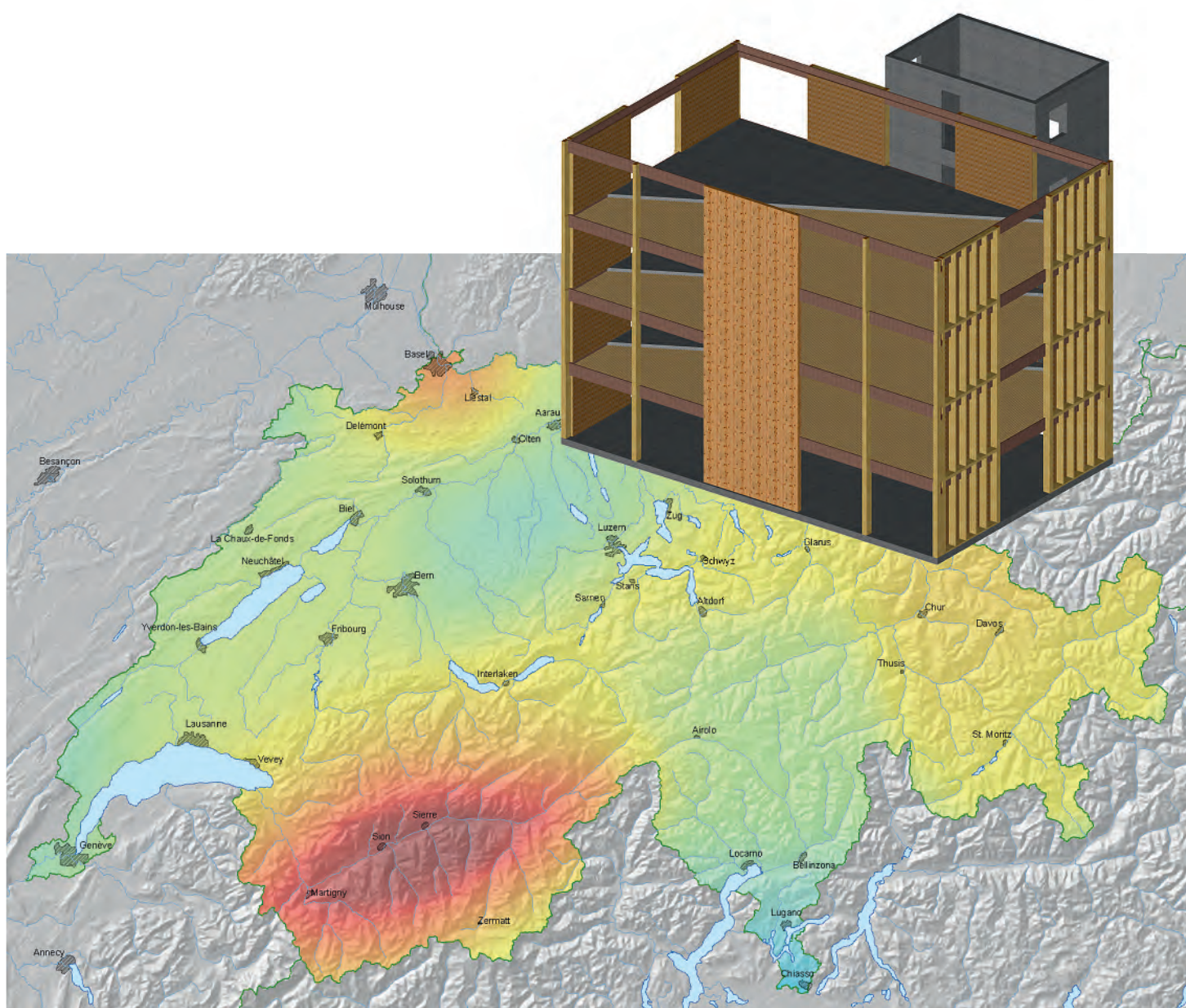


Lignatec

Conception parasismique des bâtiments en bois



SIA SGEB usic HEV Schweiz Lignum

Table des matières

Cette publication a pu voir le jour grâce au soutien du Fonds pour les recherches forestières et l'utilisation du bois, ainsi qu'à celui de bois 21, Programme d'encouragement de l'Office Fédéral de l'Environnement OFEV.

Partenaires du projet

SIA Société suisse des ingénieurs et des architectes
SGEB Société suisse du génie parasismique et de la dynamique des structures
usic Union Suisse des Sociétés d'Ingénieurs-Conseils
HEV Hauseigentümergeverband Schweiz

Auteurs

Pirmin Jung, Pirmin Jung Ingenieure für Holzbau GmbH
René Steiger, Empa, département bois
Thomas Wenk, Wenk Erdbeningenieurwesen und Baudynamik GmbH

Accompagnement technique

Andrea Bernasconi, heig-vd/ HES-SO
Alessandro Dazio, ETH Zürich – Institut für Baustatik und Konstruktion (IBK)
Konrad Merz, merz kley partner

Une documentation «Bâtiments en bois parasismiques de plusieurs étages» complète ce Lignatec en 2009. Elle contient les bases relatives au séisme, à l'analyse structurale, à la détermination de la rigidité horizontale et au dimensionnement, illustrées par des exemples résolus.

Page	3	1	Introduction
	4	2	Principes de la conception parasismique
		2.1	Etroite collaboration entre architecte et ingénieur
		2.2	Choisir des structures porteuses constructivement simples, ductiles et robustes
		2.3	Régularité de la structure porteuse en plan
		2.4	Centre de rigidité le plus près possible du centre de masse
		2.5	Structure porteuse régulière en élévation
		2.6	Planchers
		2.7	Parties de construction non porteuses
		2.8	Fondations
	9	3	Propriétés du matériau bois
	10	4	Assemblages
		4.1	Types d'assemblages avec une ductilité $D_s = 1 \dots 2$
		4.2	Types d'assemblages avec une ductilité $D_s > 3$
	14	5	Liaisons et ancrages
	15	6	Parois de stabilisation dans la construction en bois
	18	7	Rigidité de différents systèmes de construction en bois
		7.1	Rigidité de différents systèmes de parois
		7.2	Rigidité de différents systèmes de planchers
	21	8	Sources d'information
		8.1	Normes, documentations et fiches techniques de la SIA
		8.2	Littérature
		8.3	Sources d'information en Suisse relatives aux séismes
		8.4	Soutiens du projet
	24		Impressum

1 Introduction

La progression constante des ouvrages en bois à plusieurs étages, et la mise à jour des prescriptions concernant le séisme dans les normes de structures, rendent nécessaire la conception parasismique des constructions en bois. Le plus souvent, la prise en compte de règles simples suffit. Pour les constructions neuves, cela implique le respect, lors de la conception, des principes de base parasismiques qui se réfèrent au caractère dynamique et cyclique spécifique de l'effet des tremblements de terre et au comportement non élastique des structures porteuses. Si ces principes de base sont respectés, la vérification de l'ouvrage est satisfaite sans augmenter les dimensions des éléments.

L'objectif de la conception parasismique est d'éviter les points faibles conceptuels et constructifs. Le respect des principes de base relatifs maintient le comportement vibratoire d'un bâtiment lors d'un séisme dans une plage limitée et réduit les écarts entre le modèle de calcul et le comportement réel de la structure porteuse. Le comportement lors d'un tremblement de terre peut être ainsi modélisé de manière fiable.

On ne peut prédire avec sûreté la force d'un séisme, mais on peut supposer qu'un ouvrage conçu selon des principes parasismiques aura un comportement acceptable, même si l'intensité du tremblement de terre dépasse celle prévue dans le dimensionne-

ment. En Suisse, avec la sismicité faible à moyenne du pays, la différence peut être importante entre le séisme de dimensionnement et la puissance maximale possible d'un tremblement de terre. C'est pourquoi il est particulièrement recommandable de respecter dans tous les cas les principes d'une conception parasismique.

L'observation des principes les plus importants de la conception parasismique des structures porteuses tels que simplicité, régularité et redondance (alternative de reprise des charges par des systèmes porteurs travaillant en parallèle) donnent comme résultat un ouvrage robuste avec un faible niveau de dommages en cas de séisme.

En fonction de la zone sismique et de la classe du sol de fondation, le séisme peut déjà être déterminant pour le dimensionnement de constructions relativement basses (figure 1). Des ouvrages avec un rez-de-chaussée constitué d'espaces peu cloisonnés (figure 2) stabilisés à ce niveau par un contreventement constitué d'un faible nombre d'éléments élancés ou de croix de Saint-André en acier peuvent être problématiques si les étages supérieurs forment un ensemble rigide ou si ceux-ci présentent des porte-à-faux de grande taille.

Figure 1:
Selon les zones sismiques, les grands porte-à-faux doivent faire l'objet d'une étude particulière, même pour les maisons individuelles.



Figure 2:
Les bâtiments avec rez-de-chaussée ouverts doivent faire l'objet d'une étude sismique spéciale.



2 Principes de la conception parasismique

Les principes de conception parasismique spécifiques aux constructions en bois s'appuient sur [1, 2] et sur la norme SIA 261 (2003).

2.1 Etroite collaboration entre architecte et ingénieur

Les défauts et manquements dans la conception ne peuvent être suffisamment compensés par les calculs et le dimensionnement de l'ingénieur, aussi sophistiqués soient-ils. C'est pourquoi architecte et ingénieur doivent concevoir ensemble l'ouvrage et, déjà dans la phase initiale du projet, veiller à une

conception parasismique du tout; la conception constructive et le choix des matériaux des éléments porteurs et non porteurs doivent aussi être déterminés en tenant compte des séismes.

2.2 Choisir des structures porteuses constructivement simples, ductiles et robustes

Par simplicité de la structure porteuse, on entend l'existence de cheminement simples et directs pour la transmission des forces sismiques jusqu'aux fondations. La modélisation, le calcul, le dimensionnement et la mise au point constructive de structures porteuses simples sont grevées de peu d'incertitudes. Elles sont ainsi plus faciles à calculer et le danger de sollicitations locales exagérées est réduit.

Les constructions en bois de plusieurs étages sont constituées de nombreux éléments reliés entre eux de façon plus ou moins rigide. Les constructions en bois massif en panneaux multicouches de grande surface sont plus rigides et disposent de moins de zones potentiellement ductiles que les constructions à ossature bois. Le comportement porteur et de déformation des différents éléments en bois et de leurs liaisons doit être harmonisé afin que l'ensemble du système se comporte de manière optimale en cas de séisme.

Le comportement charge-déformation d'une structure porteuse dépend d'une part des caractéristiques des éléments en bois (panneaux dérivés du bois, pièces massives, cadres, structures triangulées, etc.) et d'autre part des assemblages reliant ces éléments. Alors que le comportement à la rupture des pièces de bois usuelles est fragile, celui des assemblages correctement conçus sur le plan constructif peut être ductile. Afin que l'ensemble de la structure porteuse en bois ait un comportement ductile, la résistance commune des assemblages et des éléments en bois doit être déterminée de telle sorte que, sous l'effet d'un séisme, les assemblages plastifient avant la ruine fragile de l'un des autres éléments.

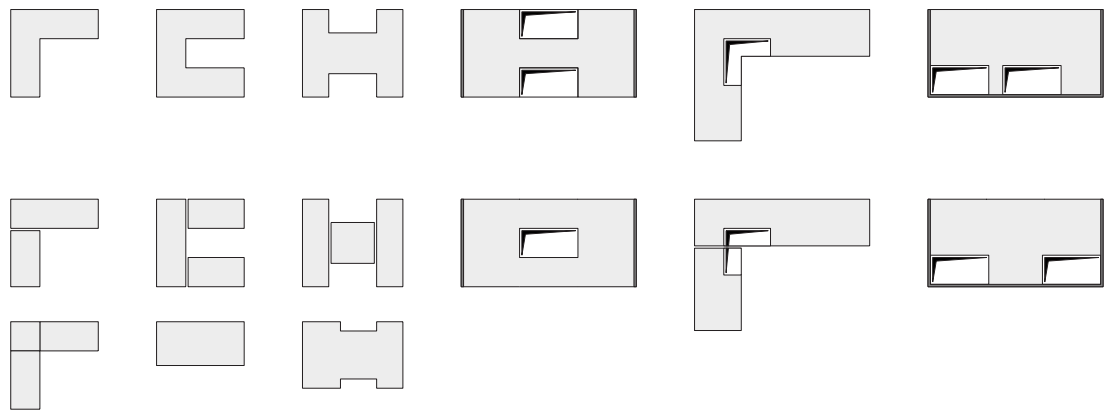
Une structure porteuse robuste se distingue par le fait que des dégâts ou des ruptures partielles restent dans une limite acceptable en proportion de l'ampleur de ce qui les a causés. Les systèmes redondants et ductiles, par exemple, présentent un comportement robuste. Il peut en être tenu compte dans le concept d'une structure porteuse dans lequel on évite que la rupture d'un élément porteur entraîne une réaction en chaîne due à la surcharge des éléments voisins. Si par exemple, tous les éléments porteurs sont conçus avec le même niveau de défaillance, l'ensemble du système collapse parce que les autres éléments sont immédiatement surchargés. La robustesse face aux séismes signifie que la défaillance d'un élément de la structure porteuse n'entraîne pas directement celle d'un autre. Elle peut être atteinte par la disposition de liaisons parasismique. La robustesse consiste aussi, par exemple, dans le fait que, lors de la défaillance d'un contreventement rigide, les autres contreventements plus flexibles conservent une réserve de résistance ultime suffisante pour éviter la ruine de l'ensemble.

2.3 Régularité de la structure porteuse en plan

Un bon comportement aux séismes peut être atteint par une conception en plan régulière et compacte du bâtiment et par une organisation symétrique des éléments dans les deux directions orthogonales (figure 3). Selon la norme SIA 261 (2003), un bâtiment est régulier en plan lorsque les exigences du chiffre 16.5.1.3 sont remplies:

- La construction est approximativement symétrique en plan par rapport aux deux directions orthogonales en ce qui concerne la rigidité horizontale et la répartition des masses.
- La forme de la construction vue en plan est compacte. Les dimensions totales des angles saillants ou des évidements ne dépassent pas 25% de la dimension en plan extérieure de la construction dans la direction considérée.
- La rigidité des planchers dans leur plan est grande en comparaison de la rigidité horizontale des éléments porteurs de construction verticaux.

Figure 3:
Formes de bâtiments optimisées en plan et dispositions des évidements dans les éléments de planchers.
en haut: conception à éviter
en bas: conception à privilégier



2.4 Centre de rigidité le plus près possible du centre de masse

En plan, tout bâtiment possède un centre de masse M (le «centre de gravité» de toutes les masses situées au-dessus) et un centre de rigidité S (un «centre de cisaillement ou de torsion» des éléments porteurs verticaux participant au contreventement horizontal). Une disposition en plan des éléments porteurs conçue de façon à reprendre les forces sismiques

horizontales doit avoir pour objectif de faire correspondre au plus près le centre de rigidité S avec le centre de masse M afin d'obtenir une faible sollicitation en torsion de l'ensemble du système.

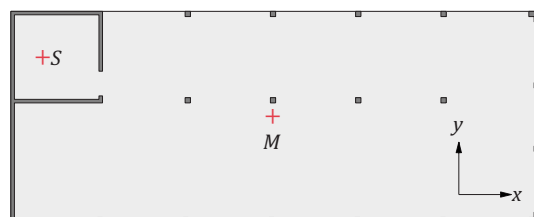


Figure 4:
Les centres de masse et de rigidité ne se recouvrent pas: il en résulte des forces de torsion élevées.

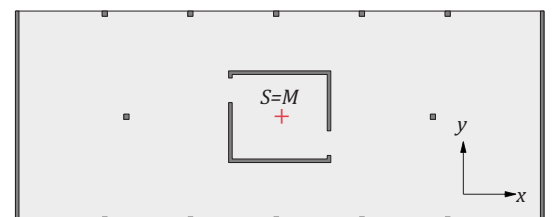
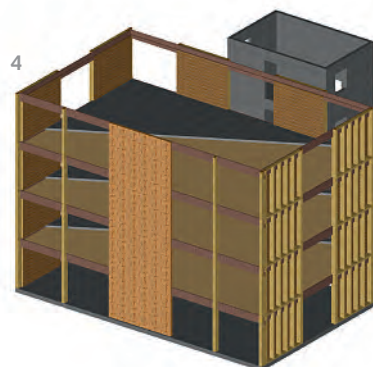
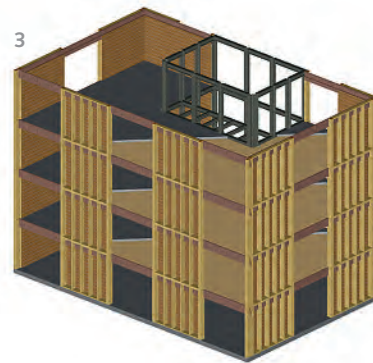
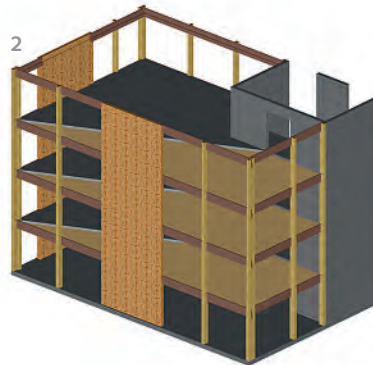
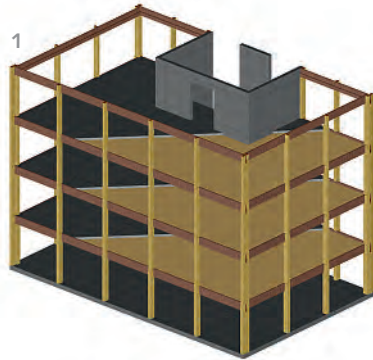


Figure 5:
Les centres de masse et de cisaillement sont pratiquement confondus: la torsion subie par le bâtiment lors d'un séisme est limitée.

Figure 6:
Dispositions possibles des éléments de contreventement dans les constructions en bois de plusieurs niveaux:

- 1 Cage d'escalier massive: la cage d'escalier bétonnée sert de contreventement.
- 2 Cage d'escalier massive: la cage d'escalier bétonnée assure le contreventement principal. D'éventuels moments de torsion peuvent être compensés par plusieurs parois porteuses en bois rigides.
- 3 Cage d'escalier «flexible» (par ex. construction en acier non rigide): le contreventement est assuré par la construction en bois, éventuellement en liaison avec la cage d'escalier «flexible».
- 4 Cage d'escalier externe, accès par des passerelles: le contreventement est assuré uniquement par la construction en bois.



Les constructions en bois sont souvent de nature mixte (figure 6). En raison des exigences de protection incendie, les constructions en bois de quatre étages et plus sont notamment exécutées avec des cages d'escalier massives ou des accès extérieurs par des passerelles. Les cages d'escalier massives sont généralement beaucoup plus rigides et présentent sur la hauteur du bâtiment un comportement à la déformation différent des parois construites en bois. Des éléments massifs disposés de manière excentrique provoquent de fortes sollicitations en torsion. De tels plans ont une réponse défavorable en cas de séisme et doivent en principe être évités.

Indépendamment de la torsion dans le plan, il faut prévoir dans tous les cas un système de contreventement constitué de parois porteuses situées le plus loin possible l'une de l'autre. Il est nécessaire de disposer au moins trois parois porteuses dont les axes en plan ne sont pas concourants. En outre, il faudrait au moins deux éléments de contreventement (par ex. parois porteuses) par direction principale du plan s'étendant sur tous les étages.

2.5 Structure porteuse régulière en élévation

Une conception régulière en élévation des éléments assurant le contreventement, avec une répartition la plus continue possible de la rigidité et de la résistance aux charges sur toute la hauteur de l'ouvrage, est d'une importance capitale pour la rigidité parasismique d'un bâtiment. De nombreux effondrements de bâtiments lors d'un séisme sont dus au fait que des éléments de contreventement, par ex. les parois des étages supérieurs, sont, au rez-de-chaussée, supprimés ou remplacés par des colonnes. Il faut éviter les étages flexibles horizontalement (soft storey). La gradation des résistances ultimes dans les contreventements doit suivre le développement des contraintes sur la hauteur du bâtiment et ne doit pas présenter de variation brusque. Il faut surtout éviter les décalages en plan des contreventements. La norme SIA 261 (2003), chiffre 16.5.1.4,

définit comme suit les exigences de régularité en élévation:

- Tous les éléments de construction participants à la reprise des forces horizontales, comme les parois porteuses, les noyaux ou les cadres, relient sans discontinuité la fondation au sommet de la construction ou de la partie de la construction.
- La rigidité horizontale, la résistance ultime face aux forces horizontales et la masse des différents étages restent constantes sur la hauteur de la construction ou diminuent progressivement de bas en haut, sans variation brusque (exception: transition aux sous-sols, respectivement entre construction massive et en bois).

2.6 Planchers

Dans la construction en bois, indépendamment du système de plancher, il faut accorder une attention particulière aux raccordements entre planchers et parois. Ces raccordements doivent être dimensionnés en fonction des forces sismiques horizontales et dans le même temps, la transmission verticale des charges doit être constructivement garantie.

Les dalles en béton armé sont très rigides dans leur plan. C'est pourquoi le dimensionnement parasismique des bâtiments s'effectue habituellement en admettant que les planchers sont rigides. Les planchers mixtes bois-béton présentent un comportement au cisaillement semblable à celui des dalles en béton armé et peuvent être ainsi dimensionnés de manière analogue.

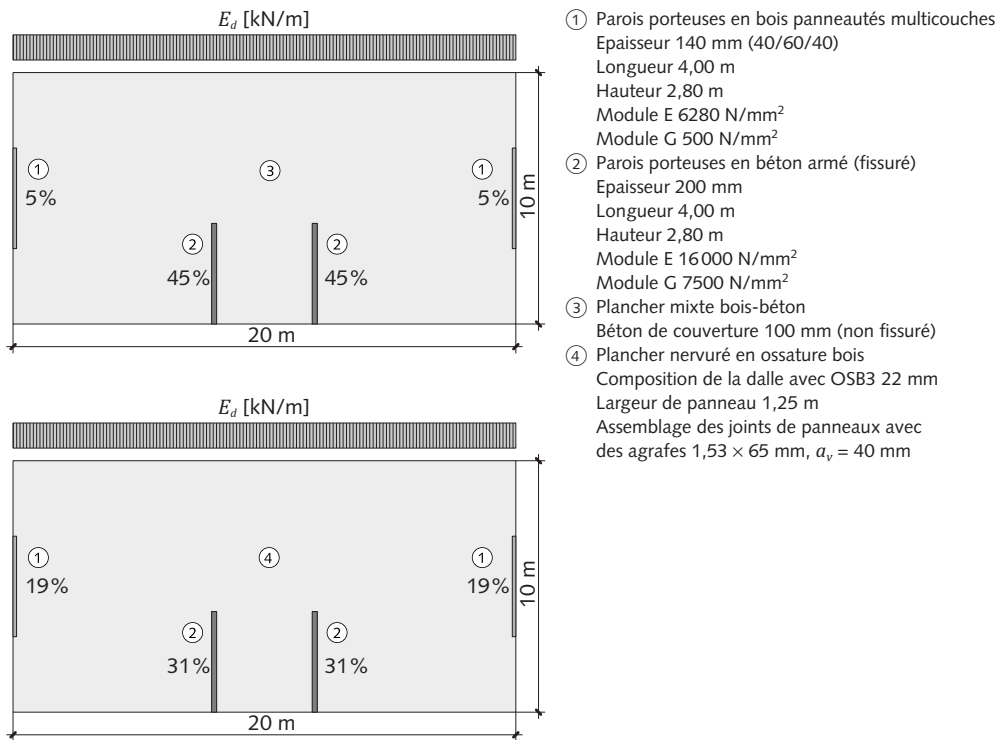
Les planchers uniquement en bois sont, selon leur composition, plus souples dans leur plan que les dalles en béton armé. Il est en principe incorrect de les admettre comme des planchers rigides et, par conséquent, il faut tenir compte de l'élasticité du plancher pour la répartition des forces résultantes sur les parois de stabilisation.

- Dans les cas simples, avec un système de contreventements symétriques et des parois porteuses uniformément rigides dans le sens horizontal, on peut affecter à chaque paroi la force résultante de la surface de plancher correspondant à sa zone d'influence.
- Dans le cas de parois inégalement rigides ou de plans complexes, avec des systèmes de contreventements asymétriques, une modélisation spatiale qui prend en compte la rigidité des planchers et des parois est indispensable.

En principe, lors de l'analyse de la structure porteuse, la rigidité du plancher doit être considérée selon sa valeur effective. Dans le cas de planchers rigides, le procédé des forces résultantes peut être appliqué. Dans le cas de planchers flexibles, le procédé du spectre de réponse avec modélisation spatiale de la structure porteuse doit être appliqué en tenant compte de la rigidité réelle des planchers.

La figure 7 montre l'exemple de l'influence d'une rigidité différenciée du plancher sur la répartition des contraintes dans les parois ayant fonction de contreventement. Le plancher nervuré en ossature bois présente, comparativement à une dalle en béton armé, une rigidité beaucoup plus faible; ainsi les parois en bois panneaux multicouches, plus flexibles que les parois en béton armé, reprennent une part beaucoup plus importante des forces résultantes (19% chacune au lieu de 5%) que dans le cas d'une dalle en béton armé.

Figure 7: Répartition des efforts horizontaux sur les parois servant de contreventement en tenant compte de la rigidité du plancher dans son plan. La part de l'ensemble de l'effort tranchant, transmis par le plancher, est indiquée pour chaque paroi porteuse.



2.7 Parties de construction non porteuses

Les structures porteuses en bois sont relativement flexibles dans le sens horizontal et présentent donc, en cas de séisme, de plus grandes déformations que les constructions massives. Les parties non porteuses sensibles à la déformation, telles que les parois intermédiaires ou les éléments de façade, peuvent subir, même en cas de séisme léger, des dégâts considérables. En principe, la norme SIA 260 (2003) exige la vérification de l'aptitude au service exclusivement pour les ouvrages de classe III qui ne sont générale-

ment pas réalisés en bois. Dans des cas particuliers, il peut être judicieux, y compris pour des ouvrages de classe I ou II, de vérifier l'aptitude au service pour les parties de construction non porteuses.

Les éléments non porteurs doivent être conçus, notamment au niveau des joints, de telle façon qu'ils n'empêchent pas les déformations de la structure porteuse sous l'effet d'un séisme. En outre, ils doivent être ancrés horizontalement à la structure porteuse.

2.8 Fondations

Il faut assurer la transmission des forces sismiques dans le terrain par des fondations exécutées dans les règles de l'art. Un sous-sol rigide avec des murs et des dalles en béton armé posés sur un radier de fondation massif offre un comportement favorable en cas de séisme. Les fondations individuelles (non reliées par des longrines) sont à proscrire, ainsi que celles ancrées dans des terrains hétérogènes.

En principe, il faut éviter les déformations plastiques dues aux séismes dans les sous-sols, les fondations et le terrain. Celles-ci doivent rester dans le domaine élastique selon le concept du dimensionnement en capacité. En conséquence, ces parties de construction doivent être conçues avec une réserve de capacité suffisante lors du dimensionne-

ment sismique selon un concept de structure porteuse ductile.

Il faut accorder une attention particulière à l'ancrage des constructions en bois aux fondations ou au sous-sol. Si l'ancrage est insuffisant, les petites constructions en ossature bois peuvent glisser hors de leur assise. Les ancrages sont le plus souvent soumis à des contraintes cycliques. En raison du vent et des séismes, surtout dans le cas des constructions en bois, on rencontre fréquemment dans les jonctions avec les fondations des efforts en traction, auxquels doivent correspondre la conception et le dimensionnement des liaisons. Les ancrages horizontaux doivent toujours être conçus pour agir dans toutes les directions.

8 Sources d'information

8.1 Normes, documentations et fiches techniques de la SIA

Norme SIA 260 (2003): Bases pour l'élaboration des projets de structures porteuses. Société suisse des ingénieurs et des architectes, Zurich.

Norme SIA 261 (2003): Actions sur les structures porteuses. Société suisse des ingénieurs et des architectes, Zurich.

Norme SIA 265 (2003): Construction en bois. Société suisse des ingénieurs et des architectes, Zurich.
Documentation SIA D 0180 (2004): Termes techniques des normes sur les structures porteuses – Terminologie et définitions. Société suisse des ingénieurs et des architectes, Zurich.

Documentation SIA D 0181 (2003): Bases pour l'élaboration des projets de structures porteuses – Actions sur les structures porteuses – Introduction aux normes SIA 260 et 261. Société suisse des ingénieurs et des architectes, Zurich.

Documentation SIA D 0185 (2003): Construction en bois – Introduction à la norme SIA 265. Société suisse des ingénieurs et des architectes, Zurich.

Cahier technique SIA 2018 (2004): Vérification de la sécurité parasismique des bâtiments existants. Société suisse des ingénieurs et des architectes, Zurich.

Documentation SIA D 0211 (2005): Vérification de la sécurité parasismique des bâtiments existants – Introduction au cahier technique SIA 2018. Société suisse des ingénieurs et des architectes, Zurich.

Documentation SIA D 0227 (2008): Erdbbensicherheit von Gebäuden – Rechts- und Haftungsfragen. Société suisse des ingénieurs et des architectes, Zurich (*uniquement en allemand*).

8.2 Littérature

[1] Bachmann H. (2002): Erdbebengerechter Entwurf von Hochbauten – Grundsätze für Ingenieure, Architekten, Bauherren und Behörden. Bundesamt für Wasser und Geologie BWG, Bern.

[2] Stiftung für Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen sowie Bundesamt für Wasser und Geologie BWG (2005): Erdbbensicheres Bauen in der Schweiz – Worauf es ankommt und warum. Zürich.

[3] Bernasconi A. (2007): Cours postgrade de génie parasismique, Module 2, Dimensionnement, structures neuves et méthodes spécifiques – Constructions en bois. Heig-vd/HES-SO. Yverdon.

[4] Norme SIA 164.160 (2001) EN 12512 : Structures en bois – Méthodes d'essai – Essais cycliques d'assemblages réalisés par organes mécaniques. Société suisse des ingénieurs et des architectes, Zurich.

[5] Piazza M., Tomais R., Modena R. (2005): Structure in legno – Materiale, calcolo e progetto secondo le nuove normative europee. Biblioteca Tecnica Hoepli. Mailand.

[6] Becker K., Zeitter H. (1995): Sammlung und Entwicklung von konstruktiven Regeln für Rahmen und Rahmentragwerke aus Holz unter erdbebentechnischen Gesichtspunkten zur Rationalisierung des Planungsaufwandes sowie zur Senkung der Baukosten. Abschlussbericht für das Vorhaben, Vol. F 2273, 1 Band (mehrere Zählungen). IRB Verlag, Stuttgart.

[7] Hilson B.O. (1995): Verbindungen mit stiftförmigen Verbindungsmitteln – Theorie. In: Holzbauwerke, STEP 3, S. C3/1-C3/12. Informationsdienst Holz, Fachverlag Holz der Arbeitsgemeinschaft Holz e.V., Düsseldorf.

[8] Kessel M. H. (2002): Tafeln – Eine elastische, geometrisch lineare Beschreibung. In: Holzbaukalender 2003. Bruderer Verlag, Karlsruhe.

[9] Blass H. J., Ehlbeck J., Kreuzinger H., Steck G. (2005): Erläuterungen zur DIN 1052. Informationsdienst Holz, Deutsche Gesellschaft für Holzforschung DGFH, München.

8.3 Sources d'information en Suisse relatives aux séismes

Ci-dessous sont rassemblées les institutions les plus importantes de Suisse qui, dans la recherche et l'administration, se consacrent au thème des tremblements de terre. Des données complètes sur les différentes associations sont disponibles sur Internet.

Organisations faitières

PLANAT

Plateforme nationale «dangers naturels»
www.planat.ch

PLANAT est une commission extraparlamentaire instituée par le Conseil fédéral. Les agences de la Confédération et des cantons y sont représentées, ainsi que la recherche, les associations professionnelles, l'économie et les assurances.

SGEB

Société suisse du génie parasismique et de la dynamique des structures
www.sgeb.ch

La SGEB représente, en tant que société spécialisée de la SIA, les intérêts des ingénieurs spécialistes des constructions parasismiques et de la dynamique des structures.

SED

Service Sismologique Suisse
www.seismo.ethz.ch

Le SED est intégré dans l'institut de géophysique de l'EPFZ. Depuis 1878, l'activité sismique en Suisse fait systématiquement l'objet d'un rapport. En 2004, il a notamment publié la nouvelle carte des dangers sismiques en Suisse.

Offices fédéraux

OFEV

Office fédéral de l'environnement
www.bafu.admin.ch/erdbeben

L'OFEV anime une Centrale de Coordination pour la mitigation des séismes dans la division Dangers naturels. En tant que responsable de la mitigation des séismes auprès de la Confédération, l'OFEV a lancé un programme de mesures en sept points. Un concept d'intervention en fait partie, qui règle la protection et le soutien à la population lors d'un tremblement de terre.

OFPP

l'Office fédéral de la protection de la population
www.bevoelkerungsschutz.ch

L'OFPP du Département fédéral de la défense, de la protection de la population et des sports (DDPS) est en principe responsable au niveau fédéral de la protection de la population. Il analyse par exemple les effets des séismes et met ces bases à disposition de différentes organisations partenaires et des cantons. De plus, il assure par le biais de la Centrale nationale d'alarme (CENAL, www.naz.ch) la mise en alerte de tous les organes utiles.

Recherche

CENAT

Centre de compétences risques naturels (ETHZ, EPFL, WSL, SLF, Universités)
www.cenat.ch

Le CENAT de l'Institut Fédéral pour l'Etude de la Neige et des Avalanches SLF à Davos initie et encourage la recherche trans- et interdisciplinaire et la formation et le perfectionnement dans le domaine des risques naturels. Il sert en outre de référence pour les autorités, les associations, les entreprises et un large public sur les questions liées aux risques naturels.

CREALP

Centre de recherche en environnement alpin
www.crealp.ch

Le CREALP est une fondation créée en 1968 par le canton du Valais et la Ville de Sion. Il est engagé dans la recherche appliquée dans le domaine des risques naturels; il se préoccupe, entre autres, d'effectuer une cartographie régionale des risques de tremblement de terre.

ETHZ, IBK

Fachbereich Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik
www.ibk.ethz.ch/da

Ce département mène des recherches et offre des formations et du perfectionnement sur les thèmes de l'ingénierie parasismique et de la dynamique des constructions. L'institut dispose notamment d'un simulateur de séisme et d'une paroi de réaction pour les recherches sismiques.

EPFL, ENAC

Institut de Structures IS
<http://is.epfl.ch>

L'IS mène des recherches dans le domaine de l'ingénierie parasismique et dans la gestion des risques sismiques.

Empa

Laboratoire d'ingénierie des structures
www.empa.ch/abt116

Le Laboratoire d'ingénierie des structures de l'EMPA mène des recherches et offre des services relatifs aux thèmes de la dynamique des constructions, de l'amortissement des vibrations et de l'équipement parasismique.

8.4 Soutiens du projet

Fonds pour les recherches forestières et l'utilisation du bois

OFEV
Division Forêts
3003 Berne
www.bafu.admin.ch

HEV Schweiz

Seefeldstrasse 60
Postfach
8032 Zurich
www.hev-schweiz.ch

bois 21

Programme d'encouragement de l'Office Fédéral
de l'Environnement OFEV
Marktgasse 55
Postfach
3000 Berne 7
www.holz21.ch

SGEB

Société suisse du génie parasismique et
de la dynamique des structures
c/o ETH Zurich
Institut für Baustatik und Konstruktion
HIL E 13.3
8093 Zurich
www.sgeb.ch

SIA

Société suisse des ingénieurs et des architectes
Selnastrasse 16
Postfach
8027 Zurich
www.sia.ch

USIC

Union Suisse des Sociétés d'Ingénieurs-Conseils
Aarberggasse 16/18
3011 Berne
www.usic.ch

Impressum



Lignatec

Les informations techniques bois de Lignum

Editeur

Lignum, Economie suisse du bois, Zurich
Christoph Starck, Directeur

Soutien décisif

Fonds pour les recherches forestières et l'utilisation du bois
bois 21, Programme d'encouragement de l'Office Fédéral
de l'Environnement OFEV

Coordination du projet

Roland Brunner, dipl. Ing. HTL, Lignum

Auteurs

Pirmin Jung, dipl. Ing. FH, Pirmin Jung Ingenieure für Holzbau
GmbH, Rain
René Steiger, Dr. sc. tech., Empa, Abteilung Holz, Dübendorf
Thomas Wenk, Dr. sc. tech., Wenk Erdbebeningenieurwesen
und Baudynamik GmbH, Zürich

Relecture technique

Andrea Bernasconi, Prof. Dr. sc. tech., Professeur de technologie et
de construction en bois, heig-vd/HES-SO, Yverdon-les-Bains
Alessandro Dazio, Prof. Dr. sc. tech., Professur für Erdbebenwesen
und Baudynamik, ETH Zürich – Institut für Baustatik und
Konstruktion (IBK), Zürich
Konrad Merz, dipl. Ing. HTL, merz kley partner, Altenrhein

Traduction

Jean-Marie Rotzer, Le Prévoux
Denis Pflug, Cedotec – Lignum, Le Mont-sur-Lausanne

Illustrations

Page de couverture: carte de l'aléa sismique suisse: accélération
horizontale du sol [m/s^2] de 0.3 (bleu) à 1.5 (brun) fréquence 5 Hz
et période de retour 475 ans.
Figures 8–13: sur le modèle de [3, 5]. Tous les autres dessins
et images ont été élaborés par le bureau Pirmin Jung Ingenieure
für Holzbau GmbH, Rain.

Conception graphique

Schwabe AG, MuttENZ

Impression

Schwabe AG, MuttENZ

Administration/distribution

Andreas Hartmann, Lignum, Zürich

Lignatec traite des questions techniques relatives à l'utilisation du
bois et des matériaux dérivés.

Lignatec s'adresse aux planificateurs, ingénieurs, architectes ainsi
qu'aux transformateurs et utilisateurs du bois. Lignatec est utilisé
également dans l'enseignement.

Un classeur est disponible auprès de Lignum.

Les membres de Lignum reçoivent Lignatec gratuitement à parution.

Exemplaires supplémentaire pour les membres CHF 15.–

Exemplaires pour non membre CHF 35.–

Classeur vide CHF 10.–

Prix sous réserve de modification

Le copyright de cette documentation est propriété de Lignum,
Economie suisse du bois, Zurich. Toute reproduction n'est autori-
sée qu'avec l'accord exprès et écrit de l'éditeur.

Exclusion de responsabilité

La présente publication a été produite avec le plus grand soin
et selon les meilleures connaissances. Les éditeurs et les auteurs
ne répondent pas de dommages pouvant résulter de l'utilisation
et de l'application de cette publication.

LIGNUM

Economie suisse du bois
En Budron H6, 1052 Le Mont-sur-Lausanne
Tel. 021 652 62 22, Fax 021 652 93 41
info@cedotec.ch, info@lignum.ch
www.cedotec.ch, www.lignum.ch

Lignatec 23/2008

Conception parasismique des bâtiments en bois
Parution décembre 2008
Edition française: 2000 exemplaires
ISSN 1421-0312