

ICS 91.010.30; 91.080.30

Version Française

**Eurocode 6: Calcul des ouvrages en maçonnerie - Partie 1-3:
Règles générales - Règles particulières pour les charges
latérales**

Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von
Mauerwerksbauten Teil 1-3: Allgemeine Regeln -
Detaillierte Regeln bei horizontaler Belastung

Eurocode 6: Design of masonry structures - Part 1-3:
General rules for buildings - Detailed rules on lateral
loading

La présente Prénorme européenne (ENV) a été adoptée par le CEN le 26 mars 1998 comme norme expérimentale pour application provisoire.

La période de validité de cette ENV est limitée initialement à trois ans. Après deux ans, les membres du CEN seront invités à soumettre leurs commentaires, en particulier sur l'éventualité de la conversion de l'ENV en Norme européenne.

Il est demandé aux membres du CEN d'annoncer l'existence de cette ENV de la même façon que pour une EN et de rendre cette ENV rapidement disponible au niveau national sous une forme appropriée. Il est admis de maintenir (en parallèle avec l'ENV) des normes nationales en contradiction avec l'ENV en application jusqu'à la décision finale de conversion possible de l'ENV en EN.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants: Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.



COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION

Secrétariat Central: rue de Stassart, 36 B-1050 Bruxelles

Sommaire

Avant-propos	3
1 Généralités	6
1.1 Domaine d'application	6
1.2 Références normatives	6
1.3 Définitions	6
1.4 Symboles	6
1.5 Unités.....	7
2 Bases du calcul	8
2.1 Généralités	8
2.2 Actions	8
3 Matériaux	9
3.1 Généralités	9
3.2 Résistance caractéristique à la flexion de la maçonnerie non armée	9
3.3 Résistance de calcul à la flexion de la maçonnerie	9
4 Calcul des murs en maçonnerie non armée soumis à des charges latérales	10
4.1 Murs soumis à des charges latérales dues au vent.....	10
4.1.1 Généralités	10
4.1.2 Conditions d'appui et continuité.....	10
4.1.3 Etat-limite de service.....	11
4.1.4 Vérification des murs appuyés sur leurs rives	11
4.1.5 Vérification des murs formant une voûte entre les appuis	17
4.2 Vérification des murs soumis à des charges horizontales accidentelles (sauf actions sismiques).....	18
4.2.1 Généralités	18
4.2.2 Résistance latérale de calcul des murs soumis à des charges axiales.....	18
5 Dispositions constructives	20
5.1 Généralités	20
6 Exécution.....	21
6.1 Généralités	21
Annexe A (normative).....	22
A.1 Limites des rapports hauteur et longueur sur épaisseur des murs pour l'état de service	22

Avant-propos

Objectifs des Eurocodes

- (1) Les "Eurocodes structuraux" regroupent un ensemble de normes pour le calcul structural et géotechnique des ouvrages de bâtiment et de génie civil.
- (2) Ils ne traitent de l'exécution et de l'inspection que dans la mesure où il est nécessaire de préciser la qualité des produits de construction et le niveau de réalisation à satisfaire pour être conforme aux hypothèses adoptées dans les règles de calcul.
- (3) Jusqu'à ce que l'ensemble des spécifications techniques harmonisées concernant les produits ainsi que les méthodes de contrôle de leurs performances soient disponibles, un certain nombre d'Eurocodes structuraux traiteront quelques-uns de ces aspects dans des annexes informatives.

Fondement du Programme des Eurocodes

- (4) La Commission des Communautés Européennes (CCE) eut l'initiative de démarrer le travail d'établissement d'un ensemble de règles techniques harmonisées pour le calcul des ouvrages de bâtiment et de génie civil, règles destinées à être utilisées, au début, comme alternative aux différents règlements en vigueur dans les Etats Membres et à les remplacer ultérieurement. Ces règles techniques reçurent alors le nom d'Eurocodes structuraux.
- (5) En 1990, après consultation de ses Etats Membres, la CCE transféra le travail de développement, de diffusion et de mise à jour des Eurocodes structuraux au CEN et le secrétariat de l'AELE accepta de s'associer au travail du CEN.
- (6) Le comité technique CEN/TC 250 est chargé de tous les Eurocodes structuraux.

Programme des Eurocodes

- (7) Le travail est en cours sur les Eurocodes structuraux suivants, chacun étant généralement constitué de plusieurs parties :

EN 1991 Eurocode 1	Bases de calcul et actions sur les structures
EN 1992 Eurocode 2	Calcul des structures en béton
EN 1993 Eurocode 3	Calcul des structures en acier
EN 1994 Eurocode 4	Calcul des structures mixtes en acier béton
EN 1995 Eurocode 5	Calcul des structures en bois
EN 1996 Eurocode 6	Calcul des ouvrages en maçonnerie
EN 1997 Eurocode 7	Calcul géotechnique

EN 1998 Eurocode 8 Résistance des structures aux séismes

EN 1999 Eurocode 9 Calcul des structures en alliages d'aluminium

(8) Des sous-comités distincts ont été formés par le CEN/TC 250 pour les différents Eurocodes énoncés ci-dessus.

(9) Cette partie 1-3 de l'Eurocode 6 est publiée comme Prénorme Européenne (ENV) pour une durée initiale de trois ans.

(10) Cette Prénorme est destinée à une application expérimentale ainsi qu'à la présentation de commentaires.

(11) Au terme d'une durée approximative de deux ans, les membres du CEN seront invités à formuler des commentaires officiels qui seront pris en compte pour la détermination des actions futures.

(12) En attendant, les réactions et commentaires sur cette Prénorme devront être adressés au Secrétariat du sous-comité CEN/TC 250/SC6 à l'adresse suivante :

DIN
Burggrafenstrasse 6
10772 BERLIN
ALLEMAGNE

ou à votre organisme national de normalisation.

Documents d'Application Nationale (DAN)

(13) Pour que puissent s'exercer les responsabilités des autorités des pays membres en matière de sécurité, santé et autres points couverts par les exigences essentielles de la DPC, on a attribué à certains éléments de sécurité dans cette ENV des valeurs indicatives qui sont identifiées par un encadrement . Il appartient aux autorités de chaque pays membre d'examiner ces valeurs et de pouvoir leur substituer d'autres valeurs définitives pour l'emploi dans des applications nationales.

(14) Certaines des normes européennes ou internationales, qui sont à la base de cette Prénorme, peuvent ne pas être disponibles au moment de sa publication. Il est par conséquent prévu qu'un Document d'Application Nationale (DAN) donnant les valeurs de substitution définitives des éléments de sécurité, faisant référence aux normes de base compatibles et précisant les directives nationales d'application de cette prénorme, soit publié par chaque pays membre ou son organisme de normalisation.

(15) Il est prévu que cette Prénorme soit utilisée conjointement avec le DAN reconnu dans le pays où le bâtiment ou l'ouvrage de génie civil est situé.

Contenu spécifique de cette Prénorme

(16) Le domaine d'application général de l'Eurocode 6 est défini à l'article 1.1.1 de l'ENV 1996-1-1 et le domaine d'application de cette partie de l'Eurocode 6, dans l'article 1.1. Les parties supplémentaires de l'Eurocode 6 qui sont prévues sont indiquées à l'article 1.1.3 de l'ENV 1996-1-1.

(17) Cette partie de l'Eurocode 6 remplacera les articles 4.6.2 et 4.6.4 de l'ENV 1996-1-1.

(18) Il est prévu que les bases du calcul référencées dans la section 2 de l'ENV 1996-1-1 et les matériaux référencés dans la section 3 de l'ENV 1996-1-1 s'appliqueront également à cette partie de l'Eurocode 6, et que les dispositions constructives et l'exécution seront conformes aux sections 5 et 6 de l'ENV 1996-1-1.

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

(1) P La partie 1-3 de l'Eurocode 6 s'applique au calcul des murs en maçonnerie non armée soumis à des charges latérales dues au vent et à des charges horizontales dues à des situations accidentelles (autres que les actions sismiques) et doit être utilisée en association avec l'ENV 1996-1-1.

NOTE Les murs en maçonnerie armée soumis à des charges latérales doivent être calculés selon les règles appropriées relatives au calcul de la maçonnerie armée fournies dans l'ENV 1996-1-1 et ne sont par conséquent pas couverts dans la présente partie. Les règles énoncées dans l'Annexe A ne concernent que la maçonnerie non armée.

(2) La partie 1-3 de l'Eurocode 6 traite des principes et des règles d'application (voir l'article 1.2 de l'ENV 1996-1-1) pour le calcul de structures selon des exigences spécifiées par rapport aux fonctions et aux niveaux de performances susmentionnés.

(3) La partie 1-3 de l'Eurocode 6 ne s'applique qu'aux ouvrages en maçonnerie, ou à des parties de ces ouvrages, qui sont décrits dans l'ENV 1996-1-1 et l'ENV 1996-2 et qui sont calculés conformément à ces Eurocodes.

1.2 Références normatives

(1) Cette Prénorme européenne comporte, par référence datée ou non datée, des dispositions d'autres publications. Voir l'ENV 1996-1-1 : 1995 pour obtenir la liste des références normatives.

1.3 Définitions

(1) Le cas échéant, les définitions données dans l'ENV 1996-1-1 s'appliquent

1.4 Symboles

(1) Les symboles utilisés dans cette partie de l'Eurocode 6 sont les suivants :

d	Flèche d'une voûte sous charge latérale de calcul
f_k	Résistance caractéristique à la compression de la maçonnerie
f_{xd}	Résistance de calcul à la flexion de la maçonnerie
f_{xk}	Résistance caractéristique à la flexion de la maçonnerie
f_{xk1}	Résistance caractéristique à la flexion de la maçonnerie avec le plan de rupture parallèle aux joints horizontaux
f_{xk2}	Résistance caractéristique à la flexion de la maçonnerie avec le plan de rupture perpendiculaire aux joints horizontaux
h	Hauteur libre d'un mur
L	Longueur d'un panneau entre supports ou entre un support et un bord libre

M_d	Moment de calcul appliqué à un mur
M_{Rd}	Moment résistant de calcul sous la poussée latérale d'un mur
n_a	Charge axiale de calcul par unité de longueur d'un mur
q_{lat}	Résistance latérale de calcul par unité de longueur d'un mur
t	Épaisseur d'un mur ou d'une paroi
W_k	Valeur caractéristique de l'action du vent Note : Y compris les pressions positives et négatives, relatives au cas de charge.
Z	Module d'inertie
α	Coefficient du moment fléchissant
γ_Q	Coefficient partiel de sécurité pour les actions imposées
γ_M	Coefficient partiel de sécurité pour les propriétés des matériaux
μ	Rapport de la résistance caractéristique en flexion f_{yk1} divisée par f_{yk2}
σ_{dp}	Contrainte de calcul verticale permanente

1.5 Unités

(1)P Les unités S.I. doivent être utilisées conformément à l'ISO 1000.

2 Bases du calcul

2.1 Généralités

(1)P Les bases du calcul doivent être conformes aux principes énoncés dans la section 2 de l'ENV 1996-1-1.

2.2 Actions

(1)P L'action caractéristique du vent (W_k) doit correspondre à la charge du vent calculée conformément à l'ENV 1991-2-4.

3 Matériaux

3.1 Généralités

(1)P Les matériaux utilisés dans les murs en maçonnerie doivent être conformes à la section 3 de l'ENV 1996-1-1.

3.2 Résistance caractéristique à la flexion de la maçonnerie non armée

(1)P La résistance caractéristique à la flexion de la maçonnerie non armée (f_{xk}) doit être déterminée conformément à l'article 3.6.4 de l'ENV 1996-1-1.

3.3 Résistance de calcul à la flexion de la maçonnerie

(1)P La résistance de calcul à la flexion de la maçonnerie doit correspondre à la résistance caractéristique divisée par le coefficient partiel de sécurité approprié, γ_M .

(2) La résistance de calcul à la flexion de la maçonnerie est donnée par :

$$f_{xd} = \frac{f_{xk}}{\gamma_M} \quad (3.1)$$

où γ_M a la valeur appropriée donnée dans l'article 2.3.3.2 de l'ENV 1996-1-1.

4 Calcul des murs en maçonnerie non armée soumis à des charges latérales

4.1 Murs soumis à des charges latérales dues au vent

4.1.1 Généralités

- (1)P A l'état-limite ultime, la charge latérale de calcul doit être inférieure ou égale à la résistance de calcul correspondante du mur.
- (2) Le calcul des murs en maçonnerie soumis à des charges latérales dues au vent peut être effectué selon les méthodes approchées données à l'article 4.1.4 ou 4.1.5.
- (3) Les saignées et les réservations réduisent la valeur de résistance à l'action du vent W_k . L'emplacement et les dimensions des saignées et des réservations doivent être étudiés et la résistance en flexion du mur doit être vérifiée en utilisant l'épaisseur réduite du mur à l'emplacement de la saignée ou de la réservation, lorsque son emplacement ou son épaisseur peut réduire la résistance du mur.
- (4) Lorsque des bandes de coupure de capillarité sont utilisées dans les murs, il y a lieu de prévoir une réduction pour tenir compte de leur effet sur la résistance à la flexion.

4.1.2 Conditions d'appui et continuité

- (1)P Dans l'évaluation de la résistance latérale des murs en maçonnerie soumis à des charges latérales dues au vent, les conditions d'appui et la continuité au droit des appuis doivent être prises en compte.
- (2) Dans le cas de liaisons maçonnées avec des murs d'appui ou lorsque les murs supportent des planchers en béton armé, une continuité sur appui peut être admise. Il y a lieu de considérer qu'une bande de coupure de capillarité fournit un appui simple. Lorsque les murs sont liés à une structure d'appui par des attaches sur le côté d'un mur, une continuité partielle sur les côtés peut être admise.
- (3) Dans le cas de construction à double paroi, la continuité totale peut être assurée même si une seule des parois est liée de façon continue à un support, pourvu que le "cavity wall" soit muni d'attaches conformément à l'article 5.4.2.2 de l'ENV 1996-1-1. Lorsque les parois sont d'épaisseur différente, la paroi la plus épaisse doit normalement être continue à moins qu'il ne soit clair que la continuité totale requise doit être assurée par la rigidité et la résistance de la paroi continue la plus mince. La charge à transmettre d'un panneau à son support peut être reprises par des attaches sur une seule des parois, pourvu qu'il existe une liaison appropriée entre les deux parois, en particulier en bord de panneaux.
- (4) La résistance latérale de calcul d'un "cavity wall" doit correspondre à la somme des résistances latérales de calcul des deux parois, pourvu que les attaches soient capables de transmettre les actions auxquelles le "cavity wall" est soumis (voir l'article 4.6.2.4 de l'ENV 1996-1-1).
- (5) Un joint de mouvement dans un mur doit être considéré comme un bord libre par lequel le moment ne peut pas être transmis.

NOTE Des ancrs spéciales sont conçues pour transmettre le moment par un joint de mouvement ; leur utilisation n'est pas traitée dans cette partie.

4.1.3 Etat-limite de service

(1)P Les murs en maçonnerie soumis à des charges latérales dues au vent ne doivent pas fléchir de manière inacceptable sous l'action de ces charges ou d'un choc accidentel de personnes, et ne doivent pas se déformer exagérément sous l'action de chocs accidentels.

(2) On considère qu'un mur qui remplit les conditions de la vérification de l'état-limite ultime répond à l'article (1)P si ses dimensions sont limitées conformément à l'Annexe A.

4.1.4 Vérification des murs appuyés sur leurs rives

(1)P A l'état-limite ultime, le moment de calcul appliqué sur un mur, M_d , doit être inférieur ou égal au moment résistant de calcul de charge du mur, M_{Rd} , tel que :

$$M_d \leq M_{Rd} \quad (4.1)$$

NOTE Les murs en maçonnerie ne sont pas isotropes et il existe un rapport entre résistances perpendiculaires dépendant du matériau constitutif et du mortier utilisé.

(2) Lorsque le mur est supporté sur 3 ou 4 côtés, la détermination du moment de calcul, M_d , doit tenir compte des propriétés de la maçonnerie dans les deux directions perpendiculaires et doit correspondre à, soit :

$$M_d = \alpha W_k \gamma_Q L^2 \text{ par unité de hauteur du mur} \quad (4.2)$$

dans la direction de f_{xk2} , soit

$$M_d = \mu \alpha W_k \gamma_Q L^2 \text{ par unité de longueur du mur} \quad (4.3)$$

dans la direction de f_{xk1} , où

- α est le coefficient du moment fléchissant qui dépend du rapport entre résistances perpendiculaires, μ , du degré de liaison des bords du panneau et du rapport hauteur sur longueur des panneaux ;
- γ_Q est le coefficient partiel de sécurité des charges imposées, indiqué dans l'article 2.3.3.1 de l'ENV 1996-1-1 ;
- μ est le rapport perpendiculaire entre les résistances caractéristiques en flexion de la maçonnerie, f_{xk1}/f_{xk2} , défini à l'article 3.2 (1)P ;
- L est la longueur du panneau entre supports ;
- W_k est la charge caractéristique due au vent par unité de surface.

(3) Les valeurs du coefficient du moment fléchissant α peuvent être obtenues à partir du tableau 4.1 ou d'une méthode de calcul appropriée.

(4) Lorsque le mur est appuyé sur ses rives inférieure et supérieure, le moment de calcul, M_d , peut être calculé à partir des principes habituels de la résistance des matériaux, en prenant en compte toute continuité.

(5) Lorsqu'il existe une contrainte de calcul verticale permanente, l'effet favorable de cette contrainte verticale peut être pris en compte en augmentant la résistance apparente à la flexion, f_{xk1} , selon l'équation (4.4), le rapport perpendiculaire étant modifié en conséquence :

$$\text{résistance apparente } f_{xk1} \text{ majorée} = f_{xk1} + \gamma_M \sigma_{dp} \quad (4.4)$$

où

- f_{xk1} est la résistance caractéristique à la flexion pour un plan de rupture parallèle aux joints horizontaux, définis à l'article 3.2 (1)P ;
- γ_M est le coefficient partiel de sécurité pour les matériaux, indiqué dans l'article 2.3.3.2 de l'ENV 1996-1-1 ;
- σ_{dp} est la contrainte de calcul due à la charge verticale sur le mur au niveau en question, qui ne doit pas être supérieure à $0,25 \text{ N/mm}^2$.

(6) Le coefficient du moment fléchissant pour une barrière de capillarité peut être pris égal à celui d'un bord sur lequel la continuité existe lorsqu'il y a une charge verticale suffisante sur la barrière de capillarité pour assurer que sa résistance en flexion n'est pas dépassée sous l moment appliqué.

(7) Lorsque les formes irrégulières d'un panneau, ou bien des panneaux avec de grandes ouvertures, doivent être calculées, il est possible d'utiliser une analyse reposant sur une méthode reconnue d'obtention des moments fléchissants sur les plaques planes, par exemple, une méthode aux éléments finis ou une analogie des lignes de rupture. Il est toujours possible de diviser ces panneaux en sous-panneaux, qui peuvent ensuite être calculés à l'aide des règles données aux précédents paragraphes (2) à (5) (voir aussi la figure 4.1).

NOTE Les petites ouvertures dans les panneaux n'auront qu'un effet minime sur la résistance du panneau dans lesquelles elles se trouvent et peuvent donc être ignorées. Lorsque des cadres métalliques ou en bois entourent les ouvertures, la résistance du cadre, associée au panneau en maçonnerie, suffira souvent à remplacer la résistance perdue dans la surface de l'ouverture. Ce type de cas est du ressort du concepteur, car non visé par le présent Eurocode.

(8) Le moment de calcul de la résistance latérale d'un mur en maçonnerie, M_{Rd} , par unité de hauteur ou de longueur, est donné par l'équation suivante :

$$M_{Rd} = \frac{f_{xk} Z}{\gamma_M} \quad (4.5)$$

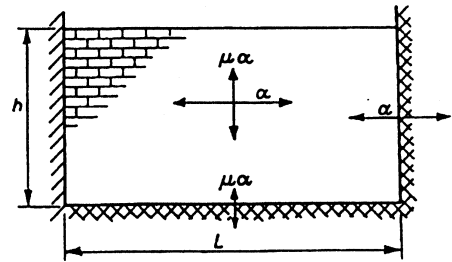
où

- f_{xk} est la résistance caractéristique en flexion, donnée dans l'article 3.6.4 de l'ENV 1996-1-1, appropriée au plan de flexion ;
- Z est le module d'inertie par unité de hauteur ou de longueur du mur ;
- γ_M est le coefficient partiel de sécurité pour les matériaux, indiqué dans l'article 2.3.3.2 de l'ENV 1996-1-1 ;

Tableau 4.1 - Coefficients de moment fléchissant, α , dans des panneaux de mur soumis à des charges latérales

NOTE 1 Une interpolation linéaire de μ et h/L est autorisée.

NOTE 2 Lorsque les dimensions d'un mur sont hors de la gamme des valeurs de h/L données dans ce tableau, il s'avère généralement suffisant de calculer les moments sur la base d'une portée simple. Par exemple, un panneau de type A dont les dimensions h/L sont inférieures à 0,3 tendra à se comporter comme un mur libre, alors que le même panneau avec des dimensions h/L supérieures à 2,00 tendra à une portée horizontale.



Légende des conditions d'appui

- côté libre
- côté en appui simple
- côté sur lequel il existe une continuité totale

Les flèches avec $\mu \alpha$ indiquent les moments de portée verticale.

Les flèches avec α indiquent les moments de portée horizontale.

		Valeurs de α								
		μ	h/L							
			0,30	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
	A	1,00	0,031	0,045	0,059	0,071	0,079	0,085	0,090	0,094
		0,90	0,032	0,047	0,061	0,073	0,081	0,087	0,092	0,095
		0,80	0,034	0,049	0,064	0,075	0,083	0,089	0,093	0,097
		0,70	0,035	0,051	0,066	0,077	0,085	0,091	0,095	0,098
		0,60	0,038	0,053	0,069	0,080	0,088	0,093	0,097	0,100
		0,50	0,040	0,056	0,073	0,083	0,090	0,095	0,099	0,102
		0,40	0,043	0,061	0,077	0,087	0,093	0,098	0,101	0,104
		0,35	0,045	0,064	0,080	0,089	0,095	0,100	0,103	0,105
		0,30	0,048	0,067	0,082	0,091	0,097	0,101	0,104	0,107
		B	1,00	0,024	0,035	0,046	0,053	0,059	0,062	0,065
		0,90	0,025	0,036	0,047	0,055	0,060	0,063	0,066	0,068
		0,80	0,027	0,037	0,049	0,056	0,061	0,065	0,067	0,069
		0,70	0,028	0,039	0,051	0,058	0,062	0,066	0,068	0,070
		0,60	0,030	0,042	0,053	0,059	0,064	0,067	0,069	0,071
		0,50	0,031	0,044	0,055	0,061	0,066	0,069	0,071	0,072
		0,40	0,034	0,047	0,057	0,063	0,067	0,070	0,072	0,074
		0,35	0,035	0,049	0,059	0,065	0,068	0,071	0,073	0,074
		0,30	0,037	0,051	0,061	0,066	0,70	0,072	0,074	0,075
		C	1,00	0,020	0,028	0,037	0,042	0,045	0,048	0,050
		0,90	0,021	0,029	0,038	0,043	0,046	0,048	0,050	0,052
		0,80	0,022	0,031	0,039	0,043	0,047	0,049	0,051	0,052
		0,70	0,023	0,032	0,040	0,044	0,048	0,050	0,051	0,053
		0,60	0,024	0,034	0,041	0,046	0,049	0,051	0,052	0,053
		0,50	0,025	0,035	0,043	0,047	0,050	0,052	0,053	0,054
		0,40	0,027	0,038	0,044	0,048	0,051	0,053	0,054	0,055
		0,35	0,029	0,039	0,045	0,049	0,052	0,053	0,054	0,055
		0,30	0,030	0,040	0,046	0,050	0,052	0,054	0,055	0,056
		D	1,00	0,013	0,021	0,029	0,035	0,040	0,043	0,045
		0,90	0,014	0,022	0,031	0,036	0,040	0,043	0,046	0,048
		0,80	0,015	0,023	0,032	0,038	0,041	0,044	0,047	0,048
		0,70	0,016	0,025	0,033	0,039	0,043	0,045	0,047	0,049
		0,60	0,017	0,026	0,035	0,040	0,044	0,046	0,048	0,050
		0,50	0,018	0,028	0,037	0,042	0,045	0,048	0,050	0,051
		0,40	0,020	0,031	0,039	0,043	0,047	0,049	0,051	0,052
		0,35	0,022	0,032	0,040	0,044	0,048	0,050	0,051	0,053
		0,30	0,023	0,034	0,041	0,046	0,049	0,051	0,052	0,053

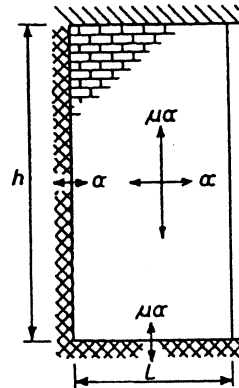
Tableau 4.1 – (suite)

Voir les Notes 1 et 2, la légende des conditions d'appui et les explications relatives à μ , α et α page 13

	μ	Valeurs de α							
		h/L							
		0,30	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
	1,00	0,008	0,018	0,030	0,042	0,051	0,059	0,066	0,071
	0,90	0,009	0,019	0,032	0,044	0,054	0,062	0,068	0,074
	0,80	0,010	0,021	0,035	0,046	0,056	0,064	0,071	0,076
	0,70	0,011	0,023	0,037	0,049	0,059	0,067	0,073	0,078
	0,60	0,012	0,025	0,040	0,053	0,062	0,070	0,076	0,081
	0,50	0,014	0,028	0,044	0,057	0,066	0,074	0,080	0,085
	0,40	0,017	0,032	0,049	0,062	0,071	0,078	0,084	0,088
	0,35	0,018	0,035	0,052	0,064	0,074	0,081	0,086	0,090
	0,30	0,020	0,038	0,055	0,068	0,077	0,083	0,089	0,093
	1,00	0,008	0,016	0,026	0,034	0,041	0,046	0,051	0,054
	0,90	0,008	0,017	0,027	0,036	0,042	0,048	0,052	0,055
	0,80	0,009	0,018	0,029	0,037	0,044	0,049	0,054	0,057
	0,70	0,010	0,020	0,031	0,039	0,046	0,051	0,055	0,058
	0,60	0,011	0,022	0,033	0,042	0,048	0,053	0,057	0,060
	0,50	0,013	0,024	0,036	0,044	0,051	0,056	0,059	0,062
	0,40	0,015	0,027	0,039	0,048	0,054	0,058	0,062	0,064
	0,35	0,016	0,029	0,041	0,050	0,055	0,060	0,063	0,066
	0,30	0,018	0,031	0,044	0,052	0,057	0,062	0,065	0,067
	1,00	0,007	0,014	0,022	0,028	0,033	0,037	0,040	0,042
	0,90	0,008	0,015	0,023	0,029	0,034	0,038	0,041	0,043
	0,80	0,008	0,016	0,024	0,031	0,035	0,039	0,042	0,044
	0,70	0,009	0,017	0,026	0,032	0,037	0,040	0,043	0,045
	0,60	0,010	0,019	0,028	0,034	0,038	0,042	0,044	0,046
	0,50	0,011	0,021	0,030	0,036	0,040	0,043	0,046	0,048
	0,40	0,013	0,023	0,032	0,038	0,042	0,045	0,047	0,049
	0,35	0,014	0,025	0,033	0,039	0,043	0,046	0,048	0,050
	0,30	0,016	0,026	0,035	0,041	0,044	0,047	0,049	0,051
	1,00	0,005	0,011	0,018	0,024	0,029	0,033	0,036	0,039
	0,90	0,006	0,012	0,019	0,025	0,030	0,034	0,037	0,040
	0,80	0,006	0,013	0,020	0,027	0,032	0,035	0,038	0,041
	0,70	0,007	0,014	0,022	0,028	0,033	0,037	0,040	0,042
	0,60	0,008	0,015	0,024	0,030	0,035	0,038	0,041	0,043
	0,50	0,009	0,017	0,025	0,032	0,036	0,040	0,043	0,045
	0,40	0,010	0,019	0,028	0,034	0,039	0,042	0,045	0,047
	0,35	0,011	0,021	0,029	0,036	0,040	0,043	0,046	0,047
	0,30	0,013	0,022	0,031	0,037	0,041	0,044	0,047	0,049
	1,00	0,004	0,009	0,015	0,021	0,026	0,030	0,033	0,036
	0,90	0,004	0,010	0,016	0,022	0,027	0,031	0,034	0,037
	0,80	0,005	0,010	0,017	0,023	0,028	0,032	0,035	0,038
	0,70	0,005	0,011	0,019	0,025	0,030	0,033	0,037	0,039
	0,60	0,006	0,013	0,020	0,026	0,031	0,035	0,038	0,041
	0,50	0,007	0,014	0,022	0,028	0,033	0,037	0,040	0,042
	0,40	0,008	0,016	0,024	0,031	0,035	0,039	0,042	0,044
	0,35	0,009	0,017	0,026	0,032	0,037	0,040	0,043	0,045
	0,30	0,010	0,019	0,028	0,034	0,038	0,042	0,044	0,046

Tableau 4.1 – (fin)

Voir les Notes 1 et 2, la légende des conditions d'appui et les explications relatives à μ α et α page 13



		Valeurs de α								
		μ	h/L							
			0,30	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
	J	1,00	0,009	0,023	0,046	0,071	0,096	0,122	0,151	0,180
		0,90	0,010	0,026	0,050	0,076	0,103	0,131	0,162	0,193
		0,80	0,012	0,028	0,054	0,083	0,111	0,142	0,175	0,208
		0,70	0,013	0,032	0,060	0,091	0,121	0,156	0,191	0,227
		0,60	0,015	0,036	0,067	0,100	0,135	0,173	0,211	0,250
		0,50	0,018	0,042	0,077	0,113	0,153	0,195	0,237	0,280
		0,40	0,021	0,050	0,090	0,131	0,177	0,225	0,272	0,321
		0,35	0,024	0,055	0,098	0,144	0,194	0,244	0,296	0,347
		0,30	0,027	0,062	0,108	0,160	0,214	0,269	0,325	0,381
	K	1,00	0,009	0,021	0,038	0,056	0,074	0,091	0,108	0,123
		0,90	0,010	0,023	0,041	0,060	0,079	0,097	0,113	0,129
		0,80	0,011	0,025	0,045	0,065	0,084	0,103	0,120	0,136
		0,70	0,012	0,028	0,049	0,070	0,091	0,110	0,128	0,145
		0,60	0,014	0,031	0,054	0,077	0,099	0,119	0,138	0,155
		0,50	0,016	0,035	0,061	0,085	0,109	0,130	0,149	0,167
		0,40	0,019	0,041	0,069	0,097	0,121	0,144	0,164	0,182
		0,35	0,021	0,045	0,075	0,104	0,129	0,152	0,173	0,191
		0,30	0,024	0,050	0,082	0,112	0,139	0,162	0,183	0,202
	L	1,00	0,006	0,015	0,029	0,044	0,059	0,073	0,088	0,102
		0,90	0,007	0,017	0,032	0,047	0,063	0,078	0,093	0,107
		0,80	0,008	0,018	0,034	0,051	0,067	0,084	0,099	0,114
		0,70	0,006	0,021	0,038	0,056	0,073	0,090	0,106	0,122
		0,60	0,010	0,023	0,042	0,061	0,080	0,098	0,115	0,131
		0,50	0,012	0,027	0,048	0,068	0,089	0,108	0,126	0,142
		0,40	0,014	0,032	0,055	0,078	0,100	0,121	0,139	0,157
		0,35	0,016	0,035	0,060	0,084	0,108	0,129	0,148	0,165
		0,30	0,018	0,039	0,066	0,092	0,116	0,138	0,158	0,176

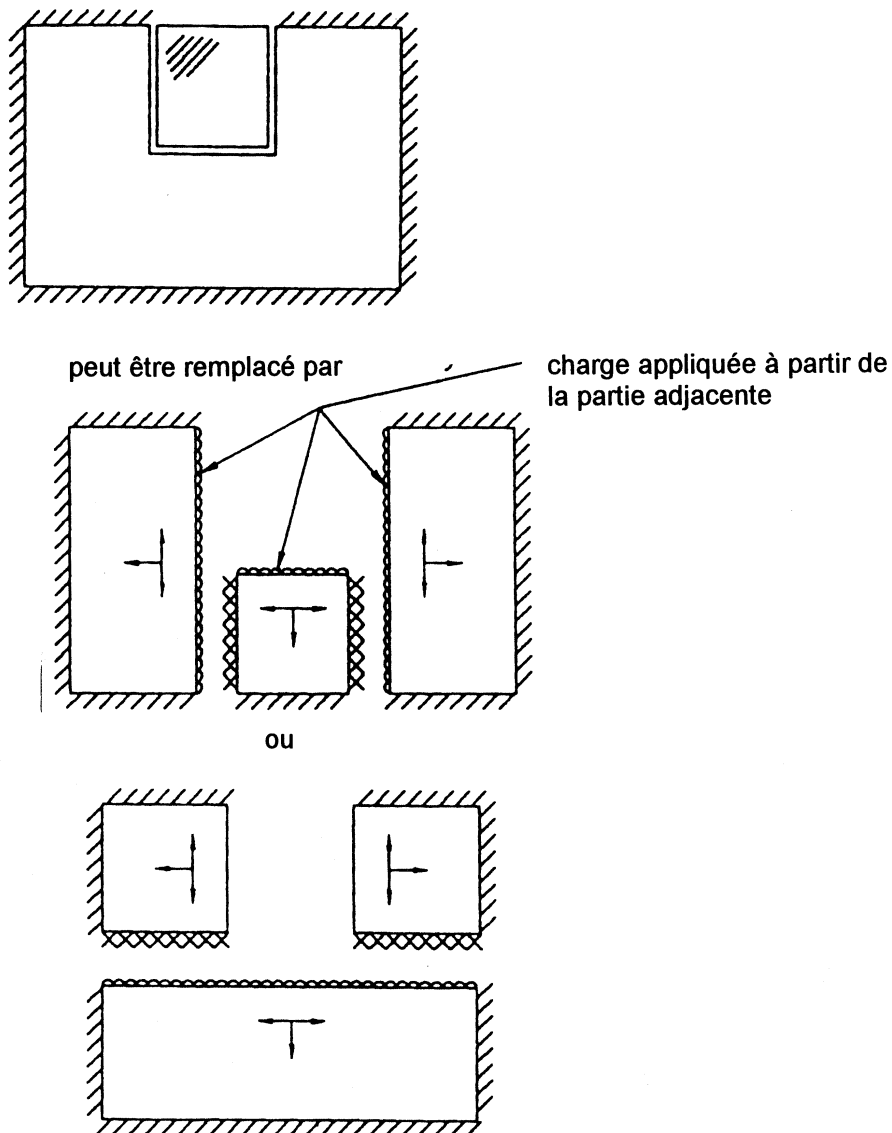


Figure 4.1 - Division d'un panneau en parties pour traiter le cas des ouvertures

NOTE Consulter les chiffres au début du tableau 4,1 pour une explication des conditions d'appui et des flèches. Les appuis indiqués comme "côté en appui simple" ne sont que des exemples. Il convient de prendre en compte la situation réelle.

(9) Lors de l'évaluation du module d'inertie d'un raidisseur dans un mur, la longueur d'aile à partir de la face du raidisseur doit correspondre à :

- $h/10$ pour les murs portant verticalement entre appuis ;
- $2h/10$ pour les murs en console ;
- en aucun cas, plus de la moitié de la distance libre entre les raidisseurs ;

où h est la hauteur libre du mur.

4.1.5 Vérification des murs formant une voûte entre les appuis

(1)P A l'état-limite ultime, la valeur de la charge latérale due à l'effet de voûte doit être inférieure ou égale à la résistance de calcul sous cette action et la résistance de calcul des appuis de voûte doit être supérieure à l'effet de la charge latérale.

(2) Un mur en maçonnerie construit solidement entre des appuis capables de résister à la poussée d'une voûte doit être calculé en supposant qu'une voûte verticale ou horizontale se développe dans l'épaisseur du mur.

NOTE Dans l'état actuel des connaissances, il convient de ne calculer les murs soumis à des charges latérales que pour des voûtes horizontales, excepté pour la justification d'actions accidentelles. Les appuis capables de résister à la poussée d'une voûte existent lorsqu'un certain nombre de murs sont construits en continuité après les appuis.

(3) Le calcul doit être fondé sur une voûte à trois articulations et l'appui sur les supports et sur l'articulation centrale doit être supposé correspondre à 0,1 fois l'épaisseur du mur, comme indiqué sur la figure 4.2. Si des saignées ou des réservations sont réalisées près des zones de poussée, leur effet sur la résistance de la maçonnerie doit être pris en compte.

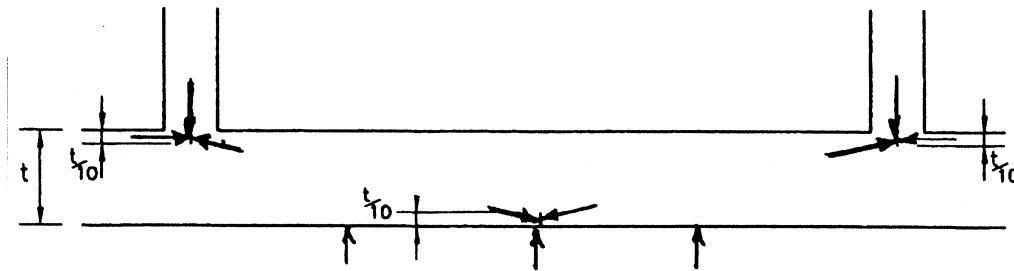


Figure 4.2 - Voûte supposée résister aux charges latérales

(4) La poussée de la voûte doit être évaluée à partir des connaissances de la charge latérale appliquée, de la résistance à la compression de la maçonnerie et de l'efficacité de la liaison entre le mur et le support résistant à la poussée, Toute modification de la longueur d'un mur formant une voûte peut considérablement diminuer la résistance de l'effet de la voûte ; si la maçonnerie est faite d'éléments de maçonnerie susceptible de faire du retrait en service, l'effet de la modification de longueur doit être vérifié.

(5) La hauteur de la voûte est donnée par :

$$0,9 t - d \quad (4.6)$$

où

t est l'épaisseur du mur (voir l'article 6.4.2.3 (2) de l'ENV 1996-1-1) ;

d est la déformation de la voûte sous la charge latérale de calcul ; elle peut être prise comme égale à zéro pour les murs dont le rapport longueur sur épaisseur est inférieur ou égal à 25.

(6) La poussée maximale de calcul de la voûte par unité de longueur d'un mur peut être estimée égale à :

$$1,5 \frac{f_k}{\gamma_M} \frac{t}{10} \quad (4.7)$$

et lorsque la déformation latérale est faible, la résistance latérale de calcul est donnée par l'équation suivante :

$$q_{\text{lat}} = \frac{f_k}{\gamma_M} \left[\frac{t}{L} \right]^2 \quad (4.8)$$

où

- q_{lat} est la résistance latérale de calcul par unité de surface du mur ;
- t est l'épaisseur du mur (voir l'article 6.4.2.3 (2) de l'ENV 1996-1-1) ;
- f_k est la résistance caractéristique à la compression de la maçonnerie, donnée à l'article 3.6.2 de l'ENV 1996-1-1 ;
- L est la longueur du mur ;
- γ_M est le coefficient partiel de sécurité du matériau, indiqué dans l'article 2.3.3.2 de l'ENV 1996-1-1.

4.2 Vérification des murs soumis à des charges horizontales accidentelles (sauf actions sismiques)

4.2.1 Généralités

(1) Les murs soumis à des charges latérales accidentelles, autres que celles qui résultent d'une action sismique (par exemple, explosions de gaz), peuvent être calculés de façon identique aux murs soumis à des charges latérales dues au vent, conformément à l'article 4.1. Les murs soumis à des charges axiales, avec un coefficient d'élançement inférieur à 20, peuvent être calculés sur la base d'un effet de voûte verticale entre des planchers en béton. Il est admis un renforcement dû à des murs en retour ou piliers associés. La résistance des bandes de coupure de capillarité, ou d'autres surfaces à frottement faible, doit être vérifiée pour s'assurer que la résistance au cisaillement n'est pas dépassée.

NOTE La norme EN 1052-4 fournit une méthode d'essai pour la résistance au cisaillement des bandes de coupure de capillarité.

4.2.2 Résistance latérale de calcul des murs soumis à des charges axiales

(1) La résistance latérale de calcul des murs soumis à des charges axiales peut être calculée à partir de l'excentricité réelle due à la charge latérale et à toute autre excentricité, ou à partir de l'équation suivante :

$$q_{\text{lat}} = \frac{7,2 t n_a}{h^2 \gamma_M} \quad (4.9)$$

NOTE γ_M est utilisé ici en tant que coefficient de sécurité de stabilité.

où

- q_{lat} est la résistance latérale de calcul par unité de surface du mur ;
 n_a est la charge axiale de calcul par unité de longueur du mur à mi-hauteur du mur ;
 h est la hauteur libre du mur entre les surfaces en béton ou d'autres constructions capables de fournir une résistance adéquate à la rotation sur toute l'épaisseur du mur ;
 t est l'épaisseur du mur ;

à condition que :

- la poussée de la voûte, qui sera n_a , soit inférieure ou égale à $1,5 \frac{f_k}{\gamma_M} \frac{t}{10}$;
- le mur soit construit entre des planchers en béton ou d'autres constructions apportant un appui latéral adéquat et une résistance suffisante à la rotation sur toute l'épaisseur du mur pour résister à l'effet de l'action ;
- toute bande de coupure de capillarité ou autre surface plane de résistance faible au frottement dans le mur puisse transmettre les forces horizontales correspondantes ;
- la contrainte de calcul due à la charge verticale ne soit pas inférieure à $0,1 \text{ N/mm}^2$;
- le coefficient d'élanement ne dépasse pas 20.

(2) Si le mur est supporté par des murs en retour qui sont capables de résister à la réaction horizontale qui leur est transmise, sur un ou plusieurs côtés verticaux, la valeur de q_{lat} telle qu'elle est donnée dans l'équation précédente peut être augmentée sur justification.

5 Dispositions constructives

5.1 Généralités

(1)P Les dispositions constructives des murs en maçonnerie soumis à des charges latérales doivent être conformes à la section 5 de l'ENV 1996-1-1, ainsi qu'à l'ENV 1996-2.

6 Exécution

6.1 Généralités

(1)P L'exécution des murs en maçonnerie soumis à des charges latérales doit être conforme à la section 6 de l'ENV 1996-1-1, ainsi qu'à l'ENV 1996-2.

Annexe A (normative)

A.1 Limites des rapports hauteur et longueur sur épaisseur des murs pour l'état de service

- (1) Les dimensions du mur doivent être limitées à celles indiquées dans les figures A.1, A.2 ou A.3, en fonction des conditions d'appuis telles qu'elles apparaissent sur ces figures, où h est la hauteur du mur, L est la longueur du mur et t est l'épaisseur du mur ; pour les murs doubles, utiliser t_{ef} à la place de t .
- (2) Lorsque les murs sont tenus au niveau supérieur mais pas sur les côtés, h doit être limitée à $30t$.
- (3) L'épaisseur minimale du mur, ou d'une paroi d'un mur double, doit être de 100 mm.

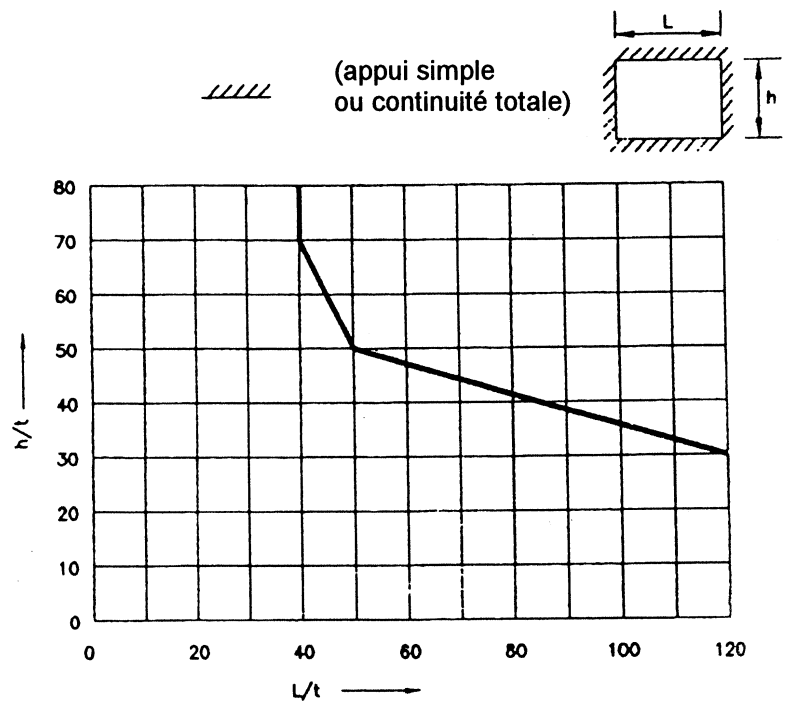


Figure A.1 - Limites des rapports hauteur et largeur sur épaisseur des murs tenus sur les quatre côtés

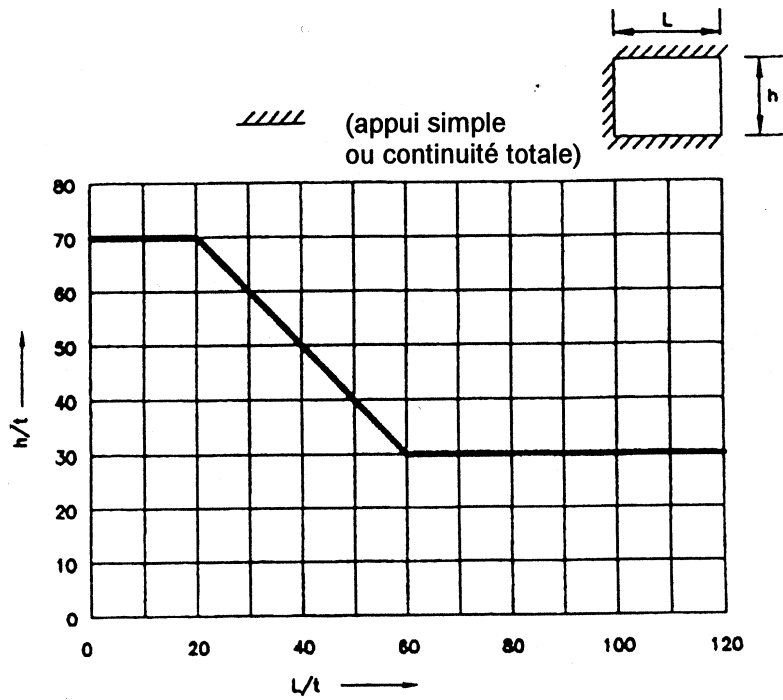


Figure A.2 - Limites des rapports hauteur et largeur sur épaisseur des murs tenus en bas, en haut et sur un côté

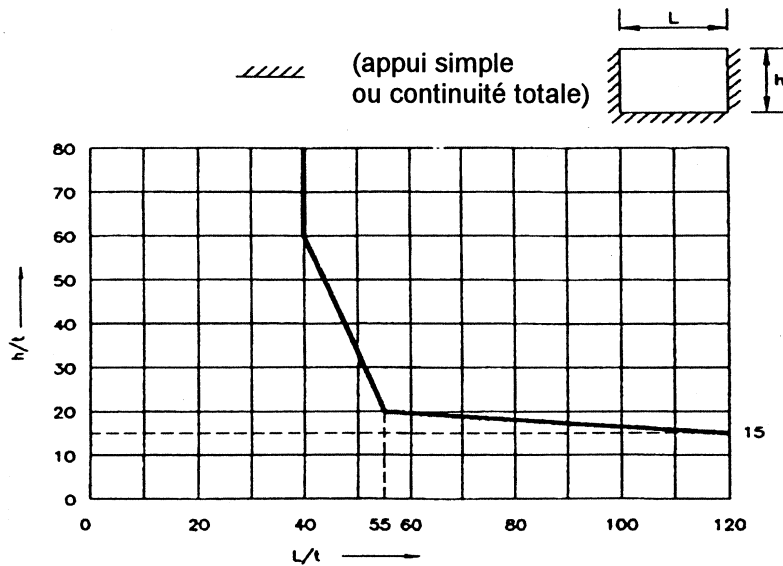


Figure A.3 - Limites des rapports hauteur et largeur sur épaisseur des murs tenus sur les côtés, en bas, mais pas en haut