



Dispositif mobile et Géoweb pour la collecte de données d'inventaire sismique du bâti en milieu urbain

Paule-Annick Davoine, Laurent Poulenard,
Philippe Gueguen, Jérôme Gensel, José Bringel

Laboratoire d'Informatique de Grenoble, équipe Steamer
Institut des Sciences de la Terre, Grenoble, équipe Risque sismique



ANR Urbasis Sismologie Urbaine : Evaluation de la vulnérabilité et des dommages sismiques par des méthodes innovantes. ANR -09-Risk-009.



ANR Risknat, 2009

Le Projet ANR Urbasis URBan SISmology (Sismologie Urbaine)

- Objectif : Evaluation de la vulnérabilité et de l'endommagement sismiques d'un milieu urbain par des méthodes innovantes



Principaux paramètres structuraux pour l'évaluation du risque sismique

VULNERABILITE	DOMMAGE
<ul style="list-style-type: none">• Type de structure• Époque de construction• Nature du sol• Pente du sol• Toiture• Nombre d'étages• Régularité en élévation• Défaut de rigidité• Hauteur des étages• Position de la structure• Régularité en plan• Renforcement-Qualification• État d'entretien• Diaphragmes horizontaux• Éléments non structuraux	<ul style="list-style-type: none">• Niveau de dommage• Fissures fines• Fissures larges• Chute petits morceaux• Chute gros morceaux• Écroulement de morceaux• Fissures aux joints• Chutes aux joints• Effondrement partiel de plancher• Effondrement d'un étage• Chute de partie de cheminée• Chute de cheminée• Chute de tuiles• Effondrement partiel du toit• Effondrement total du toit

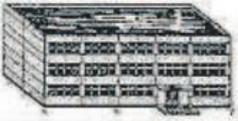
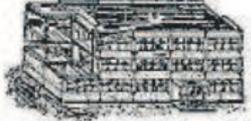
Des paramètres aux indices... (1/2)

Type de structure	Classe de vulnérabilité					
	A	B	C	D	E	F
MAÇONNERIE	Moellon brut, pierre tout venant	○				
	Brique crue (adobe)	○—				
	Pierre brute	⋯○				
	Pierre massive		○—			
	Non renforcée, avec des éléments préfabriques	⋯○—				
	Non renforcée, avec des planchers en béton armé		○—			
	Renforcée ou chaînée			⋯○—		
BÉTON ARMÉ	Ossature sans conception parasismique (CPS)		⋯○—			
	Ossature avec un niveau moyen de CPS			○—		
	Ossature avec un bon niveau de CPS				○—	
	Murs sans CPS		⋯○—			
	Murs avec un niveau moyen de CPS			⋯○—		
	Murs avec un bon niveau de CPS				⋯○—	
ACIER				⋯○—		
BOIS				⋯○—		

- Grille d'évaluation de la **vulnérabilité**
 - selon l'échelle européenne macrosismique EMS 98
 - bâtiments groupés selon leur type de conception

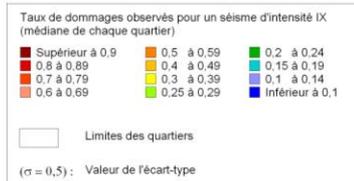
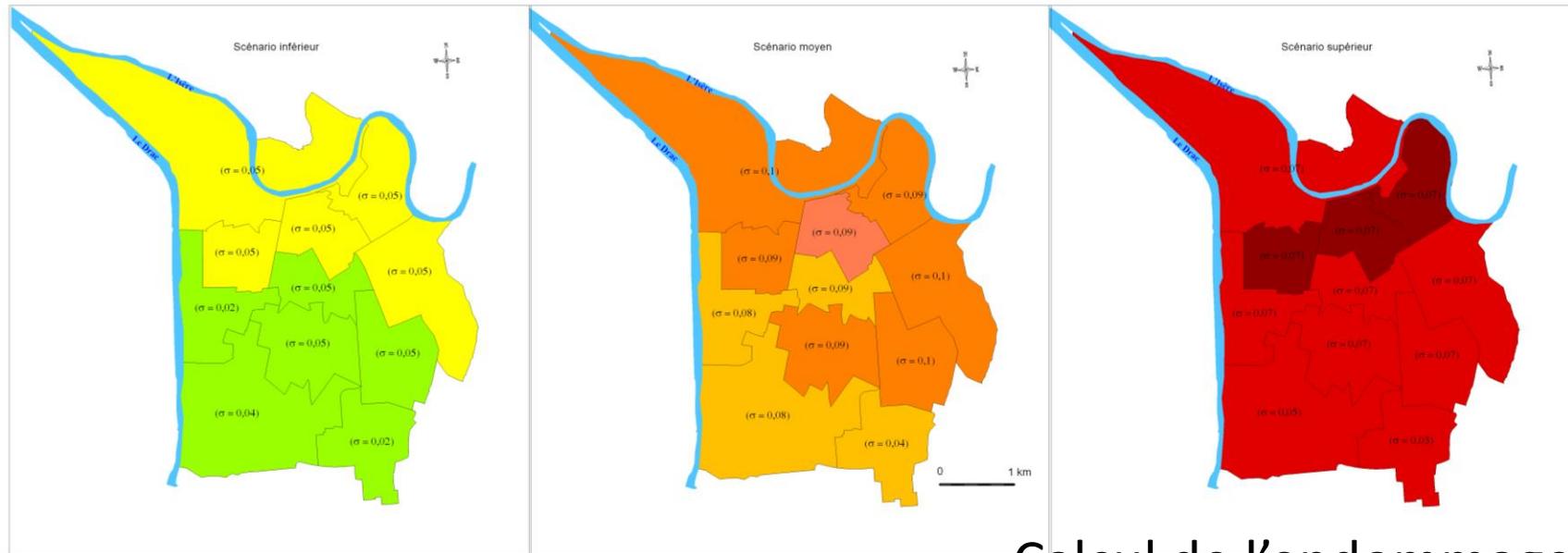
Des paramètres aux indices... (2/2)

- Grille d'évaluation du **niveau de dommage**
 - à partir de l'Echelle Macrosismique Européenne (EMS98, 2001)

Echelle EMS98	1	2	3	4	5
Structure en maçonnerie					
Structure en béton armé					
Dommmage moyen	[0.0 – 0.2[[0.2 – 0.4[[0.4 – 0.6[[0.6 – 0.8[[0.8 – 1.0[

... Et des indices à la cartographie...

- Identifier des zones homogènes de vulnérabilité et d'endommagement
- Mettre en relation Vulnérabilité et Endommagement



Calcul de l'endommagement pour un niveau d'intensité sismique donné

Les méthodes d'évaluation du risque sismique

Vulnérabilité

- Plusieurs méthodes proposées
 - Radius
 - Hazus
 - Risk-UE
- } Paramètres structuraux du bâti

Dommmage

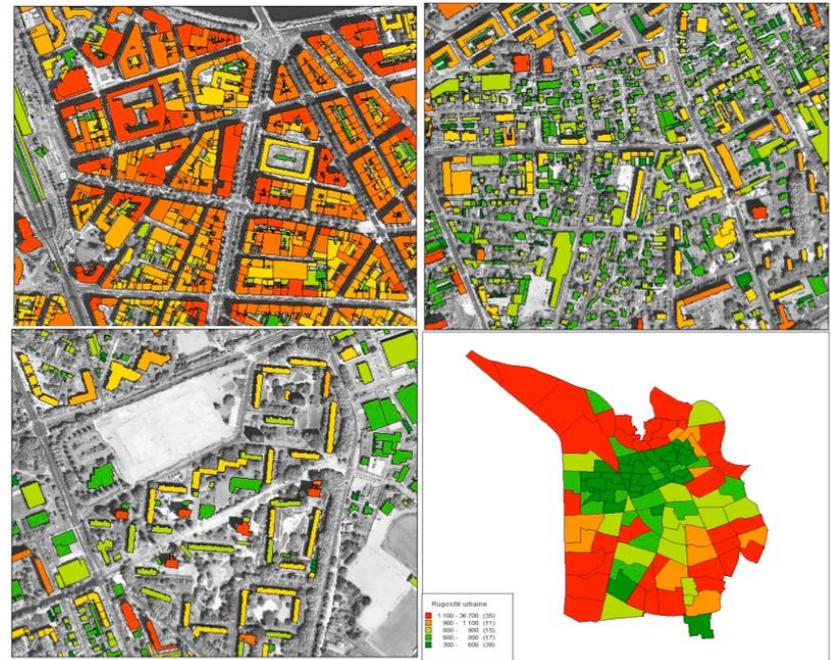
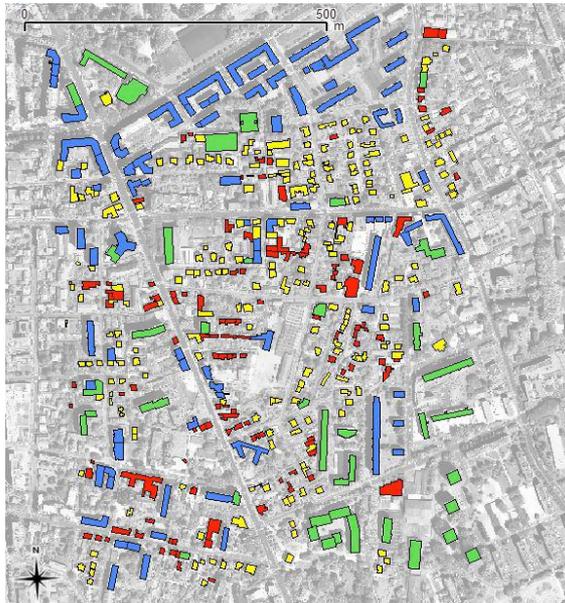
- Relevé de données in-situ
 - Auscultation visuelle

Reposent sur la collecte et le traitement d'une grande quantité de **données** à l'échelle du bâtiment
→ Coût en temps et en ressources humaines

Des Sources de Données Potentielles : l'Imagerie Spatiale

- Permet d'obtenir des données pour l'évaluation de la vulnérabilité sismique à l'échelle d'une agglomération

A partir de la caractérisation de la forme de toit (ANR Urbasis)



A partir de la caractérisation de la hauteur du bâti (sedan & al 2006)

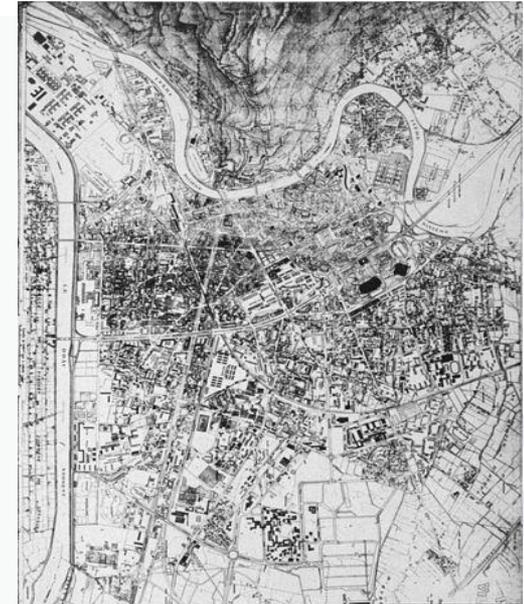
Des Sources de Données Potentielles : les Cartes Anciennes



Grenoble en 1882



Grenoble en 1935



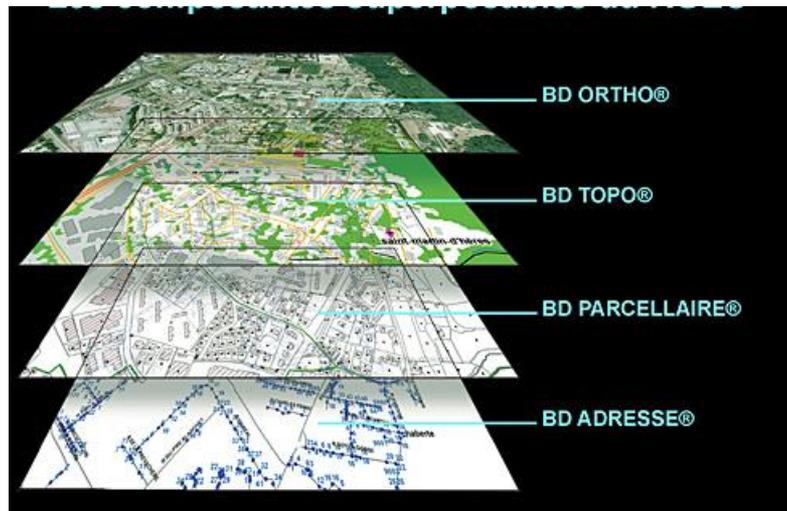
Grenoble en 1968

Epoque de construction => type de matériaux

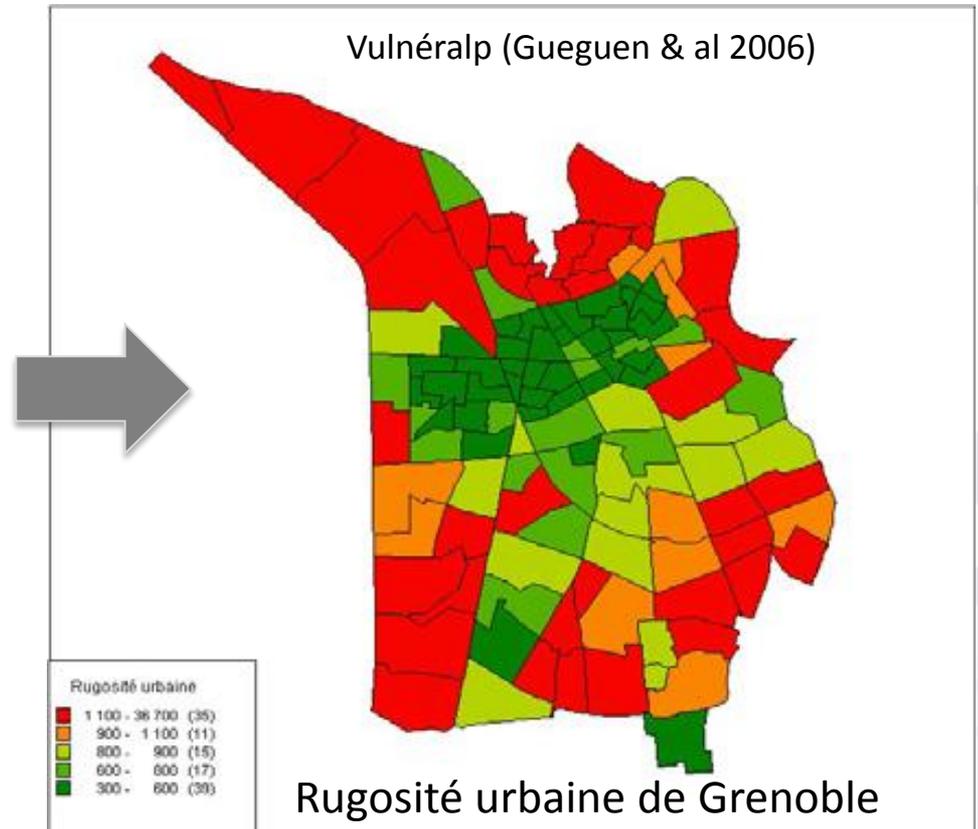
Ne prend pas en compte les transformations urbaines (rénovations)

Des Sources de Données Potentielles : le Référentiel à Grande Echelle

Données du RGE de l'IGN[©]



**Calcul de la rugosité urbaine
(Hauteur moyenne des constructions /
densité urbaine)**



S'effectue à l'échelle du quartier

D'accord mais...

Limites de ces méthodes

- Difficulté d'obtenir une connaissance fine du bâti
 - Les bâtiments à fort enjeu sont difficilement identifiables
 - Peu d'informations sur le bâti ancien
- Difficulté d'établir des corrélations fines Construction / Vulnérabilité / Endommagement pour un niveau de séisme donné



Question :
Comment recueillir un maximum de paramètres structuraux au niveau du bâtiment ?



Une possibilité : Recours aux techniques d'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

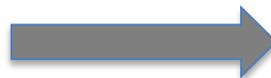
21. Comment se situe votre habitation dans le pâté de maison :
 Bâtiment isolé Bâtiment en travée
 Bâtiment en extrémité Bâtiment en coin

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-igui.obs.ujf-grenoble.fr/users/pguez/GRENOBLE>
NOUS VOUS REMERCIONS D'AVOIR PRIS LE TEMPS DE REMPLIR CE QUESTIONNAIRE ET DE NOUS LE RETOURNER AVANT LE 25 FEVRIER 2004



- Questionnaires complexes
- Faible taux de réponse
- Problème de qualité des réponses
- Cout élevé en temps et en ressources humaines

(Vulneralp, 2007)

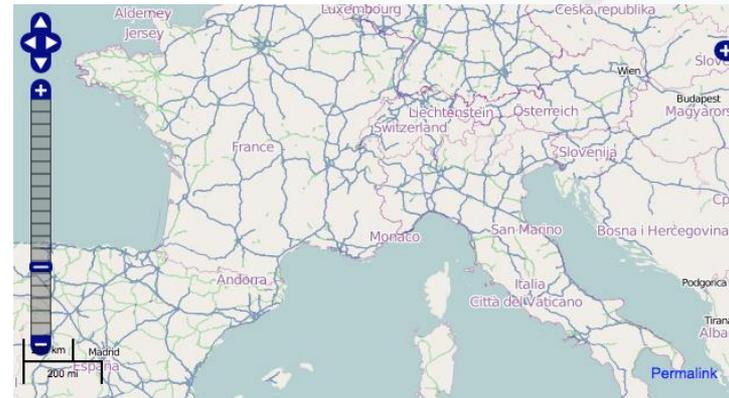
Une autre possibilité..
Utiliser les technologies Web et mobiles pour
collecter
des données relatives à
la vulnérabilité et l'endommagement du bâti

Dispositifs mobiles + systèmes de géolocalisation



- ➔ Acquisition de POI
- ➔ Carnets de terrain électronique

Volunteered Geographic Information (VGI)



➔ Production participative/collaborative
de données géographiques

VGI & Gestion de crise

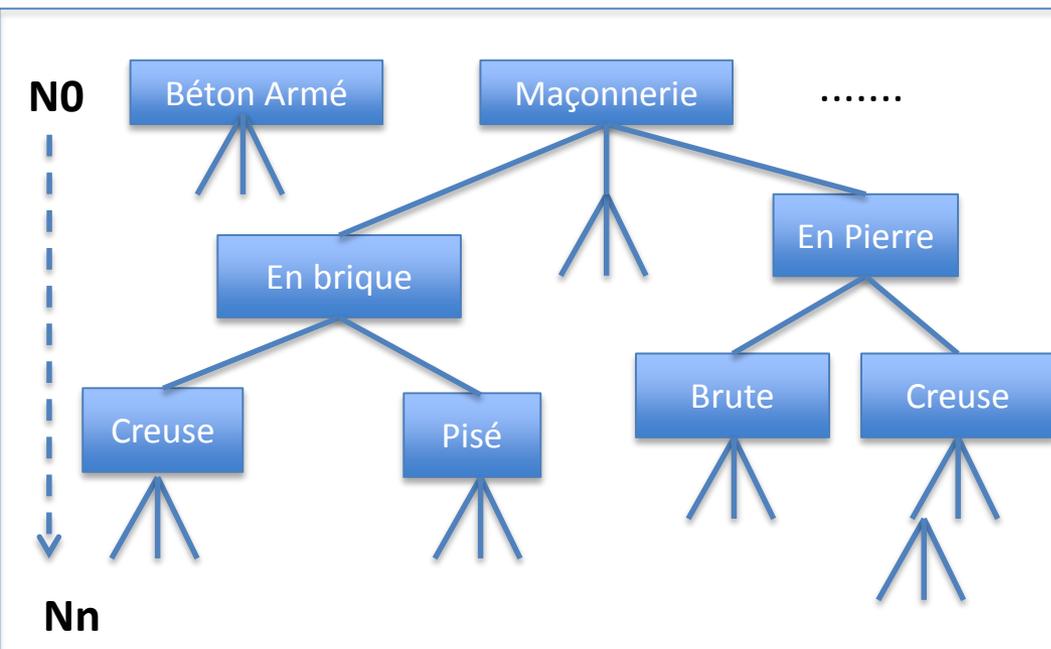
- **Projet Ushahidi**
 - Violences post-élections au Kenya en 2007
 - Séisme d'Haiti en 2010
 - ...
- **Sismologie citoyenne**
 - Centre Sismologique Euro-Méditerranéen (Bossu & al, 2010)

Hypothèse de Départ

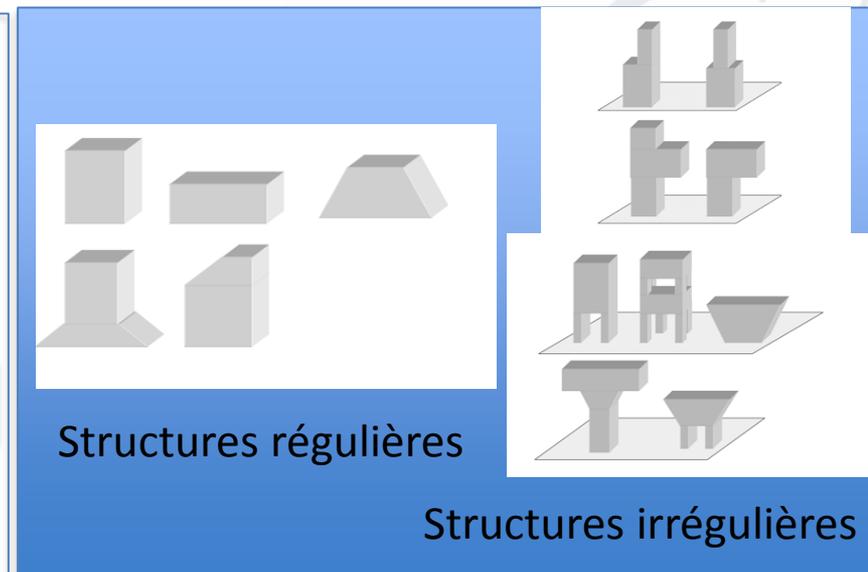
- De plus en plus de personnes possédant un *Smartphone* pourraient contribuer à l'inventaire sismique d'un bâti urbain...
- ... C'est-à-dire contribuer à l'estimation
 - de la vulnérabilité en période pré-sismique
 - de l'endommagement en période post-sismique

Cahier des Charges ou Contraintes à prendre en compte (1/2)

- La nature des données
 - Des données **intuitives**: nb d'étages, type de toiture
 - mais en fait **complexes**, qui requièrent différents niveaux d'expertises



Paramètre « Typologie de l'unité »



Paramètre
« Régularité en
élévation »

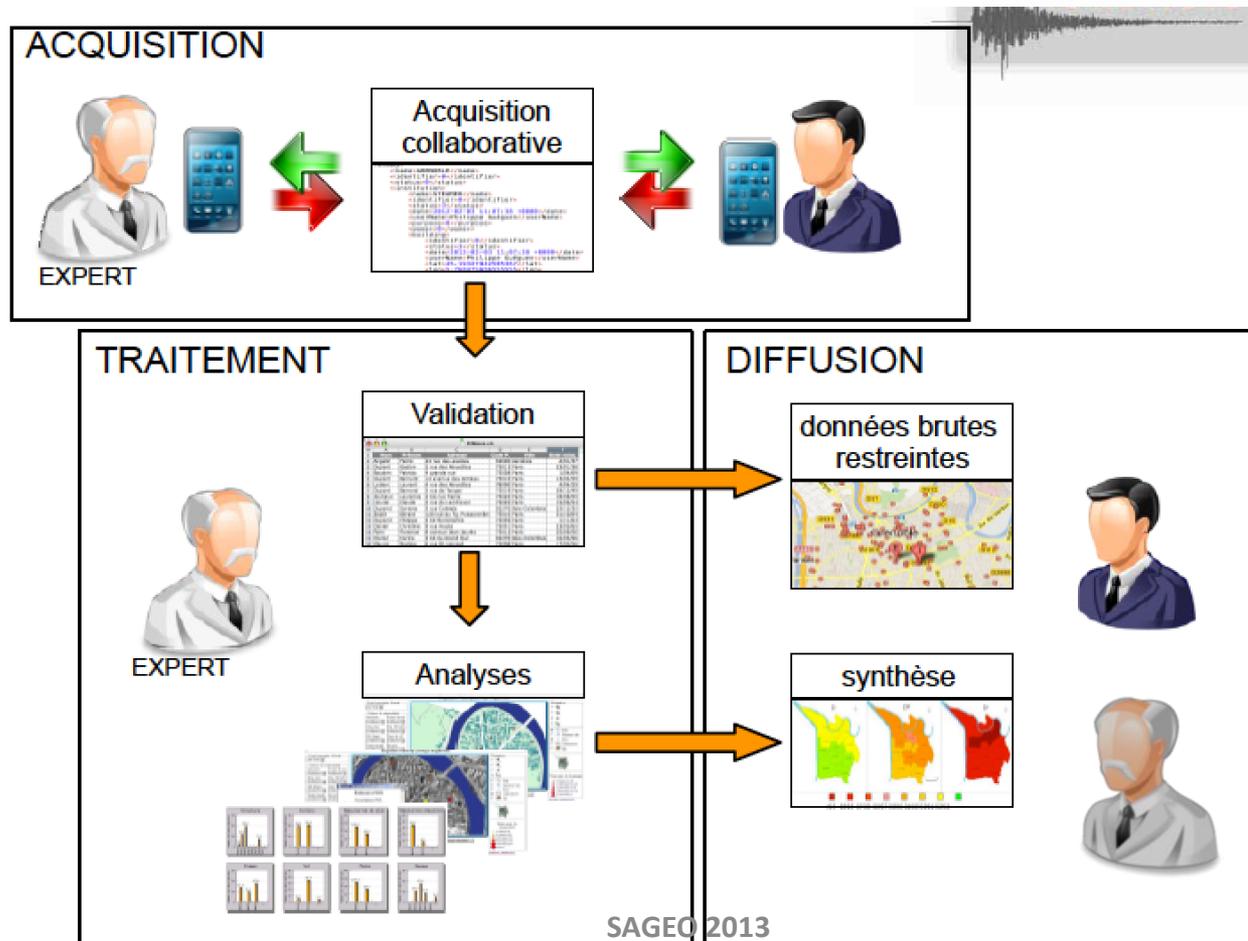
Cahier des Charges ou Contraintes à prendre en compte (2/2)

- La qualité des données
 - Des données sémantiques (chargées de sens) vs une collecte forcément subjective
- La motivation des contributeurs
 - Généralement élevée en période post-sismique (Bossu 2011, Ruitton & al 2011)...
 - ... un peu moins en période pré-sismique...



Deux profils utilisateurs

- Citoyen et Expert



Isibat : Mode Opérateur

Isibat Mobile

Préparation

Isibat Online

Collecte /
intégration

Diffusion

Validation

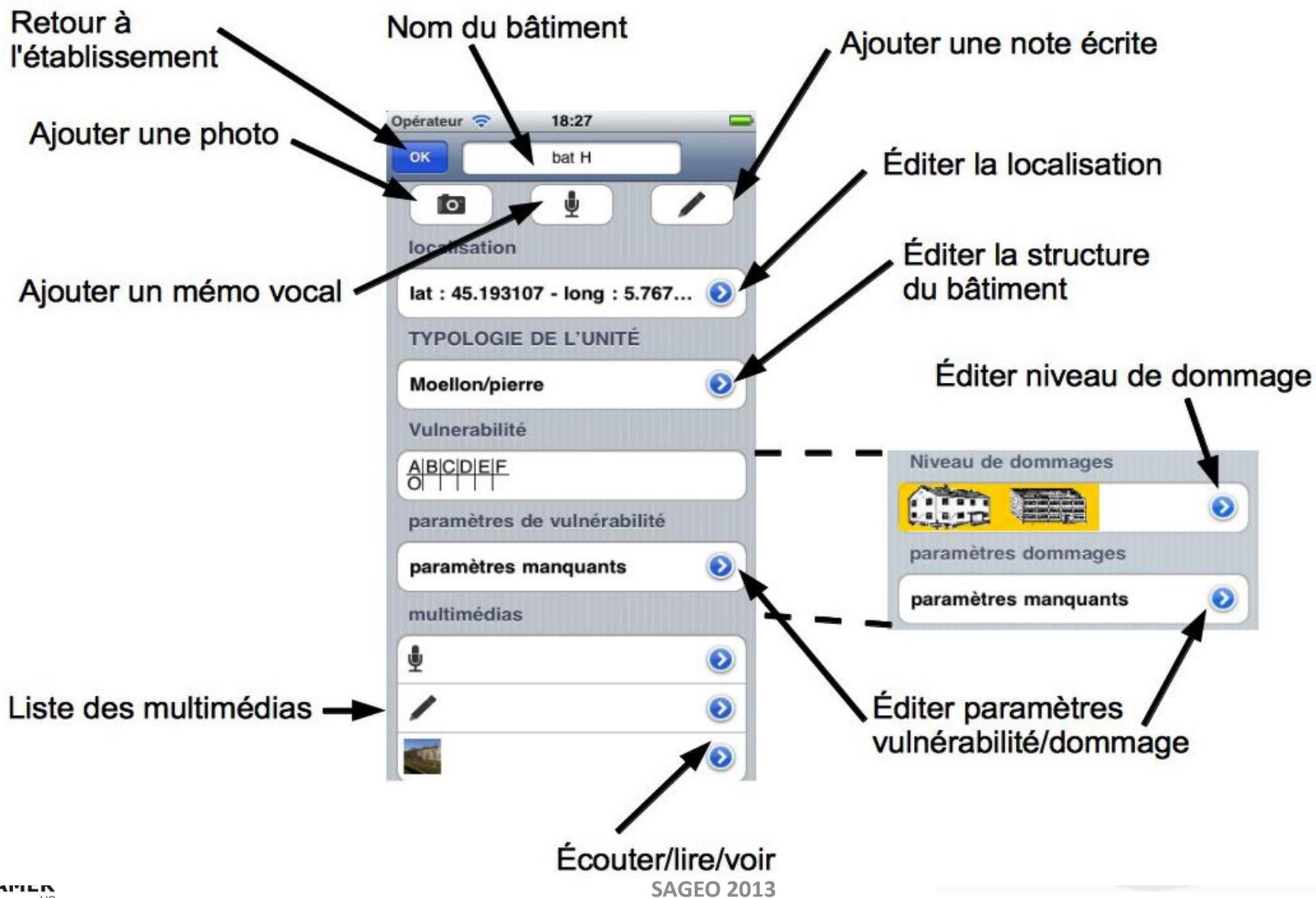
Analyse

Synthèse



Public

Côté Client ou Isibat Mobile



Côté Client ou Isibat Mobile

- Ecrans de saisie

Free 08:59

OK

EPOQUE DE CONSTRUCTION

Avant 1945

NATURE DU SOL

???

PENTE DU SOL

???

TOITURE

Terrasse

NOMBRE D'ETAGES

3 < N° étages ≤ 5

En mode vulnérabilité

Free 09:02

OK

	OUI	NON	?
fissures fines	OUI	NON	?
fissures larges	OUI	NON	?
chute petits morceaux	OUI	NON	?
chute gros morceaux	OUI	NON	?
écroulement de morceaux	OUI	NON	?
fissures aux joints	OUI	NON	?
chutes aux joints	OUI	NON	?
effondrement partiel de plancher	OUI	NON	?

En mode dommage

Free 09:02

OK

D0

D1

D2

D3

D4

D5

Sélectionner le niveau de dommage

- Ecrans de saisie

Accès à des niveaux plus experts

Edition des paramètres de base



OK

EPOQUE DE CONSTRUCTION

Avant 1945

NATURE DU SOL

???

PENTE DU SOL

???

TOITURE

Terrasse

NOMBRE D'ETAGES

3 < N° étages ≤ 5

OK

		Moellon/pierre
Maçonnerie	Pierre	Pierre brute
Béton armé	Terre	Pierre Massive
Métallique	Brique/béton	

TYPOLOGIE DE L'UNITÉ :
Maçonnerie : Pierre brute

Carrier 8:28 AM

Done Title 8

Height max :

Height min :

Length :

Width :

Slope : slope

Hmax Hmin
without retaining wall

Hmax Hmin
SAGEO 2013
with retaining wall

lat : 45.198500 - long : 5.736...

TYPOLOGIE DE L'UNITÉ

Briques/bloc de béton avec...

Vulnérabilité

ABCDEF
HOI

paramètres de vulnérabilité

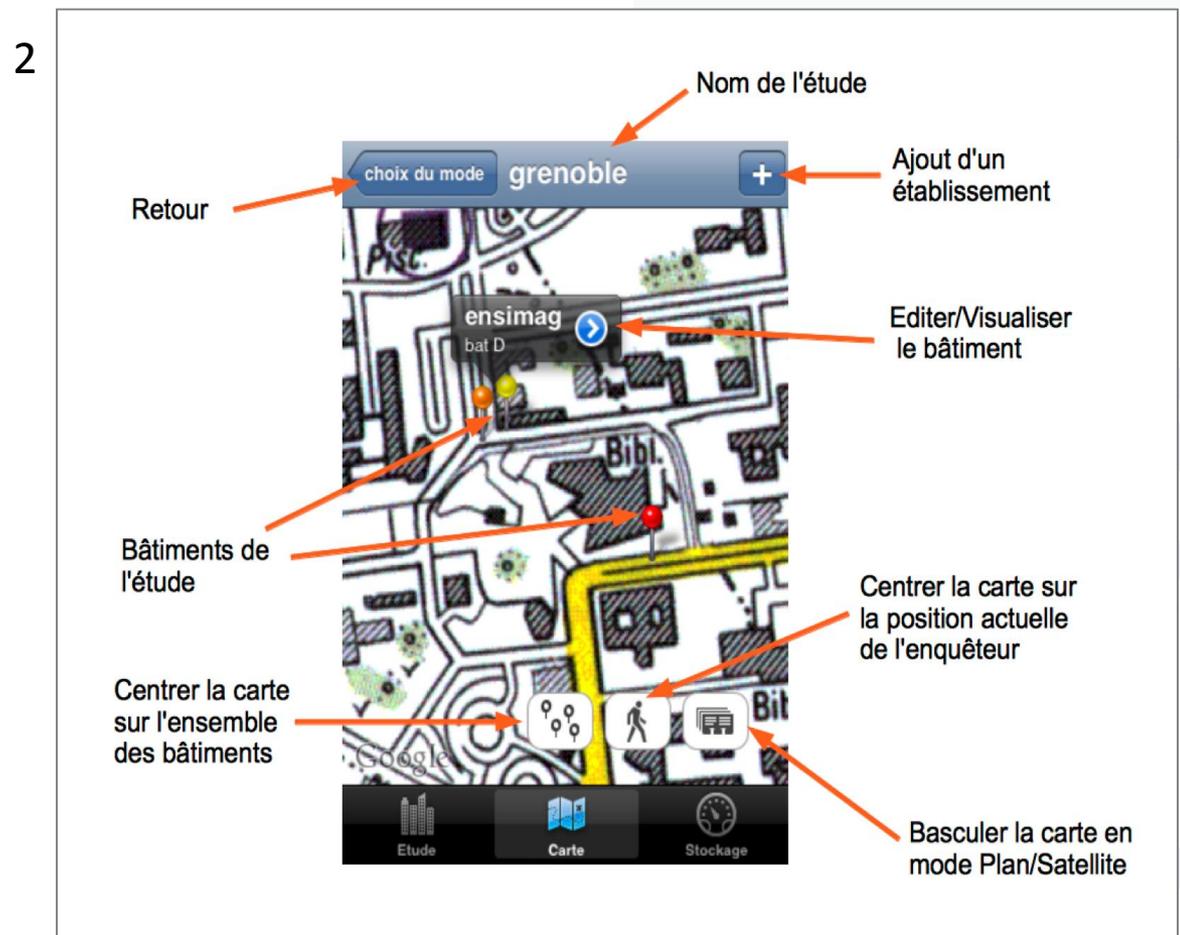
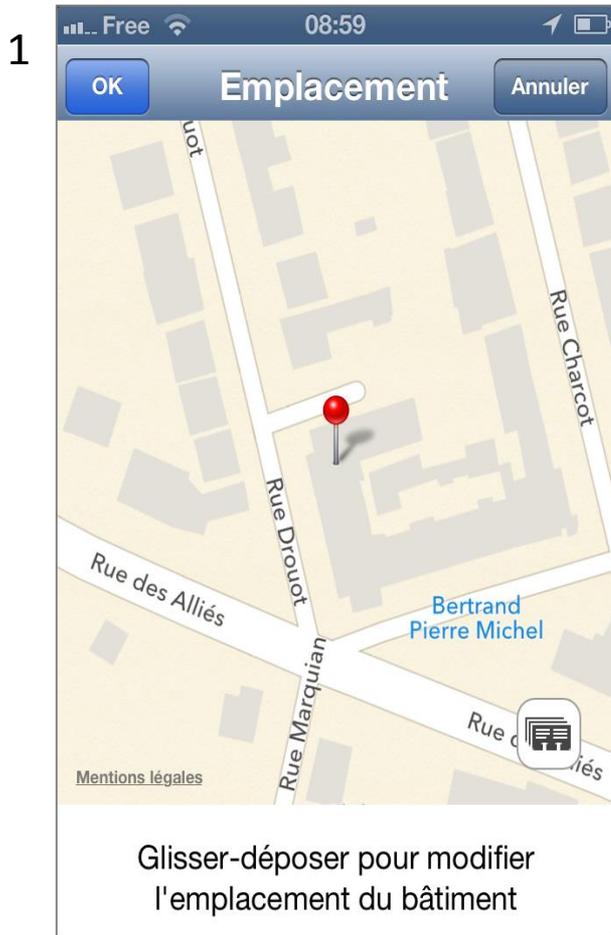
paramètres manquants

multimédias

Exemple d'aide

Côté Client ou Isibat Mobile

- Composants Cartographiques



Côté Serveur ou Isibat Online

- Interface Web de Visualisation

The screenshot displays the web interface for Isibat Online, accessed at urbasis.liglab.fr/isibatonline/. The browser shows the tomcat server. The interface includes a navigation menu (User, Data, Maps, Admin) and a TOOLS section with LAYER and SELECTION tabs. The Selected Study is Grenoble and the Selected Layer is Vulnerability class. The FEATURES section contains a table of data points, and the LEGEND section shows a color-coded key for vulnerability classes. The main map area displays a street map of Grenoble with numerous colored markers (red, orange, yellow, green) representing different vulnerability classes. The CHARTS section at the bottom has an ADD CHART button.

Insti...	Buil...	Class	Description
Gre...	592	A B C D E F H O I	class B (event...
Gre...	593	A B C D E F H O I	class B (event...
Gre...	596	A B C D E F OH	class B (possi...
Gre...	597	A B C D E F H O I	class B (event...
Gre...	598	A B C D E F OH	class B (possi...
Gre...	603	A B C D E F OH	class B (possi...

Color	Class	Description
Red	A B C D E F O	class B (event...)
Orange	A B C D E F H O I	class B (event...)
Yellow	A B C D E F OH	class B (possi...)
Light Green	A B C D E F H O I	class B (event...)
Green	A B C D E F H O I	class B (event...)

Côté Serveur ou Isibat Online

- Interface Web de Visualisation

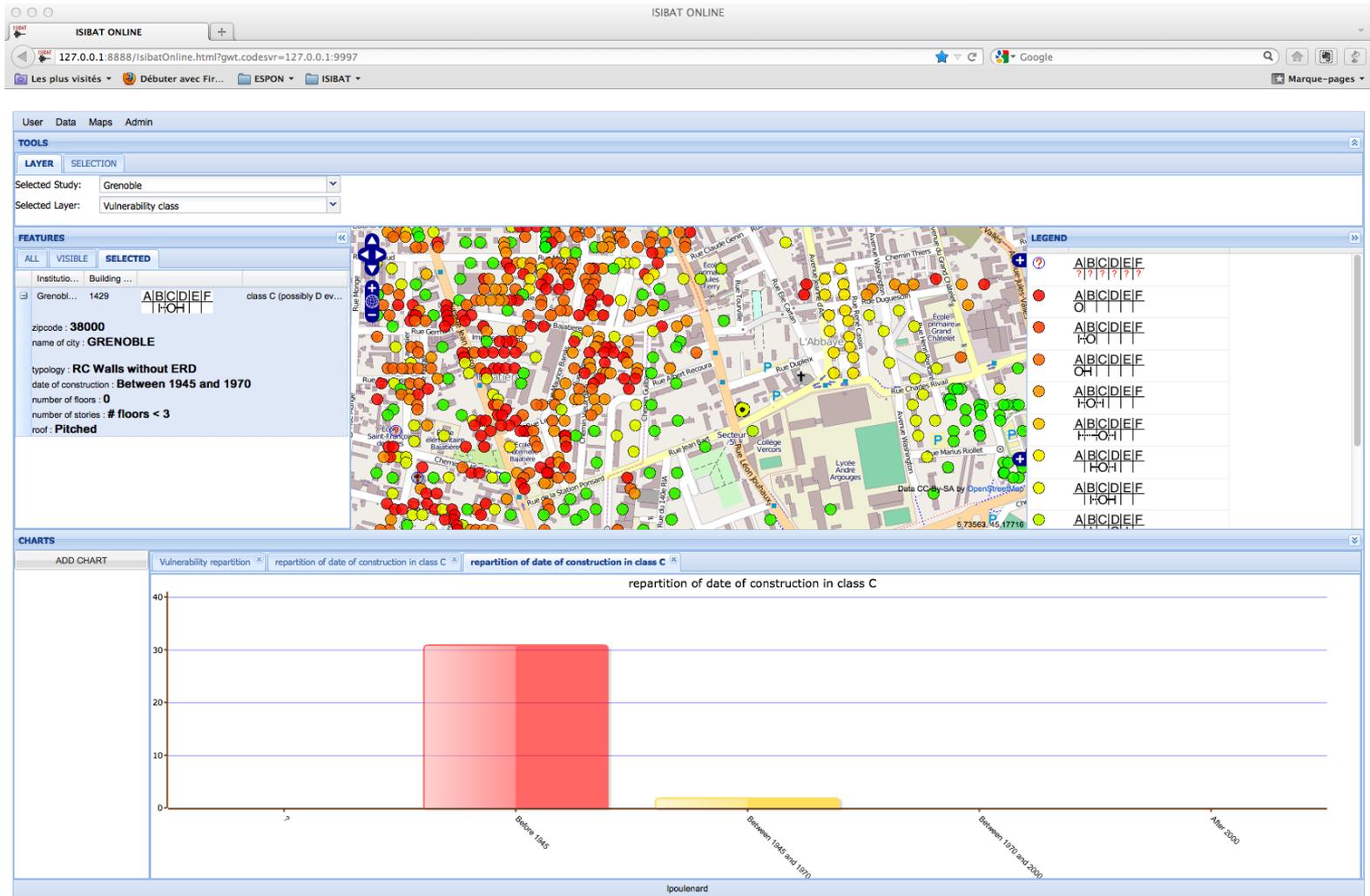
The screenshot displays the ISIBAT ONLINE web interface. At the top, the browser address bar shows the URL: 127.0.0.1:8888/IsibatOnline.html?gwv.codesvr=127.0.0.1:9997. The interface includes a navigation menu (User, Data, Maps, Admin) and a TOOLS section with 'LAYER' and 'SELECTION' tabs. The 'Selected Study' is 'Grenoble' and the 'Selected Layer' is 'Vulnerability class'. The FEATURES section shows a list of features with columns for 'Institution...', 'Building...', 'zipcode', 'name of city', 'typology', 'date of construction', 'number of floors', 'number of stories', and 'roof'. A specific feature is highlighted with details: 'Grenobl... 1429', 'class C (possibly D ev...', 'zipcode: 38000', 'name of city: GRENOBLE', 'typology: RC Walls without ERD', 'date of construction: Between 1945 and 1970', 'number of floors: 0', 'number of stories: # floors < 3', and 'roof: Pitched'. The map shows a street grid in Grenoble with numerous colored markers (red, orange, yellow, green) representing different vulnerability classes. A LEGEND on the right lists six classes (A-F) with corresponding color-coded symbols. Below the map, the CHARTS section displays a 'Vulnerability repartition' pie chart. A legend for the pie chart is provided in a grey box on the right, listing the classes and their corresponding colors: class A (red), class B (possibly A) (orange), class B (eventually A or C) (yellow), class C (possibly B eventually A or D) (light green), class C (possibly B eventually D) (green), class C (possibly D eventually B) (dark green), class D (possibly E eventually C) (light blue), and class E (possibly F eventually D) (dark blue).

Legend:

- ?
- class A
- class B (possibly A)
- class B (eventually A or C)
- class C (possibly B eventually A or D)
- class C (possibly B eventually D)
- class C (possibly D eventually B)
- class D (possibly E eventually C)
- class E (possibly F eventually D)

Côté Serveur ou Isibat Online

- Interface Web de Visualisation



Côté Serveur ou Isibat Online

- Interface Web de Visualisation

The screenshot displays the ISIBAT ONLINE web interface. The browser address bar shows the URL `127.0.0.1:8888/isibatOnline.html?gw.t.codesvr=127.0.0.1:9997`. The interface is divided into two main sections:

Data Table (Left): A table titled "Collected data (1488)" for the city of Grenoble. It lists building information with columns for User, Institution Name, Building Name, a grid of letters (A-I, O-H), and a "Restrict" button. Summary statistics are provided below the table:

- zipcode : **38000**
- name of city : **GRENOBLE**
- typology : **Simple stone**
- date of construction : **Before 1945**
- number of floors : **4**
- number of stories : **3 < # floors < 5**
- roof : **Flat**

Map (Right): A 3D map of Grenoble, France, with numerous green tree markers overlaid on the urban landscape. The map includes street names, parks, and landmarks like the Stade des Alpes.

Conclusion et perspectives

- Isibat dédiée à la collecte in-situ de données d'inventaire sismique du bâti en milieu urbain
 - IsibatMobile : application mobile (disponible sur Iphone ou Ipad) assiste de manière intuitive et interactive les contributeurs lors de campagne de collecte, en période pré-sismique ou post-sismique.
 - IsibatOnLine : application Web, serveur dédié à la gestion des informations collectées via IsibatMobile
 - Composants cartographiques dynamiques et interactifs : accès aux données collectées et interrogation multi-critère des zones inventoriées
- 2 études de cas réalisés
 - évaluation de la vulnérabilité urbaine de Grenoble
 - évaluation de l'endommagement de la région de Ferrara au nord de l'Italie, suite au séisme qui a frappé cette région en 2012.

Conclusion et perspectives

- Utilisable par des utilisateurs non experts, mais...
- ... la mise à disposition de l'application (client *et* serveur) pose encore des questions
 - qualité et validation des données (sa représentation, son évaluation, sa prise en compte dans les analyses et traitements futurs, etc.)
- ... Plus généralement des questions posées par toute application adoptant une approche de participation citoyenne, de type VGI
- ... Et plus tard.... vers une infrastructure générique pour la collecte citoyenne et ubiquitaire



Dispositif mobile et Géoweb pour la collecte de données d'inventaire sismique du bâti en milieu urbain

<http://urbasis.liglab.fr/isibatonline/>

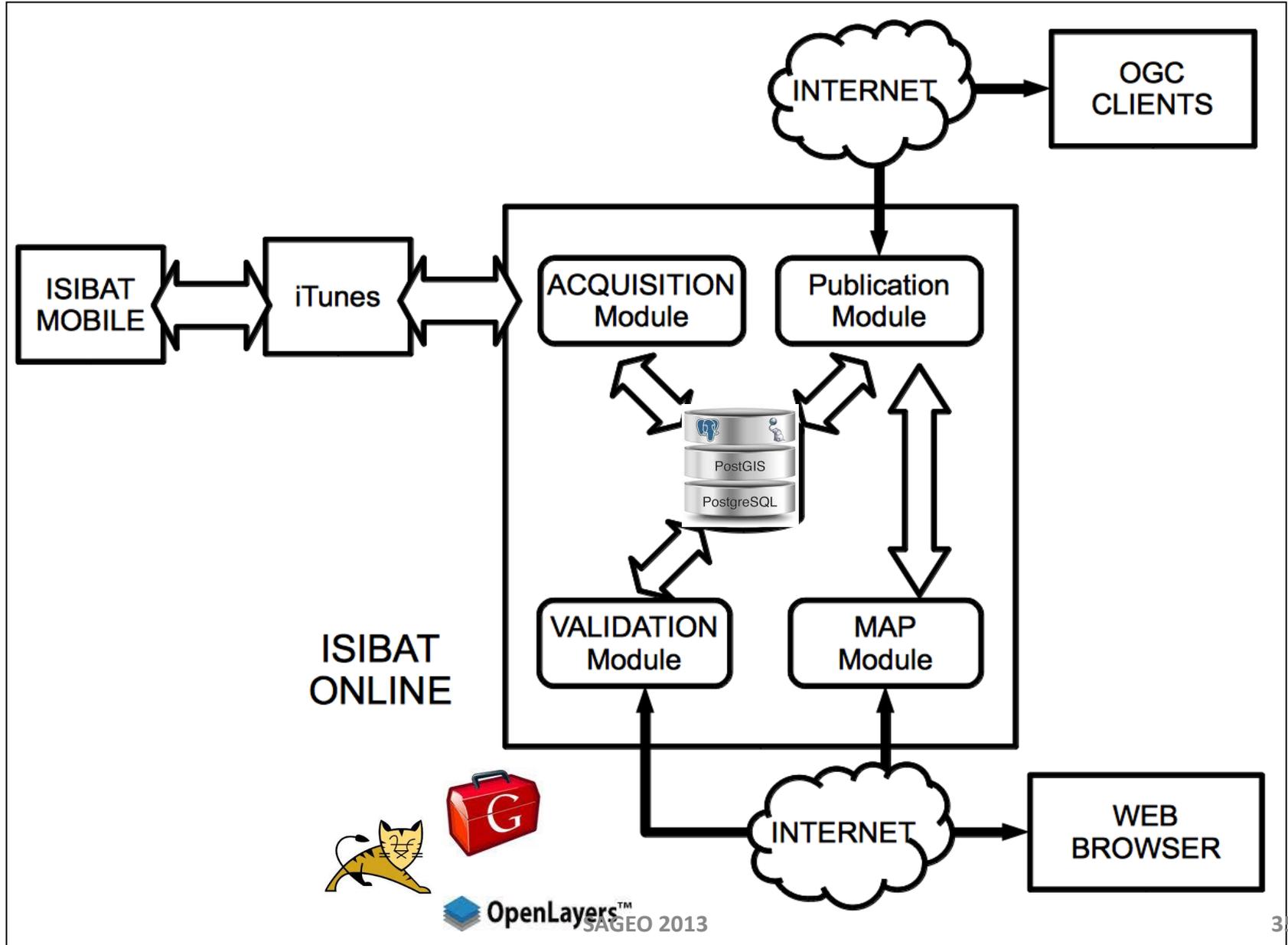
Contact.Steamer@imag.fr

Paule-Annick Davoine, Laurent Poulenard,
Philippe Gueguen, Jérôme Gensel, José Bringel

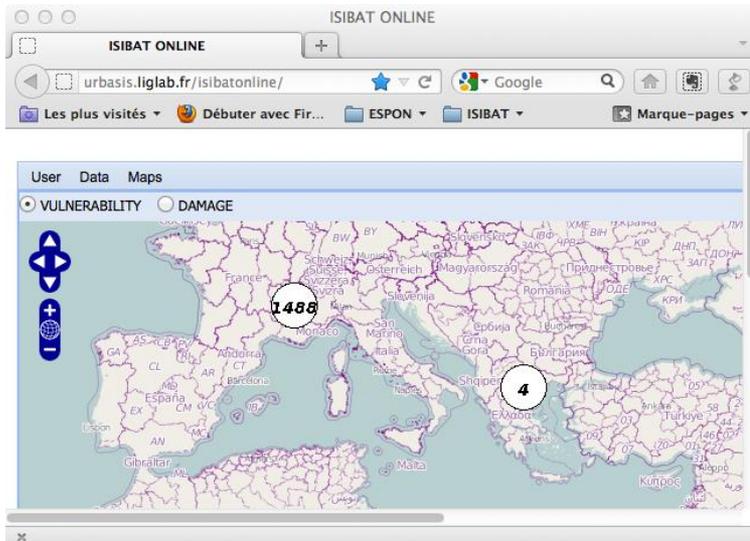


ANR Urbasis Sismologie Urbaine : Evaluation de la vulnérabilité et des dommages sismiques par des méthodes innovantes. ANR -09-Risk-009.

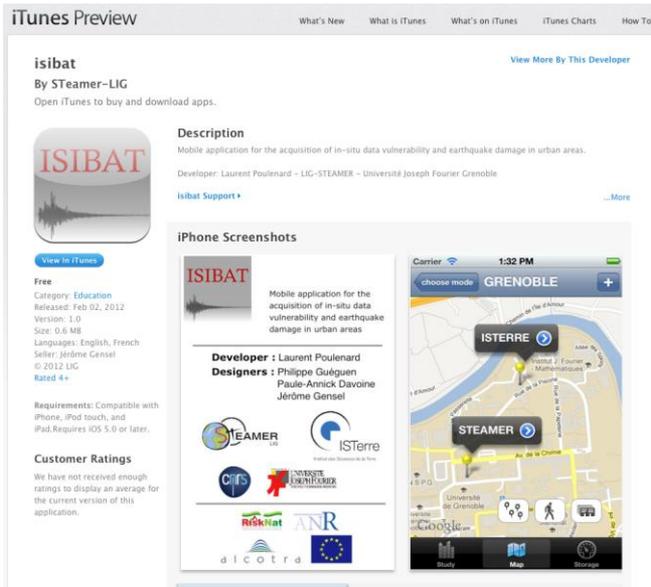
Architecture d'Isibat



Liens



<http://urbasis.liglab.fr/isibatonline/>



Sur l'Apple Store (via iTunes)

Aspects technologiques

- Isibat Mobile
 - Technologies Apple
 - Framework de développement Xcode
 - Objective C
 - MapKit.framework pour les cartes interactives
 - CoreLocation framework pour la géolocalisation
- Isibat Online
 - Web Toolkit (GWT)
 - Fond de carte Google ou OSM mais possibilité d'en intégrer d'autres

Aspects technologiques

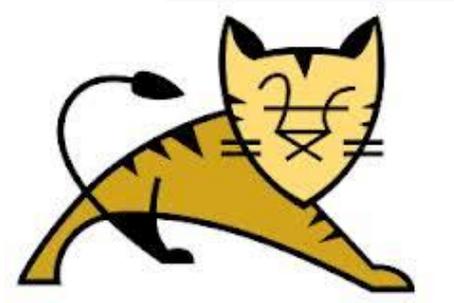
Base de données
PostgreSQL + PostGIS



GWT Google
Web Toolkit



Serveur TOMCAT



OpenLayers :
Composant cartographique

