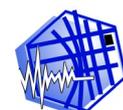


Note préliminaire



Séisme de Nice
du 25 février 2001



BCSF

**Bureau Central
Sismologique
Français**

Ecole et Observatoire
des Sciences de la Terre



I. Introduction

sommaire

- I. Introduction
- II. Sismicité régionale
- III. Contexte tectonique
- IV. Enquête macrosismique
- V. Conclusion
- VI. Remerciements
- VII. Annexes
 - 1 - Résumé de l'échelle EMS98
 - 2 - Formulaire d'enquête collectif
 - 3 - Formulaire d'enquête individuel
 - 4 - Sismicité observée
 - 5 - Accélérogrammes

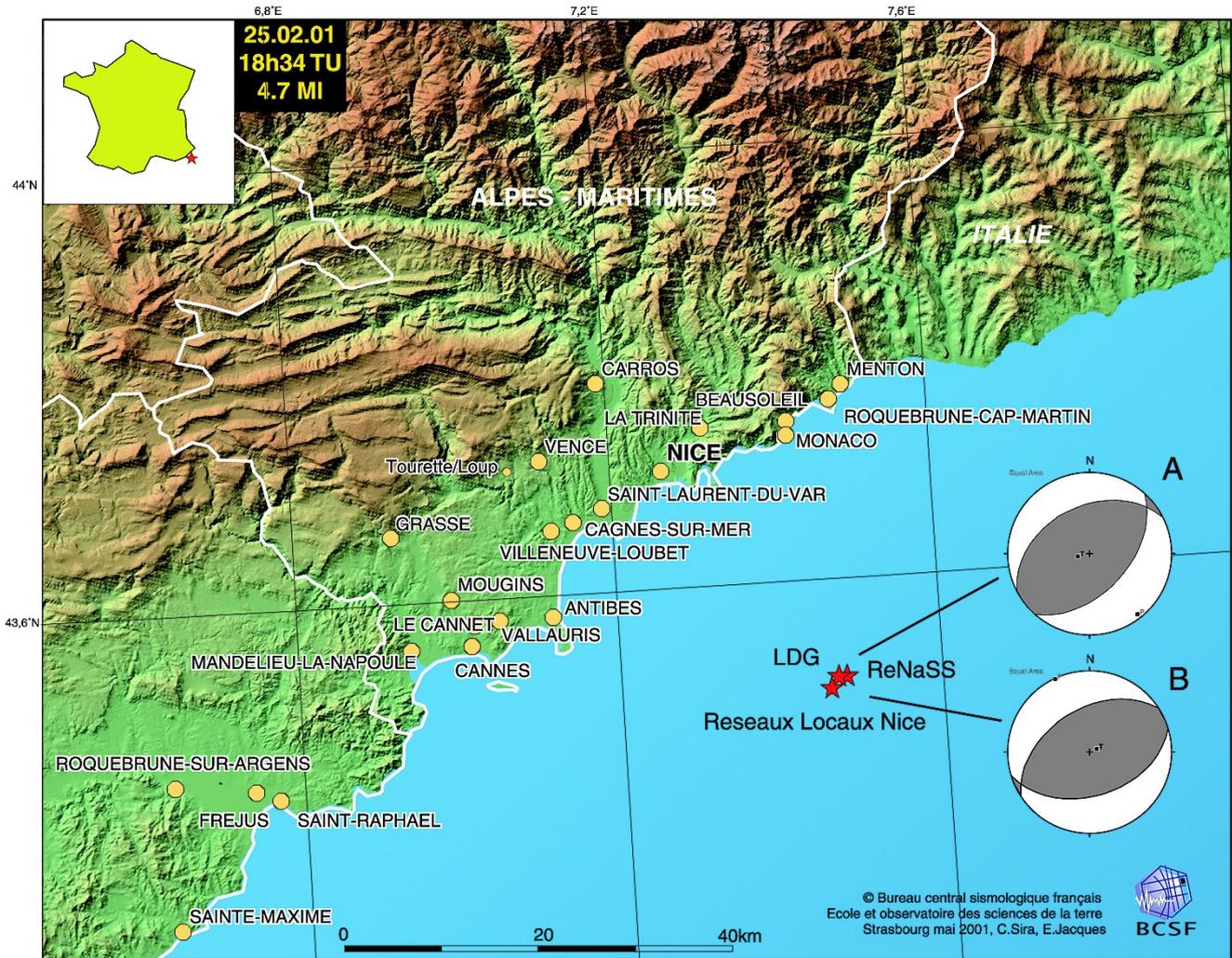
Le Bureau Central Sismologique Français a pour mission de collecter les observations sismologiques en France, de rassembler les informations sur ces observations et de faciliter leur diffusion vers les acteurs concernés par le risque sismique ou menant des études ou recherches nécessitant l'usage de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

Le séisme du 25 février 2001 au SSE de Nice a mobilisé de nombreuses personnes, laboratoires de recherche scientifique et centres techniques. Le Bureau Central Sismologique Français s'est appuyé sur les données communiquées par les services chargés de la surveillance sismique du territoire français (ReNaSS pour le CNRS et les Universités, LDG pour le CEA). Les données d'enquêtes macrosismiques ont été collectées grâce aux SIDPC des Préfectures et, pour la première fois, le site Internet du BCSF a permis l'intégration dans cette étude de 1200 témoignages individuels collectés en ligne dans les 15 jours qui ont suivi le séisme. Nous remercions l'ensemble des acteurs ayant permis la compilation de ces informations ainsi que les particuliers ayant répondu à notre enquête.

Strasbourg le 8 juin 2001

Michel Cara
Directeur du BCSF

II. Localisation



- ★ épicentre instrumental
- ville de plus de 10 000 habitants
- limite départementale

A Solution de **Géosciences Azur** à partir des polarités d'ondes P: stations locales permanentes (renass+igrs+rap) et temporaires (campagne salam)

	azimut	pendage	glissement (rake)
P1	N243°E	41°	74°

B Solution CMT **SED (Zurich)**
Mo=5.96E+15Nm, Mw=4.5

	azimut	pendage	glissement (rake)
P1	N237°E	46°	79°
P2	N072°E	45°	101°

P1 et P2 désignent les deux plans nodaux de rayonnement des ondes P.

GéoFla-Route120@1999
©IGN-Paris- 2001
Autorisation n° 70 10004

Le 25 février 2001, à 19h34 (heure locale), un séisme de magnitude 4,7 MI s'est produit en mer Ligurie à environ 28km au SE de Nice. Les épicentres déterminés par le RéNaSS et le LDG sont situés à moins d'un kilomètre l'un de l'autre. La solution obtenue par l'Université de Nice Sophia Antipolis (UMR Géoscience AZUR) à l'aide des stations des réseaux de Nice (réseaux permanents : RéNaSS, TGRS et RAP, et réseau temporaire de la campagne Salam) incluant une station en Corse, est située à moins de 2 km plus au SW des 2 autres. Ce séisme a été suivi, quelques heures plus tard, par deux répliques de magnitude MI~2,3 (à 19h53 et 21h33, heure locale). Tourette-sur-Loup est la seule commune ayant signalé la 1^{ère} des deux répliques.

III. Sismicité régionale

HEURE

en temps universel :
18h34mn
en temps local :
19h34mn

MAGNITUDE

RénaSS : 4,5 MI
SISMALP : 4,7 MI
GEN*(Italie) : 4,7MI
SED* : 4,9MI
ZGRF* : 4,9MI
LDG : 5,1 MI

IGN*(Esp.) : 4,7mb
NEIC*(USA) : 4,8mb
LDG : 4,8mb

COORDONNEES

ReNaSS
lat. : 43,51° N
long. : 7,48° E
profondeur : 7km

LDG
lat. : 43,51° N
long. : 7,47° E
profondeur : 16km

Réseau local
lat. : 43,50° N
long. : 7,46° W
profondeur : 14km

L'extrémité sud-est de la France connaît une activité sismique assez soutenue. Cette activité concerne l'Arc alpin et la mer Ligure. La région de Nice a subi de multiples reprises des séismes destructeurs (d'intensité épicentrale MSK I_0 = VII-VIII, Lambert et coll., 1998) :

1963, I_0 = VII-VIII, Mer Ligure,
1887, I_0 = IX, Ligurie, Imperia,
1854, I_0 = VII-VIII, Cote Ligure, San Remo,
1831, I_0 = VIII, Ligurie, Bussana,
1644, I_0 = VIII, Vésubie, Roquebillière,
1618, I_0 = VIII, Vésubie, Coaraze,
1564, I_0 = VIII, Vésubie, Roquebillière,
1494, I_0 = VIII, Vésubie, Roquebillière.

En particulier le séisme d'Impéria en 1887 est l'un des trois séismes les plus destructeurs (d'intensité I_0 = IX), ayant frappé dans le passé le territoire français, en incluant ceux de Bâle en 1356 et Puigcerda en 1428. Notons aussi que depuis le début des années soixante, la région de Nice a ressenti en 1963 le séisme le plus fort (M_l ~ 6.0) enregistré en France. Enfin au cours des trente dernières années, des séismes largement ressentis par les habitants de cette région se sont produits à plusieurs reprises, parmi lesquels 3 séismes de magnitudes supérieures à 4 :

26/12/1989, M_l = 4,5, I_{max} = IV-V, au large de Nice et Menton,
15/04/1990, M_l = 4,3, I_{max} = IV, id.,
21/04/1995, M_l = 4,7, I_{max} = IV (BCSF) I_0 = VI (BRGM), sur la côte de Vintimille.

IV. Contexte sismotectonique

La microplaque corso-sarde a subi une rotation anti-horaire de 20-30° (Westphal et al., 1973 ; Réhault et al. 1974). Cette rotation a accompagné l'ouverture du Bassin Liguro-Provençal de forme triangulaire (rifting continental) entre 35 et 20 Ma suivi d'une océanisation vers 21-19 Ma (Montigny et al., 1981). Cette ouverture est interprétée comme étant celle d'un bassin arrière-arc en réponse à la subduction de la plaque africaine sous la marge continentale européenne (Tapponnier, 1977).

A notre époque, en contexte de collision généralisée entre l'Afrique et l'Europe, le Bassin Liguro-provençal est pris en étau entre les marges italiennes et provençales. Les séismes qui se produisent entre 5 et 15km de profondeur au large de la côte Ligure présentent des mécanismes au foyer compressifs ou décrochants (Bethoux et coll., 1992 ; Courboux et coll., 1998 ; Baroux et coll., 2001). Cependant, le long de la marge Ligure, à une trentaine de kilomètres de la côte, on observe des failles normales de direction NE-SW à pendage SE qui montrent une activité quaternaire (Chaumillon et coll., 1994). Pour réconcilier ces deux jeux d'observation apparemment contradictoires, Chaumillon et coll. (1994) proposent que la marge Ligure soit flexurée en réponse au rapprochement entre le domaine continental (la marge Ligure, partie des Alpes méridionales) et la mince lithosphère océanique Ligure. Ceci se traduit entre 5 et 15 km de profondeur par de la compression accommodée par des failles inverses et décrochantes (déformation d'intrados) et dans les deux premiers kilomètres de la couverture sédimentaire par le jeu de failles normales (déformation d'extrados) (Chaumillon et coll., 1994).

D'après les mécanismes au foyer disponibles dans la région, la marge Ligure et l'arrière-pays niçois sont soumis à un régime de contrainte compressif décrochant dont la composante la plus compressive est orientée NW-SE. En mer Ligure, le régime de contrainte est aussi compressif, la composante compressive maximum étant orientée un peu plus E-W (WNW-ESE) (Baroux et coll., 2001).

Le séisme du 25 février 2001 s'est produit au pied de la marge Ligure vers 14km de profondeur. A l'aplomb du séisme, le fond marin se trouve sous une tranche d'eau de 2000m. Son mécanisme au foyer a pu être déterminé de deux manières indépendantes, à l'aide de la distribution des sens de premiers mouvements d'onde P (Sophia Antipolis, Géoscience AZUR, solution A sur la ligure) et en modélisant la forme les ondes de surface de stations large bande régionales (détermination CMT du SED* : *Schweitzer Erdebendienst, Zurich, solution B*). Les deux méca-

* GEN : Dipartimento Scienze della Terra, Università Di Genova ; SED : Schweizer Erdebendienst, Zurich ; SZGRF : Seismological Central Observatory, Gräfenberg ; IGN : Instituto Geografico Nacional, Madrid ; NEIC : National Earthquake Information Center (USA).

nismes au foyer obtenus sont très voisins. Ils sont compatibles avec le jeu de failles principalement inverses d'orientation NE-SW avec un pendage NW ou SE d'environ 45° traduisant une déformation en compression. Ces mécanismes sont similaires à celui de l'événement du 26/12/1989 (situé seulement quelques kilomètres plus au NE, Ritz et coll., 1990, Béthoux et coll., 1992) et assez proche du séisme du 19/07/1963 (situé environ 55 kilomètres plus à l'ESE, voir la compilation de Baroux et coll, 2001).

La solution CMT du SED a permis d'estimer un moment sismique : $6,0 \cdot 10^{15}$ Nm ce qui correspond à une magnitude de moment : $M_w=4,5$. Le LDG, à partir des caractéristiques spectrales de la source (déduites de l'analyse de la coda des ondes régionales) obtient une valeur de moment sismique $M_0=2,0 \cdot 10^{16}$ Nm, ce qui correspond à une magnitude $M_w=4,8$.

Références citées

- Baroux, E., Béthoux, N. & Bellier, O., 2001 Analyses of the stress field in southeastern France from earthquake focal mechanisms, *Geophys J. Int.*, 145, 336-348.
- Béthoux, N., Fréchet, J., Guyoton, F., Thouvenot, F., Cattaneo, M., Eva, C., Nicolas, M. & Granet M., (1992) A closing Ligurian Sea ?, *Pageoph*, 139, 179-194.
- Chaumillon, E., Deverchère, J., Réhault, J.P. & Guegen, E., (1994) Réactivation tectonique et flexure de la marge continentale Ligure (Méditerranée Occidentale), *C. R. Acad. Sci. Paris*, 319, 675-682.
- Courboulex, F., Deschamps, A., Cattaneo, M., Deverchère, J., Virieux, J. Augliera, P., Lanza, V. & Spallarosa, D., 1998. Source study and tectonic implications of the 1995, Ventimiglia (border of Italy and France) earthquake (ML = 4.7), *Tectonophysics*, 290, 245-257.
- Lambert, J., Levret-Albaret, A., Cushing, M. & Durouchoux, C., Mille ans de séismes en France, 1998. Catalogue d'épicentre, paramètres et références, Ouest Edition, Presses Académiques, 80 pp..
Montigny, R., Edel, J.B. &
- Thuizat, R., Oligocene-Miocen rotation of Sardinia ; 1981. K/A ages and paleomagnetic data of Tertiary volcanics, *Earth Planet Sci Lett.*, 54, 261-271.
- Réhault, J.P., Olivet, J.L. & Auzende, J.M., 1974. Le bassin nord-occidental Méditerranéen : structure et évolution, *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), 281-294, .
- Ritz, J.F., Hoang Trong, P., Rebai, S., Philip, H. & Herquel, G., 1990. Le séisme du 26 décembre 1989 en Méditerranée, au large de la Côte d'Azur: tectonique en compression, perturbation de contraintes et inversion tectonique au niveau d'une marge continentale. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, 310, 1505-1512.
- Tapponnier, P., 1977. Evolution tectonique du système alpin en Méditerranée : poinçonnement et écrasement rigide-plastique, *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), 437-460.
- Westphal, M., Bardon, C., Bossert, A. & Hamzeh, R., 1973. A computer fit of Corsica and Sardinia against southern France, *Earth Planet Sci Lett.*, 18, 137-140.

IV. Enquête macrosismique

IV.1 Déroutement de l'enquête

Suite à cet événement et dans le but d'établir une carte des intensités ressenties, le Bureau Central Sismologique Français a lancé une enquête macrosismique par l'intermédiaire des Services Interministériels de Défense et de Protection Civiles à destination des communes, casernes de sapeurs-pompier, et gendarmeries sur les cantons des départements suivants, soit environ 150km autour de l'événement :

- Alpes-Maritimes (ensemble des cantons),
- Var (ensemble des cantons),
- Alpes-de-Haute-Provence (ensemble des cantons),
- Vaucluse : les Cantons de Bonnieux, Cadenet, Cavaillon, Gordes, Pertuis, Sault et Apt
- Bouches-du-Rhône : les cantons de Aubagne, Berre-l'Etang, La Ciotat, Eyguières, Gardanne, Lambesc, Orgon, Peyrolles-en-Provence, Roquevaire, Salon-de-Provence, Trets, Allauch, Marnagnane, Chateauneuf-les-Martigues, Pelissanne, Les Pennes-Mirabeau, Vitrolles, Martigues, Aix-en-Provence et Marseille.

Le BCSF a ainsi collecté **564 formulaires collectifs** (La grande majorité des réponses sont parvenues au BCSF entre le 15.04 et le 17.05.2001).

Parallèlement, il a été mis en place une action de communication (communiqué de presse et contacts directs auprès des médias locaux et nationaux pour informer la population de la mise en ligne d'un formulaire individuel sur le site Internet du BCSF.

France3 Alpes-Maritimes, Dora.com et Nice Matin ont bien voulu relayer cette information dans leurs communiqués, nous leur adressons nos sincères remerciements. Nice Matin a également réalisé un lien sur son propre site Internet vers le formulaire remplis en ligne du BCSF ce qui a permis d'augmenter significativement le nombre de formulaires remplis. Ainsi le BCSF a réuni **1214 formulaires individuels** en 15 jours, principalement répartis sur une frange côtière d'une cinquantaine de kilomètres entre Marseille et Menton. Les habitants de Nice ont rempli en ligne 542 formulaires individuels qui permettront de compléter les quelques 4500 formulaires collectés indépendamment sur Nice par le Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement (CETE) pour une étude de l'agglomération niçoise au 1:5000 et menée dans le cadre du projet "Gémitis".

Les formulaires individuels ne peuvent pas se substituer aux formulaires collectifs diffusés aux mairies, gendarmeries, et sapeurs-pompier mais ils représentent une source d'information complémentaire importante pour les agglomérations de plus de 10 000 habitants. Par ailleurs les informations collectées à l'adresse permettent d'obtenir des informations fines, ce qui vient naturellement renforcer les études de microzonage sismique.

Accompagné d'un grondement sourd semblable au passage d'un camion, d'un avion de chasse, d'un souffle violent ou encore au passage d'un métro, la secousse du 25 février 2001, dont la durée évaluée généralement par les témoins entre 2 et 5 secondes, a visiblement mis en émoi et laissé mal à l'aise l'ensemble de la population du département des Alpes-Maritimes. Elle a inquiété de nombreux habitants du Var et des Alpes de Haute-Provence (au sud principalement). **Ressenti entre Menton et Marseille et jusqu'à 100km à l'intérieur des terres**, ce séisme est l'un des plus forts depuis le 21 avril 1995, date du séisme de 4.7MI situé au large de San Remo en mer Ligure (Courboulex et coll. 1998).

Les pompiers des Alpes-Maritimes ont été submergés d'appels de particuliers (947 en 1h1/2) désirant connaître la cause du phénomène ou le risque d'une réplique éventuelle. Il est important de noter que

**DONNEES
MACROSISMQUES**

Intensité
maximale : V
formulaire
collectifs : 542
formulaire
individuels : 1214
enquête portant sur
4 départements :
04, 06, 83, 84

**calculs sur
l'isoséiste
d'intensité III**

12400 km²
1 950 000 habitants
387 communes
250 communes
ont répondu
à l'enquête

Dégâts signalés
40 communes

beaucoup de personnes soulignent leur méconnaissance des gestes ou attitudes à adopter lors d'un tel événement ; le BCSF mettra en réponse à cette préoccupation des informations en ligne sur son site Internet.

L'intensité maximale observée sur l'échelle EMS98 est de V à Nice, ce qui correspond sur la ville à une forte secousse ressentie à l'intérieur par la plupart des personnes (>50%) et à l'extérieur par un petit nombre (>10%). Les personnes ressentent des vibrations ou des balancements. Les objets suspendus oscillent considérablement, les petits objets instables ou mal fixés peuvent être déplacés ou tomber.

Le BCSF a déterminé pour:

- 222 communes, une intensité égale à I (non ressentie) ;
- 16 communes, une intensité égale à II ou entre II et III ;
- 90 communes, une intensité égale à III ou entre III et IV ;
- 59 communes, une intensité égale à IV ou entre IV et V ;
- 6 communes, une intensité égale à V .

L'intensité maximale observée de V a été atteinte dans le 06 à Nice , Castellar, Falicon, La Trinité ; dans le 04 à Allons, dans le 83 à Chateaudouble, dans le 84 à Gignac. Le foyer sismique étant en mer, à une trentaine de kilomètres de la côte, l'intensité épiscopale ne peut-être connue. Cependant, en tenant compte des lois d'atténuation standard de l'intensité avec la distance, l'intensité épiscopale pourrait atteindre VI.

En Italie sur la côte Ligure la secousse n'a été que légèrement ressentie.

Sur la carte des intensités on peut observer un phénomène qui pourrait être lié à un effet de site dans la vallée de la Tinée, où aucun des villages entre Roure et Tournefort n'a perçu la secousse. Seule la commune d'Isola semble avoir observé largement la secousse (intensité IV). Les villages de cette vallée ne sont d'ailleurs pas installés en fond de vallée mais perchés à quelques centaines de mètres au-dessus du fond de vallée. La vallée du Var, au SW de celle de la Tinée, a ressenti les effets de la secousse de façon assez nette (intensité de III à IV).

La courbe isoséiste IV longe le sud du massif de l'Escarène comme si les ondes sismiques étaient renforcées par la topographie.

L'intensité notée de V à Gignac, de IV à Gargas et de II à Apt pourrait montrer un effet d'amplification local des ondes.

IV.2 Effets observés

Le séisme du 25 février 2001, bien qu'ayant impressionné la population n'a pas eu de conséquence dommageables graves. Il vient rappeler, s'il en était besoin, que le Sud-Est reste une région sismiquement active de France.

On sait que les effets ressentis dépendent de nombreux facteurs conjugués, géologie, topographie, type de construction, hauteur du bâtiment, résonance propre des bâtiments. Ces observations se retrouvent dans les données collectées sur les différentes agglomérations au travers des formulaires individuels, on peut noter des variations importantes d'intensités entre les quartiers, ou entre certaines constructions. Les témoins proches parfois de quelques centaines de mètres ressentent de façon très différente la secousse. Il est donc très important d'acquiescer de nombreuses données individuelles pour fiabiliser l'estimation de l'intensité à la commune.

Bruits entendus

Le bruit a été signalé dans 112 communes principalement comme un grondement faible ou fort, ou dans une plus faible proportion comme une explosion.

Sentiments de peur et d'inquiétude

Sur la ville de Nice, à la question : la secousse m'a inquiété, effrayé, ou paniqué ; 289 témoignages répondent "inquiété", 123 "effrayé", 46 "paniqué". Si l'on distingue les réponses par étage, on observe que les cas de panique relevés sont tous situés au-dessus du 5ième étage.

NICE :	INQUIETE	EFFRAYE	PANIQUE
RC	>38	8	
1-2	->78	33	
3-4	->86	38	
5e et +	-> 64	37	9

Cette observation étendue à l'ensemble des départements montrent des cas de panique majoritairement au dessus du 3-4e sur les villes suivantes :

(dpt 06) Antibes, Beausoleil, Cagnes-sur-Mer, Cannes, Fréjus, La Colle-sur-Loup, La Motte, La Trinité, Le Cannet.

Il est à noter que les formulaires (collectifs ou individuels) de dernière génération (01/2000) permettent de prendre en compte dans l'estimation des intensités les effets d'amplification liés aux étages, et donc de corriger la valeur d'intensité pour la ramener au niveau du sol.

Dans certains quartiers notamment dans le vieux Nice les habitants sont sortis de leur habitation.

A Castellar (06), la mairie nous indique que plus de 50% des personnes sont sorties dans la rue, tandis que pour les communes de Beaulieu/Mer (06), Saint-Laurent-du-Var (06), Sainte-Agnès (06), Brignoles (83), Trans-en-Provence (06), Breil/Roya (06), Falicon (06), La Trinité (06), Saint-André (06), Grasse (06), Cap-d'Ail (06) 10 à 50% des personnes ont quitté leur logement, 45 autres communes nous indiquent également que moins de 10% des habitants sont sortis de leur logement.

Une vingtaine de villes nous signalent des pertes d'équilibres pour moins de 10% des habitants sans pouvoir distinguer les étages ni le nombre exact de ces effets sur la commune.

Effets sur les objets

Des chutes de petits objets dans les étages inférieurs au 3ième sont signalés à Antibes (06), Cannes (06), Cagnes-sur-Mer (06), Cap-D'Ail (06), Draguignan (83), Gattières (06), La Valette-du-Var (83), Le Cannet (06), Mandelieu-la-Napoule (06), Menton (06), Nice (06), Ramatuelle (83), Trans-en-Provence (83), Gignac (84), Le Cannet (06), La Trinité (06), Castellar (06), Apt (84). Les mêmes chutes pour les étages supérieurs sont signalées à Cannes (06), Tourette-sur-Loup (06), Valbonne (06), Trans-en-Provence (83), Le Cannet (06), Castellar (06), St-Laurent-du-Var (06), .

Des chutes de mobiliers légers sont signalées à Collobrières (06), Bouyon (06), Grasse (06), au dessus du 3ième étage et Nice (au RC , 1-2 et 3-4). Quatre témoignages individuels indiquent des chutes de mobiliers lourds à : Grasse et Nice au 3-4 et 1-2.

Energie électrique

Des coupures d'électricité ont été signalées au Cannet (10mn) sur l'ensemble d'un quartier, et à Nice une baisse sensible de l'énergie électrique (1 à 2s) sans coupure.

Témoignage isolé

Localisé à Grenoble au 15ième étage d'un immeuble.

Enregistrements accélérométriques (annexe 5)

Quelques enregistrements accélérométriques sont disponibles dans la région de Nice et à Menton (Réseau Accélérométrique Permanent RAP, LGIT-Grenoble ; Géosciences Azur-Nice Sophia Antipolis, CETE Méditerranée). L'annexe 5 montre les accélérations horizontales nord-sud à ces stations (site Internet : <http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr>). D'importantes variations d'amplitudes sont observées. Elles seront à mettre en relation avec les intensités macrosismiques locales.

V. Conclusions

1. Le séisme du 25 février 2001, de magnitude 4.7 est l'un des plus importants de ces dernières années en France métropolitaine. Il a sensibilisé 1 950 000 habitants (isoséiste III / 12400 km²).

2. Sur le plan tectonique le séisme du 25 février est bien compris. Il correspond à un mouvement en faille inverse au pied de la marge ligure en mer sous l'effet de la compression tectonique NW-SE dans la région. Le mécanisme de ce séisme est pratiquement identique à celui du 26 décembre 1989.

3. L'enquête macrosismique a montré clairement que ce séisme a été fortement ressenti par la population sur les départements des Alpes Maritimes, et du Var. Fort heureusement localisé en mer il n'a pas fait de dégât important, et aucune victime n'est à déplorer.

Il est important de noter que ce type d'enquête est basé sur la sincérité des réponses. La nature des dégâts matériels mentionnés doit par conséquent être considérée avec beaucoup de précaution. Il arrive qu'un dommage ancien ne soit remarqué qu'après un séisme. Seule l'expertise des dégâts par un expert du bâtiment permet d'attester la concomitance entre les désordres constatés et le séisme faisant l'objet de ce rapport.

4. Les personnes témoignant s'interrogent pour la plupart sur le comportement qu'elles peuvent avoir avant, pendant et après le séisme. Ceci traduit un déficit évident d'informations vers le grand public.

5. Il serait souhaitable de développer la collecte des formulaires individuels de façon plus importante, en complément du réseau des SIDPC afin de valider de manière plus certaines les intensités notamment sur les grandes agglomérations. En Alsace-Moselle par exemple un accord de partenariat passé avec LA POSTE permet au BCSF la diffusion dans les bureaux de poste de formulaires individuels dans les communes concernées .

VI. Remerciements

Rédaction

- Michel Cara, Professeur EOST, Directeur du BCSF
- Eric Jacques, Physicien Adjoint EOST/BCSF
- Hoang Trong Pho, Physicien EOST
- Christophe Sira, Technicien CNRS - EOST

Localisations

- Christiane Nicoli, Technicienne Renass/EOST
- Didier Brunel, Françoise Courboulex, Anne Deschamps
Laboratoire Géosciences Azur
- Laboratoire de Détection de Géophysique du CEA

L'enquête macrosismique a pu être organisée grâce à la participation active des SIDPC des départements suivants :
Les Alpes-Maritimes, Les Alpes de Hautes-Provence, Les Bouches-du-Rhône, Le Var, le Vaucluse

Financements

- Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre :
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 départements cités pour leur participation active à notre enquête, le Laboratoire Géosciences-Azur au travers des personnes de Anne Deschamps, Françoise Courboulex et Jean Virieux pour leur collaboration scientifique, ainsi que les médias France3 Alpes-Maritimes, Nice Matin, Dora.Com pour leur soutien dans la collecte des données individuelles et la promotion du site Internet du BCSF. Une note d'information préliminaire de l'IPSN a été prise en compte pour rédiger l'analyse tectonique. Nos remerciements s'adressent également à André Laurenti pour sa collecte d'informations à Cagnes-sur-Mer.

VII. ANNEXES

- 1 - Résumé de l'échelle EMS98
- 2 - Formulaire d'enquête collectif
- 3 - Formulaire d'enquête individuel
- 4- Sismicité observée
- 5- Accélérogrammes

Annexe 1

Résumé simplifié de l'échelle macrosismique européenne (EMS 98)

Intensité	Définition	Description
I	Non ressenti	Non ressenti, même dans les circonstances les plus favorables
II	A peine ressenti	La vibration n'est ressentie que par quelques personnes au repos, en particulier dans les étages supérieurs des bâtiments.
III	Faible	Une faible vibration est ressentie à l'intérieur par quelques personnes. Des personnes au repos ressentent un balancement ou un léger tremblement.
IV	Largement observé	Le séisme est ressenti à l'intérieur par de nombreuses personnes et par un très petit nombre dehors. Quelques personnes sont réveillées. L'amplitude des vibrations reste modérée. Les fenêtres, les portes et la vaisselle vibrent. Les objets suspendus se balancent.
V	Fort	Le séisme est ressenti à l'intérieur par la plupart des personnes et par un petit nombre dehors. Les personnes endormies se réveillent. Quelques personnes sortent en courant. Les bâtiments entre en vibrations. Les objets suspendus oscillent fortement. La vaisselle, les verres tintent. La vibration est forte. Quelques objets lourds et instables se renversent. Les portes et les fenêtres s'ouvrent ou se ferme.
VI	Légers dégâts	Ressenti par la plupart des personnes à l'intérieur et par beaucoup dehors. De nombreuses personnes sont effrayées dans les bâtiments et courent vers les sorties. Les objets tombent. De légers dégâts apparaissent dans les bâtiments ordinaires : petites fissures dans les plâtres, chute de petits morceaux de plâtre...
VII	Dégâts	La plupart des personnes sont effrayées et courent vers les sorties. Les meubles sont déplacés et de nombreux objets tombent des étagères. Un grand nombre de bâtiments ordinaires sont endommagés: petites fissures dans les plâtres, chute partielles de cheminées...
VIII	Importants dégâts	Du mobilier peut être renversé. De nombreux bâtiments ordinaires sont endommagés: chutes de cheminées, larges fissures dans les murs et un petit nombre de bâtiments peuvent s'effondrer partiellement.
IX	Destructions	Les monuments sont renversés. De nombreux bâtiments ordinaires s'écroulent partiellement et un petit nombre s'effondrent.
X	Nombreuses destructions	Un grand nombre de bâtiments ordinaires s'effondrent.
XI	Destructions généralisées	La plupart des bâtiments ordinaires s'effondrent.
XII	Destruction totale	Toute structure à l'air libre ou en sous-sol est fortement endommagée ou détruite.

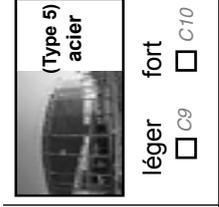
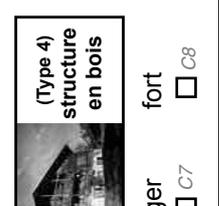
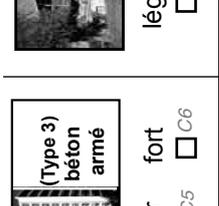
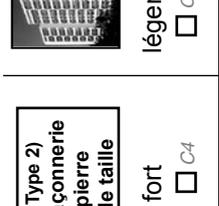
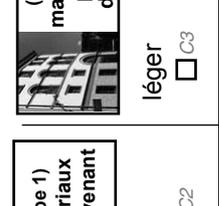
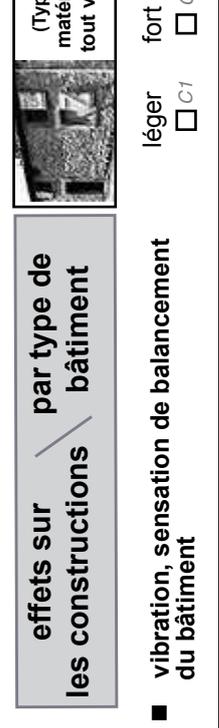
Adapté du résumé utilisé par le British Geological Survey (résumé original : Grünthal, G., (ed.), (1998). «European Macroseismic Scale 1998», Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie Volume 15, Luxembourg.

Présentation simplifiée des degrés de dommage aux constructions (pour plus de précision et distinction entre les types de construction se reporter à l'échelle d'intensité EMS98)

DEGRE	dégâts sur les éléments non-structuraux	dégâts sur les éléments structuraux
Degré 1	léger (ex: fissures fines)	négligeable
Degré 2	modéré (ex : chute de gros morceaux de plâtre)	léger (ex : fissures dans les murs porteurs)
Degré 3	important (ex : chute de tuiles, cheminées, larges crevasses...)	modéré (ex : fissures aux joints poutres-poteaux)
Degré 4	très important (ex : ruine partielle de murs)	important (ex : endommagement des planchers)
Degré 5	effondrement	très important (ex : ruines partielle ou totale)

* Elément structural partie de la structure de la construction (poutre, poteau, mur porteur...)

* Elément non structural mur de remplissage (cloison, parement, revêtement de mur...)

<p align="center">effets sur les constructions / par type de bâtiment</p>	 <p>(Type 1) matériaux tout venant</p>	 <p>(Type 2) maçonnerie pierre de taille</p>	 <p>(Type 3) béton armé</p>	 <p>(Type 4) structure en bois</p>	 <p>(Type 5) acier</p>	 <p>(Type 6) construction parasismique</p>
<p>■ vibration, sensation de balancement du bâtiment</p> <p align="center">léger <input type="checkbox"/> C1 fort <input type="checkbox"/> C2</p>	<p align="center">léger <input type="checkbox"/> C3 fort <input type="checkbox"/> C4</p>	<p align="center">léger <input type="checkbox"/> C5 fort <input type="checkbox"/> C6</p>	<p align="center">léger <input type="checkbox"/> C7 fort <input type="checkbox"/> C8</p>	<p align="center">léger <input type="checkbox"/> C9 fort <input type="checkbox"/> C10</p>	<p align="center">léger <input type="checkbox"/> C11 fort <input type="checkbox"/> C12</p>	
<p>■ dommages aux parties non porteuses du bâtiment <small>(murs de remplissage, cloisons, revêtement des murs intérieurs ou extérieurs)</small></p> <p>■ fissures fines ou superficielles _____</p> <p>■ fissures larges et profondes _____</p> <p>■ chute de petits morceaux de plâtre ou d'un élément haut mal scellé _____</p> <p>■ chute de gros morceaux de plâtre ou de revêtement _____</p> <p>■ écroulement de morceaux de cloisons, murs, pignons _____</p>	<p align="center">oui <input type="checkbox"/> C13 non <input type="checkbox"/> C14</p> <p>en petit nombre <input type="checkbox"/> C25 en grand nombre <input type="checkbox"/> C26</p> <p><input type="checkbox"/> C27 <input type="checkbox"/> C28</p> <p><input type="checkbox"/> C39 <input type="checkbox"/> C40</p> <p><input type="checkbox"/> C51 <input type="checkbox"/> C52</p> <p><input type="checkbox"/> C63 <input type="checkbox"/> C64</p> <p><input type="checkbox"/> C75 <input type="checkbox"/> C76</p>	<p align="center">oui <input type="checkbox"/> C15 non <input type="checkbox"/> C16</p> <p>en petit nombre <input type="checkbox"/> C27 en grand nombre <input type="checkbox"/> C28</p> <p><input type="checkbox"/> C39 <input type="checkbox"/> C40</p> <p><input type="checkbox"/> C51 <input type="checkbox"/> C52</p> <p><input type="checkbox"/> C63 <input type="checkbox"/> C64</p> <p><input type="checkbox"/> C75 <input type="checkbox"/> C76</p>	<p align="center">oui <input type="checkbox"/> C17 non <input type="checkbox"/> C18</p> <p>en petit nombre <input type="checkbox"/> C29 en grand nombre <input type="checkbox"/> C30</p> <p><input type="checkbox"/> C41 <input type="checkbox"/> C42</p> <p><input type="checkbox"/> C53 <input type="checkbox"/> C54</p> <p><input type="checkbox"/> C65 <input type="checkbox"/> C66</p> <p><input type="checkbox"/> C77 <input type="checkbox"/> C78</p>	<p align="center">oui <input type="checkbox"/> C19 non <input type="checkbox"/> C20</p> <p>en petit nombre <input type="checkbox"/> C31 en grand nombre <input type="checkbox"/> C32</p> <p><input type="checkbox"/> C43 <input type="checkbox"/> C44</p> <p><input type="checkbox"/> C55 <input type="checkbox"/> C56</p> <p><input type="checkbox"/> C67 <input type="checkbox"/> C68</p> <p><input type="checkbox"/> C79 <input type="checkbox"/> C80</p>	<p align="center">oui <input type="checkbox"/> C21 non <input type="checkbox"/> C22</p> <p>en petit nombre <input type="checkbox"/> C33 en grand nombre <input type="checkbox"/> C34</p> <p><input type="checkbox"/> C45 <input type="checkbox"/> C46</p> <p><input type="checkbox"/> C57 <input type="checkbox"/> C58</p> <p><input type="checkbox"/> C69 <input type="checkbox"/> C70</p> <p><input type="checkbox"/> C81 <input type="checkbox"/> C82</p>	<p align="center">oui <input type="checkbox"/> C23 non <input type="checkbox"/> C24</p> <p>en petit nombre <input type="checkbox"/> C35 en grand nombre <input type="checkbox"/> C36</p> <p><input type="checkbox"/> C47 <input type="checkbox"/> C48</p> <p><input type="checkbox"/> C59 <input type="checkbox"/> C60</p> <p><input type="checkbox"/> C71 <input type="checkbox"/> C72</p> <p><input type="checkbox"/> C83 <input type="checkbox"/> C84</p>
<p>■ dommages à la structure du bâtiment <small>(poutres, poteaux, murs porteurs, panneaux et dalles armées, etc.)</small></p> <p>■ fissures fines ou superficielles _____</p> <p>■ fissures larges et profondes _____</p> <p>■ fissures aux joints de poutres, poteaux, angles de murs _____</p> <p>■ chute de mortier aux joints de murs ou dalles armées _____</p> <p>■ flambage, torsion de poteaux _____</p> <p>■ effondrement partiel de toits et planchers _____</p> <p>■ effondrement de quelques poteaux ou d'un étage _____</p> <p>■ effondrement quasi total des structures _____</p>	<p align="center">oui <input type="checkbox"/> C85 non <input type="checkbox"/> C86</p> <p>en petit nombre <input type="checkbox"/> C87 en grand nombre <input type="checkbox"/> C88</p> <p><input type="checkbox"/> C89 <input type="checkbox"/> C90</p> <p><input type="checkbox"/> C99 <input type="checkbox"/> C100</p> <p><input type="checkbox"/> C111 <input type="checkbox"/> C112</p> <p><input type="checkbox"/> C123 <input type="checkbox"/> C124</p>	<p align="center">oui <input type="checkbox"/> C87 non <input type="checkbox"/> C88</p> <p>en petit nombre <input type="checkbox"/> C89 en grand nombre <input type="checkbox"/> C90</p> <p><input type="checkbox"/> C99 <input type="checkbox"/> C100</p> <p><input type="checkbox"/> C111 <input type="checkbox"/> C112</p> <p><input type="checkbox"/> C123 <input type="checkbox"/> C124</p>	<p align="center">oui <input type="checkbox"/> C89 non <input type="checkbox"/> C90</p> <p>en petit nombre <input type="checkbox"/> C91 en grand nombre <input type="checkbox"/> C92</p> <p><input type="checkbox"/> C101 <input type="checkbox"/> C102</p> <p><input type="checkbox"/> C113 <input type="checkbox"/> C114</p> <p><input type="checkbox"/> C125 <input type="checkbox"/> C126</p>	<p align="center">oui <input type="checkbox"/> C91 non <input type="checkbox"/> C92</p> <p>en petit nombre <input type="checkbox"/> C103 en grand nombre <input type="checkbox"/> C104</p> <p><input type="checkbox"/> C115 <input type="checkbox"/> C116</p> <p><input type="checkbox"/> C127 <input type="checkbox"/> C128</p>	<p align="center">oui <input type="checkbox"/> C93 non <input type="checkbox"/> C94</p> <p>en petit nombre <input type="checkbox"/> C105 en grand nombre <input type="checkbox"/> C106</p> <p><input type="checkbox"/> C117 <input type="checkbox"/> C118</p> <p><input type="checkbox"/> C129 <input type="checkbox"/> C130</p>	<p align="center">oui <input type="checkbox"/> C95 non <input type="checkbox"/> C96</p> <p>en petit nombre <input type="checkbox"/> C107 en grand nombre <input type="checkbox"/> C108</p> <p><input type="checkbox"/> C119 <input type="checkbox"/> C120</p> <p><input type="checkbox"/> C131 <input type="checkbox"/> C132</p>
<p>■ dommages aux toitures et cheminées</p> <p>■ chute de couronne ou de partie de cheminée _____</p> <p>■ chute de cheminée (cassée au ras du toit) _____</p> <p>■ Toitures</p> <p>■ chute de tuiles, d'ardoises _____</p> <p>■ effondrement _____</p>	<p align="center">oui <input type="checkbox"/> C185 non <input type="checkbox"/> C186</p> <p>en petit nombre <input type="checkbox"/> C187 en grand nombre <input type="checkbox"/> C188</p> <p><input type="checkbox"/> C199 <input type="checkbox"/> C200</p> <p><input type="checkbox"/> C211 <input type="checkbox"/> C212</p> <p><input type="checkbox"/> C223 <input type="checkbox"/> C224</p>	<p align="center">oui <input type="checkbox"/> C187 non <input type="checkbox"/> C188</p> <p>en petit nombre <input type="checkbox"/> C199 en grand nombre <input type="checkbox"/> C200</p> <p><input type="checkbox"/> C211 <input type="checkbox"/> C212</p> <p><input type="checkbox"/> C223 <input type="checkbox"/> C224</p>	<p align="center">oui <input type="checkbox"/> C189 non <input type="checkbox"/> C190</p> <p>en petit nombre <input type="checkbox"/> C201 en grand nombre <input type="checkbox"/> C202</p> <p><input type="checkbox"/> C213 <input type="checkbox"/> C214</p> <p><input type="checkbox"/> C225 <input type="checkbox"/> C226</p>	<p align="center">oui <input type="checkbox"/> C191 non <input type="checkbox"/> C192</p> <p>en petit nombre <input type="checkbox"/> C203 en grand nombre <input type="checkbox"/> C204</p> <p><input type="checkbox"/> C215 <input type="checkbox"/> C216</p> <p><input type="checkbox"/> C227 <input type="checkbox"/> C228</p>	<p align="center">oui <input type="checkbox"/> C193 non <input type="checkbox"/> C194</p> <p>en petit nombre <input type="checkbox"/> C205 en grand nombre <input type="checkbox"/> C206</p> <p><input type="checkbox"/> C217 <input type="checkbox"/> C218</p> <p><input type="checkbox"/> C229 <input type="checkbox"/> C230</p>	<p align="center">oui <input type="checkbox"/> C195 non <input type="checkbox"/> C196</p> <p>en petit nombre <input type="checkbox"/> C207 en grand nombre <input type="checkbox"/> C208</p> <p><input type="checkbox"/> C219 <input type="checkbox"/> C220</p> <p><input type="checkbox"/> C231 <input type="checkbox"/> C232</p>

utilisez si nécessaire une page complémentaire pour noter les observations

type
domestique
élevage

situation
à l'intérieur d'un bâtiment
à l'extérieur d'un bâtiment

réaction
mal à l'aise
effrayé

sans réaction

Type du bâtiment (localisé à l'adresse indiquée en 1ère page)

 matériaux tout venant <input type="checkbox"/>	 maçonnerie pierre de taille <input type="checkbox"/>	 béton armé <input type="checkbox"/>	 structure en bois <input type="checkbox"/>	 acier <input type="checkbox"/>	 construction parasismique <input type="checkbox"/>
---	--	---	--	--	--

■ date de construction : avant 1945 entre 1946 et 1997 après 1997

Effets sur les constructions

■ vibration, sensation de balancement du bâtiment _____ léger fort

dommages aux parties non porteuses du bâtiment _____ oui non

(murs de remplissage, cloisons, revêtement des murs intérieurs ou extérieurs)

en petit nombre _____ en grand nombre _____

- fissures fines ou superficielles dans les murs _____
- fissures larges profondes dans les murs _____
- chute de petits morceaux de plâtre ou d'un élément haut mal scellé _____
- chute de gros morceaux de plâtre ou de revêtement _____
- effondrement de morceaux de cloisons, murs, pignons _____

dommages à la structure du bâtiment _____ oui non

(poutres, poteaux, murs porteurs, panneaux et dalles armées...)

oui non

oui non

- fissures fines
- fissures larges _____
- fissures aux joints de poutres, poteaux, angles de murs _____
- chute de mortier aux joints de murs ou dalles armées _____
- flambage, torsion de poteaux _____
- déplacement de poutres (toits ou planchers) _____
- effondrement de poteaux ou d'un étage _____
- effondrement quasi total des structures _____

dommages aux toitures et cheminées

Cheminée _____ oui non

- chute de couronne de cheminée _____
- chute de cheminée (cassée au ras du toit) _____

Toiture _____ en petit nombre en grand nombre

- chute de tuiles, d'ardoises _____
- _____ partiel total
- effondrement _____

Notez les autres observations, utilisez si nécessaire une page complémentaire
(glissements de terrain, chute de rocher, crevasse dans le sol, débit des sources, niveau des sources, niveaux des puits, phénomènes lumineux, autres secousses ressenties (date et heure) ...)

Nom de la personne ayant rempli le formulaire

signature

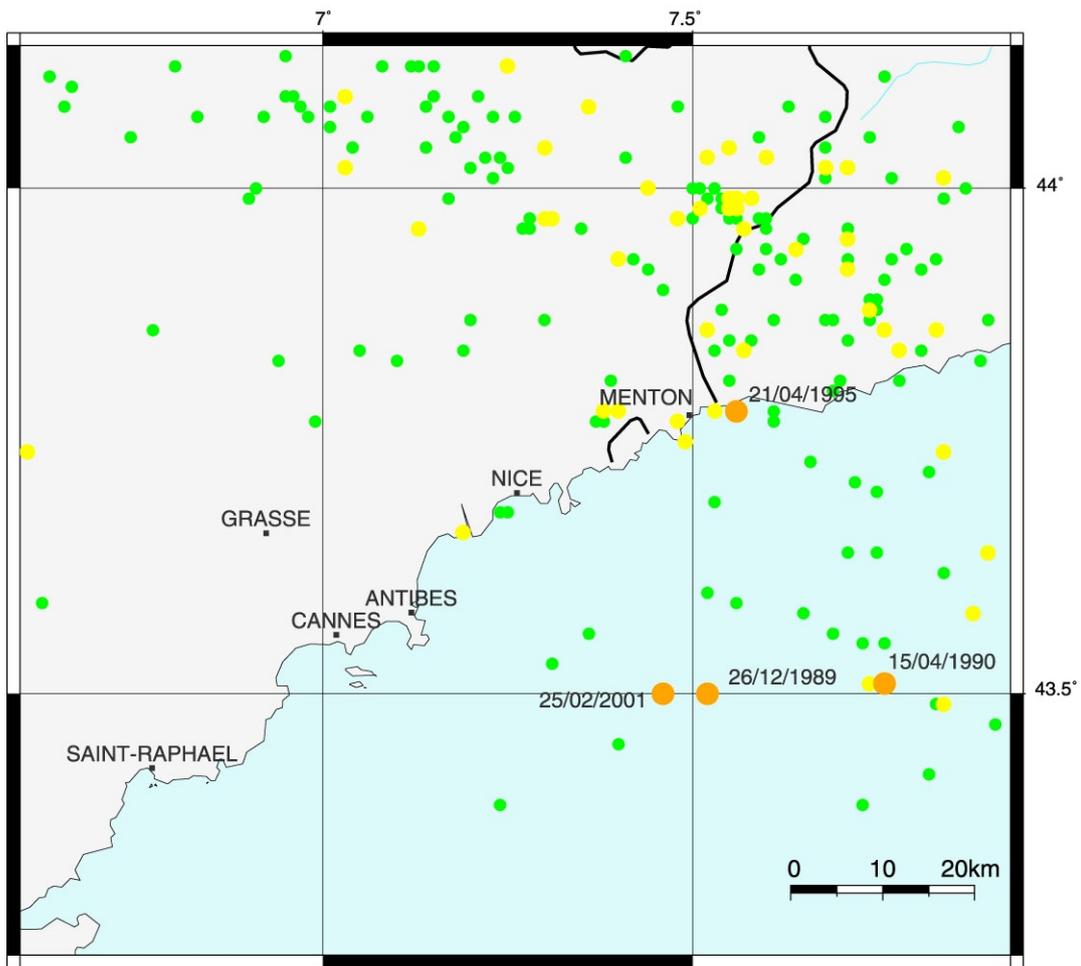
rubrique dédiée à l'enseignement

Coordonnées géographiques du lieu d'observation en degrés décimaux
(voir carte 1:200 000e)

latitude : degrés Nord
longitude : degrés Ouest Est

Annexe 4 - Sismicité observée

Sismicité - région de Nice du 01/ 01/1980 au 22/ 05/2001



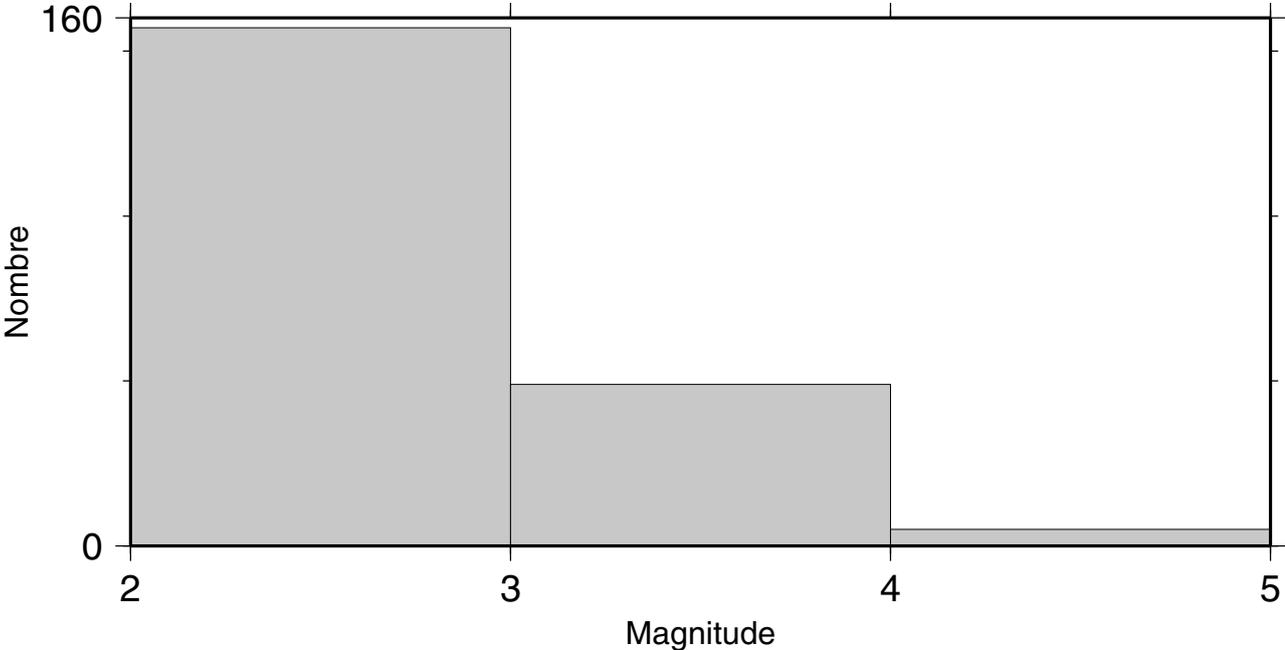
- 2 <= Magnitude < 3
- 3 <= Magnitude < 4
- 4 <= Magnitude < 5

211 Séismes.

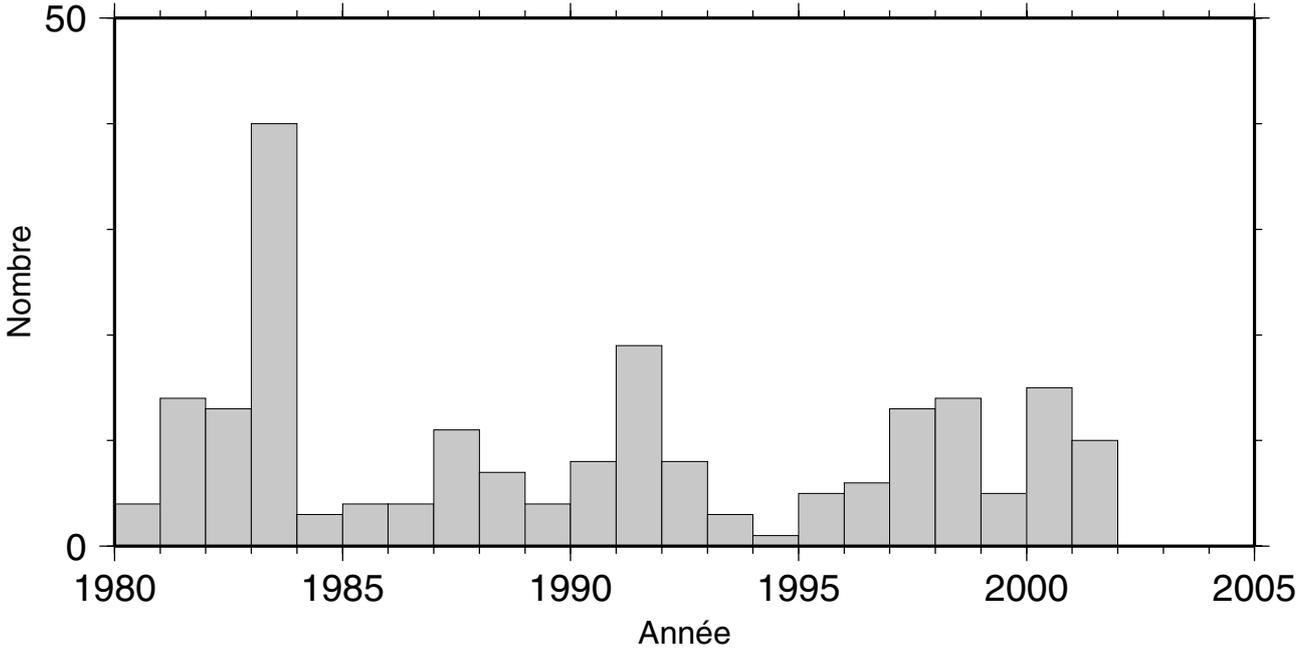
ReNaSS
Réalisation Réseau National
de Surveillance Sismique
Ecole et Observatoire
des Sciences de la Terre
mai 2001 - Données BCSF 2001

Sismicite region de Nice (50 km autour) [1/ 1/1980 - 22/ 5/2001]
211 séismes enregistrés.

Histogramme du nombre de séismes par Magnitude



Histogramme du nombre de séismes par Année



Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre (E.O.S.T.) de Strasbourg.
Réseau National de Surveillance Sismique (RéNaSS).

Annexe 5 - Accélérogrammes

Séisme du 25 février 2001, accélérations horizontales du sol (NS)

Réseau Accélérométrique Permanent (RAP-LGIT Grenoble, Géosciences Azur, CETE Méditerranée)

