

Journée d'information et de débats

« Risques Naturels Majeurs et aménagement du territoire »

19 Octobre 2006



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFECTURE DE L'ISÈRE

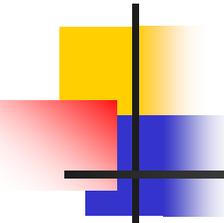


***Pôle Grenoblois d'Etudes et de Recherche
pour la Prévention des Risques Naturels***



isère
Conseil Général

19-10-2006



Le Risque Sismique a Grenoble

- Contexte général
- Aléa local et effets de site
- Vulnérabilité physique
- Vulnérabilité sociale

Philippe GUEGUEN
LGIT - LCPC

Un travail d'équipe....

Julien BANTON, Pierre Yves BARD, 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 –

IRSN Paris – **Univ. Potsdam** – **IGSKA Bratislava**

BRGM Marseille

GRENOBLE: Une ville à sismicité modérée et à forts enjeux

Une sismicité modérée

Historique

Imax = VIII

Mmax = 5.7

Chamonix 1905, Corrençon
1962

Instrumentale

Quelques zones actives

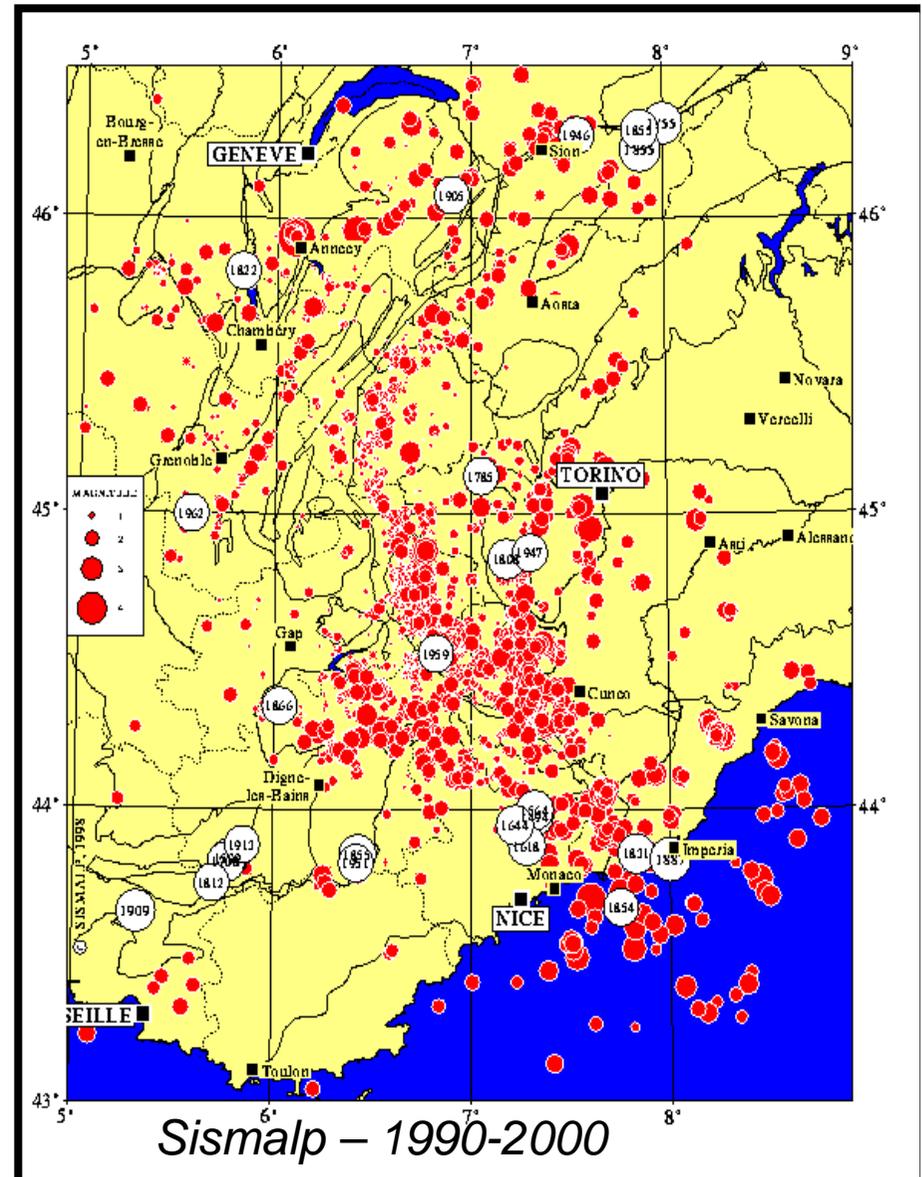
Faïlle active proche
(Belledonne)

M=5.5 à 15km

Des enjeux forts

Industries Hi-Tech

Industries Chimiques et
nucléaires



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

Lambesc 1909 – Intensité VIII à IX

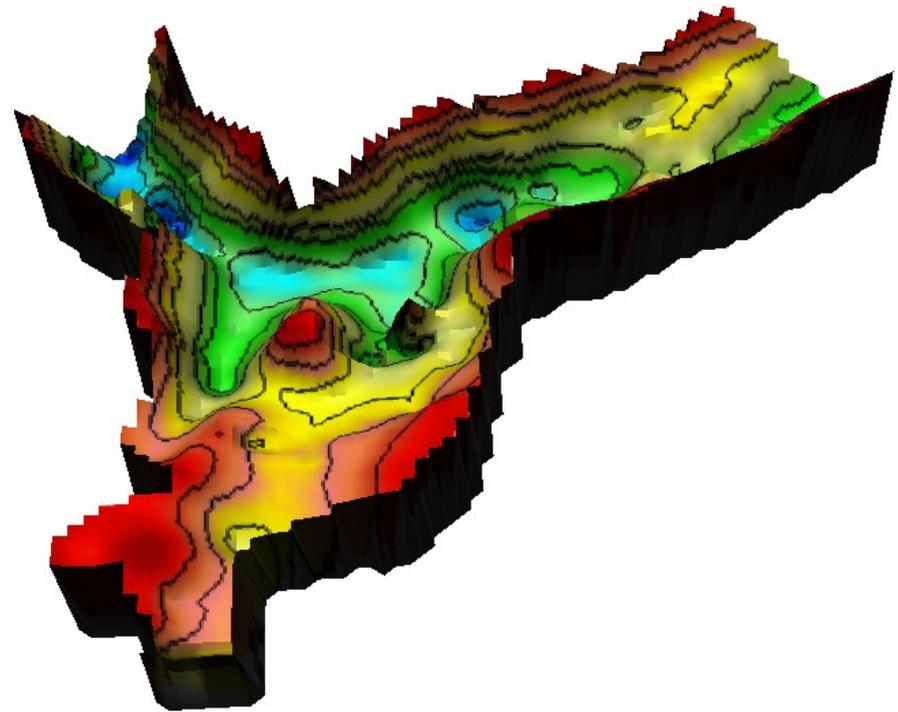
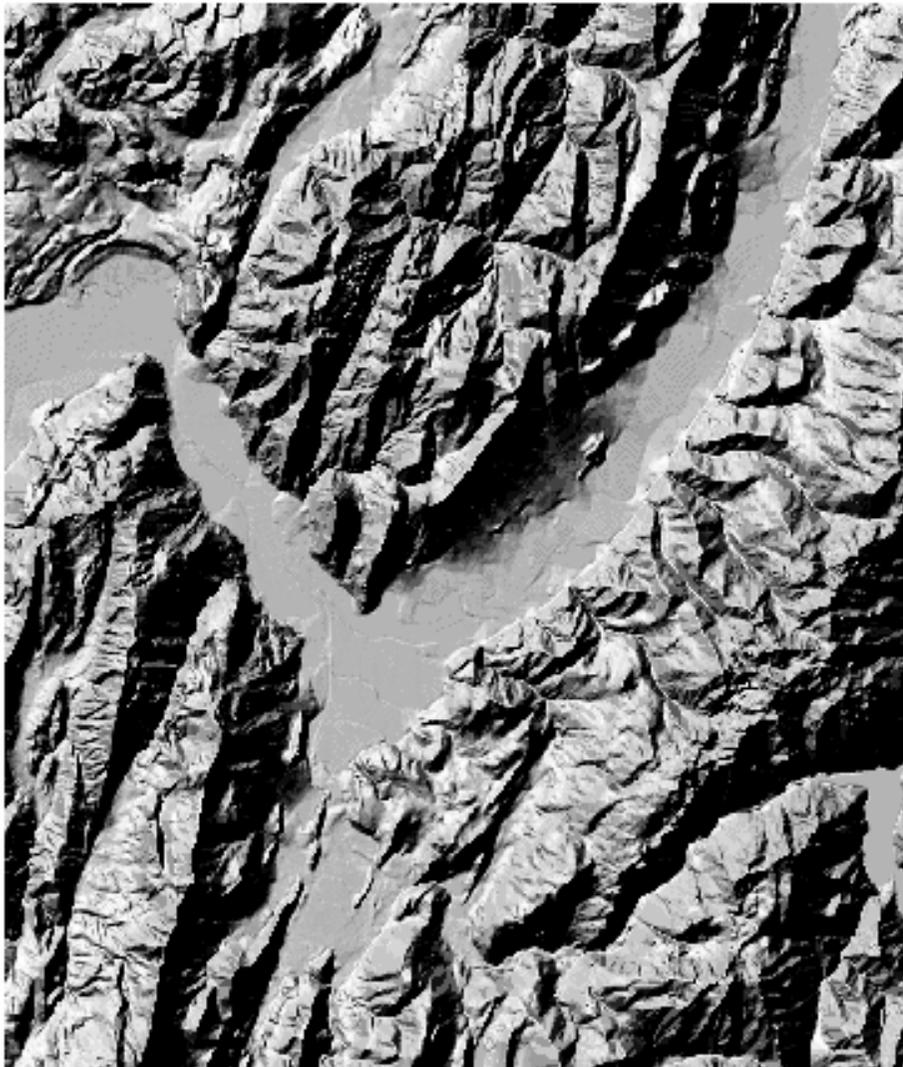
Corrençon 1962 – Intensité VI à VII



Annecy 1996 – Intensité VII



GRENOBLE: Une vallée alpine glaciaire remplie de sédiments argileux

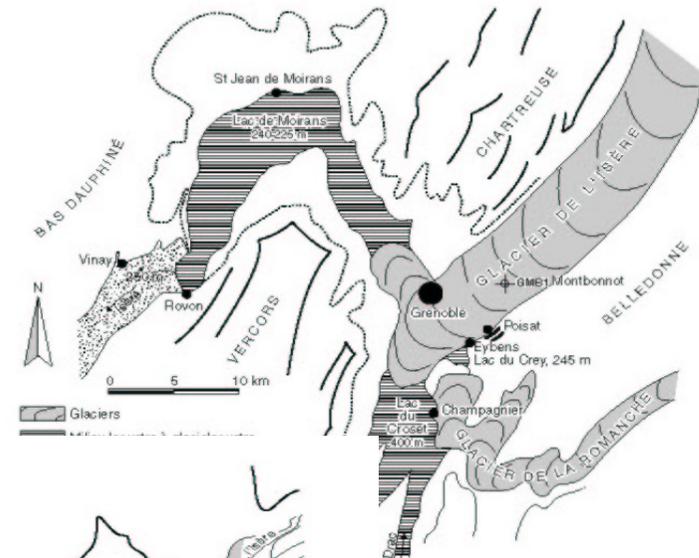
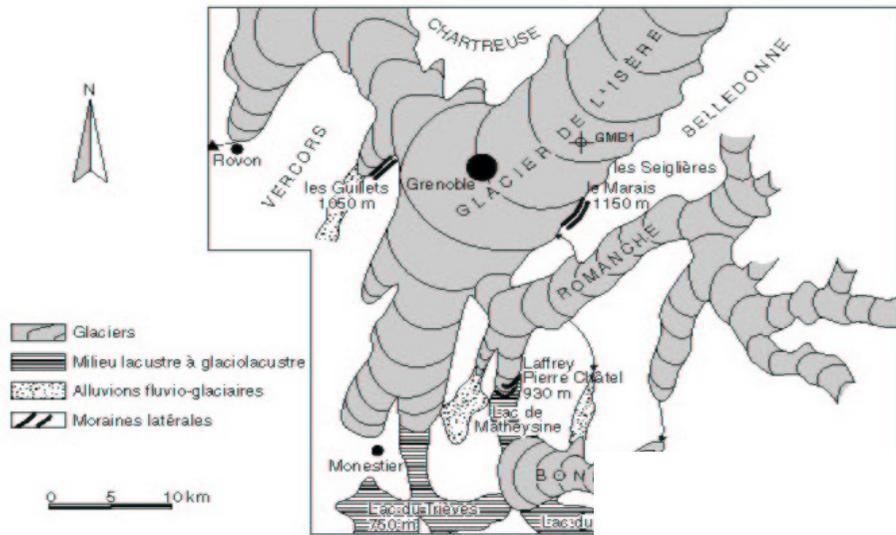


Vallon, 1999

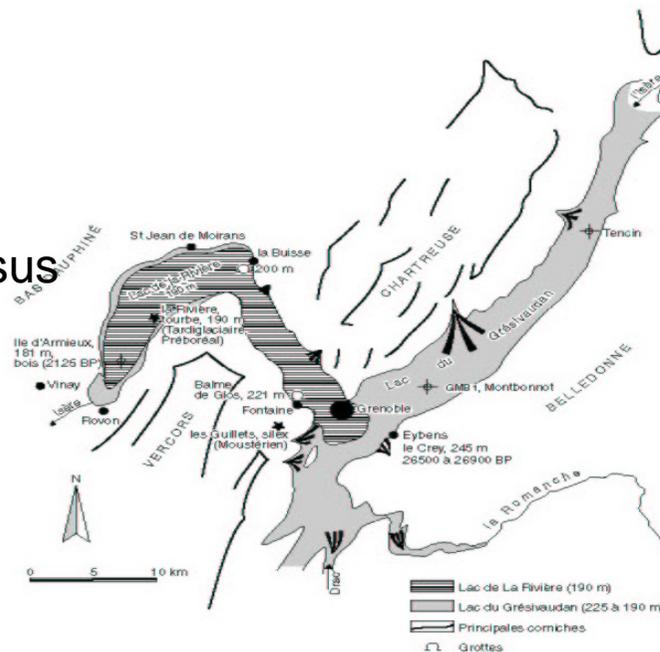
GRENOBLE: Une vallée alpine glaciaire remplie de sédiments argileux

ETAPE 1: Extension maximale des glaciers

Etape 2 : Première déglaciation



ETAPE 3 : Début du processus de remplissage

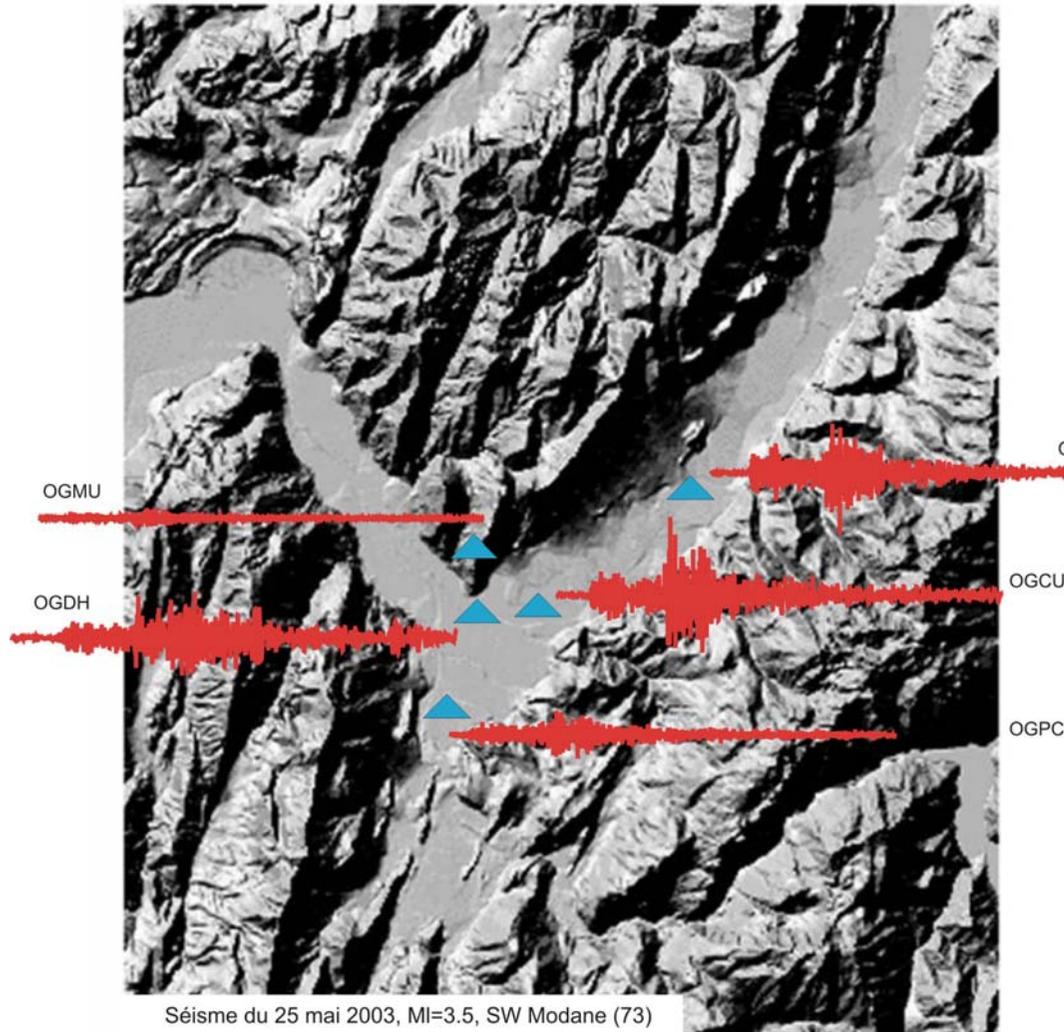


Nicoud et al, 2002

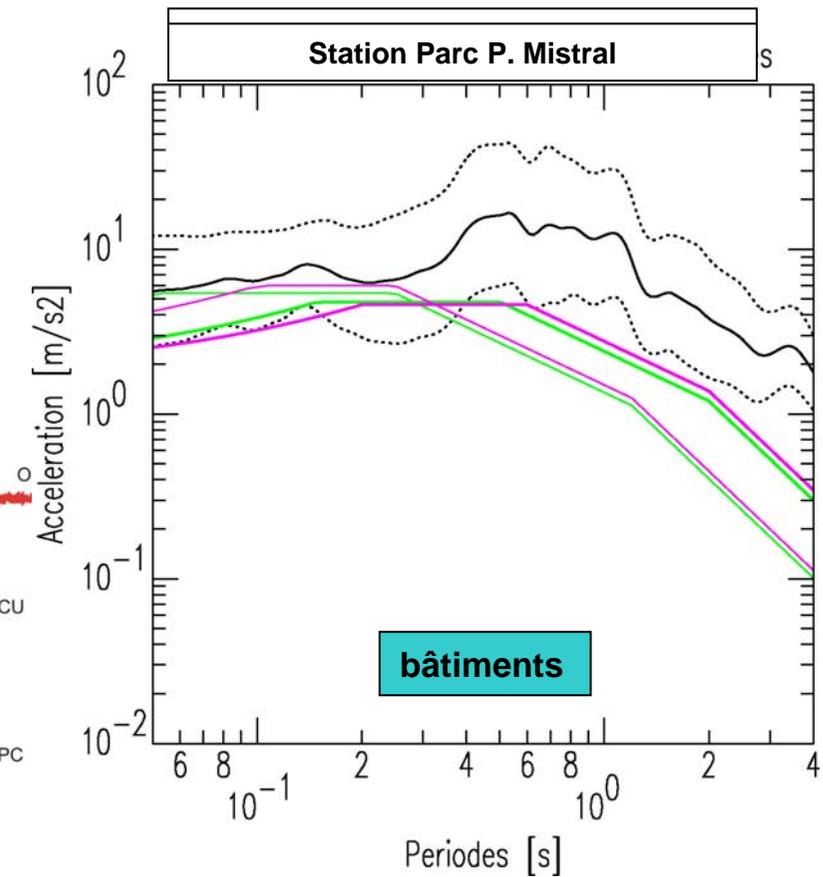
Les sédiments modifient le mouvement sismique dans la vallée

Observations $M_I=3.5$ – SO de Modane (73)

Simulation $M=5.5$ Laffrey



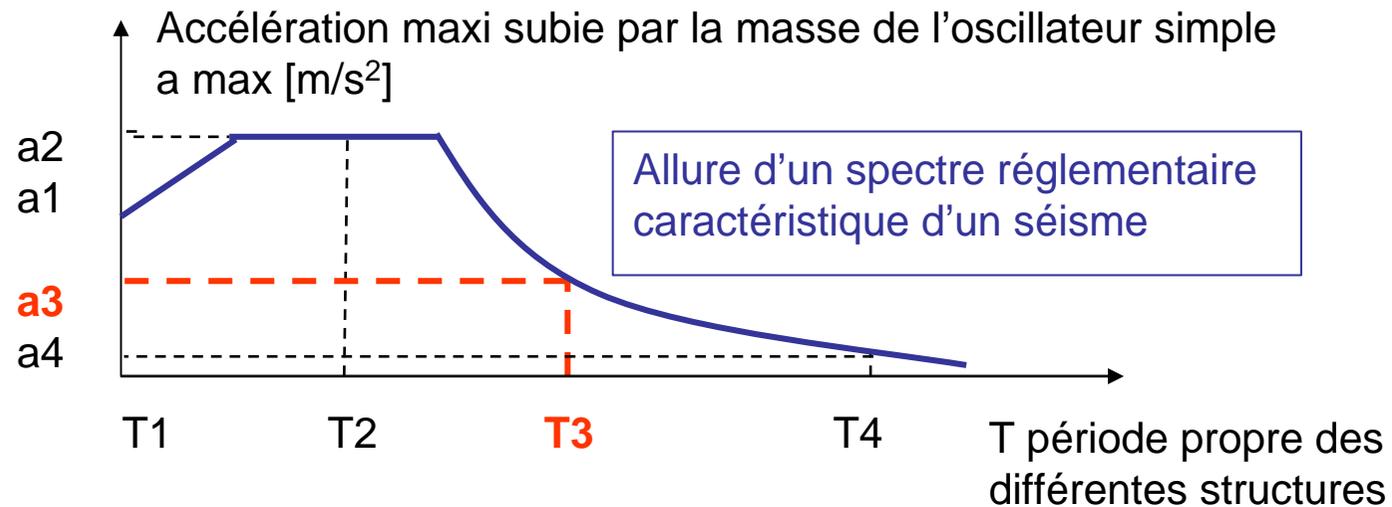
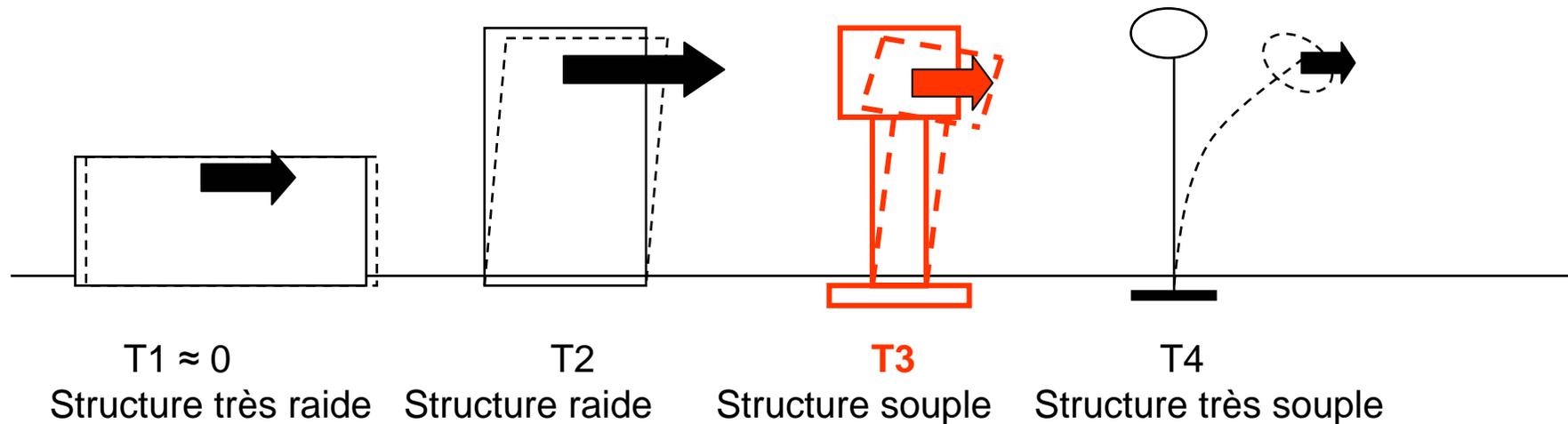
Séisme du 25 mai 2003, $M_I=3.5$, SW Modane (73)
Réseau Accélérométrique Permanent



Causse, 2005

- : sol de classe B
- : sol de classe C
- : sol de classe A (rocher)

Le spectre de réponse caractérise le mouvement du sol du point de vue de la structure : il faut donc connaître le sol (zonage)

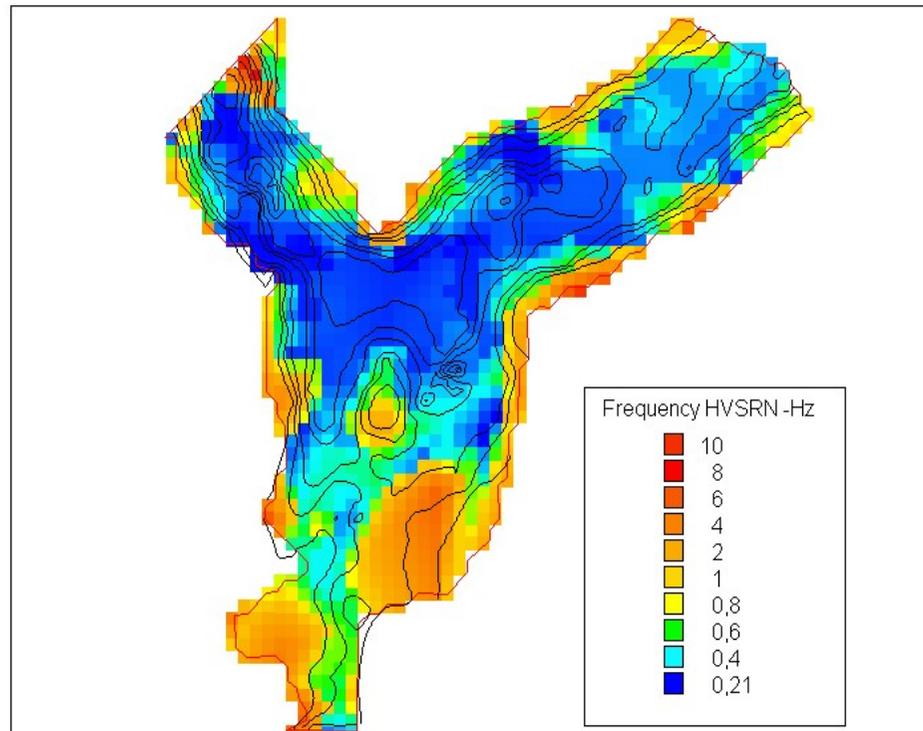


La compilation des sondages géotechniques dans Grenoble permet de définir des zones géotechniques homogènes

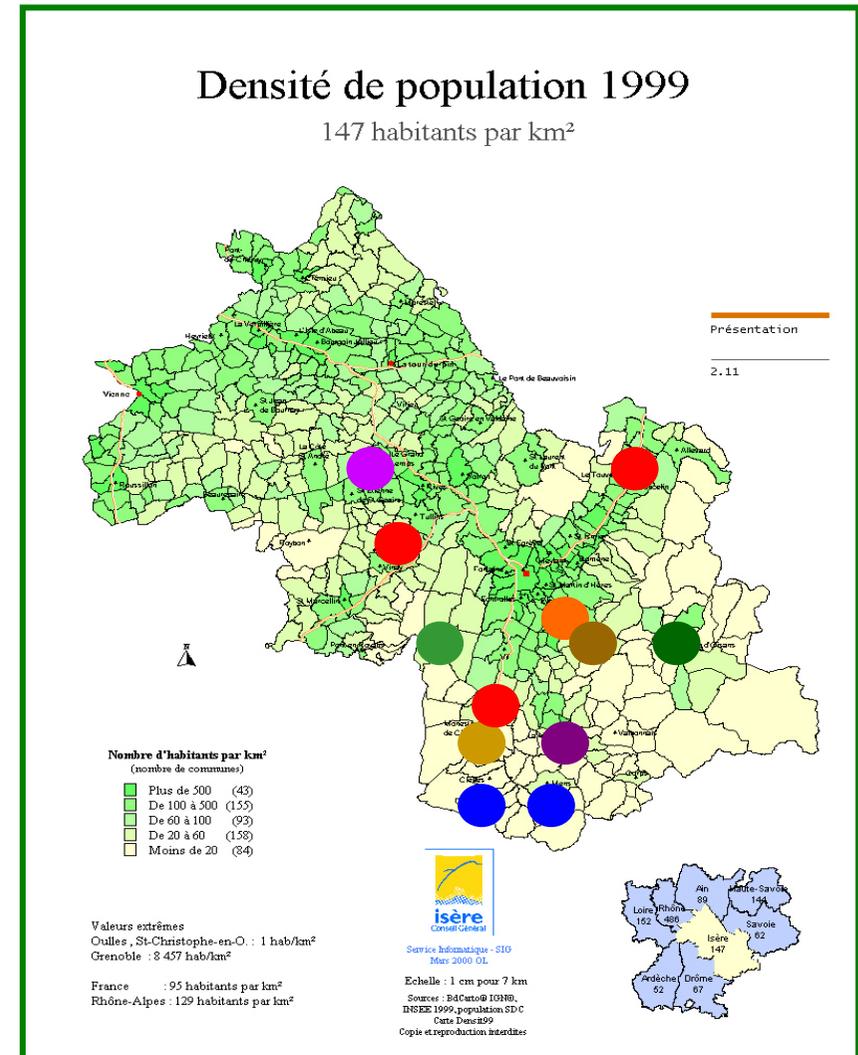
Age (avant notre ère)	Ere	Epoque	Glaciation	Formation
1 000	QUATERNAIRE	Holocène	Post glaciaire	Sands and Gravels 10 to 30 m depth Large variabilities of gravel size
				Fluviatile fine sands or Sablons 10 to 20 m depth Fine sands with low percentage of clay
				Overconsolidated clays More than 100 m depth Sandy-silty lacustrian clay
16 000		Pléistocène sup.	Würm	Moraines
80 000				Interglac. Riss Würm
				Eybens' Clays
120 000	Pléist moy.	Riss	Moraines	

La mesure de la fréquence de vibration du sol permet d'identifier les zones qui amplifieraient le mouvement sismique

Une méthode économique et fiable applicable à l'échelle du département

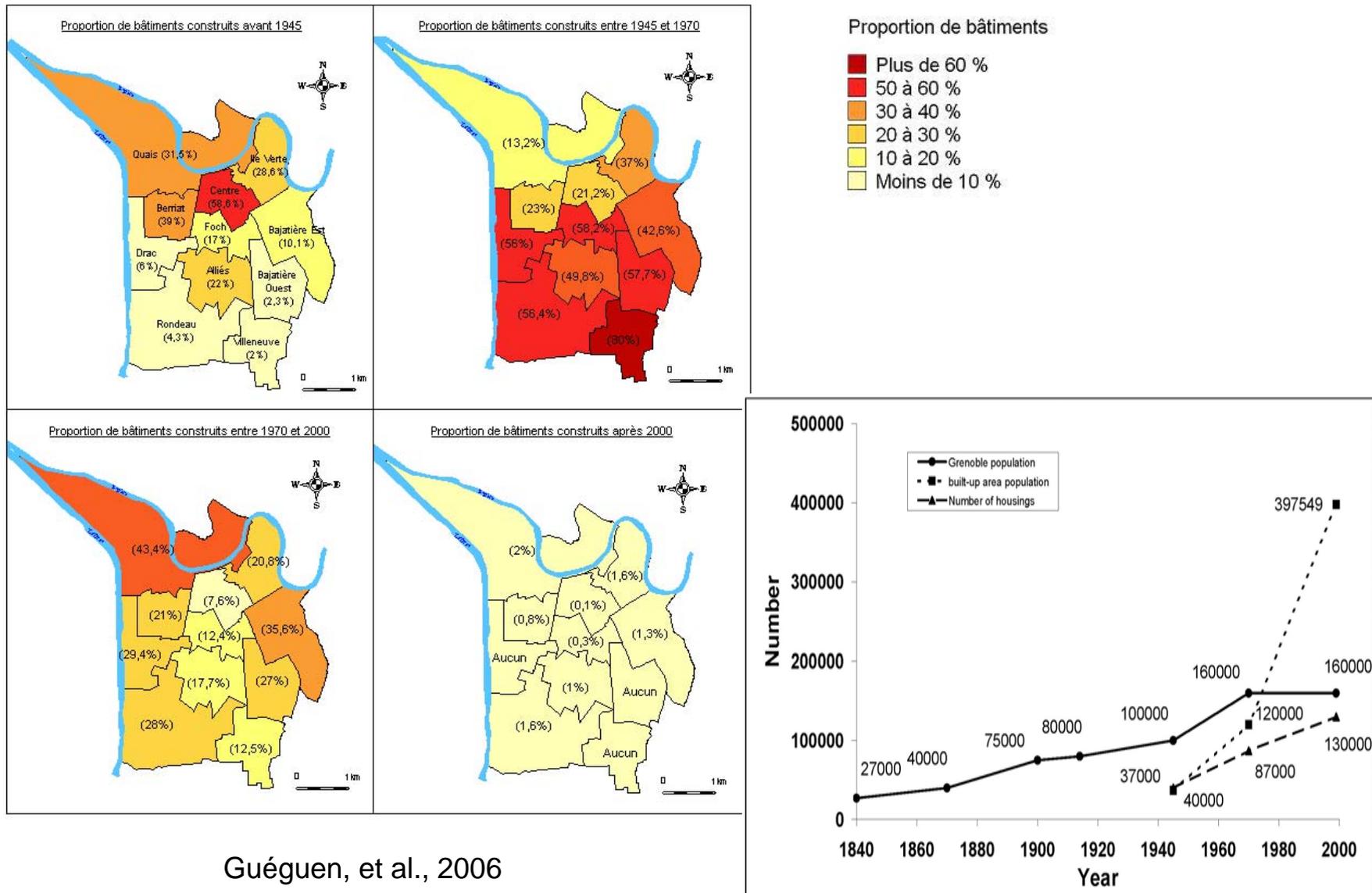


Guéguen, et al., 2007



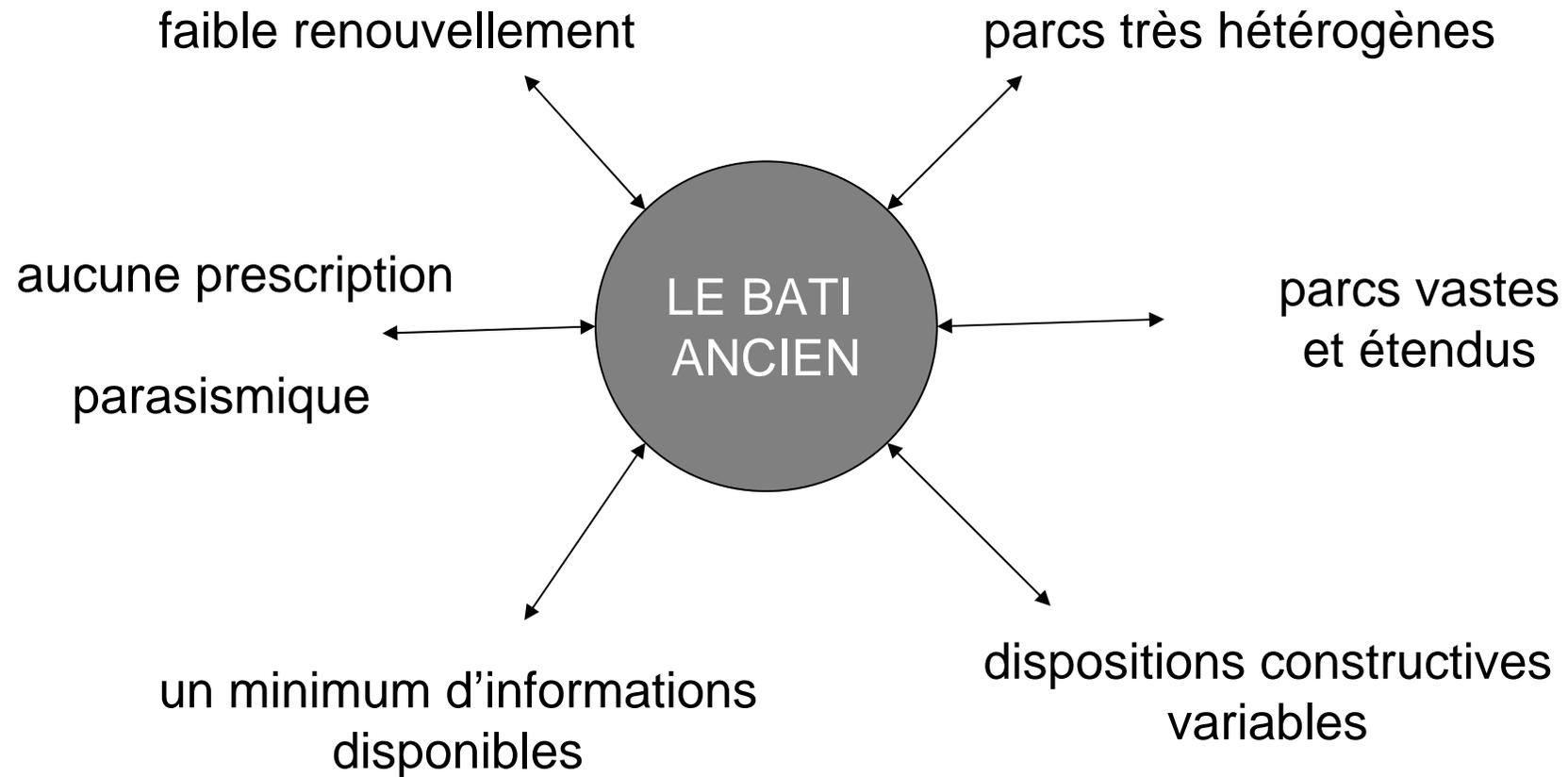
Cadet et al., 2005

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



Guéguen, et al., 2006

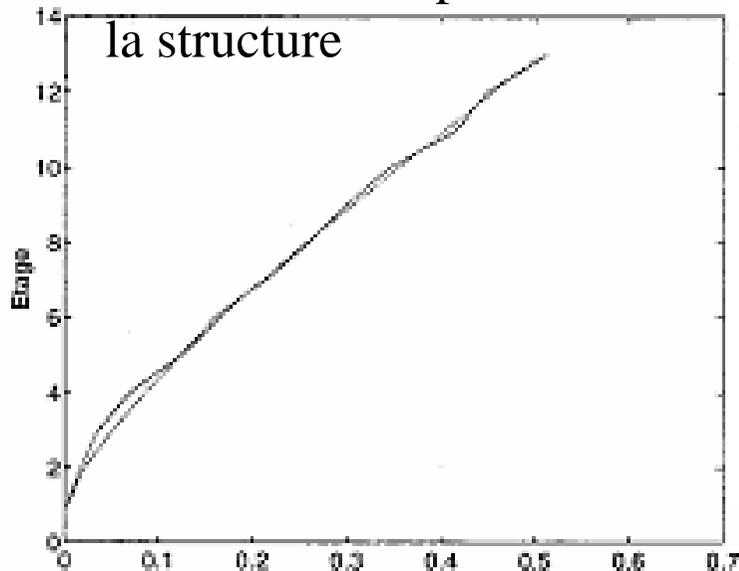
Vulnérabilité physique : il est souvent difficile de prédire le comportement et la résistance sismique du bâti ancien



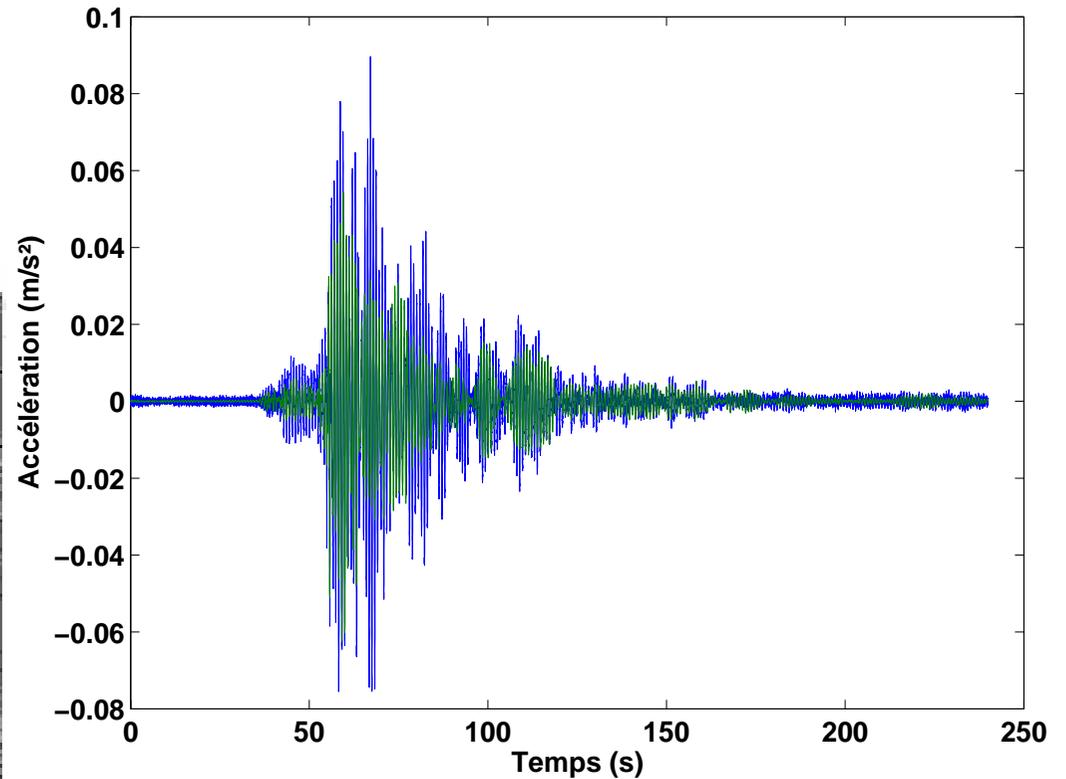
Solution 1 .Vulnérabilité physique : il est possible pour quelques bâtiments cibles de réaliser des modélisations intégrant la complexité du bâti existant – Exemple de l'hôtel de ville



Mesure du comportement de la structure



Simulation du mouvement sismique au sommet de l'hôtel de ville (vert) et comparaison à la donnée (Séisme de Vallorcines, 2005)



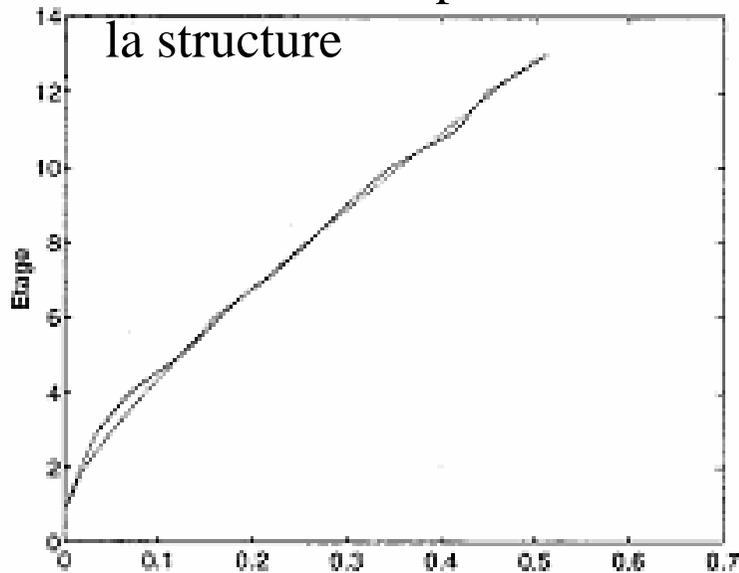
Michel and Guéguen, 2006

Solution 1 .Vulnérabilité physique : il est possible pour quelques bâtiments cibles de réaliser des modélisations intégrant la complexité du bâti existant – Exemple de l'hôtel de ville

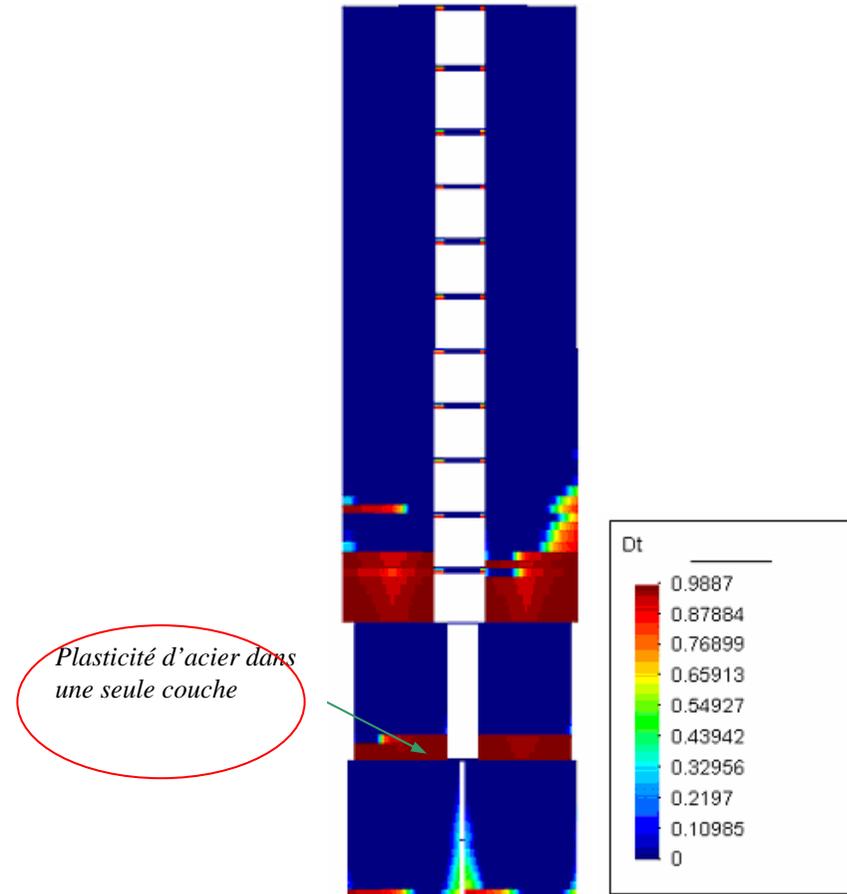


Mesure du comportement de

la structure



Simulation d'un séisme M=5.5 Laffrey



Mazars et al., 2005 *Endommagement en traction*

Solution 2. Vulnérabilité physique: il existe une « norme » européenne basée sur l'expérience passée (indispensable à Grenoble)

observations post-sismiques qui ont, selon l'intensité du séisme et la typologie de la construction, permis de relever un taux de dommage (ou plutôt un type de dommage) et la quantité des constructions affectées

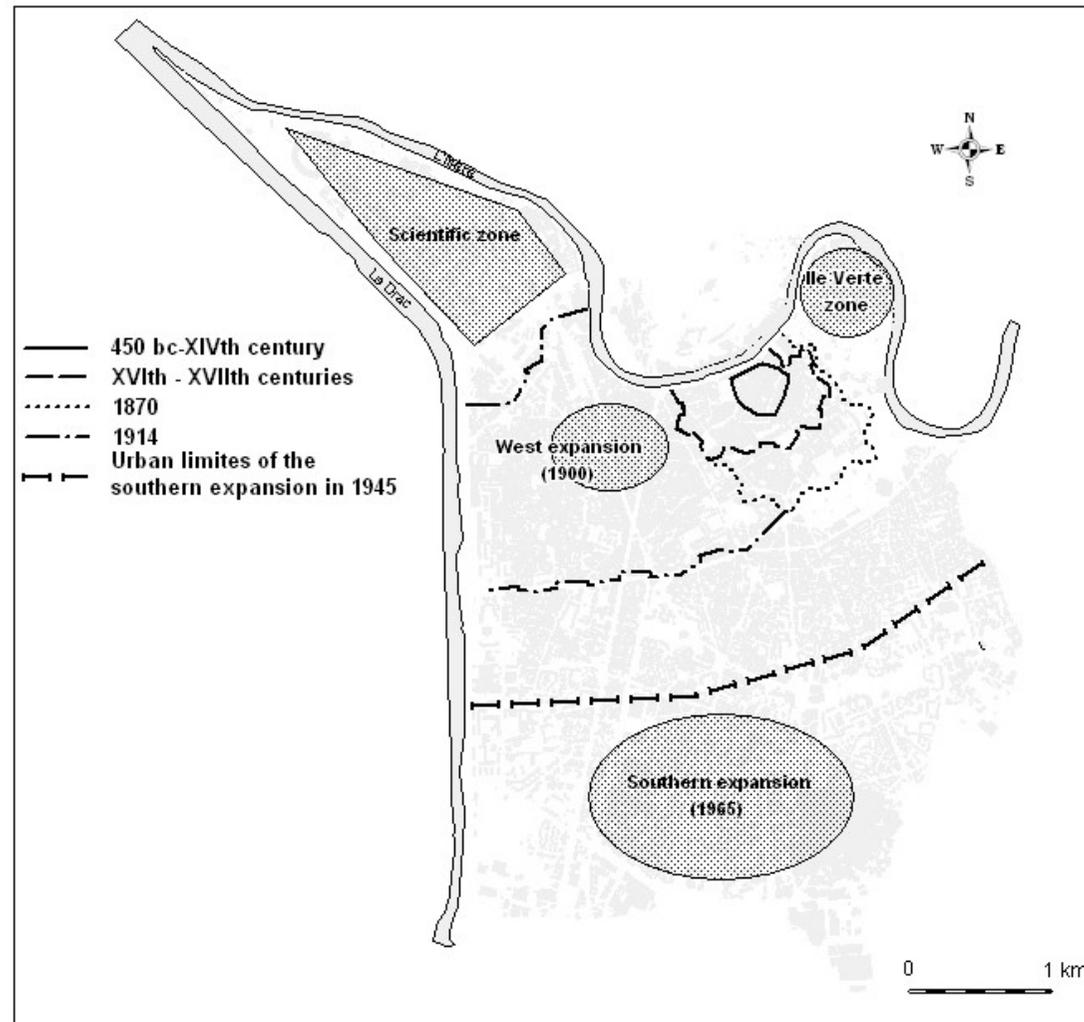
Typologie des Structures		Classe de Vulnérabilité					
		A	B	C	D	E	F
MAÇONNERIE	Moellon brut - pierre tout-venant	○					
	Brique crue (adobe)	○	—				
	Pierre brute	—	○				
	Pierre Massive		—	○	—		
	Maçonnerie non armée avec des éléments préfabriqués	—	○	—			
	Maçonnerie non armée avec des planchers en béton armée Maçonnerie renforcée ou chaînée		—	○	—		
BÉTON ARMÉ	Ossature sans conception parasismique	—	—	○	—		
	Ossature avec un niveau moyen de conception parasismique		—	—	○	—	
	Ossature avec un bon niveau de conception parasismique			—	—	○	—
	Murs en béton armé sans conception parasismique	—	—	○	—		
	Murs en béton armé avec un niveau moyen de conception parasismique		—	—	○	—	
	Murs en béton armé avec un bon niveau de conception parasismique				—	—	○
ACIER	Bâtiments en charpente métallique			—	—	○	—
BOIS	Bâtiments en bois de charpente	—	—	○	—		

○ classe de Vulnérabilité — gamme la plus probable
 --- gamme la moins probable, cas exceptionnel

Classification des dégâts aux bâtiments en maçonnerie	
	Degré 1 : Dégâts négligeables à légers
	Degré 2 : Dégâts modérés
	Niveau 3: Dégâts sensible à importants
	Degré 4: Dégâts très importants
	Degré 5: Destruction

Vulnérabilité physique: il est nécessaire de définir le profil « sismique » de la ville

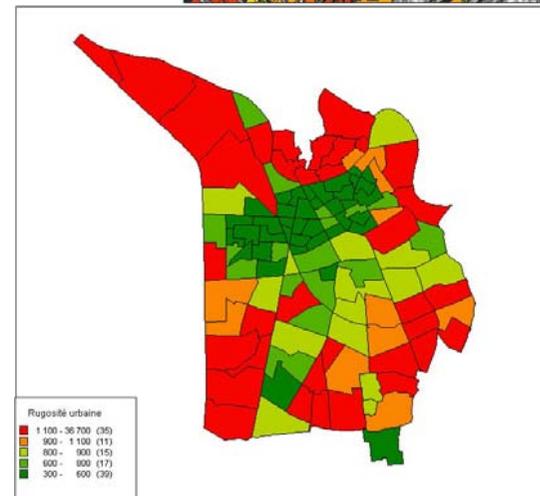
Intégrer l'histoire de l'urbanisation de la ville



Vulnérabilité physique: il est nécessaire de définir le profil « sismique » de la ville

Intégrer l'histoire de l'urbanisation de la ville

Utilisation des photographies aériennes 3D couplées au cadastre de la ville.



Vulnérabilité physique: il est nécessaire de définir le profil « sismique » de la ville

Intégrer l'histoire de l'urbanisation de la ville

Utilisation des photographies aériennes 3D couplées au cadastre de la ville.

Interroger la population sur son habitat via les enquêtes

Informations sur les caractéristiques des bâtiments.

Un des objectifs de ce questionnaire est de recueillir des informations sur les caractéristiques des bâtiments. Même si vous n'êtes pas spécialiste, vous pouvez nous y aider par des observations simples et en répondant aux questions suivantes.

16. Votre habitation est située sur :

Un terrain en pente Un terrain plat

17. Votre habitation a été construite :

Avant 1945. Entre 1945 et 1969. Entre 1970 et 2000 Après 2000 Je ne sais pas

18. Quelle est le nombre d'étages de votre habitation :

Entre 0 et 3 étages (y compris 3) De 4 à 5 étages (y compris 5) Plus de 6 étages (y compris 6)

19. La toiture de votre habitation est du type :

Toiture terrasse.  Toiture pentée. 

20. Votre construction a été réalisée principalement en :

Maçonnerie (briques, parpaings de ciment, pierres) Béton armé Bois

Terre Construction métallique Je ne sais pas

21. Comment se situe votre habitation dans le pâté de maison :

Bâtiment isolé  Bâtiment en travée 

Bâtiment en extrémité  Bâtiment en coin 

22. Il y a-t-il du rocher visible à proximité immédiate de votre habitation :

Rocher visible Pas de rocher visible

23. A quelle forme en plan se rapproche le plus votre habitation :

Bâtiment régulier  Bâtiment non régulier 

24. A quelle forme en élévation se rapproche le plus votre habitation :

Bâtiment régulier  Bâtiment non régulier 

Vous pouvez obtenir un complément d'informations et décider de remplir ce questionnaire directement par internet à l'adresse suivante : <http://www.lgit.obs.ujf-grenoble.fr/users/pguep/GRENOBLE>
NOUS VOUS REMERCIONS D'AVOIR PRIS LE TEMPS DE REMPLIR CE QUESTIONNAIRE ET DE NOUS LE RETOURNER AVANT LE 25 FEVRIER 2004

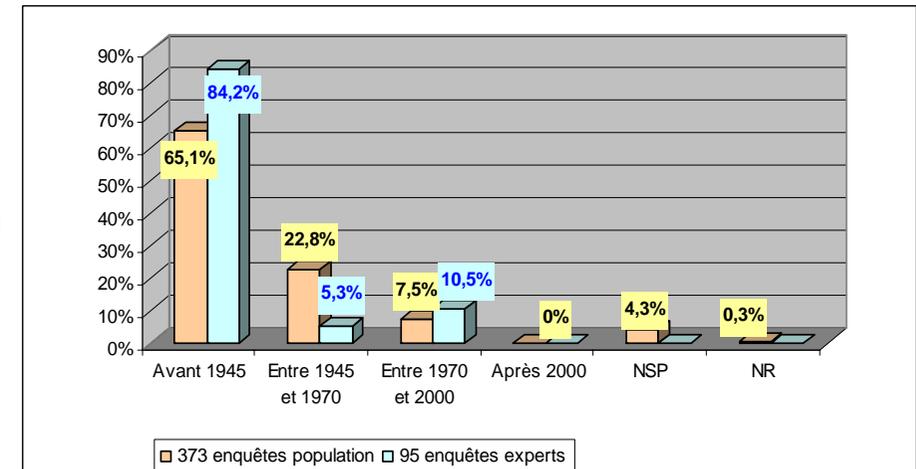
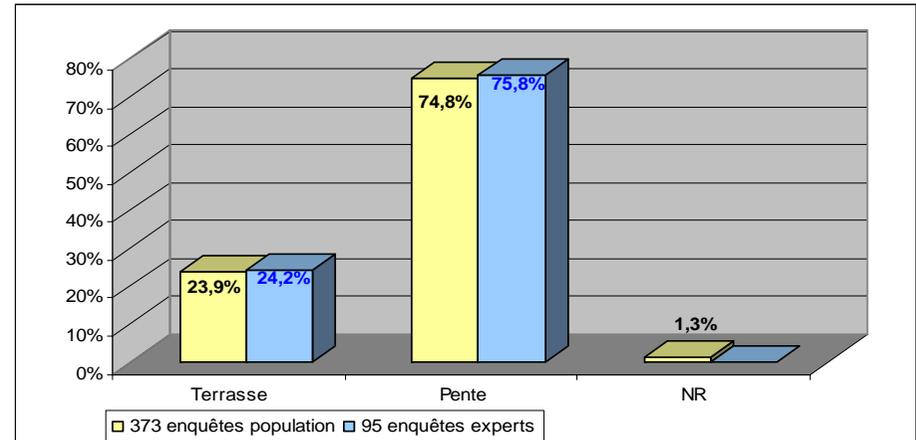
Vulnérabilité physique: il est nécessaire de définir le profil « sismique » de la ville

Intégrer l'histoire de l'urbanisation de la ville

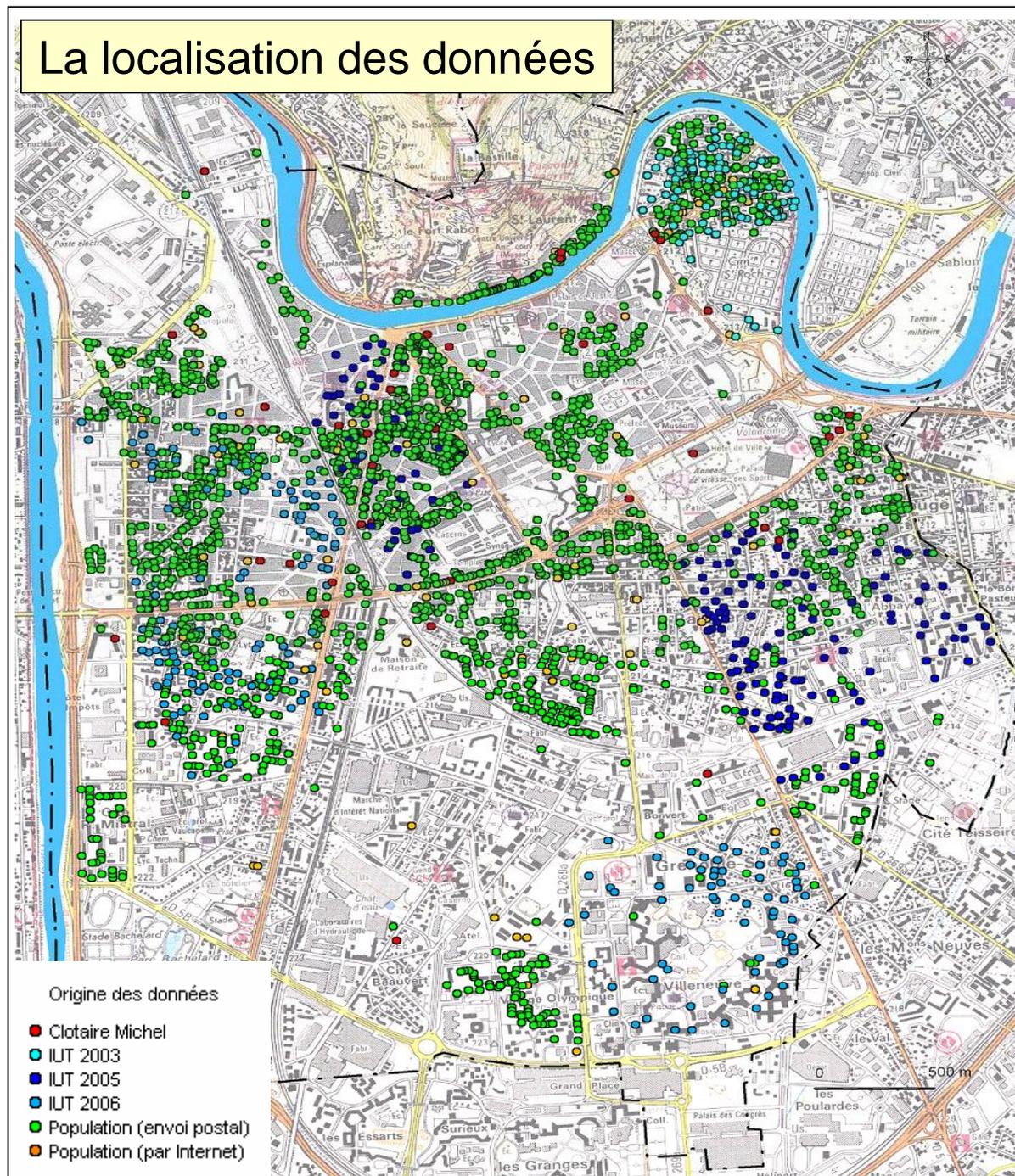
Utilisation des photographies aériennes 3D couplées au cadastre de la ville.

Interroger la population sur son habitat via les enquêtes

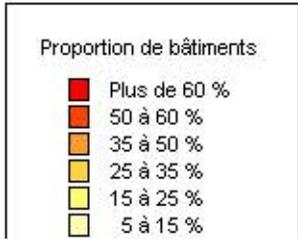
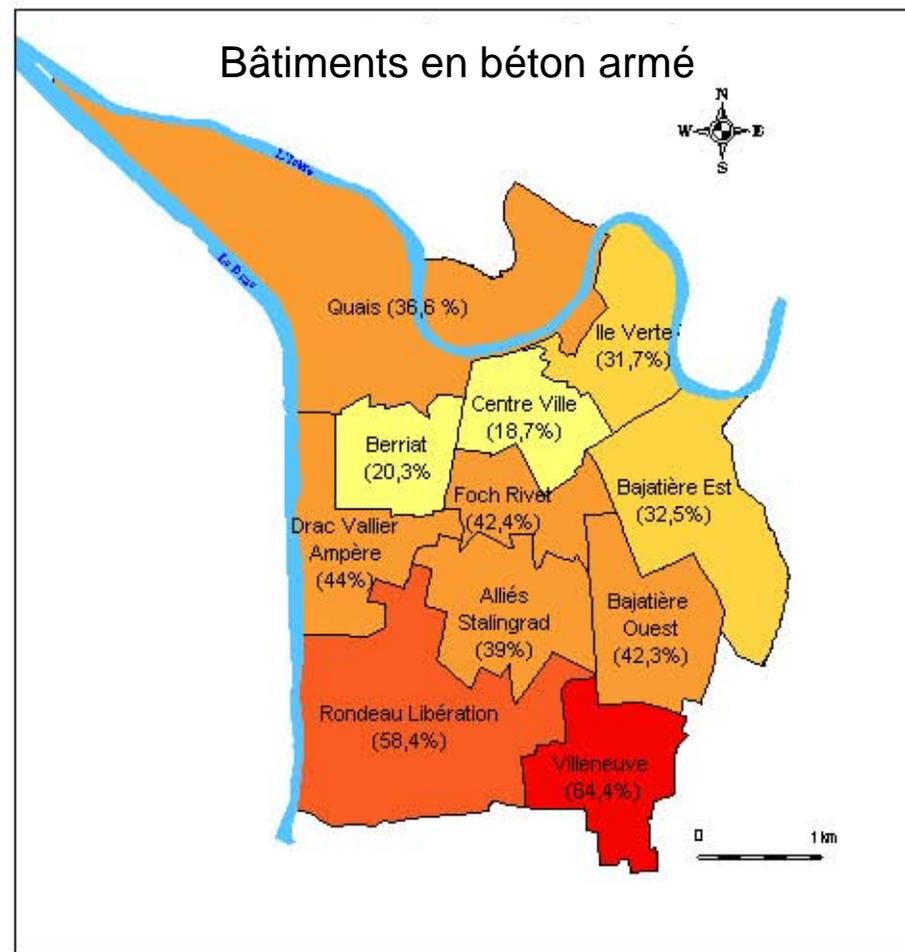
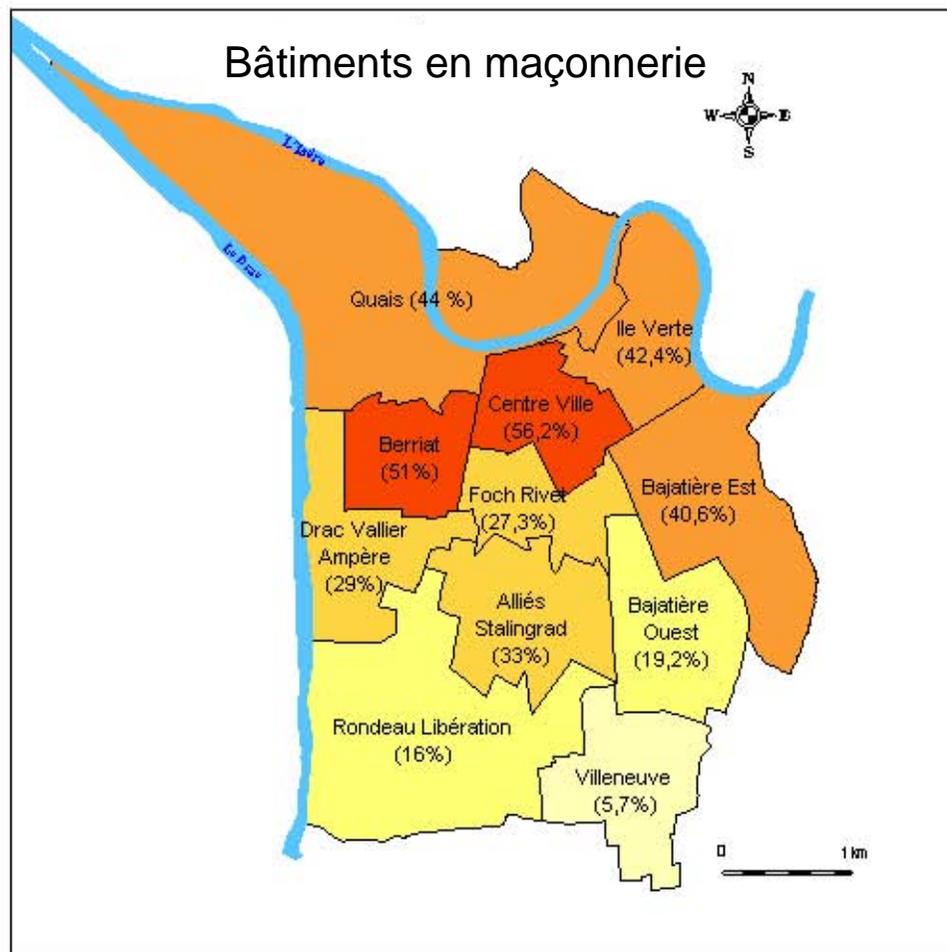
S'assurer que la population peut répondre aux questions demandées en mobilisant des experts sur quelques quartiers pilotes



La localisation des données



Vulnérabilité physique: une répartition Nord-Sud des constructions



LeCorre, 2006

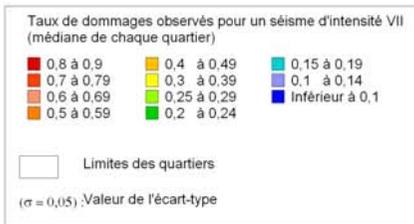
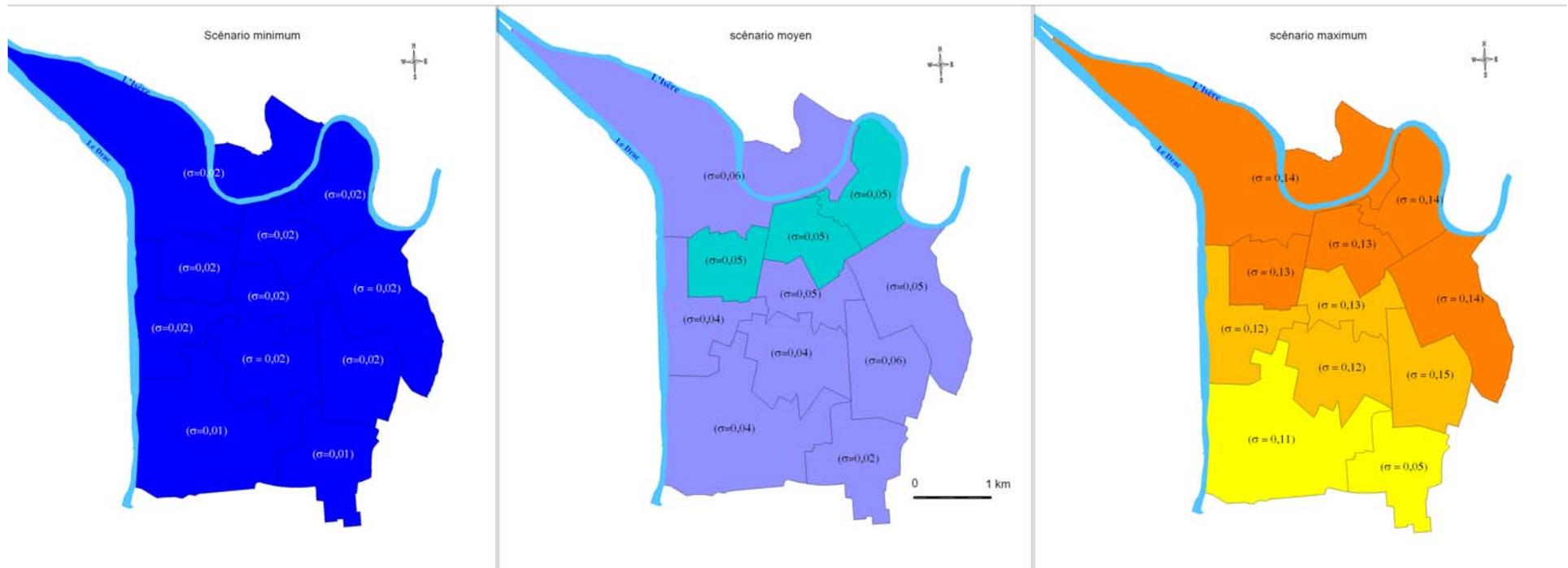
Vulnérabilité physique: un centre ville en maçonnerie plus vulnérable

Pour un scénario d' **Intensité VII (Equivalent à Annecy 1996)**

Dommmage min

Dommmage moyen

Dommmage max



LeCorre, 2006

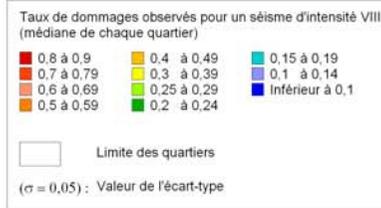
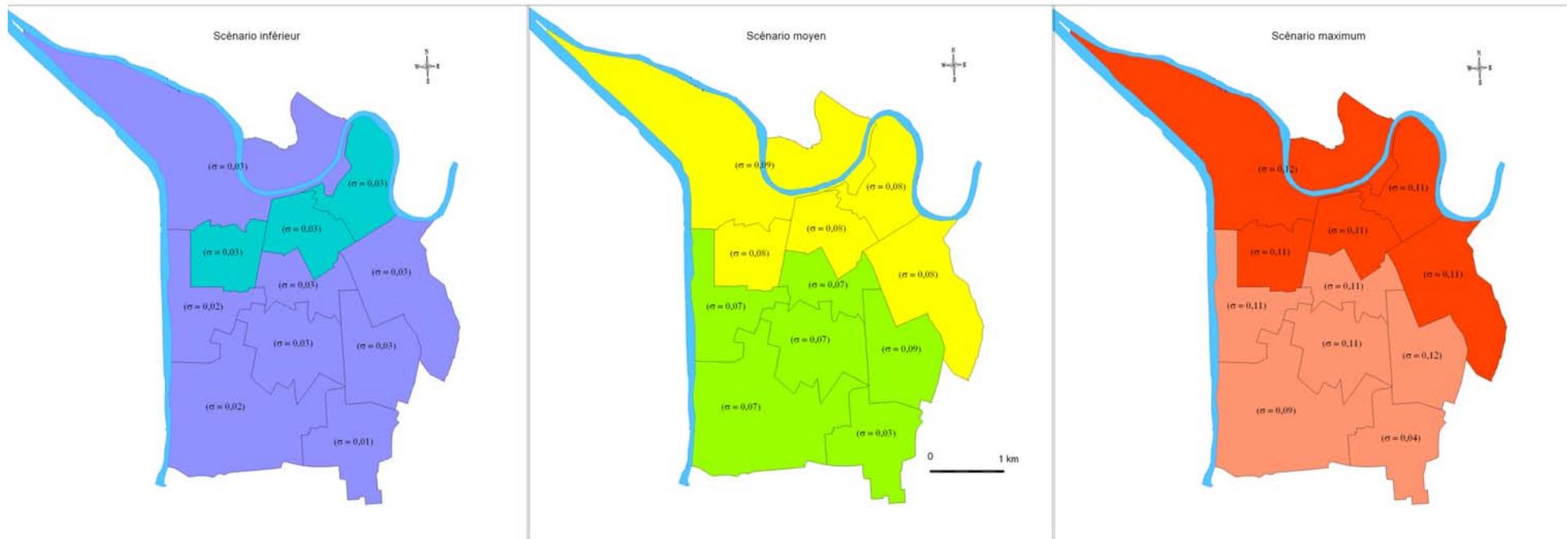
Vulnérabilité physique: un centre ville en maçonnerie plus vulnérable

Pour un scénario d' **Intensité VIII (Equivalent à Lambesc 1909)**

Dommmage min

Dommmage moyen

Dommmage max



LeCorre, 2006

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

CONCLUSIONS

Grenoble est caractérisé par un aléa modéré, des effets de site forts et une vulnérabilité physique importante en centre ville.

La variabilité du remplissage sédimentaire doit être précisée pour améliorer le zonage géotechnique.

L'inventaire sismique du bâti permet une évaluation de la vulnérabilité et une représentation des dommages probables: l'habitat de l'agglomération et du département doit être comparable et une évaluation très grande échelle est possible

Des études spécifiques sont possibles sur des ouvrages particuliers.

La population de Grenoble est informée et préparée à 62%: il faut s'efforcer d'améliorer la perception et la connaissance des 38% restants