

Schweizerischer Erdbebendienst
Service Sismologique Suisse
Servizio Sismico Svizzero
Swiss Seismological Service

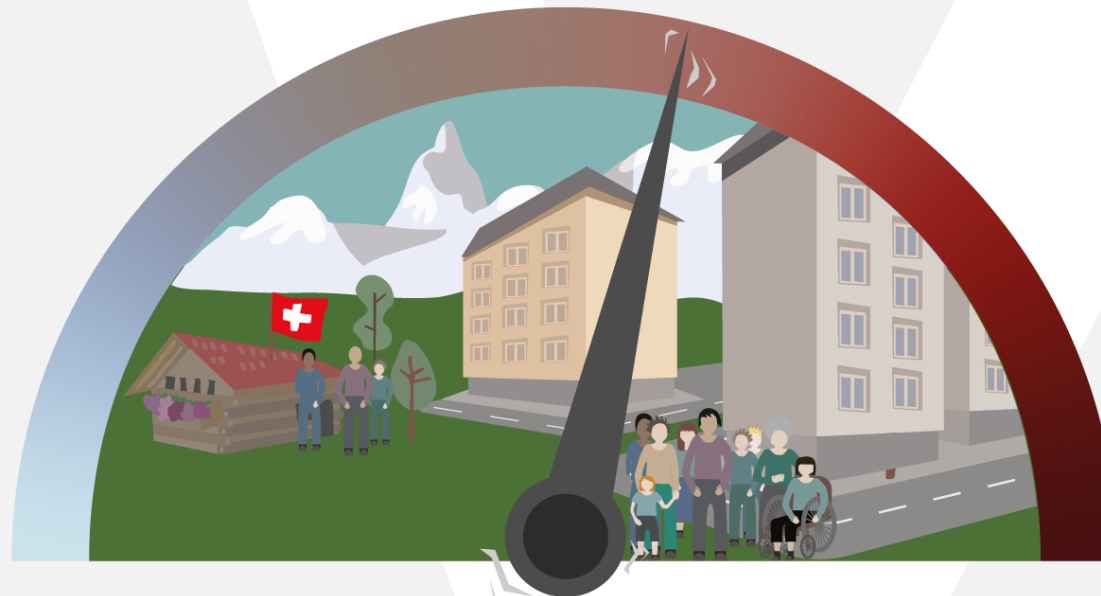
ETH zürich

Connaître le risque sismique en Suisse

Le modèle du risque sismique et ses principaux constats

Prof. Stefan Wiemer

Directeur du Service Sismologique Suisse à l'ETH de Zurich



Les tremblements de terre peuvent être mortels

Nous nous souvenons tous des terribles images il y a un mois en Turquie et en Syrie



Une magnitude 7.8 ne se produira probablement pas en Suisse

Que se passe-t-il lors d'un tremblement de terre « typique » en Suisse ?

Exemple : séisme à L'Aquila en 2009 d'une magnitude de 6.3



L'effondrement de bâtiments qui ont tué ou blessé des personnes.



Coûts de reconstruction élevés et pertes économiques dues aux interruptions d'activité.



308 victimes



15 000 bâtiments endommagés

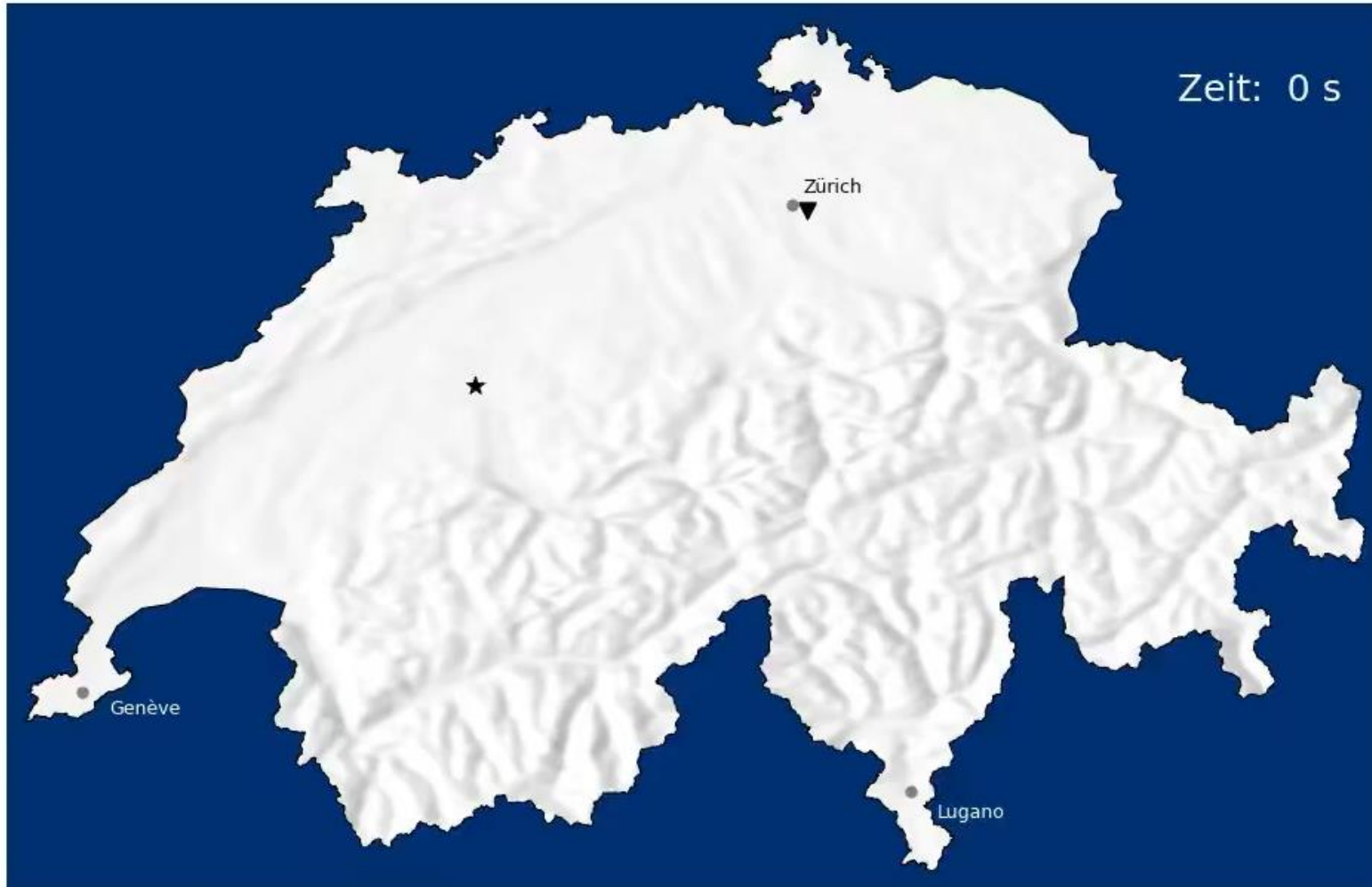


67 000 sans-abri



Montant des dommages d'environ **11 milliards** d'euros

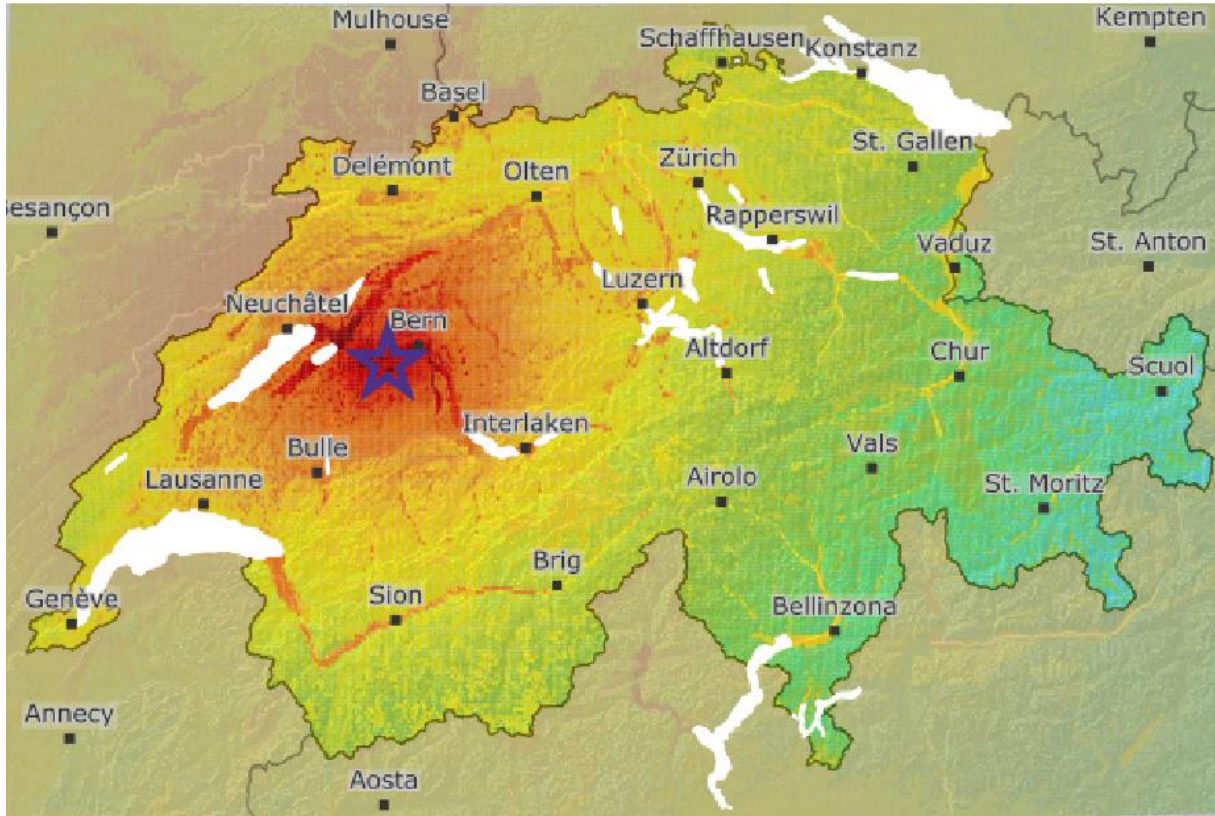
Que se passerait-il si un tremblement de terre se produisait maintenant ici, sous nos pieds, à Berne ?



© Laura Ermert
Computation at CSCS (Piz Daint)
Amplifikation (0.5 Hz): Paulo Bergamo
P- and S- Geschwindigkeiten: Tobias Diehl
Momententensor: Maria Mesimeri

Le nouveau modèle du risque nous permet de simuler ce qui se passerait en Suisse

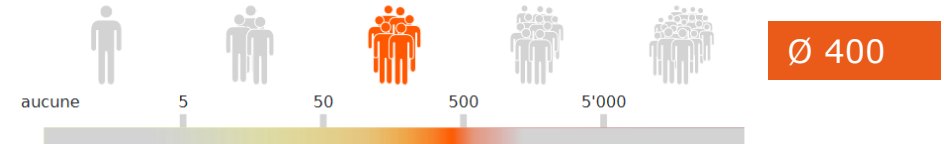
Exemple : conséquences attendues d'un séisme de magnitude 6 à Berne



Intensité	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Effets	rarement ressenti	faible	largement observé	fort	dégâts légers	dégâts	dégâts importants	destructions

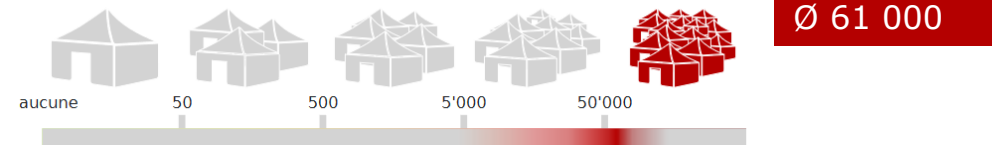
Nombre de victimes en Suisse

Le nombre de décès se situe très probablement dans la zone colorée.



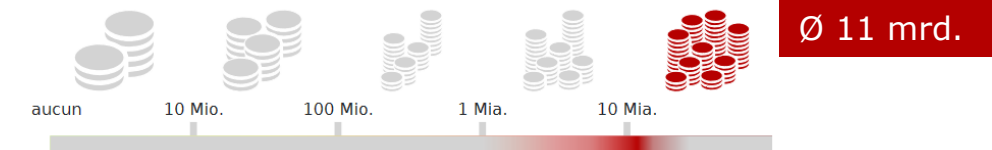
Nombre de personnes recherchant un abri en Suisse

Le nombre de personnes en quête d'un abri se situe très probablement dans la zone colorée.

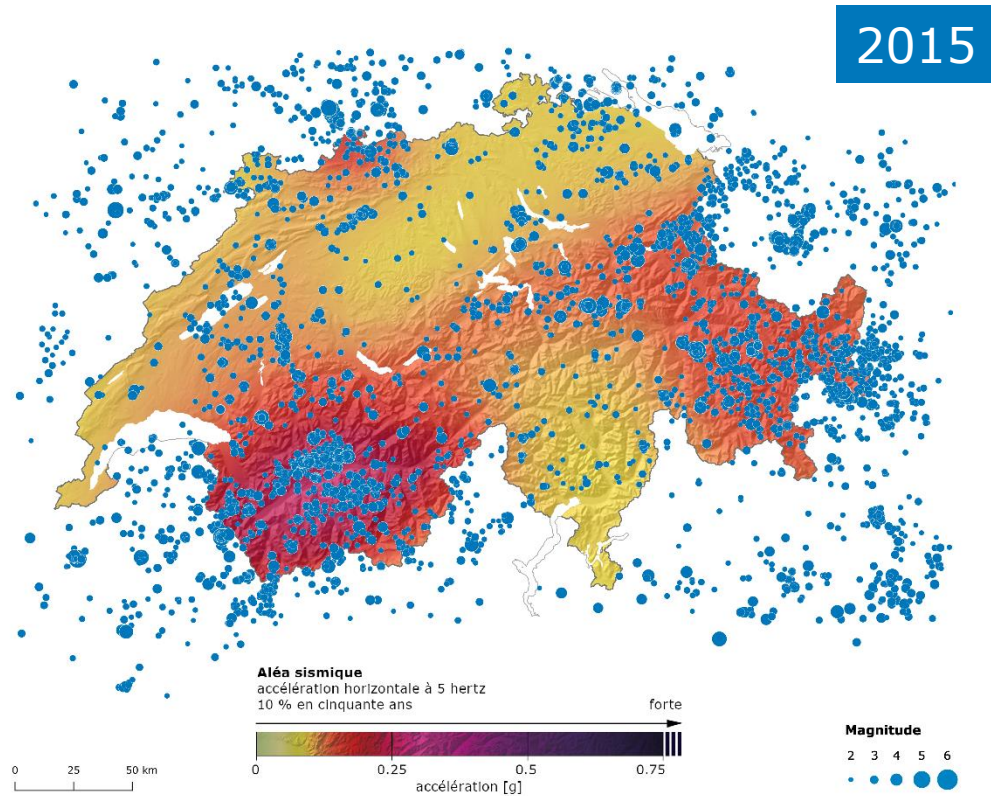


Coûts des dégâts aux bâtiments en Suisse

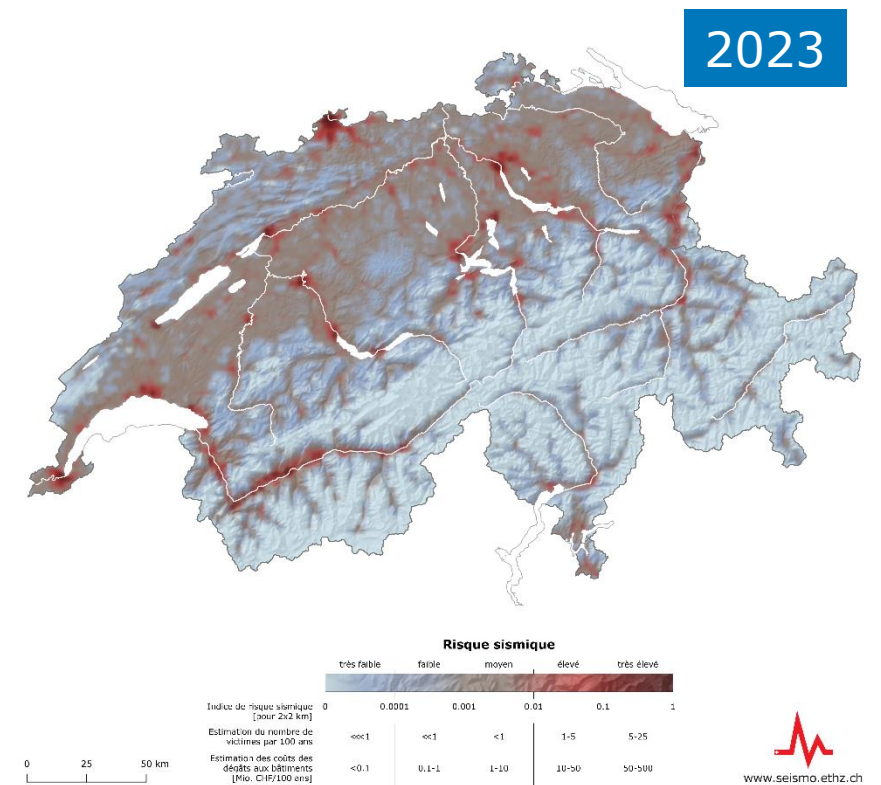
Les coûts des dégâts aux bâtiments se situent très probablement dans la zone colorée.



De l'aléa sismique



au risque sismique



L'aléa sismique indique avec quelle durée de retour et avec quelle intensité la terre pourrait trembler à un endroit donné.

Le risque sismique décrit les effets possibles des tremblements de terre sur les personnes et les bâtiments, ainsi que les pertes financières qui en découlent.

Qu'est-ce que le « risque », d'ailleurs ?

- **Le risque a de nombreuses dimensions** : (Wikipédia : « *Le risque sismique a été défini comme étant les conséquences économiques, sociales et environnementales potentielles d'événements dangereux susceptibles de se produire dans un laps de temps déterminé* »)
 - Le risque personnel d'une personne de mourir dans un tremblement de terre, d'être blessée ou de se retrouver temporairement sans abri.
 - Le risque d'observer un certain niveau de dommages sur un bâtiment dans un laps de temps donné.
 - Le risque financier d'un(e) propriétaire de maison de subir un dommage sismique dans l'année qui vient.
 - Le risque financier cumulé dans une commune, sur un kilomètre carré, dans un canton, en Suisse ou pour un parc immobilier.
 - Le risque cumulé de morts, de blessés ou de sans-abri dans une commune, un canton, la Suisse.
 - etc.
- Tous ces calculs sont désormais possibles avec le modèle ERM-CH23.



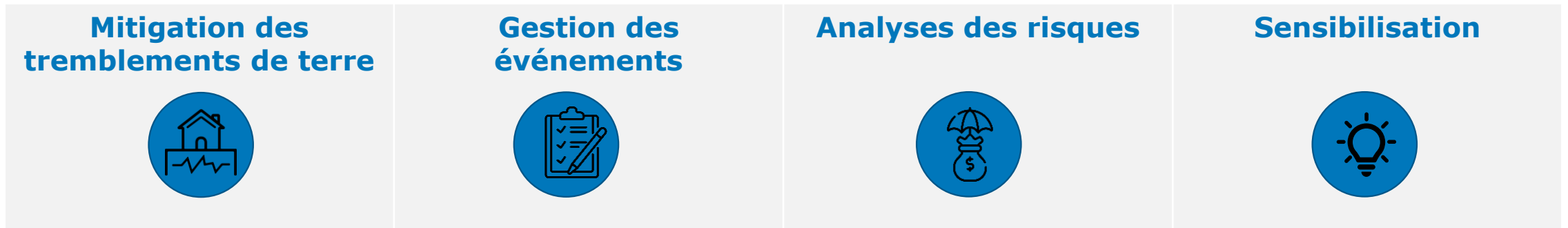
Caractéristiques uniques du modèle du risque sismique de la Suisse

- Accessible au public, open access, open source, transparent, documenté et reproductible (avec certaines restrictions)
 - Cohérent avec le modèle national d'aléa
 - Basé sur des bases de données grandement améliorées et à plus haute résolution dans les domaines du sous-sol local, des biens concernés et de leurs vulnérabilités.
 - Conforme à l'état de la technique et de la recherche. Quantification optimisée des incertitudes par rapport aux modèles commerciaux.
 - Mises à jour régulières et développements prévus.
 - Informations complètes sur les résultats, accessibles au public et préparées pour différents groupes cibles.
- Peu de pays dans le monde disposent à ce jour d'un modèle de risque sismique aussi détaillé et accessible au public.



Nombreux avantages et utilisateurs

- Le modèle du risque sismique de la Suisse permet pour la première fois de chiffrer les effets attendus sur les personnes et les bâtiments ainsi que les pertes financières qui en résultent.
- Large éventail d'applications et d'utilisations pertinentes pour les autorités, la population et l'économie



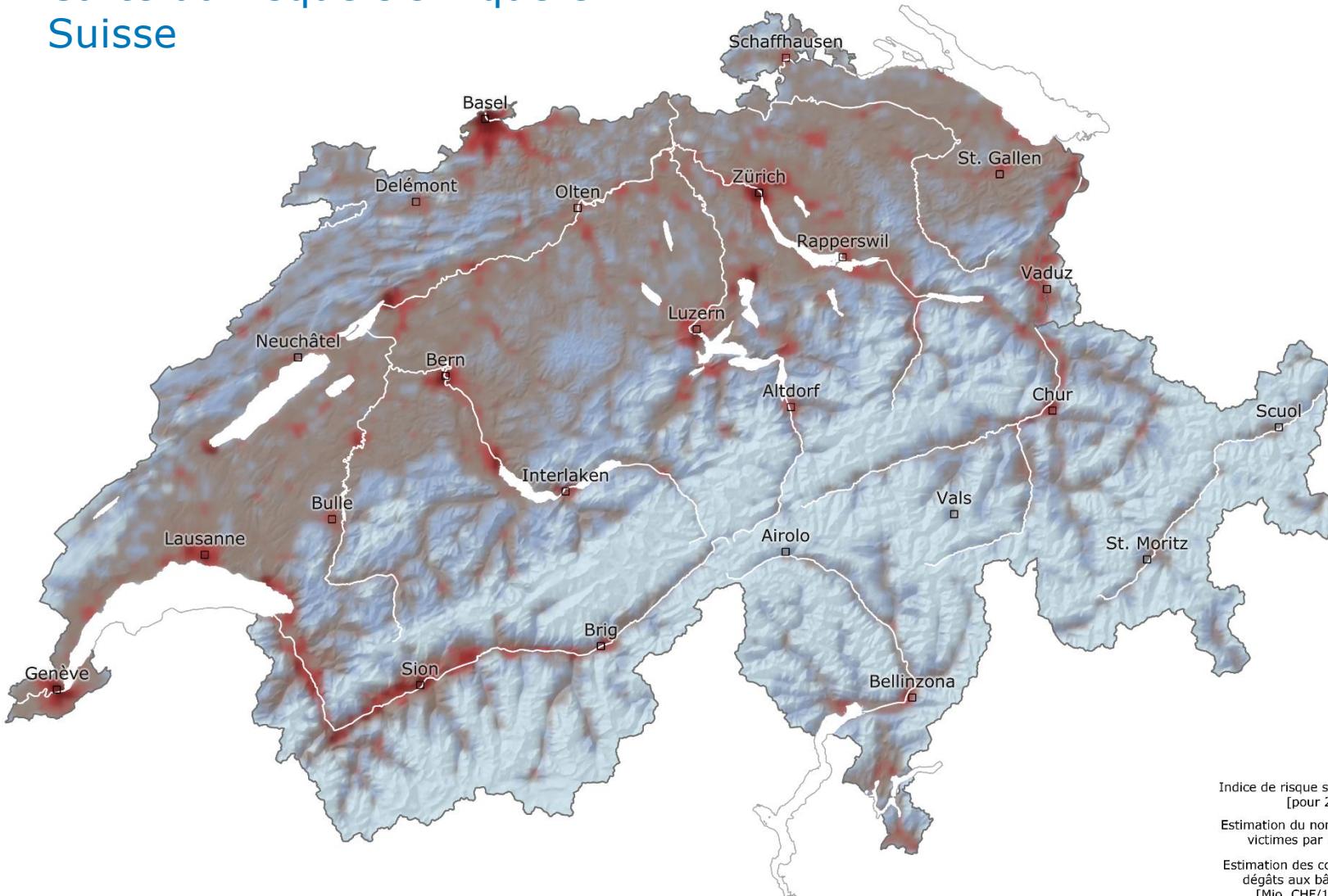
- Exemples d'application
 - Estimations rapides des dommages
 - Évaluations des risques pour des parcs immobiliers ou des périodes différentes
 - Base de comparaison des risques, p. ex. avec d'autres dangers naturels

→ Une meilleure mitigation et gestion des tremblements de terre est une tâche qui incombe à l'ensemble de la société !

→ Objectif et défis: fournir des bases pour des décisions éclairées.

Carte du risque sismique en Suisse

La carte des risques sismiques est basée sur un indice qui combine le nombre de victimes attendus et les pertes financières estimées en raison des dommages causés aux bâtiments.

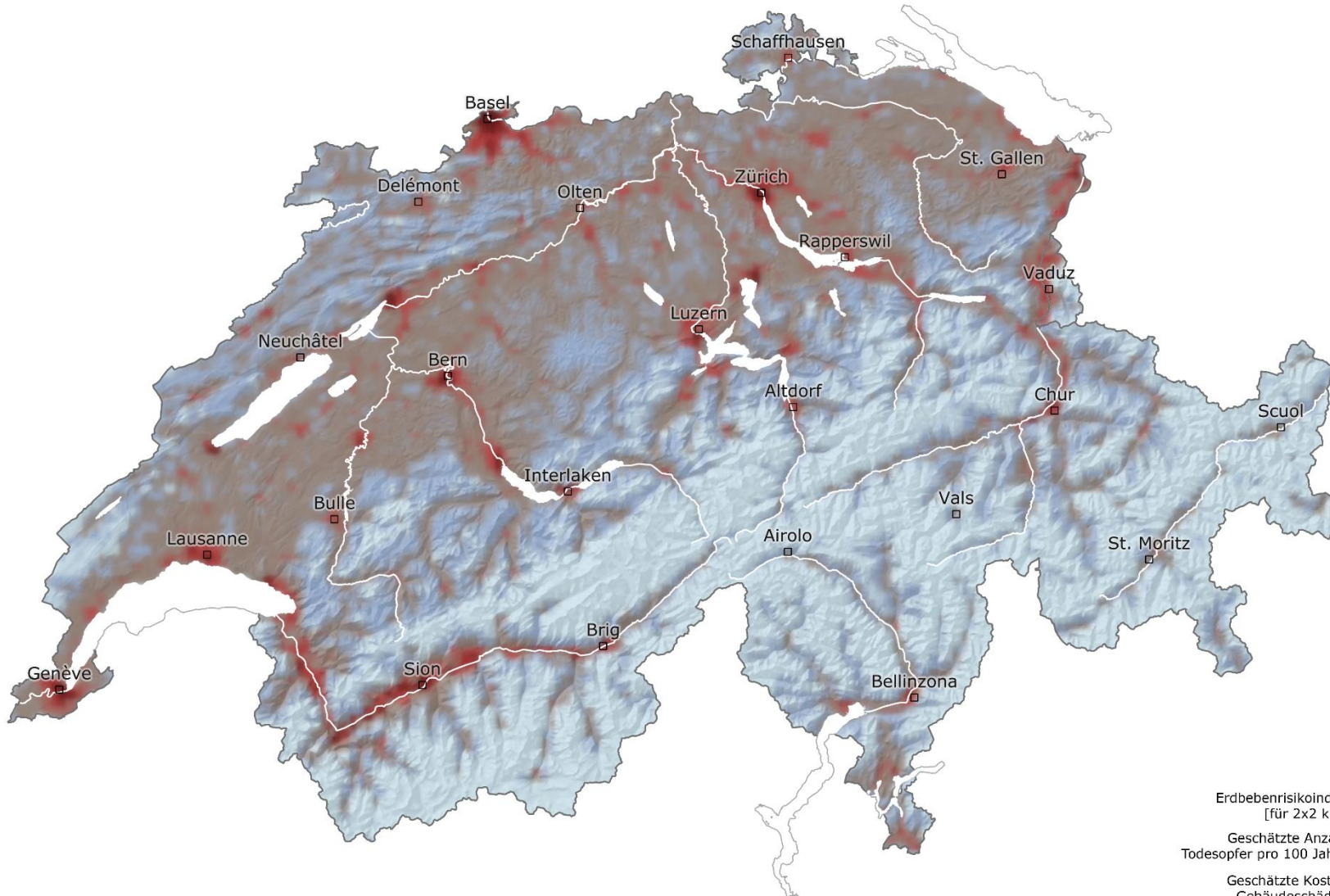


Risque sismique

	très faible	faible	moyen	élevé	très élevé	
Indice de risque sismique [pour 2x2 km]	0	0.0001	0.001	0.01	0.1	1
Estimation du nombre de victimes par 100 ans	<<<1	<<1	<1	1-5	5-25	
Estimation des coûts des dégâts aux bâtiments [Mio. CHF/100 ans]	<0.1	0.1-1	1-10	10-50	50-500	

Le risque varie fortement dans l'espace

Le risque de mourir dans un « bon » bâtiment sur un sol dur, dans une région à faible aléa, est jusqu'à 500 000 fois moins élevé que dans un « mauvais » bâtiment sur des sédiments meubles, dans une région à fort aléa.

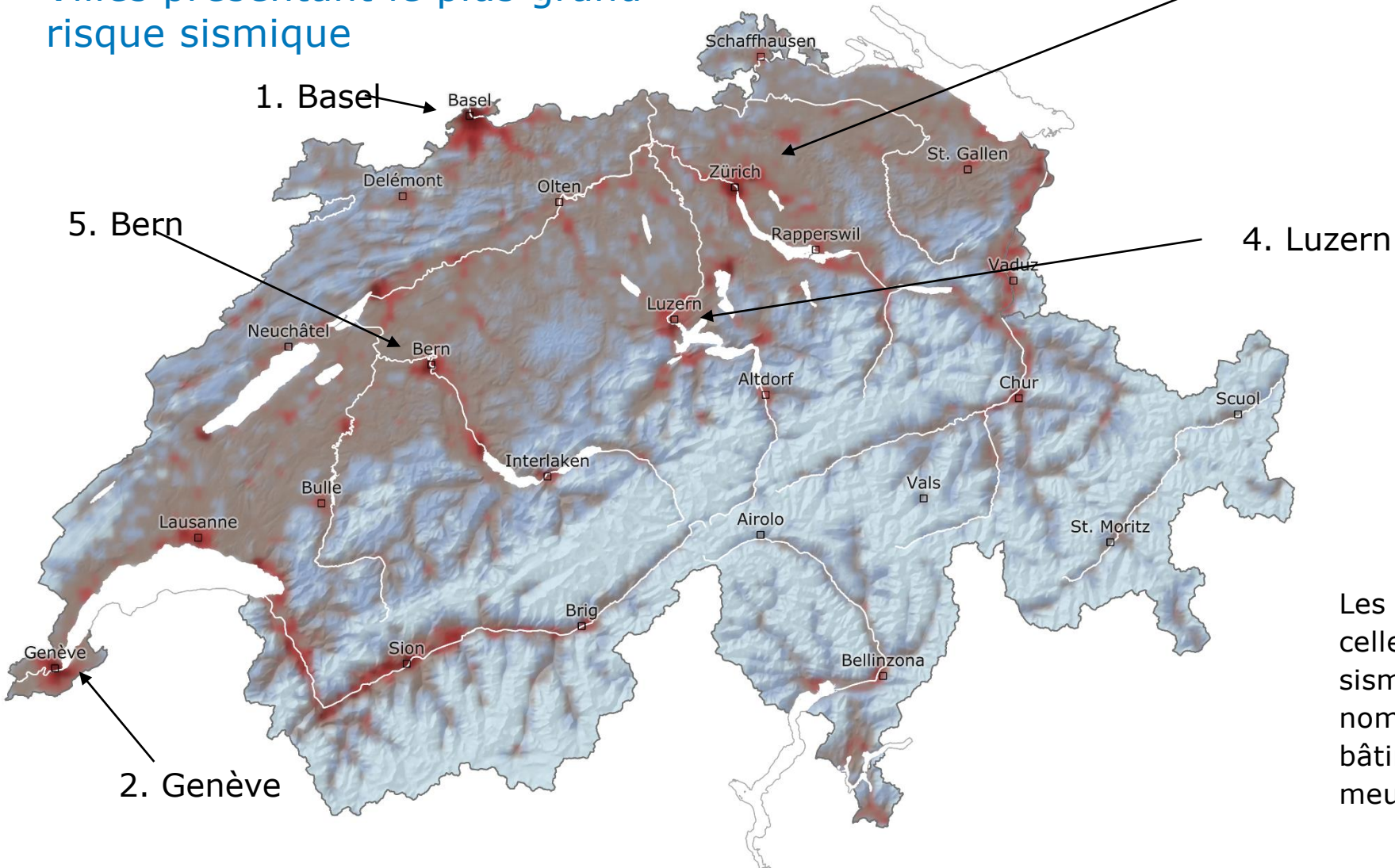


Facteur 10 000



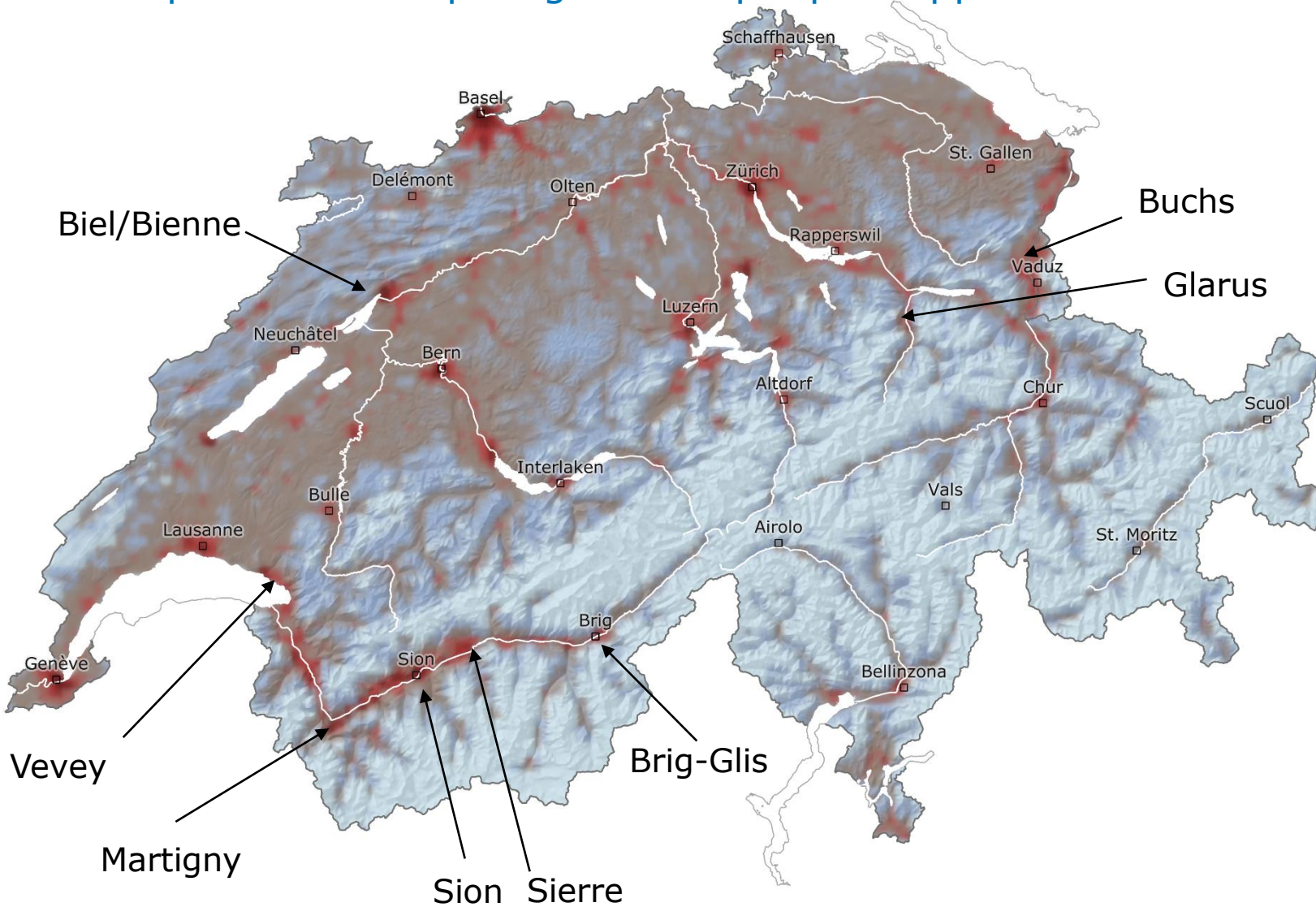
	Erdbebenrisiko					
	sehr tief	tief	moderat	hoch	sehr hoch	
Erdbebenrisikoindex [für 2x2 km]	0	0.0001	0.001	0.01	0.1	1
Geschätzte Anzahl Todesopfer pro 100 Jahre	<<<1	<<1	<1	1-5	5-25	
Geschätzte Kosten Gebäudeschäden [Mio. CHF/100 Jahre]	<0.1	0.1-1	1-10	10-50	50-500	

Villes présentant le plus grand risque sismique



Les zones les plus touchées sont celles qui, en plus de l'aléa sismique, rassemblent un grand nombre de personnes et de bâtiments vulnérables sur un sol meuble de mauvaise qualité

Villes présentant le plus grand risque par rapport à la taille de la population



Auch ein wenig besiedeltes Gebiet kann stark von den Folgen eines Bebens betroffen sein. Aber die Schäden sind in der Summe geringer als in grösseren Ortschaften.

Résumé : risque sismique en Suisse

Le risque sismique ne se répartit pas uniformément dans le temps, mais est dominé par des séismes rares et catastrophiques.

Estimation de l'impact sur une période de cent ans :



**150 à
1 600** victimes

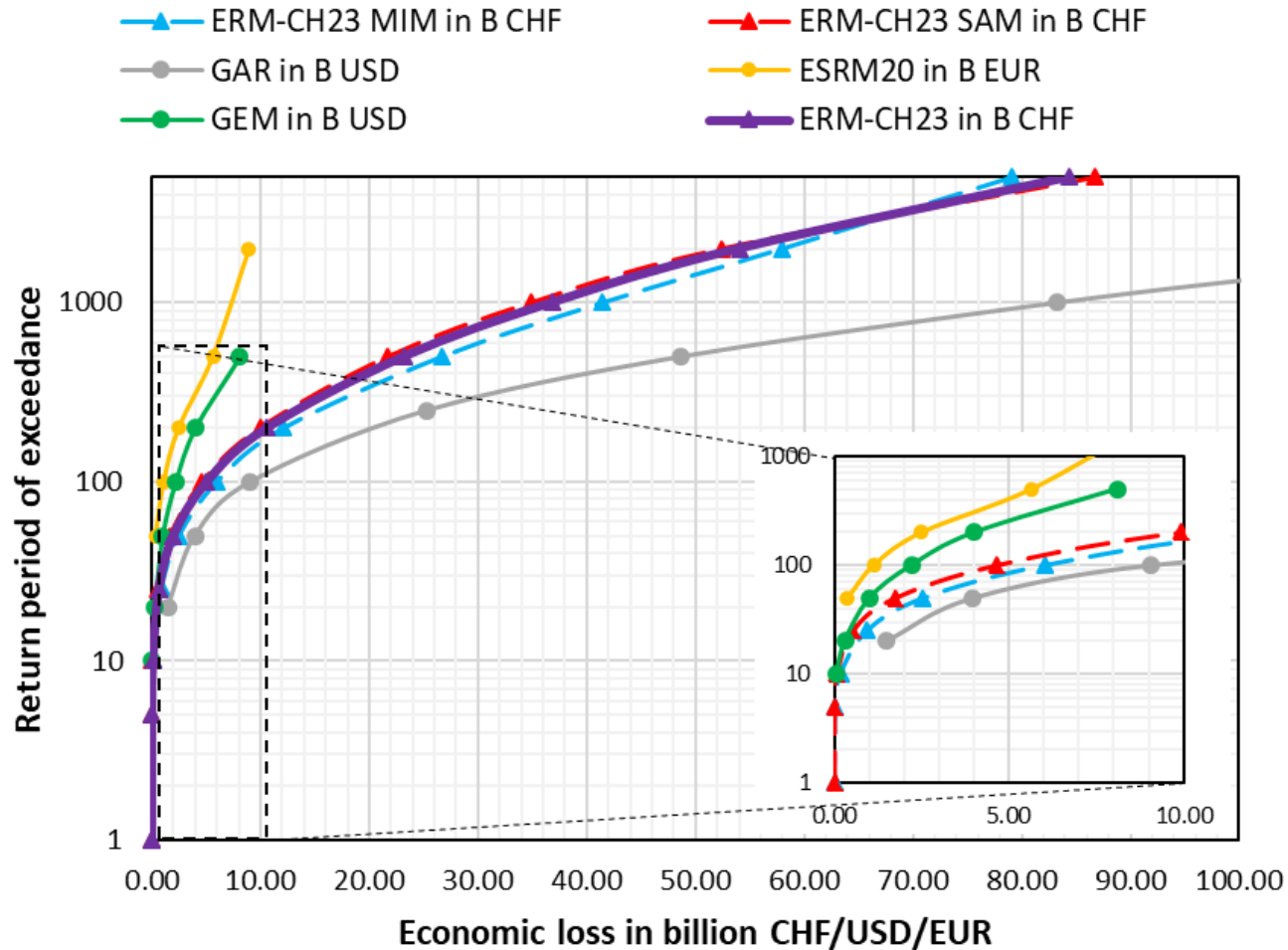


40 000 à 175 000
sans-abri à court et à long terme



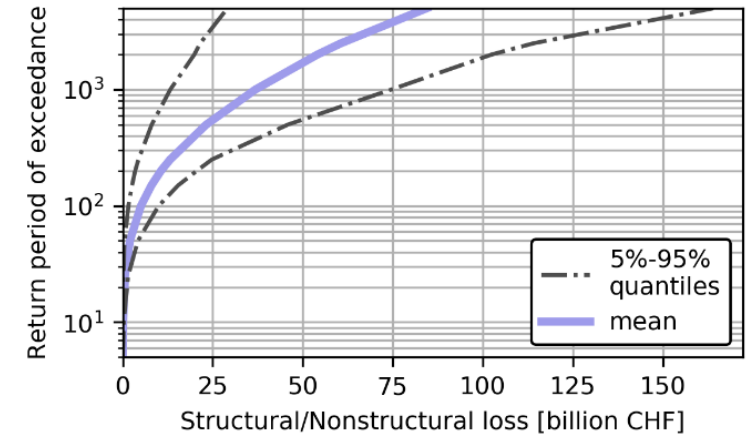
11 à 44 milliards de francs
de dommages aux bâtiments et à leur
contenu

Courbes probabilistes de risque – Comparaison avec d’autres modèles

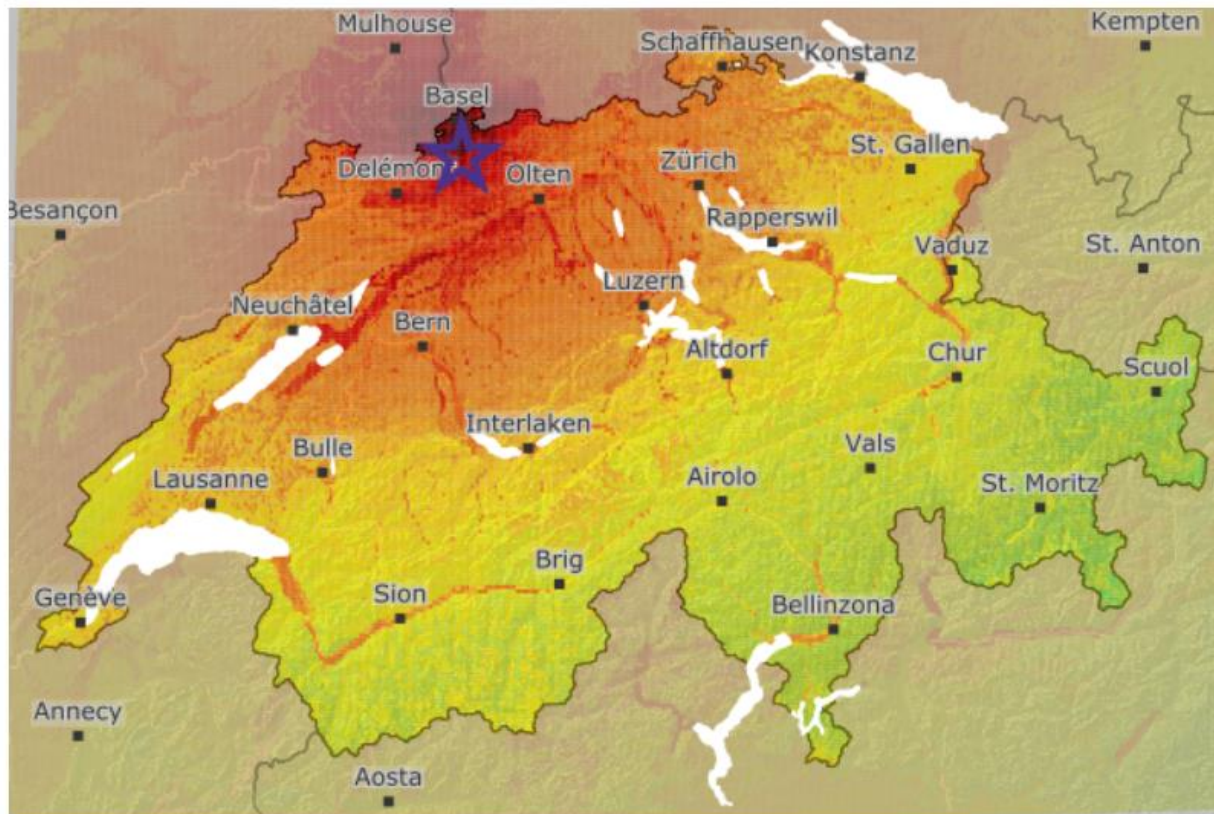










→ Les événements rares sont extrêmement dommageables

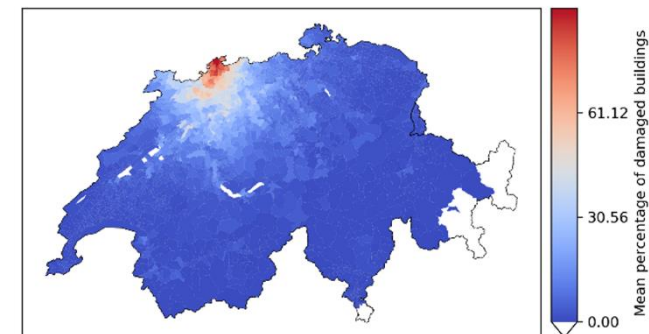
→ Les incertitudes sont grandes



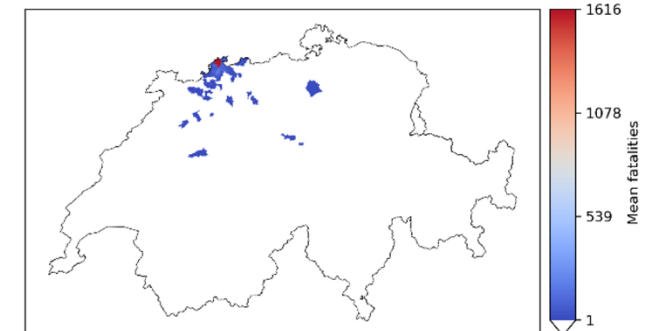
Scénarios : Bâle Mw6.6



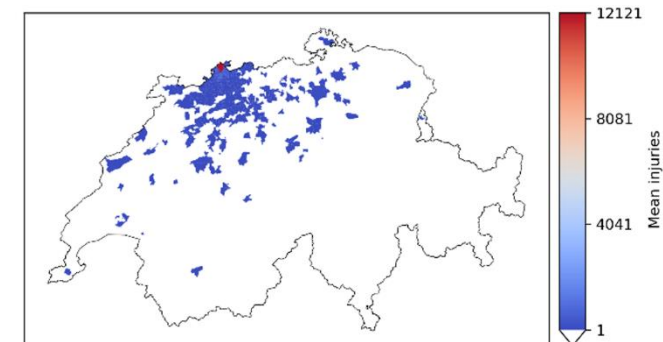
								
Intensität	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Auswirkungen	kaum bemerkbar	schwach verspürt	deutlich verspürt	stark verspürt	leichte Gebäudeschäden	Gebäudeschäden	schwere Gebäudeschäden	zerstörend



Damage ratio



Fatalities

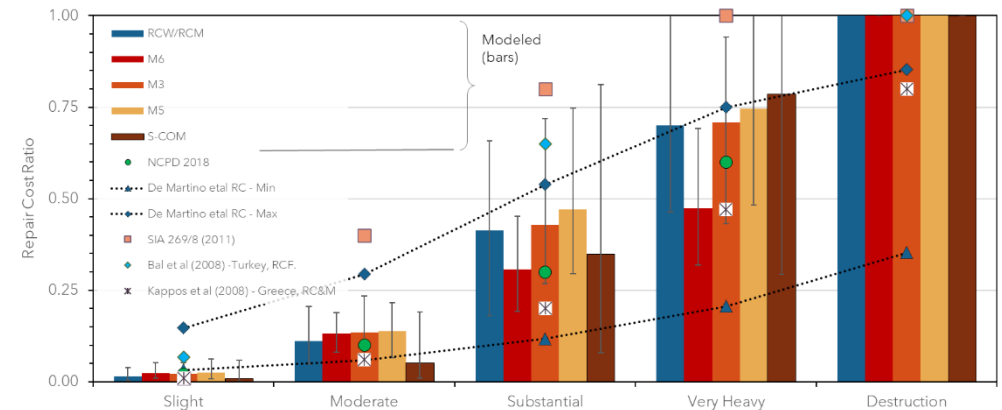
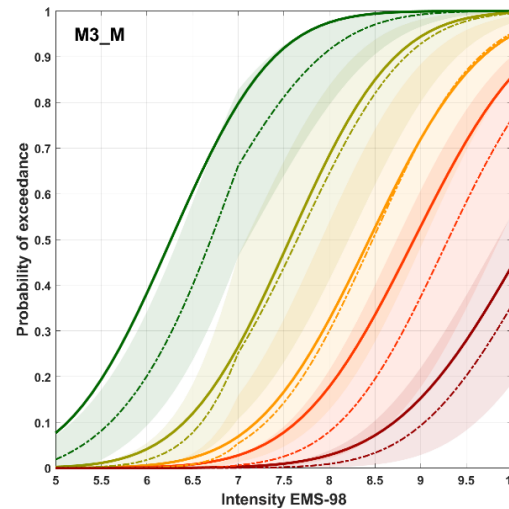
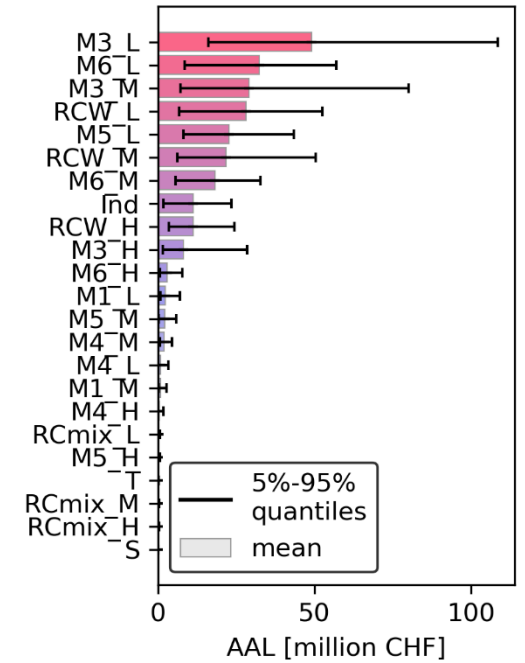
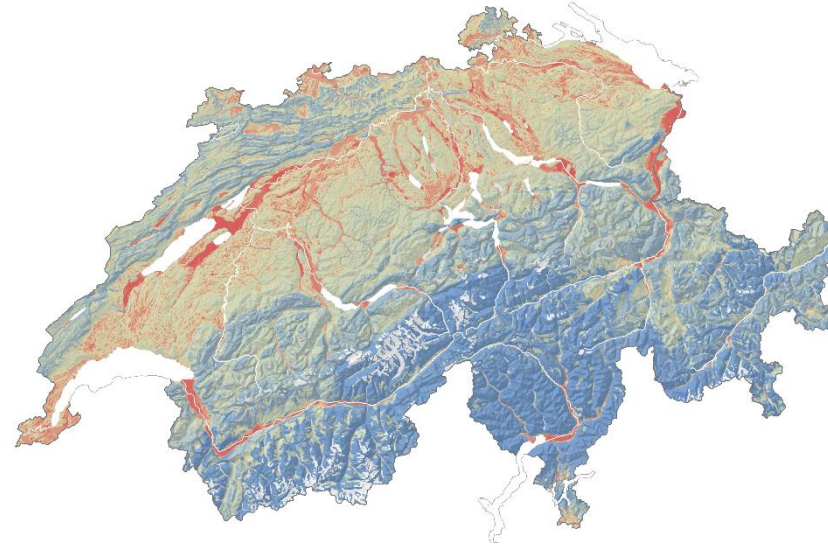


Injuries

Que se passerait-il si... Scénarios sur la base de séismes historiques

Scénario	Dommages aux bâtiments	Victimes	Blessés	Sans-abri
1584 Aigle Mw 5.9	7,0 milliards de CHF	300	20 000	30 000
1774 Altdorf Mw 5.7	2,0 milliards de CHF	60	500	9 000
1524 Ardon Mw 5.8	3,5 milliards de CHF	100	800	14 000
1356 Bâle Mw 6.6	45 milliards de CHF	3 000	21 000	200 000
1755 Brigue-Glis Mw 5.7	1,5 milliard de CHF	50	300	5 000
1295 Churwalden Mw 6.2	6 milliards de CHF	300	2 000	22 000
1622 Ftan Mw 5.4	105 millions de CHF	0	10	200
1946 Sierre Mw 5.8	2,4 milliards de CHF	40	300	9 000
1855 Stalden-Visp Mw 6.2	5,5 milliards de CHF	150	1'000	20 000
1601 Unterwald Mw 5.9	12 milliards de CHF	550	3'800	50 000

Tout cela – et encore beaucoup plus : dans le rapport technique



Perspectives

- Le prochain grand tremblement de terre aura lieu – le modèle du risque sismique crée des bases importantes, pour mieux s’y préparer.
- Développements ultérieurs
 - Réduire les incertitudes pour améliorer les prévisions du modèle
 - Améliorer les jeux de données
 - Publication d’une version actualisée chaque fois que les bases sont modifiées de manière significative
 - Formations
- Avenir à moyen terme (2027+)
 - La prochaine génération de modèles de l’aléa et du risque de la Suisse reposera davantage sur des approches basées sur la simulation, la modélisation physique et l’apprentissage automatique.

Schweizerischer Erdbebendienst (SED)
 Der Schweizerische Erdbebendienst (SED) an der ETH Zürich ist die Fachstelle des Bundes für Erdbeben. Seine Aktivitäten sind in das eidgenössische Massnahmenprogramm Erdbebenvorsorge eingebunden.

Aktuelle Erdbeben Schweiz

Lokalzeit	Mag.	Ort	Verspürt?
2023-02-19 17:42	2.6	Spiez/GR	Vermutlich nicht verspürt
2023-02-14 20:12	2.7	Huelheim/D	Leicht verspürt

Aktuelle Erdbeben

Lokalzeit	Magnitude	Ort
2023-03-01 08:42	1.4	Brunnen/SZ
2023-03-01 08:28	2.3	Poschiavo/GR
2023-03-01 08:14	1.0	Poschiavo/GR
2023-02-28 02:47	1.0	Tuttlingen/D

Erdbebenzähler Schweiz
 seit 01.01.2023 **164**

AKTUELLES

10.03.2023
 Mögliche Auswirkungen starker Erdbeben in der Schweiz

08.03.2023
 Einordnung der Erdbeben vom 6. Februar 2023 in der Türkei

Abbildung 1: Übersicht der Ostanatolischen Verwerfungszone mit den zwei grossen Erdbeben vom 6. Februar (dunkelrote Sterne). Die Nachbeben der folgenden 24 Stunden sind mit dunkelroten Kreisen markiert und befinden sich entlang der zwei Verwerfungen. Die Karte wurde von temblor übernommen. Interessierte Leser:innen verweisen wir auf ihre Webseite, welche ausführlich über die zwei Erdbeben berichtet (temblor).

→ Toutes les informations sont désormais en ligne sur www.seismo.ethz.ch