

KSV-INFO

Information à la clientèle de l'Association suisse des producteurs de briques silico-calcaires



**BRIQUE
SILICO
CALCAIRE**



CONSTRUCTIONS PARASISMIQUES EN BRIQUES SILICO-CALCAIRES

- Sécurité de la résistance aux séismes avec justificatif
- Promur, un summum en maçonnerie
- Maçonnerie intacte pour une sécurité élevée de résistance contre les séismes

K-S-V

ASSOCIATION SUISSE DES PRODUCTEURS
DE BRIQUES SILICO-CALCAIRES

PROMUR: LA PREUVE DE LA SÉCURITÉ PARASISMIQUE

Construire pierre sur pierre en parasismique



Avec promur, la KSV et ses partenaires industriels proposent la solution permettant d'apporter une preuve réaliste de la sécurité parasismique des ouvrages en maçonnerie, conforme aux normes SIA 261 et 266.

Les séismes en Suisse: rare ne signifie pas jamais. Dans le monde entier, plus de 90 % des séismes se produisent au niveau de la jonction des plaques. Le heurt de la plaque africaine en progression vers le nord avec le continent eurasiatique a contribué à la formation de nos montagnes. Ce processus géologique se poursuit dans l'arc alpin. Comparé à l'échelle mondiale, le risque de séisme en Suisse est classé modéré à moyen. Selon les estimations de l'Office fédéral de la protection de la population, même si les séismes sont rares, ils constituent le plus grand danger naturel du fait de leur potentiel élevé de dommages et de mise en péril des personnes dans un pays aussi densément peuplé que la Suisse. Les réassureurs évaluent les dégâts d'un séisme de magnitude 6 sur l'échelle de Richter à près de CHF 7 milliards, ceux d'un séisme de magnitude 7 environ pourraient même atteindre les CHF 60 milliards. La réglementation sur la construction parasismique et les normes SIA 261 et 266 exigent que la sécurité de la maçonnerie – comme celle des autres constructions – soit demandée, calculée et prouvée. Certains cantons demandent aujourd'hui déjà une attestation de sécurité parasismique.

La maçonnerie a une longue tradition en Suisse.

La maçonnerie est l'une des techniques de construction les plus anciennes. Indépendamment de la matérialisation, elle possède un indice de résistance élevé. La maçonnerie est indéformable dès sa fabrication, durable et sa valeur reste stable à long terme. L'expérience accumulée pendant des siècles montre qu'un bâtiment en maçonnerie construit dans les règles de l'art résiste aux séismes. Les bâtiments situés dans les zones sismiques 1 et 2 sont souvent construits en maçonnerie non armée.

Qu'advient-il du bâtiment en cas de séisme?

Lors d'un séisme, des ondes sismiques de différentes sortes sont émises dans les zones de rup-

ture. Ces ondes atteignent le site d'un bâtiment par des voies diverses et à différentes vitesses, pour y provoquer de multiples mouvements du sol. Le sol bouge rapidement dans tous les sens, surtout horizontal, et, dans une moindre mesure, simultanément dans le sens vertical.

Les effets d'un séisme sur un bâtiment dépendent de la localisation du bâtiment (classes de sol selon SIA 261) et de la réponse aux oscillations du bâtiment. Le bâtiment peut présenter une bonne sécurité parasismique si sa construction est correcte et si les murs ont une épaisseur minimale de 15 cm. Mais la sécurité parasismique réelle d'un bâtiment reste très complexe à déterminer et ne pouvait jusqu'à présent être calculée que de manière approximative.

promur: ensemble pour des bâtiments plus sûrs en maçonnerie.

La KSV était présente le 1^{er} janvier 2010 lors de la fondation de l'association «promur – construction parasismique avec maçonnerie». En font partie non seulement les associations des industries du béton, de la terre cuite et de la brique silico-calcaire, mais également l'EPF de Zurich et divers partenaires industriels. Tous s'engagent en faveur d'une preuve fiable et réaliste de la sécurité parasismique des ouvrages en maçonnerie. La stabilité statique effective de murs en maçonnerie étant largement sous-estimée avec les méthodes de calcul traditionnelles et manuelles, ils recherchaient un programme permettant le calcul intégral et largement automatisé de cette stabilité. Ce programme se nomme promur. promur repose sur des programmes de statique éprouvés et peut être utilisé pour chaque type normalisé de maçonnerie.

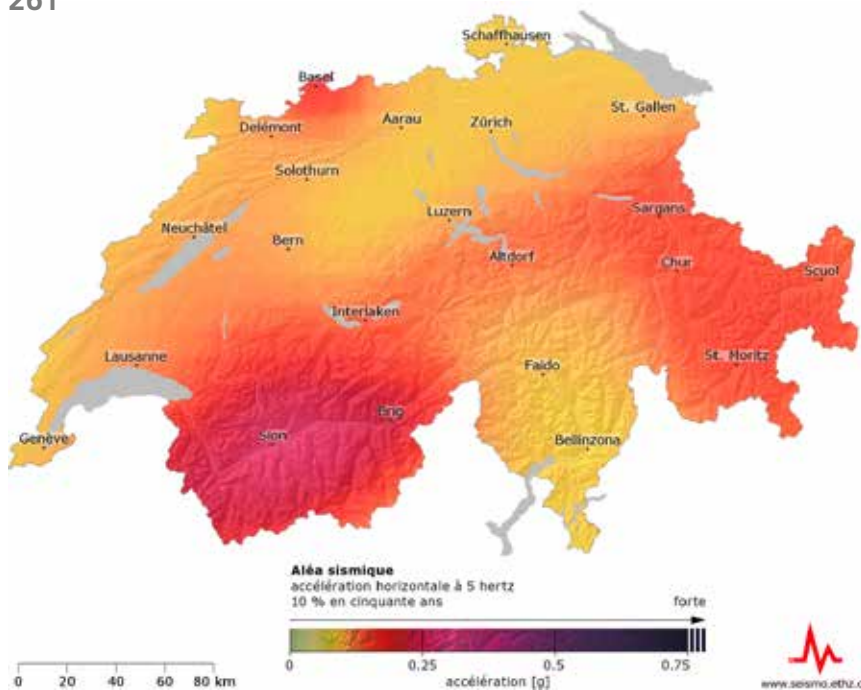
promur visualise l'interaction des forces.

promur assure le calcul intégral de la résistance d'une maçonnerie. Il est ainsi possible de représenter la capacité de charge de la maçonnerie d'un bâtiment entier et non plus seulement celle des murs individuels. Lors de la déformation plastique d'un mur, comme cela peut se produire lors d'un séisme, les charges portantes sont transférées à d'autres murs. Cette répartition réaliste des forces dans l'ensemble du bâtiment est prise en compte dans l'analyse

dite «push over» de promur. La simulation réaliste de bâtiments en maçonnerie avec promur apporte non seulement une augmentation de la sécurité parasismique calculée et un maximum de maçonnerie, mais permet également de détecter les points faibles ou les points névralgiques et de les traiter par les mesures constructives correspondantes.

L'attestation avec promur peut être demandée auprès de n'importe quel partenaire industriel de promur ou directement auprès des bureaux d'ingénieurs suisses mentionnés, qui établissent les attestations de sécurité parasismique promur. Vous trouverez toutes les adresses actuelles et des compléments d'information sur www.erdbeben-sicher.ch.

Zones sismiques, classes de sols de fondation et classes d'ouvrages selon SIA 261



La référence est toujours constituée par un séisme d'une périodicité statistique de l'ordre de 500 ans. Les facteurs de multiplication ci-après montrent les influences sur la force du séisme de dimensionnement:

Zones sismiques	Facteur	Classes d'ouvrages	Facteur
1 Fort séisme rare	0.6	I Bâtiment «courant»	1.0
2 Fort séisme moins rare	1.0	II Avec grands rassemblements de personnes	1.2
3a Fort séisme plus fréquent	1.3	III Infrastructure ayant une fonction vitale	1.4
3b Fort séisme assez fréquent	1.6		

Classes de sols de fondation	Facteur (pour 1 Hz)
A Roche	1.0
B Gravier/sable dense compacté ou cimenté	1.5
C Gravier/sable non cimenté et/ou moraine	1.7
D Sol meuble sans cohésion	2.6
E Couche alluviale superficielle	1.7

Données à entrer dans promur

Le dimensionnement parasismique avec promur nécessite la connaissance des données suivantes:

1. Bâtiment avec indication précise du lieu.
2. Plans de projection horizontale, sous-sols compris, coupes avec indication des hauteurs d'étage et des épaisseurs de plafond, vues des façades, épaisseurs de revêtement/d'isolation des plafonds, épaisseur des murs de maçonnerie, cloisons bétonnées déjà définies.
3. Informations sur l'utilisation du bâtiment.
4. Informations sur la parcelle selon la norme SIA 261, si possible extrait du rapport géotechnique.

Données issues de promur

Un rapport de dimensionnement parasismique promur comporte :

1. Une base de dossier avec toutes les données et descriptifs significatifs de la structure porteuse, des matériaux utilisés et des masses supposées ;
2. les projections horizontales des étages avec matérialisation et murs porteurs. Ces propositions ou confirmations concrètes peuvent être directement reprises pour la suite de l'étude du projet ;
3. les calculs avec la mise en valeur détaillée de tous les résultats (données de structures et contraintes subies par tous les murs, calculs à l'aide du modèle en treillis, forces de cisaillement, analyse des tensions dans la coupe du mur). Ces données servent également pour les autres attestations de la capacité de charge et pour les plans de ferrailage.

AVEC PROMUR, UN MAXIMUM DE MAÇONNERIE

«La sécurité parasismique devrait faire partie intégrante de toute étude de construction.»

Interview de Rolf Bühler, ingénieur en construction diplômé HES, responsable du département Conservation des bâtiments, construction et conservation, chez ewp AG, à Effretikon. Il conseille les clients dans le domaine de la sécurité parasismique d'ouvrages en maçonnerie et assure la formation des titulaires d'une licence promur. promur@ewp.ch

ewp a déjà établi plus de 80 attestations de sécurité parasismique avec le programme promur. Quels sont vos clients?

Des architectes et des ingénieurs qui désirent obtenir l'attestation de sécurité parasismique de l'ouvrage planifié. Ces biens sont essentiellement des maisons individuelles ou des habitats collectifs. Certains ingénieurs sont devenus entre-temps de fidèles clients promur. Ils intègrent maintenant systématiquement l'analyse promur dans leurs projets et calculs.

Quel est le moment idéal pour un calcul avec promur?

Plus la sécurité parasismique est prise en compte tôt dans le projet de construction, moins elle coûte cher – la matérialisation et la conception peuvent être optimisées à un stade précoce. Les clients se présentent souvent avec des avant-projets que nous évaluons du point de vue technique et pour lesquels nous proposons des variantes si nécessaire. Lorsqu'un ingénieur est déjà impliqué dans le projet, nous discutons avec lui. Les données qui constituent les fondements d'un calcul promur sont le terrain de construction, la zone sismique, la destination du bâtiment, la structure porteuse et la matérialisation. Il est également important de connaître la disposition des planchers (les joints de dilatation doivent être si possible évités) et les endroits où il est prévu des murs porteurs en béton. Le calcul promur s'effectue le plus souvent en plusieurs étapes. Selon le bâtiment, le programme calcule entre 10 minutes et plusieurs heures.

Quelles données obtenez-vous grâce à promur, qui manquaient auparavant?

promur fait appel à l'intégralité des résistances porteuses de l'ouvrage de maçonnerie (voir graphique). Avec promur, il est également possible de réaliser des bâtiments comportant deux à trois

niveaux d'une bonne sécurité parasismique et présentant une part suffisamment importante de maçonnerie, sans nécessiter de voiles béton supplémentaires. Nous sommes ainsi plus précis et prévoyons les sécurités réellement nécessaires.

Quels sont les avantages de promur pour le maître d'ouvrage et quels en sont les conséquences financières?

Grâce à promur, la sécurité parasismique peut être obtenue sans calculs coûteux. Selon l'Office fédéral des eaux et de la géologie (OFEG), le coût supplémentaire d'une construction parasismique est généralement de l'ordre de 0 à 1 % du coût de la construction, lorsque la sécurité parasismique a été prise en compte dès la phase d'étude et que l'architecte et l'ingénieur collaborent dans ce domaine. Une attestation promur coûte de CHF 1500.– à CHF 2000.– pour une maison individuelle et de CHF 2000.– à CHF 5000.– pour un habitat collectif.

Pour le maître d'ouvrage, le calcul promur peut être comparé à un permis de circulation, puisque le rapport établi lui donne l'assurance que le «véhicule» a été contrôlé. Laisser entendre à un maître d'ouvrage que le calcul du risque sismique est inutile relève de l'incompétence. Au pire, un acheteur pourrait tenter d'exiger une décote sur la valeur du bien pour négligence en matière de sécurité. La responsabilité dans le cas d'un séisme ne pourrait de toute façon pas être écartée sur le plan du droit civil.

Utilisez-vous aussi promur lors de rénovations ou uniquement pour les constructions neuves?

Des bâtiments existants sont également sécurisables, ce qui signifie qu'ils peuvent être structurés a posteriori dans le cadre d'une rénovation pour satisfaire à la sécurité parasismique. Il arrive aussi que des propriétaires d'immeubles demandent un contrôle a posteriori dans une démarche de sécurité. Les calculs portant sur les bâtiments existants sont fondés sur les plans disponibles ou éventuellement sur des relevés auxquels nous procédons le cas échéant nous-mêmes.



Comment estimez-vous la sensibilisation à la sécurité parasismique en Suisse aujourd'hui et à l'avenir?

Selon l'OFEG, 90 % des bâtiments existants en Suisse présentent une sécurité parasismique inconnue et souvent insuffisante. Depuis l'introduction de la nouvelle norme SIA en 2003, on assiste à une discussion hésitante autour de la sécurité parasismique. De nos jours, la plupart des constructions neuves disposent d'un concept de sécurité parasismique. Malgré cela, les dispositions relatives aux séismes de la norme SIA sont souvent ignorées ou du moins non respec-

tées dans leur intégralité. Il est étonnant qu'il ne soit exigé au niveau national aucune attestation ou certificat, comme cela est par exemple le cas pour les normes de protection de l'environnement. Les cas de séismes en Suisse et surtout dans les pays voisins accroissent régulièrement la crainte des donneurs d'ordre en matière de sinistres. Il est envisageable que les assurances de bâtiments se réfèrent de plus en plus souvent à la sécurité parasismique pour déterminer le montant des primes. La sécurité parasismique devrait faire partie intégrante de toute étude de construction.

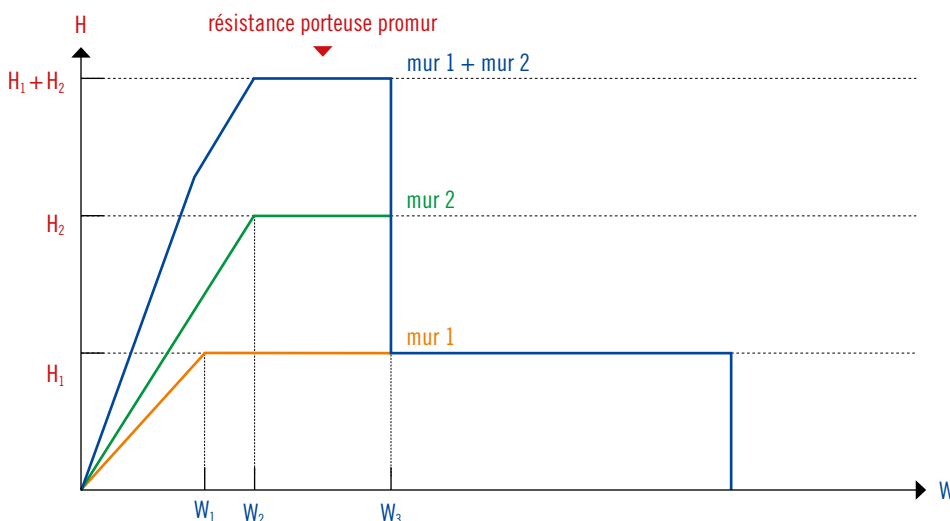
Ce qui plaide en faveur de promur.

promur vous permet d'économiser du temps et de l'argent. Vos avantages en un coup d'œil:

- Les calculs avec promur sont conformes à la norme SIA 266
- Le gain de temps par rapport au calcul manuel est considérable
- promur repose sur des programmes de statique connus et éprouvés
- Justification automatique de la sécurité structurale
- Optimisation de la construction des bâtiments avec exploitation totale du potentiel de la maçonnerie
- Des combinaisons avec des voiles de béton sont possibles sans problèmes
- Bon aperçu grâce à une modélisation en trois dimensions du bâtiment avec répartition des charges sismiques
- Bonne compréhension du comportement porteur du bâtiment, processus de calcul clair
- Possibilité de vérification de bâtiments existants

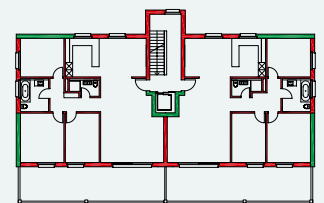
www.erdbeben-sicher.ch

Exemple de calcul de maçonnerie avec promur

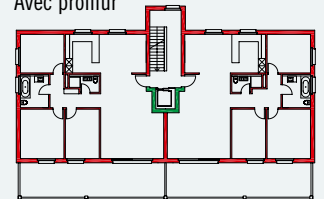


Exemple de calcul de maçonnerie avec promur

Selon la méthode classique



Avec promur



■ Béton
■ Maçonnerie

L'essentiel en bref:

Probabilité d'occurrence

Séisme CH:

1 séisme de magnitude 5 tous les 10 ans

Attestation de sécurité parasismique CH, prescription norme: **SIA 261, 266**

Coût d'une construction parasismique, valeur empirique CH: 0 à 1 % des coûts de construction Pour construire meilleur marché mais en parasismique avec de la maçonnerie: **promur**

Coût de l'attestation promur:

MI 1500.- à 2000.-

HC 2000.- à 5000.-

MAÇONNERIE INTACTE POUR UNE MEILLEURE SÉCURITÉ PARASISMIQUE

KS-QUADRO E satisfait aux spécifications de la norme de construction parasismique

Les ingénieurs apprécient les caractéristiques du KS-QUADRO E, grâce auquel les murs ne doivent pas être entaillés pour la pose des installations électriques. Les exigences élevées en matière de statique et de sécurité parasismique sont ainsi satisfaites. Rien ne s'oppose donc plus à des constructions minces mais sûres grâce à KS-QUADRO E.

Le comportement parasismique de la brique silico-calcaire et le degré de son effet de protection ont déjà été étudiés au printemps 2007 par la Haute école de technique et d'architecture de Fribourg et l'EPFL de Lausanne. Le professeur René Suter et son équipe ont réalisé cette importante étude de test en collaboration avec la KSV. Les résultats du contrôle d'efficacité de la maçonnerie en briques silico-calcaires ont montré que des éléments de maçonnerie parasismique peuvent contribuer significativement à la résistance de l'édifice. La preuve complète de la sécurité parasismique de bâtiments telle qu'elle peut être apportée maintenant par promur prend en compte d'autres facteurs. L'analyse contrôle en effet les forces de cisaillement, les champs de tension et les déformations plastiques dans chaque mur. Des éléments de mur intacts exercent un effet positif sur la stabilité, même pour des maçonneries très minces. Le système KS-QUADRO E satisfait de façon optimale aux exigences d'une construction parasismique. La maçonnerie en briques silico-calcaires statiquement sollicitable n'est pas affaiblie par des sciages et entallages ultérieurs, car les canaux d'installation sont déjà intégrés dans les briques du système modulaire KS-QUADRO E. Ainsi, l'infrastructure électrique complète peut être planifiée de manière rapide, simple et propre lors de la construction, ce qui réduit la durée du chantier et les coûts de main-d'œuvre. Même après l'achèvement des travaux, il est possible d'installer à tout moment des lignes électriques ou de télécommunication.

KS-QUADRO E, c'est du système

Le système KS-QUADRO E convient pour toutes les installations électriques, TV, télécoms ou sanitaires, posés et protégés à l'intérieur des canaux

continus bien verticaux des éléments du système modulaire. Le diamètre de 42 mm permet d'insérer simultanément plusieurs lignes électriques ou gaines vides. Conçu selon la grille octométrique, ce système intelligent permet la réalisation des chaînages de cotes au pas de 12,5 cm. Le système est complété par des briques de complément et de compensation de différentes hauteurs. Le KS-QUADRO E offre une protection optimale contre le bruit et les perturbations acoustiques grâce à sa densité brute élevée et à la solidité qui en résulte. Du point de vue de l'efficacité énergétique, la brique silico-calcaire est absolument exemplaire et convient parfaitement pour les maisons passives. Grâce à sa capacité d'accumulation de chaleur, le KS-QUADRO E garantit une température ambiante agréable et équilibrée, été comme hiver. Le système est particulièrement étudié et éprouvé, et un spécialiste expérimenté obtient, avec une organisation optimale du chantier, des rendements journaliers non négligeables. www.ksquadro.ch

Résultats positifs de promur avec KS-QUADRO E

Au printemps 2010, on a réalisé dans la région de Lenzburg une maison individuelle et une habitation collective en construction hybride bois et briques silico-calcaires. Le bureau d'ingénieurs ewp, à Effretikon, avait contrôlé la sécurité parasismique des deux bâtiments avec promur. Grâce à la stabilité élevée de **KS-QUADRO E** et au calcul avec promur, il a été possible de réaliser une construction mince avec alternance de matériaux. Cela a permis, pour l'un des bâtiments, la réalisation de murs extérieurs minces en combinaison avec du bois massif. Le calcul effectué pour la maison individuelle avait montré que le KS-QUADRO E permettait d'obtenir l'isolation thermique nécessaire pour satisfaire aux exigences de la norme Minergie P®.



Des murs KS-QUADRO E intacts avec un intérieur intelligent.



Le système KS-QUADRO E est simple, efficace sûr et facile à manipuler.

**AVEC PROMUR, LES PARTENAIRES SUISSES
POUR LA MAÇONNERIE OFFRENT LA SOLUTION
POUR UN CONSTAT FIABLE ET RÉALISTE DE LA
SÉCURITÉ PARASISMIQUE DES BÂTIMENTS EN
MAÇONNERIE.**

WWW.PROMUR.CH

