

SISMOCOM

Données participatives et cartographie en temps réel après un séisme

par *Christophe Sira, Antoine Schlupp, Marc Schaming*

BCSF/CNRS, Université de Strasbourg, 5 rue René Descartes, 67084 Strasbourg cedex

bcsf@unistra.fr

Introduction

Le Bureau central sismologique français (BCSF), attaché à l'Université de Strasbourg et système d'observation labellisé de l'Institut national des sciences de l'univers du CNRS (INSU-CNRS) vient de créer SismoCom, la première application mobile (iPhone, Android) dédiée aux témoignages sur les effets des séismes.

Le Bureau central sismologique français a la mission de collecter et de diffuser l'ensemble des informations sur la sismicité française. Il est aussi l'instance chargée du rapport scientifique sur lequel s'appuie la cellule interministérielle pour le classement des communes en catastrophes naturelles pour les séismes. Pour tout séisme dont la magnitude dépasse 3,5 en France (en et hors métropole), le BCSF intervient rapidement, pilote la collecte des données macrosismiques sur le terrain et assure directement leur interprétation en termes d'intensités macrosismiques (niveaux de sévérité de la secousse au sol en fonction des effets observés sur une zone donnée) (Cara, Schlupp et Sira 2007).

En charge de la collecte des données macrosismiques pour la France, le BCSF estime l'intensité d'une secousse sismique sur l'échelle européenne macrosismique (EMS-98) (Grünthal et Levret, 2001) échelle à 12 degrés décrivant la force de la secousse et allant de « non ressenti » à « catastrophe généralisée ».

Les données macrosismiques

Les données macrosismiques sont collectées par le BCSF à l'échelle de la commune (approche statistique), par l'intermédiaire des mairies, gendarmeries et casernes de sapeurs-pompiers via un formulaire dédié. Elles permettent d'évaluer la sévérité du mouvement du sol en se basant sur des indicateurs courants que sont les effets sur les êtres vivants, sur les objets ordinaires, sur les bâtiments et l'environnement. Les intensités sont évaluées en considérant 5 niveaux

de dommages sur les constructions selon leur vulnérabilité propre. Elles permettent de déterminer pour chaque commune le niveau d'intensité sur une échelle européenne de I à XII (EMS-98). L'intensité est d'une certaine manière similaire à une abréviation, car elle permet la compression d'une description littérale des effets d'un séisme sous forme d'un symbole unique (un chiffre romain). L'intensité est descriptive comme un compte-rendu et n'est pas analytique à la manière d'une mesure instrumentale.

L'intensité macrosismique est toujours utilisée pour les évaluations de risque sismique en reliant le mouvement du sol au niveau de dommages.

Les témoignages des particuliers

Jusqu'à l'année 2000, le retour des formulaires, le traitement et l'analyse des données étaient longs. Il fallait attendre plusieurs semaines à quelques mois pour visualiser le résultat des données, collectées et analysées par le BCSF sur une carte d'intensité. Depuis environ 10 ans, une donnée nouvelle et rapidement accessible est collectée par le BCSF : la donnée individuelle. Cette donnée macrosismique est obtenue par l'intermédiaire d'un formulaire Internet (questionnaire en ligne sur le site www.franceseisme.fr) renseigné par les particuliers qui permet de connaître les effets observés à un endroit donné (localisation à l'adresse, y compris l'étage du témoin). Pour le séisme de Rambervillers de 2003 (Cara & Al) (magnitude ML=5,4), plus de 13 000 particuliers ont apportés leur contribution au BCSF en termes d'effets ressentis lors du tremblement de terre. La possibilité de témoigner par Internet s'est fortement développée avec l'équipement en ordinateurs des ménages. Le BCSF se situe actuellement parmi les acteurs les plus actifs en Europe pour la collecte de ce type de données, avec notamment l'Italie, la Belgique et l'Angleterre et proche des démarches de l'USGS (U.S. Geological Survey).

L'intérêt scientifique des données macrosismiques

Cette donnée individuelle est le plus souvent utilisée pour déterminer rapidement une intensité préliminaire à l'échelle de la commune. Cependant, elle possède une potentialité scientifique bien supérieure. Contrairement à la donnée communale qui caractérise une intensité représentant une grande surface, la donnée individuelle est caractéristique d'un point d'observation. Elle peut donc être comparée à des mesures instrumentales qui sont par nature ponctuelles, et mettre en évidence des variations locales de la sévérité de la secousse. Cette donnée peut être obtenue en grand nombre après un séisme avec une densité forte dans certaines communes (environ une centaine pour des villes moyennes). C'est actuellement la quasi seule donnée en France associée à des mouvements potentiellement forts et suffisamment denses pour permettre d'étudier la variabilité du mouvement du sol en complément des quelques données instrumentales disponibles. Cette donnée macrosismique individuelle devient utile pour les études d'aléa sismique et peut mettre en évidence des effets de site (amplification locale de la sévérité de la secousse).

- Les données macrosismiques sont les seules données denses disponibles autour de la zone épiscopale lors du choc principal. Elles sont donc localisées au plus près de l'épicentre, là où les données instrumentales sont les plus rares. Ce sont donc des données complémentaires aux données instrumentales.

- La localisation précise des témoignages est importante car elle permet d'observer et d'étudier la variation spatiale des effets des séismes et du mouvement du sol. Le recoupement de cette localisation avec les caractéristiques géophysiques et géologiques du lieu d'observation permet de comprendre leur origine et de modéliser leur impact. Une forte densité de témoignages est alors une clef de l'étude et de la compréhension de ces variations spatiales.

- Les séismes historiques ayant eu lieu avant la période instrumentale (avant 1900 environ) ne sont connus que par les données macrosismiques. Evaluer les caractéristiques de ces événements historiques ne peut être réalisé qu'en établissant des relations entre les données macrosismiques collectées sur les séismes actuels et les données instrumentales. Ce calage avec des séismes récents est très important car il permet notamment de définir des lois d'atténuation régionales de l'intensité.

De nouvelles plateformes de témoignages

Dans l'objectif de densifier plus encore les témoignages et d'augmenter la rapidité des témoignages, le BCSF a choisi de diversifier ses outils de collecte. Ainsi est née SismoCom, première application pour la collecte des données de témoignages rapides sur mobile. Disponible gratuitement sur système IOS (système Apple mobile sur iPodTouch, iPhone, iPad), l'application SismoCom du BCSF a été élaborée également pour les autres ordinateurs mobiles du marché (systèmes Android et Blackberry ...).

Géo-localisation et cartographie de l'information

S'il faut 3 à 4 minutes pour remplir le questionnaire Internet sur «www.franceseisme.fr», avec SismoCom il suffit de 15 à 30 secondes pour signaler au BCSF les effets ressentis et observés du séisme tout en ayant la possibilité de joindre une photographie et des commentaires.

Basée sur une interface simplifiée n'existant actuellement pas sur le marché, SismoCom donne à l'utilisateur l'outil pour indiquer sa position (GPS), son activité et le niveau de secousse vécue à l'intérieur d'un bâtiment, à l'extérieur ou dans un véhicule, par choix d'une image représentative du niveau de la secousse (fig.1,2,3). Ces images sont utilisées dans les témoignages Internet depuis 10 ans en complément des réponses aux questions ce qui permet au BCSF d'avoir un calage avec le formulaire classique.

Cette donnée est ensuite transmise au serveur du BCSF sur lequel réside un programme de calcul. Il renvoie en retour à l'utilisateur une série de points géolocalisés et affectés d'une valeur d'intensité selon deux paramètres déterminés par l'utilisateur lui-même à partir de son positionnement (fig.4) :

- le nombre N, maximum de points souhaités sur la carte (250, 100, 50 témoignages)

- le rayon R de la zone à visualiser (1000, 500, 250, ou 20 km) autour de la localisation choisie qui est par défaut la localisation du Smartphone.

La zone prise en compte représente un carré de côté 2R centré sur la localisation choisie. Cette zone est découpée en N cellules carrées de taille identique. Pour chaque cellule, on reporte une valeur d'intensité moyenne (épingle de couleur) déduite des témoignages des 7 derniers jours. En cliquant sur cette épingle, une bulle apparaît et indique le nombre de témoignages utilisés ainsi que l'intensité moyenne calculée dans la cellule (fi.5).

Il faut noter que les témoignages pris en compte sont issus à la fois des mobiles et du site Internet du BCSF.

Ces points sont visualisables en temps réel à partir de la « carte des témoignages » sur le mobile via une cartographie Google gérée par le système du mobile. Pour éviter toute confusion et mauvais usage, ce titre a été préféré à « carte d'intensités » car, d'une part, l'application donne accès à une deuxième cartographie, celle des épacentres instrumentaux, calculés par les réseaux européens (magnitude, date et heure) souvent confondue avec la carte d'intensité par le grand public ; et, d'autre part, le terme « intensité » serait ici un peu outrepassé puisque le calcul ou l'estimation de la valeur calculée ne repose pas sur toutes les conventions adoptées par l'échelle EMS-98 (classification de la sévérité de la secousse au sol en fonction des effets observés dans une zone donnée, généralement correspondant entre la taille d'un village et celle d'une ville européenne moyenne). Les couleurs des points ne sont également pas strictement représentatifs d'un niveau d'intensité, nous y reviendrons plus loin.

Les difficultés de la représentation visuelle sous mobile

La représentation cartographique de cette information sous mobile est handicapée par un choix actuellement extrêmement limité de variables visuelles, puisqu'elles ne proposent que la possibilité d'une représentation par points colorés (un seul type de symbole – la tête d'épingle). La variable visuelle de taille que nous aurions souhaitée utiliser pour représenter le nombre de témoignages pris en compte ou la variable visuelle valeur pour représenter les niveaux d'intensité n'était pas accessible sous une cartographie utilisant le système du mobile. Ceci devrait s'améliorer avec le temps, les mises à jour des systèmes apportant à chaque fois de nouvelles performances.

Pour résoudre ce problème nous avons pensé, afin de ne pas utiliser le système de représentation du mobile, réaliser la carte au niveau du serveur du BCSF. Ceci aurait permis d'utiliser des variables visuelles adaptées avant de transférer, non pas des coordonnées de points, mais une image complète sous format bitmap. Malheureusement, l'élaboration et le transfert d'une image qui respecte les critères de chaque utilisateur sont beaucoup trop gourmands en ressource de calcul sur le serveur, comme en bande passante sur le réseau de données du fournisseur téléphonique. L'affichage serait alors trop long à obtenir, comme on peut déjà le voir pour afficher certains

fonds cartographiques sous le système de localisation GPS disponible de l'iPhone. Il faut également penser que plusieurs milliers d'iPhones peuvent en même temps demander des ressources au serveur de données et cette solution pourrait mettre en péril la stabilité du serveur lui-même.

Nous avons donc solutionné la représentation de la donnée quantitative du nombre de témoignages pris en compte en chaque point, non pas par la variable de taille, mais par une information « bulle » associée à chaque point. Les couleurs vert, jaune, orange et rouge étant utilisées dans l'application non pas comme équivalente à un niveau d'intensité précis, mais comme l'indication d'un niveau de dangerosité associé aux différentes intensités, le vert (intensité II-III/faible vibration) étant dans l'esprit public réservé à des niveaux sans danger et la gradation de jaune (IV-V secousse largement ressentie), orange (VI-VII dégâts modérés) rouge (VIII-XII- dégâts majeurs) indiquant l'augmentation de la dangerosité des effets, à l'image de ce qui est fait dans les cartes d'alerte météo.

L'application met également à la disposition de l'utilisateur une carte des séismes représentant la localisation des épacentres (fig. 6 et 7). A ce stade et à notre grand regret, elle ne peut utiliser que le seul et même type de symbole que celui déjà employé pour l'intensité (la tête d'épingle). Quant à la magnitude, donnée éminemment quantitative, elle reprend la variable de couleurs (également similaire à celles des intensités). Vous l'avez compris, l'application SismoCom évoluera au fur et à mesure de l'apparition de nouveaux systèmes, comme ceux basés sur les SIG mobiles, pour améliorer le traitement graphique de l'information. Actuellement ces outils sont encore en plein développement.

La cartographie rapide (fig.5) proposée par le BCSF, ne remplace pas le traitement complet de l'information macrosismique collectée auprès des mairies, gendarmeries et des pompiers, ou lors des missions de terrain et indispensable à la rédaction cartographique macrosismique finale stabilisée statistiquement à l'échelle de la commune (fig. 8) ; mais elle donne à l'utilisateur une carte préliminaire instantanée des effets jusqu'à présent inaccessible et permettant une visualisation rapide des niveaux d'effets probables et de leur localisation autour de l'épicentre instrumental. Cette carte intéresse de plus en plus les autorités, non pour dimensionner les secours, mais pour mieux visualiser l'impact probable du séisme. On peut noter comme sur la figure 9 issue d'un exercice de simulation, que l'absence d'information à l'épicentre, est une information en soi.

L'ensemble des données individuelles collectées en 10 ans (41500), représente une base d'information riche et de nombreux modèles servant à la création de cartes prédictives d'intensités peuvent d'ores et déjà servir.

Conclusion

Les caractéristiques importantes de cette application restent :

la philosophie participative mettant le citoyen au centre de l'observation scientifique pour le service de la recherche et des acteurs en période de crise, dans une relation collaborative;

la visualisation sur son mobile d'une cartographie en temps réel des effets produits par les séismes et observés par des témoins;

la localisation des épicentres et la magnitude des séismes récents en lien direct avec les observatoires sismologiques euro-méditerranéens.

Cette application est résolument tournée vers une dimension internationale associant les pays frontaliers mais également d'autres partenaires intéressés dans le monde. Des partenaires européens (Italie, Belgique, Allemagne) ont déjà marqué leur intérêt pour rejoindre ce projet.

Bibliographie

Grünthal, G., A. Levret, 2001 Conseil de l'Europe - *Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie - L'Echelle Macrosismique Européenne* (European Macroseismic Scale 1998). (<http://www.franceisme.fr/ems98.html>)

Cara, M., A. Schlupp et C. Sira, 2007, *Observations sismologiques : sismicité de la France en 2003, 2004, 2005*, Bureau central sismologique français, ULP/EOST – CNRS/INSU, Strasbourg, 199 p. (http://www.franceisme.fr/donnees/publi/2003-2005/OBS_SISMO_2003-05_W.pdf)

Cara, M. & Al, Note préliminaire, *Séisme de Rambervillers (départ.88) du 22 février 2003*, 111 p. (<http://www.franceisme.fr/ems98.html>)

Site Internet

www.franceisme.fr

<http://www.franceisme.fr/SMC/SMCinfo/SMCinfo.html>



Figure 1 : Page d'accueil pour témoigner, ou accéder aux intensités déduites de tous les témoignages et à la liste des séismes récents.



Figure 2 : Page de définition des dates et heures des effets ressentis



Figure 3 : Choix d'un niveau de secousse par imagerie

		Rayon			
		1000	500	250	20
Témoignages	250	126	63	32	3
	100	200	100	50	4
	50	283	141	71	6

Figure 4 : Côté (en km) d'une cellule individuelle en fonction de N, nombre de cellules, et R, rayon de la zone à visualiser.



Figure 5 : Carte des intensités déduites des témoignages obtenus pour un séisme des Pyrénées en 2010 (R=20 et N=250)

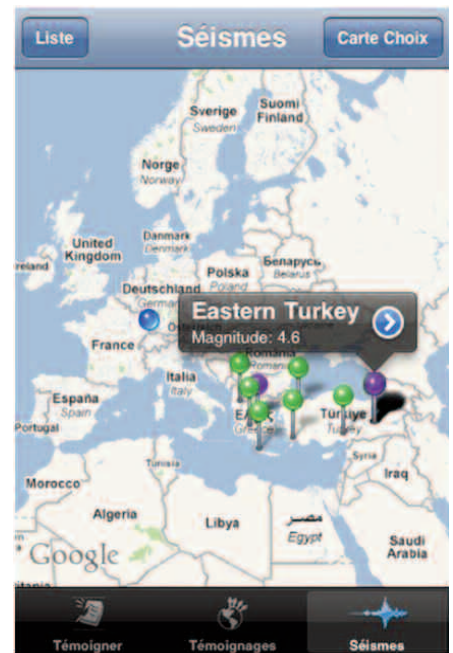


Figure 6 et 7 : Caractéristiques et carte des 60 derniers séismes enregistrés par les observatoires sismologiques euro-méditerranéens et localisés par le CSEM

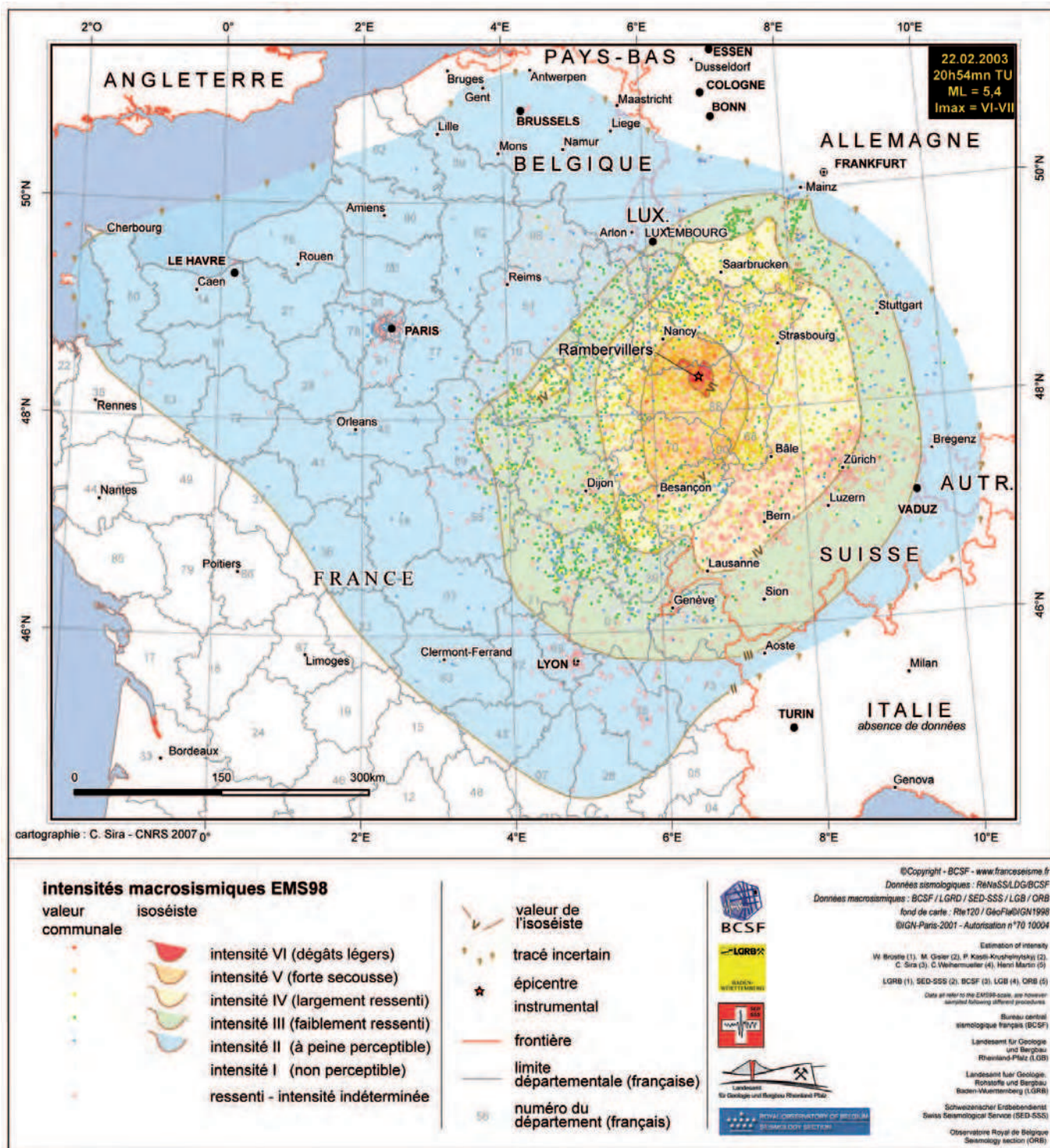
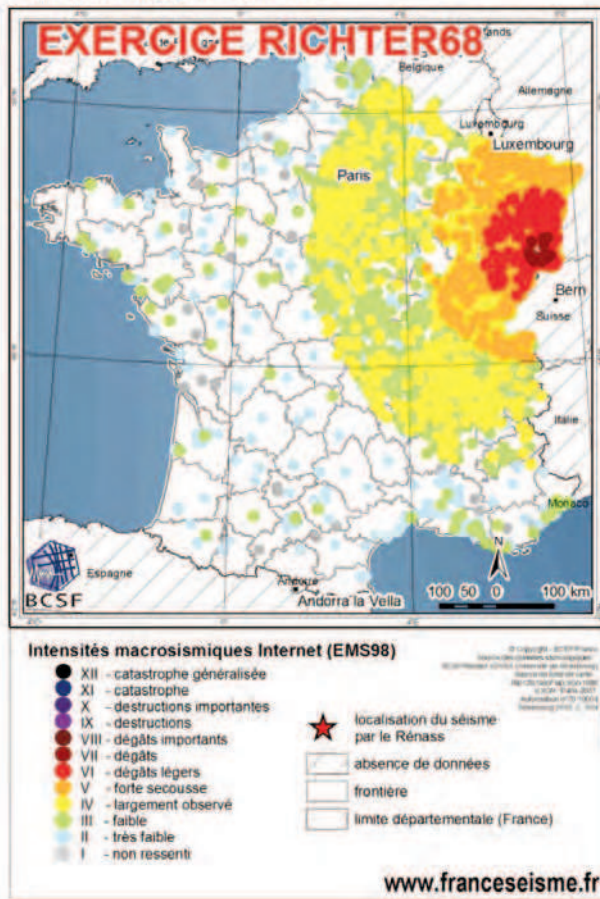


Figure 8 : Carte finale d'intensités macrosismiques du séisme de Rambervillers (22 février 2003 – Magnitude 5,4)

Séisme de Thann (Haut-Rhin)
 04/02/2010 - 8h30 heure locale (7h30 TU) (magnitude 6.3)
Carte d'intensités macrosismiques Internet
 d'après 32010 témoignages au 4/02/10 - 19h15



Séisme de Thann (Haut-Rhin)
 04/02/2010 - 8h30 heure locale (7h30 TU) (magnitude 6.3)
Carte d'intensités macrosismiques Internet
 d'après 32010 témoignages au 4/01/2010- 19h15

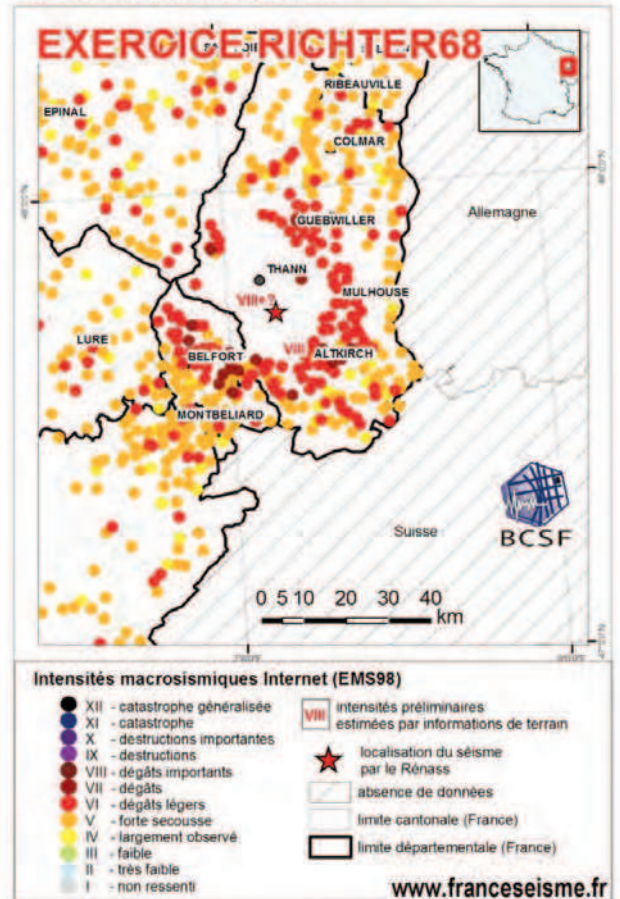


Figure 9 : Carte d'intensités issues des témoignages individuels simulés lors de l'exercice Richter68 du 04/02/2010, pour un séisme situé à Thann, Haut Rhin. Cette carte montre l'intérêt des témoignages dans les premières minutes et heures qui suivent le séisme.