

Aide-mémoire N°15

## **SÉCURITÉ SISMIQUE**



Un logiciel moderne permet de vérifier la sécurité sismique de bâtiments en maçonnerie à moindre coût et conformément aux normes en vigueur.

## **Construction massive sûre**

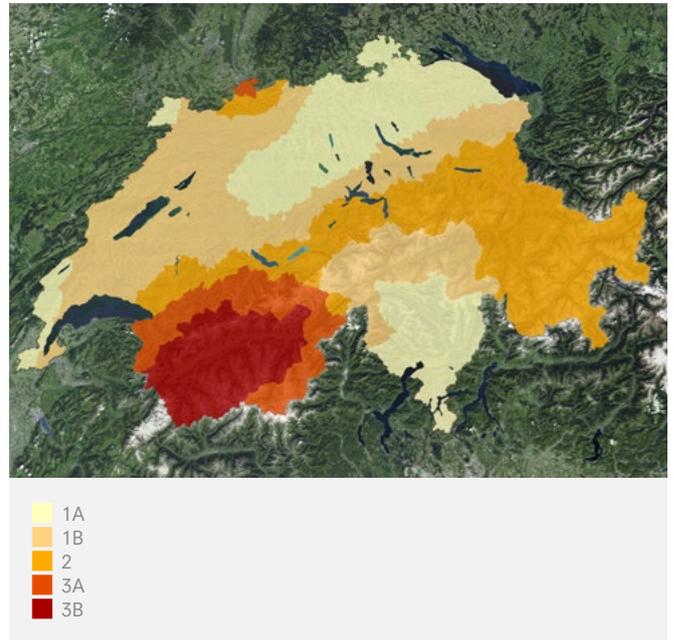
Fort heureusement, la Suisse n'est que très rarement touchée par des tremblements de terre violents. Mais même ici, la terre tremble de temps à autre, ce qui explique l'existence d'exigences claires en matière de sécurité sismique des bâtiments.

Un logiciel moderne permet de vérifier aisément et de manière fiable le respect de ces exigences, même pour les constructions en maçonnerie. Les architectes ainsi que les ingénieurs et ingénieures peuvent ainsi garantir rapidement et efficacement la sécurité des habitantes et habitants.

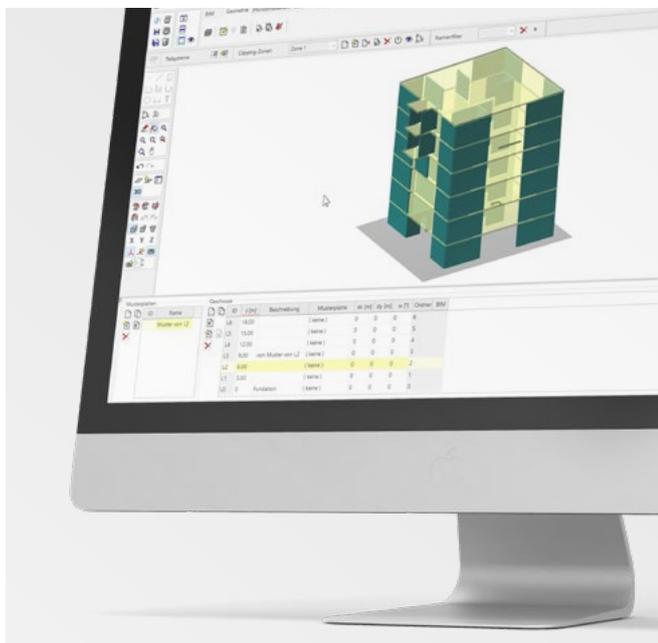
## Conformité aux normes

**Les normes SIA définissent des directives claires en matière de sécurité sismique des bâtiments en Suisse. Ainsi, chaque site est classé dans une zone sismique spécifique et doit répondre aux exigences correspondantes.**

Depuis 1989, il existe en Suisse des directives contraignantes relatives à la sécurité sismique des bâtiments. Les normes SIA 261 et 266 disposent que la statique des maçonneries doit être calculée et vérifiée de la même manière que pour les autres constructions. Certains cantons exigent également une vérification spécifique de la sécurité sismique. Il faut savoir que la Suisse est divisée en zones sismiques de différentes intensités (voir graphique). Le meilleur moyen de respecter les normes est donc d'utiliser un logiciel qui prend en compte toutes les informations déterminantes.



**Les zones sismiques en Suisse selon la norme SIA 261.**  
(Source: [geo.admin.ch](http://geo.admin.ch))



**Modèle géométrique d'un bâtiment à plusieurs étages avec des murs en maçonnerie et dalles d'étage en béton armé pour l'analyse non linéaire.** (Source: Industrie suisse de la terre cuite)

## Simplicité

**Les outils numériques modernes simplifient considérablement le processus de planification et la vérification des constructions en maçonnerie. Les briqueteries et tuileries suisses soutiennent les personnes en charge de la planification avec des outils et des instruments adaptés.**

La planification des constructions en maçonnerie est aujourd'hui plus simple que jamais grâce aux différents instruments fournis par les briqueteries et tuileries suisses. Des logiciels tels que MURUS-P, qui permettent de vérifier rapidement et de manière fiable la sécurité sismique, sont également utiles. Contrairement à d'autres méthodes, ceux-ci s'appuient sur des analyses non linéaires, ce qui permet d'effectuer des calculs très réalistes (voir page suivante). Les architectes peuvent comparer en toute simplicité différentes variantes de maçonnerie porteuse et ainsi tirer pleinement profit de leur liberté de conception.

## Vérification de la sécurité sismique avec MURUS-P

**L'analyse non linéaire est appropriée pour calculer de façon réaliste le comportement structural des constructions en maçonnerie. Elle peut être réalisée de manière simple et fiable avec l'outil MURUS-P.**

Comme l'attestent les expériences tirées de séismes antérieurs et des travaux de recherche récents, les constructions en maçonnerie classiques peuvent être réalisées sans problème dans des régions à sismicité modérée telles que la Suisse. Pour cela, il convient toutefois d'utiliser des méthodes de calcul appropriées telles que l'analyse non linéaire. La raison: en raison de leur caractère très conservateur, les méthodes linéaires traditionnelles sous-estiment considérablement les constructions en maçonnerie, même dans les zones à faible sismicité, et les résultats sont donc peu réalistes. Cela peut conduire à remplacer la brique par des matériaux moins respectueux du climat.

Le logiciel MURUS-P offre aux ingénieures et ingénieurs un outil pratique pour le calcul sismique non linéaire des constructions en maçonnerie. Il s'appuie sur des analyses pushover pour évaluer de manière réaliste la sécurité sismique de la maçonnerie. MURUS-P est spécialement conçu pour les conditions cadres locales. Il reproduit non seulement les normes SIA déterminantes et le risque sismique, mais aussi les pratiques de construction courantes ainsi que les géométries et les matériaux de construction habituels.

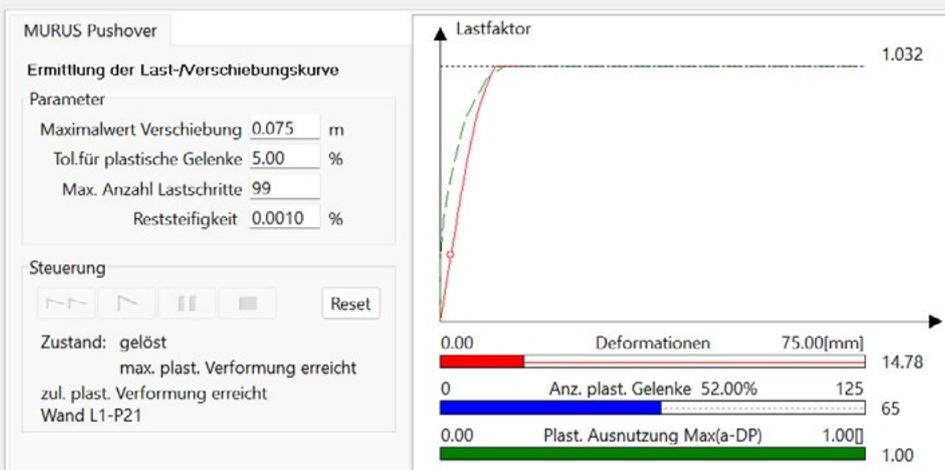
### Analyses linéaires et non linéaires

Le comportement statique des bâtiments sous charge, par exemple lors d'un tremblement de terre, peut être calculé à l'aide d'analyses linéaires et non linéaires. Une **analyse linéaire** repose sur l'hypothèse que la modification d'un matériau est proportionnelle à la charge: si la charge double, la déformation de la structure double également.

Les **analyses non linéaires** tiennent compte d'effets plus détaillés, la relation entre la charge et la déformation n'étant ici plus proportionnelle. Elles sont donc plus complexes que les analyses linéaires, mais elles fournissent des résultats plus réalistes pour des scénarios complexes.

Outre l'analyse non linéaire des éléments de construction en maçonnerie, l'outil peut également prendre en compte d'autres structures porteuses, comme celles en béton armé.

Le résultat le plus important de MURUS-P est le facteur de conformité du bâtiment, qui est utilisé pour vérifier la sécurité sismique. Le module fournit également des détails complémentaires afin de permettre une meilleure compréhension des résultats. Ainsi, il montre par exemple la direction de l'effort sismique sous la forme d'une courbe de capacité et permet de contrôler le mur de refend à chaque sollicitation. MURUS-P peut également être utilisé pour le renforcement sismique des bâtiments existants. Il permet en effet de vérifier aussi bien des mesures locales comme le renforcement des murs en maçonnerie que des mesures globales, telles que l'ajout de nouveaux murs en maçonnerie ou en béton armé. Comme le montre l'illustration ci-dessous, une analyse réaliste et non linéaire à l'aide de MURUS-P permet d'activer des réserves de portance considérables par rapport aux méthodes de calcul traditionnelles. Une étude menée sur 16 bâtiments en maçonnerie a montré une augmentation moyenne du degré de satisfaction d'environ 105%.



**Exemple d'analyse non linéaire avec MURUS-P:** l'analyse d'un bâtiment en maçonnerie de trois étages situé dans la zone sismique Z2 (sismicité modérée) montre que la sécurité sismique est vérifiée avec un degré de satisfaction de 1.03. À titre de comparaison, une analyse linéaire conventionnelle donne un degré de satisfaction de 0.44 – soit une sécurité insuffisante. (Graphique: Cubus AG)

## Qualité élevée

**Pour construire des bâtiments sismiques, les personnes en charge de la planification ont besoin de calculs statiques fiables et de matériaux de qualité éprouvée. Les briques mises au point et fabriquées par les spécialistes expérimentés des briqueteries suisses constituent le choix idéal.**

Outre une planification adéquate et des calculs statiques réalistes, la qualité des matériaux utilisés est également déterminante pour la sécurité sismique. Les briques produites en Suisse sont des matériaux de construction éprouvés et testés dans la pratique, dont la sécurité structurale est vérifiée. Elles sont développées par des spécialistes expérimentés et fabriquées dans des installations de production modernes. Les briqueteries suisses produisent également des briques spéciales pour des exigences statiques élevées. L'argile utilisée est extraite localement, c'est-à-dire à proximité immédiate du site de production, ce qui est non seulement respectueux de l'environnement, mais aussi un gage de qualité. En outre, l'argile est un matériau de construction de longue durée. Elle préserve le puits de carbone et la ressource climatique majeure que constitue la forêt, en la considérant comme un écosystème vivant et non comme une source de matière première pour le bois de construction, qui risque d'être surexploitée.

## Gain de temps

**Grâce à leur fabrication soignée, les briques sont posées rapidement et avec précision sur le chantier, ce qui permet de gagner un temps précieux sans faire de concession sur la qualité ou la sécurité.**

En misant systématiquement sur la maçonnerie, les architectes, ingénieurs et maîtres d'œuvre gagnent du temps lors de la planification, mais aussi pendant la phase d'exécution. Fabriquées avec soin, les briques sont posées en un tournemain sur le chantier, ce qui permet d'avancer rapidement dans les travaux tout en garantissant la sécurité des bâtiments. Le risque d'erreurs est moindre, l'exécution est plus précise et le volume de déchets recule. Fini les travaux de coffrage coûteux et les longs temps de séchage: les travaux se poursuivent sans retard. Ce faisant, la qualité de la maçonnerie et la sécurité sismique sont garanties.



**Naturels, éprouvés et issus de la production locale, les matériaux de construction en argile allient qualités traditionnelles et innovation contemporaine.** (Source: Industrie suisse de la terre cuite)

---

# MURUS-P

s'appuie sur des analyses non linéaires qui permettent d'effectuer des calculs plus réalistes que les analyses linéaires classiques.

---

## Engagement

**Industrie suisse de la terre cuite soutient par un don annuel la recherche à l'ETH Zurich et à la Haute école de Lucerne dans le domaine des constructions en maçonnerie.**

Cet engagement a permis de constituer un groupe interuniversitaire qui regroupe et développe systématiquement le savoir spécialisé en matière de matériaux de construction, notamment dans les domaines de la sécurité des structures porteuses et de construction d'éléments. Le soutien financier profite également à la formation des ingénieures et ingénieurs civils et renforce la recherche en Suisse. L'argile, matériau de construction local, naturel et éprouvé, possède un énorme potentiel qui doit être développé et préservé par le travail de recherche également pour les générations futures.

## «Swiss made»

**Des matières premières naturelles, une production locale et de nombreuses possibilités de création: c'est ce qui donne du caractère à votre projet de construction.**

Les entreprises membres de l'association Industrie suisse de la terre cuite fabriquent et vendent des briques, des tuiles en terre cuite et des panneaux de façade en céramique à partir de l'argile locale. Ce sont des partenaires apportant un savoir-faire précieux à chaque projet de construction. Ils se feront un plaisir de vous aider à concevoir tous les détails. Pour les briqueteries et les tuileries suisses, le «swiss made» signifie bien plus qu'une appellation d'origine. C'est la promesse d'un caractère unique pour chaque projet de construction grâce à une esthétique et à des matériaux originaux. Il garantit également la durabilité et la qualité de la culture du bâti de notre pays – terre de caractère.

**TERRE  
DE  
CARACTÈRE**

**Des questions sur l'utilisation de la terre cuite dans la construction? Nous sommes là pour y répondre.**

Industrie suisse de la terre cuite  
Marktgasse 53, CH-3011 Berne  
Tél. +41 31 327 97 90  
info@terrecuite.ch  
terrecuite.ch



Industrie suisse de la terre cuite transmet un savoir compact sur l'argile comme matériau de construction, la maçonnerie, les toitures et façades. Notre série d'aide-mémoires est régulièrement complétée. Tous sont disponibles au **téléchargement**.

En savoir plus: [terrecuite.ch/publications](https://terrecuite.ch/publications)