

Lundi 16 novembre 2009

---

## **Risque sismique à Grenoble**

Aléa et vulnérabilité

L'apport de l'action du Pôle Grenoblois Risques Naturels

**Philippe Guéguen**  
LCPC/LGIT

---

Julien BANTON, Pierre Yves BARD, Elise BECK, Bruno BETTIG,  
Clarisse BORDES, Matthieu CAUSSE, Emmanuel CHALJUB, Jean-  
Luc CHATELAIN, Cécile CORNOU, Fabrice COTTON, Paule-  
Annick DAVOINE, Michel DIETRICH, François DUNAND, Philippe  
GUEGUEN, Robert GUIGUET, Denis HATZFELD, Benoît  
LEBRUN, Francis LEMEILLE, Céline LUTOFF, Gilles MENARD,  
Clotaire MICHEL, Peter MOCZO, Franck SCHERBAUM, François  
THOUVENOT, Michel VALLON

Observatoire de Grenoble –IGA Grenoble – LCPC Paris – LIG Grenoble  
IRSN Paris – Univ. Potsdam – IGSKA Bratislava -

PGRN/CG38 - Diren (DREAL) Rhône-Alpes - Ville de Grenoble -  
SDAU

GEOTER - LEAS - EDF-SEPTEN - CEA - Résonance SA (Suisse) -  
VERITAS

# Projets pôles et ensuite ?

Effets de levier et de coordination

Projet européen SISMOVALP: projet européen sur les effets de site

Projet européen SESAME: développement de techniques innovantes pour l'évaluation des effets de site

Congrès international ESG2006

Projet européen RISK NAT (en cours) : vulnérabilité des ouvrages

Projet Régional VULNERALP: vulnérabilité sismique de Grenoble

Projet ANR URBASIS (en cours): Dommage et vulnérabilité sismique par méthodes innovantes.

# Les Alpes françaises: un scénario de séisme probable de magnitude 5.5

## Une sismicité historique modérée

Imax = VIII

Mmax = 5.7

Chamonix 1905, Corrençon  
1962

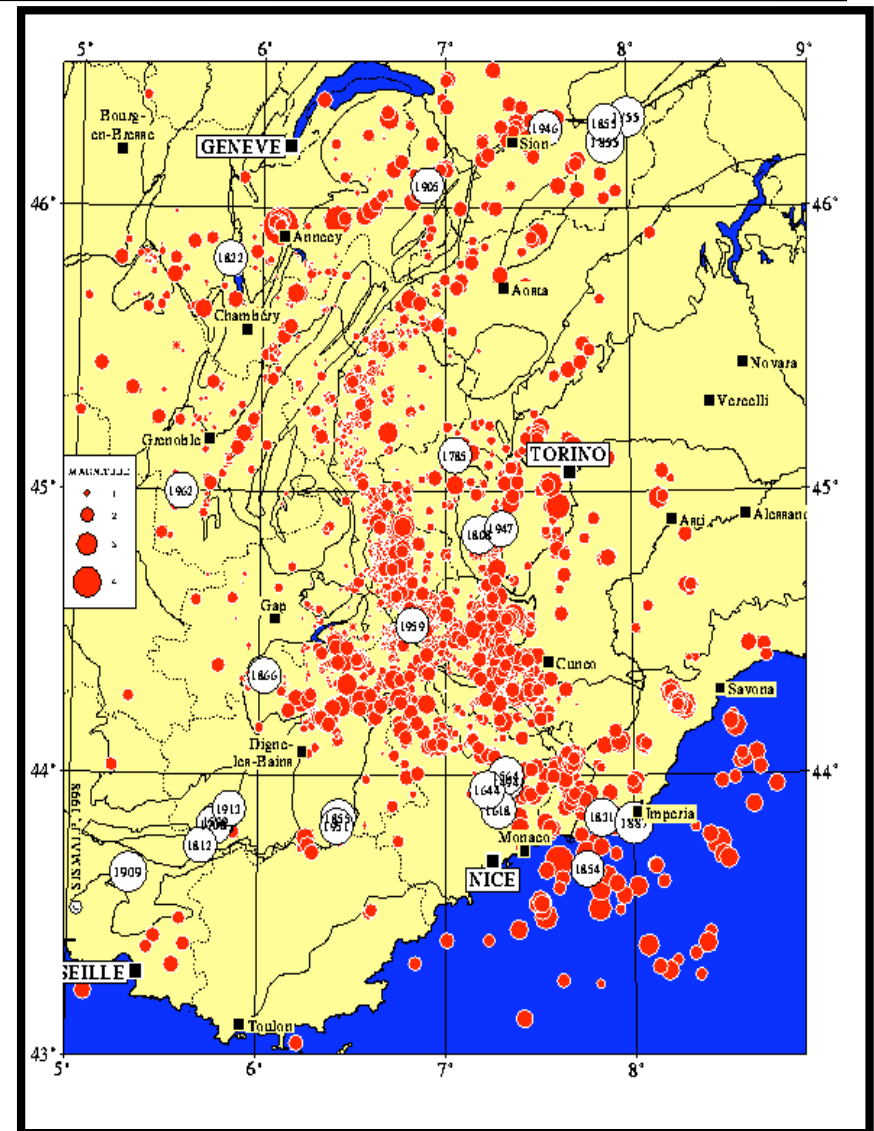
## Sismicité instrumentale

Quelques zones actives

Ubaye

Belledonne

Vuache



Le PGRN et la surveillance sismique : Le réseau Sismalp

# **GRENOBLE:** Des séismes récents ont déjà fait des dégâts dans la région

---

Lambesc 1909 – Intensité VIII à IX

Corrençon 1962 – Intensité VI à VII

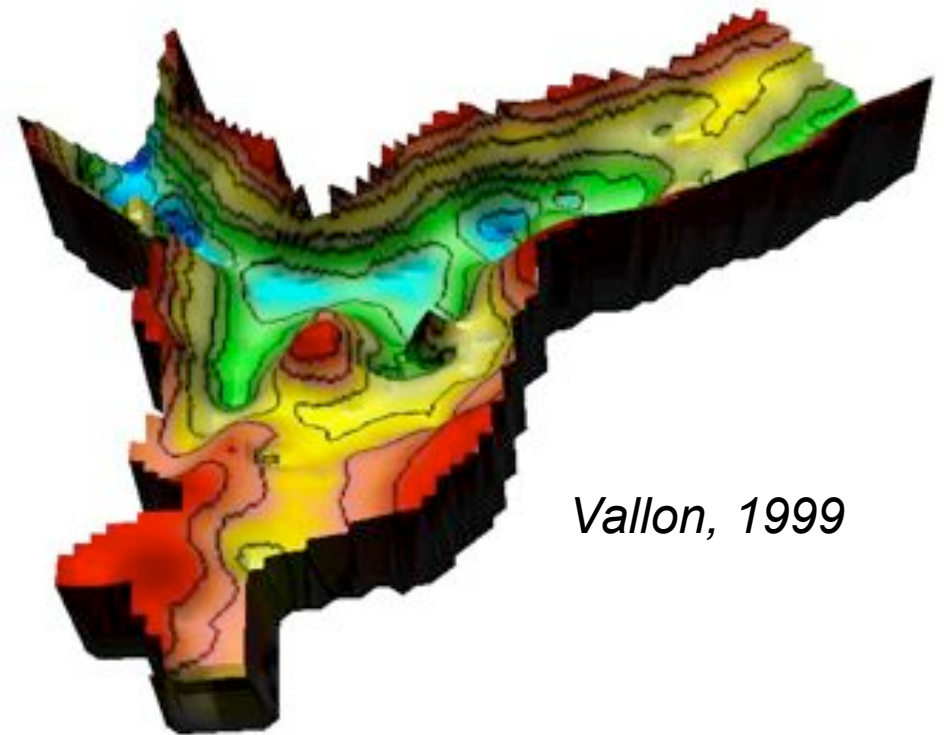
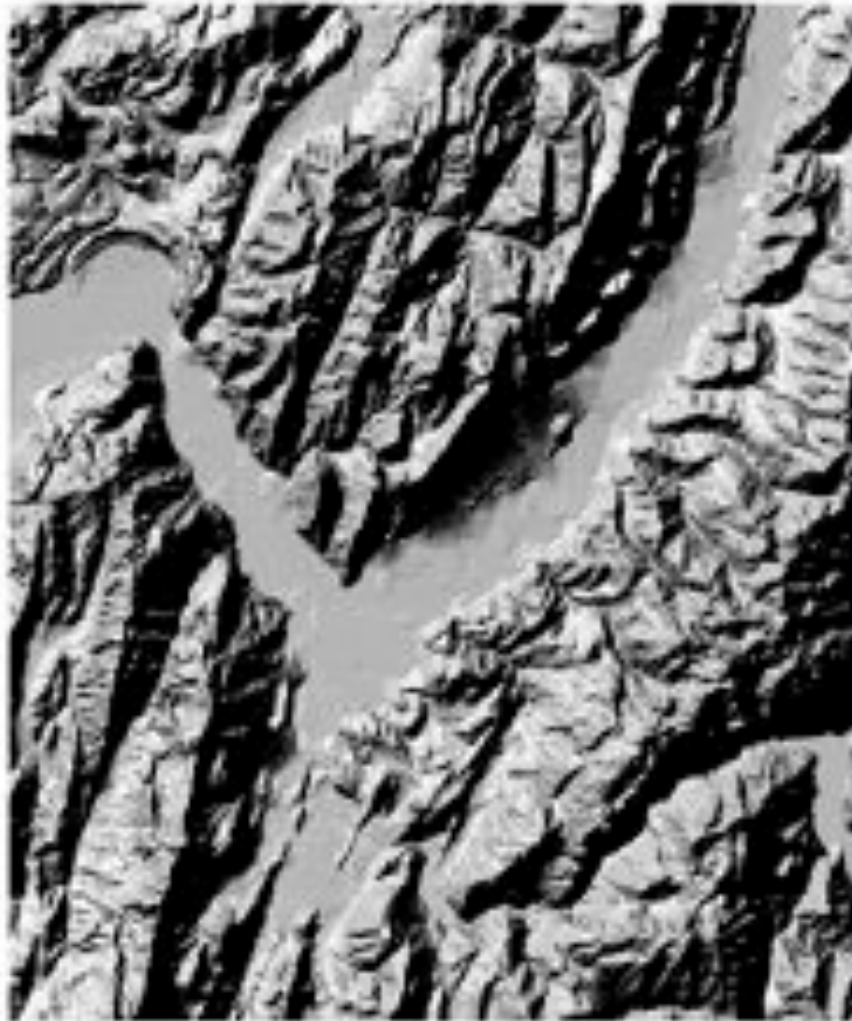


Annecy 1996 – Intensité VII



# **GRENOBLE:** une vallée sédimentaire caractéristique des vallées alpines

---

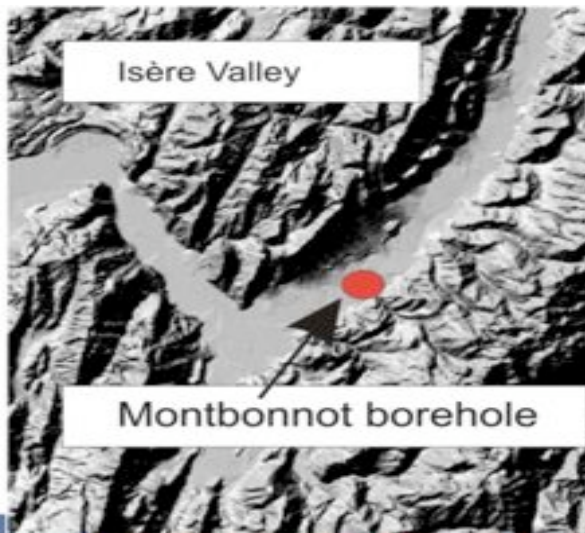


*Vallon, 1999*

Le PGRN et les effets de site: Grenoble, site pilote international.

# La vallée de GRENOBLE: un remplissage d'origine glacio-lacustre et fluvatile

Partenariat: PGRN, SDAU, IRSN, LGIT, RAP

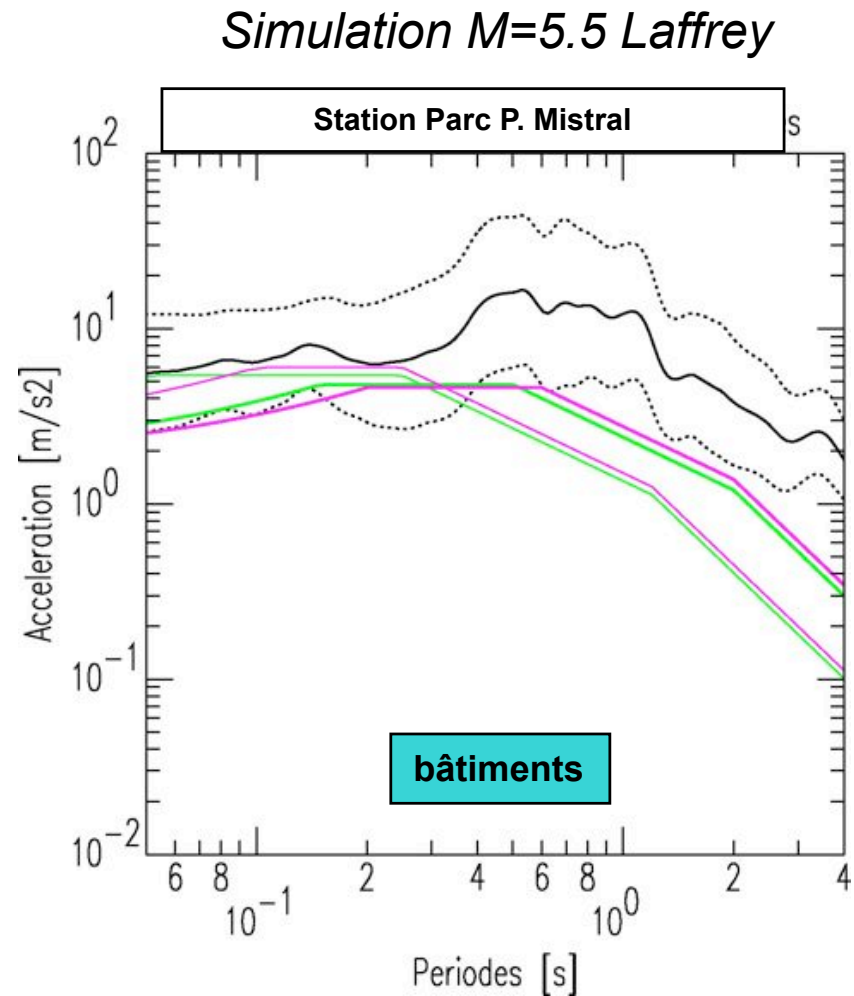
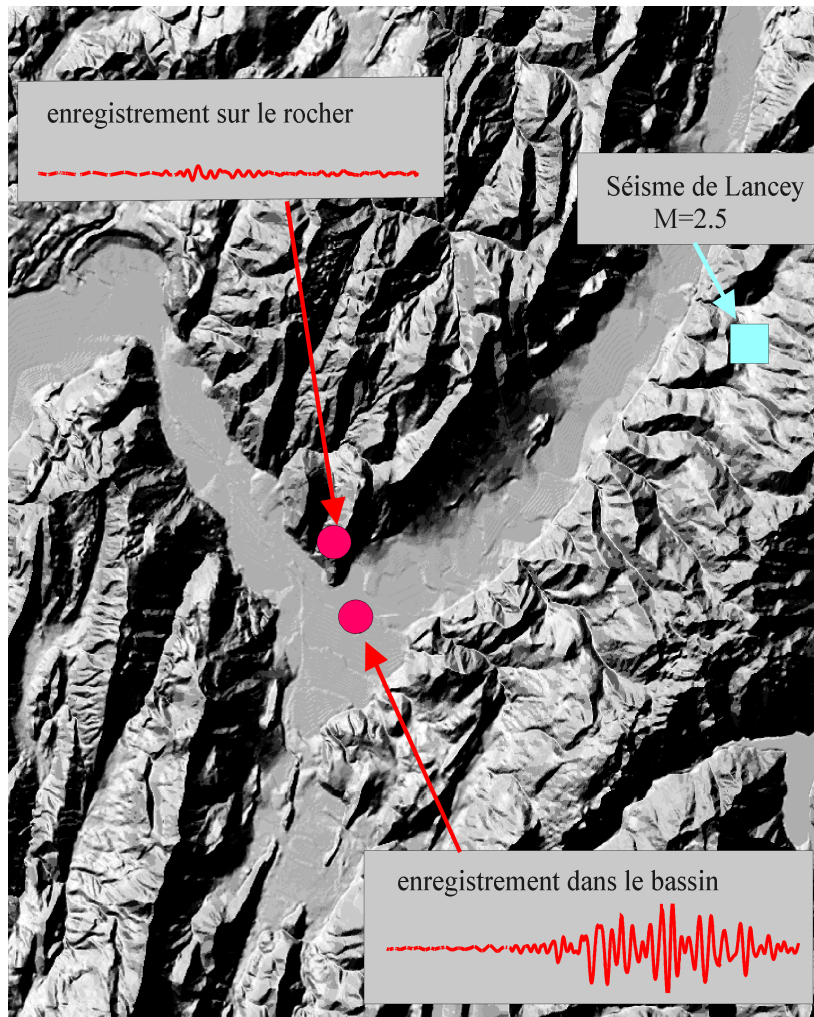


F. Lemeille - IRSN

Formation
<p><b>Sables et Gravier</b></p> <p>10 à 30 m épaisseur</p> <p>Grande hétérogénéité granulométrique</p>
<p><b>Sables fins ou Sablons</b></p> <p>10 à 20 m épaisseur</p> <p>Sables fins plus ou moins argileux</p>
<p><b>Argiles Compactes</b></p> <p>Plusieurs 100aine de mètres épaisseur</p> <p>Argiles finement litées, moins surconsolidées que celles d'EYbens</p>
<b>Moraines</b>
<b>Sables de Bresson</b>
<b>Argiles d'Eybens</b>
<b>Moraines</b>

Le PGRN et les effets de site: Grenoble, site pilote international.

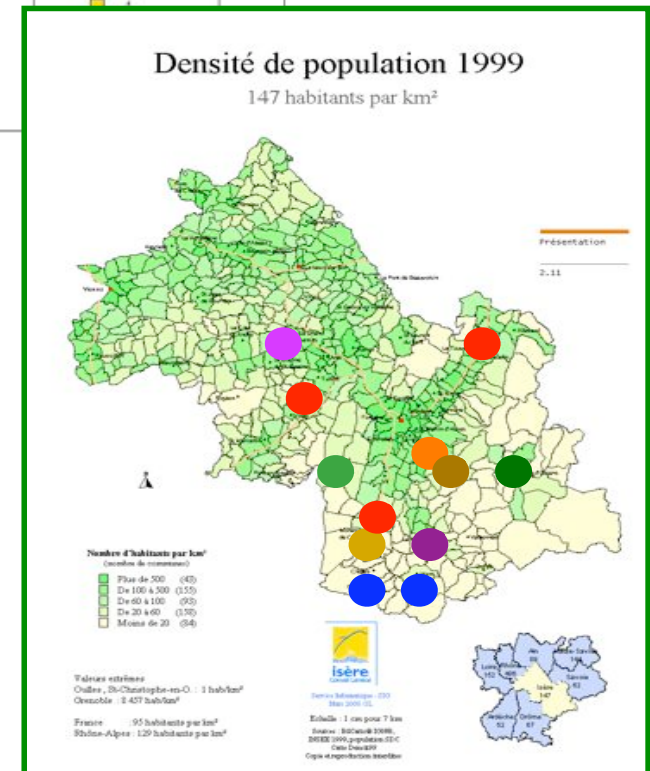
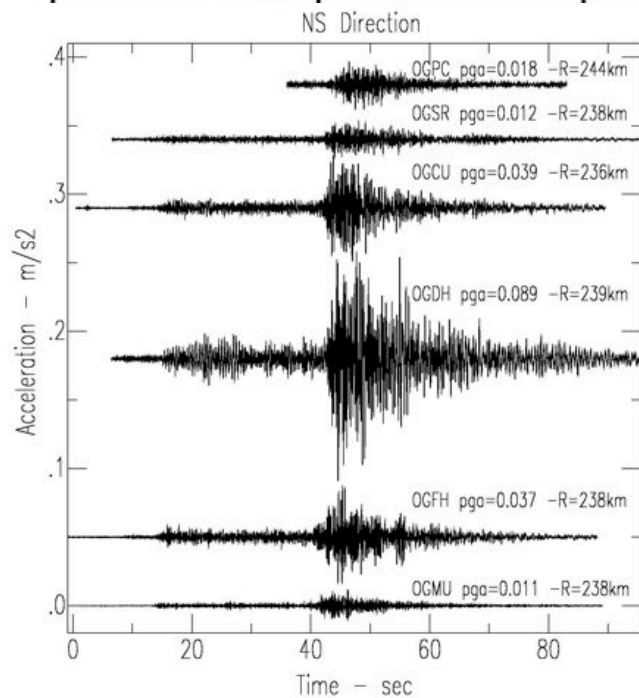
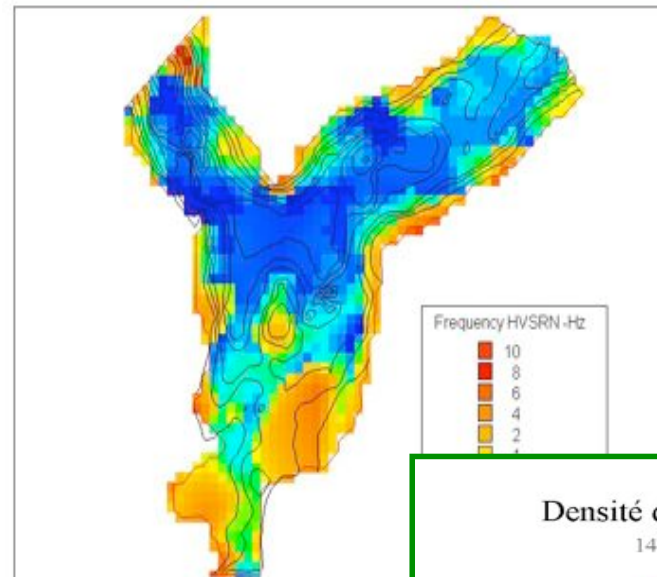
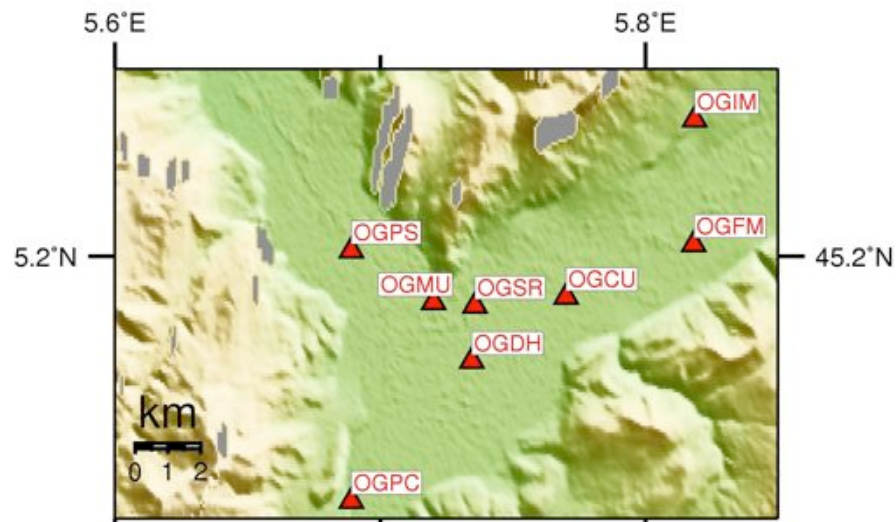
# Conséquence sur le mouvement sismique: des effets de site considérables et atypiques



Le PGRN et les effets de site: Grenoble, site pilote international.



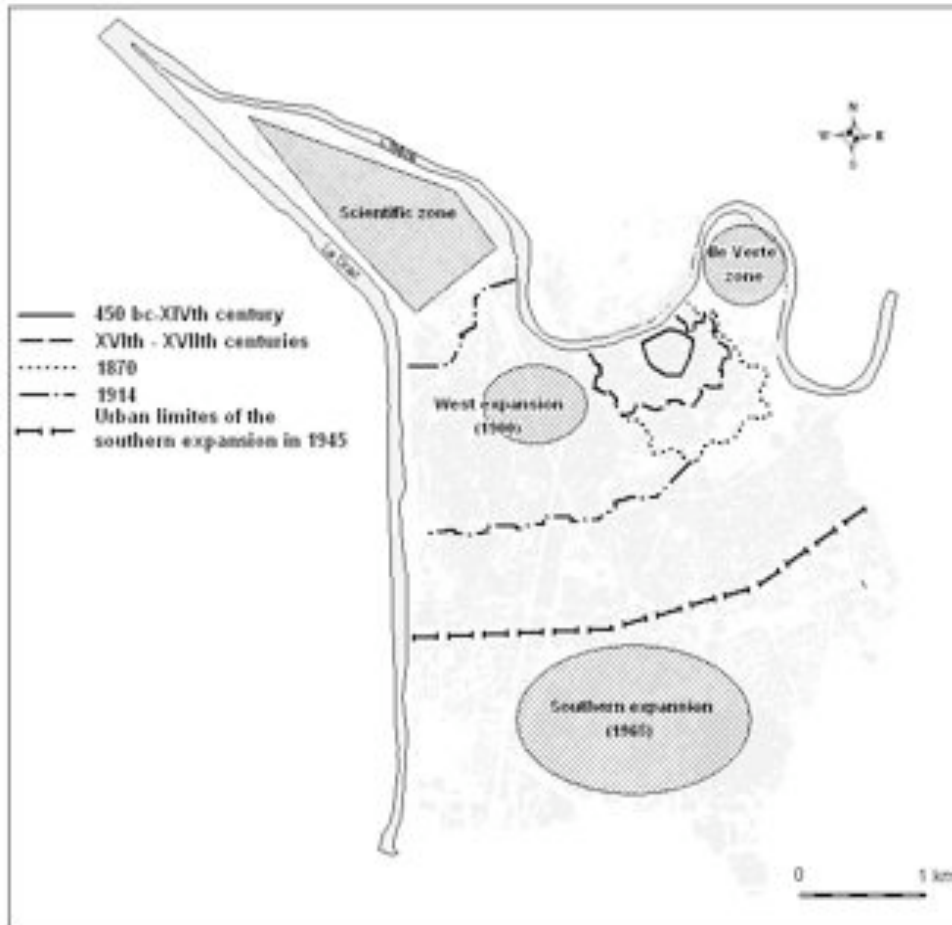
# Des effets de site variables: vers un microzonage sismique



Le PGRN et les effets de site: Grenoble, site pilote international.

# Une forte variabilité des caractéristiques du milieu urbain

*Exemple de Grenoble*



Variabilité historique

*Quartiers historiques*



*Quartiers de l'expansion*



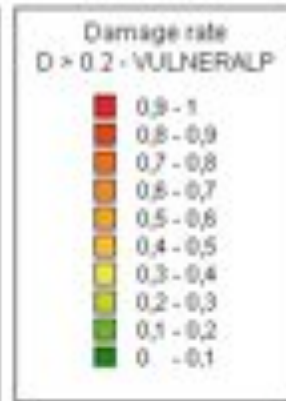
Variabilité structurale

Le PGRN et la vulnérabilité sismique du bâti existant

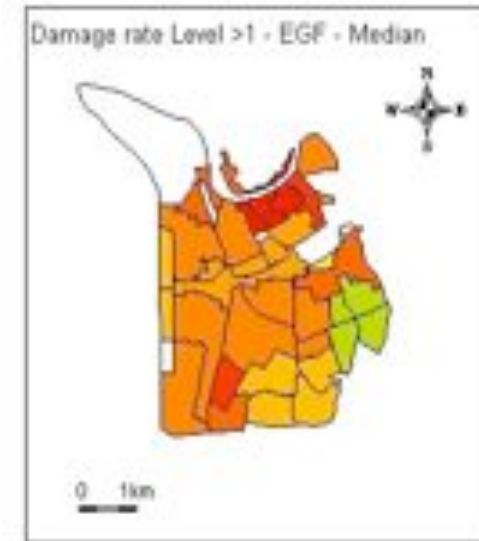
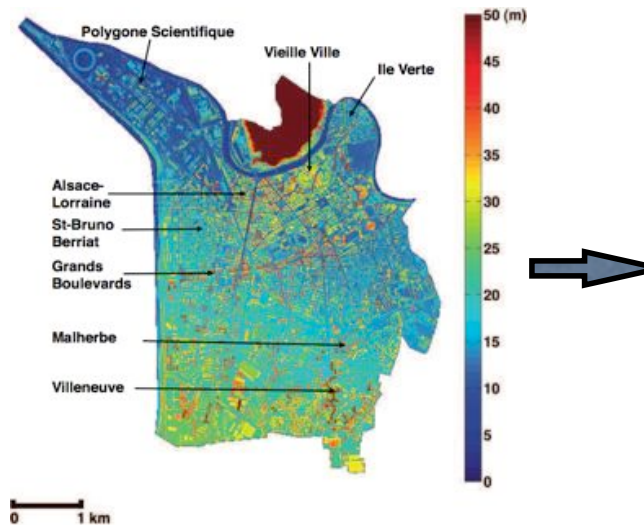
# Grenoble: une sismicité modérée, des conditions de site particulières .... Et une urbanisation importante depuis 1945

## Méthode VULNERALP

Une proposition pour le contexte français



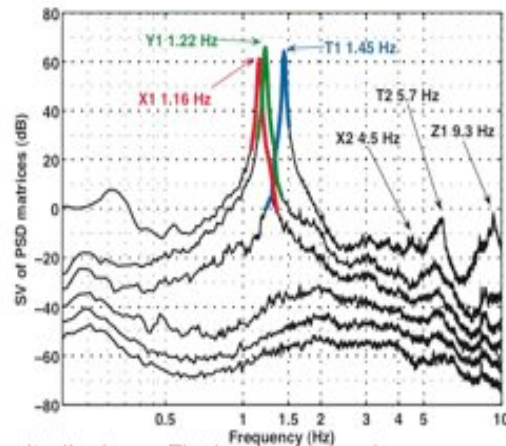
Carte de probabilité de dépassement du dommage léger dans Grenoble



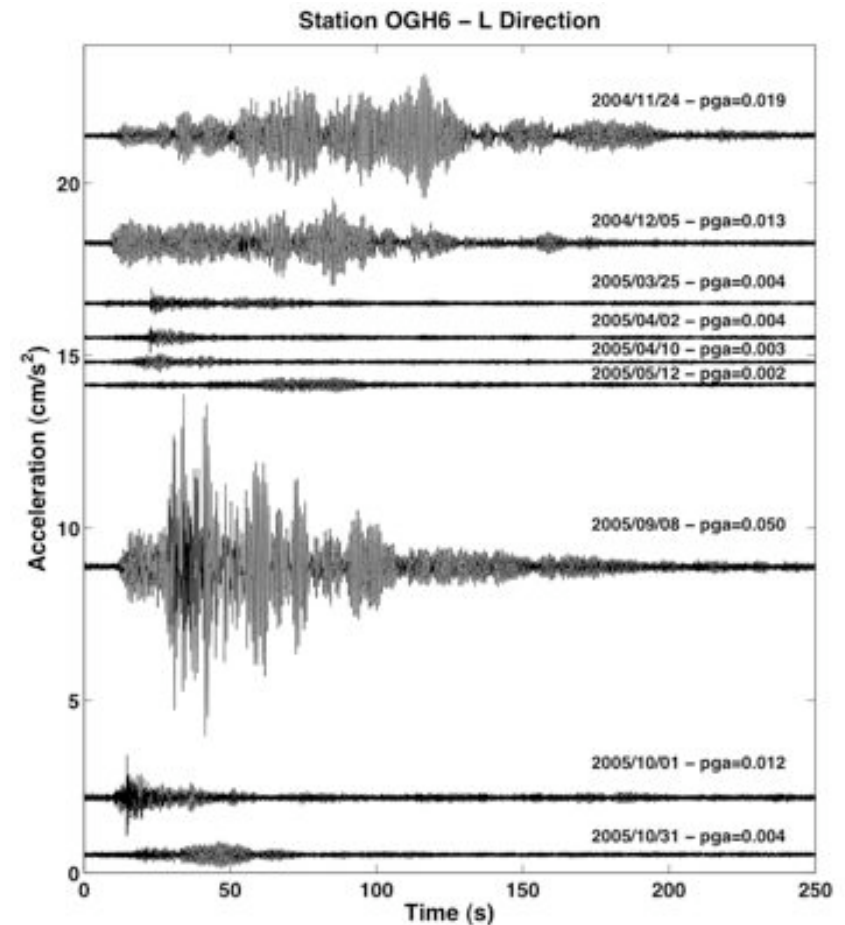
Le PGRN et la vulnérabilité sismique du bâti existant

# Hôtel de Ville: réponse sismique et comportement dynamique

Hôtel de Ville - Grenoble



*Comparaison modélisation numérique/analyse modale expérimentale*



Instrumentation permanente de l'Hôtel de Ville de Grenoble

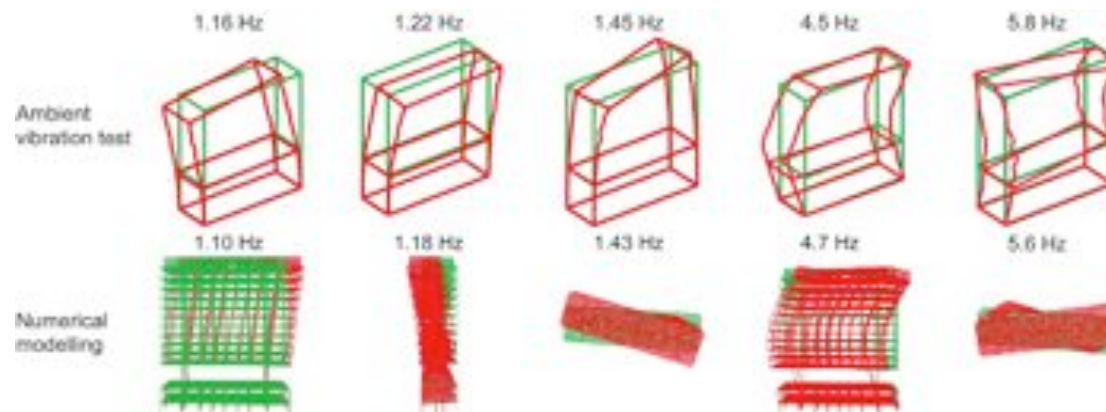
*Collaboration RAP/SDAU/PGRN/Ville de Grenoble*

Le PGRN et la vulnérabilité sismique du bâti existant

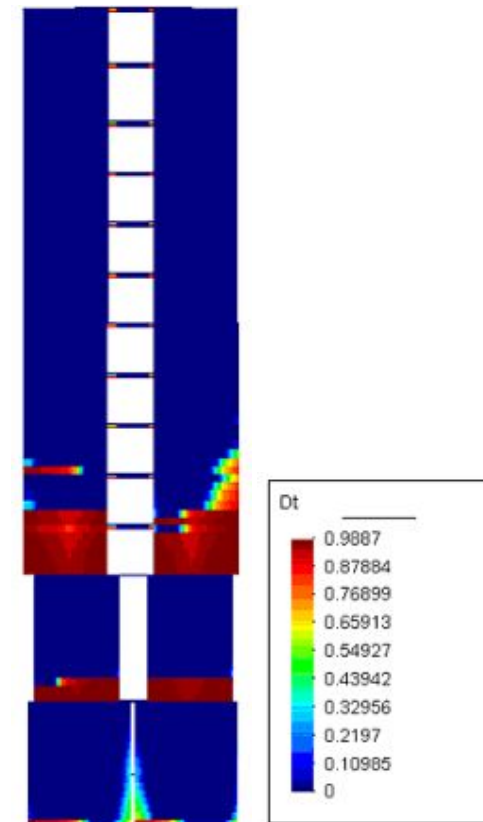
# Hôtel de Ville: un site permettant de caler des méthodes d'évaluation et de prédiction des réponses des ouvrages

Simulation d'un séisme  $M=5.5$  Laffrey

Comparaison modélisation numérique/analyse modale expérimentale



Michel et al., 2009



Le PGRN et la vulnérabilité sismique du bâti existant

## **La vulnérabilité sociale:** la population connaît le risque sismique et sait comment réagir face au séisme

---

**Une perception et des comportements communs quelles que soient les classes socio-professionnelles**

**Une conscience modérée du risque sismique à Grenoble, mais une connaissance assez bonne des comportements à adopter en cas de séisme**

*Informations obtenues sur Grenoble grâce à une enquête diffusée sur Grenoble en 2002*

Le PGRN et la vulnérabilité sociale de la population iséroise

## **La vulnérabilité sociale:** plusieurs profils de comportement permettant d'identifier vers qui améliorer la sensibilisation et l'information

---

**Les non informés et paniqués (17.25%) :** ils ne se sentent pas concernés et réagiraient de façon incohérente en cas de séismes

**Les informés responsables (62%) :** ils se sentent concernés et auraient les bons réflexes

**Les non informés irresponsables (10.5%) :** ils ne connaissent pas le risque et réagiraient mal en cas de séismes

**Les non informés, non paniqués (6.5%) :** ils ne connaissent pas le niveau de risque mais auraient néanmoins les bons réflexes

**Les fatalistes et traumatisés (4%) :** ils pensent qu'on ne peut rien y faire et pour l'avoir vécu cela ne servirait à rien d'être informé pour mieux se comporter

Le PGRN et la vulnérabilité sociale de la population iséroise

## **Recherche et aide à la décision: la vulnérabilité des écoles primaires et maternelles de Grenoble**

---

Quel est l'aléa (en particulier quelle est la variabilité des vibrations potentielles dans la cuvette ?)

Quelles est la vulnérabilité des bâtiments existants (en particulier les écoles)

Sommes nous préparés ?

Comment communiquer pour avoir une représentation commune des conséquences d'un séisme?

Le PGRN et la prise de décision



### Niveau 1 et 1.1

#### Informations pré-requises:

pas de scénario sismique

#### Compétences requises:

services techniques  
gestionnaires de patrimoine

#### Aide à la décision:

classification des bâtiments  
support pour les décisions politiques

### Niveau 2

#### Informations pré-requises:

pas de scénario sismique  
nombre suffisant de constructions

#### Compétences requises:

connaissance des méthodes (BE spécialisés)  
connaissance des particularités régionales  
→ adaptation des méthodes

#### Aide à la décision:

comptabilisation des classes vulnérables  
identification des bâtiments gestion de crise

### Niveau 3

#### Informations pré-requises:

scénario sismique (étude conjointe d'aléa  
et de vulnérabilité : PPR, Scénario...)  
description de la structure (plan,  
notes de dimensionnement,  
endommagement/vieillesse...)

#### Compétences requises:

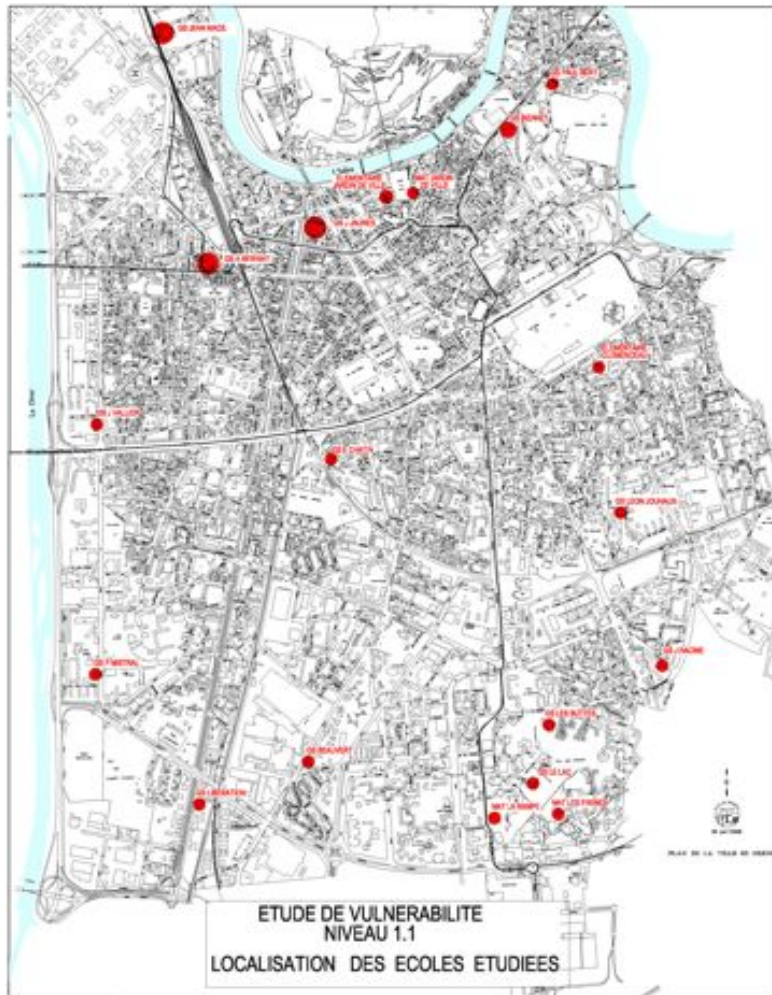
BE très spécialisé  
connaissance des particularités régionales

#### Aide à la décision:

Evaluation des dommages  
Représentation des conséquences  
Eléments économiques

# Recherche et aide à la décision: définir une méthode d'évaluation de la vulnérabilité des bâtiments publics

---



1. Définition de la base d'information sismique cohérente avec le système de la ville
2. Interactions avec le service Gestion du Patrimoine de la ville de Grenoble
3. Définition d'une brique « sismo » dans la prise de décision (au même titre que l'amiante, l'accessibilité etc...)

Le PGRN et la prise de décision

# CONCLUSIONS

---

**Grenoble** : un aléa modéré, des effets de site forts et une vulnérabilité physique importante en centre ville.

## **Le rôle majeur du PGRN :**

- interactions fortes entre collectivités locales et laboratoires de recherche.
- montage de projets en partenariat
- interlocuteur régional incontournable (projets départementaux, régionaux, trans-frontaliers...)

## **Des actions fortes encore à mener:**

- microzonage départementale et PPRS Grenoblois,
- observations sismologiques et aide à la décision à l'échelle du département,
- actions de recherche spécifique sur les effets de site et la réponse des structures existantes....