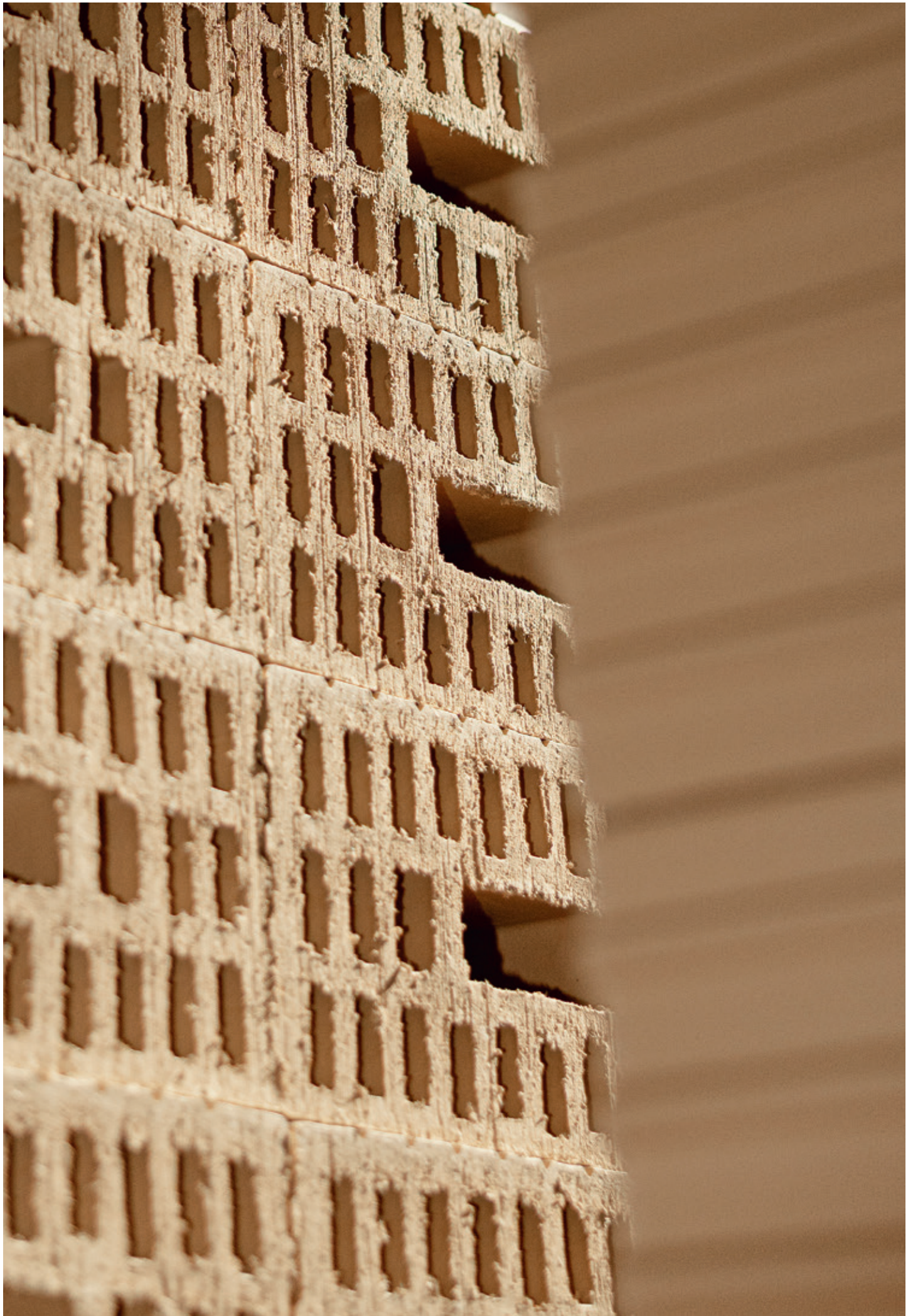


MuReso[®]

Système de maçonnerie pour bâtiments parasismiques





Pour un chez-soi robuste.

Compact. Robuste. MuReso®

MuReso® allie les avantages des constructions traditionnelles en briques aux propriétés parasismiques des bâtiments modernes et offre une solution sûre et durable pour la construction de logements.

MuReso® est un système de maçonnerie innovant et compact spécialement conçu pour les constructions parasismiques. Grâce à différents composants harmonisés et de qualité supérieure, ce système permet d'obtenir une capacité portante et une résistance aux séismes encore inégalées. L'armature externe améliore le comportement de pliage et de flexion transversale ainsi que le comportement hors plan sous l'effet du vent et ou d'un séisme. Le système repose sur cinq composants performants, parfaitement harmonisés. Le mortier à lit moyen MuReso® permet de maçonner la brique module MuReso® à valeurs de compression élevées, tandis que le mortier d'enrobage MuReso® sert à appliquer le treillis d'armature externe MuReso®. Enfin, l'appui de dalle MuReso® assure la transmission des forces entre la dalle et le mur.

Des matériaux éprouvés et un ensemble extraordinaire

La brique est un matériau de construction naturel qui ne cesse de faire ses preuves depuis des siècles. Confort et efficacité énergétique s'ajoutent à tous les avantages offerts par cet élément. Des exigences techniques toujours plus sévères en termes de sécurité parasismique (récemment suite à la révision partielle de la norme SIA 261:2020) limitent l'applicabilité des murs en briques, en particulier dans des régions très actives sur le plan sismique.

Une maçonnerie affinée

Le système unique de maçonnerie en briques MuReso® offre des résistances élevées aux charges et aux séismes grâce à une optimisation novatrice. L'équilibre parfait entre les éléments de haute qualité du système des performances maximales et une fiabilité encore jamais atteinte jusqu'à présent. MuReso® présente une solidité particulièrement élevée grâce à des briques ultra-solides spécialement développées pour cette application et à une armature externe intégrée dans le mortier d'enrobage. Pour une liaison fiable des composants, il est nécessaire de disposer de systèmes de mortier optimisés pour les joints de maçonnerie et l'enduit de fond. Des appuis de dalle précisément adaptés aux exigences du système servent d'éléments de fusion et confèrent à MuReso® une ductilité particulièrement élevée en cas de séisme.

Le système global MuReso® est ainsi particulièrement fiable en cas de séisme et ne présente pas de fissures même sous l'effet de charges importantes. Avec une épaisseur de 15 cm seulement, MuReso® est le système de maçonnerie pour bâtiments parasismiques le plus compact à l'heure actuelle. Cela signifie que les maîtres d'ouvrage bénéficient de plus de surface habitable et les architectes de plus de possibilités d'aménagement. MuReso® présente des résistances ultimes sensiblement plus élevées que celles des murs usuels de même épaisseur. L'armature externe permet d'optimiser le comportement de flexion transversale et de pliage ainsi que le comportement hors plan sous l'effet du vent ou d'un séisme. Avec des performances de premier ordre dans tous les domaines, MuReso® comble et surpasse les vœux de longue date de nombreux maîtres d'ouvrage, architectes et ingénieurs.

Caractéristiques techniques de la brique module MuReso®

Longueur	mm	290
Largeur	mm	150
Hauteur	mm	195

Statique, valeur déclarée selon SIA 266

Résistance à la compression de la maçonnerie perpendiculairement aux joints d'assise f_{xk}	N/mm ²	11
Résistance à la compression de la maçonnerie perpendiculairement aux joints verticaux f_{yk}	N/mm ²	6
Résistance à la flexion de la maçonnerie f_{xk}	N/mm ²	3.5



Bases du projet

1 Bases

Normes: SIA 260 ss (2013), en particulier

- Norme SIA 261:2020
- Norme SIA 266:2015
- Norme SIA 266/1:2015
- Norme SIA 269/8 (2017)

2 Délimitation

Le système de maçonnerie MuReso® a été optimisé pour fournir d'excellentes performances en cas de séisme. Pour ce faire, il a fallu analyser en détail ses propriétés de résistance et son comportement à la déformation en le soumettant à des charges verticales et des forces horizontales. D'autres aspects, tels que sa protection acoustique ou incendie ainsi que ses propriétés hydriques, ont tout au plus été évalués de manière marginale dans le cadre de contrôles de vraisemblance.

3 Situation initiale, objectifs

Au cours de ces dernières décennies, les exigences auxquelles doivent satisfaire les murs en termes de résistance aux séismes ont considérablement augmenté. Le dernier niveau a été déterminé par la révision partielle de la norme SIA 261:2020, qui est à l'origine d'une augmentation des exigences atteignant le double dans de grandes régions de Suisse. Ces exigences plus sévères ne peuvent plus être totalement respectées avec une maçonnerie traditionnelle.

AGZ Ziegeleien AG propose la solution pour les bâtiments de demain avec des parois de séparation d'appartements en briques SuonOptimo et des systèmes de murs MuReso®, sans murs en béton. Les systèmes de murs MuReso® sont des murs en maçonnerie avec armature externe qui offrent des résistances élevées aux charges et aux séismes, indépendamment des normes appliquées jusqu'à présent aux structures porteuses (mais en se basant sur des autorisations valables pour plusieurs normes au niveau international), et qui sont au moins aussi simples à dimensionner que des murs en béton. Les systèmes de murs MuReso® ont été développés dans une seule version pour leur introduction sur le marché. D'autres variantes devraient être disponibles dans un deuxième temps.

4 Acteurs du projet

Le projet de développement a été dirigé, initié et suivi par Philippe Fischer, AGZ Ziegeleien AG, et également dirigé par Hendrik Bos, AGZ Ziegeleien AG. La gestion scientifique et opérationnelle était de la responsabilité de Roland Bärtschi, Baertschi Partner Bauingenieur AG.

Les contrôles selon la norme SIA 266/1 ont été réalisés par p+f Sursee sous la direction de Kay Blechschmidt, ingénieur civil HES diplômé.

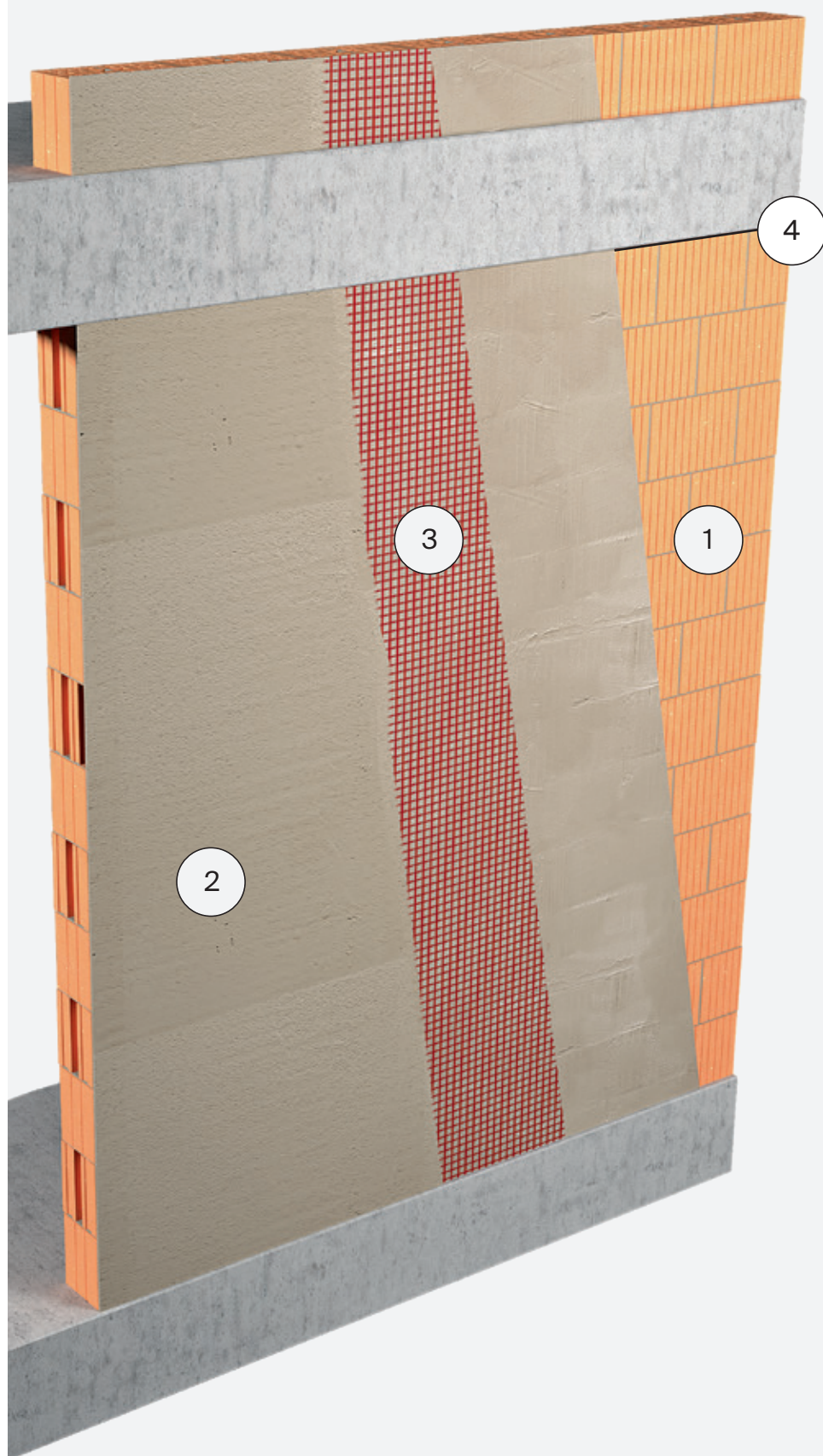
Les essais statiques et cycliques de comportement en cas de séisme des systèmes de murs MuReso® ont été réalisés par le département de technique et d'architecture de la Haute école de Lucerne, sous la direction du professeur Albin Kenel et avec l'aide de Christian Spathelf.

De nombreux partenaires industriels ont par ailleurs pris part au projet.

Composants du système

Composants du système MuReso®

Brique	Brique module MuReso® Brique haute résistance de 15 cm d'épaisseur Dimension (L × l × H): 290 × 150 × 195 mm Valeurs du rapport de contrôle p+f selon SIA 266 et SN EN 771-1
Mortier de maçonnerie	Mortier de pose MuReso® Mortier à lit moyen pour joints d'assise et verticaux (3 – 5 mm). Le mortier de maçonnerie est très solide et facile à travailler. Valeurs du rapport d'analyse p+f selon normes EN 1015-10 et EN 1015-11
Mortier d'enrobage	Mortier d'enrobage MuReso® Enduit fonctionnel très solide, spécialement adaptée aux propriétés des autres composants du système. Mise en œuvre: – Appliquer 3 mm de mortier d'enrobage – Appliquer le treillis d'armature – Appliquer 5 à 7 mm de mortier d'enrobage le même jour L'épaisseur totale de la structure est de 8 – 10 mm de chaque côté de la maçonnerie. Avec une épaisseur de pose de 10 mm, le mortier assume la fonction d'un enduit de fond selon la norme SIA 242:2012. Le mortier d'enrobage et le treillis d'armature doivent être appliqués des deux côtés.
Treillis	Treillis d'armature MuReso® Treillis en verre AR biaxial Pour des raisons d'assurance qualité, le treillis MuReso® se reconnaît à sa couleur rouge-brun caractéristique et au logo AGZ imprimé. Les lés se chevauchent sur une largeur de 10 cm avec le mortier d'enrobage MuReso®.
Appui au pied de mur	Aucun appui au pied du mur n'est nécessaire. Sur demande, un appui de dalle MuReso® faisant fonction d'appui de mur peut être intégré.
Appui de dalle en tête de mur	Appui de dalle MuReso® Format 3 × 147 mm sans bordures Matériau à base d'élastomère Déformation élastique: env. +/- 2 mm Coefficient de friction en cas de glissement supercritique: env. $\mu = 0,33$ Charge de service autorisée jusqu'à 600 kN/m'



1 Brique module MuReso®

Nouveau type de brique ultra solide spécialement développée et optimisée pour le système de maçonnerie MuReso® avec des valeurs de compression très élevées à la verticale et à l'horizontale. Cette brique module novatrice est fabriquée en d'argile naturelle issue de carrières suisses.

Mortier de pose MuReso®

Nouveau type de mortier de maçonnerie ultra solide à lit moyen spécialement développé et optimisé pour le système de maçonnerie MuReso® et offrant une excellente maniabilité. Des joints horizontaux et verticaux pleins sont élémentaires pour MuReso®.

2 Mortier d'enrobage MuReso®

Le mortier d'enrobage optimisé pour l'application sur le système de mur MuReso® garantit que le treillis d'armature MuReso® soit ancré de manière optimale sur les briques modules et puisse déployer toute son efficacité grâce à une pose recto verso. De plus, le mortier d'enrobage MuReso® est conçu de sorte à être très facilement maniable et remplace ainsi l'enduit de fond usuel.

3 Treillis d'armature MuReso®

Le treillis d'armature MuReso® est fabriqué avec des fils techniques modernes de grande qualité capables d'absorber des forces élevées avec un faible allongement et est utilisé comme armature biaxiale des deux côtés du système de murs MuReso®.

4 Appui de dalle MuReso®

Les appuis de dalle MuReso® contribuent de manière décisive au comportement des bâtiments équipés des systèmes de murs MuReso®. Sous de faibles charges, ils affichent un comportement élastique, assument des fonctions d'isolation acoustique et garantissent que les forces horizontales puissent être réparties sans contraintes sur tous les murs. Dans les cas extrêmes, ils absorbent les déformations supercritiques et dissipent ainsi une grande quantité d'énergie, alors que le reste du système de maçonnerie MuReso® n'est pas endommagé.

Essais de maçonnerie

5 Travaux réalisés

5.1 Essais d'autorisation selon la norme SIA 266/1 pour maçonnerie avec treillis et appuis

Tous les essais nécessaires à l'application conforme aux normes de la maçonnerie ont été réalisés à l'institut d'essai et de recherche p+f Sursee.

5.2 Définition de l'appui

La nécessité et, le cas échéant, le type d'appui de mur ont fait l'objet d'une analyse basée sur les exigences physiques du bâtiment par le bureau d'ingénieurs Trombik de Zurich (Monsieur Pascal Fleischer). Cette analyse a révélé qu'*aucun appui de mur* n'était nécessaire. L'appui de dalle a été déterminé à l'aide de réflexions théoriques et des résultats des essais statiques et cycliques sur le mur à la HSLU.

5.3 Détermination de la ductilité du système et de l'influence de l'armature en treillis horizontal sur les essais statiques et cycliques

Des essais statiques et cycliques ont été réalisés sur des systèmes de murs MuReso® dans le laboratoire du département de technique et d'architecture de la Haute école spécialisée de Lucerne (HSLU). 3 murs longs et 3 murs courts ont été fabriqués à cet effet.

- Les murs longs mesuraient 3,53 m de long, 2,40 m de haut et 15 cm d'épaisseur. Les conditions d'appui étaient les suivantes: fixation en bas et articulation en haut
- Les murs courts mesuraient 1,17 m de long, 2,40 m de haut et 15 cm d'épaisseur. Les conditions d'appui étaient les suivantes: fixation en bas, articulation sur l'axe longitudinal en haut et fixation l'axe transversal. Le moment d'encastrement a été surveillé pendant toute la durée de l'essai par la mesure de la charge verticale du support oscillant.

Les conditions d'appui représentaient de la manière la plus réaliste possible les conditions réelles d'une nouvelle construction actuelle: comparée à un mur long, une dalle d'étage actuelle de 28 à 30 cm dans la construction de logements est plutôt souple. Dans le cas d'un mur court, une dalle d'étage actuel présente un encastrement important.

Chaque élément testé a tout d'abord été soumis à une charge verticale très faible, puis a subi en plusieurs étapes une déformation horizontale allant jusqu'à 25 mm avec une vitesse de piston de 0,1 mm jusqu'à env. 65 % de la valeur de dimensionnement de la résistance ultime contre la force verticale centrée, le tout en mesurant constamment la force horizontale. L'essai a été interrompu à chaque niveau de charge, dès qu'un glissement ou un balancement a été constaté sans autre augmentation de la charge.

5.4 Détermination arithmétique des résistances ultimes de la maçonnerie

Les résistances ultimes d'une sélection d'actions combinées ont été déterminées sur la base des contrôles et des essais réalisés, et des diagrammes de dimensionnement en ont été tirés.

Déroulement de l'essai statique et cyclique des murs

Désignation	Charge verticale $f_{x,exp}$	[kN/m]	Déplacement horizontal [mm]
LS01	10	(1 % f_{xd})	+/- 0,5, 1, 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 45, 60 mm jusqu'à ce qu'un glissement ou un balancement se produise sans augmentation de charge
LS02	90	(11 % f_{xd})	
LS03	180	(22 % f_{xd})	
LS04	270	(33 % f_{xd})	
LS05	360	(44 % f_{xd})	
LS06	450	(55 % f_{xd})	
LS07	540	(65 % f_{xd})	

Résultats des étapes de développement

6 Résultats

6.1 Essais d'autorisation selon la norme SIA 266/1 pour maçonnerie avec treillis et appuis

Les résultats des contrôles de l'institut d'essai et de recherche p+f Sursee sont résumés aux chapitres 5 et 8.

6.2 Définition de l'appui

Les propriétés de l'appui de dalle sont résumées au chapitre 8.

6.3 Détermination de la ductilité du système et de l'influence de l'armature en treillis horizontal sur les essais statiques et cycliques

Les essais réalisés avec une contrainte horizontale statique et cyclique ainsi que sous une charge verticale constante démontrent que le mur n'est presque jamais endommagé et ne présente même généralement aucune fissure. Les forces horizontales sont d'abord transférées dans le mur et l'appui via des distorsions de cisaillement élastiques, jusqu'à atteindre un frottement d'adhérence entre l'appui de dalle et la dalle. À partir de ce moment, la déformation augmente avec une force horizontale constante. Les premiers essais ont été interrompus en cas de rupture par glissement des appuis avec des déformations de 20 à 25 mm. L'appui a été démonté et inspecté après les essais. Il absorbe ainsi le mécanisme de glissement sans dommage et des déformations d'une étendue pratiquement illimitée sont possibles.

En mode de rupture par glissement des appuis (déterminant pour un mur d'environ 3,00 m de long au moins), la capacité de déformation n'est pas limitée par le système de maçonnerie MuReso®, mais par des considérations de limitation des dommages.

6.4 Détermination arithmétique des résistances ultimes de la maçonnerie

Les résistances ultimes d'une sélection d'actions combinées ont été déterminées sur la base des contrôles et des essais réalisés, et des diagrammes de dimensionnement en ont été tirés.

Dimensionnement

7 Concept de dimensionnement

7.1 Valeurs de dimensionnement

Valeurs à utiliser pour le dimensionnement des systèmes de murs MuReso®

Valeurs caractéristiques (y compris appui de dalle et treillis des deux côtés)

Résistance à la compression verticale au joint d'assise	$f_{xk} = 11,0 \text{ N/mm}^2$
Résistance à la compression verticale au joint vertical	$f_{yk} = 6,0 \text{ N/mm}^2$
Résistance à la flexion	$f_{pk} = 3,5 \text{ N/mm}^2$
Module d'élasticité	$E_{sk} = 11,8 \text{ kN/mm}^2$
Coefficient de comportement	$q \geq 2,5$ (si $N_{acc} \geq 450 \text{ kN/m'}$ et longueur de mur $l_w \geq 4,0 \text{ m}$, alors $q = 1,5$)
Coefficient de frottement appui de dalle	$\mu = 0,33$
Résistance à la traction du treillis d'armature MuReso® à la verticale	$Z_{Rk,v} \geq 90 \text{ kN/m'}$
Résistance à la traction du treillis d'armature MuReso® à l'horizontale	$Z_{Rk,h} \geq 75 \text{ kN/m'}$

(Directives AGZ, valeurs partiellement réduites par rapport aux résultats des contrôles de p+f Sursee)

7.2 Généralités

7.2.1 Dimensionnement selon les influences verticales

Le dimensionnement des systèmes de murs MuReso® est réalisé à l'aide d'un diagramme d'interaction M-N. Illustration 2 Diagramme d'interaction M-N pour le dimensionnement des systèmes de mur MuReso® selon les influences verticales. Les valeurs de résistance des systèmes de murs MuReso® étant généralement très élevées, il peut être judicieux et plus sûr, à titre alternatif, d'utiliser des critères simplifiés comme règles de dimensionnement faciles à mémoriser:

- Jusqu'à 600 kN/m', des moments de flexion jusqu'à 6 kNm/m' peuvent être absorbés.
- Entre 100 et 500 kN/m', des moments de flexion jusqu'à 8 kNm/m' peuvent être absorbés.
- Entre 200 et 400 kN/m', des moments de flexion jusqu'à 10 kNm/m' peuvent être absorbés.

Pour vérifier un système de murs MuReso® selon des charges verticales, il faut démontrer que la valeur de dimensionnement du moment de flexion transversal (découlant, par exemple, d'une torsion de la dalle ou d'une charge excentrée) est inférieure à la résistance à la flexion M_{Rd} selon l'illustration 2. Il faut alors choisir les conditions d'appui du système de murs MuReso® avec fixations en bas et en haut.

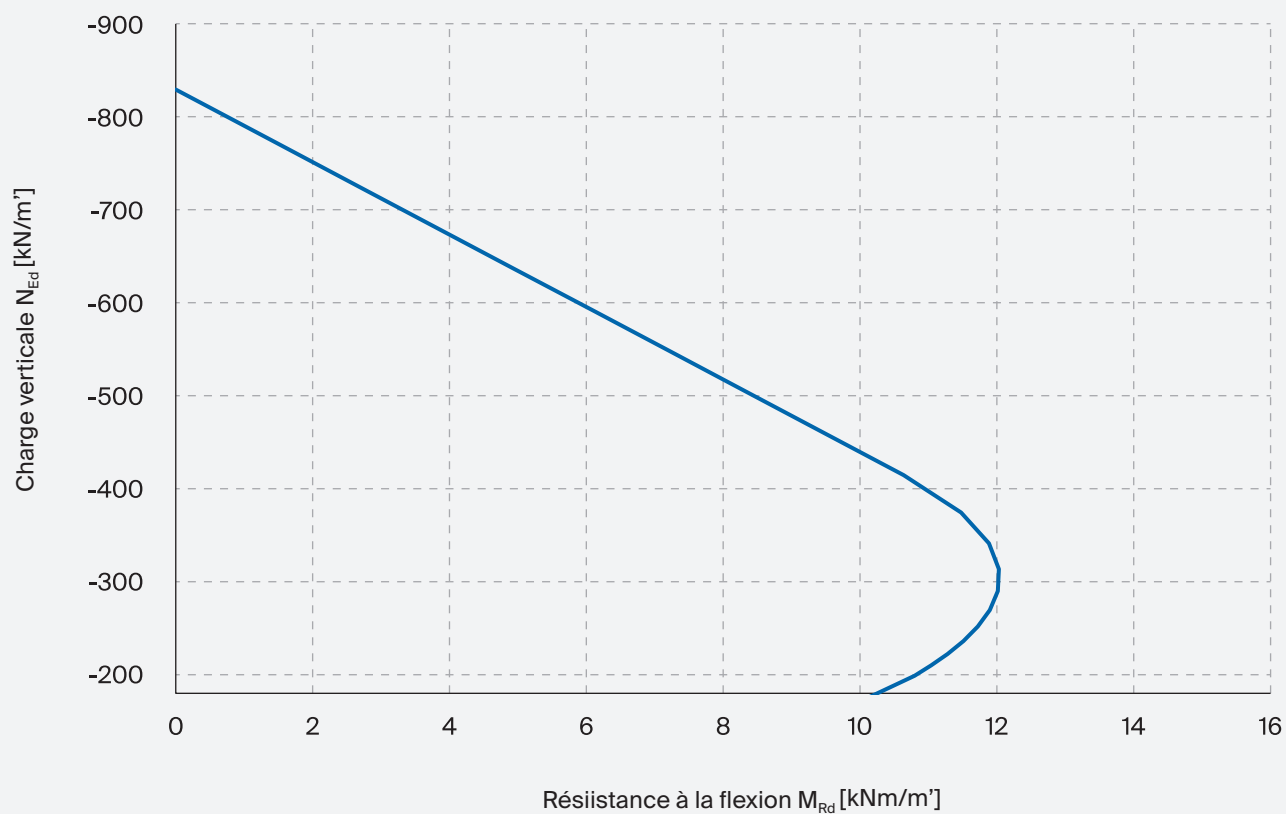


Diagramme d'interaction M-N – Illustration 2

7.2.2 Dimensionnement des forces horizontales dans le plan du mur

Il existe trois critères de dimensionnement pour les systèmes de murs MuReso® soumis à des influences horizontales dans le plan.

Pour simplifier: **les système de murs MuReso® supportent $\frac{1}{3}$ de leur charge verticale à l'horizontale**, un peu moins pour les murs courts (moins de 1 à 4 m, selon la charge verticale).

7.2.2.1 Mode de rupture: glissement de l'appui de dalle

Le glissement de l'appui de dalle se produit surtout sur des murs longs (à partir de 1 à 4 m de longueur, selon la charge verticale). Dans ce cadre, le coefficient de frottement μ est appliqué conformément au tableau figurant à la page 12. Ce mode de rupture est souhaitable, car des déplacements horizontaux très importants sont possibles lors d'une telle rupture et le mur lui-même ne subit aucun dommage. En cas de charges verticales très élevées lors d'un séisme, de plus de 450 kN/m' environ, il n'y a plus de glissement de l'appui de dalle.

7.2.2.2 Mode de rupture: basculement du mur (rocking)

La rupture par basculement du mur (rocking) est un mode de rupture lors duquel le mur entier tourne comme un corps rigide et se fixe sans pour autant être endommagé lui-même. Il se produit surtout sur des murs relativement courts (moins de 1 à 4 m de long environ, selon la charge verticale). Ce mode de rupture est souhaitable pour les murs courts, en particulier s'ils subissent une faible charge. Plus les charges verticales sont élevées et plus le mur est long, plus il y a de risque que le mur soit endommagé s'il est soumis à d'importantes déformations.

Pour le mode de rupture par rocking, on a essayé de trouver des conditions marginales aussi proches que possible de la réalité pour les bâtiments résidentiels et commerciaux actuels. On a considéré dans ce cadre que pour des murs courts jusqu'à 1,00 m de long, les dalles d'étage inférieures et supérieures formaient un encastrement complet. Pour des murs longs de plus de 2,00 m, la dalle supérieure a été déterminée de manière conservatrice comme souple. Entre 1,00 m et 2,00 m, les résultats ont été interpolés linéairement (encastrement partiel).

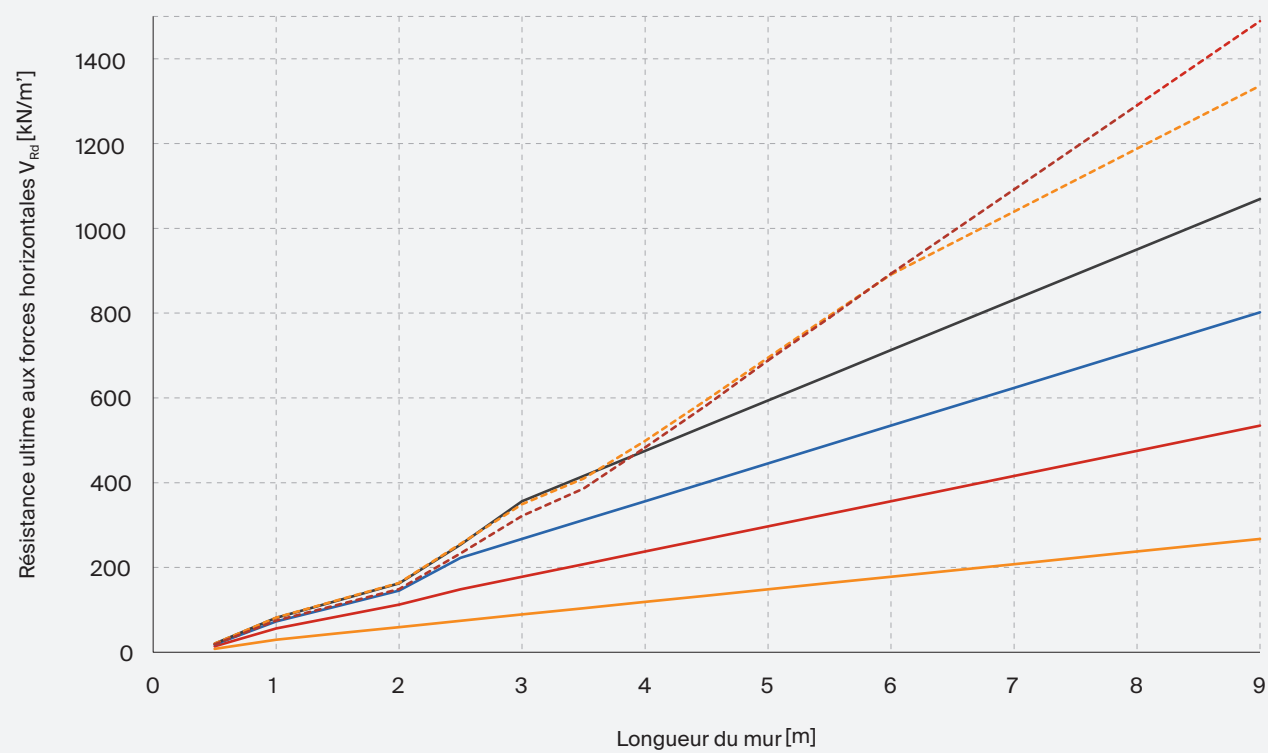
7.2.2.3 Mode de rupture: rupture de la maçonnerie du mur avec prise en compte de l'armature externe de la maçonnerie

Pour la rupture interne du mur, il a été procédé à la vérification de la sécurité structurale en tenant compte de l'armature externe selon les formules (43), (45) et (50) de la SIA 262, avec un angle d'inclinaison optimisé α et en négligeant l'armature selon la SIA 266. Le plus grand des deux résultats (généralement la valeur avec armature) a été déterminé comme résistance ultime. Ce mode de rupture n'apparaît que sur des murs très longs (plus de 4,00 m) soumis à des charges verticales très élevées de plus de 450 kN/m'. Il présente une capacité de déformation limitée.

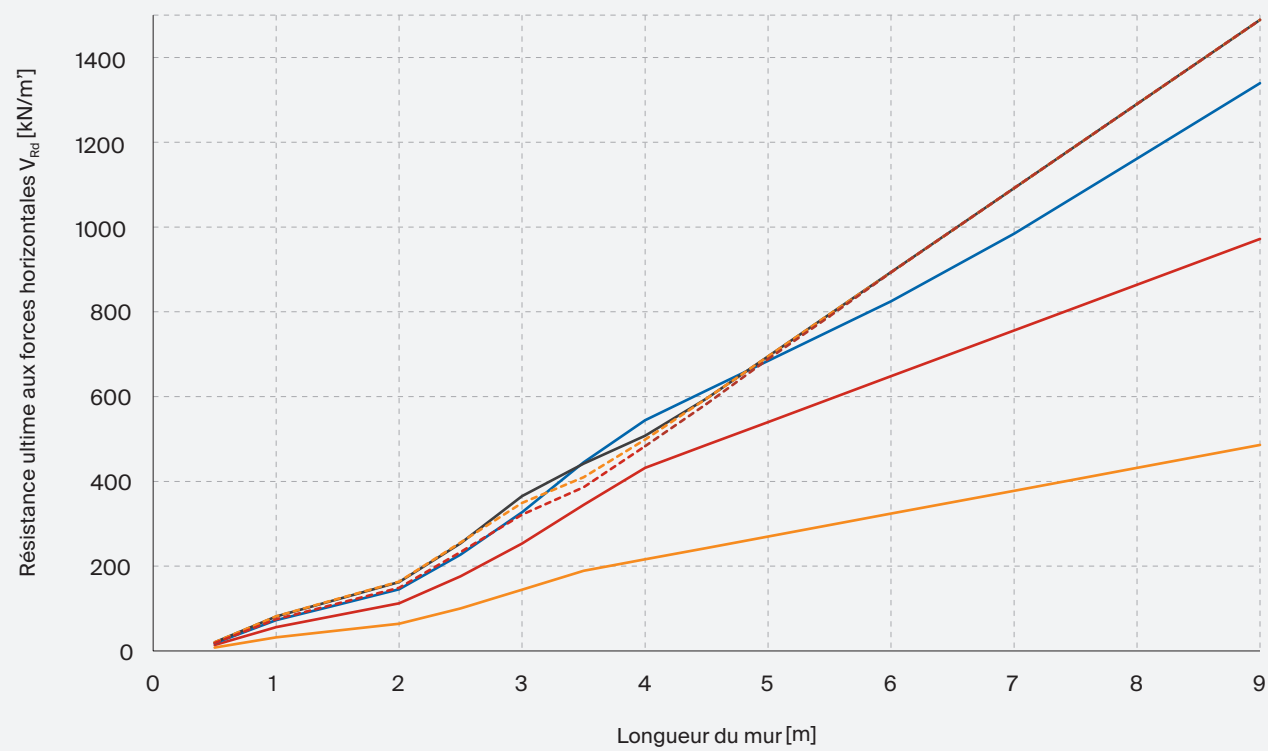
L'illustration 3 présente la résistance à la charge horizontale des murs du système MuReso® d'une hauteur $h_w = 2,50$ m sous des charges verticales données comprises entre 90 et 540 kN/m (11 – 65 % NRd) et décrit, pour chaque cas, le mécanisme de rupture déterminant.

Ci-dessus : avec appui de dalle. Ci-dessous : sans appui de dalle.

Avec appui de dalle



Sans appui de dalle



- 11% 90 [kN/m']
- 22% 180 [kN/m']
- 33% 270 [kN/m']
- 44% 360 [kN/m']
- 55% 450 [kN/m']
- 65% 540 [kN/m']

Résistance ultime horizontale de systèmes de murs MuReso® de 2,5 m de haut sous une charge verticale déterminée N avec mode de rupture:

Taux de charge verticale	11 %	22 %	33 %	44 %	55 %	66 %
Charge verticale N [kN/m']	90 kN/m'	180 kN/m'	270 kN/m'	360 kN/m'	450 kN/m'	540 kN/m'
Longueur de mur 0,5 m	8	14	18	20	20	19
Longueur de mur 1,0 m	30	56	73	81	82	75
Longueur de mur 1,5 m	45	84	109	122	123	112
Longueur de mur 2,0 m	60	113	145	162	164	149
Longueur de mur 2,5 m	75	150	225	254	256	233
Longueur de mur 3,0 m	90	180	270	360	368	336
Longueur de mur 3,5 m	105	210	315	420	501	457
Longueur de mur 4,0 m	120	240	360	480	600	597
Longueur de mur 4,5 m	135	270	405	540	675	721
Longueur de mur 5,0 m	150	300	450	600	750	805
Longueur de mur 5,5 m	165	330	495	660	825	889
Longueur de mur 6,0 m	180	360	540	720	900	973
Longueur de mur 7,0 m	210	420	630	840	1050	1140
Longueur de mur 8,0 m	240	480	720	960	1200	1308
Longueur de mur 9,0 m	270	540	810	1080	1350	1489

● Balancement ● Glissement d'appui ● Rupture de maçonnerie

Illustration 4 – présente la résistance ultime horizontale de systèmes de murs MuReso® d'une hauteur $h_w = 2,50$ m sous des charges verticales déterminées entre 90 et 540 kN/m' (11 à 65 % NRd) et décrit le mécanisme de rupture déterminant pour chaque cas. L'illustration 4 sert de base à l'illustration 3.

7.2.2.4 Règles de dimensionnement particulières

Charge excentrée $e_z \neq 0$: les modes de défaillance de glissement et de balancement ne sont pas influencés par une excentricité. En revanche, une charge excentrée peut favoriser une rupture de la maçonnerie selon la norme SIA 266. Cela ne se produit que pour des murs très longs ($l_w > \text{env. } 8,0 \text{ m}$) sous des charges verticales très élevées. Dans de tels cas, en cas de charge excentrée, il convient d'attester la résistance ultime pour rupture de la maçonnerie selon SIA 266 avec une épaisseur de mur réduite arithmétiquement.

En présence d'un moment de flexion $M_{z1d} \neq 0$ sur les systèmes de murs MuReso®, la longueur du mur doit être réduite arithmétiquement de

$$\Delta l_w = 2 \cdot \frac{M_{z1d}}{N_{xd}}$$

pour toutes les vérifications, de sorte que la charge verticale résultante $N \times d$ soit placée au centre du mur calculé.

Bien qu'une seule boîte d'encastrement dans le mur ait une surface de coupe relativement faible d'env. $60 \times 80 \text{ mm} = 4800 \text{ mm}^2$, l'installation de boîtes multiples sur toute la hauteur du mur (p. ex. $2400 \times 50 \text{ mm} = 120\,000 \text{ mm}^2$) peut compromettre considérablement la stabilité du mur. L'utilisation de boîtes d'encastrement multiples doit donc être évitée.

Les fentes pour installations (sanitaires et électricité) affaiblissent sensiblement les systèmes de murs MuReso® et doivent être évitées dans la mesure du possible.

Seules sont autorisées les fentes verticales situées d'un côté et découpées à l'aide d'une rainureuse avec une profondeur maximale de 50 mm. Une fois les conduites nécessaires posées, tous les types de fente doivent complètement être comblés avec un mortier à retrait compensé ayant une résistance à la compression d'au moins 80 N/mm^2 (p. ex. SIKAgrout-212 N). Si le treillis d'armature MuReso® est endommagé lors de la réalisation des fentes, il convient de réparer ce dommage avec en plus une bande de treillis MuReso® d'au moins 30 cm de large. Il faut par ailleurs respecter précisément les directives d'AGZ lors de la mise en œuvre du treillis d'armature MuReso®. Le treillis MuReso® doit en particulier être intégré avec la bonne orientation et le treillis déjà posé doit être libéré au niveau de la zone d'ancrage en enlevant soigneusement le mortier d'enrobage, mais ne doit en aucun cas être endommagé. Toutes les longueurs de recouvrement doivent mesurer au moins 10 cm de large. Tous les travaux de piquage ou de burinage, les fentes de plus de 50 mm de profondeur, les fentes des deux côtés du mur ainsi que les fentes horizontales et diagonales sont **strictement interdits** partout, même à proximité immédiate du sol ou de la dalle! En présence de tels dommages, l'ingénieur civil doit déterminer des mesures de réparation appropriées.

7.2.3 Comportement en cas d'effets hors plan

En raison de la résistance élevée à la flexion de la maçonnerie (due à la résistance à la traction du treillis d'armature), une rupture hors plan des systèmes de murs MuReso® est pratiquement exclue.

Selon la norme SIA 261, la formule (49) s'applique à un mur de 3 m de haut dans un bâtiment de classe d'ouvrage III en zone 3b avec sol de fondation D (= valeur limite supérieure pour la Suisse, sauf microzonages encore plus extrêmes) avec $z_a = h$ et $T_a = T_1$ (soit le cas le plus défavorable possible):

Et donc:

$$M_a = F_a \cdot \frac{h_w}{4} = 11,65 \text{ kN/m} \cdot \frac{3 \text{ m}}{4} = 8,73 \text{ kNm/m}$$

Avec les conditions d'appui habituelles (fixations en haut et en bas), cette valeur en coupe est divisée par deux. Avec

$$M_{a(\text{fixé})} = \frac{M_a}{2} = 4,4 \text{ kNm/m}$$

il est possible de déduire de l'illustration 2 que la vérification de la sécurité structurale en présence de forces verticales est préservée dans la plage de 0 à 650 kN/m'. La charge verticale effective en cas de séisme se trouvera toujours dans cette plage. Il est donc possible d'affirmer en simplifiant que les systèmes de murs MuReso® remplissent toujours les exigences d'attestation en cas d'effet hors plan dans le cadre des normes SIA.

$$F_a = \frac{\gamma_f \cdot a_{ga} \cdot S \cdot G_a}{g \cdot q_a} \cdot \left[\frac{3 \cdot \left(1 + \frac{z_a}{h}\right)}{1 + \left(1 - \frac{T_a}{T_1}\right)^2} - 0,5 \right] = \frac{1,4 \cdot \frac{1,6 \text{ m}}{s^2} \cdot 1,7 \cdot \frac{45 \text{ kN}}{m}}{\frac{9,81 \text{ m}}{s^2} \cdot 1,5} \cdot \left[\frac{3 \cdot (1 + 1)}{1 + (1 - 1)^2} - 0,5 \right] = 11,65 \text{ kN/m}$$

Mise en œuvre et caractéristiques

8 Dispositions d'exécution

Des dispositions d'exécution et des instructions de mise en œuvre détaillées sont documentées séparément pour la réalisation des systèmes de murs MuReso®. Les quelques indications ci-après pourraient intéresser les ingénieurs et les architectes:

- La couche de compensation de mortier sous les système de murs MuReso® doit toujours être réalisée avec du mortier de pose MuReso®.
- La couche de compensation de mortier entre les systèmes de murs MuReso® et l'appui de dalle MuReso® doit toujours être réalisée avec du mortier de pose MuReso®.
- Le mortier d'enrobage MuReso® et le treillis d'armature MuReso® peuvent être posés environ 1 jour après la réalisation du mur.

9 Isolation acoustique

Les valeurs caractéristiques de protection acoustique des systèmes de murs MuReso® n'ont jusqu'à présent pas été déterminées. Au vu du poids de la brique, on peut partir du principe que les valeurs d'isolation acoustique des murs MuReso® sont comparables à celles des murs Swissmodul de 20 cm d'épaisseur ou des murs Calmo 12,5.

La maçonnerie SuonOptimo® est recommandée pour une utilisation comme parois de séparation d'appartements. Les systèmes de murs MuReso® sont également réalisables sous forme de construction à double paroi avec doublage non porteur.

10 Isolation thermique

Aucune indication relative à l'isolation thermique n'est actuellement disponible pour les systèmes de murs MuReso®.

11 Protection incendie

Aucune indication relative à la protection incendie n'est actuellement disponible pour les systèmes de murs MuReso®.



Mise en œuvre

- Brique module MuReso®
- Mortier de pose MuReso®
- Appui de dalle MuReso®
- Mortier d'enrobage MuReso®
- Treillis d'armature MuReso®

MuReso® doit exclusivement être utilisé en tant que système complet, en mettant en œuvre correctement tous les composants mentionnés ci-dessus. En cas d'écarts, toute garantie relative au fonctionnement et à l'obtention des caractéristiques spécifiées du système devient caduque.

Les outils suivants sont nécessaires pour une mise en œuvre correcte du système de maçonnerie:

- Taloche crantée R16
- Spatule de plâtrier 150 mm
- Spatule à joints EDMA 150 mm
- Seau à mortier Collomix 30 l
- Casserole de plâtrier, grande
- Marteau en caoutchouc
- Malaxeur en continu m-tec D20 ou agitateur

Préparation du mortier de pose MuReso®

Bien mélanger le mortier sec à l'aide d'un malaxeur à double arbre ou d'un malaxeur en continu jusqu'à obtenir une consistance homogène, sans grumeaux et humide-collante. Laisser ensuite reposer 5 à 10 minutes, puis mélanger de nouveau brièvement. Une fois le mortier préparé avec cette consistance, il ne faut plus y ajouter d'eau. Il peut être remélangé au bout d'une heure et doit être utilisé dans un délai maximum de 3 heures. Pas de mise en œuvre en dessous de +5 °C.

- Consommation de matériau: env. 15-16 litres/m²
- Besoin en eau: env. 5-7 litres/sac
- Rendement: env. 19 litres/sac

Maçonnerie des briques modules MuReso® à joints pleins

La première rangée de briques modules MuReso® est posée d'aplomb sur du mortier de pose MuReso®. Il est impératif de monter la maçonnerie à joints pleins et en panneresses. Sur les faces horizontales et verticales, appliquer à la spatule du maçon deux cordons de mortier de chaque côté, avec un angle de 45°, d'environ 3 à 5 cm d'épaisseur et 5 à 6 cm de largeur. L'épaisseur des joints horizontaux et verticaux conforme au système est comprise entre 3 et 5 mm. La brique module MuReso® doit uniquement être coupée et non brisée.

Pour des raisons liées au système, il faut ensuite appliquer sur le couronnement du mur un revêtement horizontal de mortier soigneusement lissé, d'une épaisseur de 5 à 10 mm, avec le mortier de pose MuReso®. Poser ensuite l'appui de dalle MuReso® au centre et de manière lâche sur le lit de mortier, à fleur du bord supérieur du coffrage de dalle.





Instructions d'exécution spéciales pour l'application du mortier d'enrobage MuReso®

- Avant le crépissage, la direction des travaux doit vérifier que les installations murales sont complètes et les valider.
- Le support doit être porteur, propre, sec et exempt de poussière et de graisse.
- Les deux couches d'enduit doivent impérativement être appliquées le même jour, humide sur humide.
- L'épaisseur totale de la couche est de 8 à 10 mm.
- Le treillis d'armature doit être posé au mortier aussi près que possible de la brique module et collé à celle-ci.
- Les chevauchements du treillis, qui doivent être d'au moins 10 cm, doivent être entièrement enrobés de mortier.
- Le recouvrement de l'enduit sur le treillis doit être d'au moins 5 mm.
- Pas de mise en œuvre en dessous de + 5 °C



Préparation du mortier d'enrobage MuReso®

Verser 5 à 7 litres d'eau du robinet pure dans un seau mélangeur, ajouter lentement le mortier sec et mélanger à l'aide d'un malaxeur à main pendant environ 2 minutes jusqu'à obtenir une consistance homogène (plâtre). Après quelques minutes de maturation, remuer brièvement et mettre en œuvre dans un délai de 1 à 3 heures.

Incorporation du treillis d'armature MuReso® dans la première couche de mortier d'enrobage MuReso®

Dérouler d'abord le treillis d'armature MuReso® sur un sol sec, exempt de poussière et de graisse, puis le découper au cutter en lés à hauteur de pièce. Appliquer ensuite la première couche de mortier d'enrobage MuReso® sur toute la surface du mur en maçonnerie MuReso® à l'aide d'une taloche crantée R16 inclinée à 45° avec une épaisseur minimale de 3 mm. Puis, incorporer le treillis d'armature MuReso® en lés verticales de haut en bas, humide sur humide, avec un recouvrement d'au moins 10 cm et lisser la surface.



Application de la deuxième couche de mortier d'enrobage MuReso®

Après un court temps de prise, appliquer la deuxième couche d'enduit sur une épaisseur de 5 à 7 mm avec la taloche crantée R16 à un angle de 45°, de bas en haut, puis tirer à la règle. La surface d'enduit lissée doit être rendue rugueuse au balai après le début de la prise.

- Consommation de matériau env. 1,5 kg/m² par millimètre d'épaisseur d'application
- Besoin en eau env. 5 – 7 litres/sac





Des produits traditionnels issus de la nature.

Durable. Polyvalent. Naturel.

AGZ Ziegeleien AG conjugue artisanat et innovation depuis 1895. La manufacture sait convaincre le secteur du bâtiment suisse grâce à ses inventions éprouvées et ses produits d'avenir en terre cuite.

Des produits traditionnels issus de la nature

Les briques et les tuiles en terre cuite de qualité supérieure sont réalisées à partir d'argile de provenance locale. Fidèle à sa devise « Tout feu tout flamme pour les produits en terre cuite », AGZ Ziegeleien AG mise sur une écologie qui préserve les ressources, sur une qualité optimale et sur la satisfaction absolue de la clientèle. En plus d'être des matériaux de construction, les tuiles sont aussi des biens culturels. Laissez-vous inspirer par la beauté et la longévité de ce matériau.



Scanner et en savoir
plus sur notre produit
MuReso®.



Origine. Avenir. Argile.

Gettnau

AGZ Ziegeleien AG
Ziegelei
6142 Gettnau

041 972 77 77
info@agz.ch

Horw

AGZ Ziegeleien AG
Sternenried 14
6048 Horw

041 972 77 77
info@agz.ch

Roggwil

Ziegelwerke Roggwil AG
Ziegeleiweg 10
4914 Roggwil

041 972 77 77
info@agz.ch

Düdingen

Tuileries Fribourg &
Lausanne SA
Hägliweg 2
3186 Düdingen

026 492 99 99
info@tfl.ch

Showroom

Showroom AGZ
Sternenried 1
6048 Horw

041 972 77 77
info@agz.ch