Système mural Seismur®

Construction parasismique en maçonnerie

stahlton

Les séismes – un risque bien réel même en Suisse 3

Prise en compte de la menace sismique dans les normes de construction 4

Comportement de la maçonnerie soumise à des sollicitations sismiques 6

Système mural Seismur®- la solution 8

Bases de planification 11

Bases de dimensionnement 14

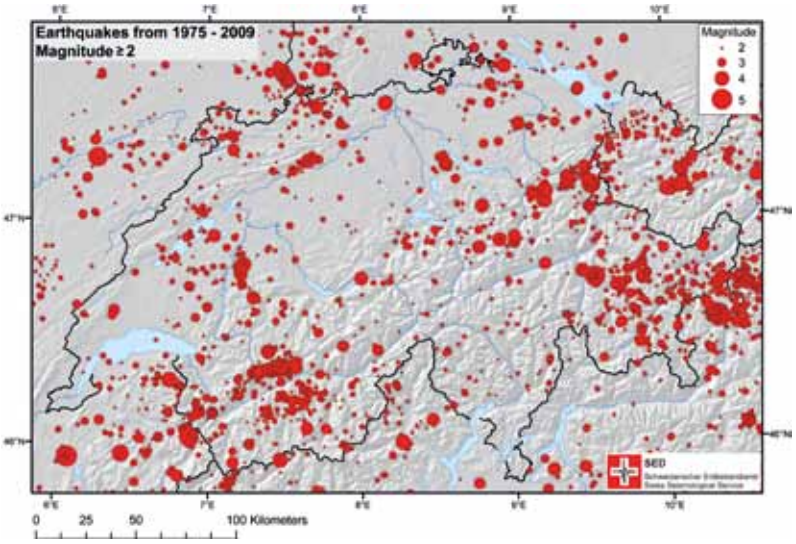
Suggestions d'exécution 16

Bibliographie 19

Les séismes – un risque bien réel même en Suisse

Rétrospective et situation actuelle

La population est sensibilisée aux catastrophes naturelles. Des études de risque ont montré que les tremblements de terre ne sont pas les événements dont la fréquence de probabilité est la plus élevée en Suisse, mais en revanche que les dommages potentiels consécutifs à un séisme de forte magnitude - que l'on ne saurait exclure - seraient énormes.
Les estimations de l'Office fédéral de la protection de la population (OFPP) [4] montrent que, même s'ils sont rares chez nous, les tremblements de terre comptent parmi les dangers naturels les plus graves pouvant toucher notre pays où la densité d'habitation est élevée, en raison des vies humaines qu'ils pourraient menacer et des immenses dommages matériels qu'ils pourraient causer.
Les normes relatives aux structures porteuses tiennent compte de cet état de fait depuis 2003. Aujourd'hui, les constructions sont dimensionnées en fonction des séismes dont la probabilité de survenance est de 475 ans [1].



Epicentres des séismes de magnitude ≥ 2 en Suisse et dans les régions voisines entre 1975 et 2009

Chaque année, quelque 200 séismes secouent la Suisse, mais seuls 10 % d'entre eux sont perceptibles par l'être humain.

Ce sont surtout les tremblements de terre dévastateurs de 1356 à Bâle, de 1946 en Valais et de 1964 à Sarnen, qui restent dans les mémoires.

Les méthodes de construction parasismique permettent d'atténuer efficacement les risques comme l'a montré le dernier grand séisme qui a frappé le Chili, lequel a fait relativement peu de victimes dans la population car le risque de tremblement de terre avait déjà été pris en compte dans les techniques de construction.

Notre technique traditionnelle de construction d'habitations en maçonnerie permet elle aussi de réaliser des bâtiments parasismiques. Il s'agit « simplement » de tenir compte avec cohérence des règles de construction et des principes de dimensionnement fixés dans les normes.

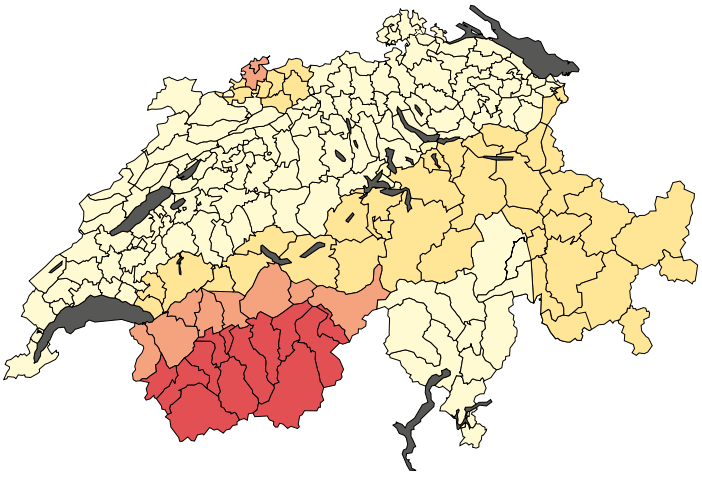
Maison menaçant de s'effondrer suite au tremblement de terre qui a touché Sarnen en 1964

Prise en compte de la menace sismique dans les normes de construction

Zones de sismicité

En Suisse, le risque sismique est traité dans la norme SIA 261 (Actions sur les structures porteuses). La carte sismologique de la Suisse tient compte du risque sismique variable d'une région à l'autre en subdivisant le pays en plusieurs zones dénommées zones Z1, Z2, Z3a et Z3b.

A chaque zone est attribuée une valeur de calcul de l'accélération horizontale du sol a_{gd}. Cette valeur se rapporte à la classe de sol de fondation A et à une période de retour de 475 ans.



Accélération du sol:

- Zone Z1: $a_{gd} = 0.6\ m/s^2$
- Zone Z2: $a_{gd} = 1.0\ m/s^2$
- Zone Z3a: $a_{gd} = 1.3\ m/s^2$
- Zone Z3b: $a_{gd} = 1.6\ m/s^2$

Classes de sol de fondation et comportement dynamique du bâtiment

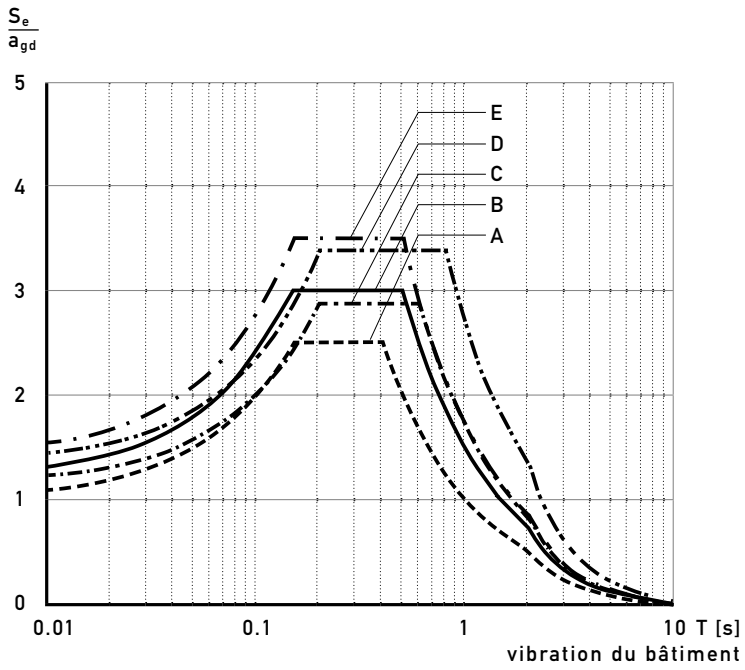
En plus de l'accélération du sol, la contrainte exercée par un séisme sur un bâtiment dépend aussi du comportement dynamique de celui-ci et des propriétés du sol de fondation.

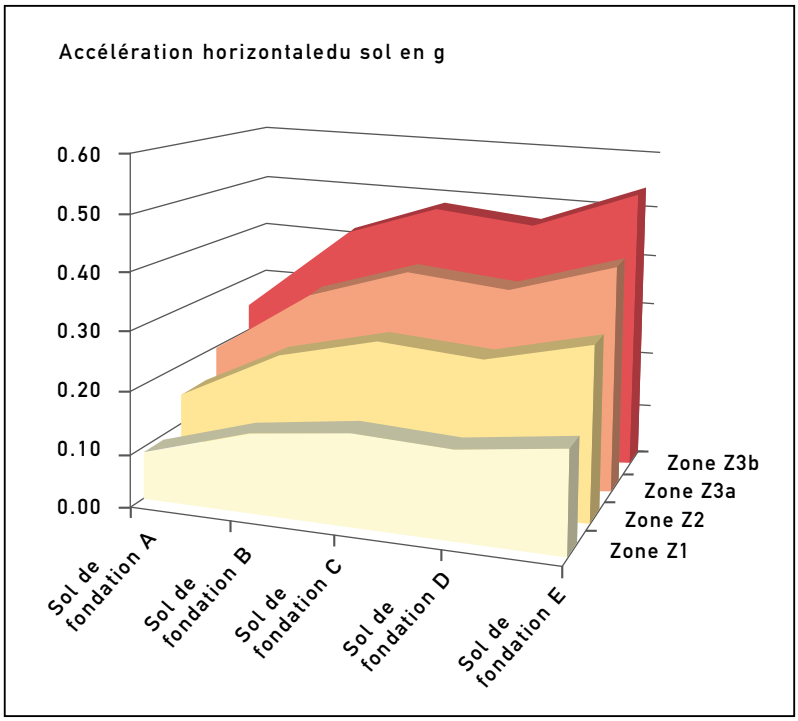
De ces paramètres résulte le spectre de réponse élastique normée du bâtiment.

Classes de sol de fondation

A rocher dur
B gravier/sable cimenté ou préconsolidé
C gravier/sable normalement consolidé et/ou matériau morainique
D dépôts de sable fin non consolidé
E dépôts alluviaux

Spectres de réponses élastiques Se sous forme normée $\frac{S_e}{a_{gd}}$ pour un amortissement ξ=0,05





Valeur de calcul de l'accélération horizontale du sol

Le graphique ci-contre se rapporte à des bâtiments ayant une période de vibration de l'ordre de 0,2 à 0,4 seconde.

La superposition de l'influence géographique des zones de sismicité et de celle du sol de fondation montre la sollicitation sismique effective en fonction de laquelle un bâtiment doit être dimensionné.

Il ressort de ce graphique que les conditions doivent être examinées dans chaque cas de figure et qu'il n'est pas possible d'en déduire des règles globales.

(g = accélération terrestre)

Capacité de déformation	Coefficient de comportement q	Réduction de la sollicitation sismique	Méthode de construction
Faible	1.5	33 %	Maçonnerie
Minime	2.0	50 %	Béton armé
Moyenne à élevée	2.5 - 3.0	60 % - 66 %	Bois, métal

Le coefficient de comportement q

Le comportement des structures porteuses de bâtiments à la déformation est pris en compte par ce qu'on appelle un coefficient de comportement.

On applique en principe la règle suivante: plus la capacité de déformation de la structure porteuse est grande, plus la réduction de la contrainte qui résulte du spectre de réponse élastique est grande.

Exigences relatives à la sécurité parasismique de bâtiments

En vertu des normes de construction actuelles [1], la preuve d'une sécurité parasismique suffisante est exigée pour toutes les nouvelles constructions. Les bâtiments sont subdivisés en classes d'ouvrages en fonction de leur occupation par des personnes, du dommage potentiel, de la menace pour l'environnement et de leur importance dans l'optique de la maîtrise de catastrophes ; la sollicitation sismique déterminante pour le dimensionnement est différenciée au moyen d'un facteur d'importance:

Classe d'ouvrage	Type de bâtiment	Facteur d'importance γ_f
I	Bâtiments d'habitation, administratifs et artisanaux	1.0
II	Centres commerciaux, écoles, églises	1.2
III	Constructions d'une importance vitale	1.4

Pour les bâtiments des classes d'ouvrage I et II, une sécurité parasismique suffisante signifie qu'ils présentent une résistance qui correspond au moins à la valeur de calcul de la sollicitation sismique.
Les bâtiments de la classe d'ouvrage III doivent, non seulement, résister à la sollicitation sismique, mais encore rester opérationnels. Par conséquent, il est demandé pour ces bâtiments de la classe III d'apporter une preuve justifiant leur aptitude au service.

La maçonnerie, une méthode de construction traditionnelle et éprouvée

En Suisse, cela fait des siècles que les constructions en maçonnerie démontrent leur durabilité et leur rationalité.
Le renforcement des prescriptions en matière d'isolation thermique et la prise en considération des aspects écologiques ont montré une fois de plus que la maçonnerie est le mode de construction idéal.

Les parois extérieures en maçonnerie permettent de répondre à toutes les exigences inhérentes à la physique du bâtiment.
La résistance de murs en maçonnerie, qu'ils soient intérieurs ou extérieurs, ne pose généralement aucun problème dans la construction de maisons d'habitation jusqu'à 5 étages.

La réalisation de murs en maçonnerie nécessite l'emploi minimal de matériaux et d'accessoires, et permet ainsi une progression optimale des travaux.

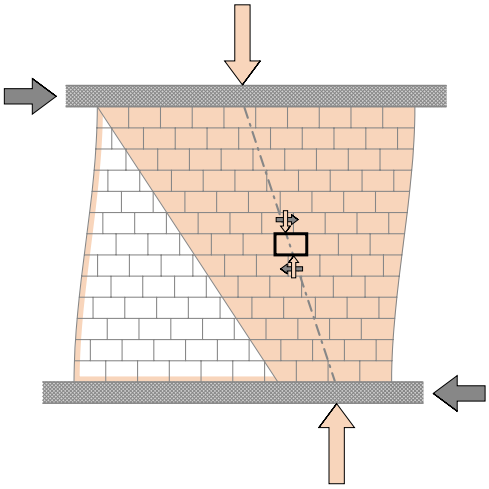
Limites des performances de la maçonnerie soumise à un effort tranchant

En présence d'une contrainte sismique, la maçonnerie est soumise à un effort tranchant dans le plan du mur.

La structure des briques en couches et les joints en mortier ne permettent pas à ce genre de mur de transmettre verticalement les efforts de traction. La résistance au cisaillement d'un mur en maçonnerie est donc liée à l'existence d'un effort normal suffisamment grand pour empêcher l'apparition de contraintes de traction.

Du fait de l'effort tranchant appliqué dans le plan du mur, la contrainte se concentre dans certaines zones de la maçonnerie. Il en résulte des concentrations de contraintes qui limitent la résistance au cisaillement.

Cette résistance au cisaillement est limitée, d'une part, par la résistance des briques à la pression horizontale et, d'autre part, par le frottement maximal sur les joints.



Essais de résistance au cisaillement de murs d'un étage à l'EPF Zurich en 1984

Bases de dimensionnement appliquées jusqu'à présent

Jusqu'à présent, les bases de dimensionnement des murs en maçonnerie comprenaient en premier lieu les vérifications de la capacité portante sous l'action d'un effort normal. Ce n'est que récemment que l'on a élaboré des bases permettant de calculer la résistance au cisaillement [12].

Jusqu'à présent, les méthodes de calcul destinées à déterminer la résistance au cisaillement sont basées sur de grandes simplifications, qui aboutissent à des résultats prudents. Il en résulte une sous-estimation de la résistance effective des murs en maçonnerie au cisaillement. Des méthodes de calcul plus récentes [13] tiennent compte de ce fait et permettent de prendre en compte les mécanismes effectifs de transfert de charges qui agissent en présence d'un effort tranchant.

Conséquences d'une résistance parasismique insuffisante des murs en maçonnerie

Souvent, l'approche prudente adoptée jusqu'ici ne permettait pas de vérifier la résistance parasismique requise pour les constructions en maçonnerie. Cela a abouti à une forme de compromis, à savoir une méthode de construction mixte dans laquelle certains murs étaient construits en béton armé.

Cependant, l'application de méthodes de calcul modernes [13] montre parfois que la résistance parasismique de murs en maçonnerie existants, mieux décrite par le calcul, ne soit pas suffisante. Devant de tels résultats, il était indispensable de construire quelques murs en béton.

Système mural Seismur®- la solution

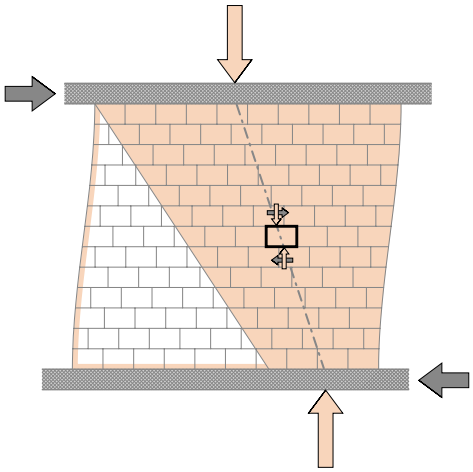
Système mural Seismur pour une construction parasismique en maçonnerie

Les éléments préfabriqués et précontraints Seismur combinés avec la maçonnerie enchâssée constituent le système mural Seismur. Ce mode de construction conforme aux techniques des murs en maçonnerie présente une résistance au cisaillement sensiblement plus grande qu'un mur en maçonnerie classique.

Le système mural Seismur offre ainsi la possibilité de concevoir des constructions en maçonnerie respectant les exigences en matière de sécurité parasismique.

Avantages du système mural Seismur

- L'exécution de murs en maçonnerie selon le système mural Seismur permet de conférer à des bâtiments la résistance parasismique nécessaire.
- Le système permet de renoncer à la construction mixte, sujette à controverse, dont certains murs sont en béton armé.
- Il conserve dans leur intégralité tous les avantages de la maçonnerie.
- L'application du système mural Seismur permet de conserver la surface de terre cuite comme support de crépi. Elle rend superflu l'inévitable changement de matériau inhérent à l'exécution de murs en béton.
- Du fait de sa construction cohérente en maçonnerie, le bâtiment a un comportement régulier à la déformation, ce qui se répercute positivement sur son aptitude au service.
- Les documents de base nécessaires à la planification et au dimensionnement sont simples et conformes à la pratique.
- Grâce à la préfabrication des éléments et à une maçonnerie homogène, le mode de construction est rationnel et permet un déroulement optimal des travaux.

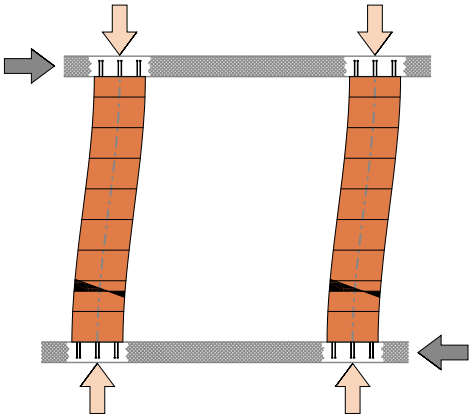


Mode de fonctionnement

Mur en maçonnerie

Plusieurs facteurs limitent la résistance au cisaillement d'un mur en maçonnerie:

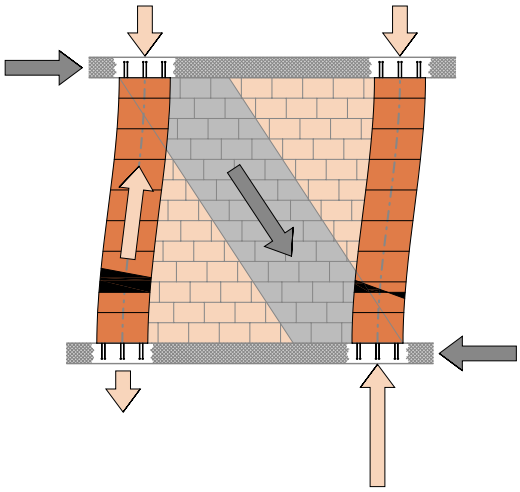
- La maçonnerie ne pouvant pas transmettre les forces de traction, il y a risque de basculement.
- En présence d'un effort normal, l'effort tranchant transmissible dans le joint horizontal en mortier est faible.
- La résistance de murs en maçonnerie soumis à un effort tranchant est limitée par les concentrations de contraintes.



Eléments muraux Seismur

Les éléments muraux Seismur disposés par paires forment des piliers encastrés dans les dalles:

- L'ancrage des éléments muraux Seismur dans les dalles inférieure et supérieure permet la transmission parfaite des efforts de traction.
- La précontrainte confère une grande rigidité aux éléments.
- A eux seuls, les encastrements inférieur et supérieur des éléments dans les dalles produisent une résistance au cisaillement même en l'absence d'un effort normal.



Le système mural Seismur

Le système mural Seismur multiplie la résistance au cisaillement d'un mur en maçonnerie. Ce résultat est possible grâce à la précontrainte, à un ancrage novateur des efforts de traction dans les dalles et à la sollicitation concentrée de la maçonnerie par les efforts de compression:

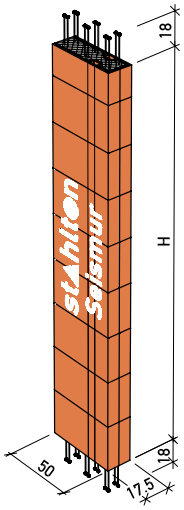
- Les dalles et les éléments muraux Seismur forment un cadre dans lequel s'inscrit la maçonnerie.
- Les éléments muraux précontraints reprennent les efforts de traction qui s'appliquent en présence d'un effort tranchant au moyen de l'anclage dans la dalle en béton.
- Il en résulte dans la maçonnerie un champ de tensions de compression agissant en diagonal et accompagné d'une très grande résistance au cisaillement.
- Le comportement du système à la déformation est conforme à la maçonnerie et ductile.

Assortiment

Elément mural Seismur type WS

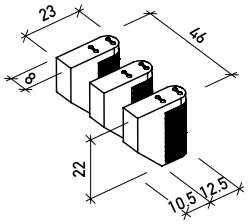
Hauteur cm	Poids kg/pce
250	420
255	430
260	440
265	450
270	460
275	470
280	480

Hauteur 240, 245 ainsi que 285-310 cm par 5 cm sur demande



Accessoires:

- Elément d'évidement Seismur type AE

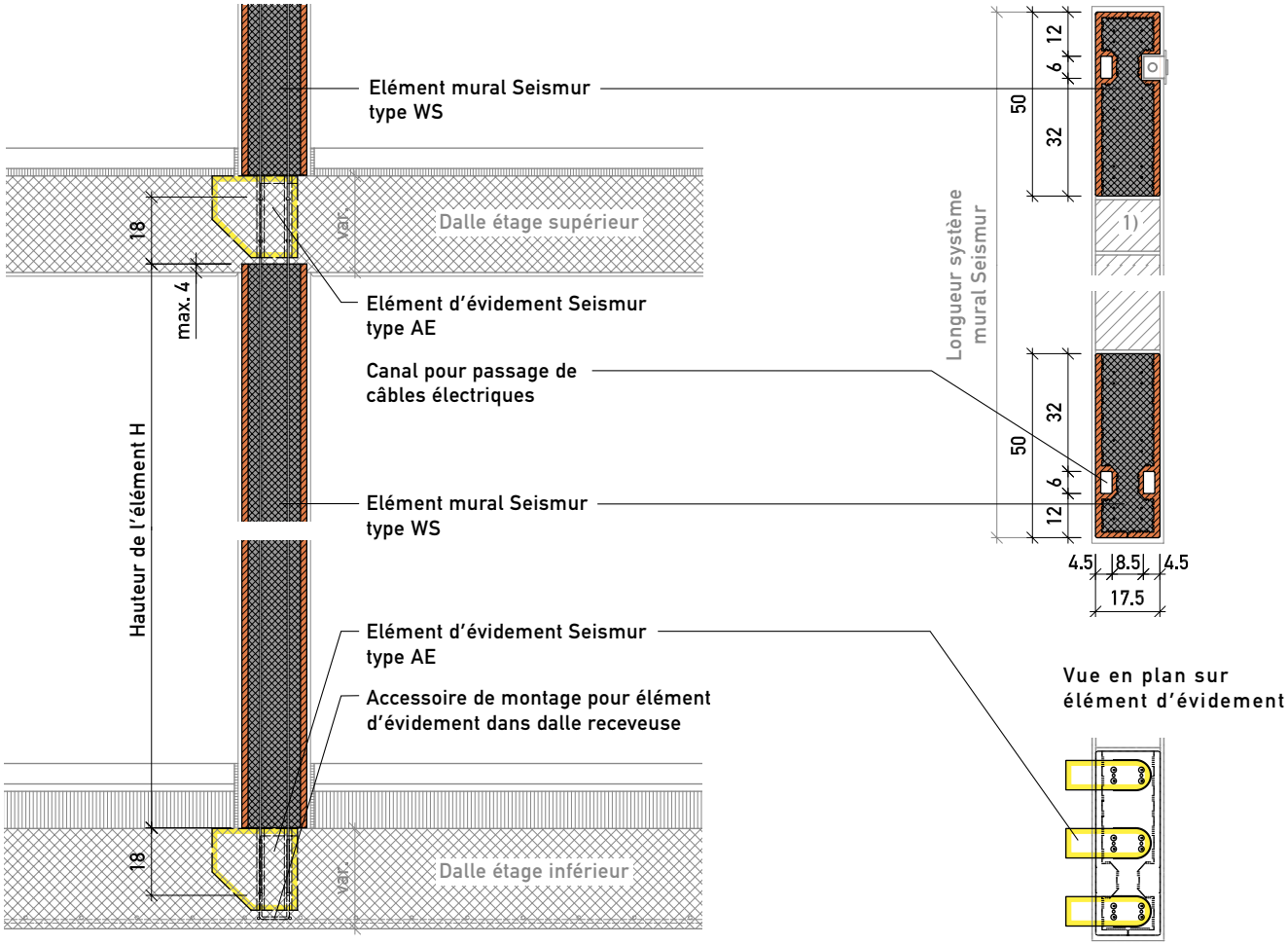


- Accessoire de montage pour élément d'évidement dans dalle receveuse
- Béton de scellement Seismur pour mélange à sec (emballage de 30 kg)

Détails de construction 1:20

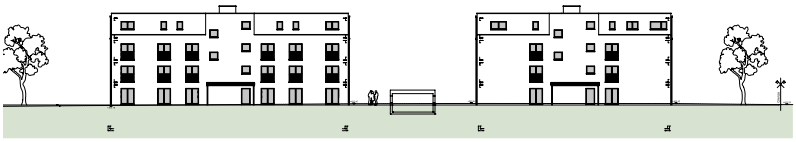
Coupe verticale d'un élément mural Seismur

Coupe horizontale à travers le système mural Seismur

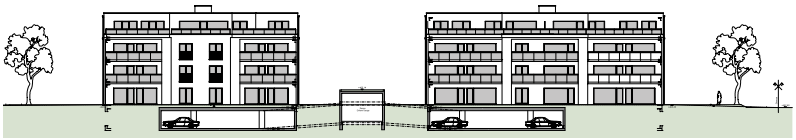


[1] Maçonnerie MB ou MBD à charge de la direction des travaux (Seismo de Swissbrick)

Directives pour la conception



Façade est immeuble d'habitation Nollenpark n° 2 Façade est immeuble d'habitation Nollenpark n° 1

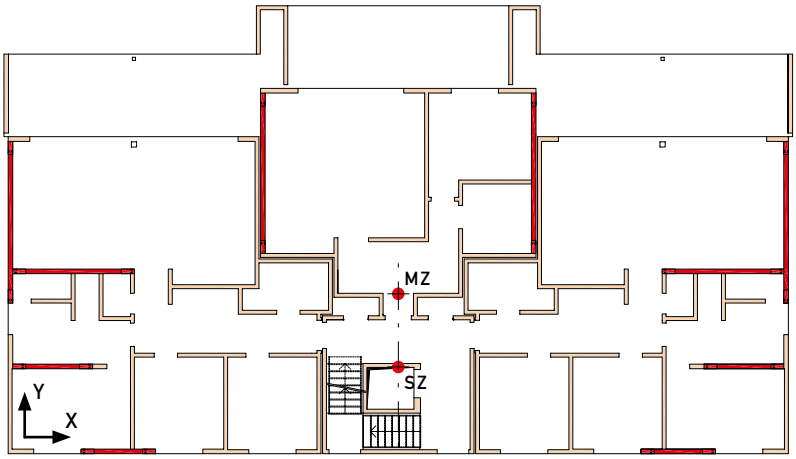


Façade ouest immeuble d'habitation Nollenpark n° 1 Façade ouest immeuble d'habitation Nollenpark n° 2

Les principes exposés ci-après sont expliqués à l'exemple de l'immeuble du Nollenpark à Au dans le canton de St-Gall, construit avec le système mural Seismur.

Champ d'application

Le système mural Seismur permet de réaliser des immeubles d'habitation en maçonnerie conformes aux exigences actuelles en matière de sécurité parasismique.
L'emploi de ce système permet d'appliquer sans aucun problème les règles de construction connues en matière de construction parasismique, que ce soit dans des villas familiales ou des bâtiments de plusieurs étages.



Plan du rez, imm. 2

Système mural Seismur

Maçonnerie

MZ = centre des masses

SZ = centre de cisaillement

Vue en plan

La conception parasismique du bâtiment sous l'angle de la disposition des murs dans le plan du bâtiment et de la cohérence de la transmission des charges verticales par les dalles est en principe valable, et doit également être prise en considération dans l'application du système mural Seismur.

Une disposition symétrique des murs porteurs par rapport aux axes longitudinal et transversal du bâtiment permet de faire en sorte que le centre des masses et le centre de cisaillement sont proches l'un de l'autre. Cela réduit les contraintes de torsion d'origine sismique.

Résistance au cisaillement **Système mural Seismur ®**

Objet:	Nollenpark	Version fichier du:	04.05.2011
	Haus 2 EG	Zone sismique	Z2
	Industriestrasse 2	Sol de fondation:	B
	9434 Au	Maçonnerie:	Seismo

Etage EG		Ep. de la dalle	Hauteur d'étage Gros	longueur du mur	Effort normal N_d	Moment de flexion M_d	**Résistance au cisaillement V_d**
Direction	N° de mur	(m)	(m)	(m)	(kN)	(kNm)	**(kN)**
X	1	0.28	2.65	4.83	1'364	1'666	**683**
	2	0.28	2.65	4.83	777	799	**599**
	3	0.28	2.65	3.23	410	431	**380**
	4	0.28	2.65	3.23	354	267	**380**
	5	0.28	2.65	2.85	124	219	**292**
	6	0.28	2.65	2.85	328	265	**292**
						Somme EG (X-Direction)	**2'626**
Y	7	0.28	2.65	6.36	807	1'112	**653**
	8	0.28	2.65	6.36	903	1'845	**584**
	9	0.28	2.65	6.47	1'168	1'487	**770**
	10	0.28	2.65	6.47	767	1'565	**571**
						Somme EG (Y-Direction)	**2'578**

Prédimensionnement

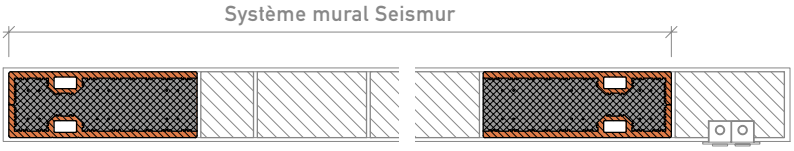
Pour un prédimensionnement sur la base de la méthode des forces de remplacement, cet utilitaire de calcul (fichier Excel) permet de déterminer la résistance au cisaillement d'un mur Seismur en fonction de sa longueur et de l'effort normal. Ce programme est disponible gratuitement sur le site www.stahlton-bauteile.ch

Règles de construction

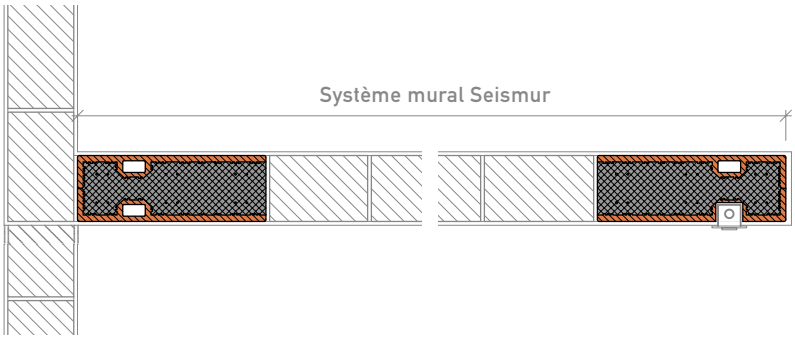
Les murs construits avec le système mural Seismur ont une épaisseur de 17,5 cm et de préférence une longueur minimale de 2,5 m. Des canaux verticaux destinés au passage des câbles électriques sont intégrés dans l'élément mural Seismur car ce système ne doit pas être affaibli par des entailles.

Coupes horizontales

Un segment de maçonnerie statiquement neutre est prévu en tête d'élément pour les gaines de conduites concentrées.

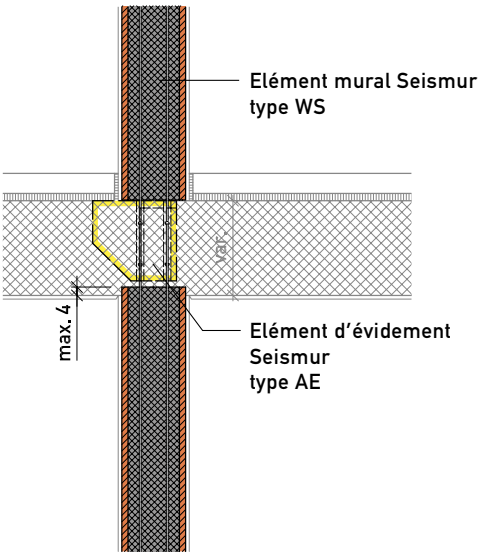


Les parois Seismur situées à l'intérieur du bâtiment sont plaquées contre les murs extérieurs. On prévoira de poser en retrait d'une distance égale à l'épaisseur du mur les parois Seismur disposées dans des angles du bâtiment.

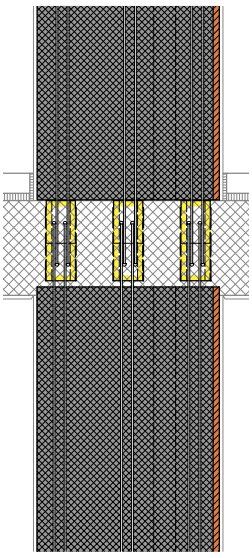


L'élément mural Seismur est livrable par intervalles de longueur de 5 cm, et peut être encastré dans la dalle supérieure jusqu'à une profondeur de 4 cm. Cela permet de réaliser n'importe quelle hauteur d'étage usuelle.

Coupe transversale



Coupe transversale

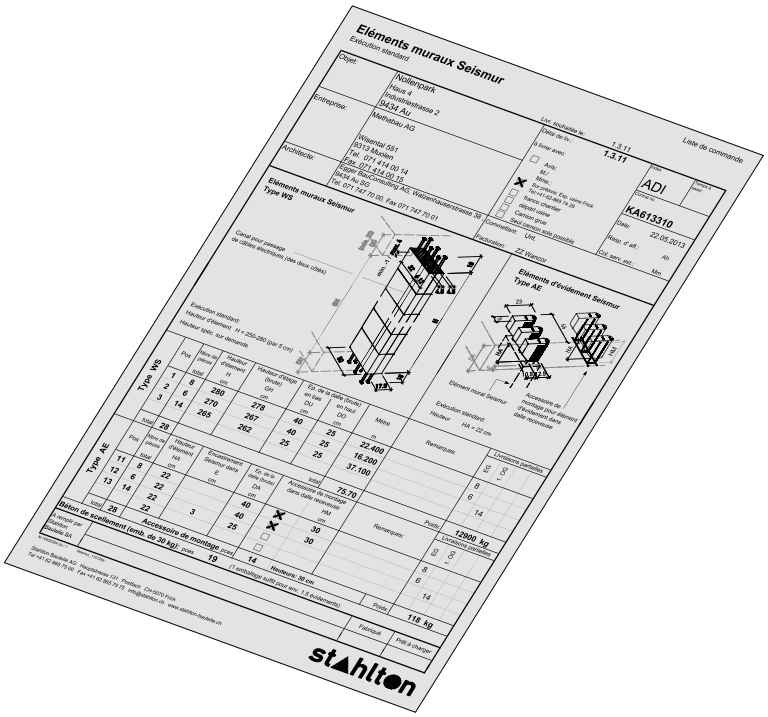


Modèle de libellé de soumission

CAN chapitre 314 Maçonnerie

Copyright by CRB

Pos. Art. Pos.	Beschreibung der Arbeit Description des travaux Descrizione dell'opera	Pos. L. Localis. Ubicaz.	Einheit Unité Unità	Menge Quantité Quantità	Einheitspreis Prix unitaire Prezzo unitario
520					
. 600	**Eléments muraux Seismur** **pour construction parasismique en maçonnerie** Elément de construction précontraint avec surface terre cuite. Câbles de précontrainte aux deux extrémités avec têtes façonnées pour ancrage dans dalles de béton. Largeur B 17,5 cm, Longueur L 50 cm Hauteur H 250-280 cm (par 5 cm) Marque Seismur Type WS Fournisseur Stahlton Bauteile SA Frick Tél. +41 62 865 75 00, Fax +41 62 865 75 75				
. ____	Hauteur cm	.....	pce	.....	.....
	Accessoires:				
. ____	Elément d'évidement Seismur Typ AE Hauteur cm 22		pce	.....	.....
. ____	Accessoire de mont. pour élém. d'évidement dans dalles receveuses		pce	.....	.....
. ____	Béton de scellement Seismur pour mélange à sec (emballage de 30 kg)		pce	.....	.....

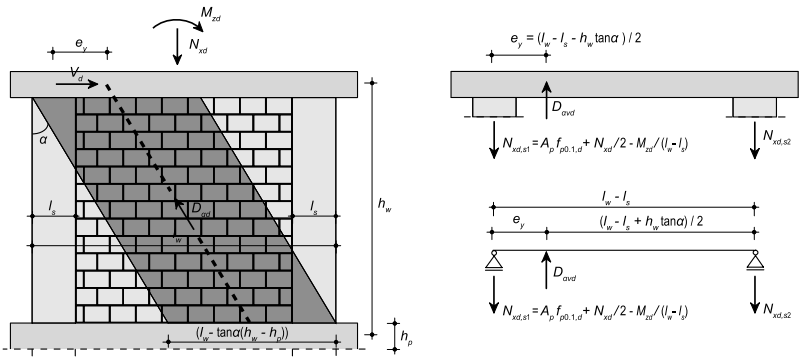


Modèle statique

Les bases de dimensionnement du système mural Seismur reposent sur un modèle de champ cisaillé vérifié par des essais effectués sur des murs de la hauteur d'un étage [8,9].

La résistance du système est limitée par la résistance à la traction dans l'élément Seismur (V_{pd}) ou par la résistance à la compression du garnissage (V_{md}). La valeur limite inférieure pour les murs courts est donnée par la résistance de l'élément Seismur (V_{sd}).

Une description détaillée du modèle statique ainsi qu'un utilitaire de calcul fondé sur celle-ci sur une base Excel et destiné à déterminer la résistance au cisaillement sont mis gratuitement à disposition des ingénieurs sur le site www.stahlton-bauteile.ch.

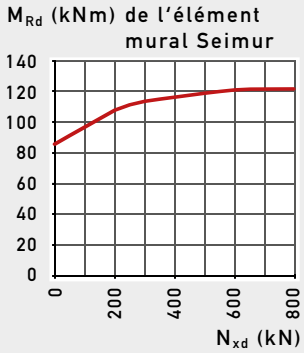


$$V_{pd} = \left(A_p f_{p0.1,d} + \frac{N_{xd}}{2} - \frac{M_{zd}}{l_w - l_s}\right) \frac{2(l_w - l_s)\tan\alpha}{l_w - l_s + h_w \tan\alpha} + \frac{M_{Rd,2}}{h_w - h_p}$$

$$V_{md} = f_{yd} t_w (l_w - \tan\alpha(h_w - h_p)) \sin\alpha \cos\alpha$$

$$V_{sd} = \frac{2(M_{Rd,1} + M_{Rd,2})}{h_w - h_p}$$

$$V_d = \max(V_{sd}, \min(V_{pd}, V_{md}))$$



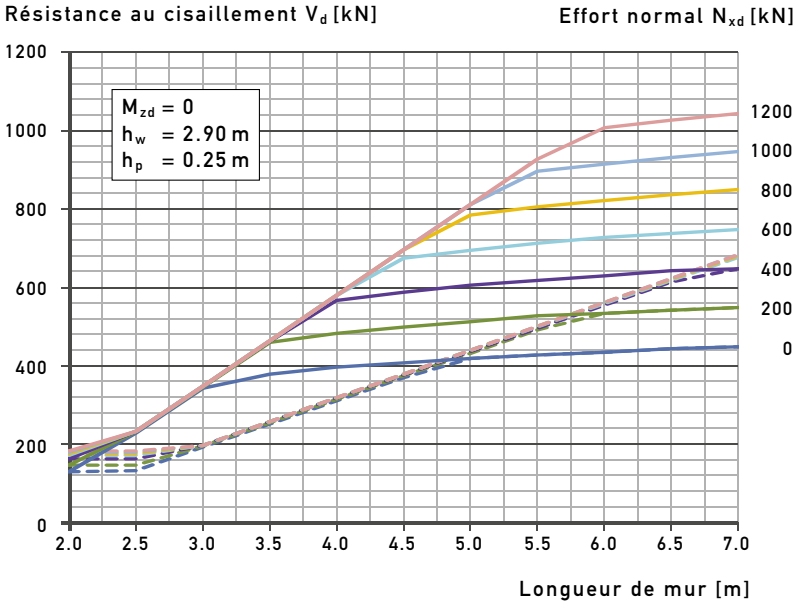
Résistance au cisaillement

Les paramètres déterminants pour la résistance au cisaillement du système mural Seismur sont:

- longueur du mur
- qualité du garnissage
- effort N_{xd}, M_{zd}

On observe dans le graphique que, pour M_{zd}=0, un garnissage en maçonnerie MBD (Seismo) permet d'augmenter de manière marquante la résistance au cisaillement comparativement à un garnissage en maçonnerie MB.

Lorsqu'un élément Seismur est encastré (max. 4 cm) dans la dalle, il y a lieu de vérifier le risque d'effet de poinçonnement lorsque l'effort normal est grand.

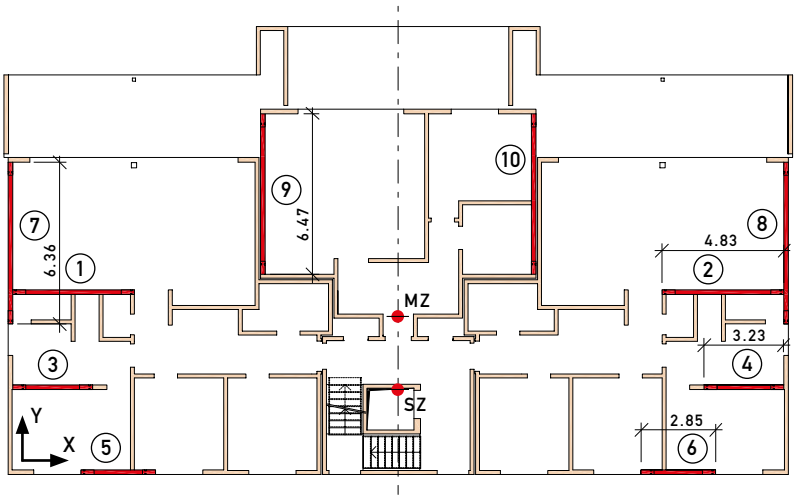


Lignes discontinues: avec maçonnerie MB
Lignes continues: avec maçonnerie MBD (Seismo)

Vérification parasismique
(exemple du Nollenpark, Au)

Le bâtiment a des murs plus courts sur l'axe x que sur l'axe y. Par conséquent, on a réalisé 6 murs selon le système mural Seismur sur l'axe x, et 4 sur l'axe y.

Le garnissage des segments de murs Seismur est en maçonnerie MBD (Seismo). Cela augmente la charge reprise comparativement à un garnissage en MB (voir diagramme page 14).



Vue en plan rez, imm. n°2

Système mural Seismur avec MBD (Seismo)

Maçonnerie MB

Cas de charge	Tous les murs en maçonnerie MB			Murs 1-10 avec système mural Seismur [1]		
	λ1	λmax	nplast	λ1	λmax	nplast
XPP	0.18	0.29	20	0.31	1.01	25
XPN	0.18	0.31	18	0.29	1.01	25
XNP	0.17	0.31	12	0.28	1.01	26
XNN	0.17	0.30	10	0.31	1.01	25
YPP	0.28	0.43	13	0.44	1.12	27
YPN	0.27	0.47	12	0.44	1.09	23
YNP	0.41	0.51	14	0.53	1.15	25
YNN	0.42	0.52	16	0.52	1.11	25

λ1 Facteur de charge en cas de défaillance du 1er mur
λmax Facteur de charge atteint
nplast Nombre de murs plastifiés

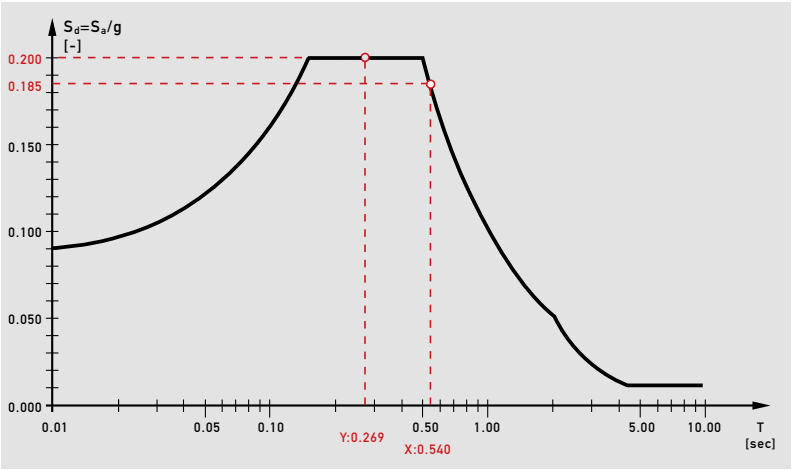
[1] Garnissage des segments de murs avec MBD (Seismo)

Si tous les murs étaient exécutés en maçonnerie MB, ils ne rempliraient qu'à 30 % les exigences en matière de sécurité parasismique sur l'axe x.

Du fait que les murs 1 - 6 sont exécutés selon la conception d'un système mural Seismur, leur résistance au cisaillement sur l'axe x est plus que triplée, ce qui permet d'atteindre largement les exigences. Sur l'axe y, on atteint le même résultat en appliquant le système mural Seismur aux murs 7 - 10.

Dans la vérification ci-contre selon la méthode « push-over » (programme Promur), on admet que la résistance des différents murs est correspond à leur capacité de déformation

Spectre de réponse



La valeur S_d dans le spectre de réponse est basée sur:

Zone sismique Z2		
Classe de sol B		
Coefficient de comportement	q	1.5
Classe d'ouvrage I avec facteur d'importance	γ_f	1.0
Amortissement	ξ	5%
Valeur de calcul du déplacement du sol		0.060 m

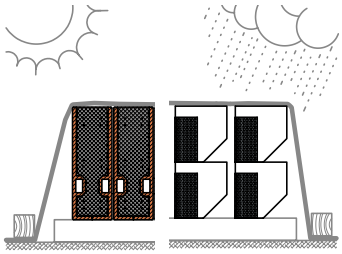
Reportage en images

Instruction de pose

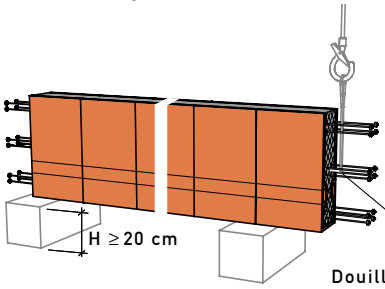
Compétences

Il incombe à l'ingénieur civil de vérifier la bienfacture de la construction sous l'angle de sa résistance structurale et de son aptitude au service. L'entrepreneur est responsable du stockage et de la manutention des éléments dans les règles de l'art sur le chantier ainsi que de leur pose conformément aux instructions ci-après.

Stockage

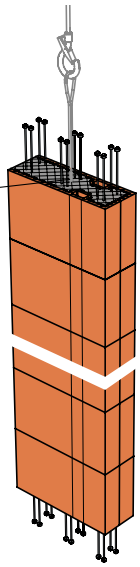


Accrochage



Douille de pose intégrée

Levage



Pose

1. Montage de l'élément d'évidement Seismur pendant la pose de l'armature inférieure
2. Pose des fers d'armature selon instructions de l'ingénieur
3. Enlèvement de la mousse de polystyrène expansé (EPS) de l'élément d'évidement après le coulage de la dalle
4. Pose de l'élément mural Seismur
5. Remplissage des évidements avec le béton de scellement Seismur
6. Exécution de la maçonnerie entre les éléments muraux Seismur.
7. Au besoin, utiliser le canal prévu pour les câbles électriques (possible des deux côtés)

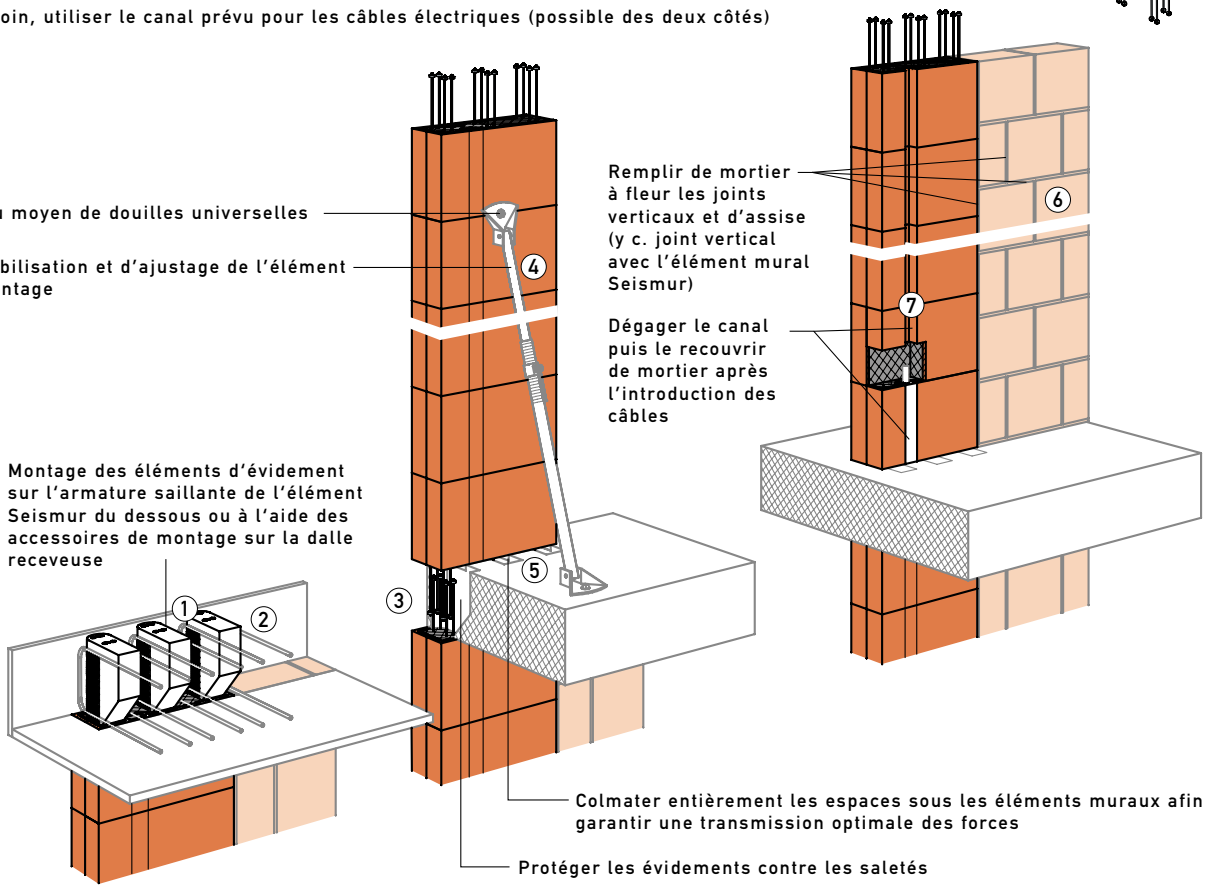
Fixation au moyen de douilles universelles

Etai de stabilisation et d'ajustage de l'élément lors du montage

Remplir de mortier à fleur les joints verticaux et d'assise (y c. joint vertical avec l'élément mural Seismur)

Dégager le canal puis le recouvrir de mortier après l'introduction des câbles

Montage des éléments d'évidement sur l'armature saillante de l'élément Seismur du dessous ou à l'aide des accessoires de montage sur la dalle receveuse



Colmater entièrement les espaces sous les éléments muraux afin de garantir une transmission optimale des forces

Protéger les évidements contre les saletés

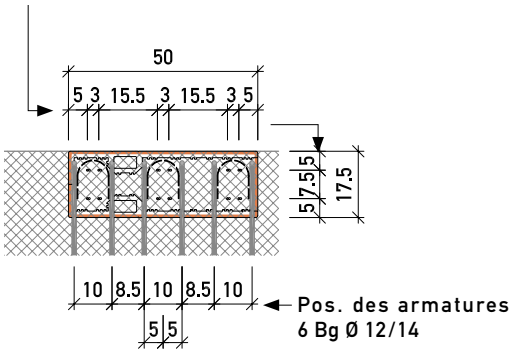
Fers d'armature (recommandation)

Détails 1:20

Eléments muraux Seismur sur tête de dalle

Vue en plan

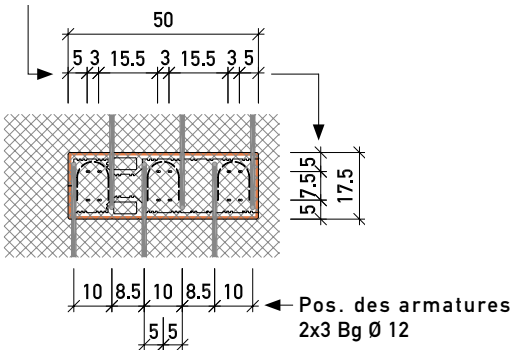
Eléments muraux Seismur, position des câbles de précontrainte



Eléments muraux Seismur en centre de dalle

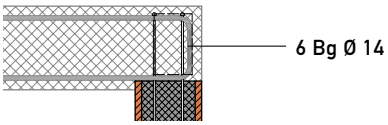
Vue en plan

Eléments muraux Seismur, position des câbles de précontrainte

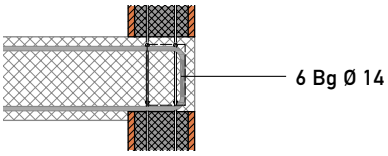


Coupes verticales

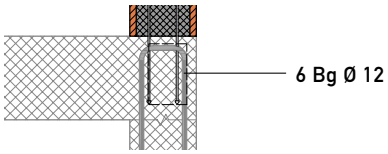
Dalle sur attique



Dalle sur rez et étage supérieur

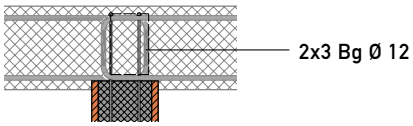


Dalle sur sous-sol

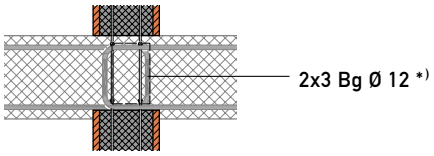


Coupes verticales

Dalle sur attique

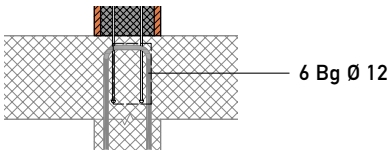


Dalle sur rez et étage supérieur



*) Pas de fers supplém. nécessaires si chevauchement des câbles de précontrainte ≥ 80 mm

Dalle sur sous-sol



Conseils pour l'exécution

Les murs Seismur sont exécutés en parallèle avec la dalle. Par conséquent, on ne fait en principe aucun dépôt dans la zone du garnissage.

Les passages des câbles électriques doivent être planifiés de manière à ce que les canaux intégrés dans les éléments Seismur puissent être utilisés. Le système mural Seismur ne doit pas être affaibli par des entailles ou des clous.

Lors de l'exécution du crépi intérieur, le joint vertical entre l'élément mural Seismur et le garnissage doit être exécuté avec un filet.

Les joints à angle droit entre les éléments muraux Seismur et les murs en maçonnerie, par exemple aux raccords aux murs extérieurs, doivent être exécutés avec un joint suédois.

Bibliographie

[1] Norme SIA 261 (2003) Actions sur les structures porteuses, Société suisse des ingénieurs et architectes, Zurich

[2] Documentation SIA D 0237 (2010) Beurteilung von Mauerwerksgebäuden bezüglich Erdbeben, Société suisse des ingénieurs et architectes, Zurich

[3] Documentation SIA D 0227 (2008) Sécurité parasismique des bâtiments - Questions juridiques et responsabilités, Société suisse des ingénieurs et architectes, Zurich

[4] Fiche Construction parasismique en Suisse, Fondation pour la dynamique des structures et le génie parasismique www.baudyn.ch, 2006

[5] Bases normatives et instruments d'application pour la protection parasismique d'ouvrages neufs et existants, Feuille d'information 03, Office fédéral de l'environnement OFEV, www.umwelt-schweiz.ch/erdbeben, 2009

[6] Conception parasismique des bâtiments - Principes de base à l'attention des ingénieurs, architectes, maîtres d'ouvrage et autorités, Prof. Dr. Dr. h.c. Hugo Bachmann, Office fédéral des eaux et de la géologie, Bienne 2002

[7] Documentation séismes D 0181: Bases pour l'élaboration des projets de structures porteuses - Actions sur les structures porteuses - Introduction aux normes SIA 260 et 261, Thomas Wenk, Pierino Lestuzzi, Société suisse des ingénieurs et architectes, Zurich 2003.

[8] Prof. Dr. Joseph Schwartz, Dr. Neven Kostic: Wandsystem Seismur: Bemessungsgrundlagen 2011

[9] Prof. Dr. Joseph Schwartz, Ch. Becker: Versuchsbericht Wandsystem Seismur, P+F Sursee, 2010

[10] Prof. Dr. Dr. h.c. Hugo Bachmann, Dr. Kerstin Lang: Zur Erdbebensicherung von Mauerwerksbauten, Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, 2002

[11] Erdbebensicherheit im Mauerwerksbau, www.swissbrick.ch, Swissbrick AG, 2005

[12] Dr. Hansruedi Ganz, Prof. Dr. Bruno Thürlimann: Versuche an Mauerwerksscheiben unter Normalkraft und Querkraft, Bericht Nr. 7502-4, Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, 1984

[13] Erdbebensicher bauen mit Promur. Die Lösung der Schweizer Industriepartner für ein Gebäude mit Mauerwerk, 2010

Seismur®- une innovation de Stahlton

Stahlton Bauteile AG Hauptstrasse 131 Postfach CH-5070 Frick
Tel. +41 62 865 75 00 Fax +41 62 865 75 75 info@stahlton-bauteile.ch www.stahlton-bauteile.ch

M.1007F066.c © Copyright Stahlton Bauteile AG Frick, 07.17