

Directive

du 27 juin 2018

sur la sécurité parasismique des bâtiments

La direction de l'Etablissement cantonal d'assurance des bâtiments

Vu l'article 57 de la loi du 9 septembre 2016 sur l'assurance immobilière, la prévention et les secours en matière de feu et d'éléments naturels (LECAB) ;

Vu l'article 58 du règlement du 18 juin 2018 sur l'assurance immobilière, la prévention et les secours en matière de feu et d'éléments naturels (RECAB) ;

Vu le règlement du 20 juin 2018 sur la prévention de l'établissement cantonal d'assurance des bâtiments,

Adopte ce qui suit :

Art. 1 Introduction

L'aléa sismique en Suisse est considéré comme modéré par rapport à d'autres pays. De forts séismes, jusqu'à une magnitude de 7, peuvent s'y produire, mais beaucoup plus rarement que dans des pays à haute sismicité. En Suisse, la terre tremble en moyenne 500 à 800 fois par an, mais seuls 10 à 15 événements sont perceptibles par l'homme. C'est aussi le cas dans notre région. On peut citer par exemple le tremblement de terre du 14 février 1999 à Marly et celui du 1^{er} juillet 2017 à Château-d'Ex. Ces deux événements ont atteint une magnitude de 4,3. Heureusement, ils n'ont causé que des dommages de peu d'importance. Historiquement, douze tremblements de terre causant des dégâts importants ont été documentés en Suisse depuis le XIII^e siècle, en particulier en 1946 à Sierre (magnitude 5,8), en 1601 en Suisse centrale (magnitude 5,9) et en 1356 à Bâle (magnitude 6,6). Ces événements nous rappellent que le danger est bien réel même en Suisse.

Des tremblements de terre de cette ampleur peuvent très vraisemblablement encore se produire à l'avenir, d'où la nécessité d'agir pour protéger les personnes et les bâtiments. Des dispositions simples pour la sécurité parasismique des bâtiments sont actuellement en vigueur et doivent être respectées par les architectes, par les ingénieurs civils ainsi que par tous les partenaires intervenant dans la construction. La loi du 2 décembre 2008 sur l'aménagement du territoire et les constructions (LATeC) prévoit à l'article 127 le respect des normes sismiques en vigueur. L'Etablissement cantonal d'assurance des bâtiments (ECAB) est le centre de compétence et l'autorité d'exécution sur le plan cantonal en ce qui concerne la sécurité parasismique.

La majorité des spécialistes des constructions parasismiques s'accordent à dire qu'*aucun calcul ne remplace un bon concept parasismique*. Les acteurs de la construction (maîtres d'ouvrage, architectes, ingénieurs, etc.) doivent se réunir afin de définir les objectifs à atteindre et penser dès les premières esquisses aux éléments importants qui garantiront la sécurité parasismique. Les calculs et le dimensionnement, aussi élaborés soient-ils, ne peuvent pas compenser les erreurs ou les défauts parasismiques de conception de la structure porteuse ni dans le choix des éléments secondaires (non porteurs).

Art. 2 Objectif

L'objectif de la présente directive est la bonne exécution du mandat légal confié à l'Etablissement cantonal d'assurance des bâtiments par la loi du 2 décembre 2008 sur l'aménagement du territoire et les constructions (LATeC). Elle doit expliquer aux auteurs de projets, architectes et ingénieurs, la procédure à respecter, en particulier celle concernant la procédure d'octroi de permis de construire.

La présente directive est aussi une aide pour une prise en compte le plus tôt possible dans le projet d'un concept parasismique et informe l'ingénieur mandaté sur les documents à préparer.

Art. 3 Objectif de protection

La planification parasismique vise à garantir la protection des personnes, la limitation des dommages et le bon fonctionnement d'ouvrages importants sous l'action du séisme de dimensionnement (voir aussi Protection des infrastructures critiques ; Office fédéral de la protection de la population OFPP).

Processus	Classe d'ouvrages	Objectif de protection	
Tremblements de terre	CO I	<p>Sécurité structurale :</p> <p>$T = 475$ ans</p> <p>$\gamma_f = 1.0^{[1]}$</p> <p>Aptitude au service :</p>	<p>Le système porteur assure la stabilité globale et garantit une résistance suffisante de la structure porteuse contre l'action sismique.</p> <p>Il n'est pas obligatoire de fournir une preuve de l'aptitude au service.</p>
	CO II	<p>Sécurité structurale :</p> <p>$T = 475$ ans</p> <p>$\gamma_f = 1.2^{[1]}$</p> <p>(correspond environ à une période de retour de 800 ans)^[2]</p> <p>Aptitude au service :</p>	<p>Le système porteur assure la stabilité globale et garantit une résistance suffisante de la structure porteuse contre l'action sismique.</p> <p>Il n'est pas obligatoire de fournir une preuve de l'aptitude au service.</p>
	CO III	<p>Sécurité structurale</p> <p>$T = 475$ ans</p> <p>$\gamma_f = 1.4^{[1]}$</p> <p>(correspond environ à une période de retour de 1200 ans)^[2]</p> <p>Aptitude au service :</p> <p>$T = 475$ ans</p> <p>$0.5 * \gamma_f = 0.7^{[1]}$</p> <p>(correspond environ à une période de retour de 200 ans)^[2]</p>	<p>Le système porteur assure la stabilité globale et garantit une résistance suffisante de la structure porteuse contre l'action sismique</p> <p>Il est obligatoire de fournir une preuve de l'aptitude au service.</p>

Tableau 1 – Objectifs de protection

[1] facteur d'importance selon SIA 261.

[2] L'échelle de l'action sismique calculée à l'aide du facteur d'importance correspond à une prolongation de la période de retour du séisme de dimensionnement. [Dimensionnement parasismique avec les nouvelles normes SIA sur les structures porteuses, cours de formation continue de la SGEB du 07.10.2004 Thomas Wenk; Alessandro Dazio; Ehrfried Kölz; Pierino Lestuzzi].

Art. 4 Bases

4.1 Lois, ordonnances, prescriptions, normes, directives

Loi du 2 décembre 2008 sur l'aménagement du territoire et les constructions (LATEC)

TITRE III Constructions

Chapitre 8 Règles de construction

Art. 127 Sécurité parasismique

1 Les nouvelles constructions et installations doivent respecter les normes des structures porteuses de la SIA.

2 Le maître de l'ouvrage procède à une évaluation de la sécurité parasismique en cas de transformations notables d'une construction ou installation :

- a) destinée à accueillir des grands rassemblements de personnes,*
- b) ayant une fonction d'infrastructure importante ou*
- c) présentant un risque d'atteinte à l'environnement.*

3 Ces ouvrages doivent être renforcés si cette protection parasismique respecte le principe de la proportionnalité et est raisonnablement exigible.

Loi du 9 septembre 2016 sur l'assurance immobilière, la prévention et les secours en matière de feu et d'éléments naturels (LECAB)

Art. 57 Sécurité parasismique

L'Etablissement est le centre de compétence et l'autorité d'exécution sur le plan cantonal en ce qui concerne la sécurité parasismique.

Règlement du 18 juin 2018 sur l'assurance immobilière, la prévention et les secours en matière de feu et d'éléments naturels (RECAB)

Art. 58 Sécurité parasismique

1 Pour toutes les nouvelles constructions et installations, pour les transformations et agrandissements notables et pour les changements d'affectation, le ou la propriétaire doit fournir une attestation, émanant d'une personne qualifiée, certifiant que l'ouvrage respecte les normes de la Société suisse des ingénieurs et des architectes (SIA) en matière de structures porteuses.

2 Les demandes de permis qui ont pour objet la construction d'un ouvrage nécessitant une protection accrue doivent être accompagnées d'un concept parasismique et celles qui ont pour objet une transformation notable d'un tel ouvrage, d'une évaluation de la sécurité parasismique.

3 A la fin des travaux de construction d'un ouvrage nécessitant une protection accrue, un certificat de conformité parasismique doit être remis à l'Etablissement.

4 L'Etablissement fixe la procédure et les documents à fournir.

4.2 Champ d'application

La présente directive s'applique, en complément des normes SIA pour les structures porteuses, pour la planification et la réalisation de projets pour lesquels des exigences en matière de sécurité sismique sont imposées.

4.3 Normes

Les normes techniques généralement reconnues dans le domaine de la construction représentent ce que l'on appelle les « règles de l'art reconnues ». La prise en compte de règles de l'art reconnues fait partie du devoir de diligence des spécialistes de la construction ; et le commanditaire d'un ouvrage peut normalement présupposer leur prise en compte.

Art. 5 Principes

Pour garantir la résistance aux séismes d'un bâtiment, il faut prévoir des éléments stabilisateurs, qui sont en principe déjà présents dans les constructions sous forme de murs de refends, de contreventements ou de noyaux de cages d'escaliers. Ces éléments doivent parcourir toute la hauteur du bâtiment. Les passages et ouvertures dans ces éléments fortement sollicités doivent être évités à tout prix et planifiés en concertation avec l'ingénieur. De nombreux effondrements de bâtiments lors de tremblements de terre sont dus au fait qu'au rez-de-chaussée, les contreventements ont été interrompus et remplacés par des piliers. Il en résulte ce qu'on appelle un « étage flexible » (*soft storey*), qu'il faut éviter à tout prix.

En règle générale, deux refends par direction principale suffisent. On disposera des contreventements, de préférence symétriquement, à la périphérie du bâtiment (le plus éloigné possible du centre de masse). Le centre de masse et le centre de rigidité sont proches l'un de l'autre, et la torsion (torsion autour de l'axe vertical) sur le bâtiment est ainsi réduite. Les refends peuvent être relativement courts dans le plan horizontal (p.ex. de 3 à 6 m ou environ 1/3 à 1/5 de la hauteur du bâtiment), mais doivent parcourir toute la hauteur du bâtiment.

En changeant la section des contreventements d'un étage à l'autre, on crée des discontinuités et on provoque de brusques variations de rigidité et de résistance du bâtiment. Il peut en résulter des hétérogénéités dans le comportement dynamique. Le décalage des éléments de contreventement doit également être évité, car les forces ne sont pas transmises correctement, ce qui conduit également à des solutions compliquées et coûteuses. En tout cas, le plus grand soin doit être apporté au calcul des efforts et au dimensionnement de l'ensemble du système ainsi qu'à la mise en œuvre des dispositions constructives des zones de connexion.

Les systèmes porteurs mixtes (p.ex. constructions à ossature en béton armé avec parois porteuses en maçonnerie ou des remplissages) ont un comportement très défavorable lors de tremblements de terre. De grandes différences de rigidité signifient que les forces sont largement absorbées par les murs en maçonnerie. Lorsque ceux-ci cèdent sous l'action sismique, ils ne sont plus en mesure de reprendre les charges verticales, ce qui provoque généralement l'effondrement total du bâtiment.

Les assemblages d'éléments préfabriqués doivent faire l'objet d'une attention particulière, car ils peuvent être très vulnérables s'ils ne sont pas dimensionnés de manière adéquate. Un nombre suffisant de fixations contre le basculement, de goujons et d'appuis suffisamment longs doit être disposé conformément aux normes parasismiques. Les planchers préfabriqués doivent être revêtus d'une couche de béton armé parfaitement solidaire.

L'entrechoquement de bâtiments contigus est susceptible de provoquer d'importants dégâts, si ce n'est leur effondrement. C'est pourquoi il est impératif de prévoir des joints conformes aux règles de l'art. Cela signifie qu'ils doivent être suffisamment larges et qu'ils ne doivent présenter aucun point de contact.

Dans les bâtiments à plusieurs étages, les dalles doivent se comporter comme des diaphragmes pratiquement rigides. Ainsi, elles sont à même d'assurer la solidarité entre les éléments dans le plan horizontal. Elles doivent être reliées aux murs porteurs de manière résistante au cisaillement afin de garantir la transmission des forces. Il faut éviter de prévoir de grosses ouvertures (p.ex. gaine technique) à proximité d'un mur porteur.

La sécurité parasismique des bâtiments dépend étroitement de la faculté des fondations à transmettre les forces sismiques. Les fondations devraient toujours rester dans un état élastique, car les déformations plastiques à leur niveau occasionnent généralement des déplacements et des sollicitations supplémentaires incontrôlés dans les étages supérieurs.

Dans certains terrains, l'ampleur des mouvements du sol peut diverger notablement des valeurs tirées du spectre de réponse de dimensionnement figurant dans les normes. Dans de tels cas, des analyses spéciales, appelées microzonages, sont nécessaires pour les quantifier. C'est particulièrement le cas pour les sols mous. En présence de sols sablonneux ou limoneux saturés en eau, un phénomène de liquéfaction peut se mettre en place. Le sol se comporte soudainement comme un liquide sous l'action sismique. Des bâtiments entiers peuvent s'enfoncer dans le sol ou s'incliner. C'est pourquoi il faut étudier le danger de liquéfaction des sols sableux ou limoneux en présence d'eau. Des mesures telles que des injections ou des fondations sur pieux permettent d'éviter ce phénomène.

Les éléments secondaires tels que les cloisons non porteuses, les faux-plafonds, les éléments de façade, les installations, les conduites de ventilation et les équipements doivent être fixés de telle sorte qu'ils puissent transmettre les forces dues aux accélérations horizontales et verticales. Sont surtout concernés les ouvrages appartenant aux «lifelines», c'est-à-dire aux infrastructures vitales qui doivent rester fonctionnelles après un tremblement de terre.

Art. 6 Procédure

6.1 Système des classes d'ouvrages

Un critère important dans la procédure de vérification des constructions est la classe d'ouvrages (CO). La classe d'ouvrages est dépendante des risques que représente la destruction partielle ou totale du bâtiment. Elle tient compte du nombre de personnes exposées, de l'importance stratégique du bâtiment pour la gestion d'une catastrophe ainsi que des risques chimiques ou biologiques que le bâtiment peut représenter.

La norme SIA 261 « Actions sur les structures porteuses » distingue trois classes d'ouvrages pour les nouveaux bâtiments (pour plus de détails voir annexe 1) :

- La CO I qui sont les habitations, les bâtiments administratifs, artisanaux, etc.
- La CO II qui sont en priorité les bâtiments scolaires, les centres commerciaux, les salles de spectacle ainsi que les bâtiments de CO I qui peuvent accueillir en moyenne plus de 50 personnes par an.
- La CO III correspond aux hôpitaux de soins aigus, les garages pour ambulances, les centres de renfort des sapeurs-pompiers, les centrales d'alarme de la police ainsi que les installations ou entreprises qui présentent un risque chimique ou biologique important.

Pour les ouvrages existants, la norme SIA 269/8 « Maintenance des structures porteuses – Séismes » distingue cinq classes d'ouvrages et détermine pour chacune d'elles un facteur de conformité minimal :

Classe d'ouvrages	Facteur de conformité minimal α_{min}
CO I	0,25
CO II (sans CO II-s et CO II-i)	0,25
CO II-s (écoles et jardins d'enfants)	0,40
CO II-i (ouvrages ayant une fonction d'infrastructure importante)	0,40
CO III	0,40

Tableau 2 – Extrait de la norme SIA 269/8, tableau 1 : facteurs de conformité minimaux α_{min} pour la sécurité structurale

6.2 Détermination des classes d'ouvrages

L'Etablissement cantonal d'assurance vérifie la classe d'ouvrages quant à la sécurité parasismique. En cas de doute, et en particulier pour les bâtiments et installations complexes, il est conseillé de préalablement demander au centre de compétence Prévention de l'ECAB une confirmation de la classe d'ouvrages.

Le tableau 25 ne s'applique pas aux ouvrages soumis à l'ordonnance sur les accidents majeurs, pour lesquels une évaluation des risques est requise. Pour ces ouvrages, l'action sismique et les règles de planification d'un projet conforme aux exigences parasismiques sont déterminées dans le cadre de l'évaluation des risques.

6.3 Détermination de la zone sismique et de la classe de terrain de fondation

Le risque lié aux dommages dus aux tremblements de terre est calculé à partir d'une combinaison entre l'aléa sismique, le potentiel d'amplification du sous-sol local, les valeurs exposées et leur vulnérabilité. La carte des zones sismiques et la carte des classes de terrains de fondation permettent de déterminer l'action sismique à considérer pour le dimensionnement ou la vérification de structures porteuses (voir annexe II et III).

L'aléa sismique représente la probabilité d'occurrence d'un tremblement de terre d'une certaine magnitude en Suisse. Il est souvent représenté par des cartes d'accélération du sol ou d'accélération spectrale (spectres de réponse) sur le rocher de référence pour différentes probabilités d'occurrence ou périodes de retour. La Suisse a été divisée en 4 zones (1, 2, 3a et 3b) sur la base de l'aléa sismique, la zone 1 présentant la plus faible accélération du sol. La norme SIA 261 (annexe F) contient la carte montrant ces zones.

La carte des classes de terrains de fondation est établie sur la base des informations géologiques, géophysiques et géotechniques disponibles. Pour chaque classe de terrain de fondation, allant de A à E, la norme SIA 261 associe un spectre de réponse élastique en accélération horizontale qui sert de base à la détermination de l'action sismique pour le dimensionnement ou la vérification des structures porteuses.

La classe F qui n'est pas associée à un spectre caractéristique nécessite des études afin de déterminer un spectre de réponse spécifique à la zone analysée. Pour la classe F, il peut également s'avérer nécessaire de mener des études afin de confirmer ou d'infirmer le potentiel pour des effets induits, tels que la liquéfaction ou la thixotropie [voir aussi Microzonage sismique du canton de Fribourg - Cartographie au 1:25'000 des terrains de fondation selon la norme SIA 261].

6.4 Procédure à suivre lors de transformations

La loi sur l'aménagement du territoire et les constructions prévoit à l'article 127 que les bâtiments existants fassent l'objet d'une évaluation de leur sécurité parasismique en cas de transformations notables. Quant au règlement sur l'assurance immobilière, il prévoit à l'article 58 que les demandes de permis qui ont pour objet la construction d'un ouvrage nécessitant une protection accrue et celles qui ont pour objet une transformation notable d'un tel ouvrage doivent être accompagnées d'une évaluation de la sécurité parasismique.

Lors de transformations, il est souvent nécessaire d'effectuer au préalable un contrôle de la structure existante du bâtiment. Ce contrôle consiste à s'assurer que la structure, qui a été dimensionnée sur la base d'anciennes normes, satisfera aux exigences actuelles après la transformation. C'est la raison pour laquelle, l'ECAB recommande aux architectes de faire appel aux services d'un ingénieur civil diplômé pour ces travaux.

Les résultats de cette étude permettront d'introduire des mesures de confortement qui feront alors partie intégrante du projet et du concept parasismique.

La norme SIA 269/8 décrit la procédure qui doit être appliquée ici. Pour les bâtiments de la classe d'ouvrages III, pour lesquels une défaillance localisée peut avoir un impact majeur, des évaluations et des vérifications supplémentaires doivent être fournies (fonctionnalité ou effondrement partiel sur les bâtiments voisins). La structure du bâtiment doit être renforcée si le facteur de conformité α_{eff} selon la norme SIA 269/8 est insuffisant ou si le principe de proportionnalité des mesures est respecté (vu l'article 7 du règlement du 20 juin 2018 sur la prévention de l'Etablissement cantonal d'assurance des bâtiments).

Au cas où une autre méthode serait utilisée, l'ingénieur responsable du projet devra démontrer que cette méthode est reconnue et éprouvée.

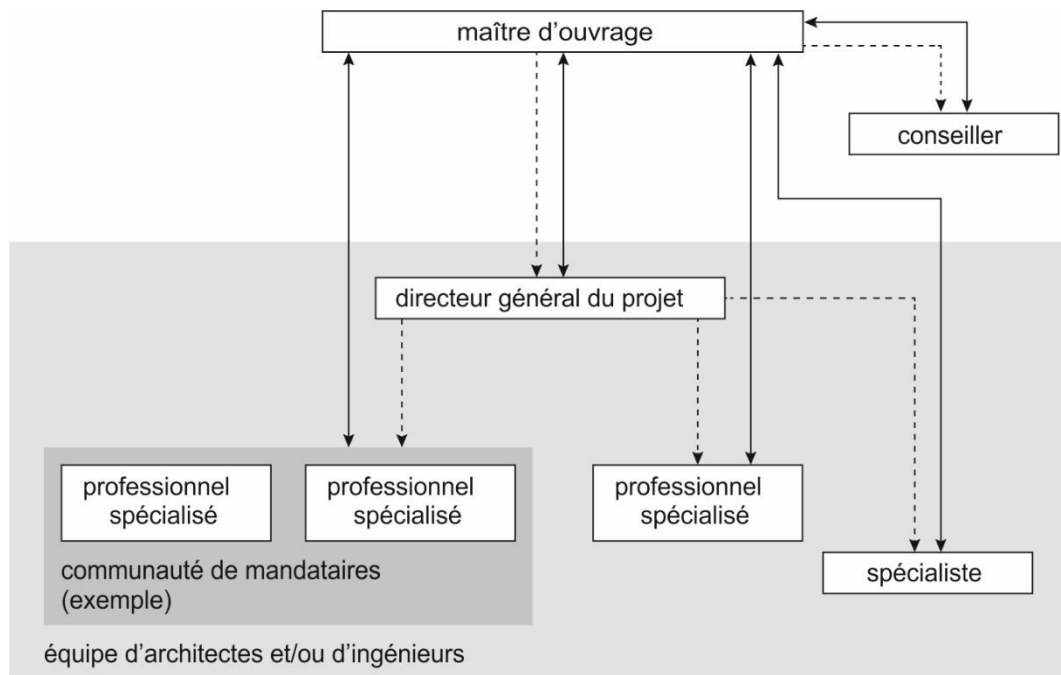
6.5 Réception des travaux

A la fin des travaux de construction d'un ouvrage nécessitant une protection accrue (CO II et III), l'ingénieur civil rédigera un certificat de conformité parasismique.

Au moyen de ce certificat, l'ingénieur atteste que les mesures parasismiques requises ont été mises en œuvre correctement, que les normes en vigueur, à savoir les normes SIA 260 à 269 ont été appliquées et respectées sans restriction, que l'action d'un tremblement de terre a été prise en compte dans le dimensionnement des murs porteurs, que les matériaux de ces derniers ont été contrôlés sur le chantier et qu'ils sont conformes aux plans d'exécution.

Art. 7 Exemples de formes d'organisation

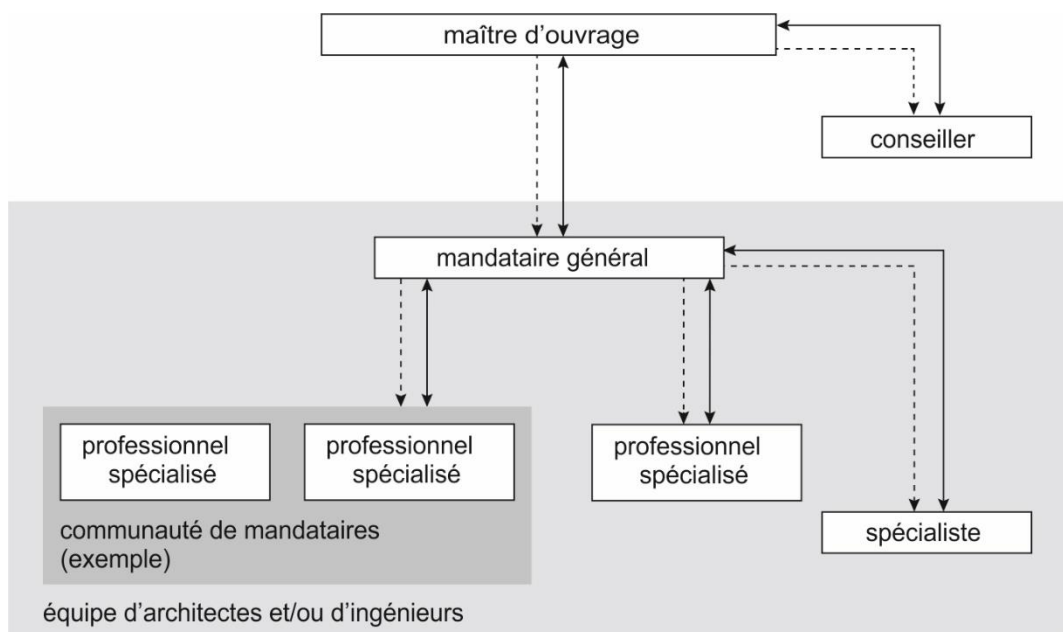
Mandataires individuels (exemple)



-----> Direction, coordination et autorisation de donner des instructions

====> Contrats

Mandataire général (exemple)



-----> Direction, coordination et autorisation de donner des instructions

====> Contrats

Figure 1 – Extrait de la norme 112:2014 © Copyright by SIA Zurich

Art. 8 Processus pour la sécurité parasismique des bâtiments

Début	X = responsable S = soutien 1) Lorsque le projeteur ne possède pas les connaissances spécifiques nécessaires, il fera appel à un spécialiste du domaine en question.						Maître d'ouvrage (propriétaire)	Responsable de l'ensemble du projet (architecte)	Projeteur (ingénieur)	Entreprise (installateur)	Autorité (ECAB)	<i>Aides de travail</i>	
Définition du projet	Descriptif des tâches											<i>Modèles ECAB</i>	
Organisation de projet	Formulation des buts du projet, convention d'utilisation, occupation.	X											
	Désignation du responsable de l'ensemble du projet, du projeteur.	X	S										
	Mise en place de l'organisation de projet.	S	X										

		<p>X = responsable</p> <p>S = soutien</p> <p>2) Lorsque le projeteur ne possède pas les connaissances spécifiques nécessaires, il fera appel à un spécialiste du domaine en question.</p>	Maitre d'ouvrage (propriétaire)	Responsable de l'ensemble du projet (architecte)	Projeteur (ingénieur)	Entreprise (installateur)	Autorité (ECAB)	Aides de travail
Organisation de projet		Descriptif des tâches						
Projet	Concept de projet	Elaboration du concept de projet.	X	S				
		Attribution de la classe d'ouvrages, de la zone sismique et de la classe de terrain de fondation, définition des objectifs de protection et étude de faisabilité en matière de sécurité parasismique.			X		S	SIA 261 Microzonages Rapport du géologue
Avant-projet	Avant-projet	Concept statique quant à l'action accidentelle du tremblement de terre. Détermination des éléments porteurs prévus pour la reprise des efforts sismiques.		S	X			SIA 260-269 Modèles ECAB Discussion avec l'ECAB
	Projet définitif	Elaboration du projet définitif complet. Elaboration du projet définitif pour le volet « tremblement de terre ». Dimensionnement des éléments porteurs.	S	X	S			SIA 260-269 Modèles ECAB Discussion avec l'ECAB
Projet définitif	Demande de permis de construire	Elaboration de la demande de permis de construire.		X				SIA 260-269 Modèles ECAB
		Elaboration des documents pour le volet « tremblement de terre » (rapport sur le dimensionnement en matière de tremblement de terre, plans et éventuellement note de calcul) en vue de la demande d'octroi de permis de construire.		S	X			Discussion avec l'ECAB ou le spécialiste Formulaire B
	Demande de permis de construire.	X	S					
Phase d'autorisation	Exigences en matière de sécurité parasismique pour l'obtention du permis de construire	Examen de la demande de permis de construire quant à la sécurité parasismique. Elaboration d'un préavis avec les exigences pour le concept parasismique.					X	Faire appel à un spécialiste dans le domaine des séismes

Appel d'offres

Exigences en matière de mesures parasismiques pour l'obtention du permis de construire

Planification provisoire de l'exécution

Appel d'offres

Comparaison des offres, attribution

<p>X = responsable S = soutien</p> <p>3) Lorsque le projeteur ne possède pas les connaissances spécifiques nécessaires, il fera appel à un spécialiste du domaine en question.</p>							
	Maître d'ouvrage (propriétaire)	Responsable de l'ensemble du projet (architecte)	Projeteur (ingénieur)	Entreprise (installateur)	Autorité (ECAB)	Aides de travail	
Descriptif des tâches							

Elaboration des plans d'exécution provisoires en intégrant les exigences parasismiques.		X	S				
---	--	---	---	--	--	--	--

Elaboration des documents d'appel d'offres pour le volet « tremblement de terre ».			X				
Elaboration des documents d'appel d'offres avec exigences posées quant aux matériaux, à l'exécution et au système de gestion de la qualité.		X	S	S			
Contrôle des documents d'appel d'offres pour le volet « tremblement de terre ».			X				

Vérification des variantes d'entreprise.		X	S				
Proposition d'adjudication, élaboration du contrat d'entreprise.		X					
Attribution, commande.	X						

Réalisation	Planification de l'exécution	Comparaison des offres, attribution		X = responsable S = soutien 4) Lorsque le projeteur ne possède pas les connaissances spécifiques nécessaires, il fera appel à un spécialiste du domaine en question.	Maître d'ouvrage (propriétaire)	Responsable de l'ensemble du projet (architecte)	Projeteur (ingénieur)	Entreprise (installateur)	Autorité (ECAB)	Aides de travail
		Descriptif des tâches								
	Planification de l'exécution	Projet détaillé, vérifications (sécurité parasismique, protection incendie, physique du bâtiment, statique, etc.).	X	S	S					
		Projet parasismique détaillé, vérifications pour la sécurité structurale et l'aptitude au service.		X	S					
		Elaboration des plans d'exécution.	X	S						
		Elaboration du programme de contrôle pour le volet « tremblement de terre ».		X						
		Elaboration et remise des vérifications parasismiques en vue de l'obtention de l'autorisation sur le plan parasismique.		X						Modèle de rapport parasismique
	Validation des plans d'exécution	Contrôle final de ses propres plans d'exécution.	X	X						
		Contrôle des plans d'exécution pour le volet « tremblement de terre ».		X						
		Contrôle et approbation des plans d'exécution établis par les projeteurs.	X							
	Planification de production et de montage Travaux préparatoires	Elaboration de l'ensemble de la planification de la production et du montage ainsi que des travaux préparatoires. Elaboration d'un programme de contrôle interne.					X			
	Autorisation de mise en production et de montage	Contrôle final des plans de production et de montage.			X					
		Contrôle des plans de production et de montage pour le volet « tremblement de terre ».		X						
		Contrôle et approbation des plans d'exécution établis par les projeteurs.	X							

Réalisation	Exécution	Production et montage	Direction des travaux.		X				
			Direction des travaux au niveau de la sécurité parasismique.			X			
			Production et montage avec contrôle interne continu des travaux d'une exécution conforme à la planification et dans les règles de l'art.				X		
			Contrôle continu de l'exécution pour le volet « tremblement de terre » (atelier, gros œuvre, aménagements intérieurs).	S	X				
	Mise en service	Réception	Contrôle final des travaux effectués quant à leur exécution conforme à la planification et dans les règles de l'art.				X		
			Réception des travaux effectués en ce qui concerne la sécurité parasismique.	S	X	S			
			Réception par les autorités en ce qui concerne la sécurité parasismique.			S		X	<i>Checklist de l'ECAB</i>
			Réception de l'ouvrage et de ses parties.	S	X	S			
		Documentation	Préparation et remise des documents de contrôle pour le volet « tremblement de terre ».			X			
			Mise à jour et remise des plans de production et de montage (réalisation effective).				X		
			Mise à jour et remise des plans d'exécution (conformes à l'exécution).		X				
			Compilation et remise de la documentation de l'ouvrage.		X				
Achèvement	Elaboration de la déclaration de conformité parasismique.	S		X	S	S	<i>Modèle de rapport de conformité</i>		
	Remise de la déclaration de conformité parasismique.	X		S					

		X = responsable S = soutien					Aides de travail
		Maitre d'ouvrage (propriétaire)	Responsable de l'ensemble du projet (architecte)	Projeteur (ingénieur)	Entreprise (installateur)	Autorité (ECAB)	
Exploitation	Achèvement	5) Lorsque le projeteur ne possède pas les connaissances spécifiques nécessaires, il fera appel à un spécialiste du domaine en question.					
	Exploitation	Garantie de la sécurité parasismique.	X				
	Maintenance	Maintenance des éléments de construction parasismiques.	X				
	Changement d'affectation, transformation	Nouvelle évaluation et garantie de la sécurité parasismique.	X			S	SIA 269/8 Modèles ECAB
		Descriptif des tâches					
		Contrôle périodique des bâtiments et autres ouvrages.				X	Checklist de l'ECAB

Tableau 3 – Processus pour la sécurité parasismique

8.1 Tâches du maître d'ouvrage (propriétaires et exploitants)

Organisation	Projet	Appel d'offres	Réalisation	Exploitation	<p>Le maître d'ouvrage définit les buts du projet, en particulier l'affectation prévue du bâtiment ou de l'ouvrage dans une convention d'utilisation à cet effet.</p> <p>Le maître d'ouvrage met sur pied l'organisation du projet concernant l'objet en question et mandate des personnes compétentes pour assurer la sécurité parasismique, la gestion du projet et l'assurance qualité.</p> <p>Le maître d'ouvrage désigne un responsable de l'ensemble du projet. Cette personne assume la direction de l'ensemble de l'opération et représente le maître d'ouvrage. Cette position est généralement occupée par l'architecte.</p> <p>Le maître d'ouvrage mandate un ingénieur pour la sécurité parasismique (il s'agit généralement de l'ingénieur civil). Cette personne est responsable de la sécurité parasismique tant sous les aspects techniques qu'organisationnels. Elle fait le lien entre le maître d'ouvrage, les entreprises exécutantes et le centre de compétence Prévention.</p> <p>Le maître d'ouvrage procède à la demande de permis de construire.</p> <p>Le maître d'ouvrage mandate sur demande de l'autorité compétente une entreprise spécialisée en sécurité parasismique.</p> <p>Le maître d'ouvrage confie à une entreprise la réalisation des travaux. Son offre doit correspondre aux exigences de la sécurité parasismique en ce qui concerne les matériaux, les éléments de construction et la gestion de la qualité. Elle doit disposer des compétences adéquates, de l'expérience et des capacités nécessaires dans ce domaine.</p> <p>Avant l'entrée en possession du bâtiment ou de l'ouvrage, le maître d'ouvrage signe la déclaration de conformité de sécurité parasismique et certifie devant l'autorité compétente que les mesures parasismiques planifiées ont été mises en œuvre correctement, que les normes en vigueur, à savoir les normes SIA 260 à 267 (ou la norme 269 pour la maintenance des structures) ont été appliquées et respectées sans restriction, que l'action d'un tremblement de terre a été prise en compte dans le dimensionnement des murs porteurs, que les matériaux de ces derniers ont été contrôlés sur le chantier et qu'ils sont conformes aux plans d'exécution.</p> <p>(s'il ne dispose pas des connaissances techniques nécessaires, il s'appuie sur la déclaration de conformité de l'ingénieur responsable).</p> <p>Le propriétaire ou l'exploitant est responsable du maintien des dispositifs de protection contre les tremblements de terre. La sécurité parasismique doit être vérifiée en particulier lors de travaux de transformation.</p>
	Projet		Réalisation	Exploitation	

Tableau 4 – Descriptif des tâches du maître d'ouvrage

8.2 Tâches du responsable de l'ensemble du projet

Organisation	Projet	Appel d'offres	Réalisation	Exploitation	<p>Le responsable de l'ensemble du projet endosse la responsabilité de la réalisation des objectifs dans la conception et la construction des bâtiments et des autres ouvrages.</p> <p>Le responsable de l'ensemble du projet endosse la responsabilité de l'assurance qualité dans la conception et la construction des bâtiments et des autres ouvrages.</p> <p>Le responsable de l'ensemble du projet met en place pour son activité une gestion efficace de la qualité et s'assure que les projeteurs en font de même.</p> <p>Le système de qualité utilisé ne doit pas être obligatoirement certifié. Les documents de l'assurance qualité doivent être produits sous une forme contrôlable et archivés dans le dossier de l'ouvrage pendant au moins dix ans.</p> <p>Le responsable de l'ensemble du projet est responsable de la communication avec le maître d'ouvrage et organise le flux d'informations entre les intervenants.</p> <p>Le responsable de l'ensemble du projet est responsable de l'exécution complète et professionnelle de la planification, des appels d'offres, de l'exécution des travaux, des réceptions par l'autorité et des instructions aux maîtres d'ouvrage. Il peut déléguer l'exécution ou la supervision de certaines tâches subalternes à des spécialistes ou aux entreprises exécutantes. La responsabilité générale lui incombe cependant, en particulier pour ce qui concerne l'interface entre les différents corps de métiers.</p> <p>Le responsable de l'ensemble du projet s'assure de la mise en place d'une organisation de projet adaptée au projet de construction. Cette organisation comprend en particulier les tâches suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • définition des exigences importantes de la gestion de la qualité des processus et orientée produits ; • définition des exigences pour chaque tâche et fonction qui influencent la qualité ; • élaboration d'un programme de contrôle systématique ; • orientation des spécialistes et des entreprises mandatés quant aux aspects importants pour la sécurité parasismique lors de la planification et l'exécution ; • organisation explicite et par écrit des interfaces entre les différents projeteurs ; • coordination et direction des spécialistes mandatés ; • garantie du flux et des échanges d'informations ; • organisation de séances régulières de coordination et de chantier ; • rédaction de protocoles de séance et tenue d'un journal de chantier ; • respect des étapes du processus planifié ; • organisation de la réception de l'ouvrage par l'autorité. <p>Le responsable de l'ensemble du projet s'assure que les projeteurs spécialisés mandatés aient de solides connaissances des prescriptions de protection contre les tremblements de terre, des normes en vigueur et de l'état de la technique dans le domaine concerné en vue de la planification technique et de la conduite technique des travaux.</p>
--------------	--------	----------------	-------------	--------------	---

Projet		<p>Le responsable de l'ensemble du projet s'assure qu'un concept de projet soit développé et que sa faisabilité en ce qui concerne la protection contre les tremblements de terre soit prise en compte. La base du projet est constituée par la formulation des buts du projet et la définition de l'affectation par le maître de l'ouvrage.</p>
	Appel d'offres	<p>Le responsable de l'ensemble du projet s'assure qu'un avant-projet complet soit élaboré, comprenant un concept de construction et de matérialisation ainsi qu'une convention d'utilisation.</p> <p>Le responsable de l'ensemble du projet s'assure qu'un projet complet soit élaboré et contrôlé en ce qui concerne la sécurité parasismique.</p> <p>Le responsable de l'ensemble du projet s'assure qu'une demande de permis de construire complète soit élaborée et adressée à l'autorité compétente.</p> <p>Le responsable de l'ensemble du projet fait en sorte que les documents d'appel d'offres soient élaborés sur la base des plans d'exécution provisoires en considérant les exigences de sécurité parasismique et qu'ils soient contrôlés par rapport à ce critère.</p> <p>Le responsable de l'ensemble du projet s'assure que les éventuelles variantes d'entreprise soient contrôlées en ce qui concerne la sécurité parasismique et émet une proposition d'adjudication.</p> <p>Le responsable de l'ensemble du projet s'assure que le contrat d'entreprise mentionne de manière explicite les prestations, les exigences posées aux matériaux et aux éléments de construction, ainsi qu'à la gestion de la qualité par l'entrepreneur.</p>
	Réalisation	<p>Le responsable de l'ensemble du projet s'assure qu'il existe une planification complète de l'exécution et que les plans d'exécution ainsi que ceux de production et de montage soient contrôlés en ce qui concerne la sécurité parasismique.</p> <p>Le responsable de l'ensemble du projet s'assure que les fonctions importantes, en ce qui concerne la sécurité parasismique, des éléments de construction et des installations existants restent assurées si cela est nécessaire.</p> <p>Le responsable de l'ensemble du projet s'assure que dans la phase d'aménagement intérieur, les entreprises participantes soient informées de manière détaillée sur la situation et la fonction des éléments de construction et des installations importants pour la sécurité parasismique.</p> <p>Le responsable de l'ensemble du projet s'assure que les travaux d'aménagement prévus par les locataires soient conformes au concept parasismique concernant l'ensemble du second œuvre.</p> <p>Le responsable de l'ensemble du projet s'assure que les mesures d'assurance qualité des entrepreneurs soient supervisées et que l'exécution soit contrôlée en ce qui concerne la sécurité parasismique.</p> <p>Le responsable de l'ensemble du projet s'assure que soient effectués les mises en service, les correctifs des défauts et les réceptions intermédiaires et finales des ouvrages et des installations par l'autorité.</p> <p>Le responsable de l'ensemble du projet s'assure que les plans d'exécution ont été mis à jour afin de refléter les travaux réalisés et que la documentation de l'ouvrage soit élaborée.</p>

Tableau 5 – Descriptif des tâches du responsable de l'ensemble du projet

8.3 Tâches de l'ingénieur / du projeteur

Organisation	Projet	Appel d'offres	Réalisation	Exploitation	<p>L'ingénieur responsable de la sécurité parasismique est responsable de l'assurance qualité pour le projet, l'appel d'offres et la réalisation de toutes les mesures constructives de protection contre les tremblements de terre.</p> <p>L'ingénieur responsable de la sécurité parasismique met en place pour son activité une gestion efficace de la qualité. Le système de qualité utilisé ne doit pas être obligatoirement certifié. Les documents de l'assurance qualité doivent être produits sous une forme contrôlable et archivés dans le dossier de l'ouvrage pendant au moins dix ans.</p> <p>L'ingénieur responsable de la sécurité parasismique est le premier interlocuteur de l'autorité ; en tant que tel, il lui incombe d'établir et de communiquer tous les documents nécessaires à la demande pour le volet « protection contre les tremblements de terre » (y compris le concept parasismique et les plans correspondants) et à l'établissement du permis de construire, du permis d'occuper le bâtiment, ainsi qu'aux autorisations et aux approbations concernant les mesures parasismiques. Il peut déléguer l'exécution de certaines tâches subalternes à des personnes spécialisées ou à une entreprise exécutante.</p> <p>L'ingénieur responsable de la sécurité parasismique développe le concept statique et constructif pour le projet de construction et fournit les données nécessaires pour l'avant-projet complet et pour la convention d'utilisation.</p> <p>L'ingénieur responsable de la sécurité parasismique élabore le projet de construction parasismique et fournit les données nécessaires pour le projet complet. Dans le cadre de la protection contre les tremblements de terre, il vérifie en particulier les points suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • l'utilisation des matériaux requis ; • la composition et les raccords d'éléments porteurs et autres éléments pertinents ; • la sécurité structurale ainsi que l'aptitude au service requise sous l'effet de l'action sismique ; • les évidements et le cheminement des conduits de la technique du bâtiment et leur influence sur les murs porteurs (distances, perforations, etc.) • la composition et la fixation des parois extérieures et de la façade ; <p>Pour les points où l'ingénieur responsable ne disposait pas des connaissances suffisantes en matière de sécurité parasismique, il fera appel à un spécialiste.</p> <p>L'ingénieur responsable de la sécurité parasismique élabore le volet « sécurité parasismique » de la documentation pour la demande de permis de construire (concept parasismique avec plans).</p> <p>L'ingénieur responsable de la sécurité parasismique élabore les documents d'appel d'offres pour le volet « sécurité parasismique » sur la base des plans d'exécution provisoires en considérant les exigences de sécurité parasismique et vérifie les variantes d'entreprise.</p>
	Projet				
		Appel d'offres			

Réalisation	<p>L'ingénieur responsable de la sécurité parasismique vérifie au moins par des contrôles ponctuels la mise en pratique des exigences parasismiques dans la planification de l'exécution ainsi que dans la planification de la production et du montage. Dans le cadre de la protection contre les tremblements de terre, il vérifie en particulier les points suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • l'utilisation des matériaux requis ; • la composition et les raccords d'éléments porteurs et autres éléments pertinents ; • la sécurité structurale ainsi que l'aptitude au service requise sous l'effet de l'action sismique ; • les évidements et le cheminement des conduits de la technique du bâtiment et leur influence sur les murs porteurs (distances, perforations, etc.). • la composition et la fixation des parois extérieures et de la façade ; <p>Pour les points où l'ingénieur responsable ne disposait pas des connaissances suffisantes en matière de sécurité parasismique, il fera appel à un spécialiste</p> <p>L'ingénieur responsable de la sécurité parasismique élabore les vérifications requises pour la sécurité structurale et l'aptitude au service ainsi que les demandes en vue d'autorisations dans le domaine technique de la protection contre les tremblements de terre. Il transmet ces documents au centre de compétence Prévention.</p> <p>L'ingénieur responsable de la sécurité parasismique contrôle la conformité des travaux d'aménagement prévus par les locataires avec le concept parasismique concernant l'ensemble du second œuvre.</p> <p>L'ingénieur responsable de la sécurité parasismique contrôle l'exécution conforme à la planification et respectant les règles de l'art des mesures parasismiques et l'utilisation correcte des matériaux de construction, des éléments de construction, des systèmes et des structures.</p> <p>L'ingénieur responsable de la sécurité parasismique organise et planifie des correctifs des défauts et des réceptions intermédiaires et finales des bâtiments et autres ouvrages par les autorités pour le volet « sécurité parasismique ».</p> <p>L'ingénieur responsable de la sécurité parasismique fait en sorte que les documents de contrôle de la sécurité parasismique soient remis au maître d'ouvrage, afin que celui-ci puisse s'acquitter de ses obligations.</p> <p>Avant l'entrée en possession du bâtiment ou de l'ouvrage, l'ingénieur responsable de la sécurité parasismique élabore une déclaration de conformité et certifie devant l'autorité compétente que les mesures parasismiques planifiées ont été mises en œuvre correctement, que les normes en vigueur, à savoir les normes SIA 260 à 267 (ou la norme 269 pour la maintenance des structures) ont été appliquées et respectées sans restriction, que l'action d'un tremblement de terre a été prise en compte dans le dimensionnement des murs porteurs, que les matériaux de ces derniers ont été contrôlés sur le chantier et qu'ils sont conformes aux plans d'exécution.</p>
-------------	---

Tableau 6 – Descriptif des tâches de l'ingénieur et du projecteur

8.4 Tâches de l'entrepreneur (installateur) et de son chef de projet

Organisation	Projet	Appel d'offres	Réalisation	Exploitation	<p>L'entrepreneur désigne un chef de projet compétent pour l'exécution des travaux. Le chef de projet est responsable de la conduite de l'ensemble des travaux ainsi que de l'assurance qualité y relative au sein de l'entreprise. Il représente l'entreprise aux séances de coordination et de chantier.</p> <p>L'entrepreneur fait en sorte qu'une gestion efficace de la qualité soit mise en place pour l'exécution des travaux. Le système de qualité utilisé ne doit pas être obligatoirement certifié. Il s'appuie sur des considérations d'ordre technique et organisationnel.</p> <p>Les exigences minimales posées au programme de gestion de la qualité sont convenues par écrit entre le maître d'ouvrage et l'entrepreneur dans le cadre du contrat d'entreprise.</p> <p>Les missions générales du chef de projet qui en résultent sont décrites dans les points suivants.</p> <p>L'entrepreneur fait en sorte que la planification, la production et le montage effectués par l'entreprise soient confiés à du personnel compétent et formé en conséquence.</p> <p>Le chef de projet assure la mise en place d'une organisation interne à l'entreprise adaptée aux travaux. Il s'agit en particulier des tâches suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • définition des contrôles internes nécessaires ; • organisation et consignation des contrôles internes ; • établissement d'un programme systématique de contrôle interne ; • coordination et direction des collaborateurs internes et des sous-traitants ; • information des collaborateurs internes et des sous-traitants quant aux aspects déterminants en matière de sécurité parasismique lors de la réalisation ; • organisation explicite des interfaces avec les autres corps de métier impliqués dans la construction (éléments de façade, murs non porteurs) ; • garantie de l'échange des informations et des données (y compris les directives pour les étapes suivantes du processus et le retour d'information à la direction de projet). <p>Le chef de projet fait en sorte que les documents significatifs des travaux, y compris les données de l'assurance qualité, soient produits sous une forme contrôlable et qu'ils soient archivés avec le projet. Ces documents doivent être conservés dix ans.</p> <p>Le chef de projet assure l'élaboration de l'ensemble de la planification de la production et du montage avant l'autorisation de mise en production, en tenant compte des mesures parasismiques prévues et en respectant les directives du projeteur dans leur intégralité.</p> <p>Il fait en sorte que la planification de la production et du montage soit contrôlée en interne et transmise au responsable de l'ensemble du projet pour contrôle et approbation.</p> <p>Le chef de projet s'assure que les travaux préparatoires soient adéquats. Il s'agit en particulier des tâches suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • approvisionnement en matériaux conformément aux directives du projeteur ; • établissement de documents de travail explicites pour les employés à la production et au montage : plans, instructions, instructions de montage des éléments livrés ; • établissement de documents de contrôle interne pour la production et le montage.
			Réalisation		

			Réalisation	<p>Le chef de projet fait en sorte que la direction des travaux soit informée sans délai lors de la constatation d'écarts entre l'ouvrage réalisé et les plans d'exécution et directives de l'auteur du projet.</p> <p>Le chef de projet fait en sorte que les contrôles internes s'effectuent efficacement au moyen des documents établis à cet effet (checklists, protocoles). Il s'agit en particulier des tâches suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • contrôle continu de la production et du montage conformément au programme de contrôle ; • contrôle final conformément au programme de contrôle ; • documentation des éventuels manques, défauts et dommages, ainsi que des modifications nécessaires ; • mise en place des mesures de réparation des éventuels manques, défauts et dommages. <p>Il s'agit de contrôler en particulier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • le respect de la planification ; • le respect des règles de l'art pour l'exécution des éléments de construction et de leurs liaisons avec les éléments contigus ; • le respect des règles de l'art et des instructions des fournisseurs lors de l'utilisation et du montage de matériaux ou d'éléments livrés. <p>Le chef de projet soutient l'ingénieur responsable lors de l'élaboration de documents et prend part si nécessaire aux réceptions par l'autorité.</p> <p>Le chef de projet met à jour ses plans de production et de montage afin qu'ils reflètent l'ouvrage effectivement réalisé et remet ceux-ci au responsable de l'ensemble du projet pour la documentation de l'ouvrage.</p> <p>Le chef de projet transmet les documents relatifs à ses travaux, complets et dans la forme voulue, au maître de l'ouvrage pour la déclaration de conformité et à l'ingénieur responsable pour les documents de contrôle de la sécurité parasismique.</p>
--	--	--	-------------	---

Tableau 7 – Descriptif des tâches de l'entrepreneur

8.5 Tâches du centre de compétence Prévention (ECAB)

Organisation	Projet	Appel d'offres	Réalisation	Exploitation	<p>Le centre de compétence Prévention veille au respect des prescriptions de protection contre les tremblements de terre. Il examine les concepts parasismiques et les preuves afin de vérifier s'ils sont complets, compréhensibles et plausibles.</p> <p>Le centre de compétence Prévention prend position sur les demandes formulées et valide la pertinence des concepts parasismiques et des preuves.</p> <p>Le centre de compétence Prévention traite la demande de permis de construire en ce qui concerne la sécurité parasismique ainsi que la qualification des personnes responsables (en particulier l'ingénieur compétent).</p> <p>Le centre de compétence Prévention fixe les exigences parasismiques pour les points suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la classe d'ouvrages ; • la zone d'aléa sismique ; • les vérifications à soumettre pour approbation. <p>Le centre de compétence Prévention effectue :</p> <ul style="list-style-type: none"> • si nécessaire des réceptions intermédiaires des dispositifs techniques dédiés à la sécurité parasismique ; • la réception finale de l'ouvrage achevé et délivre le permis d'exploitation lorsque les exigences parasismiques sont remplies. <p>Le centre de compétence Prévention contrôle et archive les déclarations de conformité qui lui sont parvenues.</p> <p>Le centre de compétence Prévention contrôle les bâtiments et autres ouvrages si nécessaire et soutient les propriétaires dans l'exercice de leur responsabilité en ce qui concerne la sécurité parasismique.</p>
	Projet		Réalisation		

Tableau 8 – Descriptif des tâches de l'autorité

Art. 9 Glossaire

a) Aléa sismique

Probabilité sur une période de temps de référence qu'une certaine valeur d'un paramètre décrivant le mouvement du sol (p. ex. l'accélération horizontale) soit atteinte ou dépassée à un endroit donné.

b) Analyse de la sécurité parasismique

L'analyse de la sécurité parasismique est effectuée lors de transformations, d'agrandissements et de surélévations. Elle permet de vérifier et de contrôler la structure porteuse du bâtiment existant par rapport au comportement sous l'action sismique dans le cadre du projet prévu. L'analyse est conduite selon les étapes suivantes : relevé de l'état, évaluation du concept et des dispositions constructives, modélisation et calculs, évaluation de la sécurité parasismique, recommandation de mesures.

c) Certificat de conformité pour la sécurité parasismique

Au moyen du certificat de conformité pour la sécurité parasismique, le propriétaire atteste valablement que les mesures parasismiques requises ont été mises en œuvre correctement, que les normes en vigueur, à savoir les normes SIA 260 à 269 ont été appliquées et respectées sans restriction, que l'action sismique a été prise en compte dans le dimensionnement des murs porteurs et que les matériaux des murs porteurs ont été contrôlés sur le chantier et sont conformes aux plans de construction.

d) Classe de terrain de fondation

La classe de terrain de fondation décrit le sous-sol sur lequel l'ouvrage est construit. La norme SIA 261:2014 (tableau 24) les répartit dans six classes de A à F sur la base des caractéristiques du sous-sol telles que la lithologie, la granulométrie et l'épaisseur des terrains meubles, la vitesse des ondes de cisaillement sur les 30 premiers mètres, et la compaction. La vitesse des ondes de cisaillement est le paramètre le plus important pour quantifier l'amplification du signal sismique par le terrain de fondation local.

e) Classe d'ouvrages

La classe d'ouvrages définit l'objectif de protection du bâtiment en cas de tremblement de terre. La classification est effectuée conformément au tableau 25 de la norme SIA 261:2014, en tenant compte de l'affectation, de l'occupation par des personnes, de l'importance de la structure, de la géométrie, de l'emplacement et des risques pour l'environnement.

f) Concept de sécurité parasismique

Un concept de sécurité parasismique comprend l'ensemble coordonné des mesures préventives à prendre, en fonction du projet, sur le plan de la construction et de l'équipement en matière de protection parasismique.

Ces mesures de sécurité parasismiques visent à améliorer la protection des personnes, des valeurs, des biens culturels et de l'environnement contre les conséquences d'un tremblement de terre. Elles visent également à prévenir les ruptures de l'infrastructure et les interruptions de l'exploitation à la suite d'un tremblement de terre.

g) Facteur de conformité :

Rapport entre l'action sismique qui provoque la défaillance nominale d'un élément de construction et la valeur d'examen de cette action sismique.

h) Facteur de conformité minimal

Le facteur de conformité minimal indique la valeur minimale du facteur de conformité devant être atteinte. En dessous de cette valeur, des mesures doivent être prises pour atteindre au moins ce facteur.

i) Risque sismique

Produit de l'aléa sismique, de la vulnérabilité et de la valeur des biens exposés.

h) Voir les normes SIA 260-269 pour les autres termes et définitions.

Art. 10 Références

10.1 Bibliographie

- [1] Principes de base à l'attention des ingénieurs et des architectes pour la conception parasismique des bâtiments.
Prof. Hugo Bachmann EPFZ 2000
- [2] Conception parasismique des bâtiments.
Prof. Dr. Hugo Bachmann OFEV 2002
- [3] Norme SIA 261:2014 « Actions sur les structures porteuses »
SIA Société Suisse des Ingénieurs et Architectes, Zurich.
- [4] SIA norme 269/8:2017 « Maintenance des structures porteuses – Séismes »
SIA Société Suisse des Ingénieurs et Architectes, Zurich.
- [5] Génie parasismique - Conception et dimensionnement des bâtiments –
Pierino Lestuzzi et Marc Badoux 2008
- [6] Analyse et dimensionnement sismique.
Pierino Lestuzzi 2009
- [7] Designing for Earthquakes - A Manual for Architects.
FEMA 2006
En ligne : https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1556-204905679/fema454_complete.pdf
- [8] Guide de construction parasismique.
CREALP 2000
- [9] Conception parasismique, niveau avant-projet. Les grands ateliers, collection conception parasismique.
Milan Zacek 2004
En ligne : www.crealp.ch
- [10] Norme SIA 112:2014 « Modèle: Étude et conduite de projet »
SIA Société Suisse des Ingénieurs et Architectes, Zurich.
- [11] Documentation technique Lignum : Bâtiments en bois parasismiques de plusieurs étages.
Lignum Economie suisse du bois, Zurich
- [12] Service sismologique Suisse SED
Online : <http://www.seismo.ethz.ch/de/home/>
- [13] Dimensionnement parasismique avec les nouvelles normes SIA sur les structures porteuses, cours de formation continue de la SGEB du 07.10.2004 ; Thomas Wenk; Alessandro Dazio; Ehrfried Kölz; Pierino Lestuzzi
- [14] Microzonage sismique du canton de Fribourg - Cartographie au 1:25'000 des terrains de fondation selon la norme SIA 261. Naomi Vouillamoz, Corinne Saudan, Jon Mosar.; Université de Fribourg 2010
- [15] Directive sur la sécurité parasismique des bâtiments de l'ECAB – Directive parasismique ECAB 2013

10.2 Aides de travail pour l'élaboration d'un concept parasismique

- [20] directive sur la sécurité parasismique des bâtiments de l'Etablissement cantonal d'assurance, 2018
- [21] modèle de convention d'utilisation
- [22] formulaire B pour la mise à l'enquête : analyse de la sécurité parasismique
- [23] modèle pour l'élaboration d'un concept de sécurité parasismique
- [24] modèle de certificat de conformité pour la sécurité parasismique

Art. 11 Entrée en vigueur

La présente directive entre en vigueur le 1^{er} juillet 2018.

AU NOM DE LA DIRECTION

Jean-Claude Cornu

Directeur

Didier Carrard

Sous-directeur

ANNEXE

Annexe I Classes d'ouvrages

CO	Caractéristiques	Exemples
I	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de rassemblements importants de personnes - Pas de marchandises ni installations ayant une valeur particulière - Pas de risque d'atteinte à l'environnement 	<p>Bâtiments d'habitation, bâtiments administratifs et artisanaux</p> <p>Bâtiments industriels et entrepôts</p> <p>Parkings</p> <p>Ponts dont l'importance après un séisme est faible (p.ex. passerelles pour piétons et ponts à usage rural ou forestier, s'ils ne franchissent pas des voies de communication importantes)</p>
II	<ul style="list-style-type: none"> - Fréquentation possible par un grand nombre de personnes - Marchandises ou installations ayant une valeur particulière - Infrastructure ayant une fonction importante - Risque limité d'atteinte à l'environnement 	<p>Hôpitaux avec leurs équipements et installations, s'ils n'appartiennent pas à la classe d'ouvrages III</p> <p>Centres d'achats, stades, cinémas, théâtres, écoles et églises</p> <p>Bâtiments de l'administration publique</p> <p>Ponts d'une grande importance après un séisme ou ponts franchissant des voies de communication importantes après un séisme</p> <p>Murs de soutènement et talus bordant des voies de communication importantes après un séisme</p> <p>Ouvrages, équipements et installations destinés à l'approvisionnement, à l'évacuation et aux télécommunications s'ils n'appartiennent pas à la classe d'ouvrages III</p> <p>Cheminées de grande hauteur</p>
III	<ul style="list-style-type: none"> - Infrastructures ayant une fonction vitale - Risque considérable d'atteinte à l'environnement 	<p>Hôpitaux d'urgence avec leurs équipements et installations</p> <p>Ouvrages, équipements et installations servant à la protection en cas de catastrophe (p.ex. bâtiments du service du feu ou garages des ambulances)</p> <p>Ponts d'une grande importance pour la desserte d'une région après un séisme</p> <p>Murs de soutènement et talus bordant des voies de communication essentielles pour la desserte de certains ouvrages ou d'une région après un séisme</p> <p>Ouvrages d'une importance vitale pour l'approvisionnement, l'évacuation et les télécommunications</p>

Tableau 9 – Extrait de la norme SIA 261 tableau 25 : Classes d'ouvrages

Annexe II Zones sismiques

L'aléa sismique est divisé en différentes catégories dans le monde entier. Selon la région, le danger est classé comme faible, modéré, élevé ou très élevé.

L'aléa sismique en Suisse est considéré comme modéré. La Suisse est divisée en quatre zones sismiques. Pour chaque zone sismique, un niveau d'aléa sismique est prescrit pour le dimensionnement des ouvrages. L'aléa est faible dans la zone 1 et augmente jusqu'à devenir moyen dans les zones 3a et 3b, qui montrent les régions les plus touchées (Bâle et Valais) en Suisse.

Le canton de Fribourg s'étend sur deux zones. La zone 1 comprend les districts de la Broye, du Lac, de la Sarine et de la Singine. La zone 2 correspond aux districts de la Gruyère et de la Veveysse. La carte des zones sismiques est publiée sur le géoportail de la Confédération suisse.

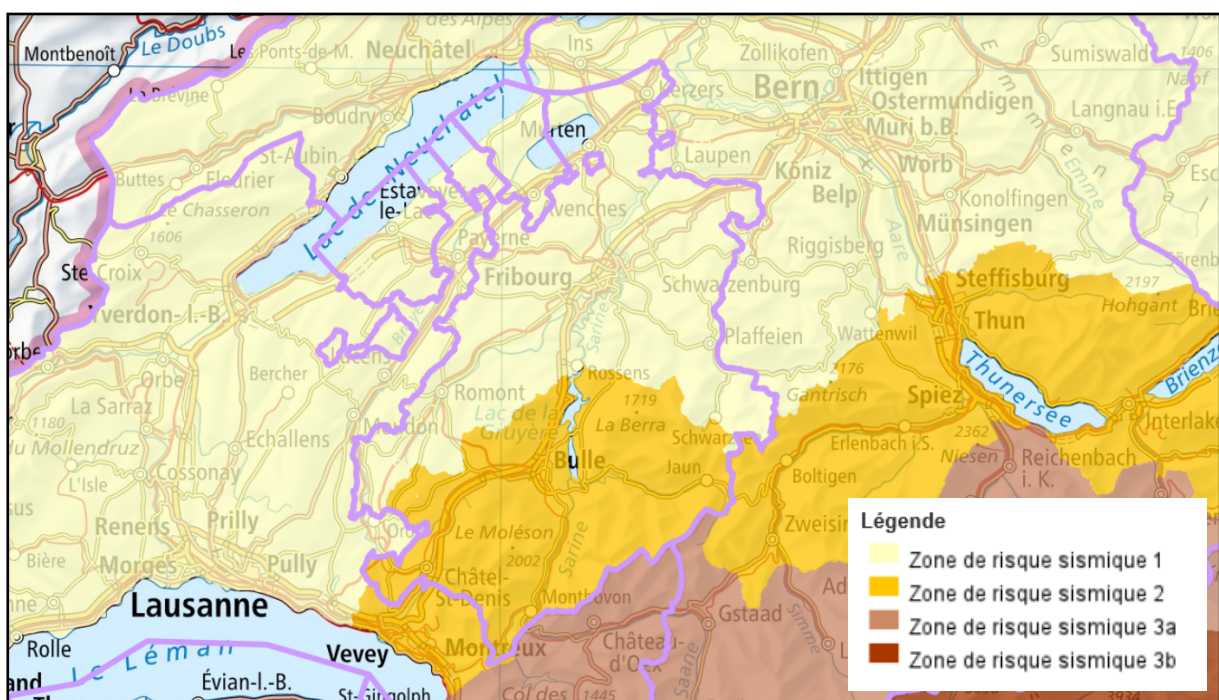


Figure 3 – Extrait de geo.admin.ch de la Confédération suisse;
© Copyright by swisstopo, BAFU

Annexe III Classes de terrains de fondation

1. Les classes de terrains de fondation :



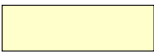



A	Roche dure	
B	Dépôts sableux	
C	Sable, gravier	
D	Sable fin, limon et argile	
E	Argile non consolidée	
F	Tourbe, craie lacustre	

Tableau 10 – Classes de terrains de fondation

Les cartes avec les classes de terrains de fondation sont publiées sur le géoportail du canton de Fribourg et sur le site Internet de l'Office fédéral de l'environnement.

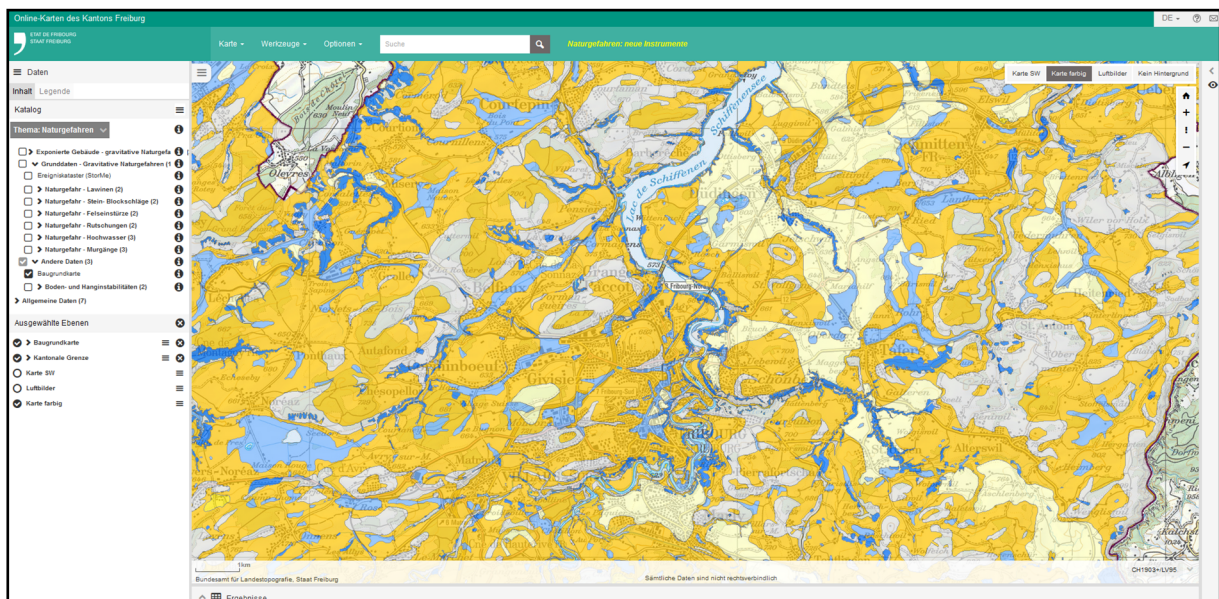


Figure 3 – Extrait de la carte de classes de terrains de fondation du canton de Fribourg

2. Microzonage :

De plus amples informations se trouvent dans « Principes pour l'établissement et l'utilisation d'études de microzonage en Suisse », OFEV (2014) et dans la publication « Microzonage sismique du canton de Fribourg - Cartographie au 1:25'000 des terrains de fondation selon la norme SIA 261 » de l'Université de Fribourg (Suisse).