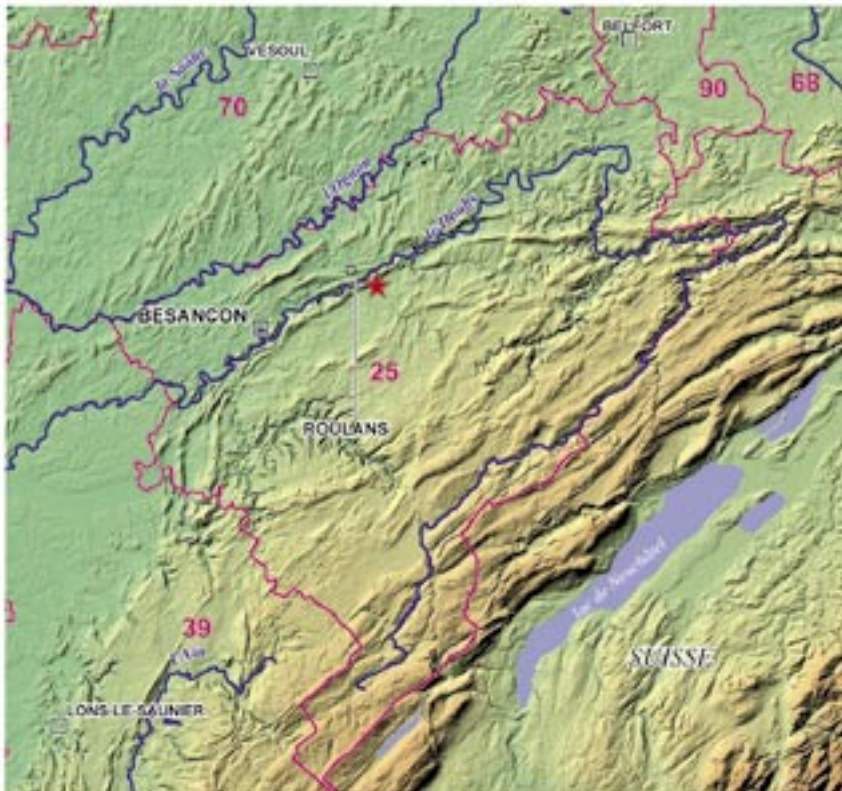
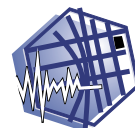


Note préliminaire



Séisme de Roulans (dép.25)
du 23 février 2004



BCSF

**Bureau Central
Sismologique
Français**

Ecole et Observatoire
des Sciences de la Terre

Rédaction

Chargé de la publication

- Michel Cara, Directeur du BCSF

Contexte sismotectonique

Equipes de Tectonique Active
et de Sismologie UMR7516 CNRS/ULP
- Jérôme Van Der Woerd, CNRS
- Henri Haessler, EOST

Etude macrosismique

- Christophe Sira, CNRS

Données instrumentales

- Réseau local temporaire
Henri Haessler, EOST
Michel Frogneux, EOST
- Réseau National de Surveillance Sismique, EOST
Christiane Nicoli, EOST
Christophe De Peretti CNRS
Alain Hernandez, EOST
- Laboratoire de Détection Géophysique, CEA-DASE
- Réseau accélérométrique permanent GIS-RAP -
Philippe Gueguen, LCPC - LGIT Grenoble
Thibaut Piquet, CNRS, Michel Granet, EOST

Collecte et traitement des données macrosismiques

- Christophe Sira, CNRS
- Armelle Bernard, CNRS
- Monique Rivot, CNRS

Financements

- Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre (EOST) :
Université Louis Pasteur (Strasbourg 1) ;
Institut National des Sciences de l'Univers, CNRS ;
- Services Interministériels de Défense et de Protection Civiles,
Ministère de l'Intérieur ;

Remerciements

Nous tenons à remercier les **SIDPC** des différents départements ayant participé à l'enquête ainsi que les médias locaux et nationaux ayant relayé l'information auprès du public et permis la collecte de près de 7000 témoignages individuels.

I. Introduction

Le Bureau Central Sismologique Français a pour mission de collecter les données sur les séismes ressentis en France, de rassembler les informations utiles et de faciliter leur diffusion vers les acteurs concernés par le risque sismique ou menant des études ou recherches nécessitant l'usage de ces observations.

Le séisme du 23 février 2004 de Roulans (département du Doubs) a mobilisé de nombreuses personnes, laboratoires de recherche scientifique et centres techniques. Pour ce travail, le Bureau Central Sismologique Français s'est appuyé sur les données communiquées par les services chargés de la surveillance sismique du territoire français (RéNaSS pour le CNRS et les Universités, LDG pour le CEA). Les données d'enquêtes macrosismiques ont été collectées grâce aux SIDPC des Préfectures, au site Internet du BCSF. L'appui des médias locaux et nationaux a permis de collecter le témoignage de plus de 7000 personnes de la région Champagne-Ardenne jusqu'au sud de la région Rhône-Alpes.

Nous remercions l'ensemble des acteurs ayant permis la compilation de ces informations ainsi que les particuliers ayant répondu à notre enquête.

Strasbourg, le 10 juin 2004

Michel Cara
Directeur du BCSF

*Cette note préliminaire est téléchargeable
à partir du site web du BCSF
rubrique données / données macrosismiques : www.seisme.prd.fr
Pour envoyer vos suggestions
cet E-mail est à votre disposition : bcsf@east.u-strasbg.fr*

sommaire

I.	Introduction	3
II.	Localisation et contexte sismotectonique	5
III.	Accélérométrie	7
IV.	Etude macrosismique	11
VI.	Annexes	
■ 1 -	Résumé de l'échelle EMS98	22
■ 2 -	Formulaire d'enquête collectif	23
■ 3 -	Formulaire d'enquête individuel	25
■ 4 -	Sismicité observée (RéNaSS)	27
■ 5 -	Intensités macrosismiques	29

II. Localisation et contexte sismotectonique

DATE : 23/02/04

HEURE ORIGINE
 en temps universel : 17h31min
 en temps légal fr.: 18h31min
 MAGNITUDE
 RéNaSS : 5,1 MI
 LDG : 5,9 MI
 ETH : 4,8 Mw

COORDONNEES
 RéNaSS
 lat. : 47,30° N
 long. : 6,28° E
 profondeur : 10 km

LDG
 lat. : 47,27° N
 long.: 6,27°E
 profondeur : 17km

REPLIQUE

DATE : 26/02/04

HEURE ORIGINE
 en temps universel : 00h57
 en temps légal fr.: 01h57

MAGNITUDE
 RéNaSS : 2,3 MI
 LDG : 2.4 MI

COORDONNEES
 RéNaSS
 lat. : 47,34° N
 long. : 6,27° E
 profondeur : 10 km

LDG
 lat. : 47,28° N
 long.: 6,26°E
 profondeur : 18 km

Le séisme de Roulans du 23 février 2004, MI 5.1

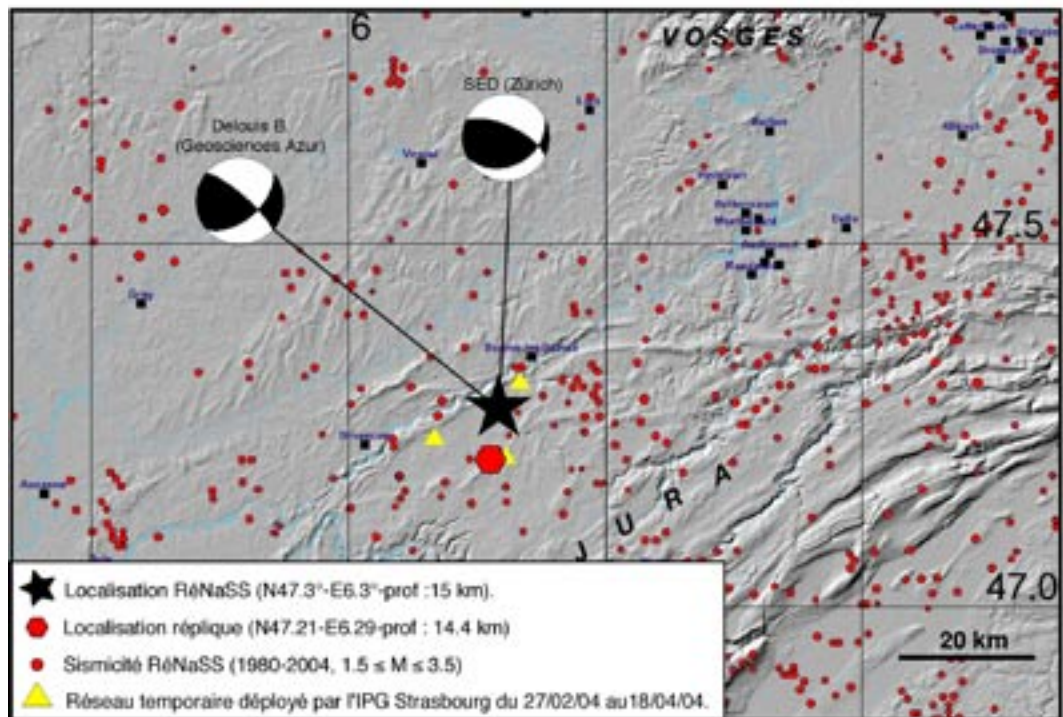


Fig.1 - Carte de localisation des épicentres instrumentaux (par organisme) et mécanismes au foyer (Jérôme Van der Woerd - Chargé de recherche CNRS - UMR7516 – EOST)

Le séisme de magnitude 5.1 MI (RéNaSS) qui s'est produit au nord-est de Besançon (47.3°N, 6.3°E RéNaSS), le lundi 23 février 2004 à 18h31 (heure locale) n'a pas causé de victime ni de dégât significatif. Une seule réplique de magnitude 2.3 MI a été enregistrée dans la zone épicentrale par le réseau national, le 26 février. Contrairement à la crise sismique de Rambervillers (2003, dép.88) qui, un an après, produit encore des répliques, ce séisme de plus faible magnitude semble très pauvre en répliques. Ce séisme a été ressenti très largement en dehors du Doubs dans tout l'est de la France, en Suisse et dans le sud-ouest de l'Allemagne. La région a connu dans le passé des séismes de magnitude comparable ou supérieure, comme les tremblements de terre de Thise (octobre 1828 ; lo=VI-VII), du Jura Suisse (janvier 1925 ; lo=VI-VII), ou encore de Remiremont (1682 ; lo=VIII) et de Bâle (1356, lo=X). Les derniers séismes de magnitude comparable les plus proches sont celui de Rambervillers (22 février 2003, MI=5.4 (RéNaSS) ; lo=VI) situé à 120 km au nord

et celui de Remiremont de 1984 (4.8 MI (LDG); lo=VI) à 90 km au nord.

Complétant les réseaux permanents du ReNaSS, du LDG, du RAP et les stations suisses de l'ETH, trois stations ont été temporairement déployées le 27 février pour une durée de deux mois par les équipes de Strasbourg autour de la zone épicentrale.

Un mécanisme au foyer a été calculé par le Centre Sismologique Suisse de Zurich par modélisation de formes d'ondes (<http://seismo.ethz.ch/>). Ce mécanisme permet d'identifier deux composantes inverses décrochantes, l'une inverse-sénestre N64 à pendage faible vers le sud (35°), l'autre inverse-dextre N115 à pendage vers le nord (67°). Ce mécanisme est très proche de la détermination effectuée indépendamment par inversion des données accélérométriques (RAP) par B. Delouis (Geosciences Azur), avec cependant un plan N115-130 plus vertical. Selon le plan

de glissement choisi, le mouvement pourrait être purement sénestre sur un plan N50-60 à pendage faible, ou bien dextre sur un plan N115-130.

La profondeur de l'hypocentre semble profonde, entre 14 et 16 km, selon les premières analyses (RéNaSS, LGIT, LDG). L'enregistrement et la localisation d'une réplique le 8 mars (N47.207°-E6.288°-prof : 14.5 km) par le réseau temporaire dans la zone épacentrale semblent confirmer la profondeur de l'hypocentre.

La région épacentrale se situe dans la partie septentrionale du Jura, sur la bordure nord-est du plateau de Saône, presque à l'aplomb de la vallée

du Doubs, à environ 20 km au NE de Besançon. Ici, la couverture plissée du Jura n'atteint probablement pas les 3 km d'épaisseur, ce qui situe la zone de décollement jurassique à quelques kilomètres de la surface. Le foyer du tremblement de terre étant profond, il s'agit très probablement d'un accident du socle primaire qui aurait "joué". Ceci serait compatible avec la réactivation de failles hercyniennes ou oligocènes de direction N60 identifiées dans le socle. Une partie du mouvement sénestre dans le socle pourrait se propager en surface et être à l'origine des plis localisés du front du Jura.

Références :

- Audin, L., J.-P. Avouac, and J.L. Plantet, Fluid-driven seismicity in a stable tectonic context : The Remiremont fault zone, Vosges, France, *Geophysical Research Letters*, 29, 6, 15-18, 2002.
- Becker, A., P. Blüming, W.H. Müller, Recent stress fields and neotectonics in the Eastern Jura mountains, Switzerland, *Tectonophysics*, 135, 277-288, 1987.
- Becker, A., The Jura Mountains – an active foreland fold-and-thrust belt ?, *Tectonophysics*, 321, 381-406, 2001.
- Burckard, M., Aspects of the large-scale Miocene deformation in the most external part of the Swiss Alps (Subalpine Molasse to Jura fold belt), *Eclog. Geol. Helv.*, 83/3, 559-583, 1990.
- Haessler, H., et P. Hoang-Trong, La crise sismique de Remiremont (Vosges) de décembre 1984 : Implications tectoniques régionales, *Compte-Rendus de l'Académie des Sciences Paris*, 300, II, 14, 1985.
- Lambert, J., (Dir), *Les tremblements de terre en France*, BRGM-Editions, 43-47, 1997.
- Meghraoui, M., B. Delouis, M. Ferry, D. Giardini, P. Huggenberger, I. Spottke, M. Granet, Active normal faulting in the upper Rhine Graben and paleoseismic identification of the 1356 Basel earthquake, *Science*, 293, 2070-2073, 2001
- Meyer, B., R. Lacassin, J. Brulhet, B. Mouroux, The Basel 1356 earthquake : which fault produced it ?, *Terra Nova*, 6, 56-63, 1994.
- Vogt, J., *Les tremblements de terre en France*, Mémoire BRGM, 96, 1977.

Liens vers laboratoires et réseaux :

- Bureau Central Sismologique Français (<http://www.seisme.prd.fr>)
- Réseau National de Surveillance Sismologique (<http://renass.u-strasbg.fr/>)
- Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre (<http://eost.u-strasbg.fr>)
- Centre Sismologique Suisse de Zurich (<http://seismo.ethz.ch/>)
- Centre Sismologique Europe-Méditerranée (<http://www.emsc-csem.org/>)
- Réseau Sismalp (<http://sismalp.obs.ujf-grenoble.fr/cases/communiqués/besancon.html>)
- Laboratoire de Géophysique Interne et Tectonophysique (<http://www-lgit.obs.ujf-grenoble.fr/>)
- Réseau accélérométrique permanent (<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr/>)

III. Accélérométrie

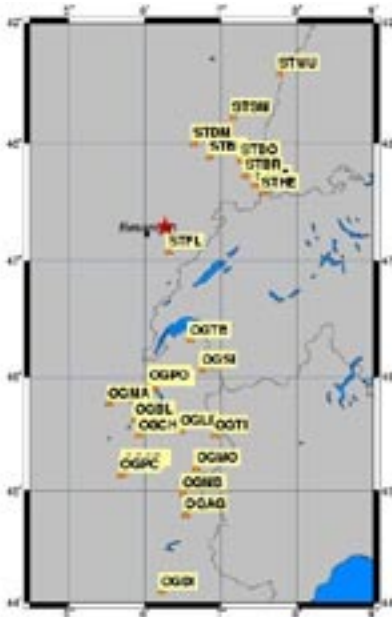


Fig.2 Localisation de l'épicentre (étoile rouge) et des stations du RAP ayant enregistré le séisme.

Le séisme de Roulans a été enregistré par la plupart des stations du Réseau Accélérométrique Permanent RAP, (<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr>), depuis celles du Réseau Fossé-Rhénan (RAP-EOST), jusqu'à celles du Réseau Alpes (RAP-LGIT) et du Réseau Sud-Est (RAP-AZUR).

tion se situe dans la zone 0 (sismicité négligeable mais non nulle - fig.4) pour laquelle aucune accélération réglementaire n'est à prendre en compte pour la construction parasismique. Cependant, dans le nouveau zonage sismique de la France (en cours de réalisation), cette région devrait être réévaluée et une accélération réglementaire serait alors applicable pour les constructions neuves.

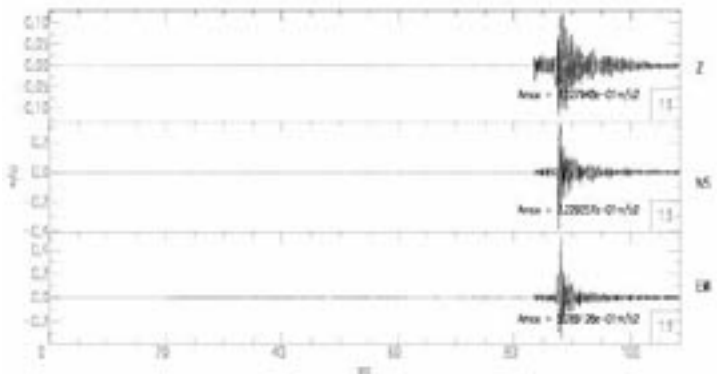
III.1 Accélérations maximales

La station la plus proche de l'épicentre située à 24km, sur la commune de Fournets-Luisans, a enregistré une accélération maximale égale à 0.53m/s², soit 0.05g (g=accélération de la pesanteur, soit 9.81m/s²). Suivant le zonage sismique de la France défini par les règles parasismiques PS92 (<http://www.prim.net>), cette sta-

III.2 Lois d'atténuation

La décroissance avec la distance des accélérations enregistrées se situe dans la gamme de valeurs prédites par les lois d'atténuation utilisées en Europe, établies pour un type de magnitude et un rang de distance épacentrale (cf. Jacques Betbeder-Matibet et Myriam Bour, 2002. Lois d'atténuation pour les valeurs du pic de mouvement, *Cahier Technique AFPS*, 23, 23-56).

Fig. 3 Enregistrement de l'accélération du sol observée à la station STFL (RAP-EOST) située à 24km de l'épicentre.



Accélérations du sol en m/s² enregistrées par les stations du RAP

Stations	Distance épacentrale (km)	ZZ m/s ²	NS m/s ²	EW m/s ²
STFL	24	0.123	0.381	0.527
STBU	79	0.117	0.175	0.150
STDM	84	0.058	0.086	0.097
STBR	93	0.046	0.175	0.176
STUF	97	0.113	0.139	0.218
STBO	98	0.020	0.030	0.054
STHE	101	0.046	0.048	0.049
STSM	123	0.031	0.029	0.039
STMU	182	0.087	0.099	0.047
OGTB	111	0.017	0.020	0.037
OGSI	142	0.009	0.011	0.013
OGEP	152	0.038	0.067	0.066
OGPO	153	0.022	0.049	0.043
OGAN	155	0.016	0.024	0.023

OGAP	155	0.093	0.231	0.263
OGMA	179	0.079	0.152	0.163
OGBL	188	0.052	0.091	0.058
OGLE	197	0.010	0.012	0.019
OGCH	203	0.027	0.035	0.037
OGTI	207	0.004	0.003	0.004
OGFB	236	0.007	0.007	0.008
OGFH	236	0.025	0.037	0.029
OGMO	235	0.008	0.007	0.005
OGCU	236	0.024	0.039	0.033
OGMU	237	0.018	0.023	0.029
OGSR	239	0.025	0.025	0.043
OGDH	240	0.044	0.063	0.063
OGPC	244	0.009	0.018	0.016
OGMB	258	0.003	0.007	0.007
OGAG	280	0.003	0.004	0.004
OGDI	356	0.002	0.003	0.003

Fig. 4 - Zones de sismicité de la Région Est (Données MEDD).

(Décret relatif à la prévention du risque sismique - Décret n° 91-461 du 14 mai 1991)
 Carte reprise du site internet du ministère de l'Ecologie et de Développement Durable (http://www.prim.net/citoyen/definition_risque_majeur/zonage_sismique_france/home.htm).
 L'épicentre du séisme du 23/02/2004 se trouve en zone 0



III.3 Effets de site

Le séisme a été particulièrement ressenti dans la région grenobloise, à environ 240km au sud de l'épicentre. La configuration particulière du bassin

de Grenoble, composé de sédiments assez mous encastrés dans des massifs montagneux particulièrement rigides, joue le rôle de caisse de résonance pour les ondes sismiques. Le mouvement au centre de la vallée a donc été particulièrement amplifié par rapport au mouvement enregistré par une station placée sur le rocher proche.

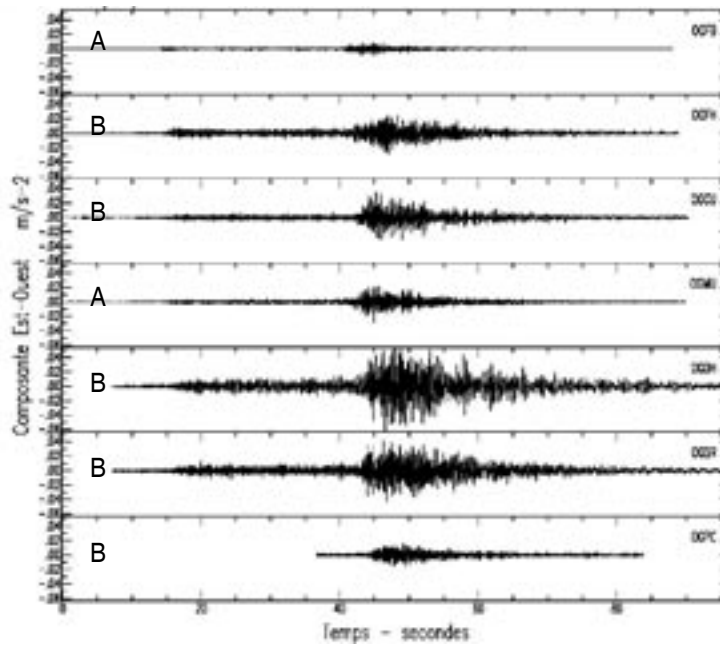


Fig. 5 Composante Est-Ouest des accélérations du sol enregistrées dans la région de Grenoble (38).

A : Stations au rocher
B : Stations dans le bassin

Site Web : <http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr>

IV. Etude macrosismique

DONNEES MACROSISMIQUES

Intensité maximale:
V-VI

formulaires
collectés :
collectifs : 4821
individuels : 7195

calculs
sur l'isoséiste V
9000 km²
675800 habitants
1066 communes
764 réponses de
communes

IV1. Introduction

Un an après le séisme vosgien de Rambervillers (5,4MI), ce séisme de magnitude proche (5.1ML) a provoqué durant plusieurs secondes l'émoi de la population sur la partie Est du territoire français, en Alsace, Lorraine, Franche-Comté, Bourgogne, Rhône Alpes, mais aussi en Suisse et dans le sud-ouest de l'Allemagne.

Localisé dans la vallée du Doubs, dans le canton de Roulans, près de Besançon, la forte secousse a duré une dizaine de secondes, provoquant une coupure d'électricité dans de nombreuses communes de la zone épiscopale. Situé à 120 km au sud de celui de Rambervillers, le séisme a provoqué des dégâts moins importants que ceux constatés un an auparavant dans la zone épiscopale du séisme vosgien. Les media ont reçu de nombreux appels de la population, inquiétée par cette forte vibration, mais au final, les services d'incendie et de secours n'ont eu que peu d'interventions à effectuer.

IV2. Enquête macrosismique

L'enquête lancée le soir même de l'évènement a permis de collecter près de 7195 témoignages individuels par internet, répartis sur une trentaine de départements. Les SIDPC des préfectures des départements suivants ont diffusé le formulaire collectif du BCSF sur l'ensemble de leurs communes ou partiellement selon les cas (mairies, casernes de sapeurs pompiers, gendarmeries) : l'Ain, le Doubs, l'Isère, le Jura, la Haute-Marne, la Meurthe et Moselle, la Moselle, le Bas-Rhin, le Haut-Rhin, le Rhône, la Haute-Saône, la Saône et Loire, la Haute-Savoie, les Vosges. Ce travail a permis d'estimer l'intensité pour 3732 communes, de repérer des effets (sans estimation d'intensités) sur 746 communes complémentaires.

Le BCSF s'est mis en contact avec les organismes d'Etat, EDF, DDE, Sécurité civile, pour collecter les effets produits par le séisme. Un dossier de presse a également été constitué. Au vu des effets ponctuels et modérés sur les constructions, il n'a pas été nécessaire de déployer une mission de terrain pour l'estimation des intensités. Un nouveau formulaire collectif a été utilisé lors de cette étude permettant d'apprécier

la typologie des bâtiments présents sur la commune, de quantifier précisément le nombre de bâtiments touchés, et les différents degrés des dégâts rencontrés afin de donner une valeur statistique des effets aux constructions rapportés par les différents services. Les formulaires collectifs sont parvenus au BCSF dans un délais de 3 mois pour l'ensemble des départements (mai 2004).

IV3. Observations macrosismiques

Pour le département du Doubs (25), selon le lieutenant Colonel Ferlay, le Codis (Centre opérationnel d'incendie et de secours) a enregistré 750 appels entre 18h30 et 19h30. Le rythme habituel étant d'une centaine d'appels, le nombre réel pour le séisme doit approcher des 600. Le centre a effectué 17 interventions, principalement pour des blocages d'ascenseurs liés à la coupure d'électricité de Besançon. Deux fuites de gaz ont été signalées à Besançon et au Pirey.

Pour la panne d'électricité de Besançon, madame Pascale Sautel, chargée de la communication à EDF-Besançon, explique qu'un des 4 postes de transformation-alimentation (20 000 volts) au sud-est de Besançon au lieu-dit "Près-de-Vaux" a connu l'oscillation de ses bacs d'huile de refroidissement, ce qui a déclenché la mise en sécurité du système et donc la coupure d'électricité de près de 21000 clients sur le centre ville de Besançon et le quartier de la Planose. Trois quarts d'heure à une heure plus tard, seul le lieu-dit de Larnods (450 clients) n'était pas rétabli, un incident sur la ligne (fibres cassées) s'étant également produit.

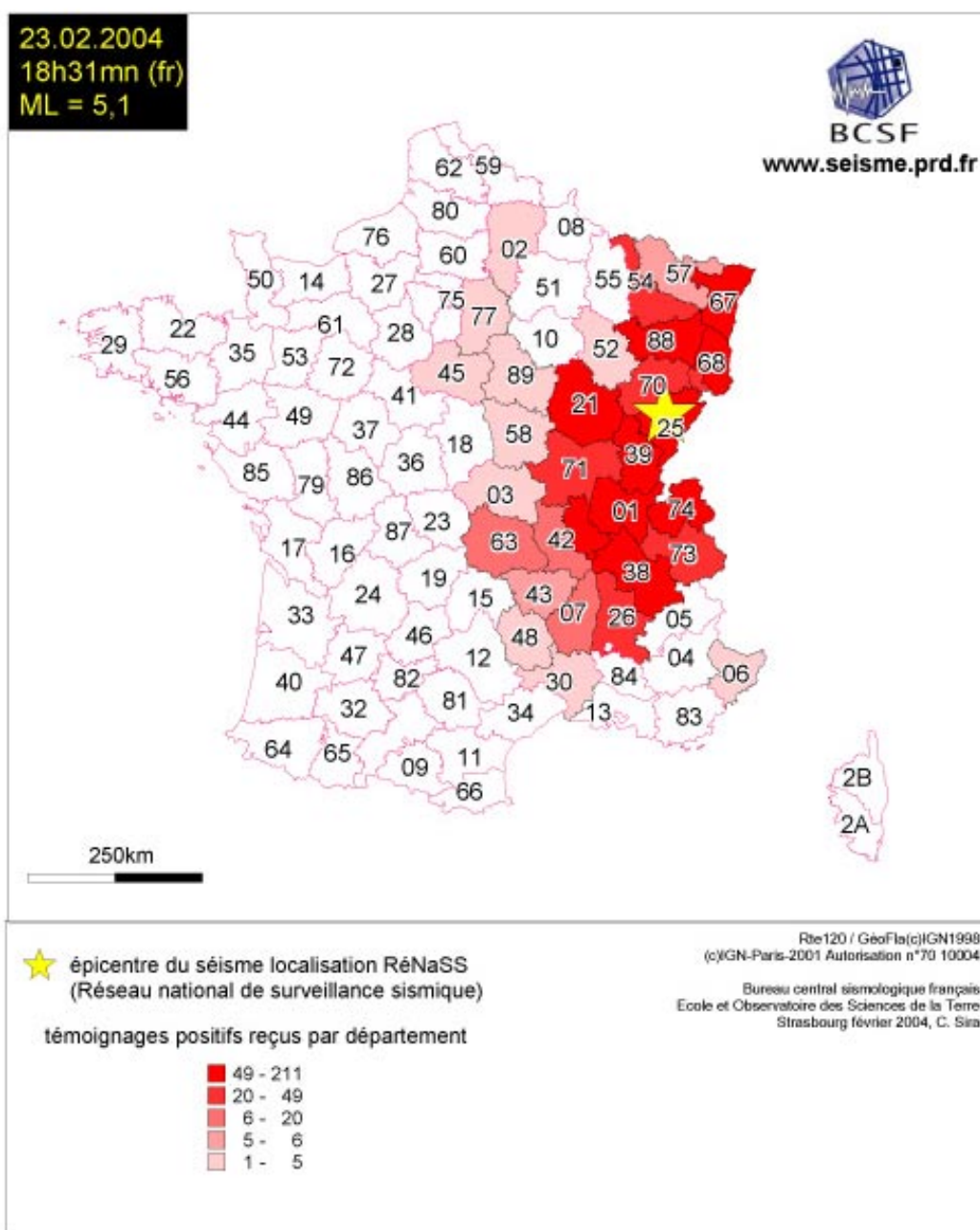
Le même phénomène s'est produit sur la commune de Baume-les-Dames mais le poste d'alimentation a été relayé quelques secondes plus tard automatiquement par un autre poste "source".

Du côté du réseau GDF, les alertes sur fuite de gaz lancées dans un premier temps n'ont pas été confirmées par les techniciens venus sur place.

Les services de gendarmeries ont généralement effectué une tournée, comme dans la commune de Baume-les-Dames, pour s'assurer de la sérénité des habitants et de la sécurité des magasins n'ayant pu baisser leurs rideaux de fer à la fermeture.

Fig.6 Carte de localisation des témoignages reçus sur le site du BCSF

Etat à 9h le 24/02 (1400 témoignages environ)



Sur le département du Doubs, le téléphone a été perturbé durant environ 2h suite à une surcharge du réseau par les appels en nombre ; un phénomène que les spécialistes constatent sur le téléphone fixe comme sur le réseau mobile. Il est bon de rappeler ici, qu'il est recommandé de ne pas utiliser le réseau téléphonique mais la radio pour obtenir des informations. Le réseau téléphonique, comme les centres de secours devant prioritairement être réservés pour les situations nécessitant du secours aux personnes.

À Besançon, les témoignages diffèrent d'un quartier à l'autre. Si à la piscine municipale, à la gare, en voiture ou à l'extérieur, le séisme n'a pas toujours été perçu, la plupart des habitants de la ville parlent d'une secousse souvent forte et bien ressentie entraînant d'importantes vibrations sur les objets. Dans un supermarché, situé sur la route de Dole, le choc ressemblait à celui d'un camion heurtant le bâtiment. Avenue Villarceau, les témoins ont cru à une explosion de gaz. Certaines personnes ont été particulièrement choquées suite à cette secousse, ressentant un sentiment d'impuissance et de fortes interrogations durant les vibrations sur la durée des effets et leurs conséquences. Est-ce que cela va recommencer ? L'immeuble va-t-il résister ?

Certains témoins relatent un seul choc violent ; dans d'autres lieux la vibration est plus progressive : "les vibrations viennent du sol progressivement. On pense tout d'abord à un gros camion qui vrombit à en faire trembler le sol, puis à une vibration du type perceuse à percussion qui viendrait de chez le voisin d'en dessous. Enfin on ressent nettement le balancement de l'immeuble tout ceci en quelques secondes."

Le bruit est quelques fois décrit comme une forte bourrasque ou le glissement de la neige sur le toit.

À Baume-les-Dames le séisme a été généralement ressenti comme un fort grondement, une déflagration. Les témoins ont observé l'oscillation des structures, certains ont cru un instant à "l'explosion puis l'écroulement de leur cheminée d'appartement", d'autres ont rapproché cela "d'un passage de char à vive allure sur la chaussée", d'autres encore parlent d'une similitude avec une chaudière qui s'emballait. Les habitants ont ressenti un ébranlement des murs. Selon le directeur des services techniques de la ville, monsieur Kolb, la population a dans son ensemble gardé son calme, il n'y a eu ni mouvement de foule, ni panique sur la ville. Le lendemain, la mairie n'a pas connu de déferlement de questions. Des fissures ont été relevées sur la chaussée de la RN83 (traversée de Baume-les-Dames) par la DDE (Direction départementale de l'équipement).

La mairie a signalé 125 bâtiments endommagés par des dégâts principalement de 1^{er} degré, auxquels il faut rajouter quelques chutes de mortier (3), quelques fissures de joints de poutres (24), quelques chutes de couronnes de cheminées (8), 1 chute de cheminée complète. Le centre ancien de Baume-les-Dames est en pierre de maçonnerie traditionnelle, quant aux constructions plus récentes en aggloméré, elles se trouvent en périphérie de la ville. Cependant les effets aux



Fissure chaussée RN83 - Baume-les-Dames (Photo DDE)

constructions sont indifféremment localisés sur l'une ou l'autre des parties.

Les déclarations faites en mairie par les administrés semblent principalement être dans le but de préserver les possibilités de recours au cas où les dégâts progresseraient vers des dommages plus importants.

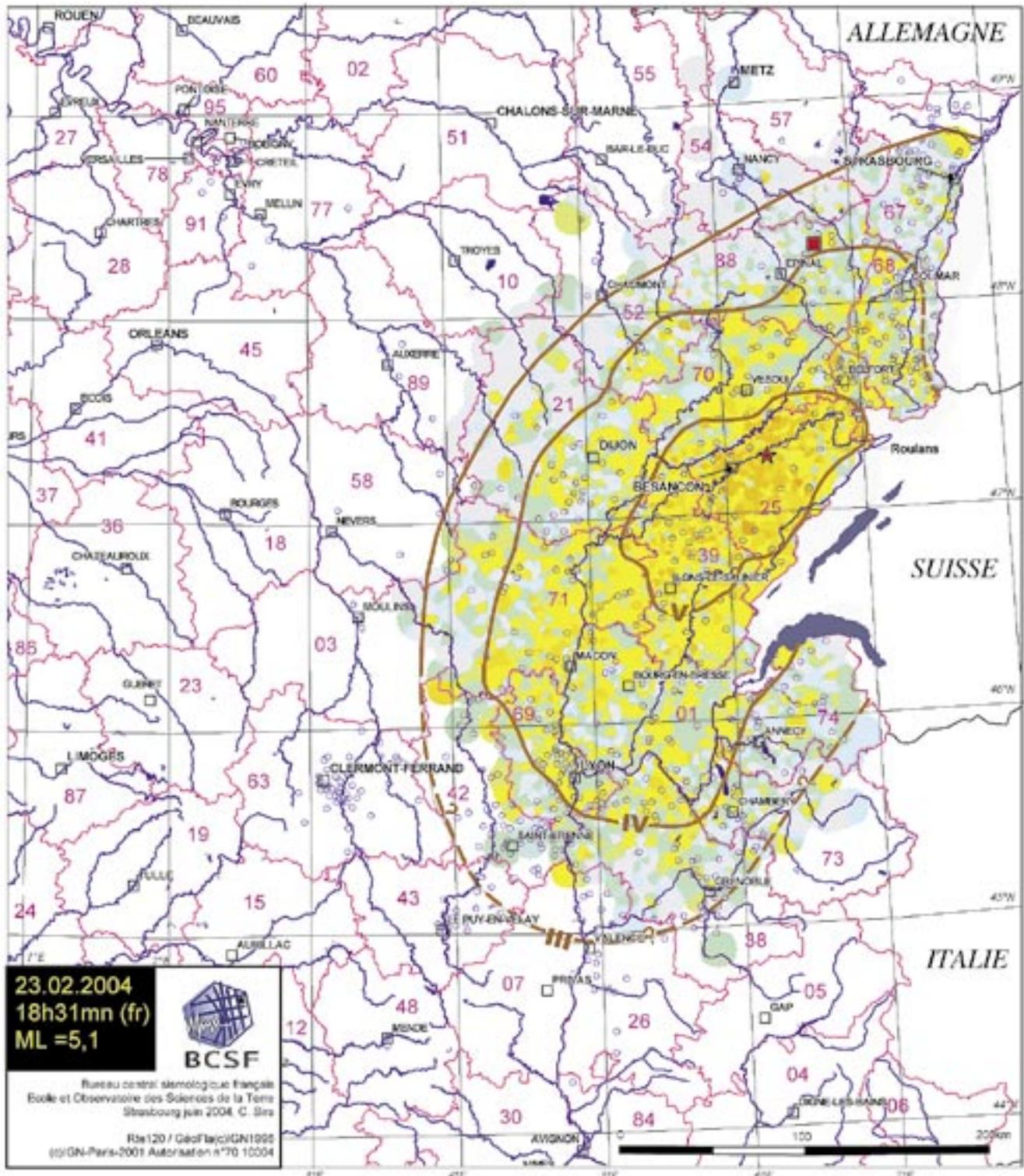
Sur la commune d'Auxon-Dessous, l'église a été fermée au public par mesure de sécurité. Le séisme a provoqué la chute d'un médaillon en plâtre au dessus de l'autel, ainsi qu'à la croisée des transepts. Des fissures et la chute de crépis ont été observées sur le plafond de la nef. Quelques déplacements de mobiliers et des chutes d'objets ont été relevés sur la commune.

Sur la commune de Cuse-et-Ardrisans, des fissures fines ont été signalées dans des cours pavés et une cheminée est tombée sur la voie publique en détériorant un véhicule en stationnement.

Dans l'église de la commune de Vaire-Arcier, où la charpente a connu un déplacement, la rosace est tombée sur la clé de voûte. 18 bâtiments sur 215 ont connu des dommages: fissures fines ou larges intérieures et extérieures, soulèvements de carrelage, décollement de faïence, désolidarisation de chape, chute de crépis.

Dans la commune de Levier d'environ 600 habitations, une cheminée est également tombée. Neuf habitations au total ont connu des dommages, avec des fissures larges et des

Fig.8 Carte macrosismique (EMS98)
Séisme de Roulans du 23 février 2004 (dép.25)



Intensités macrosismiques communales (EMS98)

- VI - dégâts légers
- V - fortement ressenti (seuil de dégâts)
- IV - largement ressenti
- III - faiblement ressenti
- II - rarement ressenti
- I - non ressenti
- commune ayant ressenti la secousse (sans estimation d'intensité)

- isoséiste
- ★ épicentre du séisme de Roulans (localisation Réness)
- épicentre du séisme de Rambervillers fév.2003 (localisation réseau local)
- limite départementale et n° du département hydrographie

chutes de morceaux de plâtre. Quelques vitres ont été brisées.

Le maire de Chemaudin, après enquête fine auprès des habitants, a rapporté une synthèse intéressante des effets sur sa commune. La secousse a été ressentie de façon très importante, comme si un camion vrombissait sous les maisons. Les objets, cadres, livres, bibelots ont été déplacés mais ne sont pas tombés. Les portes n'ont pas été ouvertes. Les murs ont oscillé très visiblement.

Le partie historique du village, située sur le haut de la commune, n'a connu que peu de dégâts sur ses maisons du XIXe siècle en pierre de taille. Par contre les dommages aux bâtiments semblent situés principalement dans le bas de la commune sur des maisons pourtant de moins grande vulnérabilité (agglô). La nature du sol a sans doute joué et celle-ci mériterait d'être précisée. De nouvelles fissures fines ont été relevées, tandis que les anciennes ont connu un net agrandissement (de l'ordre du cm). Quelques chapeaux de cheminées (3 ou 4), pourtant en bon état ont chuté des toits. Des morceaux de plâtres sont tombés. Des enrobés ont été fissurés. La zone industrielle de la commune où se trouvent localisés des bâtiments en structure métallique n'a pas répondu à l'enquête, mais on peut supposer, compte tenu de leur faible vulnérabilité, qu'il n'y a pas eu de dégât. En tout 70 bâtiments ont connu des effets sur 450. Même si les fissures relevées ne sont pas toujours causées par le séisme, le nombre de bâtiments touchés semble important.

A Rougemont, commune de 1200 habitants, une partie de cheminée a été désolidarisée.

Selon monsieur Hintzy de la DDE (Service Gestion infrastructures) aucun dégât n'est apparu sur les ouvrages d'art et les infrastructures gérés par la DDE sur le département du Doubs.

Près de la Commune de Pelousey, à 27 km à l'ouest de l'épicentre, un témoin a remarqué près de son domicile des déformations de terrain suite à l'événement.

Dans le Jura (39), département limitrophe avec le Doubs, l'impression d'un bruit sourd venant du sous-sol a généré quelques frayeurs sur le département. Le Codis a fait état de 450 appels, principalement de personnes cherchant à comprendre la situation. Trois reconnaissances ont eu lieu dont une nécessitant une intervention rue Tamisier au centre ville de Lons-le-Saunier pour une cheminée ayant perdu quelques morceaux de crépis.

A Foucherans, comme à Lons-le-Saunier, la télévision a été brouillée quelques instants, les meubles et les bibelots se sont mis à trembler,

mais rien n'a été cassé. Le réseau téléphonique a connu là aussi quelques saturations pendant un quart d'heure, tout comme à Authume et à Dole.

Dans la commune de Ney, ce sont tout d'abord les animaux domestiques qui ont montré des signes de peur. La secousse n'a pas provoqué de dégât, la neige n'est pas tombée des arbres mais les habitants ont été pourtant impressionnés et ont ressenti là encore un sentiment d'impuissance.

Dans la commune de Chaussin, les lignes électriques et téléphoniques décrivaient un mouvement d'oscillation. A Lons-le-Saunier un témoin a observé celui des poteaux électriques. Quelques dégâts mineurs ont été relevés, comme la chute d'une brique de cheminée, quelques chutes de morceaux de crépis, ou de rares fissures de degré 1. Largement ressentie, cette secousse n'a pas eu d'effet majeur sur le département. EDF a confirmé que le Barrage de Vouglans n'a subi aucun dommage.

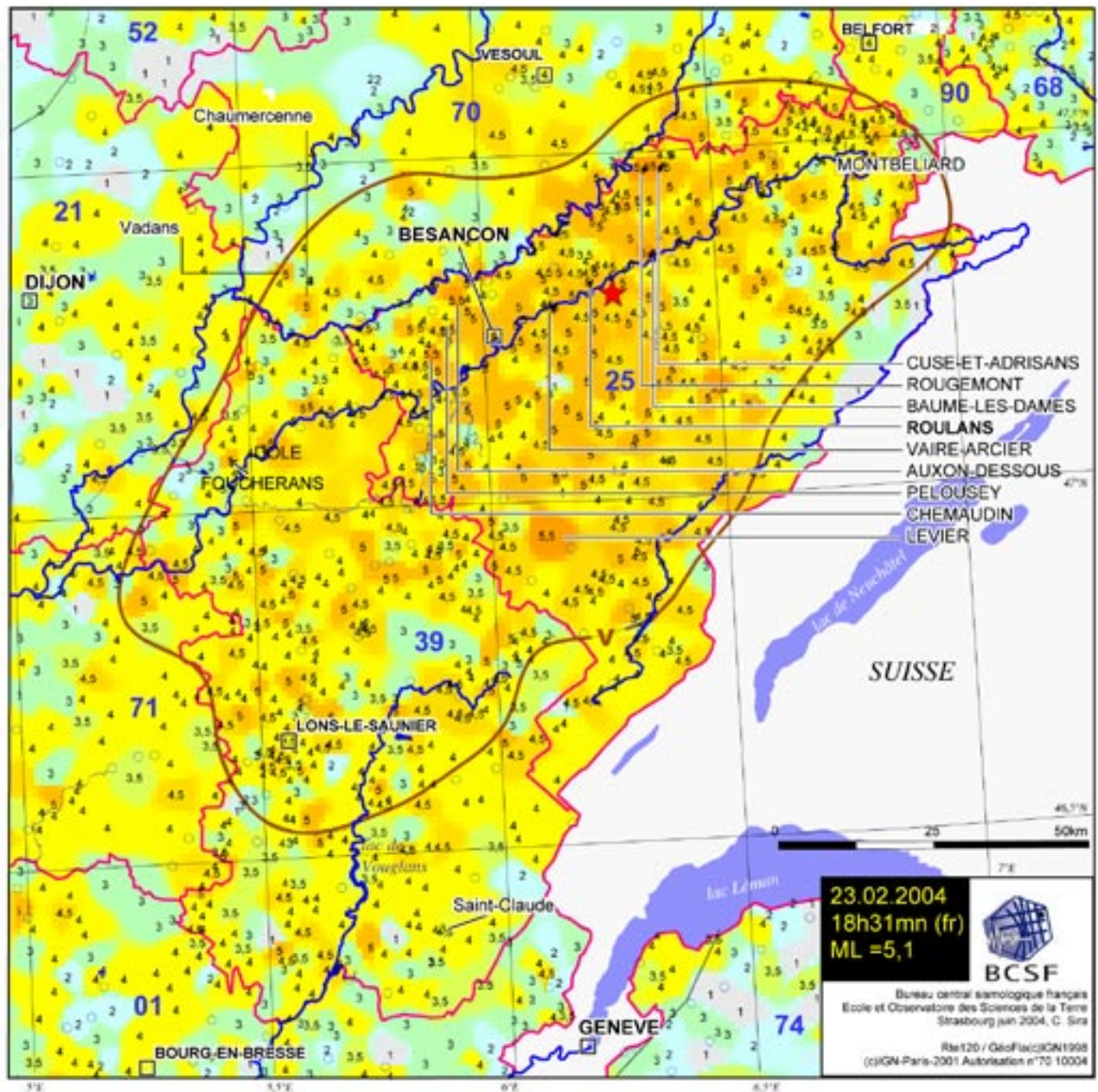
Dans le département du Territoire-de-Belfort (90), bien que ressentie largement par la population, la secousse a été globalement moins forte qu'en 2003 lors du séisme de Rambervillers. Le grondement sourd perçu a plus marqué la curiosité que l'affolement des personnes. Un mouvement ondulatoire des bâtiments a été souvent décrit. Une centaine d'appels sont parvenus au Codis. Les témoins n'ont pas toujours identifié la vibration comme provenant d'un tremblement de terre.

Dans le département de la Haute-Saône (70) à Vesoul, c'est plus un sentiment de surprise que la frayeur des habitants qui est rapporté. Les habitants ne sont pas sortis précipitamment, mais se sont interrogé durant quelques minutes sur l'origine de ces effets. Le Codis a également reçu de nombreux appels provenant notamment du sud du département, plus proche de l'épicentre (communes de Gray et d'Héricourt). Aucune intervention n'a été nécessaire sur le terrain. La population signale nettement deux chocs successifs.

Les communes ayant connu l'intensité la plus forte du département (V) se trouvent, comme l'on pouvait s'y attendre au sud de celui-ci, proche de la limite départementale du Doubs et à une distance maximale de 40km de l'épicentre : Melecey, Cenans, Villersexel, Monbozon, Granges-le-bourg, Vadans, Chaumerenne, et Etreilles-et-la Montbleuse.

Dans le département de la Saône-et-Loire (71) à l'ouest de l'épicentre, la population a bien ressenti les effets du séisme notamment sur la

Fig.9 Carte macrosismique (EMS98) - Zone épiscoptrale
Séisme de Roulans du 23 février 2004 (dép.25)



Intensités macrosismiques communales (EMS98)

- VI - dégâts légers
- V - fortement ressenti (seuil de dégâts)
- IV - largement ressenti
- III - faiblement ressenti
- II - rarement ressenti
- I - non ressenti
- commune ayant ressenti (sans estimation d'intensité)

- isoséiste d'intensité V
- ★ épiscoptrale du séisme (localisation Rénass)
- △ 54 limite départementale et n° du département
- hydrographie

partie est du département. Le Codis est intervenu par 3 reprises à Chalon-sur-Saône dont une pour la chute d'une partie d'un conduit de cheminée de chauffage collectif déjà fragilisé rue Pierre Deliry (Journal Saône-et-Loire). Comme pour l'ensemble des agglomérations comprenant des immeubles de grande hauteur, c'est à partir du 5^{ème} étage que les personnes ont connu une amplification des effets pouvant amener des réactions de panique. Sur ce département la secousse a été largement ressentie et a créé de légers effets de degré 1 sur les constructions les plus vulnérables (fissures, débris de plâtres). Au centre-ville de Mâcon les verres ont tremblé dans les étagères.

"Cela a duré quelques secondes, c'était un peu comme si un convoi exceptionnel passait juste devant chez nous" rapporte un habitant de La Chapelle-de-Guinchay.

Dans la commune de Pierre-de-Bresse, la cheminée d'une maison située route de Chalon, s'est écrasée au sol sans faire de victime. Les communes ayant déjà subi les effets de la canicule sur leurs bâtiments ont vu les dégâts s'accroître lors du séisme. Les structures les plus fragiles ont connu quelques fissurations supplémentaires.

Dans le département de l'Ain (01), la secousse a été largement ressentie. La vibration a été décrite fréquemment comme une forte bourrasque de vent ou une machine à laver essorant le linge. La population n'a pas été trop effrayée mais l'oscillation des bâtiments les a inquiétés, amenant certains à l'extérieur de leur logement pour comprendre et confronter les sensations avec d'autres personnes. A Bourg-en-Bresse, quelques personnes en voiture à l'arrêt ont senti une légère oscillation du véhicule,

Dans le département de la Côte-d'Or (21), le Codis a reçu près de 150 appels mais aucun n'a nécessité d'intervention. La secousse a été principalement ressentie de Beaune à l'agglomération dijonnaise de façon assez modérée. Même si la secousse a été perceptible à Montbard, la partie nord-ouest du département a connu une décroissance très nette des vibrations. Dans ce secteur de nombreuses communes signalent ne pas avoir senti la secousse, ou dans le cas contraire, senti une secousse très faible.

Dans le département des Vosges (88), selon la compagnie thermale de Plombières-les-Bains, le matin du 23 février à 9h, la station a connu une baisse anormale du débit d'eau. Ce débit est remonté à son volume habituel la journée suivante

et n'a connu à ce jour aucune variation selon le Directeur de la compagnie monsieur Ringwald. Sur la moitié sud-est du département, selon une diagonale orientée nord-est sud-ouest et passant par Epinal, la secousse a été largement ressentie. Ce dernier séisme a pu aggraver des fissures pré-existantes dans les bâtis des constructions. Une expertise approfondie sur site serait certainement nécessaire sur certaines communes.

Dans le département de la Haute-Marne (52), c'est principalement la partie sud-ouest du département qui relève une secousse faible à modérée. Très peu de témoignages individuels nous sont parvenus sur ce département (36/7195). La population ne semble pas avoir connu trop d'inquiétude, comme l'atteste le Codis où 2 appels seulement ont été comptabilisés.

Dans le département de la Meurthe-et-Moselle (54) situé à la limite nord de la zone de perception du séisme, les effets ont été mineurs. Une dizaine d'appels sont parvenus aux services de secours mais aucun effet n'a été signalé. Seules quelques communes du sud-est du département ont perçu faiblement la secousse. La commune de Sommerviller au centre du département est la seule à signaler 5 bâtiments endommagés par des fissures fines suite au séisme, pourtant très partiellement senti par la population (<10%).

Dans le département du Bas-Rhin (67), la secousse a été ressentie faiblement et une trentaine d'appels seulement ont été enregistrés par le Codis. Aucune intervention n'a été réalisée par les services de secours.

Plus fortement ressentie dans les étages élevés, les effets sur les objets sont restés très faibles.

Dans le département du Haut-Rhin (68), les habitants ont connu une secousse moins importante que celle de février 2003 où de nombreuses personnes étaient descendues dans la rue. Tous n'ont pas immédiatement identifié le séisme. Aucune intervention du Codis n'a été nécessaire suite à la centaine d'appels reçus.

Dans le département du Rhône (69), les vibrations de basses fréquences perçues sur le département n'ont pas laissé trop de doute pour les nombreux habitants qui en ont été témoins. Au BHV de Lyon la Part Dieu, rien ne semble avoir été perçu. C'est dans les étages élevés que la secousse a été ressentie, comme ce fut le cas

pour deux témoins au dix-septième étage de la tour du Crédit Lyonnais à Lyon (qui en compte 30 en tout), peu rassurés par cette oscillation d'une poignée de secondes. Un autre témoin au cinquième étage de cette tour est sorti du bâtiment ne se sentant pas en sécurité. Rue Cardinal Gerlier, des habitants du dix-huitième étage d'une résidence sont sortis précipitamment pour se retrouver entre voisins au pied de leur bâtiment. Le balancement a été décrit nord-sud par certains habitants. Au grand centre commercial de Lyon la Part Dieu, comme à la gare, aucun mouvement de frayer n'a été perçu, mais une légère vibration a été ressentie par les personnes plutôt en position statique. De façon fréquente cette secousse est comparée au passage du métro sous leur habitation. Le bruit n'a cependant pas toujours été entendu.

Pour des cas plus rares, comme rue de la Montée du Gourguillon à Lyon dans un immeuble du 16^e siècle, le grondement a paru énorme et les habitants ont craint un instant un glissement de terrain sur la colline de Fourvière. Quelques voitures à l'arrêt ont été chahutées comme par une bourrasque de vent. Sur le département, nombreuses sont les personnes à comparer ces effets au passage d'un train, une machine à laver à l'essorage ou un grand coup de vent. Les dégâts signalés (fissures fines) sont extrêmement rares sur le département.

Dans le département de la Haute-Savoie (74) le phénomène a été perçu durant 3 à 4 secondes par une partie seulement de la population. Le bruit n'a pas toujours accompagné la vibration. Celle-ci plutôt légère à mis parfois des verres en tintement, notamment dans les étages supérieurs. Le balancement des bâtiments a été perçu assez fréquemment, comme à Annemasse, Annecy-le-Vieux, Cluses, Viry, Seynod, ou encore Chamonix. De nombreux témoins rapportent la similitude avec une forte bourrasque de vent. Les activités des personnes ont à cette distance de l'épicentre beaucoup joué sur la perception du phénomène. Elles soulignent parfois une sensation d'instabilité lors de 2 secousses, espacées de quelques secondes. Aucun dégât particulier n'a été rapporté.

Le téléphone a été signalé coupé durant 5 minutes à Cran-Gevrier sans doute là encore par une surcharge momentanée du réseau. Le Codis a répondu à quelques 150 appels, mais aucune intervention n'a été nécessaire.

Dans le département de l'Isère (38), si la mairie de Grenoble ne signale pas avoir perçu le séisme, les 142 témoignages individuels

reçus par internet nous montre effectivement que celui-ci, en rapport avec la population, n'a été que faiblement ressenti. La moitié des témoignages se situe dans des bâtiments de grande hauteur, où l'oscillation lente a principalement agité les plantes vertes et soumis la structure à un léger balancement. Dans la grande majorité des cas, ces effets n'ont pas été accompagnés de bruit. Sur les 524 témoignages individuels reçus sur le département la très grande majorité des personnes (97%) n'a marqué qu'une légère inquiétude ou interrogation. A Salaise-sur-Sanne, le balancement a été décrit nord-sud. Très peu d'effets sur les constructions ont été signalés. L'enquête du BCSF n'a porté que sur la moitié nord du département, mais on peut selon les témoignages collectés par internet confirmer que la moitié sud n'a perçu la secousse que dans de rares cas. Ainsi la limite sud de perception ne semble pas avoir dépassé 400 km.

La région nord-est de la France comporte plusieurs installations nucléaires de base. Le centre de Valduc (CEA) et la centrale nucléaire de Fessenheim (EDF) sont les installations les plus proches de l'épicentre (respectivement 110 à 120 km). D'après les exploitants de ces installations, le séisme n'a été ressenti par le personnel qu'à Fessenheim, mais le seuil de déclenchement des accéléromètres qui équipent ce site n'a pas été atteint. Au cours des vérifications effectuées, conformément à la procédure, les exploitants n'ont pas constaté d'anomalie. (source www.irsn.fr)

IV4. Conclusions

L'intensité maximale atteinte est comprise en V et VI, pour 9 communes du Doubs, soit un degré en dessous des intensités maximales observées lors du séisme de Rambervillers en février 2003. L'enquête montre que ce séisme a été très largement ressenti par la population du grand Est français. La secousse a été ressentie sporadiquement jusque dans la région parisienne, Orléans, Blois, et Avignon soit sur une distance de plus de 350 km de l'épicentre (témoignages inférieurs aux 3e et 4e étages).

La forme ellipsoïdale des effets en surface est orientée nettement nord-est sud-ouest, comme la direction locale des plissements jurassiens.

Si l'isoséiste V (forte secousse) est assez nettement délimitée sur la carte avec une surface de près de 9000 km² (675 800 habitants), et un rayon (dans sa grande longueur) de près de 90 km, les isoséistes III et IV sont elles, plus difficile à délimiter l'une de l'autre.

Bien que le rayon d'enquête du BCSF (diffusion de formulaires collectifs par commune) semble dépassé dans la partie sud, il est vraisemblable que dans sa grande longueur, le rayon de l'isoséiste III (faible secousse) ait atteint environ 270 km. Celui de l'isoséiste IV atteint quant à lui 200 km.

La propagation de la secousse a été plus importante dans la direction sud-sud-ouest que dans la direction nord-nord-est. Le rayon de l'isoséiste IV est par exemple de 200 km vers le sud-sud-ouest et 150 km seulement vers le nord-nord-est. On retrouve ce rapport pour l'ensemble des isoséistes.

L'intensité modérée atteinte, explique le calme relatif de la population lors de cet événement. Les dégâts restent assez modérés même sur la zone épiscopale. Néanmoins des fissures fines dues au séisme de Rambervillers ont pu être aggravées par ce dernier événement entre Besançon et Montbéliard.

VI. Annexes

- 1 - Résumé de l'échelle EMS98
- 2 - Formulaire d'enquête collectif
- 3 - Formulaire d'enquête individuel
- 4- Sismicité observée (RéNaSS)
- 5- Intensités macrosismiques