



Schweizerischer Erdbebendienst
Service Sismologique Suisse
Servizio Sismico Svizzero
Swiss Seismological Service

ETH zürich

Analyse de l'aléa sismique local

Donat Fäh

Service Sismologique Suisse (SED) - ETH Zurich

www.seismo.ethz.ch



**REUNION D'INFORMATIONS POUR LES COMMUNES ET CANTONS
23.08.2019 - ETHZ**

Magnitudes

Échelle macrosismique européenne (EMS) 1998

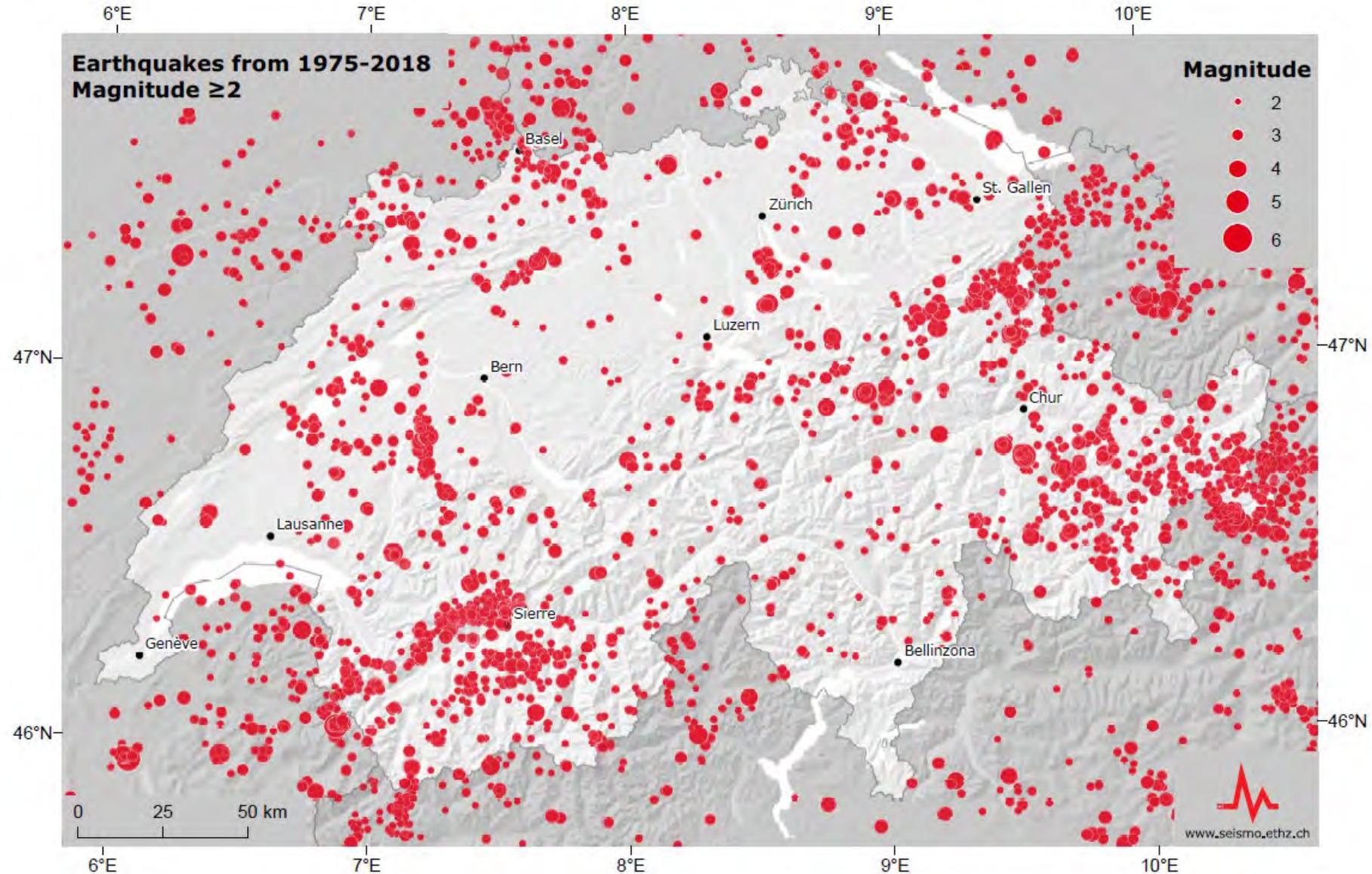


Intensité	Définition (forme courte)
I	Non ressenti
II	Rarement ressenti
III	Faible
IV	Largement observé
V	Fort
VI	Dégâts légers
VII	Dégâts
VIII	Dégâts importants
IX	Destructions
X	Destructions importantes
XI	Catastrophe
XII	Catastrophe généralisée

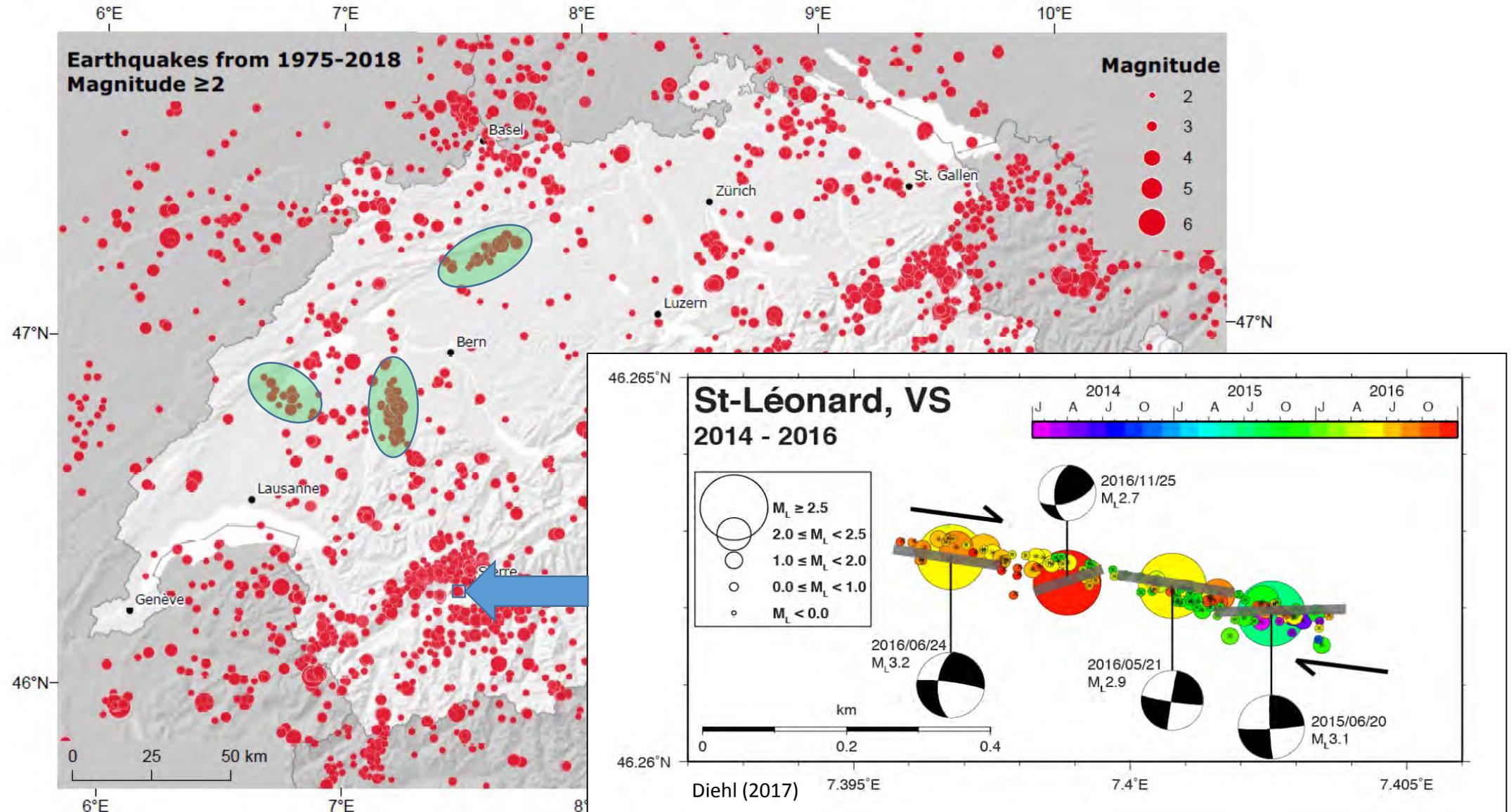
L'intensité décrit l'impact des secousses en surface en un lieu donné

L'échelle EMS détaillée distingue :
a) **Classes de vulnérabilité (A-F)**
b) **Degrés de dégâts (1-5)**

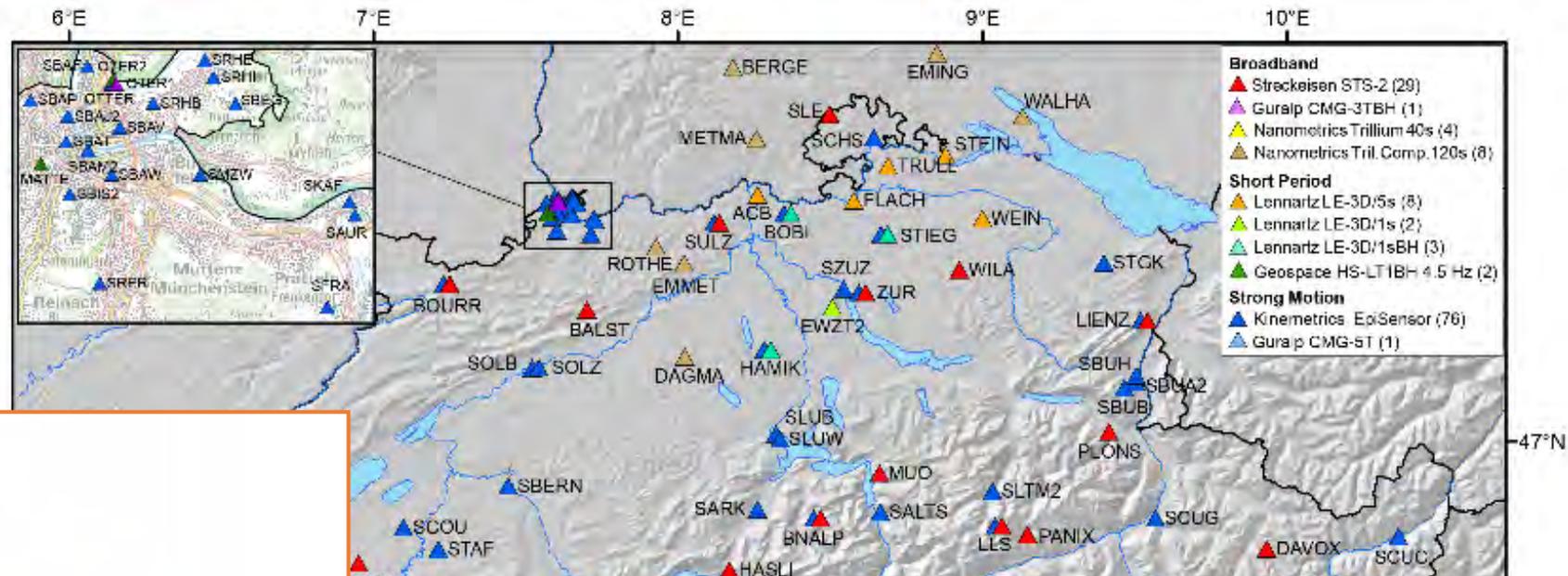
Séismes enregistrés par les instruments 1975-2018



Séismes enregistrés par les instruments 1975-2018 et systèmes de failles actifs



Réseaux sismiques de Suisse : SDSNET et SSMNet

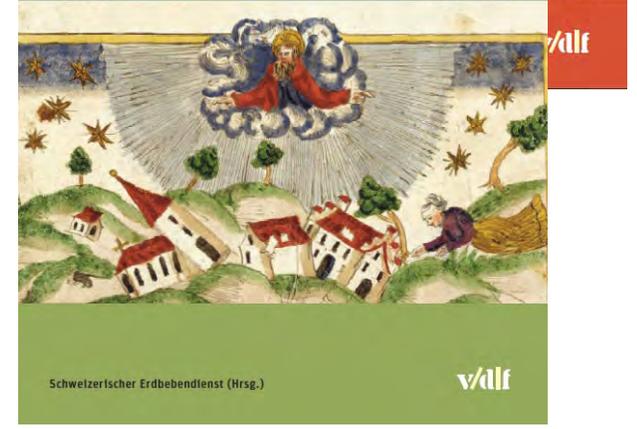
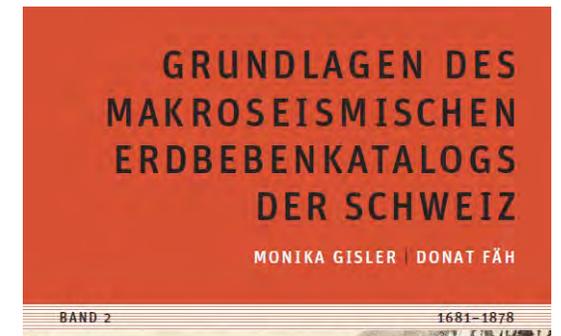
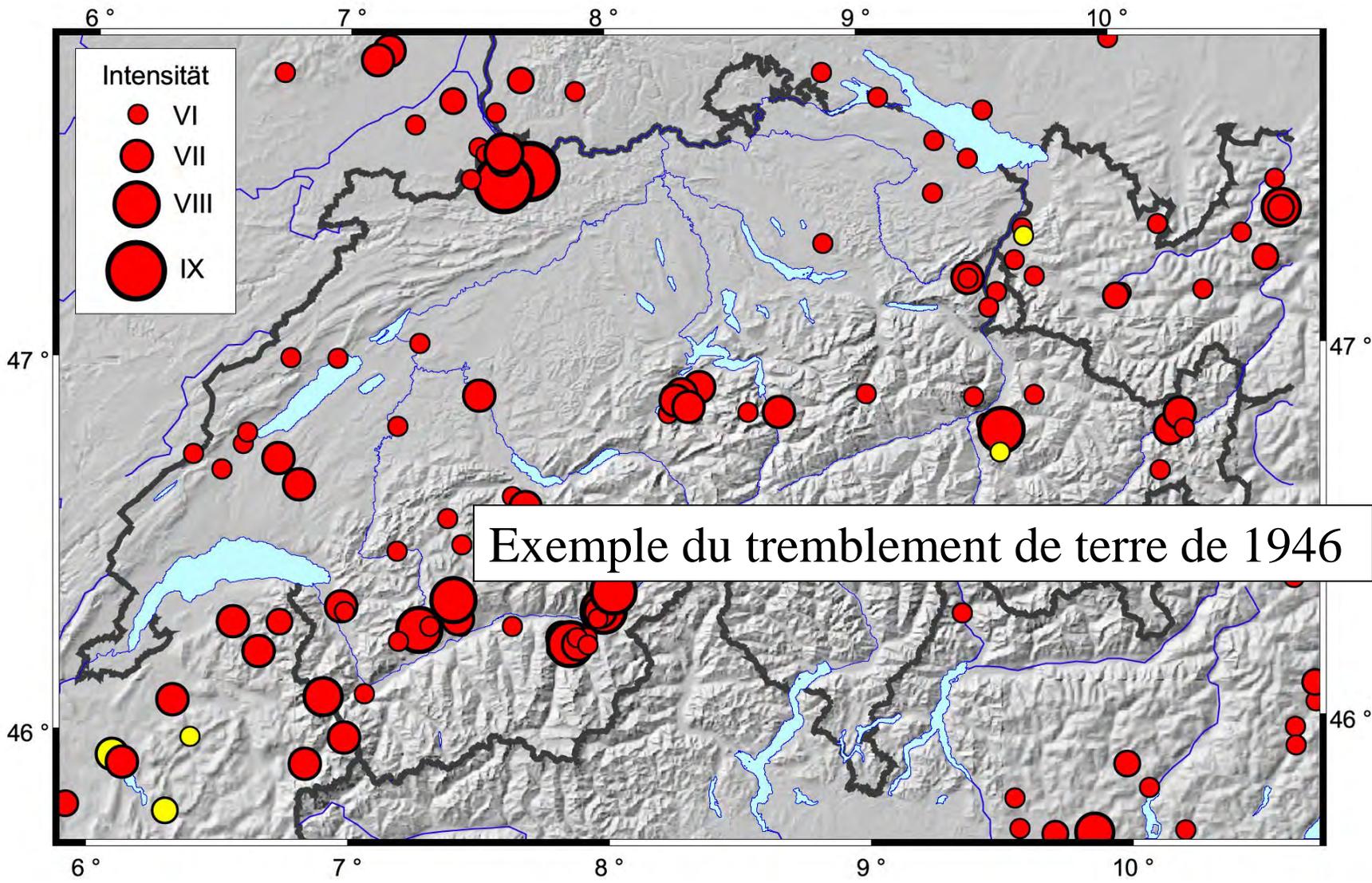


Neues Konzept für eine Freifeld-Installation



Séismes destructeurs historiques :

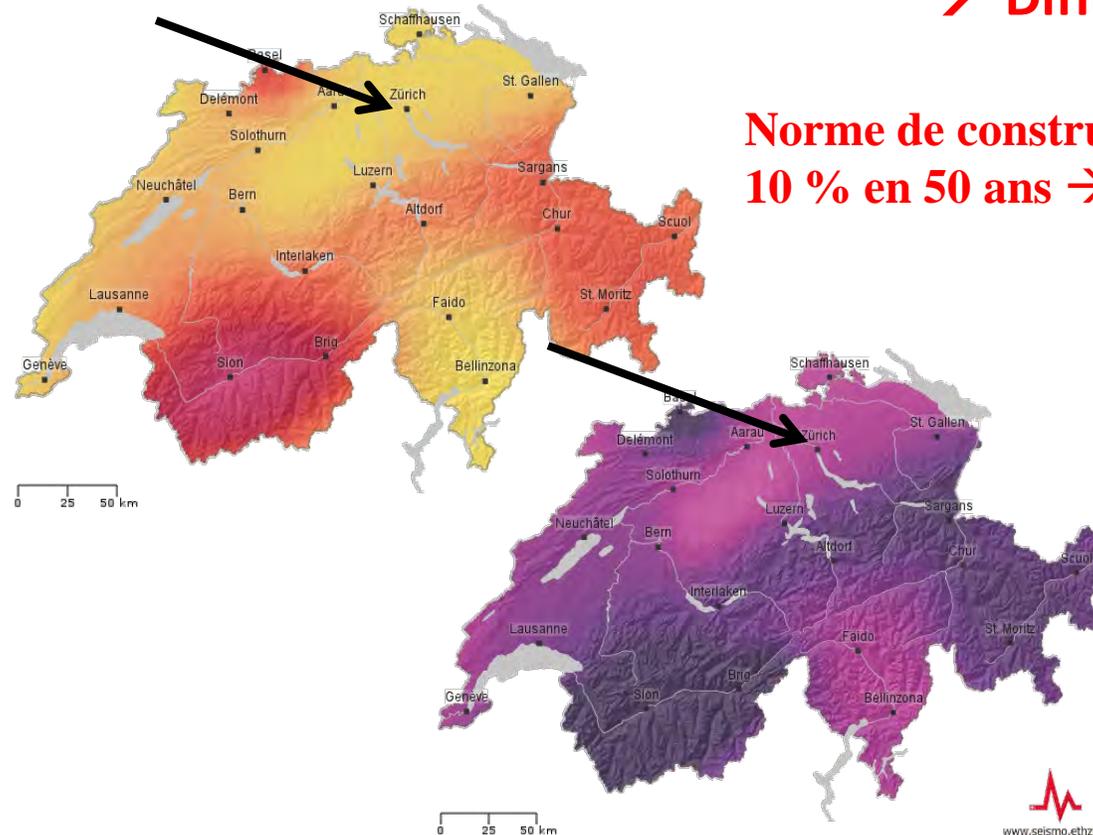
A quelle fréquence se produisent-ils et quels ont été leurs impacts ?



Probabilités et normes de construction

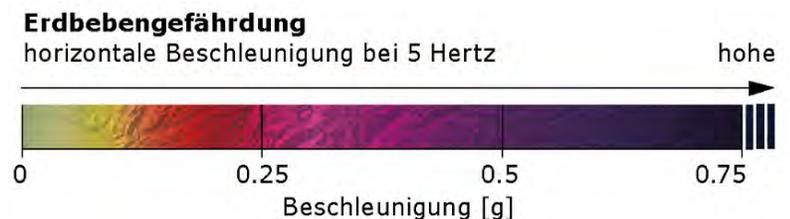
Les cartes d'aléa sismique nous montrent à quels **mouvements du sol** nous devons nous attendre en moyenne pour une certaine **période** sur un **sous-sol rocheux**.

Différents objectifs de projection → Différents niveaux d'aléa
→ Différents risques acceptés



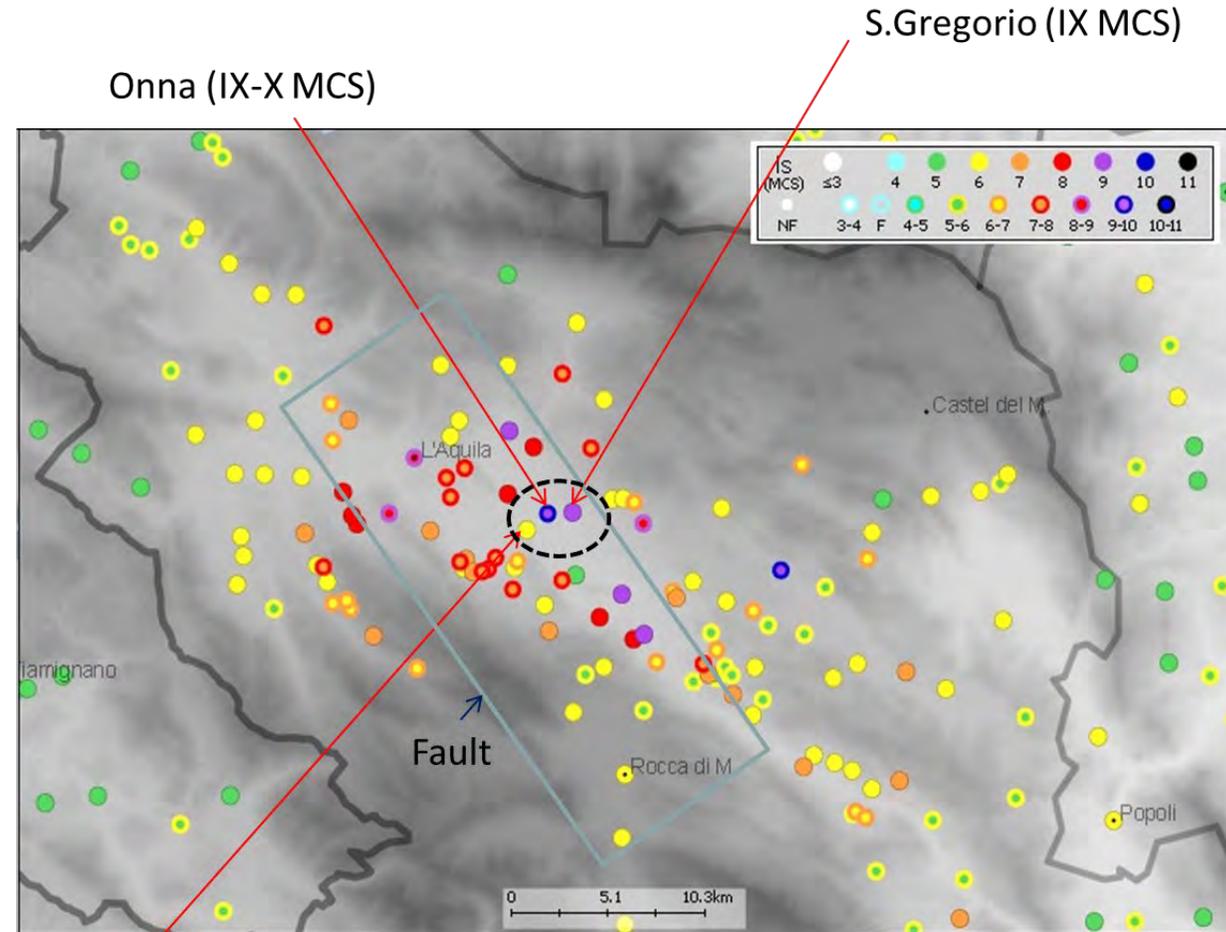
Norme de construction pour les ouvrages courants :
10 % en 50 ans → Durée de retour 500 ans

Grands barrages :
0.5 % en 50 ans → Durée de retour de 10 000 ans



Probabilités et normes de construction

L'aléa sismique est cependant déterminé par des **facteurs locaux**, notamment la **géologie** du lieu considéré.



Monticchio (V-VI MCS)

Carte macrosismique
Séisme de L'Aquila du 9 avril 2009

Séisme de L'Aquila 2009

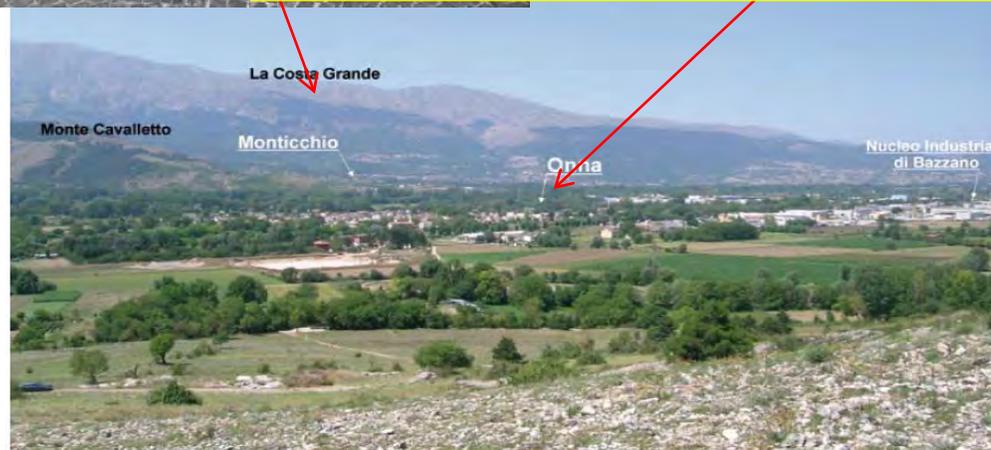
Monticchio (V-VI MCS)



Onna (IX-X MCS)



Nous connaissons depuis longtemps de tels effets locaux.
Nous pouvons aujourd'hui les évaluer de manière assez fiable.



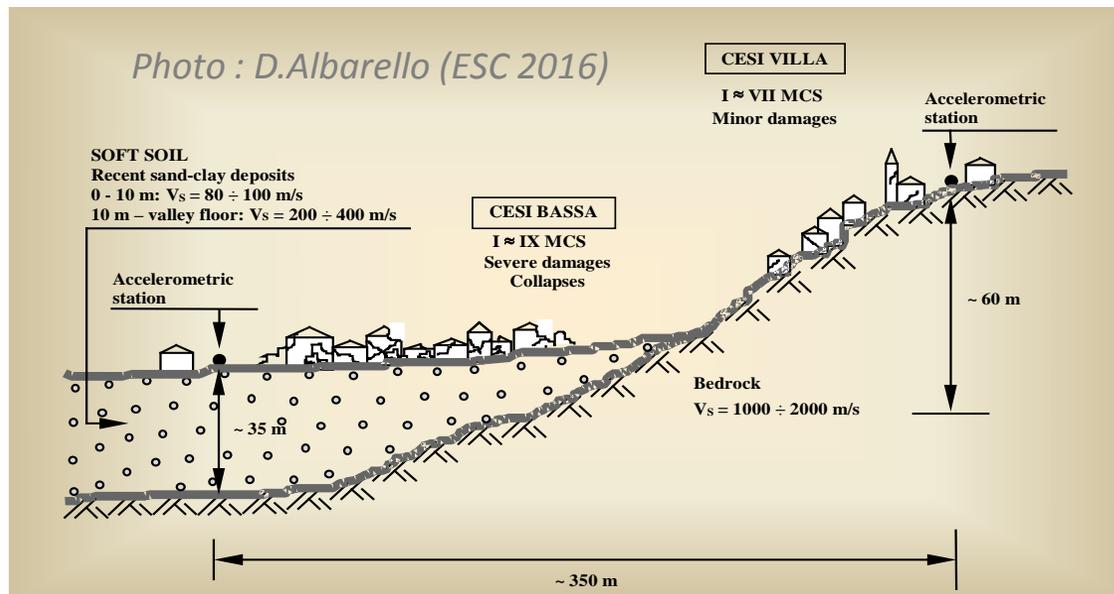
S.Gregorio (IX MCS)



Bâtiments similaires
Dégâts tout à fait différents

L'aléa sismique est déterminé par des facteurs locaux :

- 1) Composition et âge des sédiments, altération de la roche (géologie)
- 2) Caractéristiques: vitesse des ondes de cisaillement, densité, saturation en eau
- 3) Épaisseur et géométrie du remplissage sédimentaire
- 4) Comportement non linéaire du matériau (liquéfaction des sols, mouvements de masse induits)



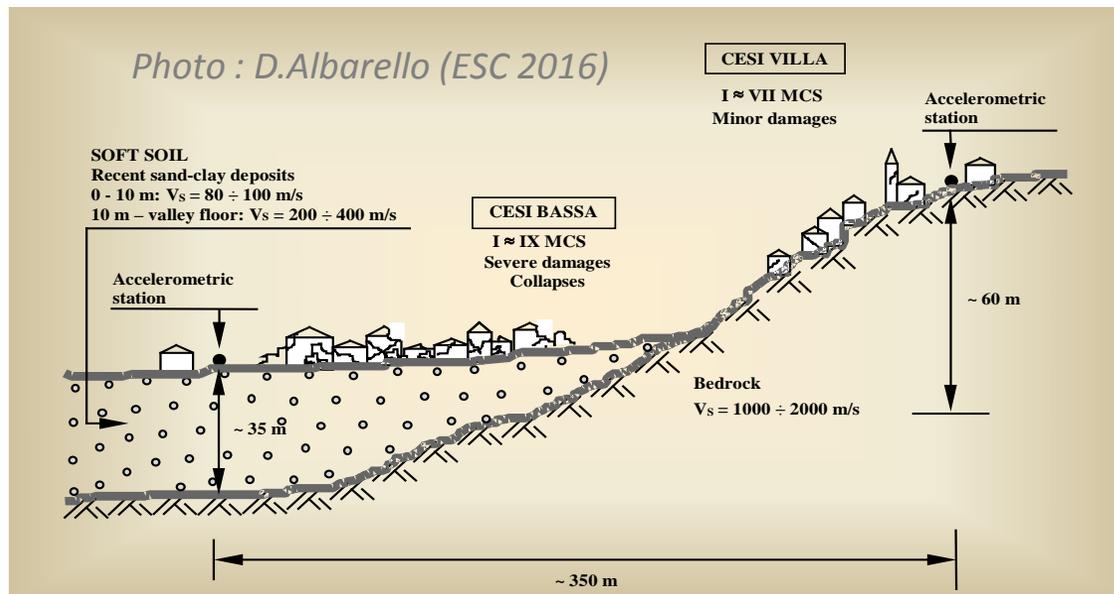
Situation typique en Suisse

L'aléa sismique est déterminé par des facteurs locaux :

- 1) Composition et âge des sédiments, altération de la roche (géologie)
- 2) Caractéristiques: vitesse des ondes de cisaillement, densité, saturation en eau
- 3) Épaisseur et géométrie du remplissage sédimentaire
- 4) Comportement non linéaire du matériau (liquéfaction des sols, mouvements de masse induits)

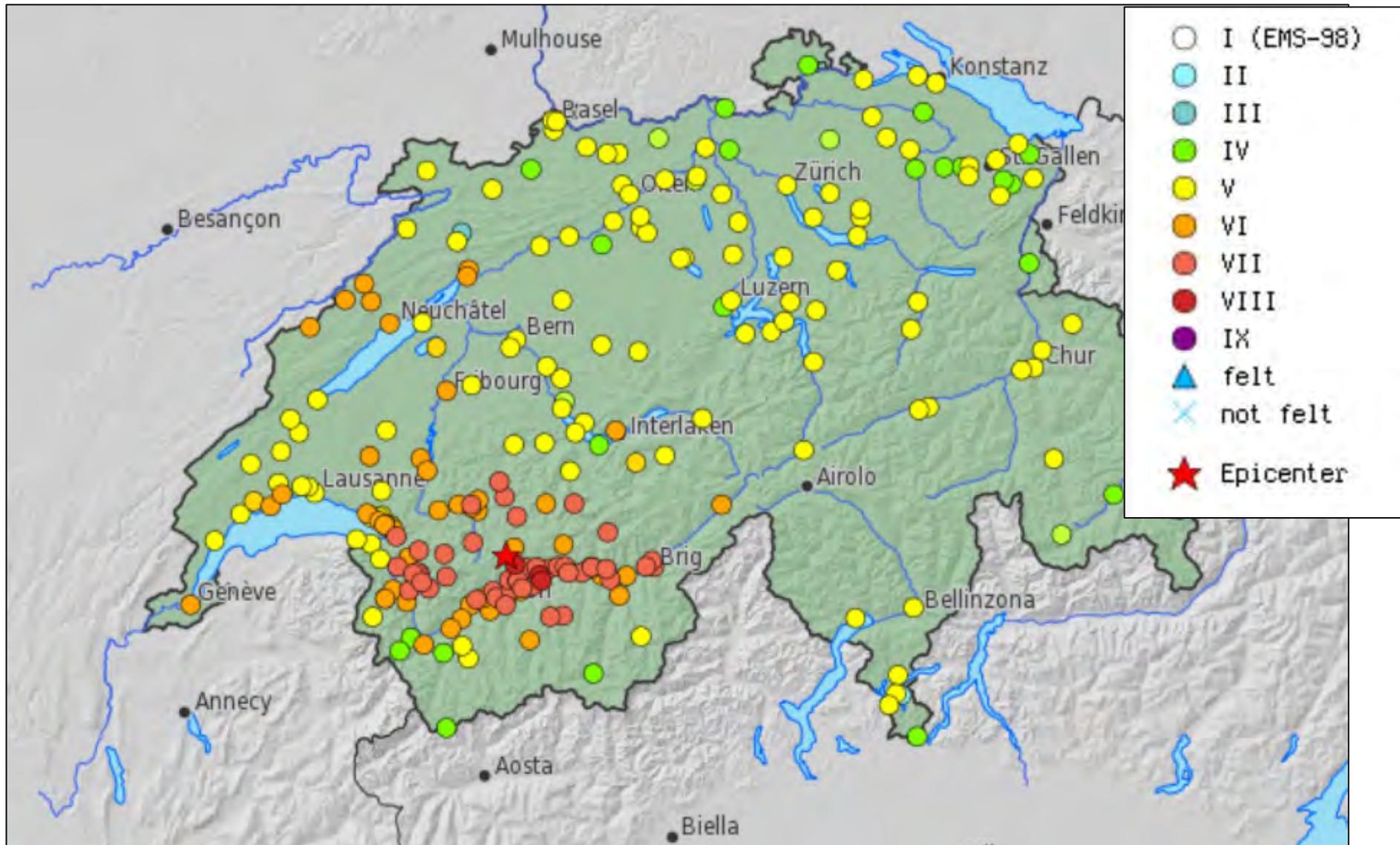
Il en résulte un comportement dynamique (**que nous pouvons mesurer et modéliser**) :

- a) Amplification ou atténuation des ondes (régionales et locales)
- b) Comportement en résonance
- c) Apparition d'ondes locales de surface aux importantes transitions géologiques

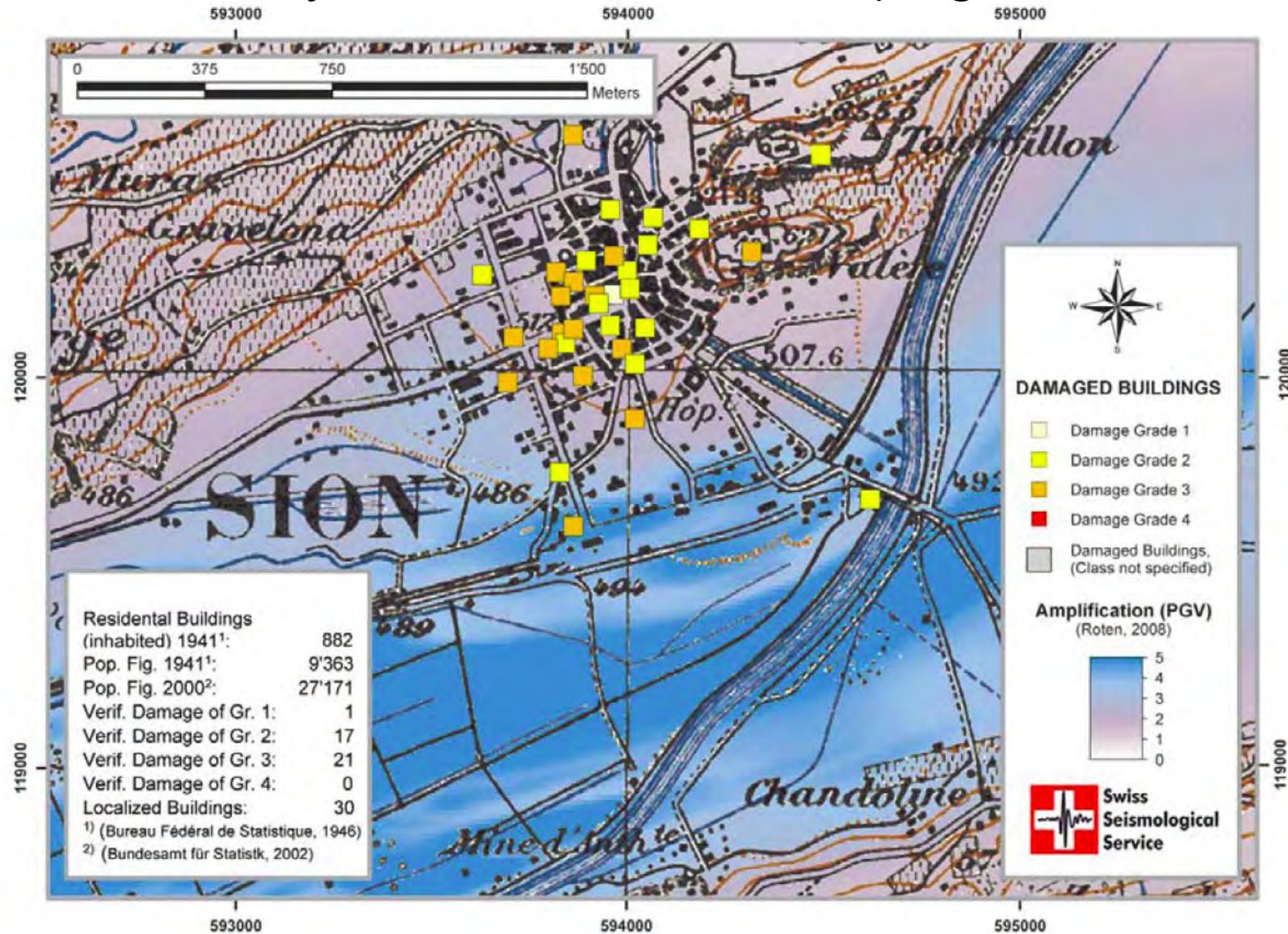


Situation typique en Suisse

Séisme du 25 janvier 1946 dans le Valais (magnitude Mw=5.8)

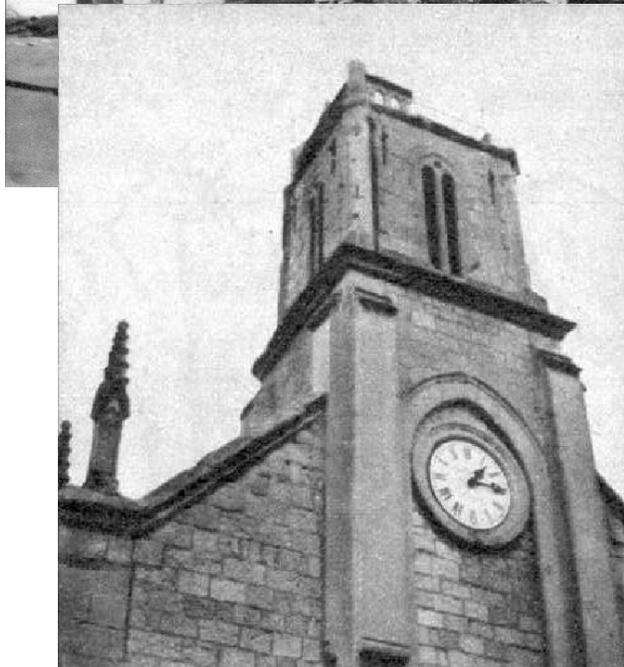
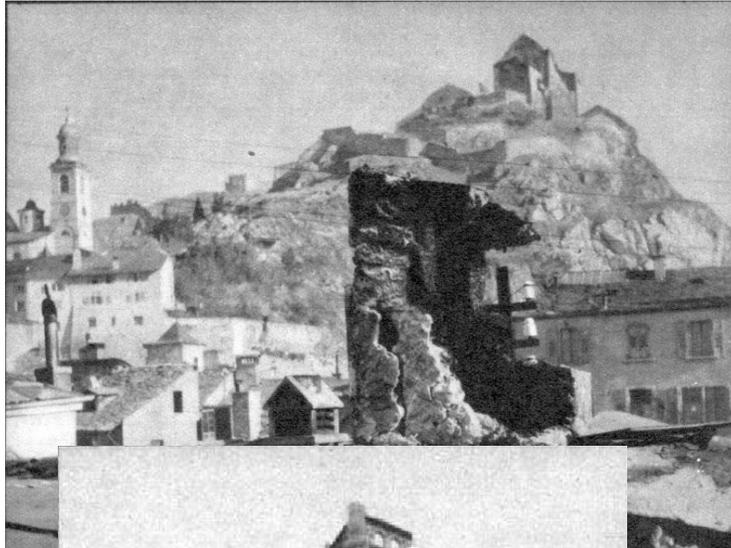


Séisme du 25 janvier 1946 dans le Valais (magnitude Mw=5.8)

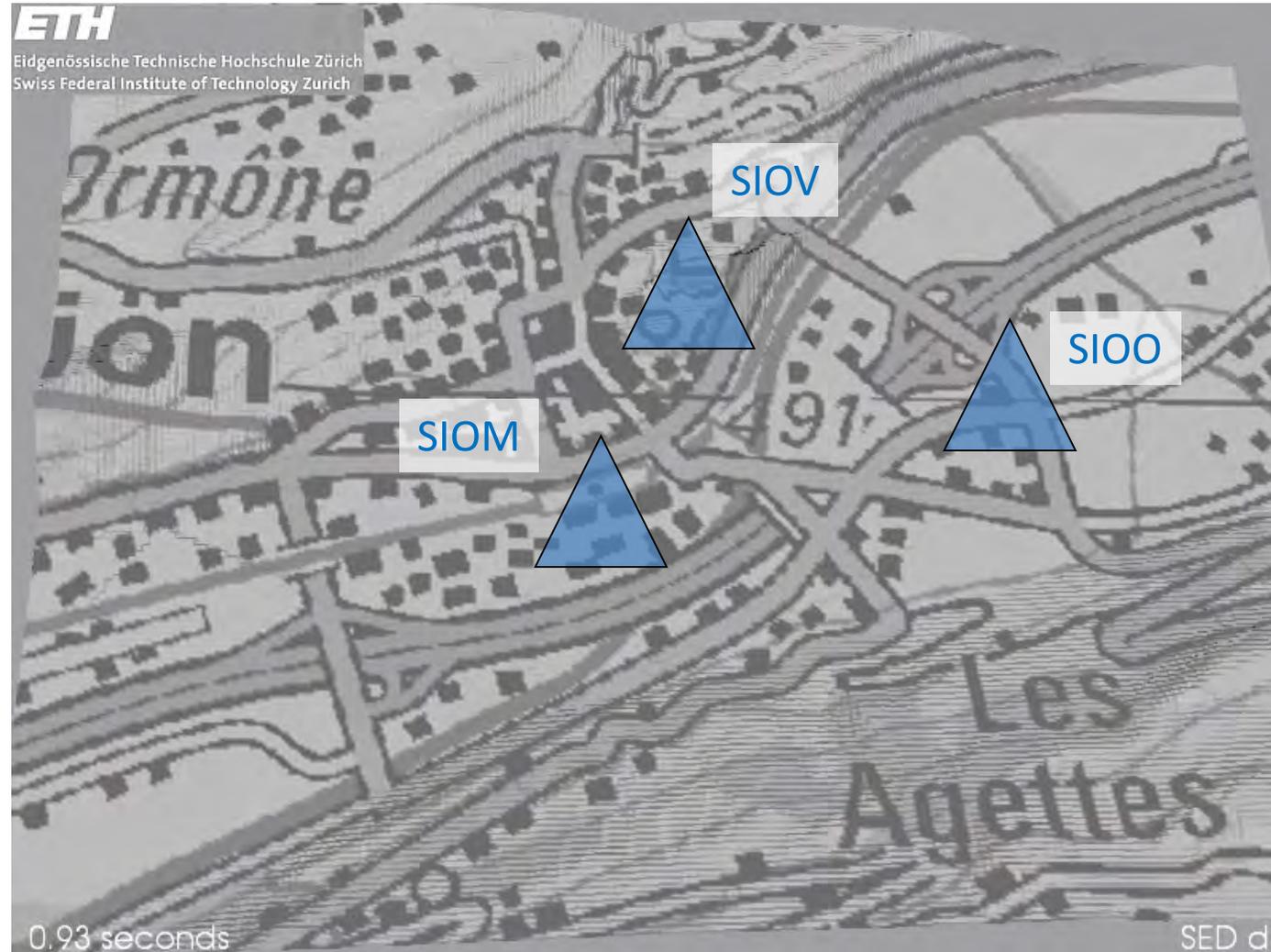


Janvier 1946 - une chance dans le malheur :

l'épicentre se trouvait relativement loin des zones habitées

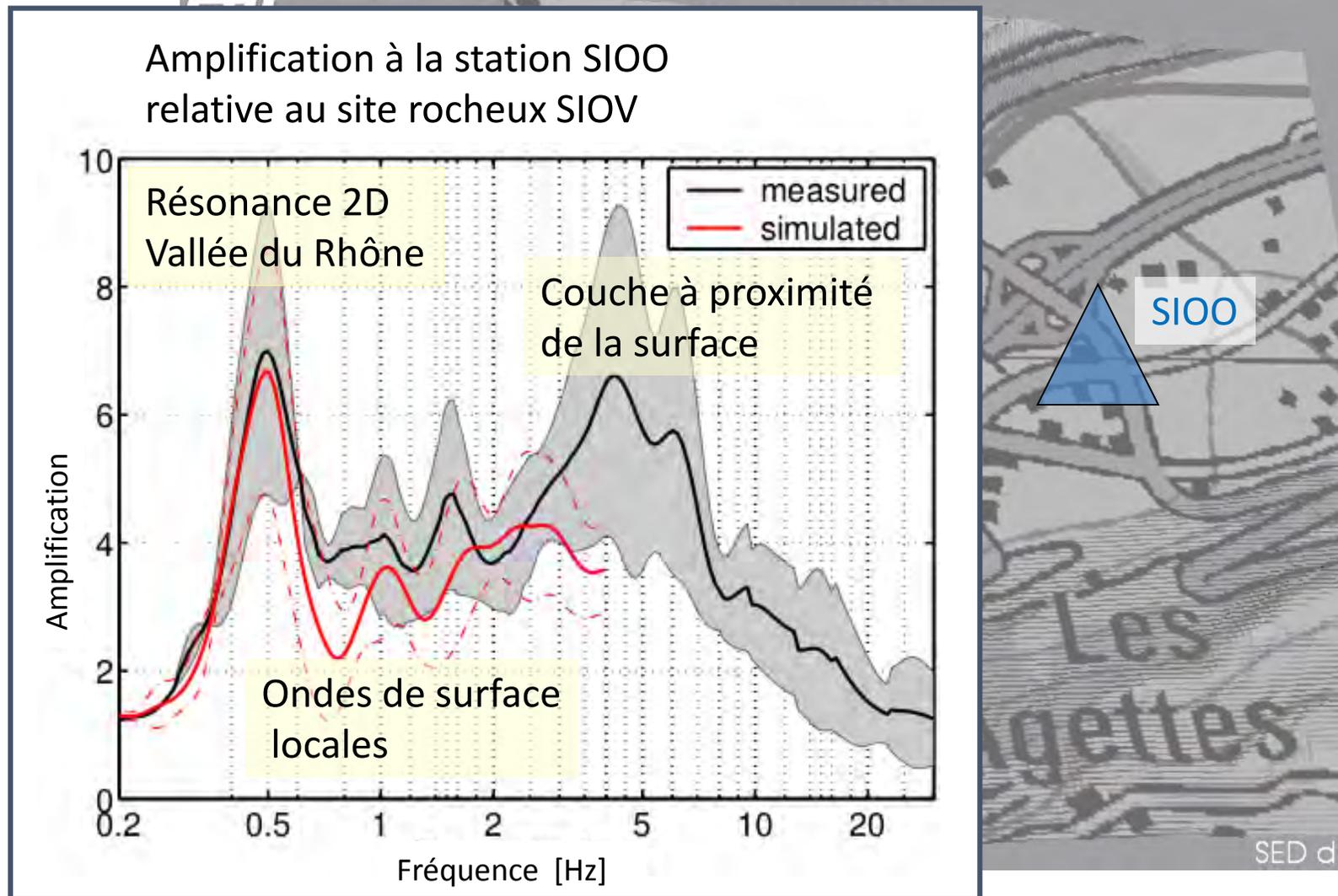


Effets locaux modélisés à Sion (Séisme du 8 septembre 2005 près de Vallorcine (Mw=4.4))



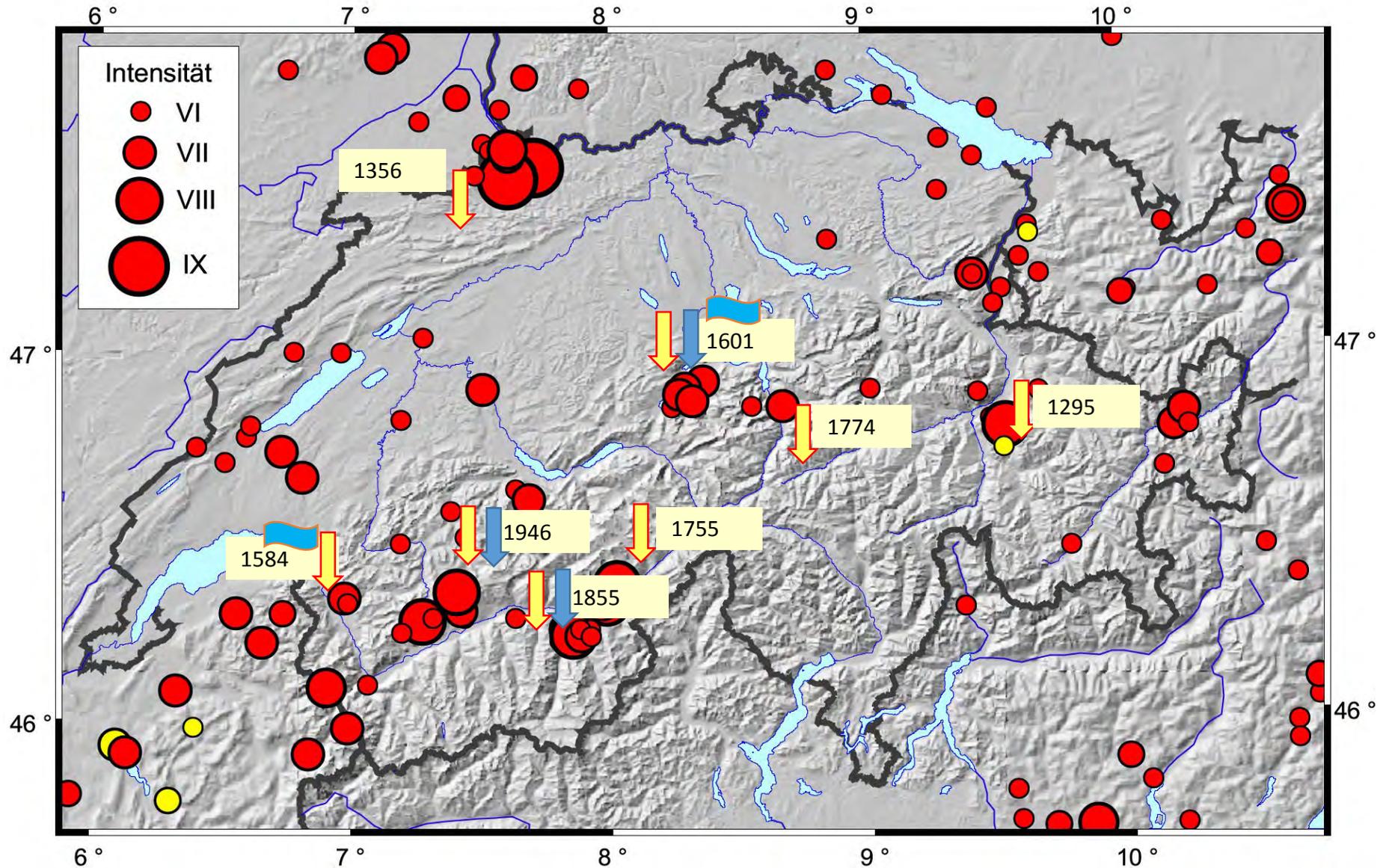
Effets locaux modélisés à Sion

Séisme du 8 septembre 2005 près de Vallorcine (Mw=4.4)



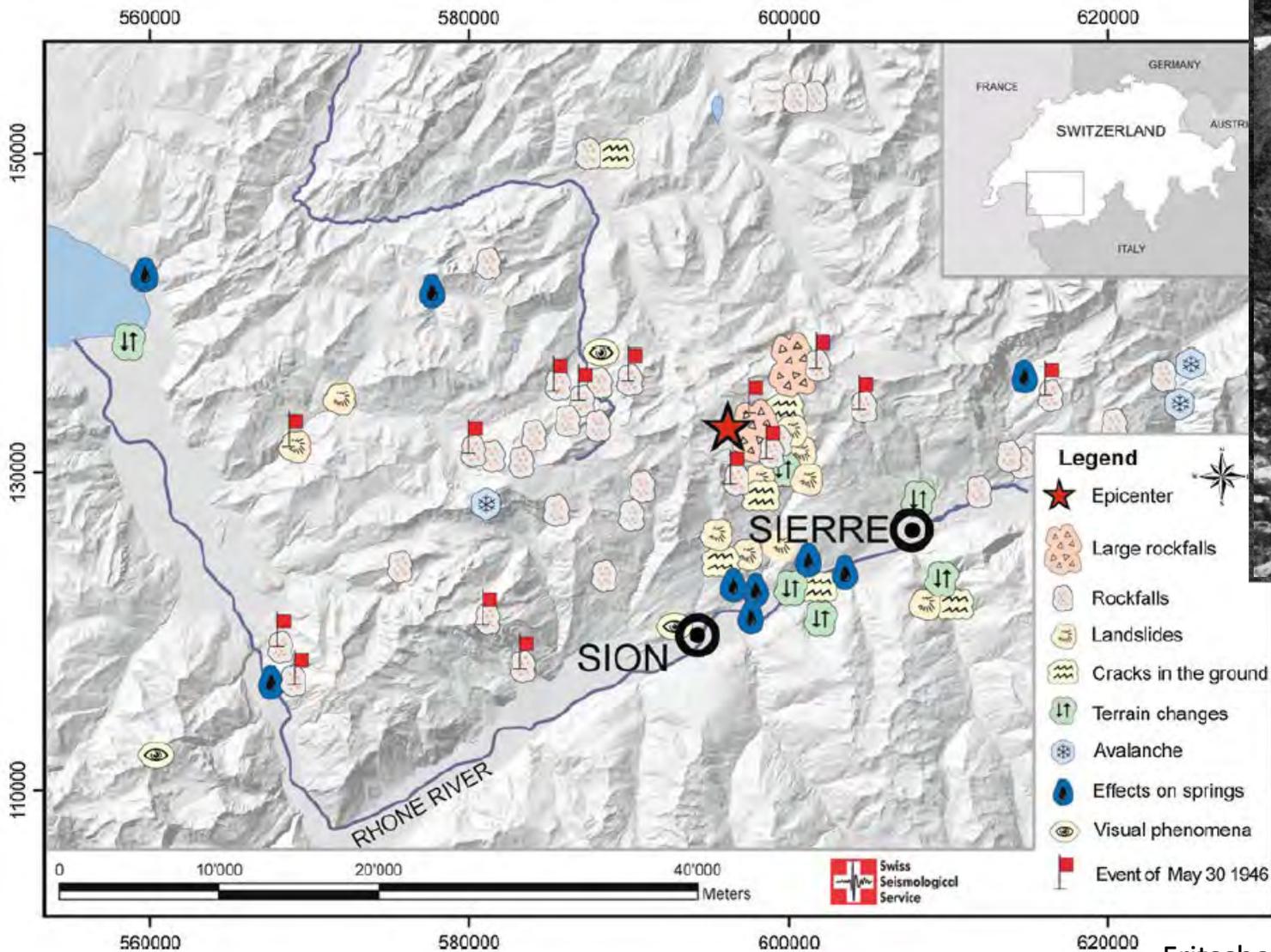
Phénomènes induits par les séismes

Tremblements de terre historiques avec liquéfaction des sols ↓ éboulement ↓ et raz-de-marée 



Phénomènes induits par les séismes

Tremblement de terre Valais 1946 (Mw=5.8) Eboulement sur le Rawilhorn (réplique mai 1946)

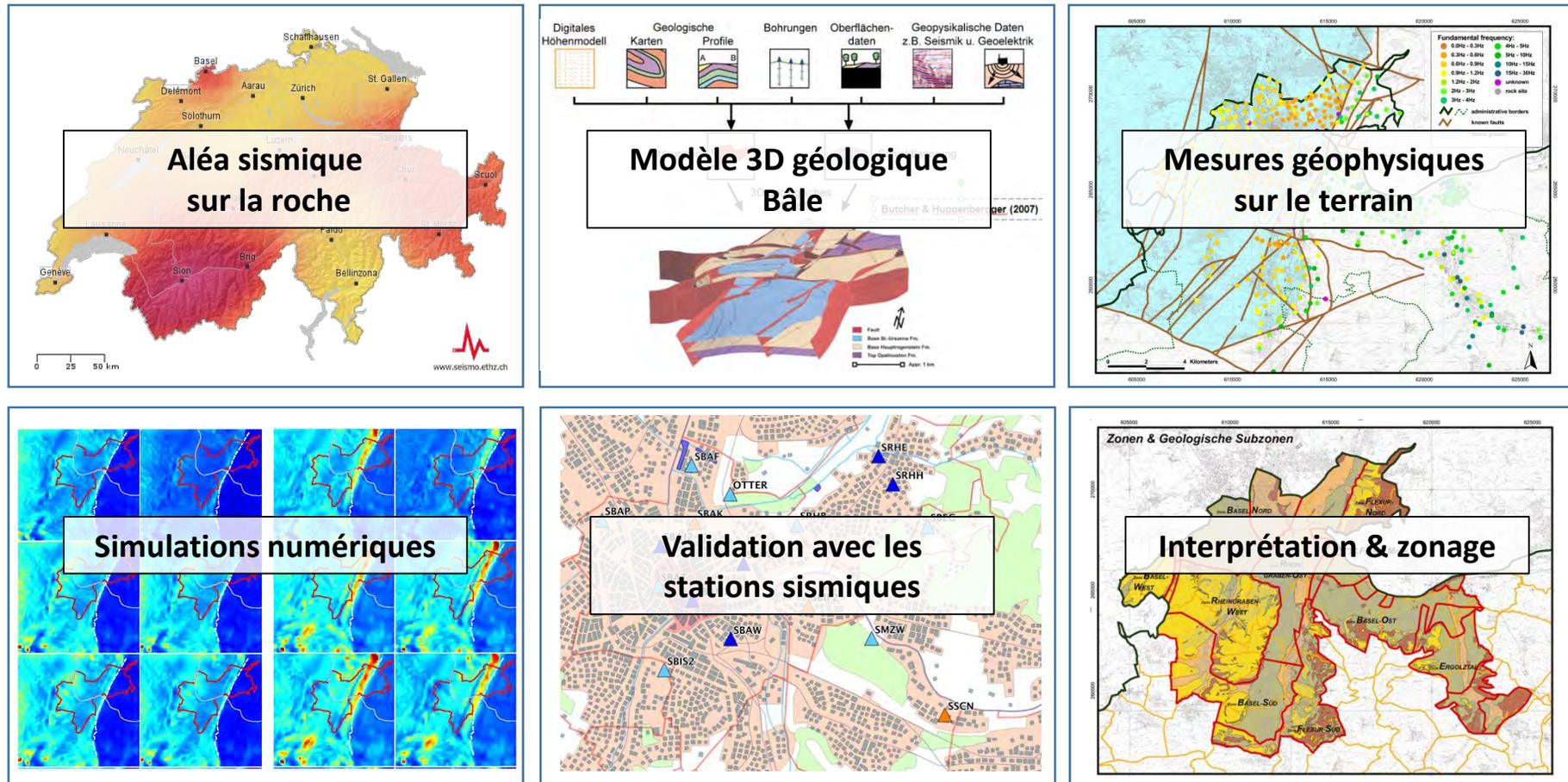


Référence : I. Marietan

Analyse de l'aléa sismique local

- Spectres liés au site pour l'application des normes de construction
- Détermination des phénomènes potentiels induits

Microzonage pour la région de Bâle (2003-2009):



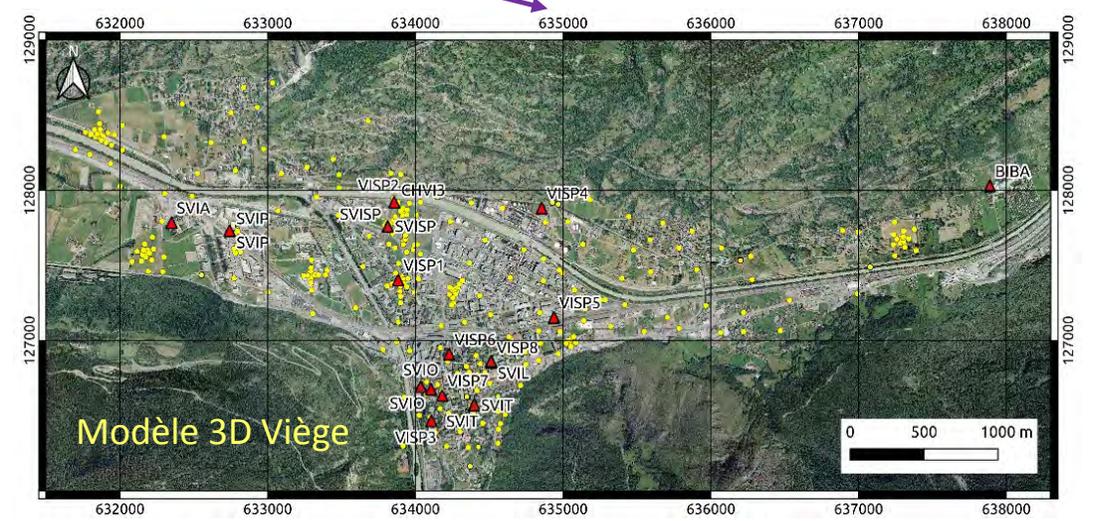
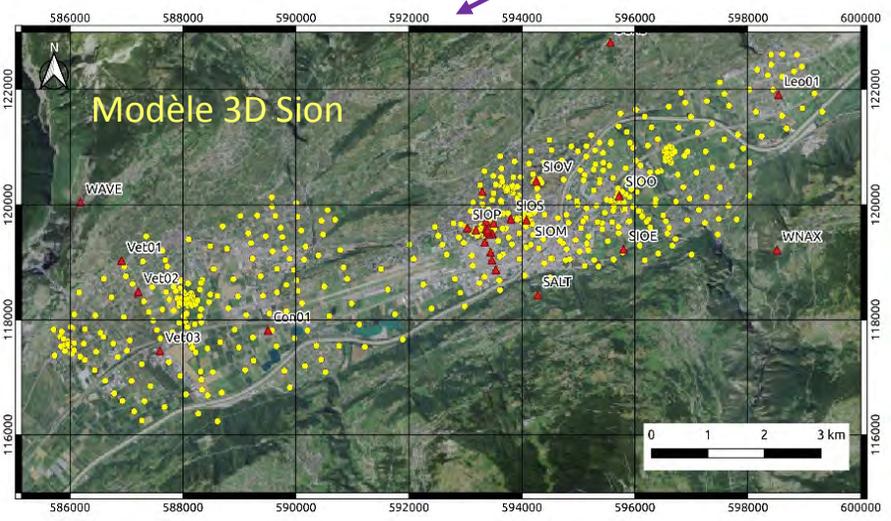
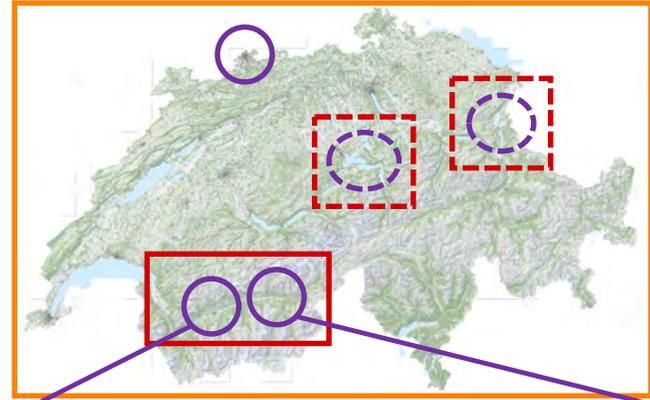
Amélioration de l'analyse locale d'aléa sismique en Suisse

faisant partie des projets Modèle de risque sismique Suisse (2018-2023), Modèle de risque Bâle (2019-2023), ...

Modèles d'amplification :

- **Modèle national**
- **Modèles régionaux**
- **Modèles locaux**

↓
Résolution



Analyse locale d'aléa sismique pour la prévention des tremblements de terre

- Les méthodes d'analyse locale d'aléa sismique (microzonage) sont très avancées
- Il faut quatre éléments :
 - 1) La combinaison d'informations géologiques et de mesures géophysiques
 - 2) La modélisation numérique des secousses éventuelles
 - 3) L'observation par des stations sismiques pour validation
 - 4) L'évaluation des phénomènes éventuels induits par les tremblements de terre
- Suivant les questions, il est possible de viser des résolutions différentes
- La révision de la norme SIA 261/1 s'applique à l'avenir aux études spectrales de site et de microzonage
- Les microzonages sont importants pour l'aménagement du territoire et la gestion des évènements