435	458

### Indice d'affaiblissement acoustique R'<sub>w</sub>

brut	dB	50	53	54
crépi (2 x 1 cm)	dB	52	55	56

### Unités de charge écologique

Valeurs d'usine par kilo de briques silico-calcaires fabriquées

Énergie primaire non renouvelable	MJ/kg	0,967
Énergie primaire totale	MJ/kg	1,080
Émission de gaz à effet de serre	kg/CO <sub>2</sub> -eq/kg	0,099
Unités de charge écologique (UCE)	kg	74,69

# Statique des parois

## Statique

Mesures selon la norme SIA 266:2015



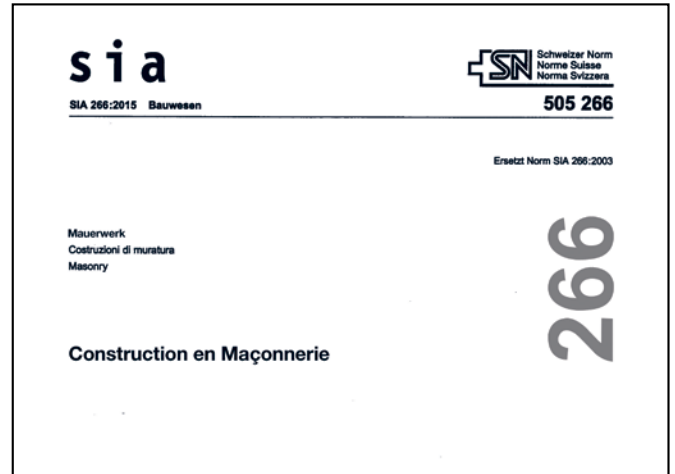


# Statique des parois

## Statique des parois

La norme SIA 266 [2015] «Maçonnerie» fait foi pour dimensionner des maçonneries et notamment des systèmes de liaison mur/dalle. Les diagrammes et formules ci-après visent à faciliter l'appréciation de la sécurité structurale et de l'aptitude au service dans les situations statiques survenant fréquemment.

**Il incombe dans tous les cas à l'ingénieur d'interpréter ces aides de calcul en rapport avec le problème statique concerné dans le cadre des normes déterminantes et des principes spécifiques de la discipline.**

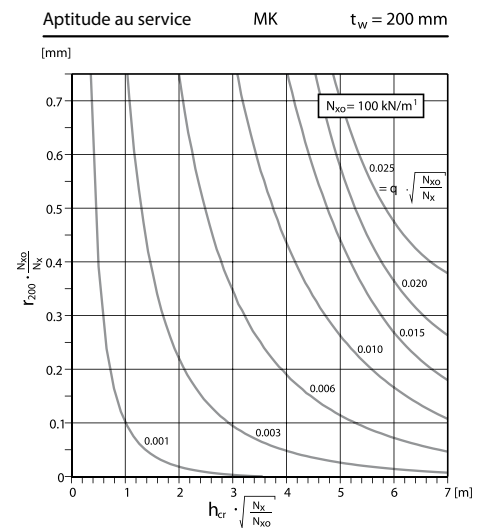
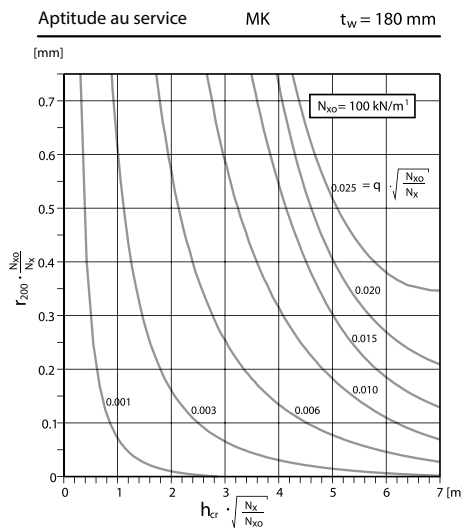
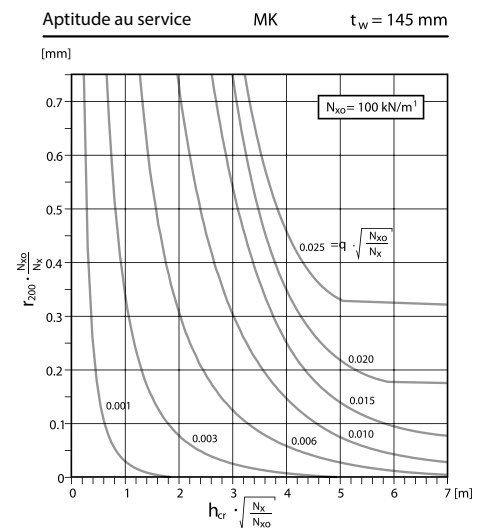
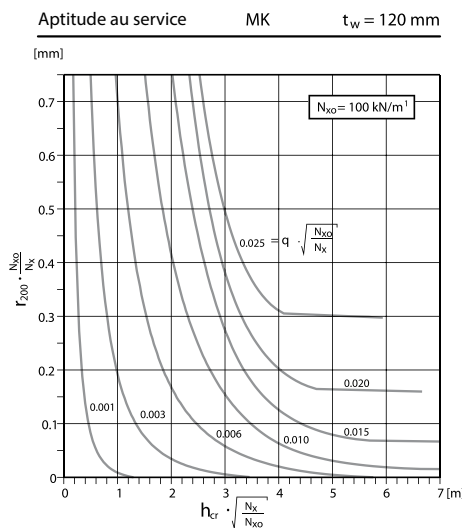


## Principe d'utilisation des diagrammes et formules

La vérification de la sécurité structurale et de l'aptitude au service correspond exactement à la procédure stipulée par la norme.

### Dalles partiellement encastrées

Pour les systèmes de parois extérieures, il convient d'observer l'article 4.3.1.3 de la norme SIA 266. La hauteur de la paroi  $h_w$  est admise comme étant équivalente à la hauteur du niveau et la profondeur d'encastrement de la dalle doit être prise en considération lors du dimensionnement [article 4.3.1.3 relatif à la contrainte à la compression s'exerçant dans la zone d'appui de la dalle].



Calcul avec diagrammes dans le présent cahier

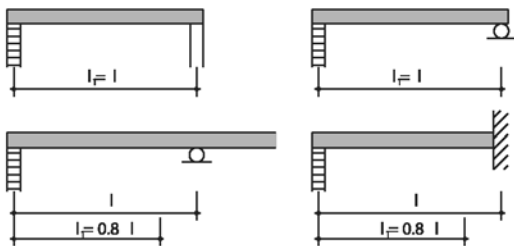
# Statique des parois

## Termes et abréviations

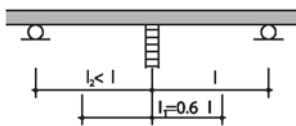
Autant que possible, nous utilisons les termes et abréviations de la norme SIA 266:

- $t_w$**  Epaisseur du mur [mm]
- $e_z$**  Excentricité de  $N_x$  ou de  $N_{xd}$  appliquée dans le sens perpendiculaire au plan du mur
- $h_w$**  Hauteur du mur aux centres des dalles attenantes [m]
- $h_{cr}$**  Longueur de flambage du mur [m]
- $h_o$**  Hauteur de couche
- $t_d$**  Epaisseur de la dalle [m]
- $l_1$**  Portée relative de la dalle [m]

Murs extérieurs:

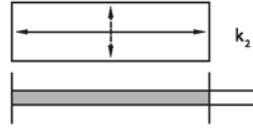


Murs de refend:



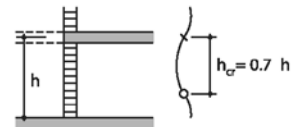
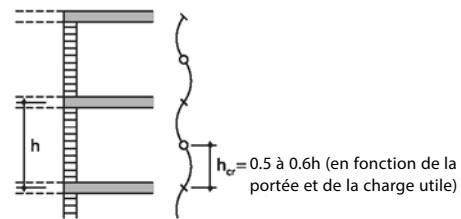
- $l_w$**  Longueur du mur [m]
- $g$**  Poids propre de la dalle [kN/m<sup>2</sup>] (y compris la chape, etc.)
- $q$**  Charge utile [kN/m<sup>2</sup>]
- $\gamma_G$**  Facteur partiel applicable au poids propre, en général 1,35 pour la sécurité structurale (1,0 pour l'aptitude au service)
- $\gamma_Q$**  Facteur partiel applicable au poids utile, en général 1,5 pour la sécurité structurale (1,0 pour l'aptitude au service)
- $E'_c$**  Module d'élasticité du béton, valeur à long terme tenant compte des effets du fluage en général  $12 \cdot 10^6$  kN/m<sup>2</sup>
- $E'_{cd}$**  Valeur de dimensionnement du module d'élasticité, en général  $10 \cdot 10^6$  kN/m<sup>2</sup>
- $k_1$**  Facteur tenant compte de la fissuration de la dalle: non fissurée  $k_1 = 1$ , fissurée  $k_1 = 2$

- $k_2$**  Part de transmission des charges de la dalle dans la direction concernée [charge totale = 1.0]

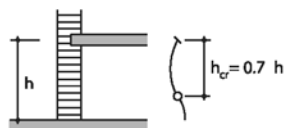
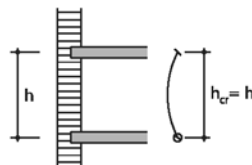


- $h_{cr}$**  Pour les cas choisis:

Pour les dalles complètement encastées:



Pour les dalles partiellement encastées:



- $k_N$**  Coefficient destiné à évaluer la résistance ultime
- $r$**  Ouverture calculée d'une fissure [mm]
- $N_x$**  Effort normal par mètre courant de mur [kN/m<sup>2</sup>] (compression = positif)
- $N_{xo}$**  Grandeur de référence [kN/m<sup>2</sup>]
- $N_{xd}$**  Valeur de dimensionnement de l'effort normal [kN/m<sup>2</sup>]
- $f_{xd}$**  Valeur de dimensionnement de la résistance à la compression de la maçonnerie
- $f_{xk}$**  Valeur caractéristique de la résistance à la compression de la maçonnerie
- $E_{xd}$**  Valeur de dimensionnement du module d'élasticité de la maçonnerie
- $\vartheta$**  Angle de rotation de l'appui de la dalle [rad]
- $\vartheta_d$**  Valeur de dimensionnement de l'angle de rotation de l'appui [rad]

# Statique des parois

## Excentricité prédéfinie de la paroi

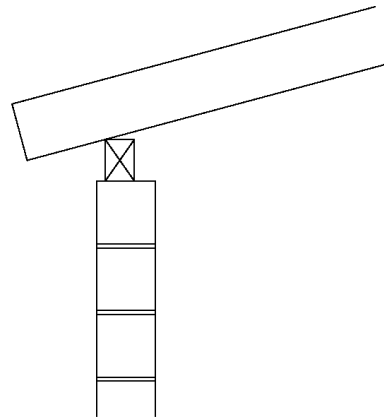
### Dimensionnement et vérification à l'aide de diagrammes

La vérification est effectuée selon la théorie du second ordre, conformément à l'article 4.3.1 de la norme SIA 266.

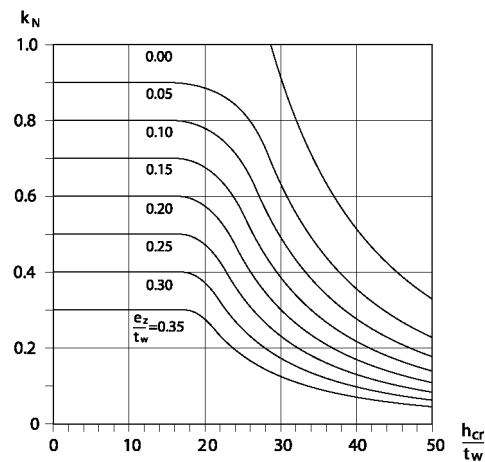
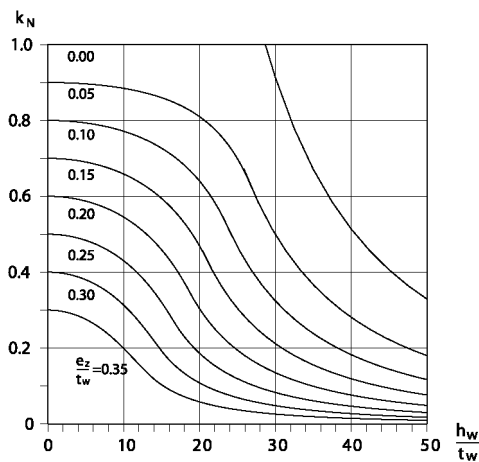
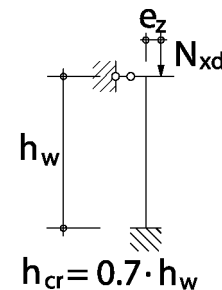
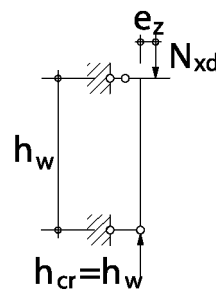
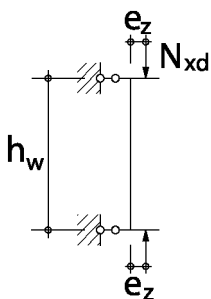
### Sécurité structurale

La sécurité structurale est démontrée lorsque la condition suivante est remplie:

$$N_{xd} \leq k_N \cdot I_w \cdot t_w \cdot f_{xd}$$



Le facteur  $k_N$  peut être déterminé à l'aide des diagrammes suivants:



### Aptitude au service

On peut considérer que l'aptitude au service est garantie lorsque la condition suivante est remplie:

$$\frac{e_z}{t_w} \leq \frac{1}{6}$$





# Statique des parois

## Torsion forcée d'un mur

### Dimensionnement et vérification à l'aide de diagrammes

La vérification est effectuée selon la théorie du second ordre, conformément à l'article 4.3.1 de la norme SIA 266.

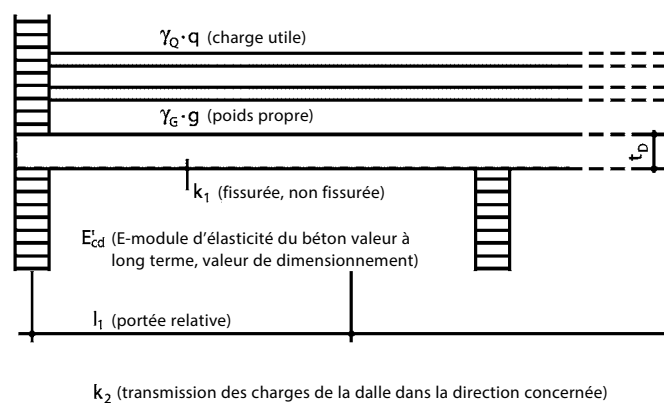
### Sécurité structurale

L'évaluation se fait à l'aide de la valeur de dimensionnement  $\vartheta_d$  [angle de rotation de l'appui de la dalle simple] selon la formule suivante:

$$\vartheta_d = \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot [\gamma_G \cdot g + \gamma_Q \cdot q] \cdot l_1^3}{2 \cdot E'_{cd} \cdot t_D^3} \quad [\text{rad}]$$

**La charge  $N_{xd}$  résulte du diagramme en fonction de la longueur du flambage  $h_{cr}$  de la paroi. Il est possible d'interpoler entre les différentes courbes.**

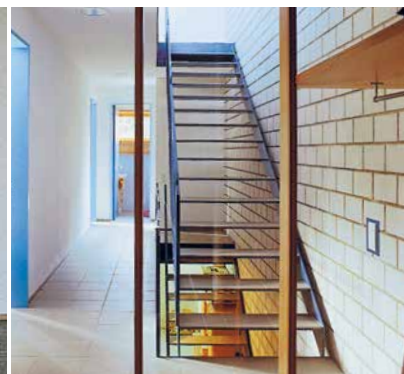
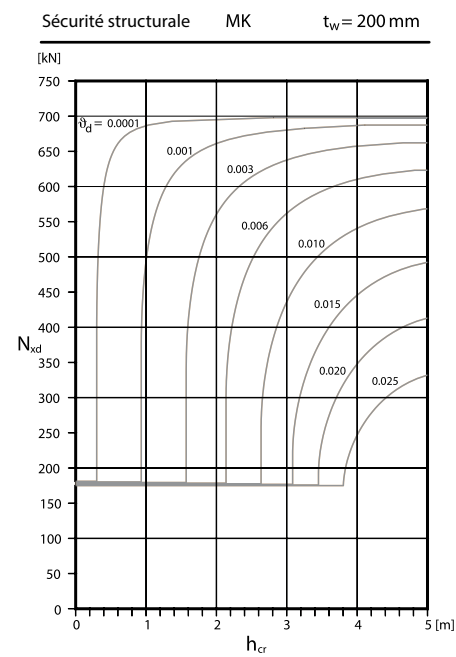
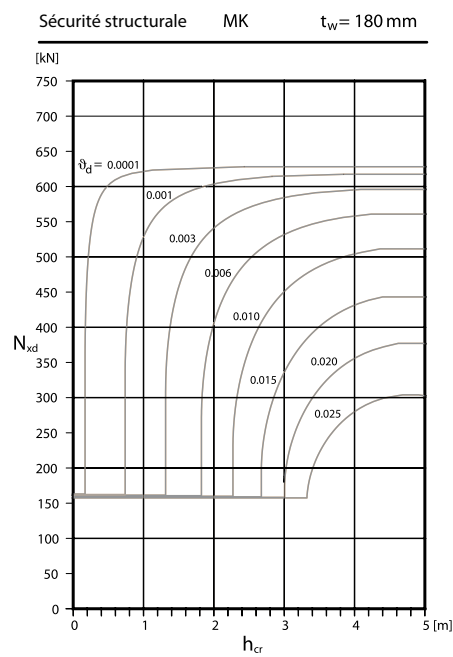
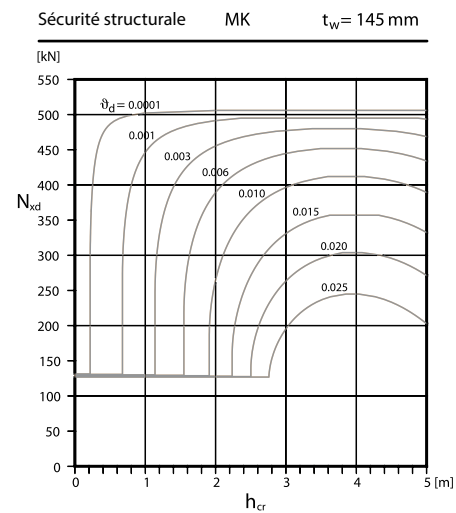
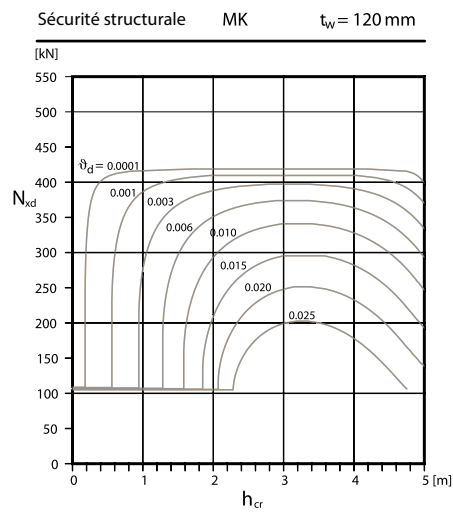
La valeur caractéristique pour la détermination de  $\vartheta_d$  doit être déduite du calcul statique de la dalle de plancher correspondante comme suit:



# Statique des parois

## Sécurité structurale. Maçonnerie standard mur simple MK

$f_{xd} = 3,5 \text{ N/mm}^2$   
 $E_{xd} = 3,5 \text{ kN/mm}^2$



# Statique des parois

## Aptitude au service

L'évaluation se fait à l'aide de l'angle de rotation de l'appui de la dalle simple  $\vartheta$  selon la formule suivante:

$$\vartheta = \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot (g+q) \cdot l_1^3}{2 \cdot E'_c \cdot t_D^3} \text{ [rad]}$$

L'ouverture calculée d'une fissure résulte du diagramme en fonction de la longueur de flambage  $h_{cr}$  de la paroi.

Pour utiliser les diagrammes, il faut convertir ces valeurs:

Ordonnée:  $r_{200} \cdot \frac{N_{x0}}{N_x}$  avec:

$N_{x0}$ : Valeur de référence selon diagramme (valeur de référence sans signification physique pour l'optimisation des champs d'application des diagrammes)

$r_{200}$ : Largeur de fissure pour une hauteur de couche de 200 mm

En règle générale:  $r = \frac{h_0}{200} r_{200}$

$r_0$ : Hauteur d'une brique plus un joint = hauteur de couche (la largeur de fissure est influencée en appliquant une valeur  $h_0=200$  mm)

Abscisse:  $h_{cr} \cdot \sqrt{\frac{N_x}{N_{x0}}}$

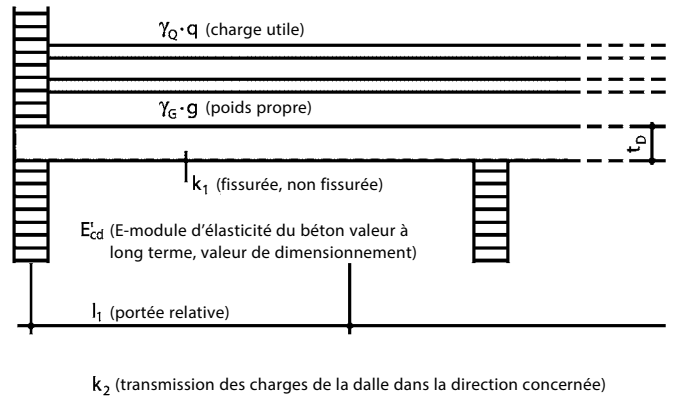
Paramètre de la courbe:  $\vartheta \cdot \sqrt{\frac{N_{x0}}{N_x}}$

### Exigences selon SIA 266

Exigences normales:  $r \leq 0,20$  mm

Exigences élevées:  $r \leq 0,05$  mm

Les valeurs caractéristiques pour la détermination de  $\vartheta$  doivent être déduites du calcul statique de la dalle de plancher correspondante comme suit:

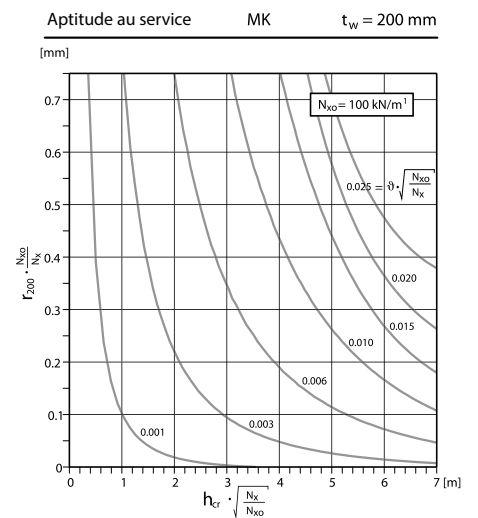
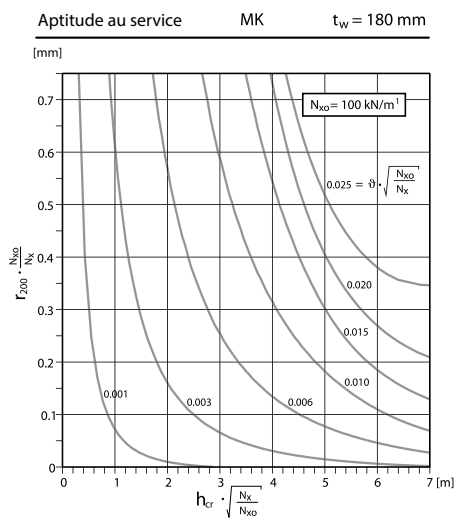
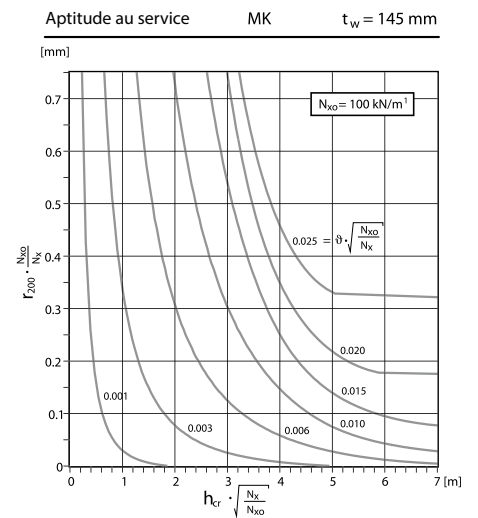
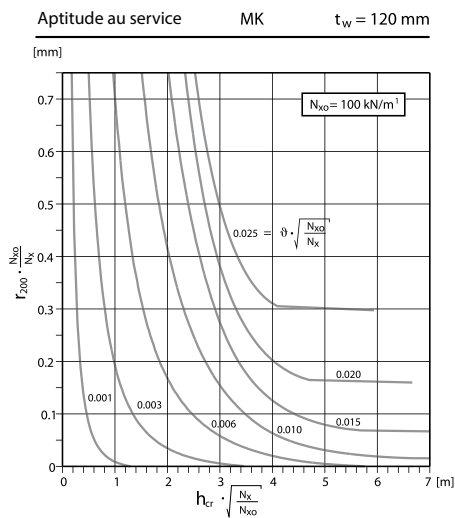




# Statique des parois

## Aptitude au service. Maçonnerie standard mur simple MK

$f_{xk} = 7,0 \text{ N/mm}^2$   
 $E_{xk} = 7,0 \text{ kN/mm}^2$



# Statique des parois

## Exemple 1

Face intérieure d'une paroi extérieure dans une maçonnerie à mur double d'un bâtiment à plusieurs étages.

### ■ Hauteur relative de la paroi $h_{cr}$ , hypothèses:

dans les étages intermédiaires  $h_{cr} = 0,5 \cdot 2,9 = 1,45$  m  
 dans l'étage inférieur  $h_{cr} = 0,7 \cdot 2,9 = 2,03$  m

### ■ Transmission des charges de la dalle:

Dans la direction décisive, déterminée par exemple avec les descentes de charges. Hypothèse:  $k_2 = 0,70$

### ■ Charges:

Dalle en béton armé et chape:  $g = 7,5$  kN/m<sup>2</sup>  
 Charge utile:  $q = 4,0$  kN/m<sup>2</sup>

### Pour la vérification de la sécurité structurale

■ Effort normal par étage [avec  $\gamma_G = 1,35$ ,  $\gamma_Q = 1,5$ ]:

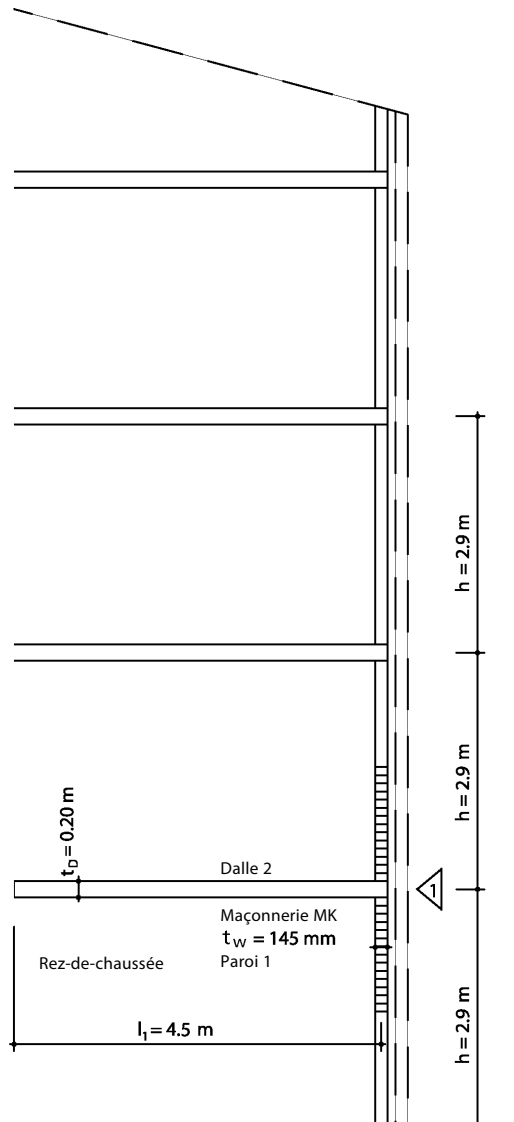
$$\text{de la dalle: } 7,5 \cdot 1,35 \cdot \frac{4,5}{2} \cdot 0,7 = 15,9$$

$$4,0 \cdot 1,50 \cdot \frac{4,5}{2} \cdot 0,7 = 9,5$$

$$\text{de la paroi: } 2,1 \cdot 1,35 \cdot 2,7 = 7,7$$

$$N_{xd} = 33,1 \text{ kN/m}^1$$

[La réduction pour les étages supérieurs n'est pas prise en compte.]



### Vérification de la sécurité structurale

Avec 4 étages [plus combles] dans l'étage inférieur, paroi 1:

$$N_{xd} = 4 \cdot 33,1 = 132,4 \text{ kN/m}^1$$

$$h_{cr} = 2,03 \text{ m}$$

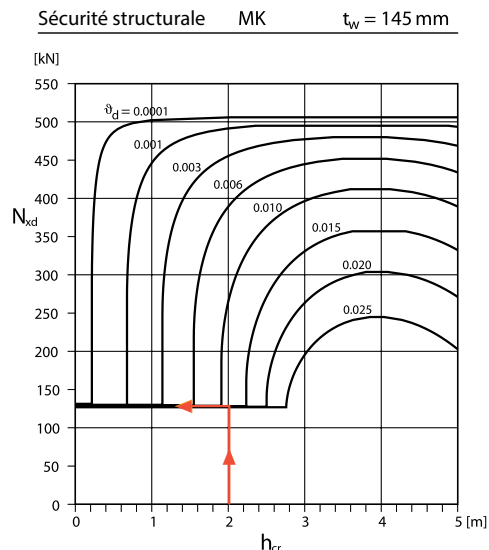
$$\vartheta_{d1} = \frac{2 \cdot 0,7 \cdot [1,35 \cdot 7,5 + 1,5 \cdot 4,0] \cdot 4,5^3}{2 \cdot 10 \cdot 10^6 \cdot 0,2^3} = 0,013 \text{ rad}$$

Vérification avec 4 étages:

Diagramme MK  $t_w = 145$  mm:

$$N_{xd} \cong 135 \text{ kN/m}^1 > 132,4 \text{ kN/m}^1 = N_{xd} \text{ antérieur}$$

**Sécurité structurale prouvée!**



# Statique des parois

## Vérification de l'aptitude au service

Vérification de l'ouverture calculée d'une fissure, bien qu'en règle générale, celle-ci ne pose aucun problème au niveau de la paroi intérieure d'une maçonnerie à mur double.

Exemple de la dalle inférieure avec 4 étages:

### Charges de service par étage:

$$\text{de la dalle: } 7,5 \cdot \frac{4,5}{2} \cdot 0,7 = 11,8$$

$$\text{avec } q_{\text{ser, long}} = 2,0 \text{ kN/m}^2$$

$$2,0 \cdot \frac{4,5}{2} \cdot 0,7 = 3,2$$

$$\text{de la paroi: } 2,0 \cdot 2,7 = 5,4$$

$$N_x = 20,7 \text{ kN/m}^1$$

$$\vartheta_d = \frac{2 \cdot 0,7 \cdot [7,5 + 2,0] \cdot 4,5^3}{2 \cdot 12 \cdot 10^6 \cdot 0,2^3} = 0,0063 \text{ rad}$$

### Vérification au à l'étage inférieur, paroi 1

$$h_{\text{cr}} = 4 \cdot 20,7 = 82,8 \text{ kN/m}^1$$

Diagramme MK,  $t_w = 145 \text{ mm}$

$$h_{\text{cr}} \cdot \sqrt{\frac{N_x}{N_{x0}}} = 2,03 \cdot \sqrt{\frac{82,8}{100}} = 1,84 \text{ m}$$

$$\vartheta \cdot \sqrt{\frac{N_{x0}}{N_x}} = 0,0063 \cdot \sqrt{\frac{100}{82,8}} = 0,0069 \text{ rad}$$

Largeur de fissure:

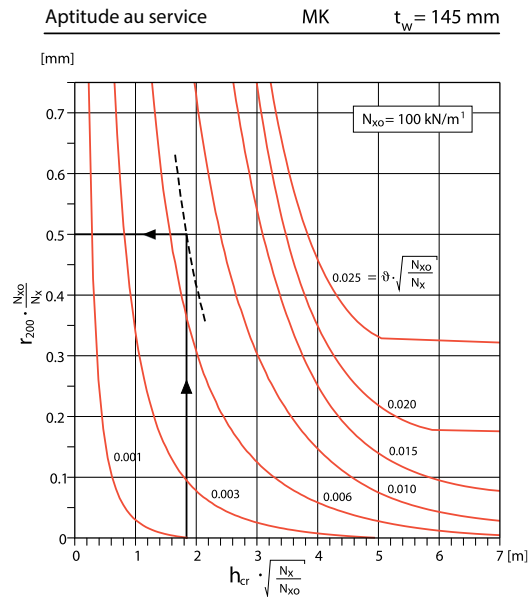
$$r_{200} \cdot \frac{N_{x0}}{N_x} \cong 0,5 \text{ mm} \quad r_{200} \cong 0,5 \cdot \frac{82,8}{100} = 0,4 \text{ mm}$$

pour une hauteur de couche de 150 mm:

$$r_{\text{eff}} = \frac{150}{200} \cdot r_{200} = 0,3 \text{ mm}$$

### Evaluation:

Dans le cas d'une maçonnerie à double paroi, une fissure sur la face extérieure de la paroi portante est sans risque. En présence d'efforts normaux pas trop élevés, la fissure intérieure apparaît à la jonction dalle-paroi, au niveau de la chape.



# Statique des parois

## Exemple 2

Mur de refend hautement sollicité à l'étage inférieur avec des portées de dalle différentes.

■ **Hauteur relative de la paroi  $h_{cr}$ :**

$$h_{cr} = 0,7 \cdot 2,7 = 1,89 \text{ m}$$

■ **Portée relative déterminante de la dalle:**

$$l_1 = 0,6 \cdot 5,0 = 3,00 \text{ m}$$

■ **Transmission des charges de la dalle, hypothèse:**

$$k_2 = 0,80$$

■ **Charges:**

Paroi des étages supérieurs:  $N'_{xd} = 300 \text{ kN/m}^1$

Dalle en béton armé:  $g = 7,5 \text{ kN/m}^2$

Charge utile:  $q = 4,0 \text{ kN/m}^2$

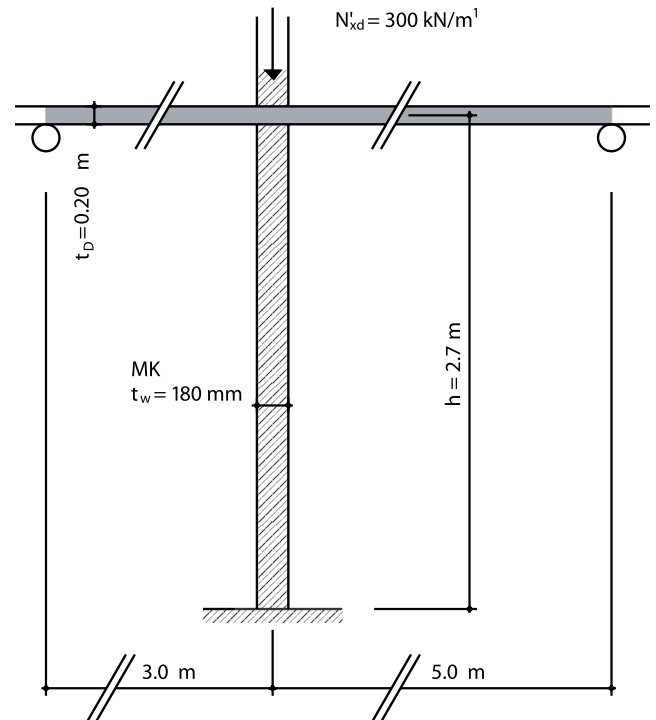
■ **Effort normal sur la paroi (avec  $\gamma_G = 1,35$ ,  $\gamma_Q = 1,5$ ):**

Des étages supérieurs:  $300,0 \text{ kN/m}^1$

De la dalle:  $7,5 \cdot 1,35 \cdot \frac{5,0 + 3,0}{2} \cdot 0,8 = 32,4 \text{ kN/m}^1$

$$4,0 \cdot 1,5 \cdot \frac{5,0 + 3,0}{2} \cdot 0,8 = 19,2 \text{ kN/m}^1$$

$$N_{xd} = 351,6 \text{ kN/m}^1$$



Un mur de maçonnerie compte comme encasturé lorsque les éléments porteurs qui s'appuient ne peuvent se tordre.

### Vérification de la sécurité structurale

$$\vartheta_d = \frac{2 \cdot 0,8 \cdot [1,35 \cdot 7,5 + 1,5 \cdot 4,0] \cdot 3,0^3}{2 \cdot 10^6 \cdot 0,2^3} = 0,0044 \text{ rad}$$

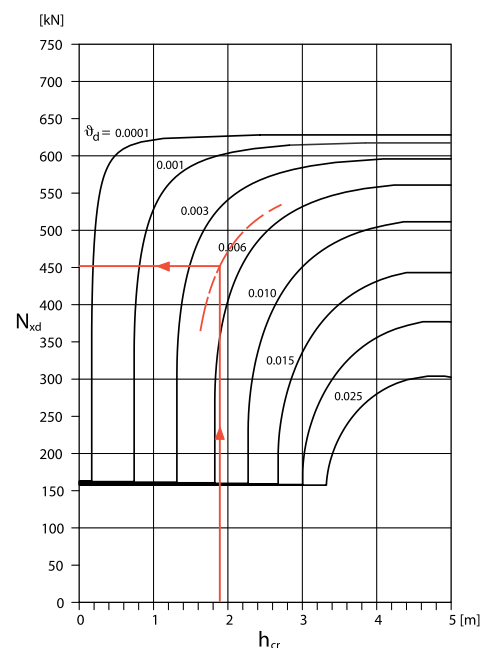
Vérification:

Avec diagramme MK  $t_w = 180 \text{ mm}$ :

$$N_{xd} = 450 \text{ kN/m}^1 > 351,6 \text{ kN/m}^1 = N_{xd \text{ antérieur}}$$

**Sécurité structurale prouvée!**

Sécurité structurale MK  $t_w = 180 \text{ mm}$





# Statique des parois

## Maçonnerie armée

### Calcul statique

Le calcul est effectué d'après la norme SIA 260 «Bases pour l'élaboration des projets de structures porteuses», la norme SIA 261 «Actions sur les structures porteuses» et la norme SIA 266 «Maçonnerie» en s'appuyant sur la norme SIA 262 «Construction en béton».

### Dimensionnement en flexion

Pour le calcul de la résistance à la flexion de la maçonnerie, les valeurs caractéristiques suivantes sont déterminantes:

- Valeur de dimensionnement de la résistance à la compression de la maçonnerie  $f_{xd}$  perpendiculairement aux joints d'assise
- Valeur de dimensionnement de la résistance à la compression de la maçonnerie  $f_{yd}$  parallèlement aux joints d'assise
- Valeur de dimensionnement de la limite d'élasticité de l'acier

$$f_{sd} = \frac{f_{sk}}{\gamma_s}$$

Coefficients de résistance:

Maçonnerie  $\gamma_M = 2,0$

Acier  $\gamma_s = 1,15$

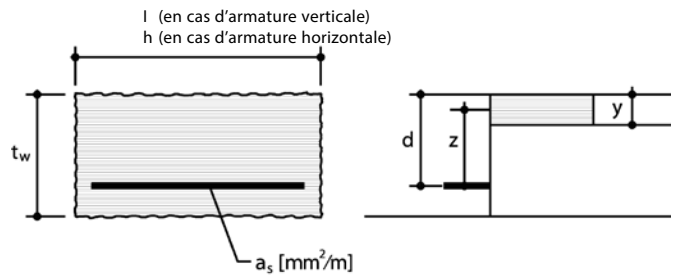
Par ailleurs, les restrictions suivantes sont à observer:

- Hauteur statique de la section de maçonnerie armée. La valeur théorique est réduite de 10 mm pour prendre en compte la tolérance de construction en cas de fixation axiale des éléments d'armature dans leurs trous d'insertion avec du mortier.
- La zone de pression de la section de la maçonnerie est limitée à  $\frac{1}{4}$  de l'épaisseur de la maçonnerie pour prendre en compte la capacité de déformation du matériau [ligne continue dans les diagrammes].

### Schéma du dimensionnement

conformément à la norme SIA 262 [2003]

Sécurité structurale



Désignations:

$t_w$  épaisseur du mur [mm]

$d$  hauteur statique de la section [mm]

$d_d$  hauteur statique réduite [ $d_d = d - 10$  mm]

$z$  bras de levier des forces internes [mm]

$y$  zone de pression de la maçonnerie [mm]

Orientation de l'armature	verticale	horizontale
<b>Force s'exerçant sur la zone de pression</b>	$D = y \cdot l \cdot f_{xd}$	$D = y \cdot h \cdot f_{yd}$
<b>Force s'exerçant sur l'armature</b>	$Z = l \cdot a_s \cdot f_{sd}$	$Z = h \cdot a_s \cdot f_{sd}$
<b>Z = D</b>	$y = \frac{Z}{l \cdot f_{xd}}$	$y = \frac{Z}{h \cdot f_{yd}}$
	$z = d_d - \frac{y}{2}$	
	$M_d = z \cdot D = z \cdot Z$	

### Diagrammes avec les résistances à la flexion de la maçonnerie

Les résistances de dimensionnement de la maçonnerie sont indiquées dans les diagrammes en fonction de l'armature. Conformément à l'article 4.3.1.3 de la norme SIA 266, les joints verticaux doivent être complètement remplis avec du mortier pour activer  $f_{yd}$ .

Dimensionnement en flexion avec un effort normal: le dimensionnement s'effectue comme pour les éléments de construction en béton armé, conformément aux normes SIA 262 et SIA 266.

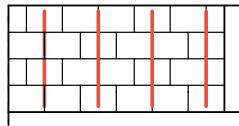
# Statique des parois

## Maçonnerie à armatures verticales

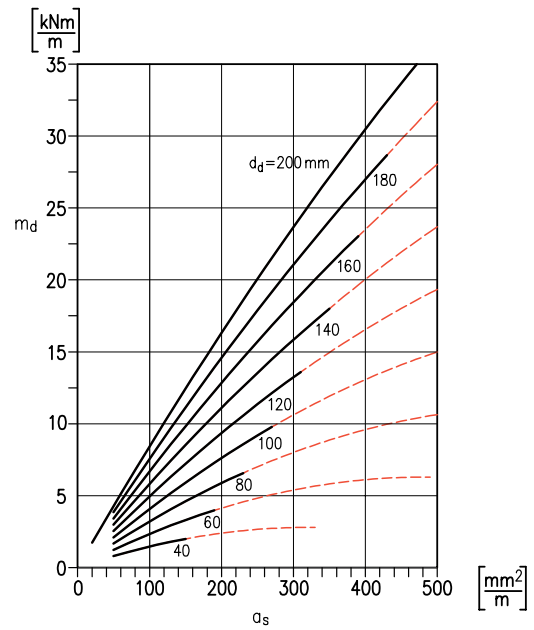
### Armatures standard mur simple MK

$$f_{xd} = 3,5 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sd} = 435 \text{ N/mm}^2$$



### Sécurité structurale MK verticale

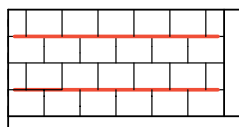


## Maçonnerie à armatures horizontales

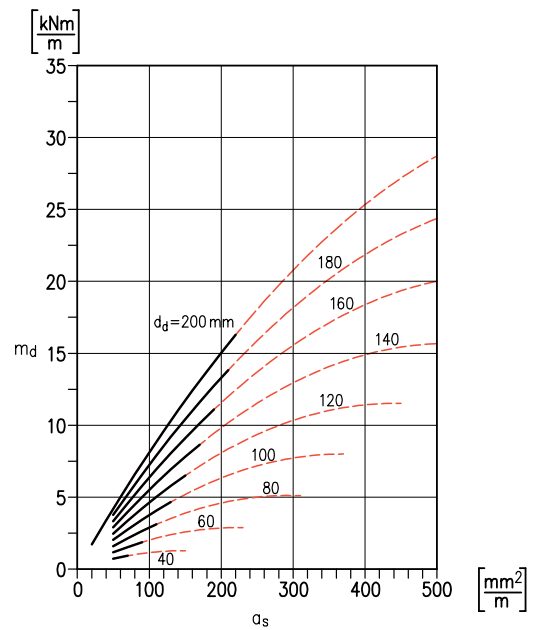
### Armatures standard mur simple MK

$$f_{yd} = 1,6 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sd} = 435 \text{ kN/mm}^2$$



### Sécurité structurale MK horizontale



- $d_d < d_d/4$  [recouvrement 2 cm]
- - - mesures de ductilité requises



# Construction des parois

Détails de planification et de construction



# Construction des parois

## Parois intérieures non porteuses

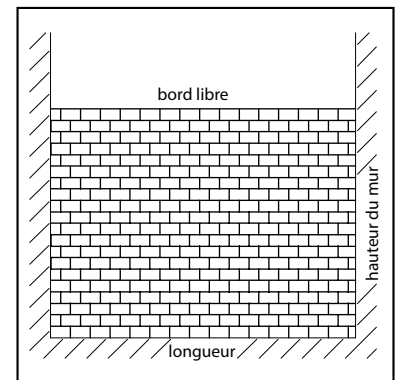
Les parois intérieures non porteuses sont en général édifiées après la phase effective du gros œuvre. Selon leur mode de construction, elles assurent les fonctions de protection anti-feu, thermique et phonique. Leur capacité d'accumulation thermique élevée permet un climat ambiant équilibré. La stabilité de telles parois doit être garantie par des mesures appropriées [raideurs, étréssons, etc.]. Les parois de remplissage sont désignées comme murs maintenus sur un, deux ou trois côtés. Elles sont montées après le gros œuvre et fixées à la structure porteuse.

### Longueur du mur (m) maintenu sur 3 côtés, sans surcharge

Épaisseur du mur d (mm)	Hauteur du mur en m					
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0-6,0
100	4	5	6	6	-	-
120	6	7	8	8	8	-
145	7	8	8	10	10	-
180	8	8	10	10	12	12
200	8	8	10	10	12	12
250 <sup>1)</sup>	8	10	12	12	12	12

Pour des raisons constructives, une limite de 12 m est conseillée.

<sup>1)</sup> Maçonnerie

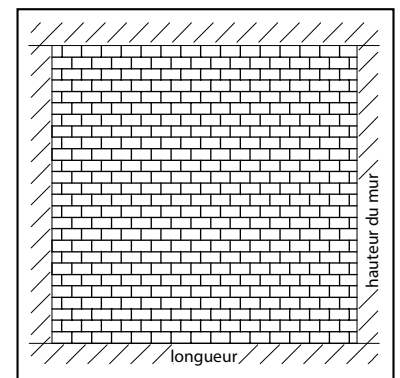


### Longueur du mur (m) maintenu sur 4 côtés, sans surcharge

Épaisseur du mur d (mm)	Hauteur du mur en m					
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0-6,0
100	4	5	5	6	-	-
120	6	6	7	8	8	-
145	6	6	8	10	10	-
180	8	8	12	12	12	12
200	12	12	12	12	12	12
250 <sup>1)</sup>	12	12	12	12	12	12

Pour des raisons constructives, une limite de 12 m est conseillée.

<sup>1)</sup> Maçonnerie



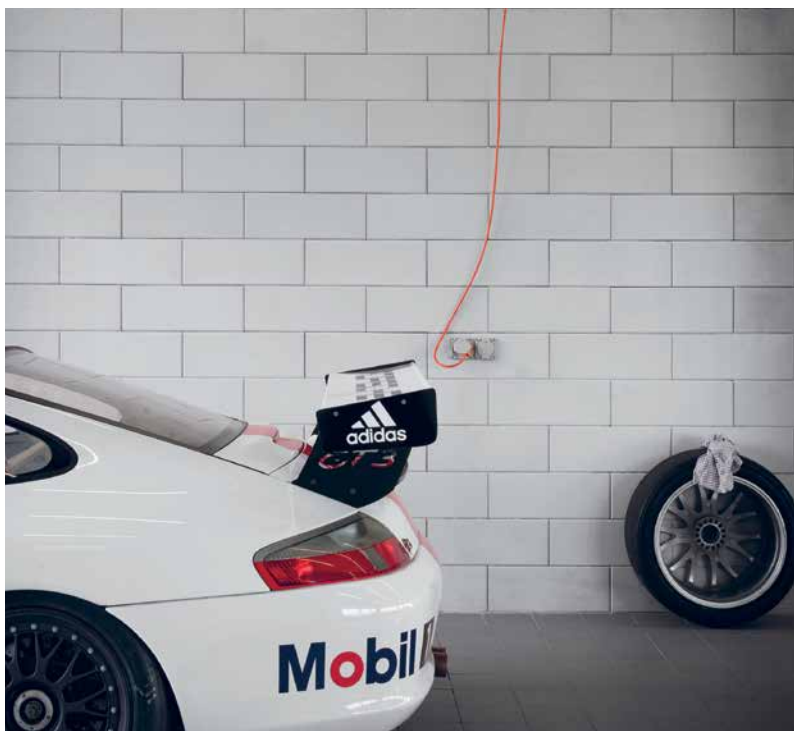
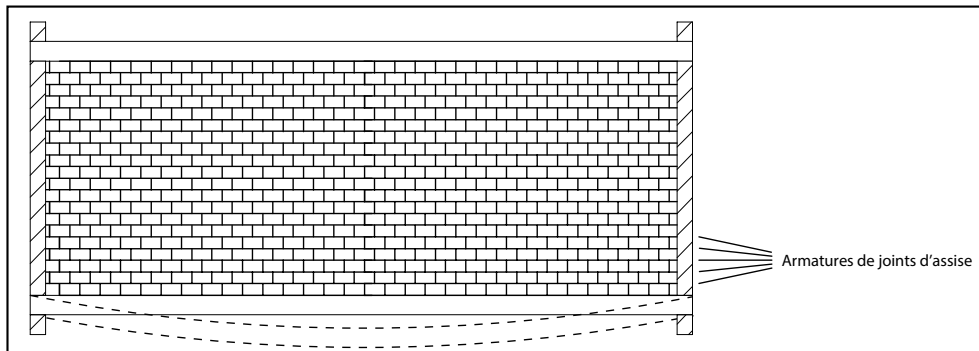
# Construction des parois

## Parois intérieures non porteuses

Les parois intérieures non porteuses posées sur des plafonds sont sujettes au danger de fissuration en raison du fléchissement de ces derniers.

**Pour éviter une fissuration horizontale au bas du mur, les mesures suivantes sont recommandées:**

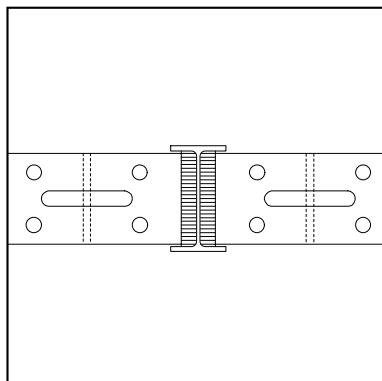
- Application d'un film de glissement entre le plafond et la maçonnerie
- Maçonner au mortier de ciment pour améliorer la résistance à la traction
- Pose d'armatures de joints d'assise dans la zone inférieure du mur



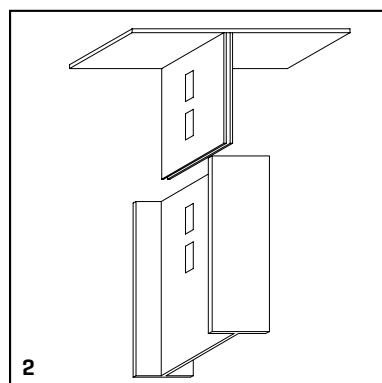
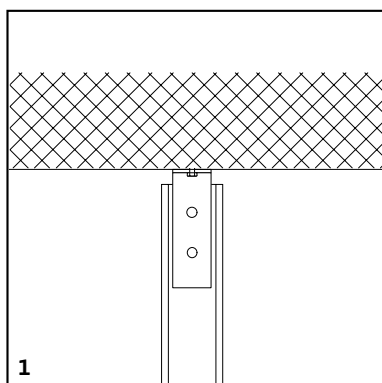


# Construction des parois

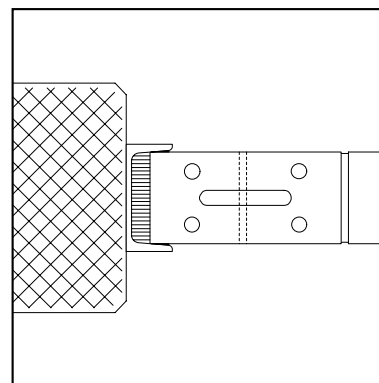
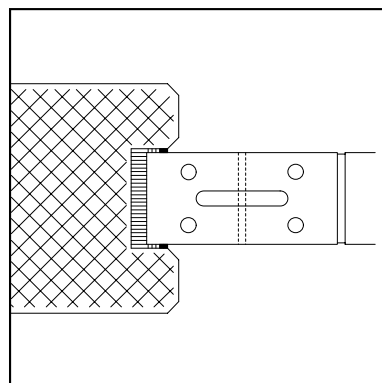
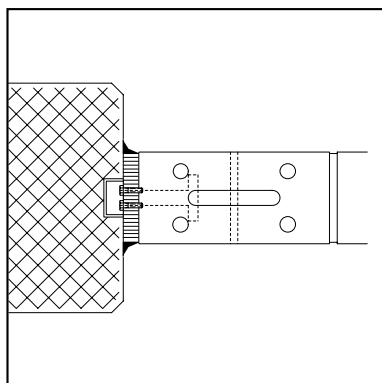
## Exemples d'ancrages à la structure porteuse



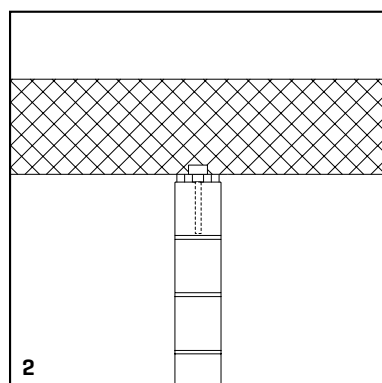
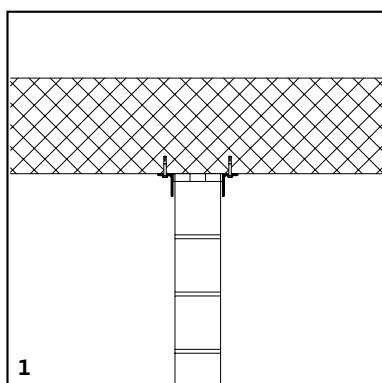
Renforcement par piliers métalliques



**1** Fixation du pilier métallique au plafond  
**2** Glissant grâce aux encoches



Ancrage aux piliers en béton



Ancrage supérieur d'un mur rideau

**1** Avec équerres métalliques  
**2** Avec rails d'ancrage et ancrés de raccordement

# Construction des parois

## Revêtements de surface en briques silico-calcaire

Les revêtements de surface satisfont avant tout à une fonction esthétique et donnent à l'architecte une grande liberté dans la conception. En comparaison avec l'utilisation des enduits sur les façades, les exigences pour les intérieurs sont moins pro-

blématiques. Les briques silico-calcaires présentent une surface plane et propre et, grâce à leur base minéralogique, constituent un support idéal pour toutes formes d'enduit.



## En principe, il existe trois possibilités de revêtement pour les parois intérieures en briques silico-calcaires



### Maçonnerie peinte

Le mur doit être maçonné à joints pleins. Le support doit être propre et sec. Les peintures (p. ex. dispersions ou couleurs minérales) dans les tons blancs, nuancés ou colorés doivent être lavables et bien couvrantes tout en restant perméables à l'air. Elles peuvent être appliquées au pinceau, au rouleau ou au pistolet.



### Maçonnerie lissée

Les parois à joints pleins sont lissées au moyen d'un mortier fin. La structure des briques et des joints doit rester visible. Il est plus courant aujourd'hui d'utiliser des produits prêts à l'emploi qui se laissent appliquer aisément. Une paroi lissée présente un aspect décoratif du plus bel effet dans les locaux habitables, avantage très apprécié actuellement.



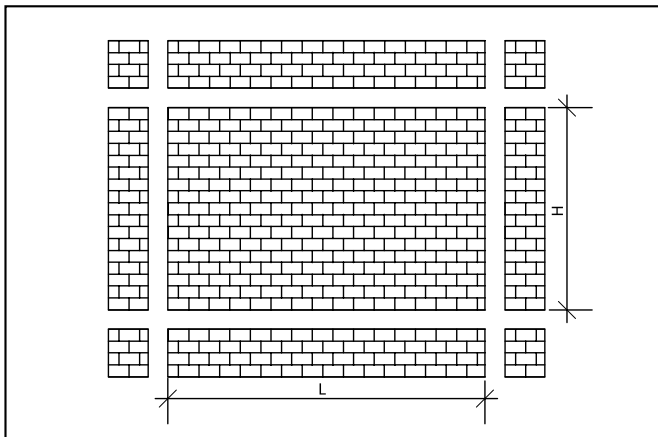
### Maçonnerie crêpie

La brique silico-calcaire est également un support idéal pour le crêpi. Pour les parois intérieures, aucune couche d'adhérence ne doit en principe être appliquée. La fonction d'un crêpi de parois intérieures est l'obtention de surfaces planes et uniformes destinées à recevoir des enduits de finition individuelles (p. ex. peinture, ribage ou plâtre). En outre, le crêpi améliore les protections phonique et anti-feu.

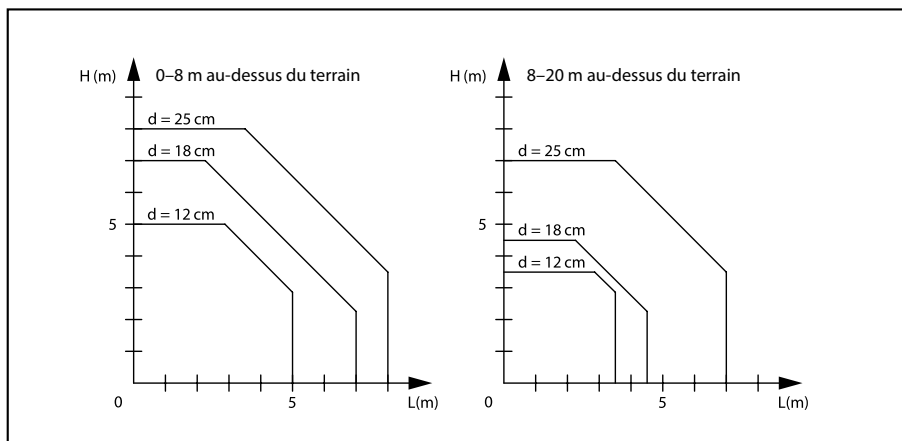
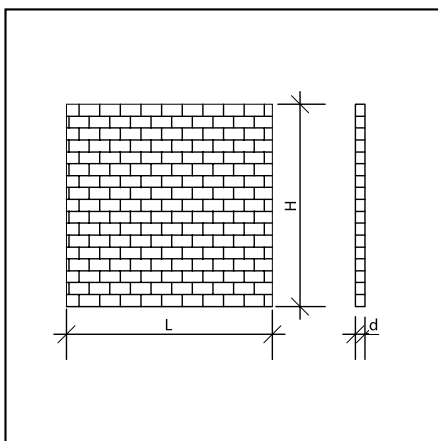
# Construction des parois

## Murs rideaux

Les murs rideaux sont sollicités par leur poids propre et l'action du vent. Ces charges doivent être transmises aux éléments porteurs adjacents.



Les dimensions maximales des murs rideaux en briques silico-calcaires ou la distance maximale du support horizontal à la structure porteuse peuvent être prises dans le diagramme sans vérification statique.



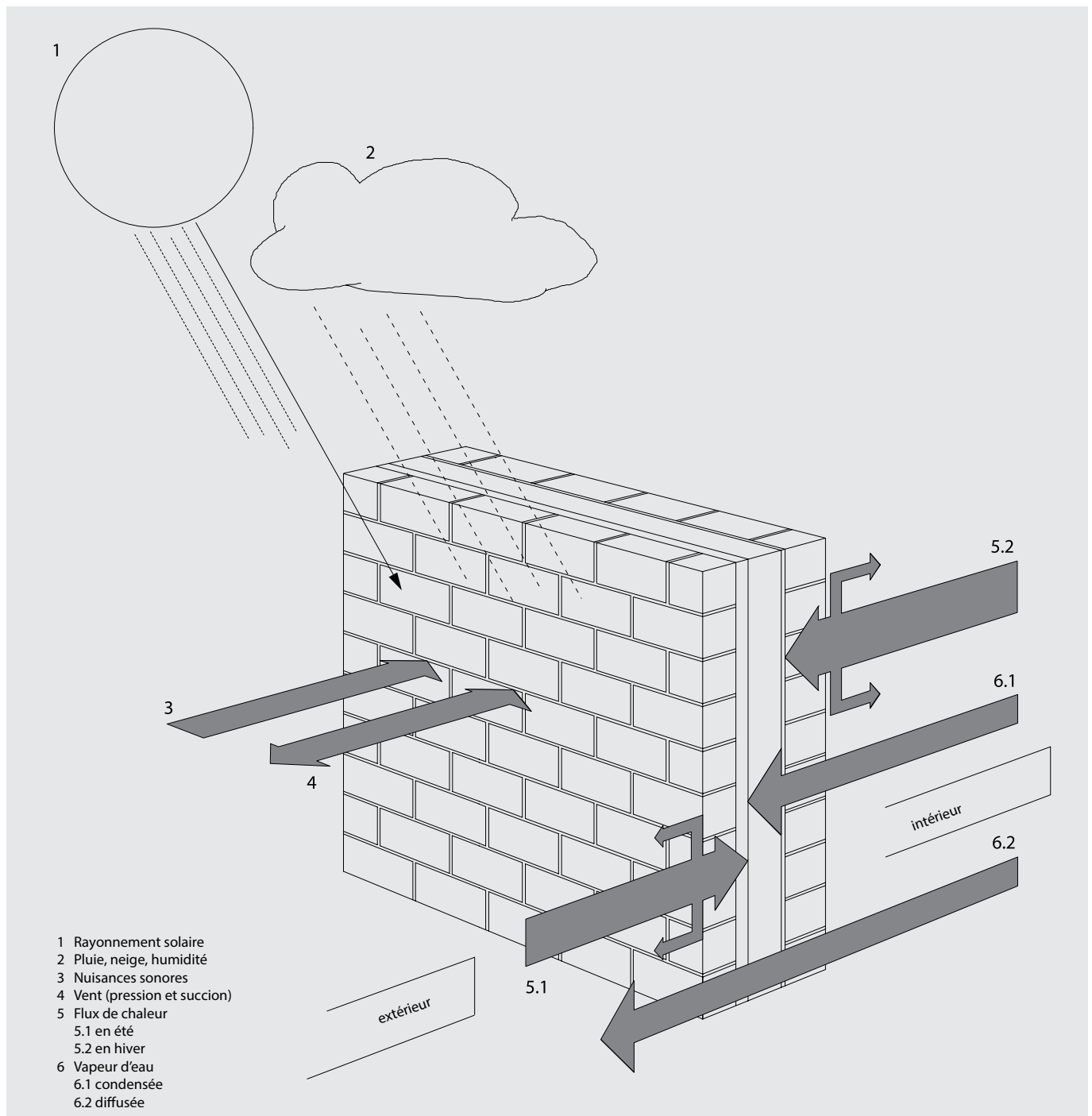
Dimensions maximales des murs rideaux ou distances entre les supports fixes horizontaux.

Ces valeurs valent pour les murs rideaux de 0 à 8 m ou de 8 à 20 m à partir du terrain. Il est supposé que ces parois sont maçonnées avec du mortier de ciment et que les charges sont transmises dans deux directions, parallèlement et perpendiculairement aux joints d'assise. Pour les ouvertures des portes et fenêtres, lesquelles influencent la transmission des charges, des renforts supplémentaires sont à prévoir.

# Construction des parois

De toutes les parties du bâtiment outre le toit, les murs extérieurs sont les plus sollicités. Le mur extérieur porte, protège, isole et présente. Il est responsable dans une grande mesure de la durabilité et de la fonctionnalité du bâtiment. L'inertie thermique du mur extérieur, avec sa grande capacité de stockage, entraîne un équilibre, un confort d'habitation agréable.

## Fonctions du mur extérieur:





# Construction des parois

## Maçonnerie à double paroi

### Parois intérieures

La paroi intérieure assure tout d'abord la fonction de portance et est donc dimensionnée selon les exigences statiques. Les charges principales résultent des dalles superposées et du poids propre de la paroi. La stabilité de la paroi intérieure est atteinte normalement grâce à la dalle en béton. Les parapets et pignons sans parois transversales doivent être stabilisés par des mesures spécifiques.

Les parois intérieures sont dimensionnées selon la portée et le nombre d'étages. L'épaisseur minimale pour un mur porteur est de 12 cm. Pour atteindre des valeurs d'isolation phonique et thermique plus favorables, il est conseillé de choisir un mur de 15 cm minimum.

Les façades intérieures de la brique silico-calcaire peuvent être brutes, peintes, lissées ou crépies.

### Isolation thermique

L'isolation thermique doit être suffisamment dimensionnée. Les frais supplémentaires des plaques plus épaisses sont minimes et peuvent être, suite aux économies de chauffage, rapidement amortis. Conformément aux exigences accrues de l'isolation thermique, on choisit aujourd'hui des épaisseurs de plaques de 10 à 16 cm. Pour l'isolation, on utilise des plaques rigides. Les plaques en fibres minérales (laine de verre, laine de roche) mais également les plaques en mousse dure (polystyrène) ont fait leurs preuves. Les plaques d'isolation doivent être posées sans interruption et fixées entre les deux parois. Pour la maçonnerie à double paroi en briques silico-calcaires, il est possible dans les cas normaux de ne pas utiliser de pare-vapeur.

La pose ultérieure de la paroi extérieure permet d'avoir une isolation continue et contrôlée du bâtiment. Les plaques d'isolation sont en règle générale fixées mécaniquement, mais peuvent aussi être collées. Le mur en briques silico-calcaires est un support lisse et idéal.





# Construction des parois

## Espace d'aération

Pour une maçonnerie apparente à double paroi en briques silico-calcaires, l'espace d'aération remplit les fonctions suivantes: il offre en premier une protection contre la pluie battante qui, suite à une erreur de pose, peut s'infiltrer derrière le mur extérieur. De cette manière on évite un mouillage de l'isolation thermique et on assure un écoulement de l'humidité.

A travers les ouvertures de drainage au pied du mur et les ouvertures non étanches à la couronne du mur ainsi qu'aux fenêtres, il s'en suit une communication entre l'air extérieur et l'espace d'aération. L'humidité venant de l'intérieur peut s'évaporer dans l'espace aérien et, suite à l'échange d'air, s'échapper de la paroi. Pour une ventilation complète, des ouvertures sont à prévoir, ce qui n'est pas habituel pour un mur en briques silico-calcaires. Un mur extérieur crépi ne requiert pas d'espace d'aération car un bon enduit assure une bonne étanchéité à la pluie battante.

## Parois extérieures

La paroi extérieure sert avant tout de revêtement et de couche de protection contre les intempéries. Elle doit être notamment résistante aux intempéries et durable. Par ailleurs, la paroi extérieure contribue à l'inertie thermique, ce qui est d'une grande importance pour l'isolation thermique surtout en été.

Dans la direction verticale, la paroi extérieure est chargée uniquement par son poids propre. Néanmoins, la paroi extérieure de la maçonnerie à double paroi doit être construite dans les règles de l'art en tenant compte de principes de construction importants.

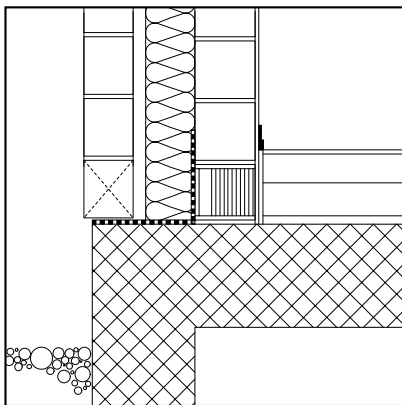
Les raisons sont les grandes contraintes dues aux intempéries, aux différences de température et à la pression et à la succion du vent. Pour la paroi extérieure, une épaisseur minimale de 12 cm doit être respectée. Pour garantir la stabilité de l'ensemble, la paroi porteuse extérieure est reliée à la paroi intérieure à l'aide d'ancrages spéciaux.



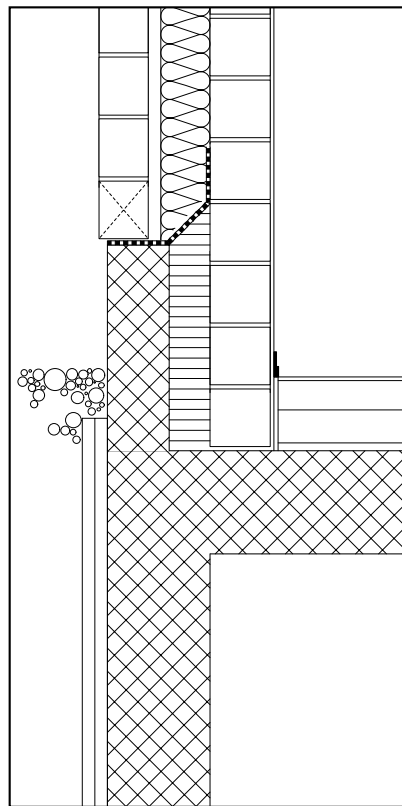
# Construction des parois

## Pieds de mur

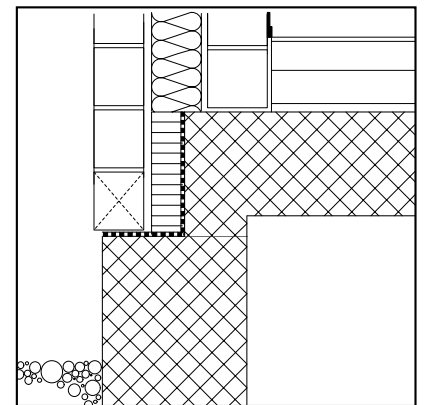
La zone de transition entre la dalle/paroi du sous-sol et la maçonnerie qui s'érige au-dessus du terrain représente un défi particulier. Les exigences statiques et techniques du point de vue de la chaleur et de l'humidité sont à prendre en compte lors de l'aménagement constructif du pied de la maçonnerie. De nombreuses possibilités d'exécution, relatives aussi aux hauteurs du terrain, sont connues pour la réalisation de cet élément de construction crucial.



**1** Terrain à hauteur moyenne. Cet exemple présente un pont thermique non négligeable se situant au niveau du sous-sol. La disposition d'un élément isolant thermique au pied du mur intérieur permet d'atténuer le pont thermique. Pour la protection du mur intérieur et de la sous-construction, une bande d'étanchéité doit être appliquée contre l'infiltration de l'humidité. Les murs apparents doivent toujours être dotés d'orifices d'écoulement pour drainer la partie intermédiaire.



**2** Pied de mur dans le cas où le niveau du terrain est relativement élevé. Le retour du socle peut être bétonné sur place ou être exécuté avec un élément préfabriqué. Dans la zone du socle en béton, il convient d'utiliser une plaque d'isolation en verre cellulaire ou en polystyrène.



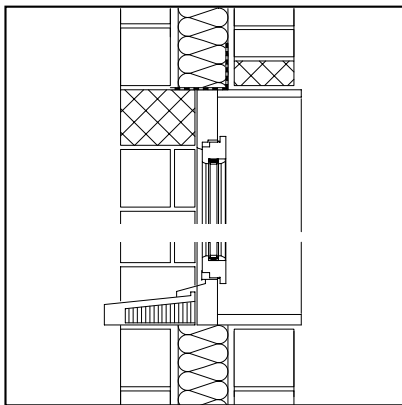
**3** En cas de raccordement du terrain au niveau bas, il en résulte une réduction du pont thermique. Selon l'usage, on peut également appliquer une isolation au sous-sol.

# Construction des parois

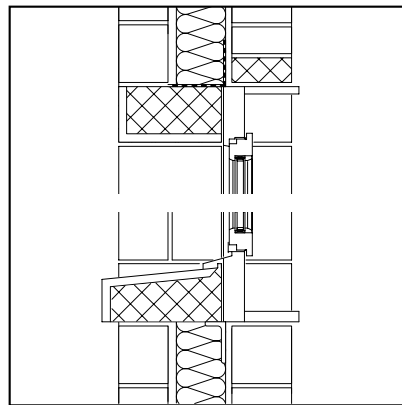
## Linteaux de fenêtres/tablettes de fenêtres

Pour l'exécution des linteaux et tablettes de fenêtres, on utilise aujourd'hui le plus souvent des éléments préfabriqués. La préfabrication permet de résoudre les problèmes techniques et physiques du bâtiment. Pour les murs à double paroi, les fenêtres sont en général fixées sur la paroi extérieure. Il y a lieu de souli-

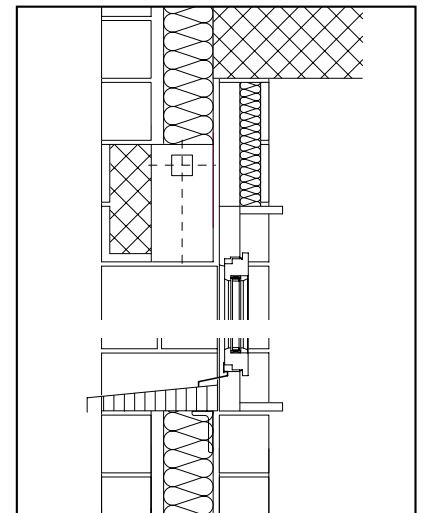
gner que les mouvements de la paroi extérieure se reportent par les embrasures sur les linteaux et tablettes de fenêtres. Le choix des éléments correspondants de la maçonnerie doit être planifié à l'avance et coordonné avec le système de parois extérieures.



**1** Linteau en béton apparent porteur en harmonie avec le mur apparent. Appui latéral minimum de 12 cm. Tablette de fenêtre en béton apparent avec remontées latérales, à insérer dans les embrasures de la maçonnerie.



**2** Linteau en maçonnerie apparente avec revêtement silico-calcaire. Les linteaux apparents sont en règle générale préfabriqués. Le jointoyage s'effectue ultérieurement sur le chantier. Tablette de fenêtre avec revêtement silico-calcaire.



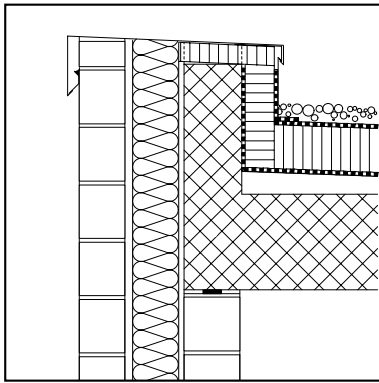
**3** Linteau en maçonnerie apparente en panneresse avec revêtement silico-calcaire. L'évidement permet la pose d'un store à lamelles. Tablette de fenêtre en tôle d'acier ou métal léger avec remontées latérales et joints en mastic.



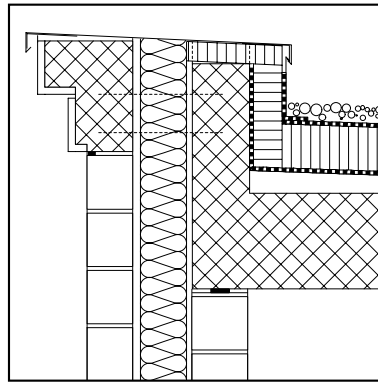
# Construction des parois

## Pourtour de toits plats

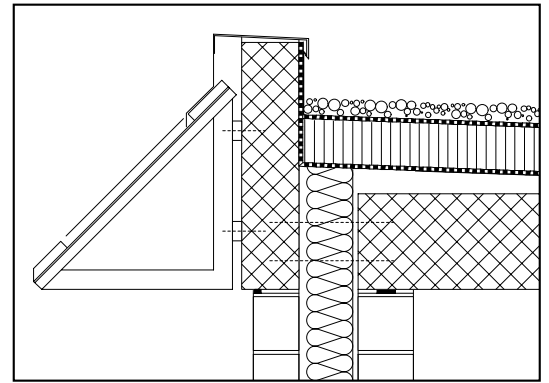
Les acrotères de toits plats sont de loin les plus exposés aux intempéries. Le toit plat étant soumis à de grandes différences de températures, il est impératif d'intégrer des joints de dilatation. Pour éviter des infiltrations d'humidité en bord de toit, un recouvrement de l'acrotère et du couronnement du mur est nécessaire.



**1** Couronnement du mur formé avec la paroi extérieure. Le couronnement doit être recouvert d'une tôle. La tôle doit être assez large pour obtenir une étanchéité fiable à l'aide d'une bande de crépi. Une sécurité supplémentaire est garantie lorsque l'on remplit les cavités du dernier rang de briques avec du mortier.



**2** Couronnement du mur avec éléments préfabriqués. Un petit avant-toit protège déjà bien la façade. Un joint élastique durable est indispensable entre l'élément et la paroi extérieure.



**3** Couronnement avec avant-toit en verre. Cet élément préfabriqué peut être fixé à la paroi extérieure par un ancrage mobile ou fixé à la dalle par des consoles rigides. Un joint élastique durable est indispensable entre l'élément et la paroi extérieure.



# Construction des parois

## Parois isolées en briques silico-calcaires

Par parois isolées, nous comprenons les murs qui ne sont soutenus ni latéralement par des parois transversales, ni par des plafonds ou poutres de rive. C'est le cas, par exemple, pour les murs de clôture ou de balustrade.

### Stabilité

La charge d'une paroi isolée se compose essentiellement des forces du vent. En fonction de l'utilisation, de possibles forces d'impact sont aussi à prendre en compte. Dans le tableau, la hauteur maximale du mur est spécifiée en fonction de l'épaisseur du mur.

Épaisseur du mur d [cm]	Hauteur admissible H [m]
12	0,80
15	1,10
18	1,40
25	1,90
38	3,10

Si des parois isolées doivent être plus hautes, on peut stabiliser le tout par des renforts latéraux, des piliers, des barres ou une armature verticale [croquis 2].

### Fondation

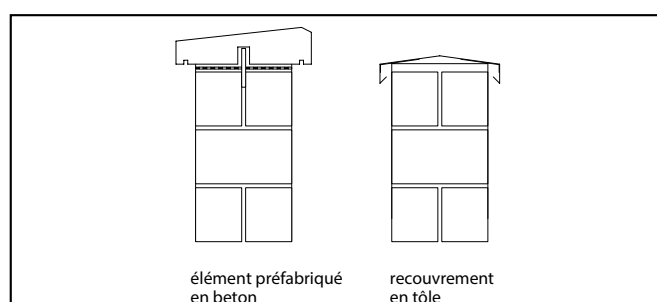
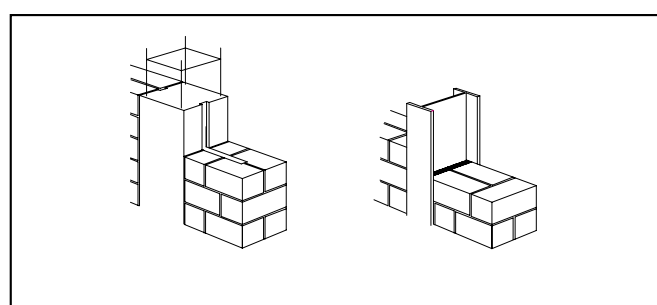
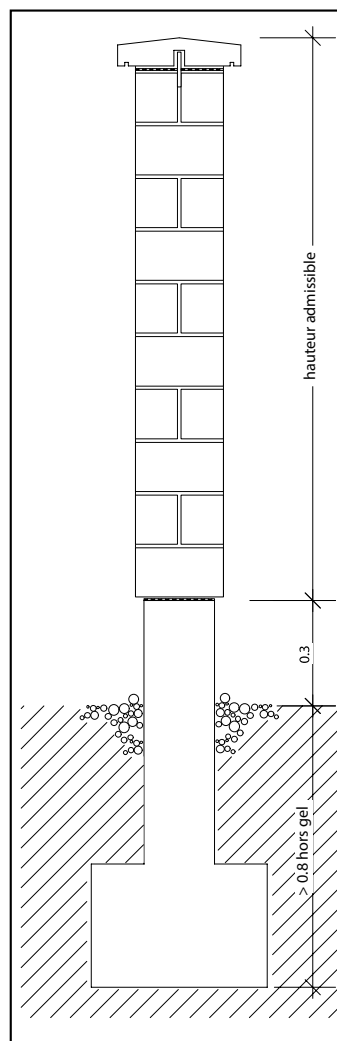
Le mur en briques silico-calcaires doit toujours être posé sur une fondation en béton. La fondation en béton doit être au minimum de 30 cm plus élevée que le terrain et descendre jusqu'au niveau hors gel (0,80 - 1,00 m).

### Joint de dilatation

Pour éviter une déformation du mur suite aux changements de températures ou aux tassements du terrain, des joints de dilatation sont à prévoir tous les 8-10 m. Pour de plus longs murs, une armature horizontale de la maçonnerie est à prévoir.

### Couronne de mur

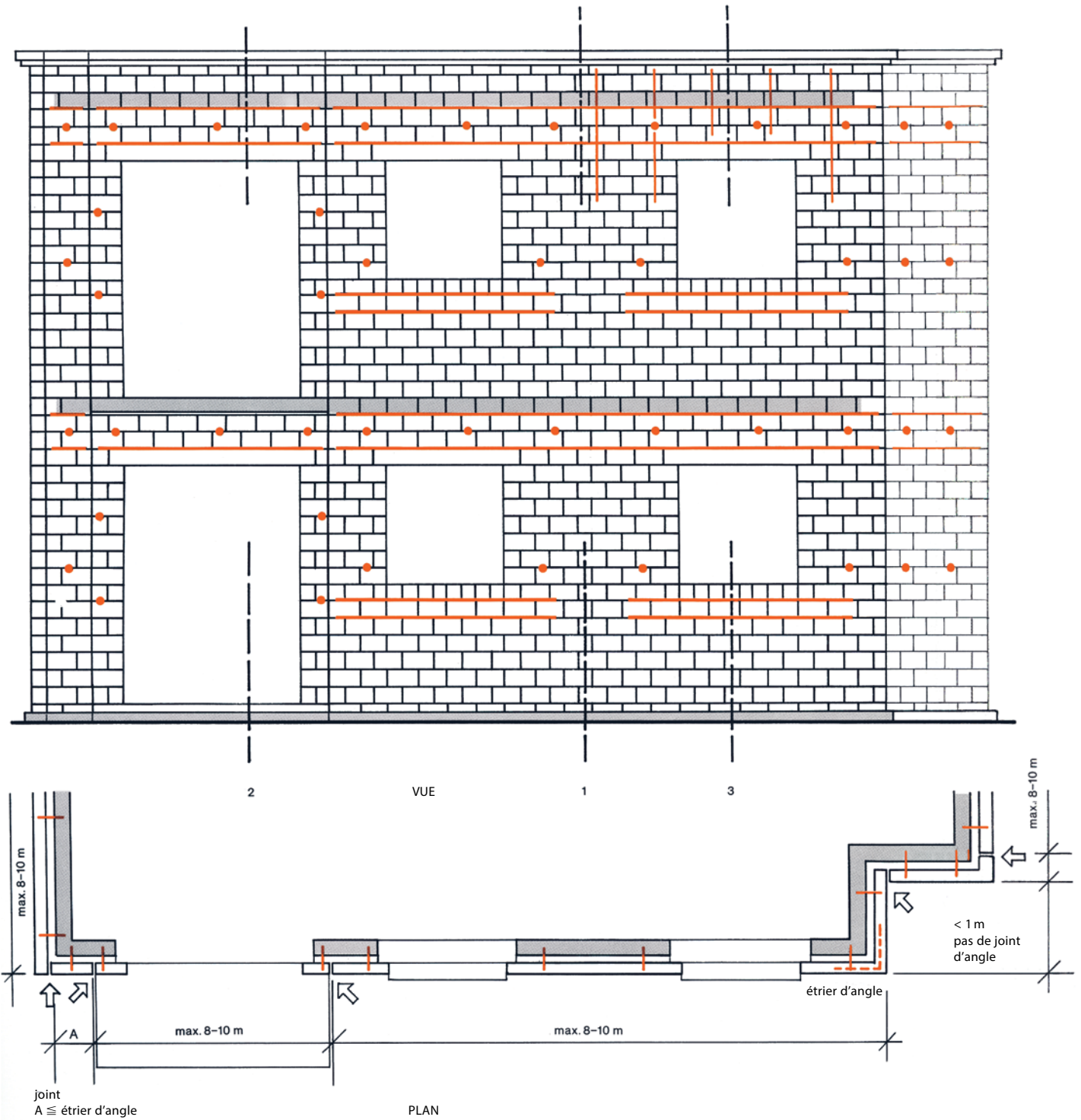
La couronne de mur doit être protégée avec un recouvrement contre les intempéries. Un élément en pierre naturelle, béton ou tôle assure une protection durable. Un recouvrement maçonné au rouleau est critique quant à la durabilité. De tels recouvrements de maçonnerie sont recommandés uniquement avec des éléments préfabriqués, avec un revêtement silico-calcaire.



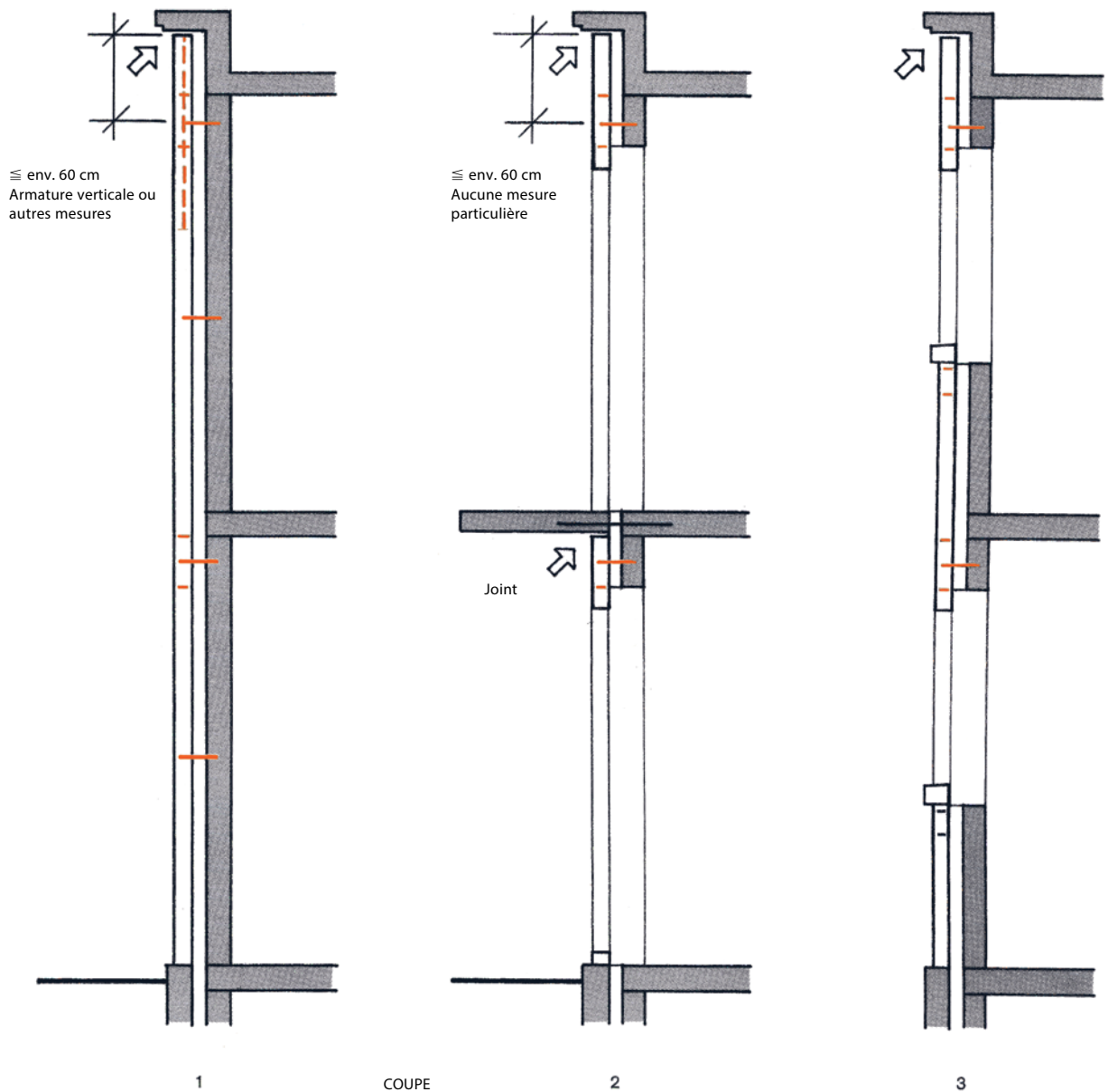


# Construction des parois

## Exemple schématique des ancrages et des armatures de joints d'assise



# Construction des parois



## Ancrages ●

- Une voire deux rangées d'ancrages par étage.
- Ancrage latéral ou sur linteaux de fenêtres.
- Ancrages supplémentaires sur piliers étroits.

## Armatures de joints d'assise ■

- Bande de membrure au niveau de la rangée d'ancrages.
- Parapet
- Angles (étriers d'angle)

## Joints de dilatation

- Tous les 8-10 m
- Angles du bâtiment
- Dalle de balcon (en saillie)

Les valeurs techniques des produits ancrage, armature, joints figurent dans la documentation technique du fabricant. Un ingénieur effectue en principe les calculs.



# Construction des parois

## Ancrages/armatures de maçonnerie

La paroi extérieure doit être reliée à la structure porteuse du bâtiment pour garantir la stabilité. Les ancrages doivent être exécutés de telle sorte que la paroi extérieure puisse se mouvoir librement. On évite ainsi les tensions en cas de changement de longueur suite aux variations de températures. Normalement, on positionne les ancrages en rangées horizontales dans le premier ou deuxième joint d'assise sous la dalle [voir schéma page 38]. Le dimensionnement des espaces entre les ancrages est déterminé par la portance et la charge de vent du type d'ancre défini. Les ancrages sont déterminés par l'ingénieur et positionnés dans le plan de façade.

### Types d'ancres

Différents types d'ancres ont fait leurs preuves. Pour l'utilisation, il convient de suivre les recommandations du fabricant.

### Ancre torsadée et ancre articulée



### Armatures de maçonnerie

Les armatures sont destinées à augmenter la capacité de portance et/ou à absorber les contraintes. Elles peuvent donc être judicieuses tant pour la paroi intérieure que pour la paroi extérieure. En cas de variations de températures et de sollicitations du vent, une armature de joints d'assise s'avère particulièrement utile pour éviter les risques de fissuration.

Les murs en saillie vers le haut peuvent avoir une hauteur maximale de 60 cm sans armature. Les murs en saillie plus élevés doivent être prévus avec une armature verticale.

### Armature de joints



### Armature verticale





# Maçonnerie apparente

## Maçonnerie apparente en briques silico-calcaires

Un large éventail de formats et de couleurs offre aux architectes une profusion de possibilités de conception. La couleur neutre de la brique silico-calcaire se combine harmonieusement avec d'autres matériaux tels que le bois, le métal ou le béton. La résistance aux intempéries de la façade en briques silico-calcaires garantit une enveloppe du bâtiment résistante au gel et n'exigeant aucun entretien.



# Maçonnerie apparente

## Standard d'exécution

La qualité visible d'une maçonnerie apparente en briques silico-calcaire peut donner lieu à des discussions, étant donné que les exigences relatives à la maçonnerie finie sont très variables.

En principe, on fixe le standard d'exécution comme étant dans le texte d'appel d'offres. Les mesures pour le tri, le jointoyage ou encore la protection doivent être clairement définies. Pour l'exécution, des plans de façades avec stratifications ainsi que des détails sur les linteaux et les tablettes de fenêtres sont indispensables.


Conformément aux exigences, la maçonnerie apparente doit être édifiée avec des briques de dimensions exactes, propres et intactes. L'épaisseur des joints d'assise et verticaux doit être d'env. 10 mm. Les briques partielles doivent être fraisées. La formation des joints doit être conforme (jointoyage complet, compacté, façonné).

L'exactitude des dimensions est fixée dans la norme SIA 266/1:2003.

Le terme «brique intacte» est plus complexe. On peut désigner une brique silico-calcaire comme étant intacte lorsqu'elle ne présente pas de gros dégâts sur les angles ou les arêtes, de fissures visibles et d'endroits poreux sur la surface visible. Sans nul doute, la norme n'exige pas que chaque brique silico-calcaire de la maçonnerie apparente soit sans le moindre dommage sur les angles ou les arêtes.

Il serait inopportun d'exploiter un perfectionnisme disproportionné, car le mur se contemple dans son entier et non individuellement.

La distance d'observation est importante pour juger une maçonnerie apparente. Tandis qu'une maçonnerie située à une distance d'env. 10 m dévoile des critères optiques de qualité élevée, une distance d'observation de seulement 1 m peut révéler des imperfections sur les arêtes et les angles. Ce ne sont pas les briques individuelles qui déterminent l'aspect, mais l'effet esthétique de l'ensemble de la surface.

Qualité de la brique	Qualité de la maçonnerie [Désignation]	Exigences de finition	Exemples d'utilisation
Brique produite industriellement selon les exigences de la norme SIA 266 	Maçonnerie apparente	Joints réguliers, joints d'assise et verticaux de 10 mm, planification pour murs apparents. Brique: quelques endommagements possibles sur les angles et les arêtes. Demi-briques, briques partielles fraisées. Joints pour façade façonnés.	Maçonnerie apparente représentative, bâtiments publics, habitations, etc. Exigences particulières de finition de la maçonnerie apparente.
Brique gris naturel ou teintée	Murs industriels	En principe, comme la maçonnerie apparente. Maçonnerie brute et naturelle avec des exigences moins élevées. Joints pour façade façonnés.	Maçonnerie apparente normale. Aussi pour les bâtiments industriels ou artisanaux. Maçonnerie engobée ou peinte.
	Maçonnerie normale	Pas d'exigence particulière. Exécution selon la norme SIA 266.	Maçonnerie pour une application secondaire, avec revêtement ou crépi.



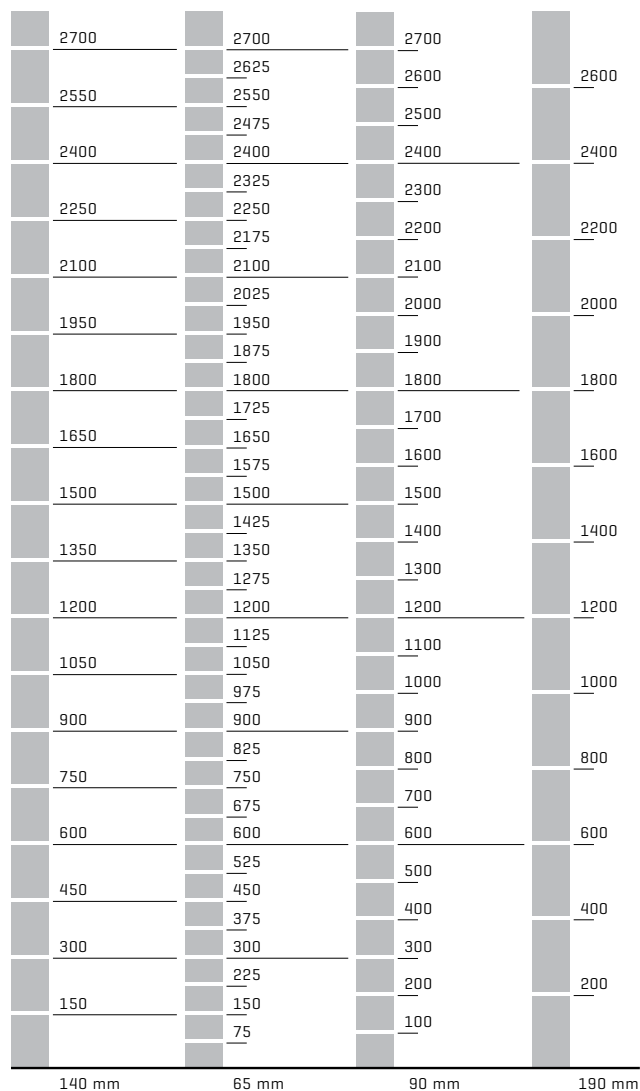
# Maçonnerie apparente

## Hauteur de mur

Avec les hauteurs de briques disponibles et la combinaison correspondante, pratiquement toutes les hauteurs sont réalisables. Il est judicieux de choisir une hauteur qui n'a pas besoin de rang de compensation.

### Hauteur de mur [mm]

Hauteur de la brique H = 140, 65, 90, 190  
Hauteur des rangs S = 150, 75, 100, 200



## Longueur de mur

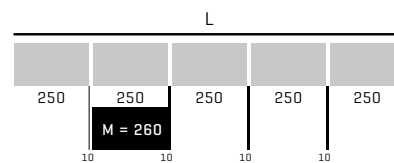
En principe, la longueur du mur L doit être déterminée sur la base du multiple de la dimension du pas M=260 mm [1 brique et 1 joint en mortier] respectivement selon le tableau ci-dessous [brique entière/demi-brique].

### Longueur de mur [mm]

Longueur du mur  $L = n \times M - 10 \text{ mm}$

n = nombre de briques

M = 260 mm (longueur de brique 250 mm + 10 mm de joint)



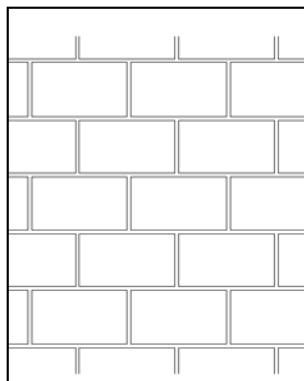
### Longueur du mur L

0-2 m		2-4 m		4-6 m		6-8 m		8-10 m	
L (mm)	n	L (mm)	n	L (mm)	n	L (mm)	n	L (mm)	n
250	1	2070	8	4020	15,5	6100	23,5	8050	31
380	1,5	2200	8,5	4150	16	6230	24	8180	31,5
510	2	2330	9	4280	16,5	6360	24,5	8310	32
640	2,5	2460	9,5	4410	17	6490	25	8440	32,5
770	3	2590	10	4540	17,5	6620	25,5	8570	33
900	3,5	2720	10,5	4670	18	6750	26	8700	33,5
1030	4	2850	11	4800	18,5	6880	26,5	8830	34
1160	4,5	2980	11,5	4930	19	7010	27	8960	34,5
1290	5	3110	12	5060	19,5	7140	27,5	9090	35
1420	5,5	3240	12,5	5190	20	7270	28	9220	35,5
1550	6	3370	13	5320	20,5	7400	28,5	9350	36
1680	6,5	3500	13,5	5450	21	7530	29	9480	36,5
1810	7	3630	14	5580	21,5	7660	29,5	9610	37
1940	7,5	3760	14,5	5710	22	7790	30	9740	37,5
		3890	15	5840	22,5	7920	30,5	9870	38
				5970	23			10 000	38,5

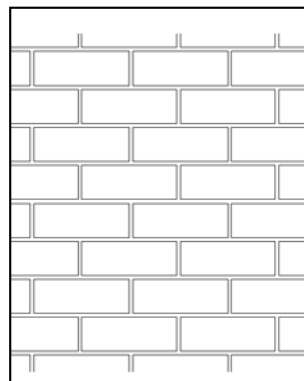
# Maçonnerie apparente

## Types d'appareillage

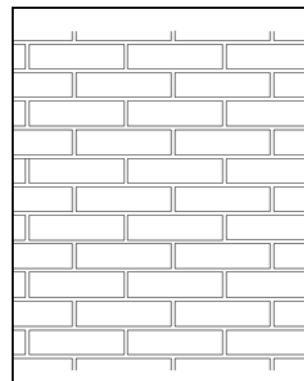
Pour les maçonneries apparentes, on édifie en règle générale l'appareillage traditionnel en panneresse avec des hauteurs de briques de 14 cm, 9 cm et 6,5 cm.



Appareillage en panneresse  
hauteur de brique 14 cm



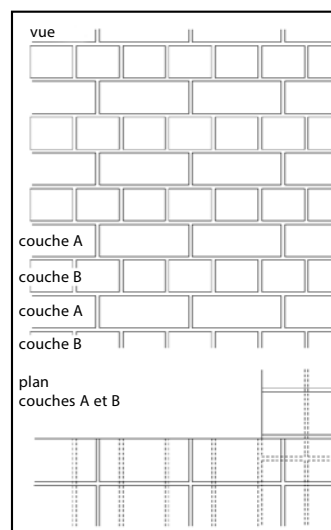
Appareillage en panneresse  
hauteur de brique 9 cm



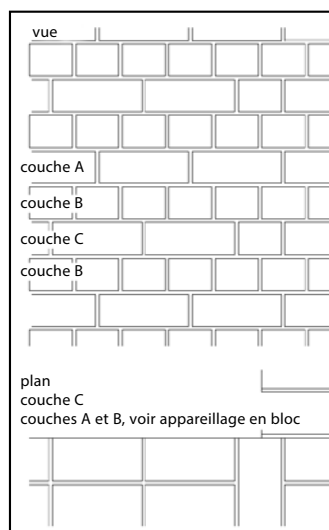
Appareillage en panneresse  
hauteur de brique 6,5 cm



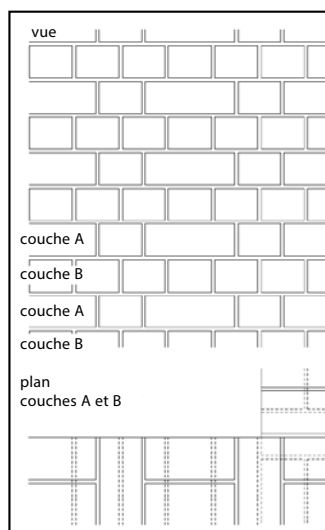
## Exemples d'appareillage



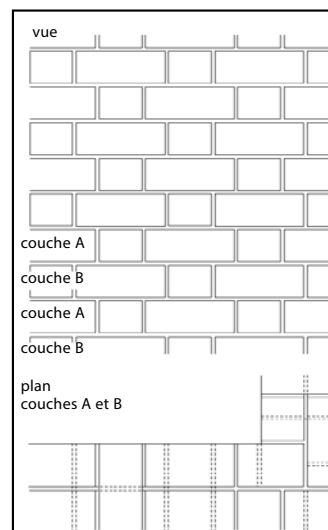
Appareillage en bloc



Appareillage en croix



Appareillage hollandais



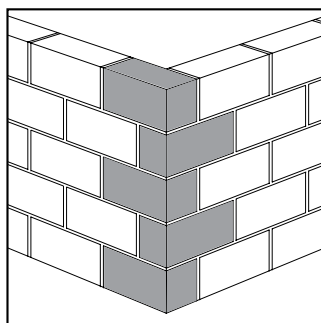
Appareillage gothique

# Maçonnerie apparente

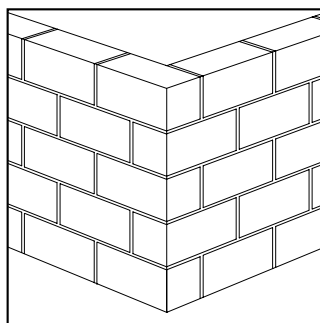
## Appareillages angulaires

### Appareillages angulaires à angle droit

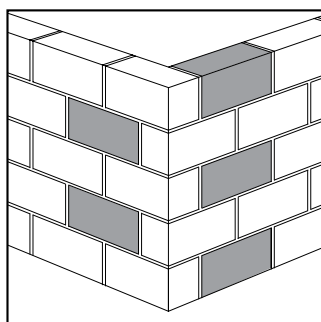
Pour l'appareillage angulaire, la mesure  $u/H < 0,3$  est à respecter [expansion des charges]. Dès lors que l'appareillage doit atteindre une jointure régulière [joint situé en milieu de brique], les briques silico-calcaires doivent être sectionnées dans la zone angulaire [hachurée].



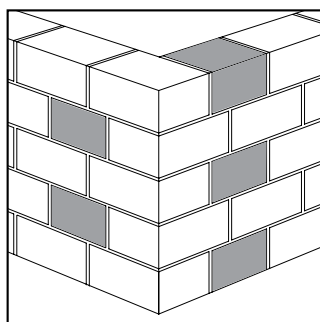
Appareillage en panneresse  
épaisseur du mur 10 cm



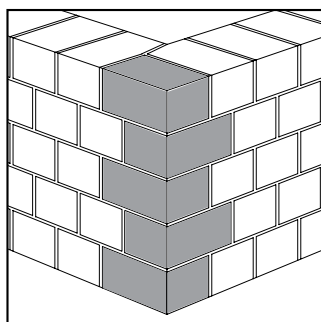
Appareillage en panneresse  
épaisseur du mur 12 cm



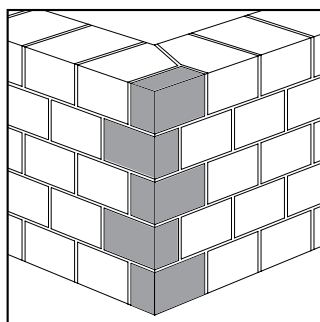
Appareillage en panneresse  
épaisseur du mur 15 cm [14,5]



Appareillage en panneresse  
épaisseur du mur 18 cm



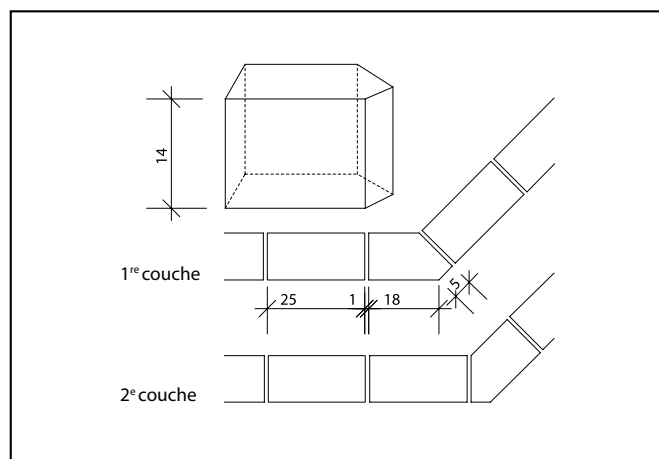
Appareillage en boutisse  
épaisseur du mur 25 cm  
briques K 15



Appareillage en boutisse  
épaisseur du mur 25 cm  
briques K 18

### Appareillages angulaires à angle obtus

L'appareillage angulaire à  $135^\circ$  est exécuté avec des briques à angle extérieur.

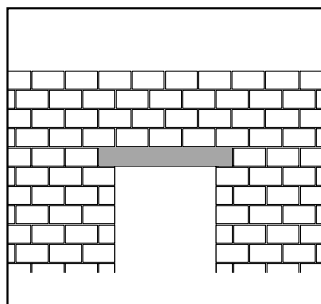


# Maçonnerie apparente

## Linteaux de maçonnerie

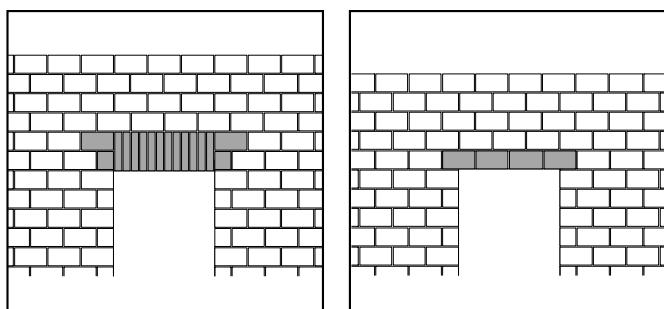
### Linteaux en béton apparent

Les linteaux en béton apparent précontraints ou à armature standard fournissent une solution simple et fonctionnelle. Leurs dimensions de section (largeur/hauteur) correspondent à celles des briques silico-calcaires. Ces linteaux en béton apparent sont posés sur la maçonnerie avec un joint en mortier.



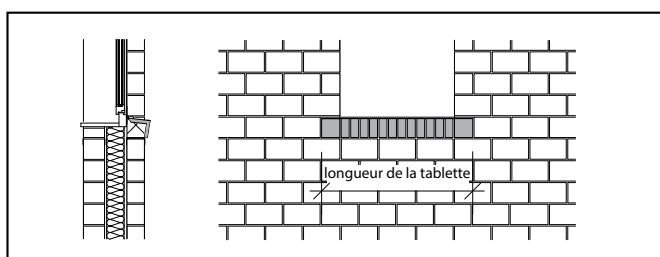
### Linteaux enrobés

La structure de construction de ces linteaux est formée d'un noyau de béton armé et d'une plaque de parement en briques silico-calcaires. La hauteur du linteau s'adapte d'une part aux exigences statiques et d'autre part à la jointure de la maçonnerie apparente. Ces linteaux sont posés sur la maçonnerie avec un joint en mortier. Ces linteaux préfabriqués doivent faire l'objet d'une commande spéciale.



### Tablettes de fenêtres

Les tablettes de fenêtres correspondent à la construction du linteau enrobé. Les tablettes de fenêtres soumises aux intempéries doivent avoir une pente minimum de 10 % et être prises latéralement dans la maçonnerie.





# Maçonnerie apparente

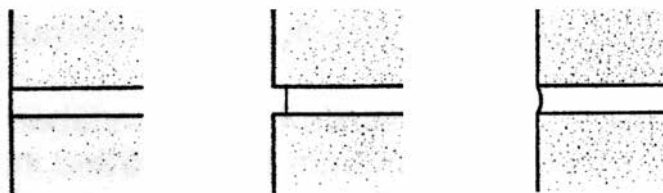
## Mortier

Pour la maçonnerie apparente exposée aux intempéries, une attention particulière doit être portée au choix du mortier. Pour un mortier apparent, il convient d'utiliser un mortier de ciment pur, afin d'obtenir une haute résistance entre la brique et le mortier. Une bonne plasticité et une haute rétention d'eau facilitent la pose et le jointoyage.

L'exactitude des dimensions et la planéité de la brique silico-calcaire permettent un jointoyage régulier. L'épaisseur du joint d'assise et du joint vertical est de 10 mm (tolérance: 8-12 mm).

Les joints soumis aux intempéries doivent être étanches à la pluie battante. Après la pose du mortier, les joints extérieurs doivent être façonnés à l'aide d'un fer à joint pour obtenir une bonne étanchéité de la surface.

Les murs à l'abri des intempéries peuvent être jointoyés de plusieurs façons: joint affleurant, en retrait ou concave.





# Maçonnerie apparente

## Joint de dilatation

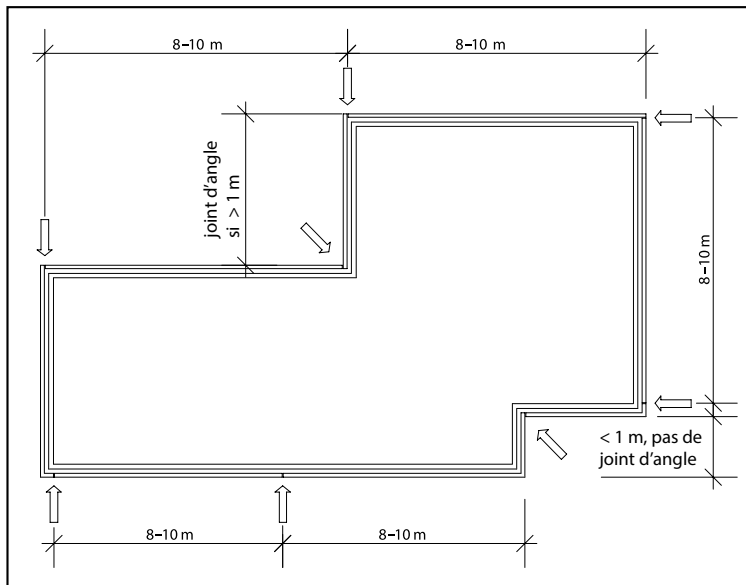
Les écarts de températures, respectivement les variations de longueurs qui en résultent, doivent être pris en compte et constituent l'un des principaux facteurs d'influence dans la construction de parois extérieures. Si le mur ne peut absorber ces mouvements, des fissures peuvent apparaître.

En partant du principe de base, qui serait de mettre des joints de dilatation partout où le mur pourrait se fissurer, on peut préciser les règles suivantes:

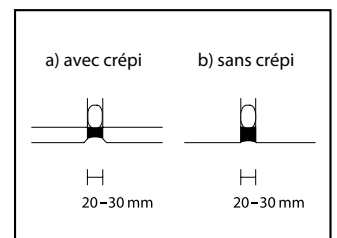
- Dans les angles du bâtiment.
- Pour des murs de plus de 8-10 m.
- Latéralement vers les saillies de balcon.
- En cas de fortes charges sur la paroi extérieure, par exemple support de dalle de balcon.

Les joints de dilatation fonctionnent efficacement dans la durée si l'on a une exécution soignée et un système éprouvé. La largeur du joint doit pouvoir reprendre les changements de longueurs dus aux changements de températures.

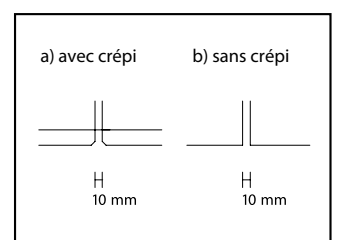
La dilatation thermique de la brique silico-calcaire est de 0,008 mm/mK. Pour une variation de température supposée de  $\pm 25$  K, une paroi de 10 m de long se dilate de  $\pm 2$  mm. Selon le système de joint de dilatation, un joint de 10 à 30 mm de large a fait ses preuves.



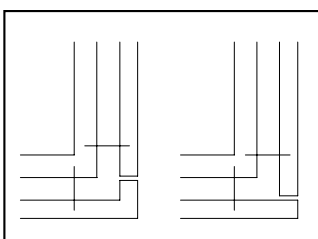
Système de joint fermé



Système de joint ouvert



Angle de mur





# Energie grise/unités de charge écologique (UCE)

**Construire durablement avec  
la brique silico-calcaire**





# Energie grise/unités de charge écologique (UCE)

## Construction durable

Construire et gérer un bien immobilier devient de plus en plus exigeant. Outre le défi architectural, de gros efforts sont déployés pour réduire la consommation d'énergie. Sur recommandation de la société suisse des ingénieurs et des architectes (SIA) et d'autres institutions publiques ou privées, la consommation de chaleur des bâtiments a baissé continuellement. Les maisons à faible consommation d'énergie consomment au-

jourd'hui à peine plus de 40 MJ/m<sup>2</sup>, surface de référence énergétique par année.

La recommandation SIA 112/1 «Construction durable – Bâtiment» définit dans un catalogue de critères les thèmes d'une construction durable. Ceux-ci sont subdivisés dans les domaines suivants: société, environnement, économie [voir liste ci-dessous].

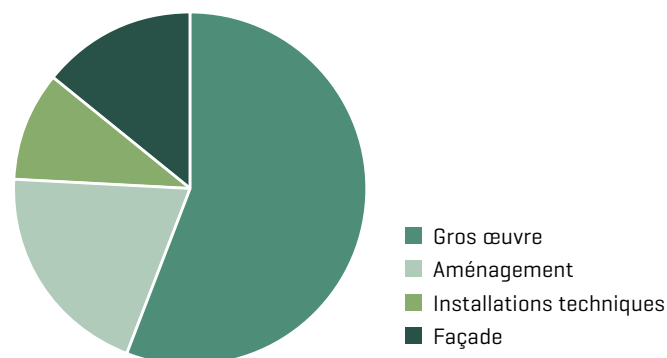
Société	Environnement	Economie
<b>Bien-être / santé</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Air intérieur</li><li>Lumière</li><li>Bruit</li></ul>	<b>Energie grise/matériaux de construction</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Matières premières/disponibilité</li><li>Flux de matières</li><li>Charge environnementale</li><li>Déconstruction</li></ul>	<b>Substance des bâtiments</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Flexibilité</li></ul>
<b>Confort</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Confort thermique</li><li>Protection thermique en été</li><li>Renouvellement systématique de l'air</li></ul>	<b>Energie d'exploitation</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Climat intérieur/enveloppe du bâtiment</li><li>Eau chaude</li><li>Appareils ménagers</li><li>Eclairage</li><li>Equipement</li></ul>	<b>Coûts d'exploitation et d'entretien</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Accessibilité</li><li>Séparation de système</li></ul>
	<b>Infrastructure (mobilité)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Choix de l'emplacement</li><li>Systèmes d'incitation</li><li>Equipements techniques</li></ul>	

### Recommandation SIA 112/1 «Construction durable – Bâtiment»

La consommation d'énergie [énergie grise] est un facteur essentiel, étant donné qu'elle est quelque peu supérieure à la véritable consommation d'énergie du bâtiment. Par «énergie grise», on entend la quantité totale d'énergie primaire non renouvelable pour la fabrication et l'élimination d'un matériau.

La consommation totale d'énergie grise peut être calculée pour tout ou partie de l'immeuble ou de matériau individuel.

### Ordre de grandeur de la part de énergie grise



# Energie grise/unités de charge écologique [UCE]

## Calcul de l'énergie grise

Le calcul de l'énergie grise pour MINERGIE-A, MINERGIE-ECO, MINERGIE-P-ECO et MINERGIE-A-ECO est déterminé d'après la fiche technique SIA 2032 «Energie grise des bâtiments». L'énergie grise  $\gamma$  est définie comme étant la quantité totale d'énergie primaire non renouvelable, nécessaire pour tous les processus situés en amont, allant de l'extraction des matières premières à l'élimination,  $\gamma$  compris le transport, en passant par les processus de fabrication. Les données nécessaires ont été préparées par le KBOB [Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics]. Elles forment la base de données pour tous les calculs. L'énergie grise et les émissions de gaz à effet de serre sont calculées en multipliant la masse des éléments par les valeurs correspondantes de l'énergie grise ou des émissions de gaz à effet de serre pour chaque surface. Les valeurs indiquées correspondent à la fabrication et à l'élimination ainsi qu'à une valeur totale par année.

Pour le calcul de l'énergie grise par année, une durée d'amortissement est déduite. Etant donné que tous les matériaux n'ont pas la même durée d'utilisation, les différentes durées d'amortissement sont indiquées dans un tableau. Les éléments de construction comme les dalles au sol, les piliers, les murs extérieurs et intérieurs ainsi que les dalles en béton sont calculés avec une durée de 60 ans, les aménagements intérieurs ainsi que la technique du bâtiment avec une durée de 30 ans.

Le catalogue d'éléments de construction décrit les éléments à prendre en compte pour le calcul de l'énergie grise.

### Catalogue d'éléments de construction

#### Constructions neuves

- Enveloppe du bâtiment chauffée
- Enveloppe du bâtiment non chauffée
- Eléments internes: parois intérieures et dalles
- Installations techniques du bâtiment: sonde géothermique, photovoltaïque, panneaux solaires, installations de chauffage, de ventilation, sanitaires et électriques
- Terrassement

L'indicateur UCE prend en compte outre l'énergie grise toute l'énergie primaire et les gaz à effet de serre. En résumé, les indicateurs de charge environnementale se résume en unités de charge écologique [UCE]. Plus la valeur est basse, plus faible est la charge environnementale.

## Valeurs limites de l'énergie grise

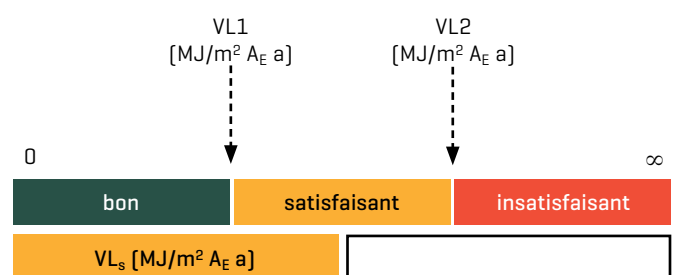
La valeur limite de l'énergie grise pour MINERGIE-A est statique. Cela signifie qu'une valeur limite fixe de 50 kWh/m<sup>2</sup>a [kilowatt/heure par m<sup>2</sup> de surface de référence énergétique par an] s'applique pour les constructions neuves. Les exigences relatives aux valeurs limites pour l'énergie grise pour MINERGIE-A sont assez modérées. Si les valeurs limites ne sont pas atteintes, il est possible de les corriger après la phase d'introduction.

Pour MINERGIE-ECO, MINERGIE-P-ECO et MINERGIE-A-ECO, la valeur limite est dynamique. Cela signifie que pour les constructions neuves et les modernisations, on prend en compte une valeur limite inférieure et une valeur limite supérieure, lesquelles sont déterminées selon l'objet. Les règles sont plus strictes que pour MINERGIE-A et requièrent une conception optimale de l'immeuble.

Pour que les constructions neuves avec une large utilisation d'énergie renouvelable [p. ex. photovoltaïque] ne soient pas pénalisées et que les modernisations avec assainissements partiels [p. ex. fenêtres neuves] ne soient pas récompensées, il a été décidé de définir des valeurs limites spécifiques [VL1 et VL2].

Pour établir ce calcul, on a besoin d'informations sur l'immeuble et ses installations techniques. Les valeurs limites ont l'unité MJ par m<sup>2</sup> de surface de référence énergétique et par an.

### Valeurs limites de l'énergie grise



Deux valeurs limites désignent la transition entre **bon** [vert] et **satisfaisant** [orange] VL1. Ainsi qu'entre **satisfaisant** [orange] et **insatisfaisant** [rouge] VL2.

# Energie grise/unités de charge écologique (UCE)

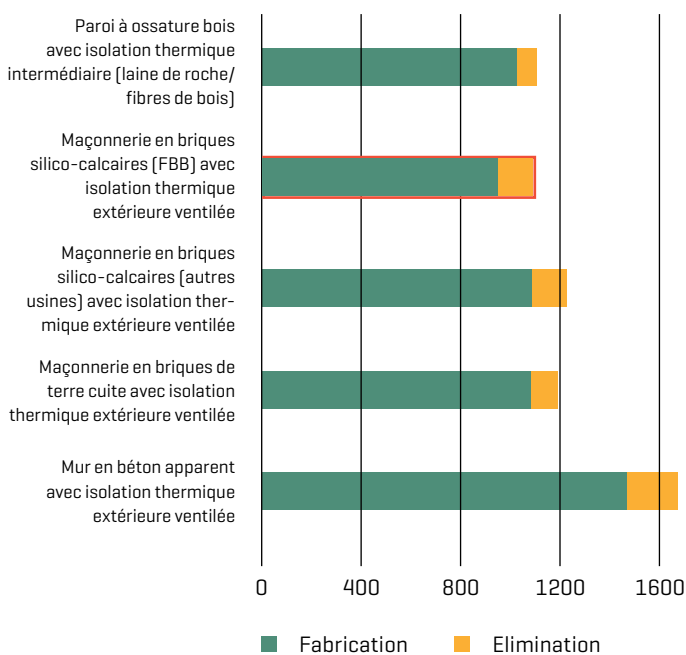
## Construire durablement avec la brique silico-calcaire

La brique silico-calcaire se compose de matières premières naturelles et constitue avec ses propriétés physiques une excellente protection phonique et incendie. Grâce à sa masse d'accumulation, elle crée un climat intérieur agréable toute l'année.

De plus, son écobilan concernant l'énergie grise est très intéressant en comparaison avec d'autres éléments de construction.

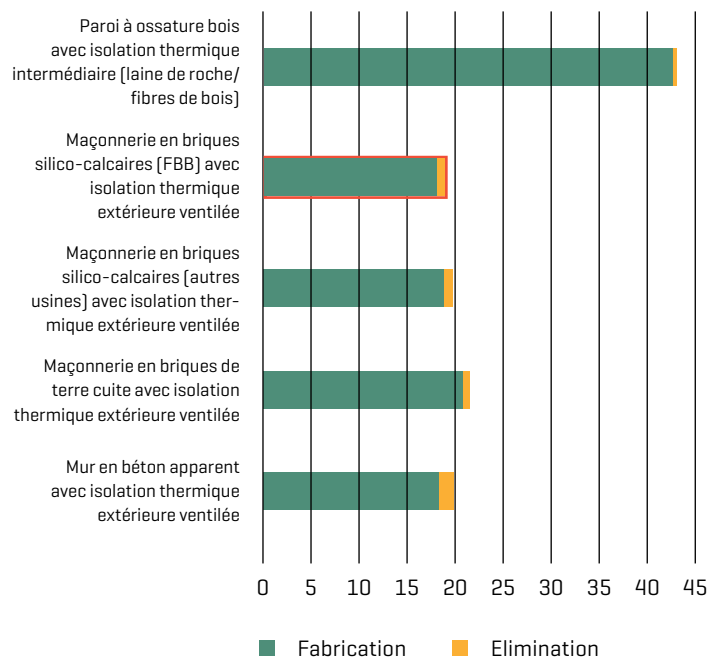
Une comparaison avec différentes constructions de façades (conformément au tableau p. 56):

Comparaison structure de cloisons UCE 2013 [UCE/m<sup>2</sup>/a]



Comparaison structure de cloisons

Energie primaire totale [MJ/m<sup>2</sup>/a]





# Energie grise/unités de charge écologique (UCE)

## Comparaison avec différentes structures porteuses ventilées

Systeme					
<b>Structure de la paroi de l'extérieur vers l'intérieur</b> <sup>1), 2)</sup>	<b>Béton</b> - Revêtement de façade 20 mm - Ventilation arrière 40 mm - Isolation 0.0032 W/mK 200 mm - Paroi béton 180 mm - Crépi intérieur	<b>Briques terre cuite</b> - Revêtement de façade 40 mm - Ventilation arrière 40 mm - Isolation 0.0032 W/mK 200 mm - Mur terre cuite 175 mm - Crépi intérieur	<b>Briques silico-calcaires FBB</b> - Revêtement de façade 20 mm - Ventilation arrière 40 mm - Isolation 0.032 W/mK 200 mm - Mur brique silico-calcaire 180 mm - Crépi intérieur	<b>Briques silico-calcaires autres usines</b> - Revêtement de façade 20 mm - Ventilation arrière 40 mm - Isolation 0.032 W/mK 200 mm - Mur brique silico-calcaire 180 mm - Crépi intérieur	<b>Bois</b> - Revêtement de façade 20 mm - Ventilation arrière 40 mm - Isolation 0.038 W/mK 200 mm - Paroi ossature bois - Pare-vapeur - Vide technique 25 mm - Plaques fermacell 15 mm
<b>Epaisseur de la paroi sans crépi (mm)</b>	440	440	440	440	300
<b>Coefficient U coefficient de transmission thermique [W/m²K]</b>	0,18	0,17	0,18	0,18	0,19
<b>Capacité thermique de la superficie [kJ/m²K]</b> <sup>3)</sup>	83,9	54,4	70,2	70,2	22,1
<b>Indice d'affaiblissement acoustique R'w</b> <sup>4)</sup>	60	52	57	57	46
<b>UCE 13 [UCE/m²/a]</b> Total	1677	1194	1098	1229	1109
<b>Energie primaire totale MJ/m² a</b> Total	19,7	21,4	19,0	19,8	42,7
<b>Energie primaire non renouvelable MJ/m² a</b> Total	12,5	13,8	11,6	12,4	14,7
<b>Emissions de gaz à effet de serre Kg/CO²-eq/m² a</b> Total	1,039	1,034	0,831	0,981	0,784

<sup>1)</sup> Majoration pour pont thermique avec lambourrage croisé = 0,03 W/m²K

<sup>2)</sup> Ventilation arrière RSI = RSE = 0,13 m² K/W

<sup>3)</sup> Selon la norme SIA 180, la capacité de stockage de la chaleur est considérée pour un mur de 10 cm d'épaisseur max. et une période de 24 heures

<sup>4)</sup> Selon le type de fixation du lambourrage croisé et de la façade rideau, les valeurs acoustiques peuvent sensiblement varier

# Caractéristiques physiques du bâtiment

**Protection phonique**

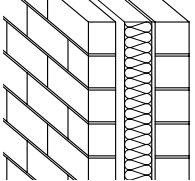
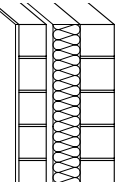
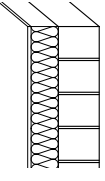
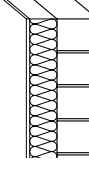
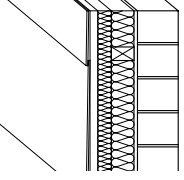
**Protection incendie**

**Absorption acoustique**

**Isolation thermique**



# Caractéristiques physiques du bâtiment

Construction	Structure du mur			Isolation thermique		
	de l'extérieur vers l'intérieur	Structure murale	Epaisseur [sans crépi]	Epaisseur d'isolation	Coefficient U de transmission thermique	Température de surface intérieure <sup>5)</sup>
Système			mm	mm	W/m <sup>2</sup> K	°C
<b>Maçonnerie apparente à double paroi avec isolation en laine minérale</b> 		<b>1</b>				
	Maçonnerie silico-calcaire apparente 120 mm	1.1	420	140	0,23	19,0
	Couche d'air 40 mm <sup>3)</sup>	1.2	440	160	0,20	19,1
	Isolation thermique 0,035W/mK	1.3	460	180	0,18	19,2
	Maçonnerie silico-calcaire 120 mm	1.4	480	200	0,16	19,3
	Crépi intérieur	1.5	500	220	0,15	19,3
<b>Murs crépi à double paroi avec isolation en laine minérale</b> 		<b>2</b>				
	Crépi extérieur	2.1	415	140	0,22	19,0
	Maçonnerie silico-calcaire apparente 120 mm	2.2	435	160	0,20	19,1
	Vide de tolérance 10 mm <sup>3)</sup>	2.3	455	180	0,18	19,2
	Isolation thermique 0,034W/mK	2.4	475	200	0,16	19,3
	Maçonnerie silico-calcaire 145 mm	2.5	495	220	0,15	19,3
	Crépi intérieur					
<b>Murs avec isolation thermique extérieure EPS 0,038 W/mK</b> 		<b>3</b>				
	Crépi extérieur	3.1	340	160	0,22	19,0
	Isolation thermique 0,038W/mK	3.2	360	180	0,20	19,1
	Maçonnerie silico-calcaire 180 mm	3.3	380	200	0,18	19,2
	Crépi intérieur	3.4	400	220	0,16	19,3
		3.5	420	240	0,15	19,3
<b>Murs avec isolation thermique extérieure en fibres minérales 0,034 W/mK</b> 		<b>4</b>				
	Crépi extérieur	4.1	340	160	0,20	19,1
	Isolation thermique 0,034W/mK	4.2	360	180	0,18	19,2
	Maçonnerie silico-calcaire 180 mm	4.3	380	200	0,16	19,3
	Crépi intérieur	4.4	400	220	0,15	19,3
<b>Façade rideau ventilée avec lambourdeage croisé <sup>1) 2)</sup></b> 		<b>5</b>				
	Revêtement de façade 20 mm	5.1	400	160	0,21	19,2
	Ventilation arrière 40 mm	5.2	420	180	0,20	19,2
	Isolation thermique 0,032W/mK	5.3	440	200	0,18	19,3
	Maçonnerie silico-calcaire 180 mm	5.4	460	220	0,17	19,4
	Crépi intérieur	5.5	480	240	0,15	19,4

Brique silico-calcaire; densité = 1800 kg/m<sup>3</sup>, λ = 1.0 W/mK  
Calcul selon la norme SIA 180 édition 2014

<sup>1)</sup> Majoration pour pont thermique avec lambourdeage croisé = 0,03W/m<sup>2</sup>K

<sup>2)</sup> Ventilation arrière [structure murale n° 6] Rsi = Rse = 0,13 m<sup>2</sup>K/W

<sup>3)</sup> Couche d'air [structure murale n° 1+2] μ = 1,0

<sup>4)</sup> Station climatologique Zurich SMA, hygrométrie ambiante non contrôlée

<sup>5)</sup> Température de surface; ti = 20 °C; te = -15,9 °C; Rse = 0,13 m<sup>2</sup>K/W

<sup>6)</sup> Selon la norme SIA 180, la capacité de stockage de la chaleur est considérée pour un mur de 10 cm d'épaisseur max. et une période de 24 heures

<sup>7)</sup> Amortissement d'amplitude/déphasage: calcul selon le Cas II Heindl

# Caractéristiques physiques du bâtiment

Données thermiques dynamiques			Diffusion de vapeur <sup>4)</sup>		Isolation		
Atténuation d'amplitude de température <sup>7)</sup>	Déphasage <sup>7)</sup>	Capacité thermique de la surface <sup>6)</sup>	Condensation maximale	Condensation résiduelle [y compris crépi]	Masse surfacique	Indice d'affaiblissement acoustique R' <sub>w</sub> <sup>8)</sup>	C <sub>tr</sub>
-	H	kJ/m <sup>2</sup> K	g/m <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	dB	dB
73	10,4	76,4	265	0	450	env. 62	-6
84	10,6	76,4	265	0	450	env. 62	-6
94	10,8	76,3	265	0	450	env. 62	-6
105	11,0	76,3	265	0	450	env. 62	-6
135	11,7	76,3	265	0	450	env. 62	-6
103	11,6	72,5	212	0	520	env. 67	-8
118	11,8	72,4	212	0	520	env. 67	-8
133	12,0	72,4	213	0	520	env. 67	-8
148	12,2	72,4	213	0	520	env. 67	-8
164	12,4	72,3	213	0	520	env. 67	-8
85	8,5	72,2	0	0	360	env. 51	-5
95	8,7	72,2	0	0	360	env. 51	-5
106	8,9	72,2	0	0	360	env. 51	-5
118	9,1	72,2	0	0		env. 51	-5
130	9,4	72,2	0	0	360	env. 51	-5
106	10,6	72,2	53	0	360	env. 55	-6
126	11,3	72,1	55	0	360	env. 55	-6
150	12,0	72	56	0	360	env. 55	-6
179	12,7	71,9	56	0	360	env. 55	-6
99	9,2	72,4	56	0	380	env. 57	-4
113	9,5	72,3	57	0	380	env. 57	-4
129	10	72,2	57	0	380	env. 57	-4
145,7	10,4	72,2	57	0	380	env. 57	-4
164,8	10,9	72,1	57	0	380	env. 57	-4

## <sup>8)</sup> Isolation acoustique

Selon la fixation des deux parois ainsi que le collage et le chevillage de la façade compacte, les données acoustiques peuvent varier fortement. Des solutions particulières doivent être mises en œuvre lors de forts bruits extérieurs.



# Caractéristiques physiques du bâtiment

## Exigences de protection phonique

### Exigences minimales

Les exigences minimales assurent une protection acoustique qui empêche les perturbations significatives.

### Exigences accrues

Les exigences accrues offrent une protection acoustique qui est agréable pour la plupart des habitants.

Les exigences accrues s'appliquent pour les maisons jumelées ou en rangées, ainsi que pour les appartements en PPE.

Entre deux unités d'utilisation (pièces ou espaces dans lesquels l'utilisation forme une unité), la protection acoustique disponible dépend des grandeurs suivantes:

- **Affaiblissement acoustique du bruit aérien  $R'w$  [dB] des éléments de séparation**
- **Grandeur  $S$  [m<sup>2</sup>] des surfaces de séparation communes** █
- **Volume  $V$  [m<sup>3</sup>] de l'espace d'accueil**

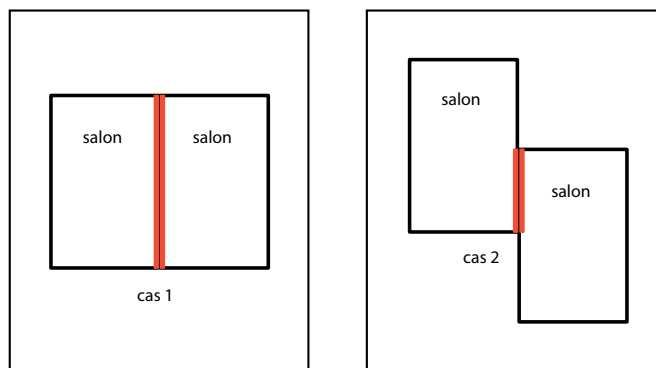
Les exigences relatives à la protection acoustique peuvent changer suivant la situation et donner un résultat différent.



Il est évident que pour les deux situations où la même structure de mur est employée, **le cas n° 2**, en raison de la plus petite séparation, aura une meilleure protection acoustique que **le cas n° 1**.

### Exigences relatives au bruit extérieur

Les exigences relatives à la protection phonique de l'enveloppe du bâtiment dépendent d'une part du degré de nuisance par le bruit extérieur [pollution sonore occasionnée par la circulation routière, le trafic ferroviaire et aérien, etc.], et d'autre part de l'utilisation des locaux et de la sensibilité au bruit des utilisateurs [bureau, chambre à coucher, atelier, etc.].



**Tableau 1 Classification de la sensibilité au bruit selon les locaux et l'utilisation**

Sensibilité au bruit	Description des immissions selon type de locaux et d'affectation [espace d'accueil]
faible	Locaux pour activités manuelles, locaux utilisés par plusieurs personnes ou utilisés brièvement. Exemples: atelier, réception, salle d'attente, grand bureau [à l'exclusion des locaux prévus pour devenir plus tard plusieurs bureaux individuels ou d'autres unités d'utilisation], cantine, restaurant, cuisine, salle de bains, w-c, local de vente, laboratoire, corridor.
moyen	Espaces pour vivre, dormir ou dédiés aux travaux intellectuels. Exemples: salon, chambre à coucher, studio, salle de classe, salle de musique, cuisine multifonctionnelle, bureau, chambre d'hôtel, chambre d'hôpital sans fonction particulière d'espace de repos.
haut	Locaux pour utilisateurs avec de grands besoins de tranquillité. Exemples: salles de repos dans les hôpitaux, salles de thérapie, salles de lecture, salles d'étude.



# Caractéristiques physiques du bâtiment

## Exigences minimales relatives à la protection contre le bruit aérien provenant de l'extérieur

(Bruit aérien:  $D_e$ , total en dB). La classification de la sensibilité au bruit se fait selon le tableau 1. Le degré de nuisance par le bruit extérieur peut être mesuré avec des méthodes reconnues ou à l'aide de du tableau 2.

**Tableau 2 Exigences minimales relatives à la protection contre le bruit aérien extérieur**

Nuisances sonores	Degré de nuisances par le bruit extérieur			
	faible		modéré à très fort	
Emplacement du lieu de réception	à l'écart des moyens de transport pas d'entreprise gênante		proche des moyens de transport, ou entreprise gênante	
Période d'évaluation	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Niveau d'évaluation dB [A]	$L_r < 64$	$L_r < 56$	$L_r > 64$	$L_r > 56$
Sensibilité au bruit	Degrés d'exigence $D_e$			
faible	26 dB	26 dB	$L_r - 38$ dB	$L_r - 30$ dB
moyen	31 dB	31 dB	$L_r - 33$ dB	$L_r - 25$ dB
haut	36 dB	36 dB	$L_r - 28$ dB	$L_r - 20$ dB

Pour des exigences accrues relatives à la protection contre le bruit aérien provenant de l'extérieur, on compte 3 dB de plus par rapport aux valeurs indiquées dans le tableau 2.

### Exemple: immeuble sur route principale. Exigences:

a) Côté route de jour

Degré de nuisance: fort, sensibilité au bruit: moyen

Degré d'exigence  $D_e = 33$  dB

b) Côté cour de jour

Degré de nuisance: petit, sensibilité au bruit: moyen

Degré d'exigence  $D_e = 31$  dB

c) Façade de jour

Degré de nuisance: modéré, sensibilité au bruit: moyen

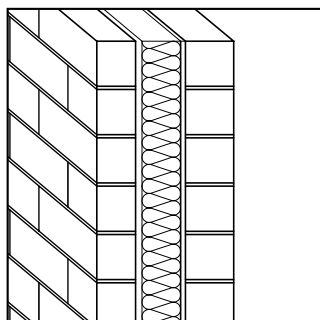
Degré d'exigence  $D_e = 33$  dB



### Indice d'affaiblissement acoustique du bruit aérien de parois extérieures en briques silico-calcaires

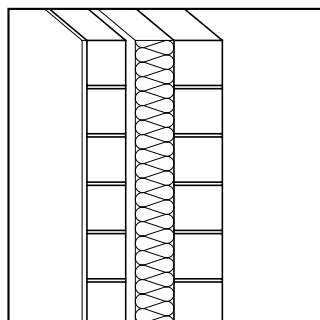
Pour les murs extérieurs en briques silico-calcaires, on est dans la situation confortable où, en raison de l'isolation thermique d'une épaisseur de 10 à 16 cm, l'isolation contre le bruit aérien est toujours plus élevée que les exigences de la norme SIA 181.

En cas d'exigences très élevées, une attention particulière doit être accordée aux murs avec isolation thermique extérieure à base de mousses synthétiques.



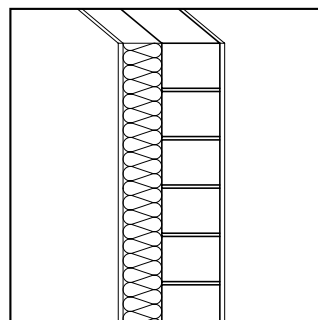
Maçonnerie apparente à double paroi

$R'_w = 62 - 65$  dB



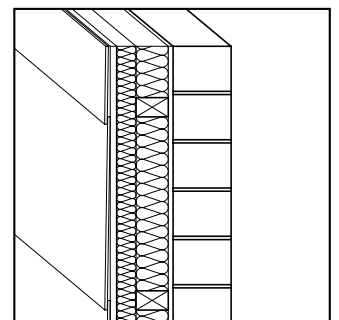
Maçonnerie apparente à double paroi avec crépi extérieur

$R'_w = 63 - 69$  dB



Maçonnerie avec isolation thermique extérieure

$R'_w = 50 - 55$  dB



Maçonnerie avec façade rideau ventilée

$R'_w = 55 - 58$  dB

# Caractéristiques physiques du bâtiment

## Protection contre le bruit intérieur

Dans la définition des exigences relatives à la protection contre le bruit intérieur, il a été tenu compte du fait que les pièces utilisées peuvent être bruyantes. Exigences minimales relatives à la protection contre le bruit intérieur [bruit aérien] entre deux locaux voisins [ $D_i$  en dB]: Tableau 3.

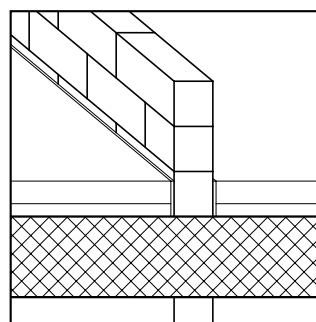
Il faut prendre en considération que, selon la direction de transmission entre deux locaux voisins, il peut en résulter des exigences différenciées. La protection acoustique doit être interprétée de manière à atteindre les exigences accrues.

**Tableau 3 Exigences minimales relatives à la protection contre le bruit aérien intérieur**

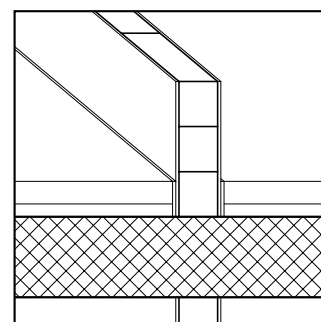
Nuisances sonores	faible	modéré	fort	très fort
Exemples d'émissions d'une pièce et de son utilisation (local d'émission)	Utilisation peu bruyante: salle de lecture, salle d'attente, salle de soins, salle d'archives	Utilisation normale: chambre à coucher, salon, cuisine, salle de bains, w-c, corridor, cage d'escalier, bureau, salle de conférence, laboratoire, local de vente sans protection anti-bruit	Utilisation bruyante: salle de bricolage, salle de réunion, salle de classe, garderie, maternelle, chauffage, salle de machines, restaurant sans protection anti-bruit, local de vente avec protection anti-bruit ainsi que les pièces environnantes.	Utilisation très bruyante: usine, atelier, salle de musique, salle de gym, restaurant avec protection anti-bruit ainsi que les pièces environnantes.
Sensibilité au bruit	Valeur des exigences $D_i$			
faible	42 dB	47 dB	52 dB	57 dB
moyen	47 dB	52 dB	57 dB	62 dB
haut	52 dB	57 dB	62 dB	67 dB

Pour des exigences accrues relatives à la protection contre le bruit aérien, on compte 3 dB de plus par rapport aux valeurs indiquées dans le tableau 3.

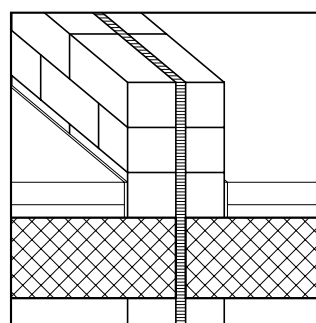
### Indice d'affaiblissement acoustique du bruit aérien de parois intérieures en briques silico-calcaires



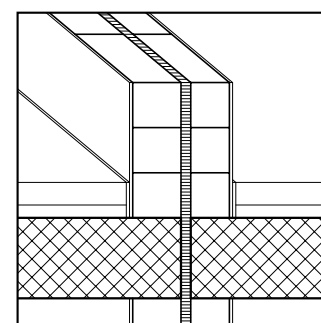
Mur apparent  
Épaisseur du mur 100–200 mm  
Indice d'affaiblissement acoustique  $R'w$  dB 46–52



Mur crépi  
Épaisseur du mur 130–230 mm  
Indice d'affaiblissement acoustique  $R'w$  dB 47–54



Mur apparent  
Épaisseur du mur 270–330 mm  
Indice d'affaiblissement acoustique  $R'w$  dB 58–60

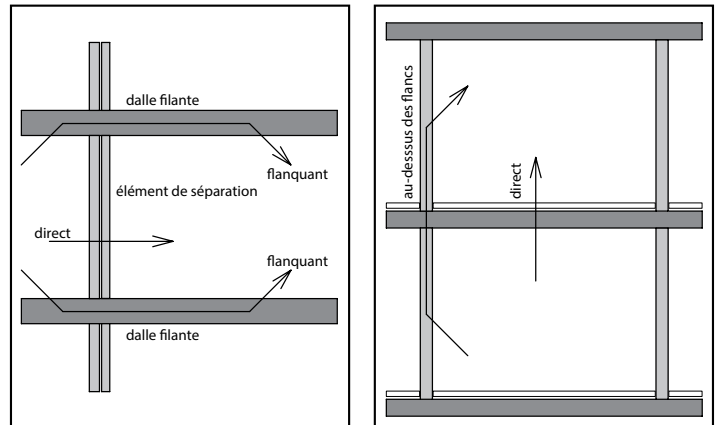


Mur crépi  
Épaisseur du mur 300–360 mm  
Indice d'affaiblissement acoustique  $R'w$  dB 60–63

# Caractéristiques physiques du bâtiment

## Transmission indirecte par les éléments de flanc

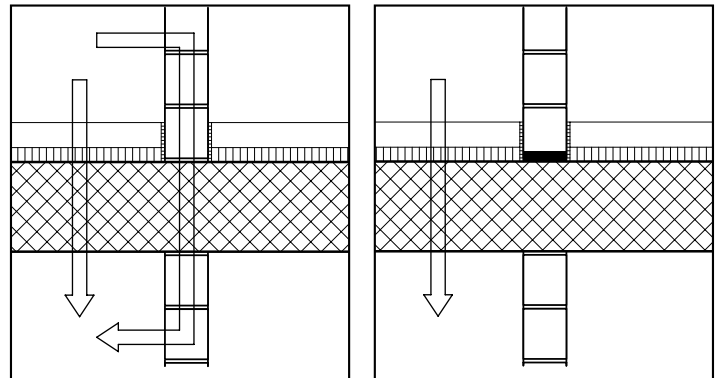
Transmissions indirectes par les éléments de flanc, comme représentées schématiquement sur la figure. La transmission acoustique se fait de pièce en pièce non seulement par les éléments de séparation mais aussi par les éléments de flanc. Souvent la transmission du bruit aérien à travers les éléments de flanc est plus élevée que celle à travers les éléments de séparation. Par conséquent, les éléments de flanc sont à prendre en compte dans le concept de protection acoustique.



## Murs de séparation entre pièces

Transmissions flanquantes de cloisons de séparation de pièces dans le sens horizontal et vertical.

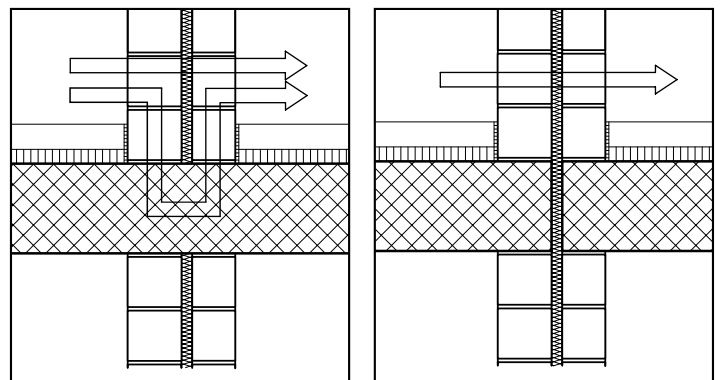
Amélioration par appui élastique de mur.



## Murs de séparation entre logements

Les dalles filantes limitent l'isolation acoustique des murs à double paroi.

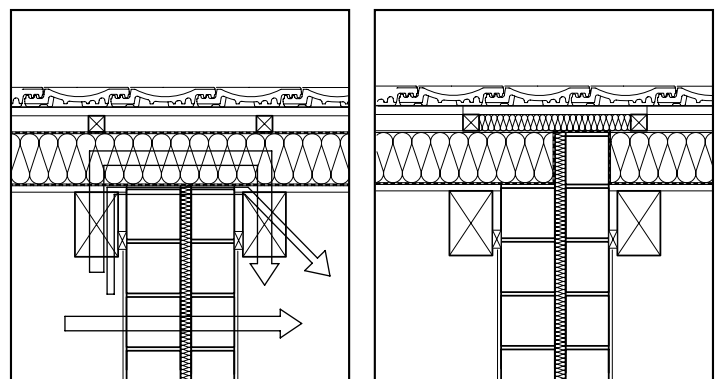
Amélioration par séparation de la dalle.



## Toitures

Les toitures continues réduisent considérablement l'isolation acoustique.

Amélioration par gradation de la maçonnerie.



# Caractéristiques physiques du bâtiment

## Protection incendie

La nécessité d'une bonne planification se démontre particulièrement évidente pour la protection incendie. La protection incendie sert à la sécurité ainsi qu'à la stabilité d'un bâtiment. La protection incendie va de pair avec la considération de la statique. La réduction des coûts ne doit jamais être faite aux dépens de la sécurité. Un comportement défavorable des matériaux et éléments de construction peut en cas d'incendie avoir des conséquences désastreuses. Les constructions doivent être conçues déjà au stade de la planification de manière que, dans le cadre de concepts de protection incendie efficaces et écono-

miques, elles garantissent une sécurité optimale des personnes et des biens en cas d'incendie. La brique silico-calcaire a une très haute résistance au feu. Selon des études approfondies, l'expérience et la pratique ont démontré que les bâtiments en briques silico-calcaires résistent d'une manière considérable aux incendies.

Les règlements de la police du feu de la confédération et des cantons contiennent les données pour le choix des matériaux et de la construction des bâtiments.

### La norme SIA 266:2003 constitue la base

Il faut distinguer:

#### Murs porteurs sans fonction de compartimentage et piliers (ni) (épaisseur minimale du mur en mm)

		R 30	R 60	R 90	R 120	R 180	R 240
MK	sans crépi	115	125	150	175	225	275
MK	avec crépi	115	115	125	150	200	250

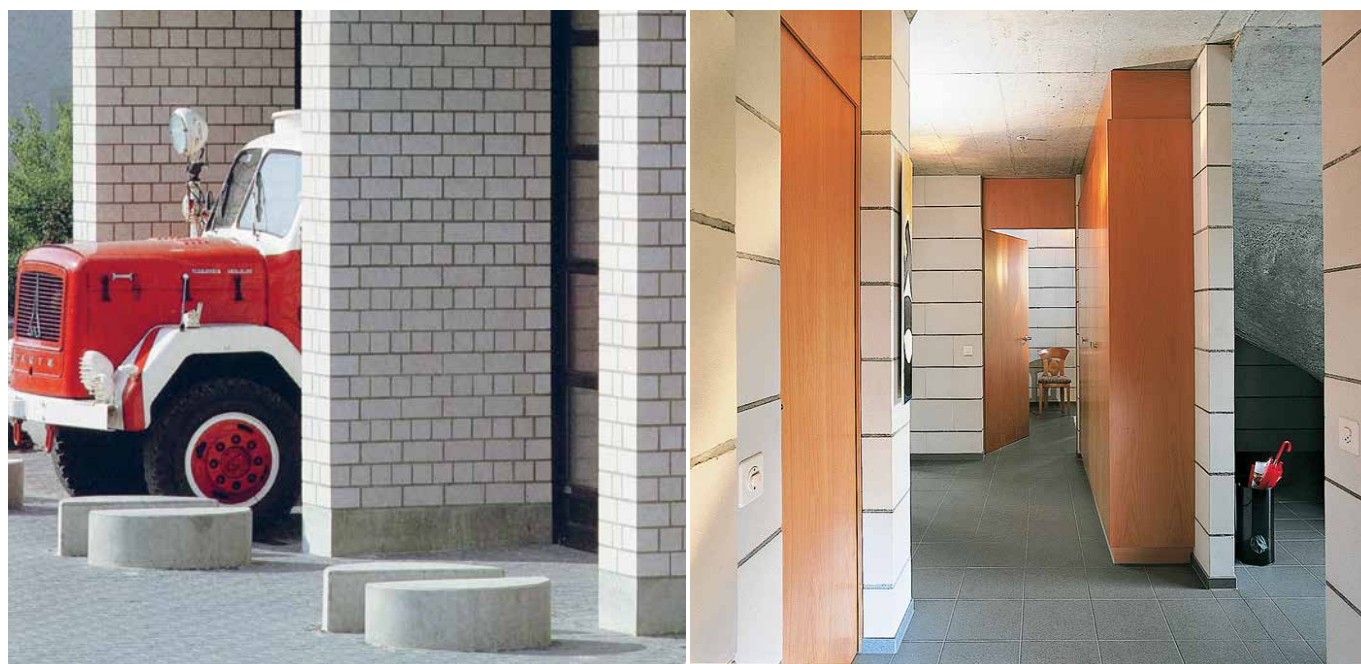
#### Murs porteurs avec fonction de compartimentage (ni) (épaisseur minimale du mur en mm)

		REI 30	REI 60	REI 90	REI 120	REI 180	REI 240
MK	sans crépi	115	115	125	150	200	250
MK	avec crépi	115	115	115	125	175	225

#### Murs non porteurs avec fonction de compartimentage (ni) (épaisseur minimale du mur en mm)

		EI 30	EI 60	EI 90	EI 120	EI 180	EI 240
MK	sans crépi	75	100	125	150	175	200
MK	avec crépi	50	75	100	125	150	175

Le crépi 2 façes a une épaisseur minimum de 1 cm [ni] = non inflammable





# Caractéristiques physiques du bâtiment

## Absorption acoustique

Dans les bâtiments publics, comme par exemple les salles de cours ou les gymnases, un minimum d'intelligibilité de la parole et de l'écoute doit être visé. Cela signifie que, pour que les conditions acoustiques soient réunies, la réverbération de ces locaux doit être définie.

En s'appuyant sur la norme DIN 18041, les durées de réverbération  $T_{soll}$  pour les salles de cours et les gymnases [sans public, utilisation normale par une classe ou un groupe] doivent être définies.

### Valeur de consigne de la réverbération (durée de réverbération T en secondes s)

#### Pour salles de cours

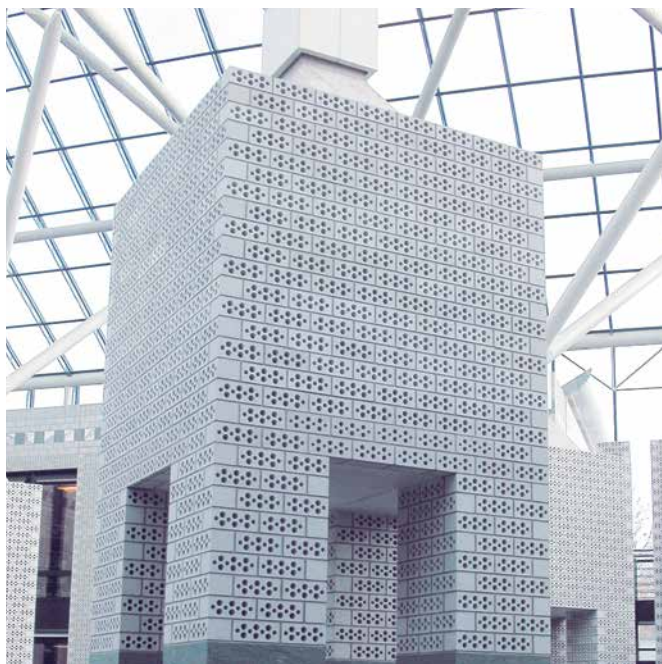
Exemples: 60 m<sup>3</sup>  $T_{soll} = 0,4$  s  
500 m<sup>3</sup>  $T_{soll} = 0,7$  s

#### Pour gymnases

Exemples: 2000 m<sup>3</sup>  $T_{soll} = 1,7$  s  
5000 m<sup>3</sup>  $T_{soll} = 2,2$  s

### Absorption acoustique des parois en briques silico-calcaires

Un doublage en briques silico-calcaires avec perforation continue augmente nettement l'absorption acoustique. L'effet peut être accentué si derrière le doublage, on place une plaque d'isolation en fibres minérales. En fonction de la structure de la paroi et des éléments de construction, une atténuation de la réverbération de 40-50 % est possible.



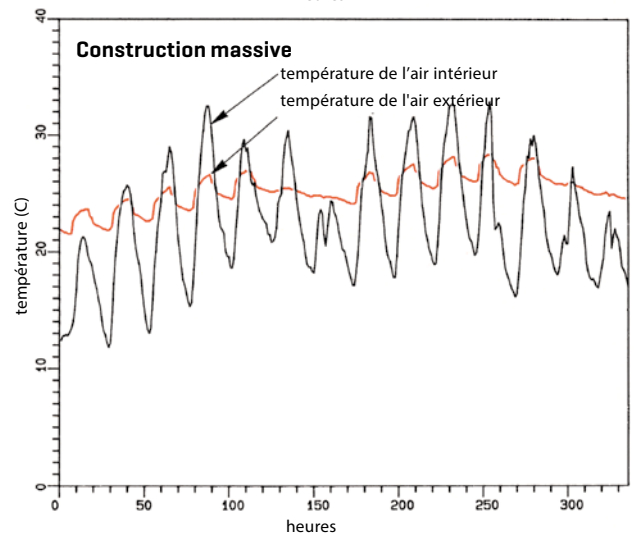
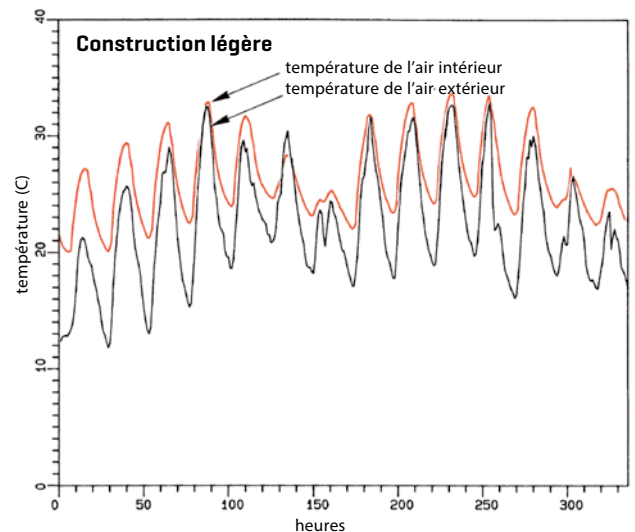
## Protection thermique

En cas de variations de températures suite à une nuit froide ou un ensoleillement extrême, la masse d'accumulation des éléments de construction intérieurs contribue à compenser les fluctuations.

L'important pour un climat intérieur agréable, c'est une température constante de l'air ambiant, même en cas de fluctuations de la température extérieure.

Avec une paroi massive en briques silico-calcaires, les fluctuations de la température ambiante sont sensiblement réduites.

Dans les diagrammes ci-dessous, on observe les cycles d'oscillation d'une pièce, sur une période estivale de 14 jours pour une construction légère ou une construction massive.





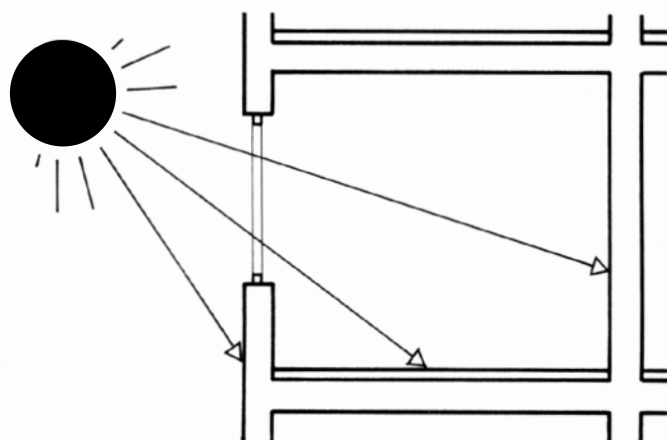
# Caractéristiques physiques du bâtiment

## Economies d'énergie

Les constructions massives permettent de faire des économies lors des périodes de transition ou pendant l'hiver grâce à l'apport d'énergie solaire passive.

Les rayons de soleil pénétrant dans la pièce ne doivent pas apporter une chaleur indésirable, mais ils doivent être accumulés pour une utilisation ultérieure afin de couvrir les besoins en chaleur.

## Accumulation de chaleur suite à l'ensoleillement



Il convient d'utiliser des matériaux à haute densité apparente (dalles en béton, parois en briques silico-calcaires) comme accumulateurs de chaleur.

## Accumulation de chaleur des matériaux

En choisissant de matériaux à haute densité, une coordination précise est possible. La capacité de stockage dépend de la densité et de l'épaisseur du mur.

Pour les murs en briques silico-calcaires non crépis d'une densité d'env. 1800 kg/m<sup>3</sup>, on obtient les valeurs d'accumulation suivantes:

Epaisseur du mur (brut) cm	Capacité de stockage de la chaleur Q kJ/m <sup>2</sup> K
10	163
12	197
15	234
18	290

La capacité journalière de stockage de différents matériaux est indiquée dans le tableau ci-dessous.

Élément	Matériau	Capacité journalière de stockage Q <sub>s</sub> * kJ/m <sup>2</sup> K
<b>Paroi intérieure</b>		
<b>Béton</b>	Béton 15 cm	98
<b>Brique en terre cuite</b>	B 15 cm	58
<b>Plâtre</b>	Plâtre 15 cm	45
<b>Béton cellulaire</b>	P 15 cm	31
<b>Brique silico-calcaire</b>	K 12 cm	69
	K 15 cm	76
	K 18 cm	81
	K 20 cm	84

Capacité journalière de stockage d'éléments intérieurs (Valeurs indicatives pour un jour ensoleillé)

\* Capacité de stockage par K augmentation de la température ambiante



# Accessoires de maçonnerie

**Linteaux en béton apparent**

**Éléments de pied de mur**

**Armatures de joints d'assise**

**Ancrages**



# Accessoires de maçonnerie

## Liteaux en béton apparent précontraints



Désignation	Format [mm]		Longueur en stock [m]									
	l	h	0,77	1,03	1,29	1,55	1,81	2,07	2,33	2,59	2,85	3,11
<b>10/6,5</b>	100	65	*	*	*	*	*	*	*	*	o	o
<b>12/6,5</b>	120	65	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<b>14,5/6,5</b>	145	65	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<b>18/6,5</b>	180	65	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<b>20/6,5</b>	200	65	*	*	*	*	*	*	o	o	o	o

## Liteaux en béton apparent



Désignation	Format [mm]		Longueur en stock [m]									
	l	h	0,77	1,03	1,29	1,55	1,81	2,07	2,33	2,59	2,85	3,11
<b>10/14</b>	100	140	*	*	*	*	*	o	o	o	o	o
<b>12/14</b>	120	140	*	*	*	*	*	o	o	o	o	o
<b>14,5/14</b>	145	140	*	*	*	*	*	o	o	o	o	o
<b>18/14</b>	180	140	*	*	*	*	*	o	o	o	o	o
<b>20/14</b>	200	140	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o

## Liteaux en béton apparent



Désignation	Format [mm]		Longueur en stock [m]									
	l	h	0,77	1,03	1,29	1,55	1,81	2,07	2,33	2,59	2,85	3,11
<b>10/19</b>	100	190	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
<b>12/19</b>	120	190	o	o	*	*	*	o	o	o	o	o
<b>14,5/19</b>	145	190	o	o	*	*	*	o	o	o	o	o
<b>18/19</b>	180	190	o	o	*	*	*	o	o	o	o	o
<b>20/19</b>	200	190	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o

\* en stock  
o sur commande



# Accessoires de maçonnerie

## Éléments de pied de mur

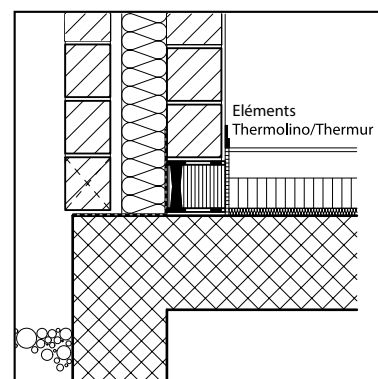
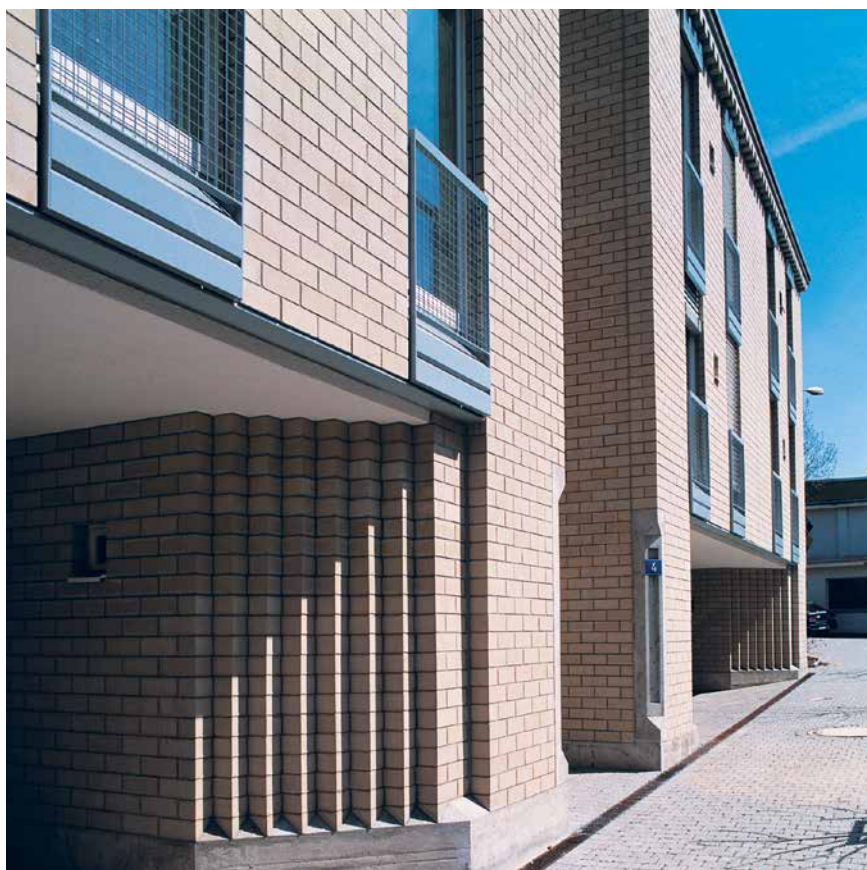
### Thermur plus

Désignation	Format (mm)	L	l	h
<b>12,5/9</b>		600	125	90
<b>15/9</b>		600	150	90
<b>17,5/9</b>		600	175	90



### Thermolino

Désignation	Format (mm)	L	l	h
<b>12,5/9</b>		600	125	90
<b>15/9</b>		600	150	90
<b>17,5/9</b>		600	175	90



# Accessoires de maçonnerie

## Armatures de joints d'assise

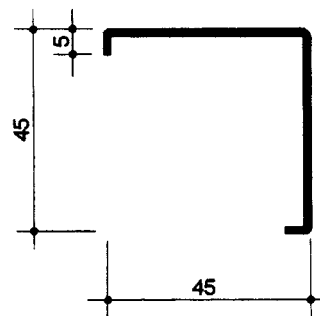
Désignation	MV	MC	MX	Largeur [mm]	Longueur [mm]	Épaisseur du mur [cm]
<b>4/50</b>	*	o	o	50	3000	7,5-10
<b>4/80</b>	*	o	o	80	3000	12-12,5
<b>4/100</b>	*	o	o	100	3000	14,5-15
<b>5/50</b>	*	o	o	50	3000	7,5-10
<b>5/80</b>	*	o	o	80	3000	12-12,5
<b>5/100</b>	*	o	o	100	3000	14,5-15
<b>5/150</b>	*	o	o	150	3000	20
<b>5/180</b>	*	o	o	180	3000	25
<b>5/200</b>	o	o	o	200	3000	25

\* en stock, o sur commande, MV = zingué à chaud, MC = chrome, MX = acier inoxydable



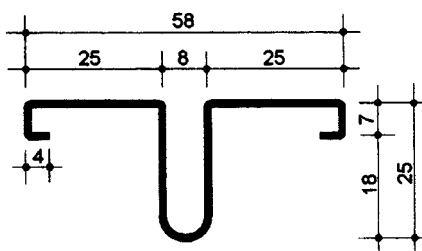
## Etrier d'angle

Type	Dimension [mm]
<b>EB</b>	<b>450/450/40</b>



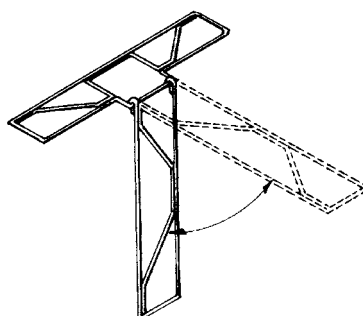
## Etrier de liaison

Type	Dimension [mm]
<b>AB</b>	<b>580/200/40</b>



## Etrier de liaison

Type	Dimension [mm]
<b>Albenese</b>	<b>345/435/35</b>





# Accessoires de maçonnerie

## Ancre torsadées [acier au chrome-nickel-molybdène]

Type	Longueur [mm]	Pour écartement [cm]	Utilisation
<b>SL</b>	190-330	5-23	Pris dans le mortier du joint d'assise sur 2 faces
<b>SB</b>	140-290	5-23	Avec cheville métallique pour béton
<b>SI</b>	200-350	5-23	Cheville à injection pour maçonnerie



## Ancre articulées [acier au chrome-nickel-molybdène]

Type	Longueur [mm]	Pour écartement [cm]	Utilisation
<b>KE Serie 10</b>	240-450	5-29	Pris dans le mortier du joint d'assise sur 2 faces
<b>KE Serie 20</b>	195-395	5-29	Avec cheville métallique pour béton
<b>KE Serie 130</b>	205-415	5-29	Cheville à injection pour maçonnerie



## Ancre de stabilisation [acier au chrome-nickel-molybdène]

Type	Longueur [mm]	Pour écartement [cm]	Utilisation
<b>HM 8</b>	80	0-6	Ancrage dans maçonnerie
<b>HM 11</b>	110	6-9	Ancrage dans maçonnerie
<b>HB 8</b>	80	0-6	Ancrage dans béton
<b>HB 11</b>	110	6-9	Ancrage dans béton



## Ancre de liaison [acier au chrome-nickel]

Type	Longueur [mm]	Utilisation
<b>AM 8</b>	80	Ancrage dans maçonnerie
<b>AM 18</b>	180	Rail d'ancrage avec cheville plastique (nylon)
<b>AB 8</b>	80	Ancrage dans béton
<b>AB 18</b>	180	Rail d'ancrage avec cheville métallique
<b>AS 8</b>	80	Ancrage dans béton
<b>AS 18</b>	180	Rail d'ancrage avec pattes de fixation



## Choix de la brique et du mortier

Par un choix approprié de la brique et du mortier, les propriétés de la maçonnerie peuvent être optimisées. Cela est particulièrement important pour les façades en maçonnerie apparente où, suite au mauvais choix du mortier, le risque de fissuration augmente sensiblement. Ainsi apparaissent les dommages consécutifs comme l'imprégnation, la décoloration, les infiltrations d'eau et les dégâts dus au gel.

### Nouveaux mortiers

On comprend mieux les nouveaux mortiers si l'on part du mortier classique à savoir le mortier de ciment C et le mortier rallongé V. A travers un ajout d'additifs chimiques, les deux sortes de mortier ont été développées de manière à trouver aujourd'hui une offre diversifiée de mortiers prêts à l'emploi sur le marché.

Les additifs sont:

#### Agent aérateur

Cet additif améliore avant tout la mise en œuvre du mortier frais. Les mortiers avec ajout d'agent aérateur sont très souples et prolongent le temps de mise en œuvre sans devoir les remélanger.

#### Retardateur

A travers l'adjonction d'un retardateur, la prise du mortier peut être retardée de 36 heures, de manière que la mise en œuvre soit possible le jour suivant. Pour la maçonnerie apparente, il est recommandé d'utiliser un mortier du jour.

#### Agent de rétention d'eau

Cet agent empêche une déshydratation trop rapide des briques très absorbantes ou en cas de hautes températures. Il est très important que pendant le processus de prise, le mortier soit assez humide.

#### Résistance de la brique silico-calcaire

La résistance à la compression est atteinte aisément avec la plupart des types de mortier. La difficulté est clairement la résistance à la flexion. Ici le choix entre le mortier et la brique a une grande importance.

Dans le cadre d'essais préalables pour un grand projet de construction, des essais ont été faits avec des parois en briques silico-calcaires. Les échantillons ont été montés sur site et laissés à l'EMPA pour les tests. Les résultats des essais montrent que pour les briques silico-calcaires, une résistance à la flexion suffisante est atteinte, quand le mortier est adapté à la brique.

Les mortiers testés sont des produits disponibles sur le marché, qui sont spécifiquement conçus pour la brique silico-calcaire.

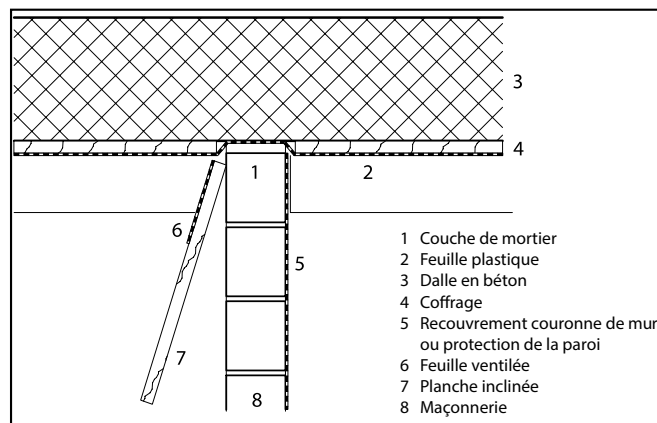


## Protection de la brique silico-calcaire

La brique silico-calcaire avec ses dimensions exactes et sa qualité de surface est appropriée pour une enveloppe du bâtiment durable et avec peu d'entretien. Si après l'achèvement de la maçonnerie, des tâches, des décolorations ou des efflorescences apparaissent, cela mène souvent à des discussions désagréables. Aussi et pour éviter cela, les mesures suivantes doivent être appliquées:

- **Les briques livrées doivent être entreposées sur une surface plane et propre, et recouvertes pour être à l'abri des intempéries.**
- **Les briques silico-calcaires livrées pour le même objet doivent venir de la même usine. Cependant, de très faibles différences de teintes peuvent apparaître.**
- **Pour les parois intérieures, une barrière contre l'humidité doit être posée sous la brique. Le contact avec le sol est à éviter absolument.**
- **Pour le choix du mortier, les besoins spécifiques (soumis aux intempéries, porteur, protection acoustique, etc.) doivent être pris en compte.**
- **En cas de températures basses (< 5° C) ou de risque de gel pendant la nuit, les travaux de maçonnerie doivent cesser. Ne pas utiliser d'antigel.**
- **Après la pose, la maçonnerie ainsi que l'isolation doivent être protégées et à l'abri des intempéries. A chaque interruption des travaux, les murs doivent être protégés.**

Pour les murs de refend, il faut recouvrir la maçonnerie apparente d'une feuille plastique avant de bétonner la dalle et les piliers.



Il faut impérativement éviter que le béton ou le lait de ciment entre en contact avec la maçonnerie (voir image à droite ci-dessous).



## Fraisage de la brique silico-calcaire

Les saignées dans les murs en briques silico-calcaires pour l'installation électrique ne sont aujourd'hui plus un problème. Les nouvelles fraises permettent de faire des saignées rapidement et proprement.

La machine travaille avec 2 disques diamantés en parallèle et permet de faire une saignée propre aussi sur fond dur.

Avec un disque diamanté approprié la brique silico-calcaire peut être fraisée sans problème.

L'aspirateur fixé directement sur la machine permet un travail propre et sans poussière.

En principe, les conduites doivent être regroupées et placées à un endroit propice pour la statique et l'acoustique.

**Les saignées horizontales et diagonales doivent être approuvées par l'ingénieur.** [Norme. SIA 266]



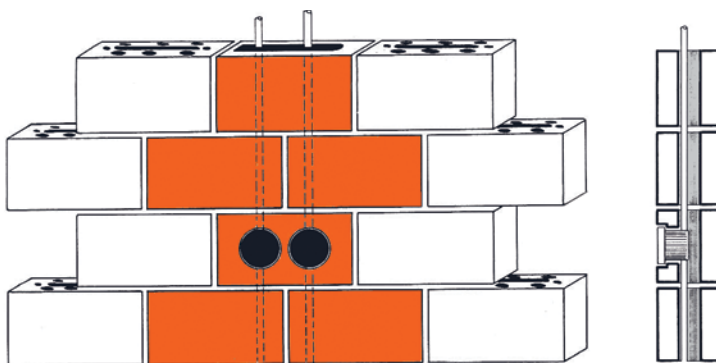
## Passage des conduites dans la maçonnerie apparente

Les passages de conduites dans la maçonnerie apparente peuvent être posés dans des canaux, derrière la maçonnerie ou dans les espaces vides des châssis de porte.

Nos briques spéciales offrent également une autre possibilité pour l'installation dans les murs en briques silico-calcaires. Le passage des conduites peut être intégré directement dans la brique, ce qui épargne une saignée ultérieure.

Les briques d'installation ainsi que les briques pour prises permettent une installation électrique simple.

**Les passages de conduites sont à inclure en détail dans la planification.** Ainsi les tubes vides peuvent être placés au bon endroit pendant le montage des murs.





## Nettoyage de la maçonnerie apparente en briques silico-calcaires

### Remarque préliminaire

Le nettoyage d'une maçonnerie apparente en briques silico-calcaires n'est pas sans poser problème. Même si nous pouvons donner ici quelques conseils, il est important pendant la phase du gros œuvre de tout entreprendre pour que la maçonnerie et les briques ne soient pas détrempés. En priorité, il s'agit d'éviter les tâches et les salissures. Une maçonnerie et une brique sèches constituent la meilleure condition pour un travail propre et sont la garantie d'une maçonnerie présentable pour les années à venir.

Selon le degré de salissure, il existe plusieurs possibilités pour le nettoyage de la maçonnerie apparente en briques silico-calcaires.

### Salissures légères et efflorescences

Les efflorescences solubles dans l'eau s'enlèvent une fois la maçonnerie sèche à l'aide d'une brosse dure à risette. Les efflorescences tenaces, les restes de mortier, les résidus de ciment peuvent être enlevés avec une spatule, du papier de verre, ou éventuellement une pierre de nettoyage. La surface ne doit pas être endommagée. Pour les efflorescences légères, on évitera d'utiliser des produits de nettoyage chimiques.

Dans des cas particuliers, par exemple pour enlever des restes de peinture, spray, etc., il est recommandé de recourir à l'aide d'une personne compétente d'un fournisseur de produits ou d'une entreprise de nettoyage.

### Salissures importantes

Les revêtements de surface durs, minces et insolubles dans l'eau peuvent être partiellement retirés à l'aide d'une lame de couteau.

Pour les salissures tenaces, un lavage à l'eau ainsi que l'utilisation de produits chimiques pour le nettoyage de la pierre peuvent conduire à une réussite.

Les produits chimiques comme un acide acétique à 6 % ou un nettoyant spécial briques silico-calcaires peuvent rendre rugueuse la surface de la brique. La maçonnerie nettoyée doit être rincée à grande eau. Il faut absolument respecter les instructions du fabricant.





# Impressum

## **Rédaction**

Danilo Cairoli / Jean-Claude Liechti  
FBB Kalksandsteinwerk  
Bielstrasse 97  
3053 Münchenbuchsee

## **Conception**

C-Factor AG  
8004 Zürich

## **Sources:**

### **Statique**

Ingenieurbüro Dr. Schwartz Consulting  
6315 Oberägeri

### **Physique du bâtiment**

Wichser Akustik & Bauphysik AG  
8052 Zürich

### **Norme SIA 266 Maçonnerie**

### **Norme SIA 181 Protection contre le bruit dans le bâtiment**

### **Norme SIA 180 Isolation thermique et protection contre l'humidité dans les bâtiments**

## **Indication**

Les propositions et les exemples de la présente documentation correspondent à l'état actuel de nos connaissances et de nos expériences. Il appartient aux planificateurs ainsi qu'aux ingénieurs de prendre en compte de manière adéquate toutes les influences et d'appliquer nos instructions. La documentation présente une information détaillée, mais ne peut être tenue pour responsable de la planification et de l'exécution.

**Kubrix**   
Ziegeleien

Kubrix AG  
Ziegeleistrasse 7  
8422 Pfungen  
+41 58 750 03 00  
info@kubrix.ch  
kubrix.ch

