



Centre Sismologique Euro-Méditerranéen

Rapport d'activités n°3 (Rapport Final)

Convention 2011-02 CSEM – Fondation MAIF

LA SISMOLOGIE CITOYENNE

| Edition | Rédacteurs | Relecteur | Approbateur |
|---------------------|-------------------|---------------------------------------|--------------------|
| Nom | Rémy Bossu | Gilles Mazet-Roux Caroline Etivant | Rémy Bossu |
| Unité | CSEM | CSEM | CSEM |
| Date du visa | | | |
| Visa | | | |

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| Table des matières | 3 |
| Résumé | 5 |
| A. Introduction | 6 |
| B. Générer une Information de type Risque | 7 |
| 1. <i>Contributions indirectes des témoins</i> | <i>7</i> |
| 2. <i>Contributions directes des témoins : crowdsourcing</i> | <i>8</i> |
| 3. <i>Autres contributions</i> | <i>9</i> |
| 4. <i>Fusion des données</i> | <i>10</i> |
| C. Présentation de l'application | 11 |
| 1. <i>Listes des séismes et système de notifications</i> | <i>11</i> |
| 2. <i>Collecte d'informations et lien avec les réseaux sociaux</i> | <i>12</i> |
| D. Conclusion | 14 |
| E. Moyens mis en œuvre et bilan financier | 15 |

Résumé

Ce rapport présente l'état final du projet « sismologie citoyenne ». Dans ce rapport nous nous concentrerons principalement sur l'application LastQuake pour smartphones (pour iOS et Android) dont le développement constitue l'effort principal réalisé au cours de cette dernière année du projet.

Les discussions en fin de seconde année du projet ont en effet fait apparaître la nécessité de produire un résultat directement utilisable par les citoyens. La réalisation d'une application innovante pour smartphone s'est imposée comme étant le meilleur moyen de valoriser les résultats obtenus et de toucher directement le public.

Cette application s'appuie sur les résultats des années précédentes notamment sur les détections des séismes ressentis basées sur les contributions directes et indirectes des témoins.

Elle offre un service unique : alors que les applications existantes reportent l'ensemble des séismes localisés par les réseaux de surveillance, LastQuake se focalise sur les séismes ressentis – qui ne représentent moins de 10% des séismes localisés – et ce, quelle que soit leur magnitude.

L'expérience utilisateur est elle aussi en rupture par rapport à l'existant grâce interface intuitive et une information qui va à l'essentiel. Cette application incite par ailleurs l'utilisateur à interagir avec le CSEM en lui envoyant témoignage et photos.

Enfin, LastQuake se révèle d'ores et déjà performante pour la collecte rapide d'observations sur les effets des séismes, photos géo-localisées et témoignages. Elle corrige ainsi l'échec de l'application RICHTER développée préalablement dans ce projet et qui n'avait pas été adoptée par le public.

A. Introduction

Internet et les technologies de l'information ont transformé les sociétés au cours de ces 20 dernières années. La sismologie n'est pas restée à l'écart de cette révolution.

Le concept de sismologie citoyenne (www.citizenseismology.eu) développé par le CSEM dans le cadre de cette convention avec la Fondation MAIF vise à tirer les conséquences de cette évolution dans le domaine de l'information sismologique temps réel du public.

Les deux changements majeurs observés au cours de cette période sont l'accélération du temps et la possibilité offertes aux témoins de partager leurs observations sur les effets des séismes (témoignages en ligne, photos).

L'accélération du temps est phénoménale. Aujourd'hui, les témoins d'un séisme se manifestent sur Internet dans les premières dizaines de secondes qui suivent une secousse sismique ! Dans une étude récente, nous avons montré que l'heure d'arrivée des témoins sur le site du CSEM – second site d'information sismologique au monde – suivait la propagation des ondes sismiques : les témoins les plus proches de l'épicentre arrivant sur le site en premier.

Le second changement est illustré par l'utilisation massive et systématique des réseaux sociaux après les catastrophes : les témoins partagent leurs témoignages avec leurs proches et les journalistes essayent d'en tirer des informations crédibles et utiles avec un succès variable.

Ce que nous avons fait au cours de cette convention a été de capter ces nouveaux comportements et ces données pour améliorer nos services d'information vers le public en cas de séisme. Ainsi nous identifions automatiquement la plupart des séismes largement ressentis de part le monde par :

- l'analyse du trafic Internet sur notre site,
- l'analyse de l'utilisation de Twitter (réalisée avec l'US Geological Survey),
- le nombre de témoignages que nous collectons
- des modèles prédisant le nombre de personnes susceptibles d'avoir ressenti la secousse.

Nous intégrons aussi des informations sur les dégâts potentiels (à partir de modèles) ou avérés (questionnaires, photos) et sur le risque de tsunami tout en maintenant une présence active sur les réseaux sociaux pour mieux appréhender les attentes du public.

Ces informations nous permettent de basculer d'une information sur les séismes (localisation, magnitude) à une information sur leurs effets, ou en d'autres mots de basculer d'une information de type aléa à une information de type risque.

Ce rapport contient deux principales parties, la première, plus succincte présente la fusion des données visant à générer l'information de type risque et la seconde présente l'application elle-même. La mise en valeur de cette convention et donc de l'application est traitée dans un rapport distinct.

B. Générer une Information de type Risque

Cette partie présente les données utilisées pour identifier les séismes ressentis ou destructeurs et leur fusion afin de générer une information de type « risque »

1. Contributions indirectes des témoins

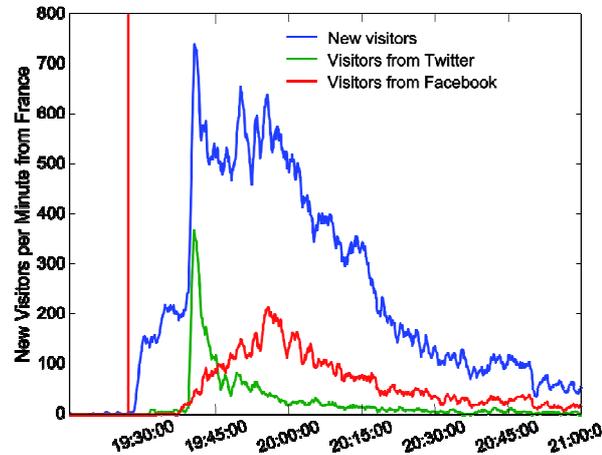


Figure 1 : Evolution du trafic sur le site du CSEM suite au séisme de Barcelonnette de magnitude 4.9 du 7 avril 2014. L'augmentation de trafic a été automatiquement détectée 96s après le séisme. Les réseaux sociaux Twitter et Facebook contribuent de manière significative au trafic dans les dix minutes qui suivent le séisme.

L'évolution du trafic sur le site du CSEM (Figure 1) est un des moyens d'identifier les séismes ressentis par la population. Lorsque le sol bouge, les témoins se jettent littéralement sur Internet à la recherche d'information sur cette secousse générant une augmentation de trafic massive et immédiate sur les sites spécialisés d'informations sismologiques comme celui du CSEM. Il suffit donc de détecter les brusques augmentations de trafic pour détecter automatiquement les séismes ressentis.

Bien entendu, seule une fraction des témoins consulte le site du CSEM, une partie visite les réseaux sociaux, comme Twitter pour partager leur expérience générant un phénomène très similaire: le nombre de messages contenant le mot « séisme » dans la langue locale explose après un séisme ressenti (Figure 2).

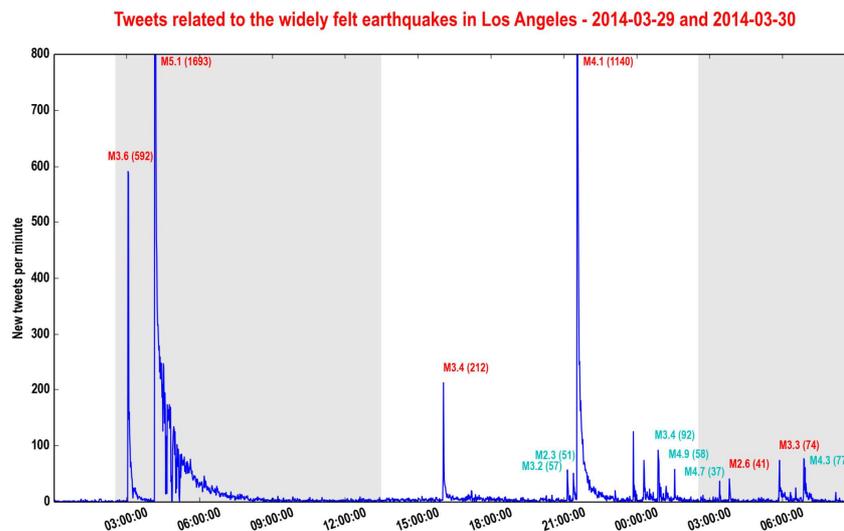


Figure 2 : Evolution temporelle du nombre de tweets contenant le mot « séisme ». Chaque pic peut être associé à un séisme ressenti

Ces deux méthodes sont complémentaires, leurs performances relatives dépendant respectivement de la notoriété locale du CSEM et de Twitter. A noter que les détections sur Twitter ne sont pas réalisées par le CSEM mais par l'US Geological Survey (USGS) qui les partagent avec nous en temps réel dans le cadre d'une collaboration scientifique.

2. Contributions directes des témoins : crowdsourcing

Les témoins peuvent partager deux types d'observations : les témoignages en ligne (questionnaire disponible en 32 langues remplacés par des imageries pour les appareils nomades) et les photos géo-localisées. Ce type de contributions est généralement appelé le crowdsourcing.

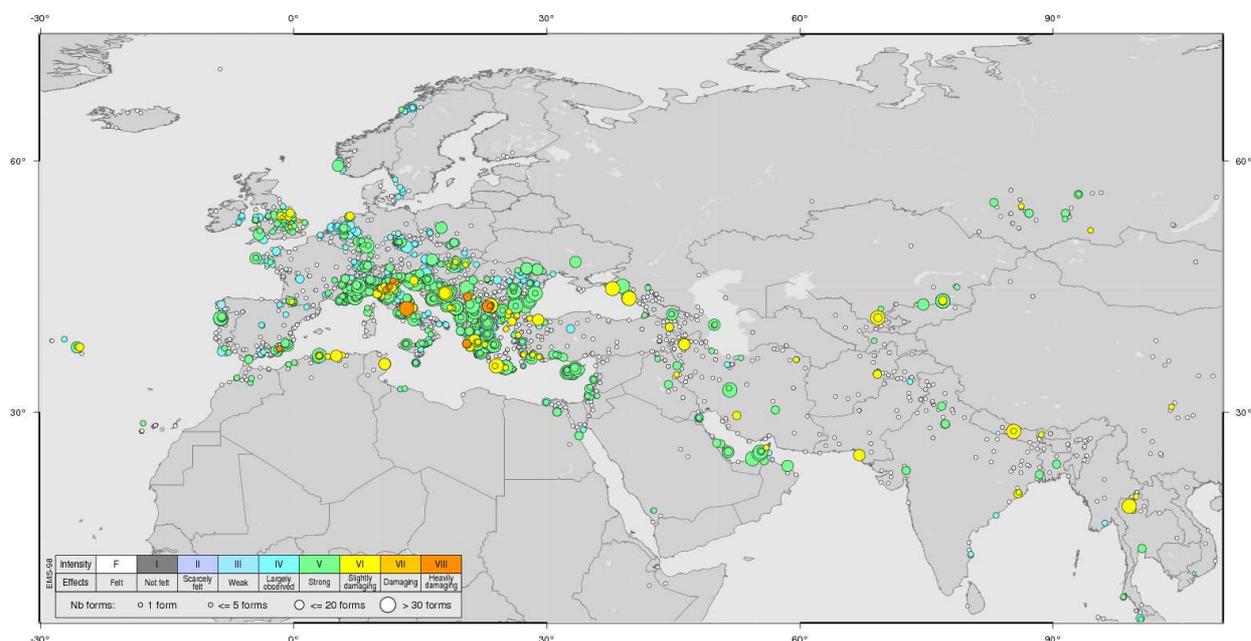


Figure 3 : Intensités macrosismique dérivées des questionnaires collectés en Eurasie au cours des 3 dernières années (40 000 questionnaires à l'échelle mondiale). Un minimum de 5 questionnaires est requis pour déterminer une valeur d'intensité.

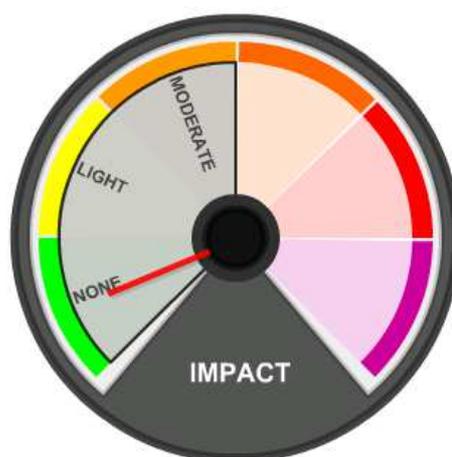
Les questionnaires sont automatiquement analysés afin d'évaluer le niveau de violence locale de la secousse sismique (Figure 3). Les photos quant à elles subissent un processus de validation manuelle (respect de la dignité humaine, des droits d'auteurs et cohérence avec les données sismologiques) avant leur publication en ligne (Figure 4).



Figure 4 : Photo montrant l'effondrement des « chocolate hills » suite au séisme de Bohol aux Philippines.

3. Autres contributions

Outre les contributions des témoins, l'application s'appuie sur les données sismologiques (localisation et magnitude des séismes, sur les estimations d'impact qui en dérivent (Figure 5) et enfin les informations diffusées par le Pacific Tsunami Warning Centre concernant la génération éventuelle d'un tsunami.



| IMPACT | NONE | LIGHT | MODERATE | HEAVY | VERY HEAVY | EXTREME |
|--------|------|-------|----------|-------|------------|---------|
| % | 54.1 | 39.9 | 3.6 | 2.4 | 0.0 | 0.0 |

Figure 5 : Exemple de scénario qualitatif d'impact dérivé des données sismologiques. La barre rouge indique le scénario le plus probable, la zone d'incertitude étant indiquée en grisé. Ces scénarios sont utilisés notamment pour identifier les séismes destructeurs.

4. Fusion des données

La fusion des données est présentée schématiquement Figure 6. Cette fusion identifie les séismes exceptionnels de part leur magnitude, les séismes faiblement ressentis, ceux ressentis par un grand nombre de personnes, les séismes potentiellement destructeurs, les séismes catastrophiques et enfin ceux ayant généré un tsunami.



Figure 6 : Représentation schématique de la fusion automatique des données. Sur l'axe horizontal sont indiqués le type d'information que l'on peut déduire (exemple séisme ressenti, séisme destructeur, tsunami généré etc) et les couleurs associés. L'axe vertical indique l'échelle de temps en minutes depuis l'occurrence du séisme ; cette échelle est séparée en 3 grandes périodes, P1 au cours de laquelle les données sismologiques sont préliminaires, P2 où elles sont considérées comme fiables et P3 dans les cas où elles nécessitent une révision (les valeurs en minutes sont indicatives). Chacun des 31 rectangles correspond à un tweet possible publié automatiquement sous le compte @LastQuake. Les conditions de rédaction et publication font l'objet d'un document distinct.

C. Présentation de l'application

Il existe de nombreuses applications Android et iOS permettant d'obtenir des informations sur les derniers séismes. Toutes sont basées sur le même principe : l'utilisateur définit une zone géographique et un seuil en magnitude et il est informé chaque fois qu'un séisme atteignant cette magnitude se produit dans cette zone.

L'application LastQuake est basée sur un autre concept. En effet, que nous indique l'analyse du trafic Internet sur les sites comme le CSEM ? Ce sont les séismes ressentis qui génèrent une forte demande d'information de la part du public et ceux là seulement ! Le critère clé pour l'information du public n'est donc pas la magnitude mais le fait de savoir si un séisme a été ressenti ou non ! En d'autres termes, les séismes non ressentis ont généralement plus d'intérêt pour les sismologues que pour le public !

Cette simple constatation change tout. Sur les 35 à 40 000 séismes localisés chaque année à l'échelle du globe par le CSEM, seuls 2 à 4 000 d'entre eux, soit 10% sont ressentis. Ce sont les seuls à présenter un intérêt significatif et immédiat pour le public et les autorités, et c'est sur ces séismes que l'application LastQuake se concentre en premier lieu.

Nous présentons succinctement dans les paragraphes suivants les listes de séismes mises à disposition, le principe des notifications, le lien avec les réseaux sociaux et les outils de collecte d'information.

1. Listes des séismes et système de notifications

L'application propose 3 listes de séismes : la liste complète de tous les séismes localisés par le CSEM (*All*), les séismes proches (*Near me*) et les séismes ressentis et/ou destructeurs (*significant*) (Figures 7 et 8). La liste des séismes proches est définie à partir de la localisation partagée par le téléphone.



Figure 7 : Liste des séismes disponibles sur l'application LastQuake.

Le choix des couleurs (Figures 7 et 8) reflète l'impact du séisme : gris non ressenti, vert faiblement ou localement ressenti, jaune largement ressenti, orange clair dommage local possible, orange foncé, dommage local probable ou avéré, rouge dommage confirmé, rouge foncé, désastre. Les séismes ayant générés un tsunami sont présentés en bleu si aucun dommage lié directement au séisme n'a été identifié et dans tous les cas par un pictogramme.



Figure 8 : Exemple de la liste des séismes significatifs

Les seules notifications de l'application concernent les séismes présents dans la liste des séismes significatifs. Une loi empirique a été établie afin de limiter le nombre de notifications à quelques dizaines par an et ce, quelle que soit la position de l'utilisateur tout en reflétant la zone géographique dans laquelle un séisme peut avoir une résonance. En pratique, un utilisateur parisien sera notifié d'un séisme catastrophique comme celui de 2008 en Chine, mais ne recevra pas de notification pour un petit séisme ressenti en Italie. Soulignons que nous parlons ici uniquement des notifications et que bien entendu l'ensemble des informations est disponible via l'application.

2. Collecte d'informations et lien avec les réseaux sociaux

Un des objectifs de cette application est de faciliter la collecte des témoignages, photos et vidéos des témoins des séismes.

Les questionnaires ont été remplacés par un système d'images (Figure 9). Le témoin peut prendre une photo ou une vidéo et nous l'envoyer directement ou la récupérer dans sa galerie a posteriori pour la partager avec le CSEM. La localisation de la photo est fournie par le smartphone.

En outre, s'il le souhaite, l'utilisateur peut partager les commentaires à destination du CSEM sur ses comptes Twitter et Facebook.

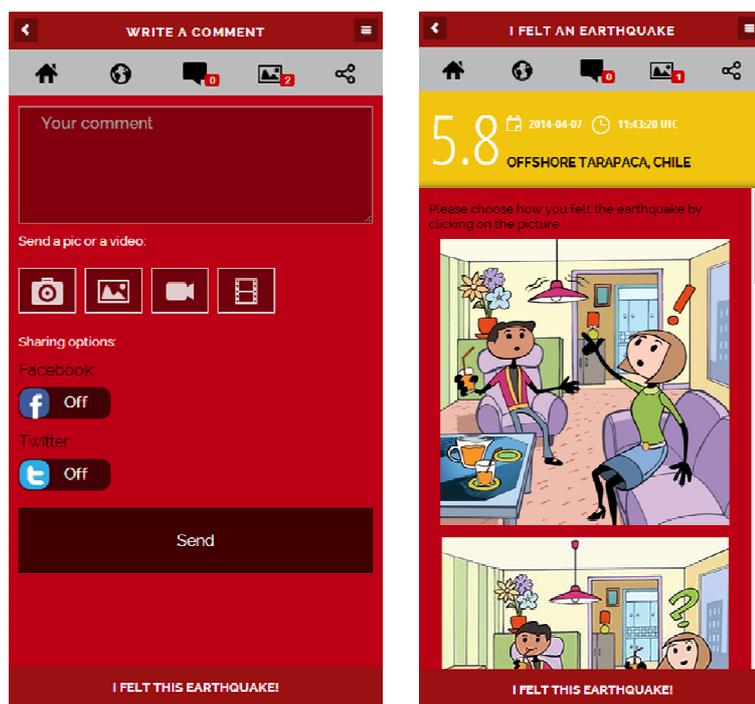


Figure 9 Le témoin peut partager ses commentaires destinés au CSEM directement sur les réseaux sociaux Twitter et Facebook

D. Conclusion

Les discussions en fin de seconde année de la présente convention ont fait apparaître la nécessité de produire un résultat mettant en valeur les travaux réalisés et qui puisse être directement utilisable par le public. Le choix s'est rapidement porté sur une application pour smartphone. Son développement a constitué la grande majorité du travail réalisé au cours de cette 3^e année de la convention.

L'application développée pour iOS et Android, appelée LastQuake est en rupture par rapport à l'ensemble des applications existantes, tant sur les fonctionnalités que sur les codes couleurs, et comme chaque rupture elle constitue un pari. Nous présentons dans le rapport sur la valorisation des résultats le nombre de téléchargements et l'ensemble des indicateurs qui tous semblent pointer vers un succès.

En termes de fonctionnalités, LastQuake se focalise sur les 5 à 10% des séismes qui sont d'importances pour le public et les autorités : les séismes ressentis et destructeurs. Elle a été créée en mode multilingue ce qui nous permettra de rajouter dans le futur des langues au-delà des versions française et anglaise existantes.

Bien entendu, le travail sur cette application ne s'est pas arrêté à la fin de la convention. L'effort devra et sera maintenu dans le temps pour corriger les inévitables bugs spécifiques à tels ou tels appareils, l'adapter aux nouvelles versions de système d'exploitation et assurer l'évolution des fonctionnalités. Il n'en demeure pas moins qu'après le site pour appareils nomade lui aussi développé au cours de cette convention (qui s'est révélé être le premier site mobile en sismologie et dont le succès est notable), l'application LastQuake constitue elle aussi un résultat majeur et durable à l'interface entre sismologie et société.

E. Moyens mis en œuvre et bilan financier

Ce projet s'appuie sur l'équipe du CSEM et sur son infrastructure informatique, notamment son site Internet (www.emsc-csem.org). Il requiert le maintien en conditions opérationnelles des services sismologiques en temps réels qui sont indispensables à la convergence des témoins vers notre site.

Membres de l'équipe impliqués au cours de la période août 2013 – juillet 2014

- Rémy Bossu, suivi de projet (coût non inclus dans ce projet)
- Frédéric Roussel, informaticien, développement de l'application 9 mois
- Stéphanie Godey, sismologue, analyse et fusion de données, tests de l'application 10 mois
- Gilles Mazet-Roux, sismologue, analyse et fusion de données, tests de l'application 8 mois
- Caroline Etivant, responsable communication, ergonomie, tests de l'application 6 mois
- Robert Steed, programmation scientifique et analyse des données 6 mois
- Laurent Frobert, informaticien, développement logiciel et web, tests de l'application 2 mois

Achats réalisés

Un Ipad a été acheté pour réaliser les tests et les imageries ont été réalisées par un dessinateur professionnel.

Bilan financier

L'effort a été pour cette période de 41 mois pour un total direct (charges sociales comprises) de 225 353.44€.

| | |
|---|--------|
| L'achat de l'Ipad (489) et les services Apple pour le développement de l'application (80) | 569€ |
| La réalisation des vignettes | 2022 € |

Le total des dépenses pour cette dernière année a été de 227 977.44€

Déviations par rapport au plan initial

Les dépenses initialement prévues au cours de la 3^{ème} année s'élevaient à 146 320€, le surcoût sur cette période est significatif. Il avait néanmoins été anticipé car il est lié à la réorientation du projet avalisé à la fin de la seconde année.

Ramené sur la durée totale du projet, l'ensemble des dépenses s'élève à 622 868.41€ à comparer à 597 880€ initialement prévus, soit un surcoût inférieur à 5%. En d'autres termes la réorientation du projet a principalement joué sur la répartition temporelle des dépenses.