Schweizerischer Erdbebendienst
Service Sismologique Suisse
Servizio Sismico Svizzero
Swiss Seismological Service

ETH
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Modèle de l'aléa sismique 2015 pour la Suisse

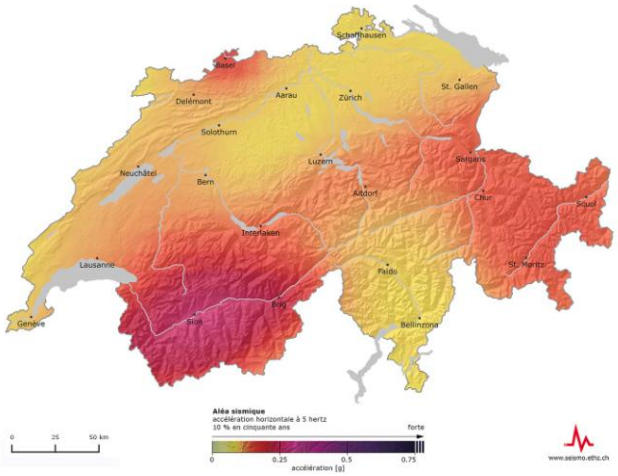
Fiche d'informations

L'évaluation actualisée de la répartition régionale de l'aléa sismique le confirme : les séismes sont pour la Suisse un danger à prendre au sérieux. Dans le modèle de l'aléa sismique 2015, le Valais reste la région qui présente le danger sismique le plus élevé, suivi de Bâle, des Grisons, de la vallée du Rhin saint-galloise, de la Suisse centrale et du reste de la Suisse. Par rapport à 2004, les Grisons affichent actuellement une sismicité en légère hausse. De plus, les mouvements du sol attendus dans toute la Suisse sont un peu plus forts dans de nombreuses plages de fréquences.

Les séismes sont en Suisse le danger naturel pouvant provoquer le plus de dommages. Jusqu'à présent, il est impossible de les prédire de façon fiable et de les éviter. Grâce à des recherches intensives cependant, on connaît désormais la fréquence et l'intensité à laquelle la terre pourrait trembler à l'avenir à un endroit donné.

Le modèle de l'aléa sismique de la Suisse illustre parfaitement le savoir accumulé dans ce domaine. Il prédit les séismes possibles et les mouvements du sol qui en résultent pour les cinquante prochaines années. Le modèle se fonde sur les connaissances de la tectonique et de la géologie, sur les informations tirées de l'histoire sismique, sur les descriptions des dommages ainsi que sur les modèles de propagation des ondes. Il représente l'outil de départ pour les spécialistes et les représentants des autorités lorsqu'il s'agit de prendre une décision en ce qui concerne la mitigation des séismes et la gestion des risques dans son ensemble. Les normes de construction parasismique se fondent en outre sur ce modèle.

Le modèle de l'aléa sismique 2015 pour la Suisse remplace celui de 2004. Une actualisation périodique, qui correspond à l'état actuel de la science et de la technique, constitue le fondement des mesures de protection adéquates. Le modèle de l'aléa sismique 2015 se distingue en s'appuyant sur de nouvelles données, sur des évaluations révisées des sources historiques, sur un rocher de référence homogène et sur des modèles de prédiction du mouvement sismique améliorés. En 2015 donc, les incertitudes en matière d'évaluation des mouvements du sol attendus sont nettement moindres qu'en 2004. Le modèle 2015 permet ainsi une meilleure évaluation de l'aléa sismique et représente une base solide pour un modèle de risque national.



Nouveautés

- Nouvelles données issues de mesures
  La réévaluation de l'aléa sismique tient compte de données de grande qualité collectées pendant dix ans par les réseaux nationaux numériques à large bande et accélérométrique. La Suisse possède l'un des réseaux de mesure sismique les plus modernes et les plus denses au monde. Chaque année, il enregistre entre 500 et 800 séismes en Suisse. Connaître la répartition des petits et moyens séismes est une aide précieuse pour évaluer l'activité sismique à venir. De plus, les accélérations du sol enregistrées ont permis d'élaborer des modèles de prédiction améliorés pour le mouvement du sol.

- Données historiques réévaluées
  De nombreuses sources de données ont été réévaluées dans le cadre de la révision du catalogue des tremblements de terre de la Suisse. Elles fournissent des informations importantes sur tous les séismes destructeurs connus et leurs conséquences avant 1975. C'est à partir de cette date que le réseau sismique suisse a permis d'effectuer une surveillance instrumentale de l'activité sismique sur l'ensemble du territoire. La sismologie historique apporte une contribution non négligeable à l'analyse de l'aléa sismique. En effet, elle est en mesure d'évaluer les conséquences des séismes de grande ampleur survenus par le passé. De tels séismes ne se produisent que rarement en Suisse, et, par rapport à leur période de retour, la période d'observation de la sismologie instrumentale se révèle être très courte.

- Données actualisées et nouvelles données macrosismiques
  L'analyse macrosismique consiste à classifier les secousses engendrées par des séismes en se basant sur les conséquences observées par l'homme. Elle permet d'évaluer de manière fiable la magnitude et l'épicentre des séismes historiques et de les mettre en relation avec des données modernes.

- Rocher de référence homogène
  Grâce à de nombreuses mesures géophysiques effectuées sur différents sites équipées d'un sismomètre permanent en Suisse, il est possible de déterminer l'influence de la géologie locale sur les sismogrammes enregistrés. On peut ainsi différencier de manière fiable les effets de la source, de la propagation des ondes sismiques et des amplifications locales. Cela permet de déterminer les mouvements du sol pour un sous-sol rocheux de référence avec un profil vitesse/profondeur défini et une vitesse moyenne sur les trente premiers mètres de 1100 m/s. En 2004, on ne pouvait pas encore calculer avec précision l'influence de l'amplification locale. C'est un progrès considérable par rapport au modèle de l'aléa sismique 2004. De plus, cela permet de réduire les incertitudes relatives à l'estimation de l'aléa sismique.

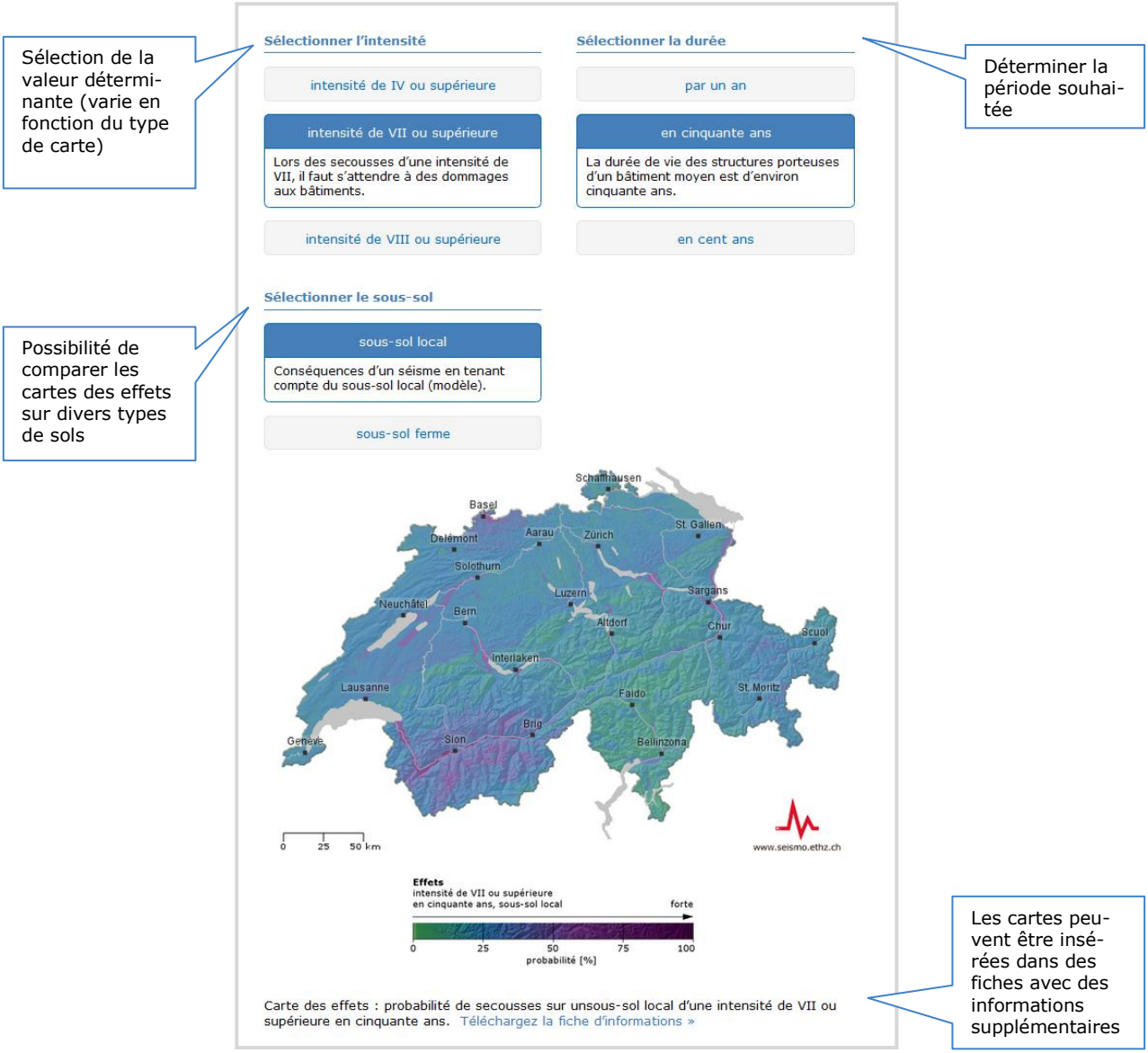
- Modèles de prédiction améliorés
  Au cours des dix dernières années, de nombreux enregistrements sismiques de grande qualité ont été réalisés dans le monde entier à proximité immédiate de forts séismes. Les données ainsi collectées permettent de mieux comprendre l'influence de la géologie locale, ce qui, à l'aide de méthodes d'analyse modernes, permet d'élaborer des modèles de prédiction pour le mouvement du sol nettement plus fiables. A l'heure actuelle, les modèles de prédiction couvrent par ailleurs une plage de fréquences beaucoup plus large, un aspect important pour la mise en œuvre de l'analyse de l'aléa sismique dans le secteur du bâtiment.

- Zonage alternatif
  Le SED a mis au point d'autres approches pour l'analyse statistique et la représentation de la répartition des séismes en fonction du lieu, de l'heure et de la magnitude. Cette alternative au zonage sismotectonique classique est utile, en particulier pour les régions à activité sismique répartie géographiquement, sans zones de faille dominantes que l'on rencontre dans les Alpes par exemple.

- Modèles de calcul perfectionnés
  OpenQuake, la plateforme logicielle open source développée dans le cadre du projet Global Earthquake Model (GEM) avec la participation du SED, permet d'améliorer sensiblement le calcul de l'aléa sismique. Grâce à des modèles plus complexes, il est possible de tenir compte davan-

tage des incertitudes et de les évaluer avec plus de précision. En outre, on peut modéliser les mouvements du sol non seulement pour des sources ponctuelles, mais aussi pour des failles étendues présentant différentes orientations.

– Accès simplifié pour le grand public
Une nouvelle application développée par le SED illustre à l'aide de diverses cartes la probabilité de certaines secousses en Suisse. Cela permet de répondre de manière statistique pour chaque lieu en Suisse aux questions fréquemment posées telles que «A quelle fréquence et avec quelle force la terre tremble-t-elle près de chez moi?». Parmi les cartes proposées, on peut distinguer trois types : les cartes des *effets* mettent l'accent sur les conséquences possibles d'un séisme. Les cartes de *l'aléa sismique* illustrent à quelle fréquence certaines accélérations horizontales touchent les bâtiments. Les cartes des *magnitudes* indiquent la fréquence d'un séisme à partir d'une certaine magnitude dans un périmètre donné et sur une période définie. Il est possible de choisir non seulement un type de carte, mais aussi une période.



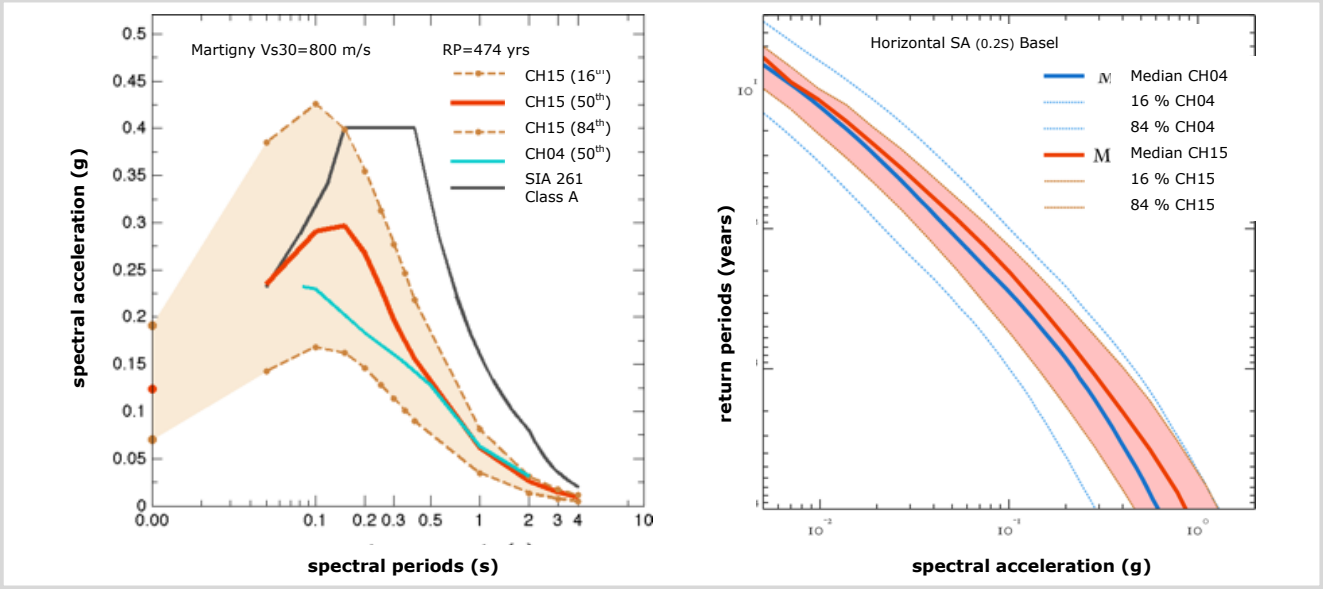
– Meilleur accès pour les spécialistes
L'accès au modèle de l'aléa sismique pour les spécialistes a été considérablement amélioré. Sur un portail internet interactif, les ingénieurs civils et les géologues peuvent visualiser et télécharger eux-mêmes des spectres de réponse et des courbes de l'aléa sismique ainsi que la déagrégation pour n'importe quel site en Suisse. Depuis peu, le SED produit en outre une carte de l'accélération maximale du sol (Peak Ground Acceleration – PGA) qui sert de base pour le zonage dans la norme de construction SIA 261. Cette carte correspond très bien à la carte de PGA existante qui avait été déduites indirectement et donc de manière approximative.

Comparatif des modèles de l'aléa sismique

Le modèle de l'aléa sismique 2015 confirme que la Suisse est une région à tremblements de terre. En moyenne, on peut tabler sur un séisme de magnitude 5 tous les 8 à 15 ans, même si le dernier tremblement de terre de cette magnitude a eu lieu il y a près de 25 ans (Vaz GR, 1991). Dans le cas d'un tel séisme, en fonction de la région et de la profondeur, on doit s'attendre à de nombreux dommages au niveau des bâtiments. Les tremblements de terre de magnitude 6 ou plus (pouvant causer des dommages étendus et en partie importants) surviennent en moyenne tous les 50 à 150 ans. De tels séismes peuvent en principe se déclencher à tout moment et n'importe où en Suisse. Le dernier en date a touché le Haut-Valais en 1946 (Sierre VS, 1946).

Comme on pouvait s'y attendre, la répartition géographique de l'aléa sismique n'a pas grandement évolué au cours des dix dernières années. Le Valais reste la région suisse qui présente le danger sismique le plus élevé, suivi de Bâle, des Grisons, de la Suisse centrale, de la vallée du Rhin saint-galloise et du reste de la Suisse. L'aléa sismique pour les Grisons se situe actuellement au même niveau que celui pour la région de Bâle. Cette classification à un niveau légèrement plus élevé du canton des Grisons s'explique avant tout par un ajustement de l'évaluation des séismes survenus par le passé.

Le modèle de l'aléa sismique 2015 comparé au modèle 2004 présente, hormis l'estimation légèrement plus élevée pour les Grisons, des valeurs plus élevées dans de nombreuses plages de fréquences des mouvements de sol attendus. Ceci est dû en premier lieu à l'évaluation de nombreuses nouvelles données enregistrées à proximité de forts tremblements de terre en Suisse et à l'étranger. Elles étaient souvent plus élevées que prévu.



La figure de **gauche** montre l'exemple du modèle de l'aléa sismique 2015 (CH15) pour le site de Martigny à différentes fréquences comparé au modèle de 2004 (CH04) ainsi qu'au spectre de réponse élastique pour la classe de sol A de la norme SIA (SIA261). Le modèle de l'aléa sismique couvre une gamme de fréquences plus étendue que celui de 2004 et le dépasse à certaines fréquences. A **droite** sont comparées les "courbes de l'aléa » — la période de retour des accélérations spectrales attendues — pour une période de 0.2s (fréquence de 5 Hz) pour le site de Bâle.

Les différences relatives entre 2015 et 2004 s'élèvent à environ 30 % pour un site du Valais avec une période de retour de 475 ans et une fréquence de 5 Hz. Cela correspond en valeur absolue à 0.07 g (accélération de la pesanteur). L'augmentation en pourcentage est plus forte dans des régions où l'aléa est plus faible, en Suisse centrale ou dans le Jura par exemple. En l'occurrence, la progression en valeur absolue n'était que de 0.03 g à 0.05 g, mais elle correspond à une augmentation de 50 à 70 %. A partir d'une fréquence de 2 Hz ou moins, les valeurs de 2015 sont néanmoins comparables à celles de 2004 ou inférieures de 10 % à ces dernières dans certaines régions. De manière générale, les incertitudes en matière d'évaluation du mouvement du sol attendu sont en 2015 nettement moindres qu'en 2004. Des incertitudes moins importantes montrent que les nombreux travaux servant de base au nouveau modèle de l'aléa sismique finissent par payer.

Aléa sismique en ligne

Cartes

Découvrez et comparez par le biais de notre outil en ligne d'autres cartes des effets, de l'aléa sismique et des magnitudes avec d'autres paramètres et périodes :
www.seismo.ethz.ch/fr/knowledge/seismic-hazard/maps/

Informations générales

Vous trouverez des informations supplémentaires ainsi qu'un rapport scientifique détaillé sur le modèle de l'aléa sismique sur cette page :
www.seismo.ethz.ch/fr/knowledge/seismic-hazard/background-information/

Pour les spécialistes

Les spécialistes trouveront des informations complémentaires ainsi que des données spécifiques et des valeurs caractéristiques sur cette page :
www.seismo.ethz.ch/fr/knowledge/seismic-hazard/for-professionals/