

Rapport sismologique

A l'attention de la commission interministérielle sur les catastrophes naturelles

Séisme au nord de Digne-les-Bains

(Alpes de Haute-Provence)

17 janvier 2023 à 14 h 31 TU

Magnitude 3,9 $M_{L(RENASS)}$

Intensité communale maximale IV (EMS98)



Bureau central sismologique français
Réseau national de surveillance sismique

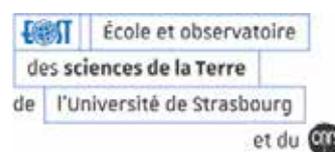


TABLE DES MATIERES

1. Localisation et autres paramètres de la source	p.4
2. Analyse macrosismique	p.9
2.1. Enquête macrosismique et intensités de la secousse	p.9
2.2. Effets sur les personnes (témoignages individuels)	p.11
2.3. Effets sur les objets (témoignages individuels)	p.14
2.4. Effets sur les constructions	p.15
3. Conclusions	p. 16
4. Annexes	
Annexe 1 – Résumé de l'échelle d'intensité	p.17
Annexe 2 – Formulaire d'enquête du BCSF-Rénass	p.21
Annexe 3 – Tableau des intensités macrosismiques	p.25
Annexe 4 – Carte de modélisation de la secousse	p.28
Annexe 5 – Zonage d'aléa réglementaire	p.29
Annexe 6 – Glossaire et références	p.30

1. Localisation et autres paramètres de la source

Localisation

L'épicentre du séisme principal qui s'est produit le 17 janvier 2023 à 14 h 31 TU (15 h 31 en heure locale), est situé dans le département des Alpes-de-Haute-Provence (04) à 5 km au sud-ouest de la commune de Barles (intensité IV). Il est localisé en zone d'aléa réglementaire moyenne (annexe 3).

Les localisations du CEA-DASE et du BCSF-Rénass pour ce séisme sont très proches l'une de l'autre.

organisme	Latitude	Longitude	profondeur	magnitude
CEA-DASE	44,23	6,25	-	4,1 ML
BCSF-Rénass	44,24	6,22	14 km	3,9 M_{Lv}

Tableau 1 : Localisations et magnitudes locales selon les organismes nationaux de suivi de l'activité sismique du territoire (à la date de cette publication)

Magnitude

Les observatoires publient des valeurs de magnitude M_L légèrement différentes selon la méthode appliquée et les données utilisées. Si les incertitudes sur ces magnitudes ne sont pas toujours indiquées, il faut habituellement considérer qu'elles sont d'environ 0,2.

Les magnitudes M_w calculées par Géoazur et l'IPGP sont ici similaires (3,52 d'après Géoazur et 3,44 d'après IPGP). Les profondeurs issues de la méthode de calcul utilisée pour le calcul des M_w sont comprises entre 7 et 12 km, légèrement inférieures à celles calculées à partir des temps d'arrivées des ondes (BCSF-Rénass).

organisme	prof. (km)	magnitude M_w	Méthode pour le calcul M_w
Géoazur	7	3,52	FMNEAR
IPGP	12,6	3,44	inversion des spectres de déplacement des ondes S

Tableau 2 : Profondeur et magnitude M_w (Géoazur, B. Delouis ; IPGP, C. Satriano)

Mécanisme au foyer

Le mécanisme au foyer, déterminé à partir de l'inversion des formes d'ondes (FMNEAR, fig. 1.1) indique un mécanisme principalement en faille inverse avec une légère composante décrochante. Le plan de faille est soit quasi-vertical et orienté Est-Ouest, soit proche de l'horizontal et orienté Nord-Sud. La localisation des répliques semble privilégier le plan orienté Est-Ouest (fig. 1-3).

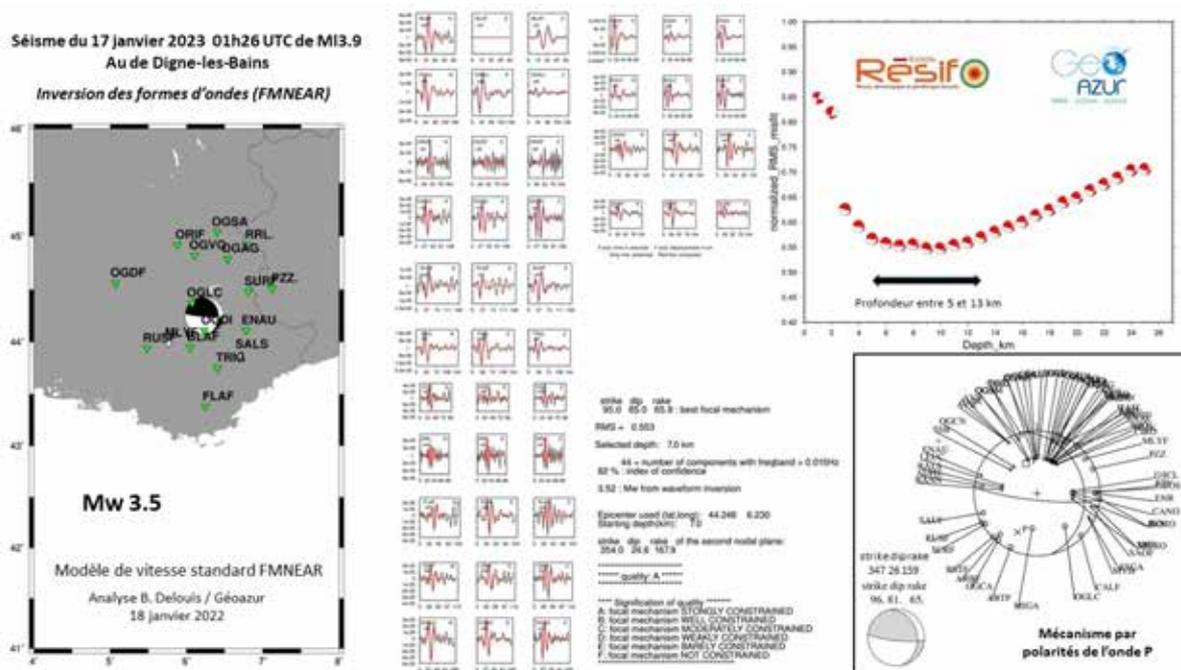


Fig. 1-1 Mécanisme au foyer (B. Delouis, Géoazur)

Répliques

Ce séisme a été suivi de très nombreuses répliques localisées par le BCSF-Rénass ; 6 dépassent la magnitude 2 (en rouge dans le tableau 3) dont 4 le jour du choc principal (en temps local). La grande majorité se produisent le 17/01/2023 mais quelques-unes se produisent encore jusqu'au 29/01/2023. Deux répliques seulement ont été signalées ressenties à Barles (5 km de l'épicentre du choc principal), comme l'explique ce témoin : « puis deux autres répliques environ un quart d'heure plus tard beaucoup plus faibles (simples bruits semblables à un orage lointain) ».

Time	Latitude	Longitude	Depth/km	Magnitude
2023-01-17T14:33:30,426226Z	44,24	6,21	7,00	2,14
2023-01-17T14:35:41,859229Z	44,25	6,28	15,32	1,01
2023-01-17T14:36:25,958837Z	44,23	6,22	14,04	1,35
2023-01-17T14:40:31,091237Z	44,25	6,21	4,30	1,41
2023-01-17T14:41:29,847040Z	44,24	6,21	11,89	1,38
2023-01-17T14:48:00,095492Z	44,24	6,21	8,54	1,54
2023-01-17T14:49:11,459215Z	44,21	6,17	12,42	1,10
2023-01-17T14:53:25,352026Z	44,24	6,21	9,16	1,33
2023-01-17T14:54:18,768579Z	44,25	6,21	4,01	1,29
2023-01-17T14:58:16,209126Z	44,24	6,22	7,00	1,57
2023-01-17T15:02:56,675842Z	44,24	6,22	7,82	1,49
2023-01-17T15:03:08,929582Z	44,26	6,29	7,00	1,11
2023-01-17T15:13:56,211197Z	44,23	6,19	13,77	1,26
2023-01-17T15:35:29,587705Z	44,24	6,21	7,18	1,27
2023-01-17T15:36:39,772723Z	44,23	6,21	15,98	0,97
2023-01-17T16:23:40,551089Z	44,24	6,22	8,96	1,40
2023-01-17T16:29:44,232510Z	44,24	6,22	7,00	1,39

2023-01-17T17:26:29,253858Z	44,25	6,22	0,95	1,38
2023-01-17T17:46:31,739522Z	44,24	6,23	12,01	2,39
2023-01-17T20:34:13,574431Z	44,25	6,22	14,04	1,32
2023-01-17T20:44:42,778764Z	44,24	6,23	12,37	3,04
2023-01-17T20:59:25,245397Z	44,25	6,28	16,62	0,90
2023-01-17T20:59:50,714955Z	44,25	6,21	8,99	1,48
2023-01-17T21:08:08,468940Z	44,24	6,23	11,59	1,79
2023-01-17T21:41:15,542771Z	44,25	6,21	2,14	1,52
2023-01-17T21:42:13,572665Z	44,24	6,22	8,56	1,73
2023-01-17T21:43:24,280484Z	44,25	6,28	14,80	0,80
2023-01-17T21:54:31,498762Z	44,24	6,22	12,67	2,16
2023-01-17T23:20:08,321160Z	44,24	6,23	12,05	2,96
2023-01-17T23:22:30,267024Z	44,23	6,21	11,36	1,41
2023-01-17T23:23:09,971575Z	44,24	6,21	11,48	1,43
2023-01-17T23:24:01,614533Z	44,25	6,28	1,08	0,98
2023-01-17T23:24:39,912275Z	44,24	6,25	15,28	0,94
2023-01-17T23:25:03,752758Z	44,26	6,28	13,59	0,88
2023-01-17T23:25:57,261736Z	44,24	6,23	15,27	0,95
2023-01-17T23:26:35,582332Z	44,24	6,22	8,84	1,41
2023-01-17T23:28:04,475011Z	44,24	6,23	0,00	1,08
2023-01-17T23:29:57,963981Z	44,22	6,20	11,14	1,06
2023-01-17T23:30:40,771535Z	44,23	6,21	11,85	0,92
2023-01-17T23:31:45,360071Z	44,24	6,23	1,03	1,49
2023-01-17T23:32:26,568326Z	44,24	6,22	1,68	1,66
2023-01-17T23:32:58,248657Z	44,23	6,24	8,93	1,55
2023-01-17T23:35:28,007967Z	44,23	6,22	13,22	1,01
2023-01-17T23:36:28,344212Z	44,22	6,20	15,43	0,76
2023-01-17T23:36:36,368101Z	44,24	6,27	16,82	0,90
2023-01-17T23:49:59,202496Z	44,24	6,24	2,52	1,48
2023-01-17T23:51:45,484330Z	44,24	6,23	1,29	1,51
2023-01-17T23:52:45,120773Z	44,24	6,21	9,27	1,42
2023-01-18T00:35:15,278897Z	44,25	6,21	0,89	1,51
2023-01-18T01:02:12,536959Z	44,25	6,22	4,98	1,58
2023-01-18T01:13:15,294025Z	44,23	6,24	7,28	2,49
2023-01-18T01:15:45,253162Z	44,24	6,23	11,68	1,27
2023-01-18T20:02:36,252149Z	44,24	6,24	0,00	1,55
2023-01-18T20:04:54,533682Z	44,24	6,23	0,00	1,37
2023-01-19T04:49:31,263758Z	44,25	6,22	3,09	1,48
2023-01-20T12:18:54,494885Z	44,24	6,22	12,94	1,34
2023-01-20T19:16:11,621108Z	44,25	6,22	8,72	1,58
2023-01-21T11:11:44,518428Z	44,25	6,22	13,22	1,97
2023-01-21T16:34:15,154374Z	44,24	6,21	9,45	1,64

2023-01-21T21:24:05,824252Z	44,24	6,20	7,59	1,31
2023-01-23T00:55:10,290519Z	44,25	6,29	17,27	0,98
2023-01-23T03:03:22,097982Z	44,24	6,22	12,59	1,37
2023-01-24T17:00:13,918529Z	44,24	6,23	17,78	1,39
2023-01-25T18:10:21,927086Z	44,24	6,24	4,03	1,63
2023-01-25T21:23:50,449545Z	44,25	6,21	6,56	1,46
2023-01-27T07:00:48,343129Z	44,25	6,21	7,94	1,36
2023-01-27T22:03:09,807152Z	44,25	6,23	0,51	1,52
2023-01-29T07:42:53,020592Z	44,24	6,20	13,99	1,24

Tableau 3 : Répliques enregistrées et localisées par le BCSF-Rénass, en rouge les séismes de magnitude supérieure à 2.

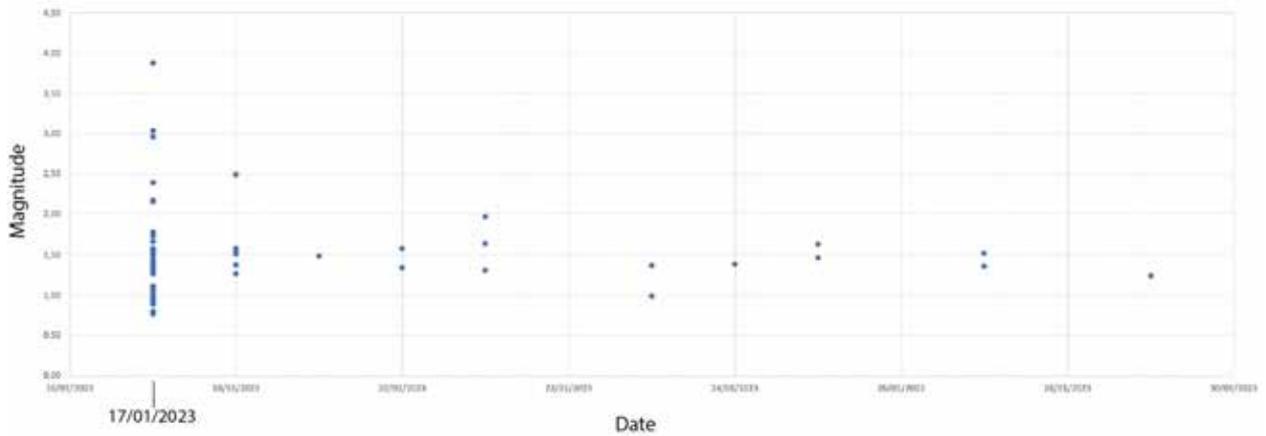


Fig. 1- 2 : Temporalité et magnitude des répliques enregistrées par le BCSF-Rénass

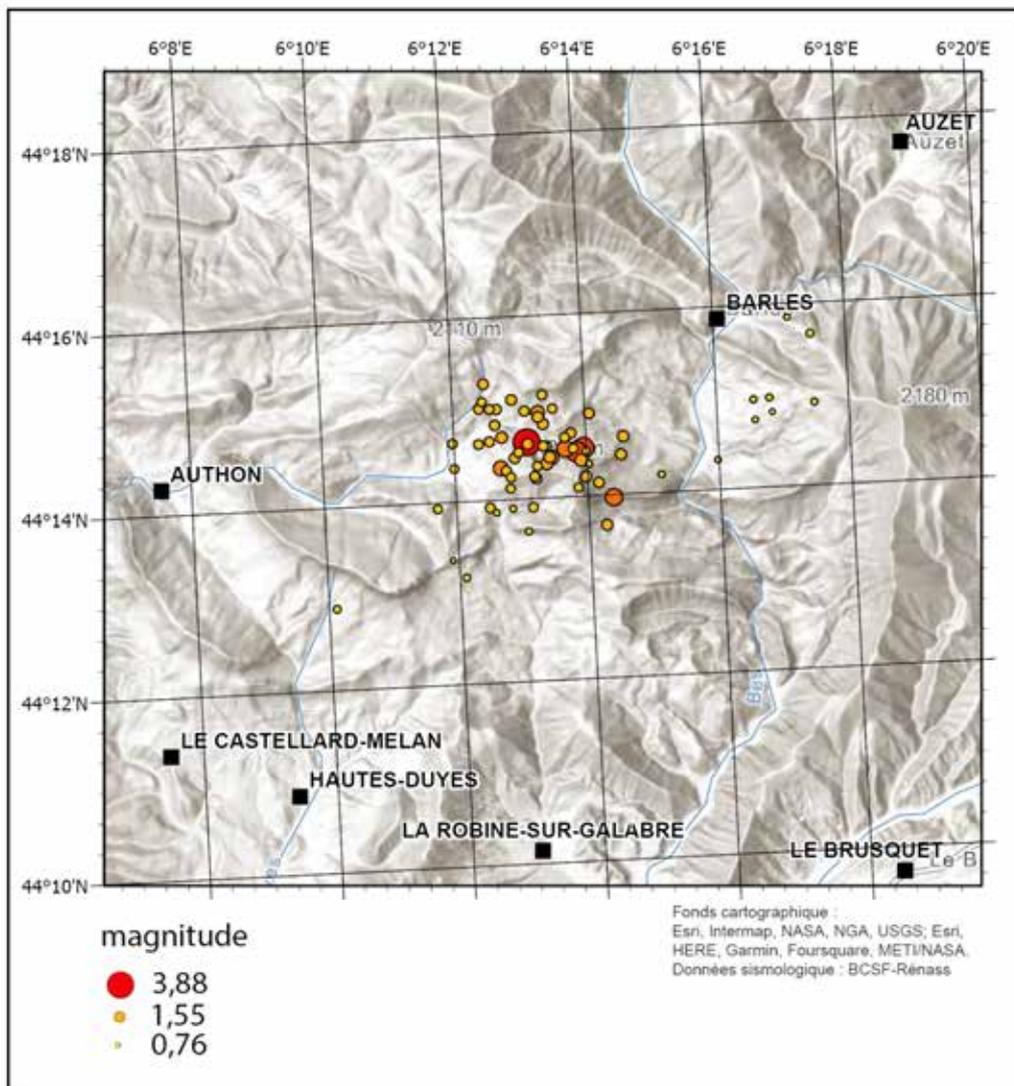


Fig. 1- 3 : Carte de localisations des répliques et choc principal, enregistrées par le BCSF-Rénass

Sismicité historique

Séismes historiques d'intensité épicentrale supérieure à VII connus dans un rayon de 80 km autour de l'épicentre.

- 13/12/1509 - MOYENNE-DURANCE (MANOSQUE) - Intensité : VIII
- 14/08/1708 - MOYENNE-DURANCE (MANOSQUE) - Intensité : VIII
- 20/03/1812 - BASSE-DURANCE (BEAUMONT-DE-PERTUIS) - Intensité : VII-VIII
- 12/12/1855 - HAUT-VERDON (CHASTEUIL) - Intensité : VIII
- 19/05/1866 - LARAGNE (LA MOTTE-DU-CAIRE) - Intensité : VII-VIII
- 14/05/1913 - MOYENNE-DURANCE (VOLX) - Intensité : VII-VIII
- 30/11/1951 - HAUT-VERDON (CHASTEUIL) - Intensité : VII-VIII
- 05/04/1959 - UBAYE (ST-PAUL) - Intensité : VII-VIII

D'après les données BRGM, EDF, IRSN / SisFrance, plus d'information sur www.sisfrance.net

2. Analyse macrosismique

2.1. Enquête macrosismique et intensités de la secousse

Suite à ce séisme, le BCSF-Rénass a lancé une enquête macrosismique.

Les témoignages spontanés des citoyens ont été collectés via le formulaire individuel de témoignage libre du site www.franceseisme.fr puis directement par le formulaire individuel dédié, ouvert dès l'alerte sismique du CEA-DASE.

Les pages sociales de @franceseisme ont été activées pour diffuser les informations de localisation et les appels à témoignages (Facebook = 2347 vues, twitter 2875 vues).

Dès le 18 janvier, les préfetures des départements des Alpes de Haute-Provence et des Hautes-Alpes, ont été sollicitées pour diffuser le lien du formulaire d'enquête communal sur les effets macrosismiques. Tous départements confondus, nous avons reçu 100 formulaires individuels et 29 formulaires communaux.

Cette étude a permis d'obtenir des informations macrosismiques pour 55 communes, 29 d'entre elles ont reçu une valeur d'intensité ; 26 autres communes n'ont pu être estimées mais signalent les effets des vibrations sismiques.

Le faible retour des communes lors de cette enquête ne permet pas d'obtenir des tracés isoséistes avec de grande certitude.

L'intensité maximale est de IV (largement ressentie) pour les 2 communes de Barles (5 km de l'épicentre) et Verdaches (10 km de l'épicentre).

Le séisme a été ressenti jusqu'à une centaine de kilomètres de l'épicentre (Brignoles, dép. 83 et Nice, dép. 06) par de rares témoins (intensité II).

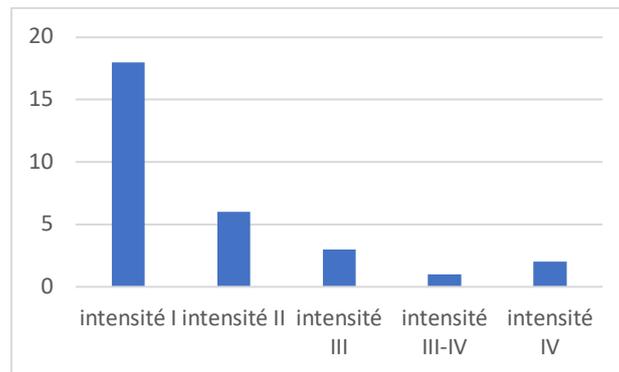
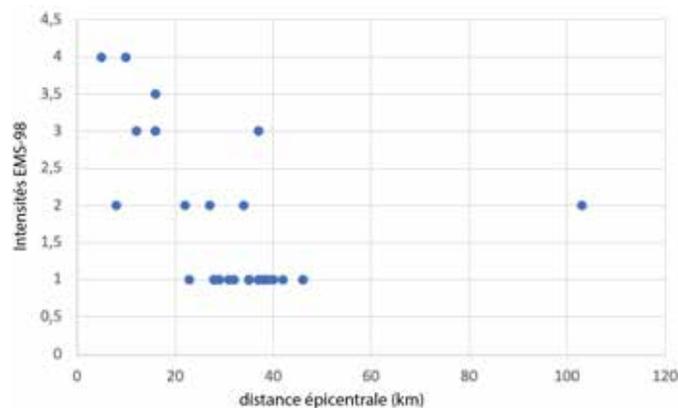


Fig. 2-1 Nombre d'intensités par valeurs EMS-98 (29 communes)



Valeurs EMS98
Intensité 1 (I) : non ressenti
Intensité 2 (II) : rarement perceptible

Intensité 3 (III) : faible
Intensité 4 (IV) : largement observée par la population

Fig. 2-2 - Intensités EMS-98 par distance épiscoptrale en kilomètres (France)

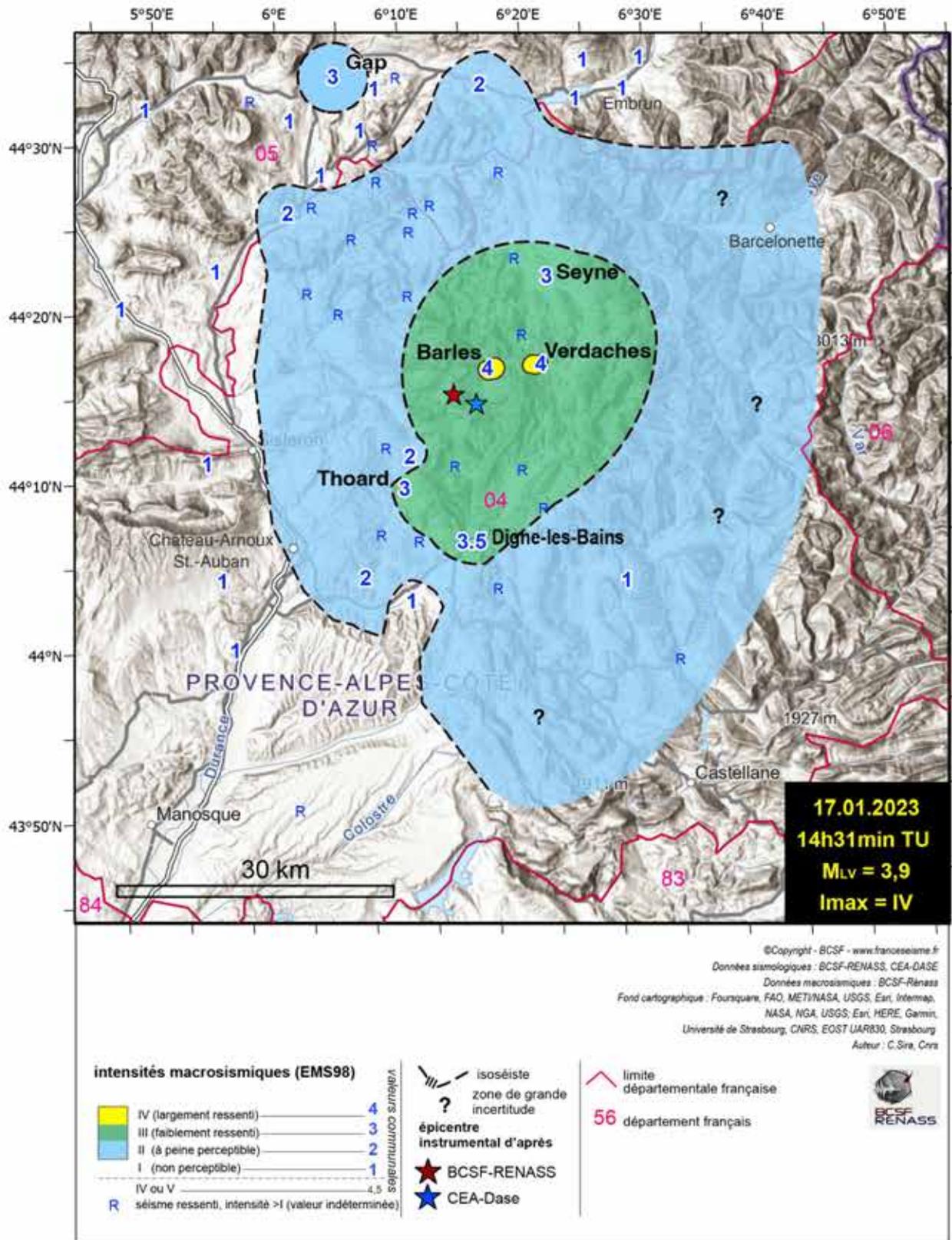


Fig. 2-3 Carte d'intensités macrosismiques

2.2 Effets sur les personnes (témoignages individuels)

L'ensemble des internautes ayant répondu à notre enquête était situé à l'intérieur des bâtiments (fig.2-4) et dans les 40 premiers kilomètres de l'épicentre, majoritairement localisé au rez-de-chaussée et 1^{er} et 2^{ème} étage (fig. 2-5). Les témoins étaient pour la plupart d'entre eux en « activité assis(e) » (fig. 2-6). Dans le département des Alpes-de-Haute-Provence 69,2% signalent une simple inquiétude et 8,97 % de la frayeur (fig. 2-7 et 2-8). Un bruit similaire à une explosion ou un coup de tonnerre a été principalement perçu dans les 20 premiers kilomètres autour de l'épicentre (fig. 2-9 à 2-12). Peu de personnes sont sorties de leur habitation (fig. 2-13).

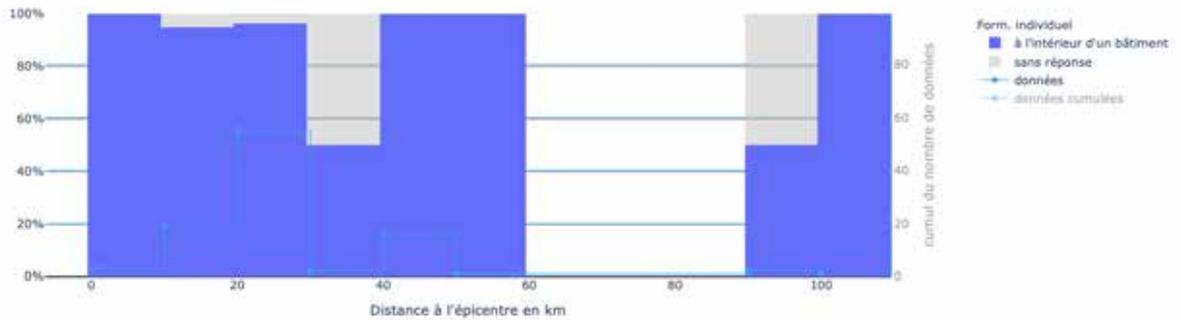


Fig. 2-4 - Localisation des témoins à partir des réponses au formulaire individuel

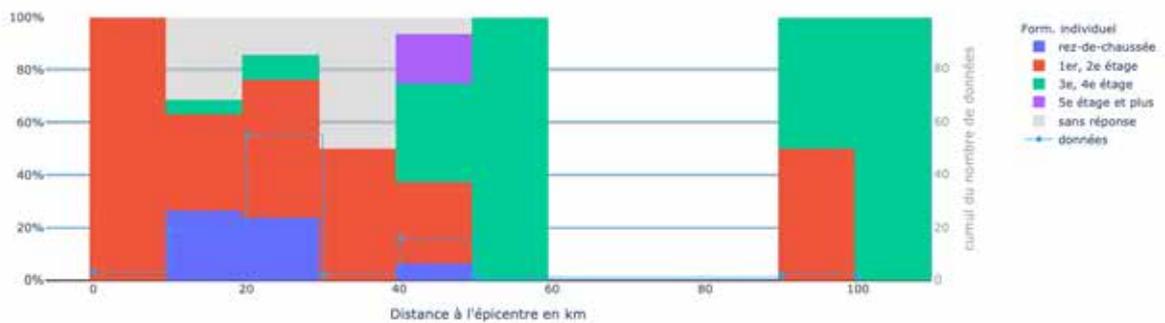


Fig. 2-5 Positionnement des témoins (dans leur bâtiment) à partir des réponses au formulaire individuel

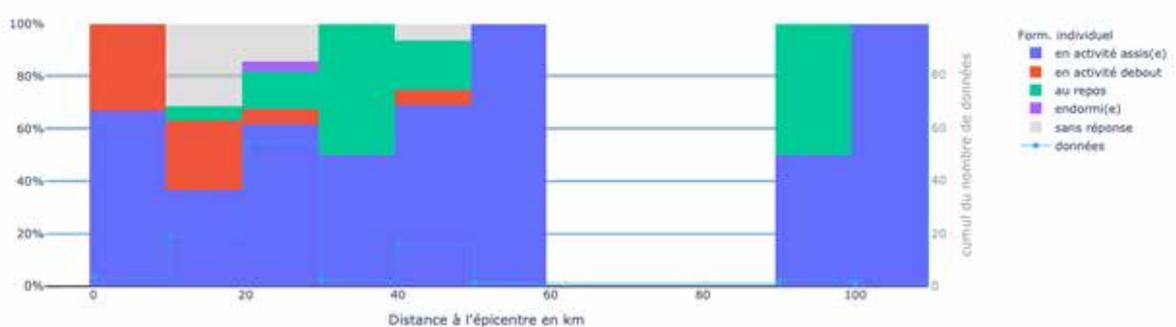


Fig. 2-6 Activités des témoins à partir des réponses au formulaire individuel

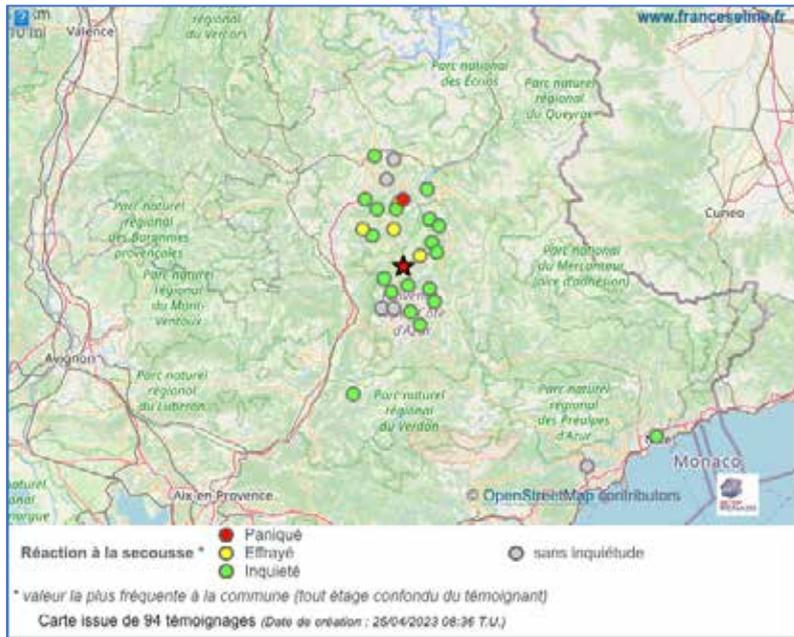


Fig. 2-7 Carte des réactions à la secousse (formulaires individuels, valeur la plus forte)



Fig. 2-8 Réactions à la secousse par département (formulaires individuels)



Fig. 2-9 Carte des bruits entendus (formulaire individuels)

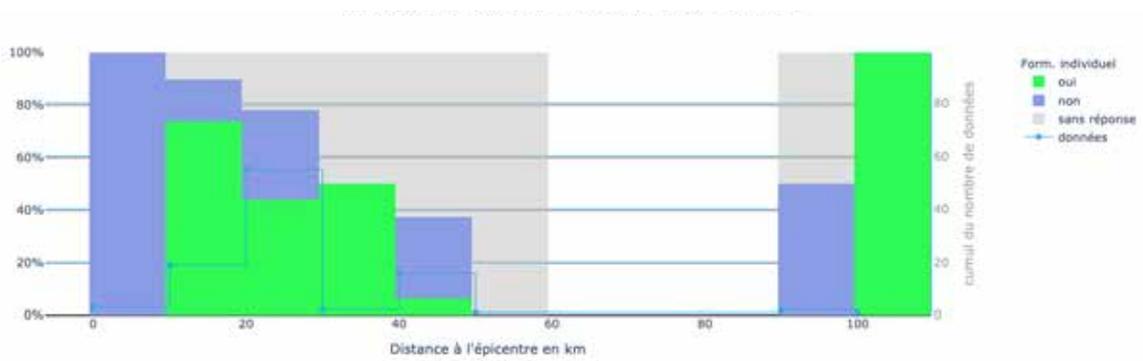


Fig. 2-10 Bruits ressemblant à un grondement faible et lointain par distance épacentrale (formulaire individuels)

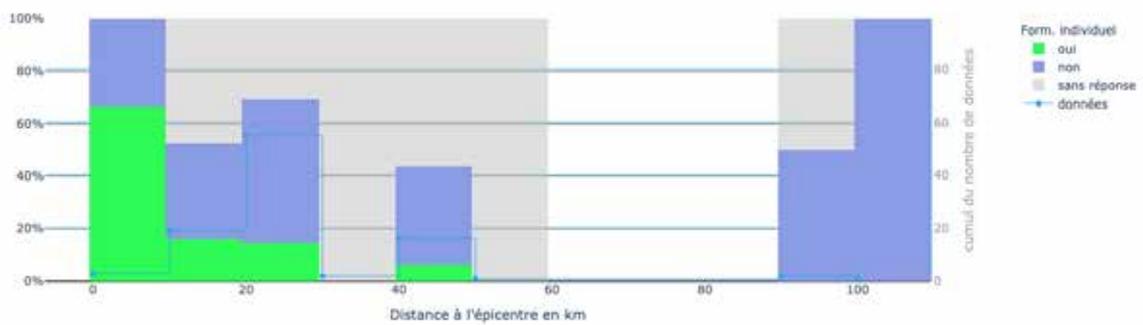


Fig. 2-11 - Bruits ressemblant à une explosion par distance épacentrale (formulaire individuels)

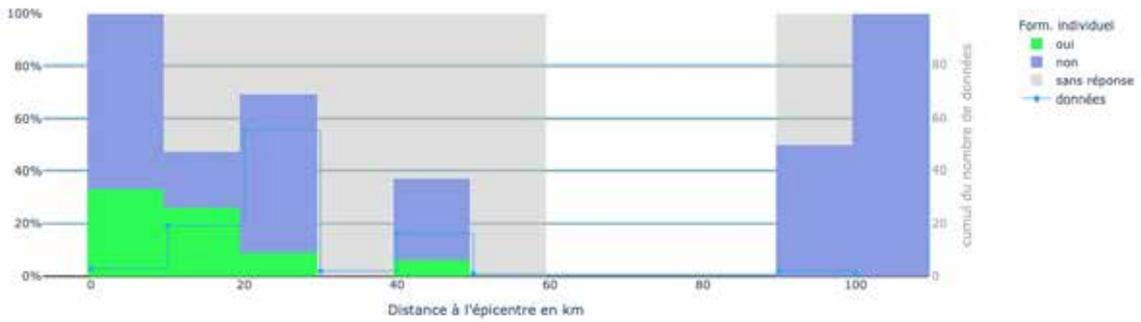


Fig. 2-12 - Bruits ressemblant à un coup de tonnerre proche et fort par distance épacentrale (formulaire individuels)

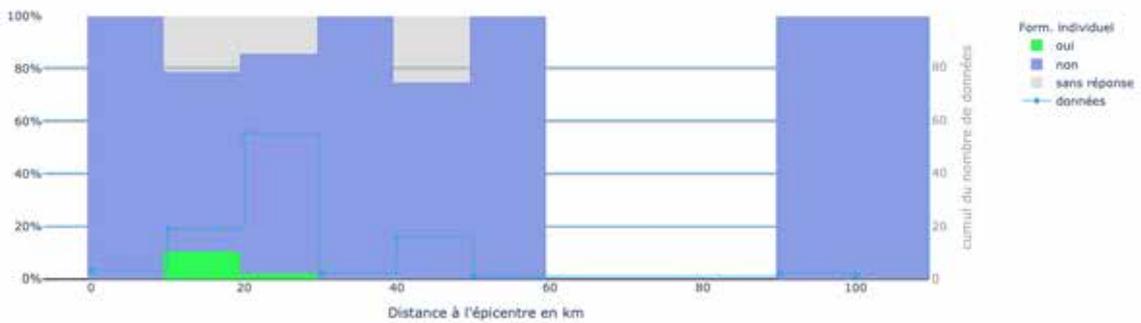


Fig. 2-13 - Sorties des bâtiments en courant par les témoins (formulaire individuels)

2.3 Effets sur les objets (témoignages individuels)

Les effets sur les objets, autre que la vibration, sont restés extrêmement rares (fig. 2-14).



Fig. 2-14 - Carte des déplacements ou chutes des petits objets (formulaire individuels)

2.4. Effets sur les constructions

La vulnérabilité des bâtiments en zone épiscopale est majoritairement dominée par des bâtiments de classe de vulnérabilité A et B (fig. 2-15). Les effets aux bâtiments sont rares à l'échelle des communes et ne peuvent être considérés pour atteindre une intensité supérieure à IV.

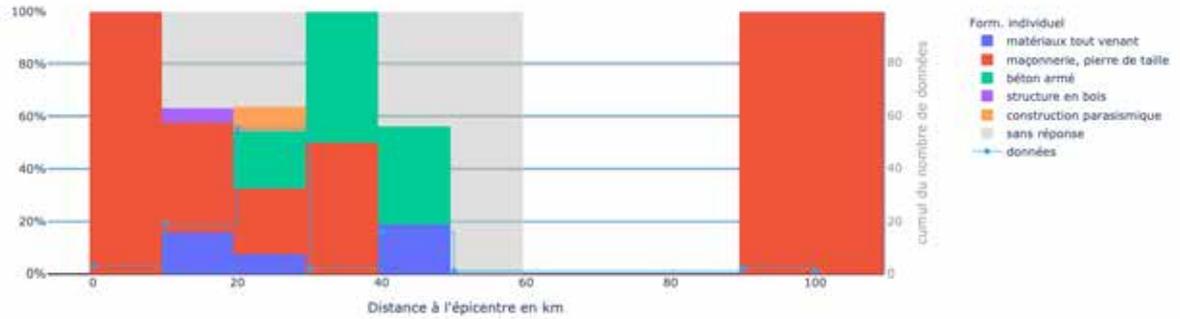


Fig. 2-15 - Pourcentage de type de structures pas distance épiscopale (à partir des formulaires individuels)

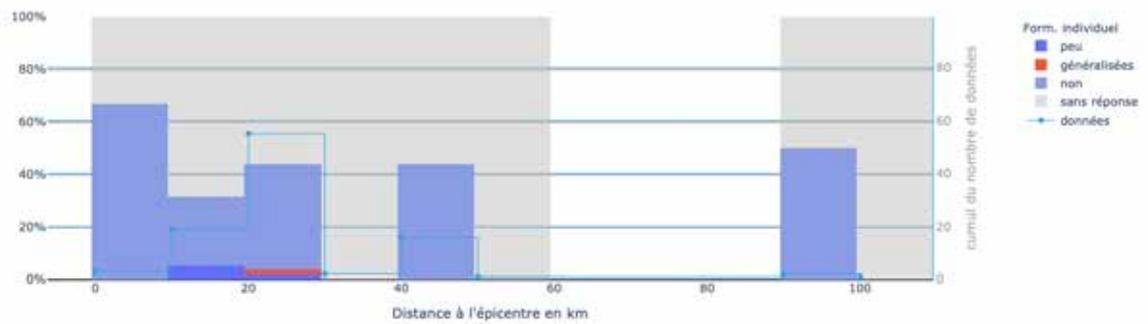


Fig. 2-16 - Présence de fissures fines ou superficielles signalées par formulaire « individuel »

Un bâtiment est signalé endommagé sans plus de précision par la commune de Digne-les-Bains (16482 habitants – 2019 ; 16 kilomètres de l'épicentre, intensité III-IV).

3. Conclusions

Le séisme du 17 janvier 2023 et la séquence sismique des répliques associées ont été localisés dans les Alpes-de-Haute-Provence au nord de Digne-les-Bains. La magnitude locale du séisme principal calculée par le BCSF-Rénass et le CEA-DASE est comprise entre 3,9 M_{LV} et 4,1 M_L . La magnitude de moment calculée par Géoazur est de 3,52 et 3,44 pour l'IPGP. La profondeur du foyer varie entre 7 et 14 km selon les observatoires.

Le mécanisme au foyer est de type inverse.

Aucun séisme précurseur n'a été enregistré, mais plus de 70 répliques de plus faible magnitude ont été localisées. 6 d'entre elles ont dépassé la magnitude 2 et quelques-unes ont été perçues par les habitants plutôt sous leur forme sonore que vibratoire.

Ce séisme a été largement observé (intensité IV) par la population dans les 10 premiers kilomètres et quelques témoignages ont été rapportés jusqu'à 100 km de l'épicentre.

L'enquête macrosismique réalisée par le BCSF-Rénass a permis d'obtenir des informations macrosismiques pour 55 communes de 4 départements (annexe 3). L'intensité de la secousse a été estimée pour 29 communes. L'intensité maximale estimée est de IV pour les communes de Barles et de Verdaches (département 04).

Les dommages aux bâtiments relevés sont quasi inexistantes selon les témoignages internet et en conformité avec l'intensité IV maximale estimée. Seule la commune de Digne-les-Bains (I=III-IV) signale des dommages chez un particulier, mais ce dommage isolé ne permet pas de conclure à une intensité forte sur la commune au vu du comportement de l'ensemble des autres indicateurs.

4. Annexes

Annexe 1 – « Résumé » de l'échelle d'intensité macrosismique EMS-98.

I. Secousse imperceptible

- a) Non ressentie, même dans les circonstances les plus favorables.
- b) Sans effet.
- c) Aucun dégât.

II. Rarement perceptible

- a) La secousse n'est ressentie que dans des cas isolés (<1%) par des personnes au repos dans des positions particulièrement réceptives, à l'intérieur des habitations.
- b) Sans effet.
- c) Pas de dégâts.

III. Faible

- a) La secousse est ressentie à l'intérieur des habitations par quelques personnes. Les personnes au repos ressentent une oscillation ou un léger tremblement.
- b) Les objets suspendus oscillent légèrement.
- c) Aucun dégât.

IV. Largement observée

- a) La secousse est ressentie à l'intérieur des habitations par de nombreuses personnes et n'est ressentie à l'extérieur que par un petit nombre. Quelques dormeurs sont réveillés. Le niveau des vibrations n'est pas effrayant. Les vibrations sont modérées. Les observateurs ressentent un léger tremblement ou une légère oscillation du bâtiment, de la pièce ou du lit, de la chaise, etc.
- b) La porcelaine, les verres, les fenêtres et les portes vibrent. Balancement des objets suspendus. Dans quelques cas, secousses visibles du mobilier léger. Les menuiseries craquent dans quelques cas.
- c) Aucun dégât.

V. Fort

- a) La secousse est ressentie à l'intérieur des habitations par la plupart des personnes et à l'extérieur par quelques personnes. Quelques personnes effrayées se précipitent dehors. Réveil de la plupart des dormeurs. Les observateurs ressentent une forte secousse ou une forte oscillation de l'ensemble du bâtiment de la pièce ou du mobilier.
- b) Balancement important des objets suspendus. La porcelaine et les verres s'entrechoquent. De petits objets, des objets dont le centre de gravité est élevé et/ou qui sont mal posés peuvent se déplacer ou tomber. Des portes ou des fenêtres s'ouvrent ou se ferment. Dans quelques cas, des vitres se brisent. Les liquides oscillent et peuvent être projetés hors des récipients pleins. Les animaux deviennent nerveux à l'intérieur.
- c) Dégâts de degré 1 de quelques bâtiments de classes de vulnérabilité A et B.

VI. Dégâts légers

- a) Secousse ressentie par la plupart des personnes à l'intérieur des habitations et par de nombreuses personnes à l'extérieur. Quelques personnes perdent leur sang-froid. De nombreuses personnes effrayées se précipitent dehors.
- b) De petits objets de stabilité moyenne peuvent tomber et le mobilier peut être déplacé. Dans certains cas, bris de vaisselle et de verres. Les animaux d'élevage (même à l'extérieur) peuvent s'affoler.
- c) De nombreux bâtiments des classes de vulnérabilité A et B subissent des dégâts de degré 1, quelques uns des classes A et B subissent des dégâts de degré 2 ; quelques-uns de classe C subissent des dégâts de degré 1.

VII. Dégâts

- a) La plupart des personnes sont effrayées et essaient de se précipiter dehors. De nombreuses personnes éprouvent des difficultés à se tenir debout, en particulier aux étages supérieurs.
- b) Les meubles sont déplacés et les meubles dont le centre de gravité est élevé peuvent se retourner. Les objets tombent des étagères en grand nombre. Les récipients, les réservoirs et les piscines débordent.
- c) De nombreux bâtiments de la classe de vulnérabilité A subissent des dégâts de degré 3, quelques uns de degré 4. De nombreux bâtiments de la classe de vulnérabilité B subissent des dégâts de degré 2,

quelques uns de degré 3.

Quelques bâtiments de la classe de vulnérabilité C subissent des dégâts de degré 2.

Quelques bâtiments de la classe de vulnérabilité D subissent des dégâts de degré 1.

VIII. Dégâts importants

a) La plupart des personnes éprouvent des difficultés à se tenir debout, même dehors.

b) Les meubles peuvent se renverser. Des objets comme les téléviseurs, les machines à écrire, etc. tombent par terre. Possibilité de déplacement, de rotation ou de renversement des pierres tombales. On peut observer des vagues sur un terrain très mou.

c) De nombreux bâtiments de la classe de vulnérabilité A subissent des dégâts de degré 4, quelques uns de degré 5.

De nombreux bâtiments de la classe de vulnérabilité B subissent des dégâts de degré 3, quelques uns de degré 4.

De nombreux bâtiments de la classe de vulnérabilité C subissent des dégâts de degré 2, quelques uns de degré 3.

Quelques bâtiments de la classe de vulnérabilité D subissent des dégâts de degré 2.

IX. Destructions

a) Panique générale. Des personnes peuvent être projetées au sol.

b) De nombreux monuments et colonnes tombent ou sont vrillés. On peut observer des vagues sur un terrain mou.

20

c) De nombreux bâtiments de la classe de vulnérabilité A subissent des dégâts de degré 5.

De nombreux bâtiments de la classe de vulnérabilité B subissent des dégâts de degré 4, quelques uns de degré 5.

De nombreux bâtiments de la classe de vulnérabilité C subissent des dégâts de degré 3, quelques uns de degré 4.

De nombreux bâtiments de la classe de vulnérabilité D subissent des dégâts de degré 2, quelques uns de degré 3.

Quelques bâtiments de la classe de vulnérabilité E subissent des dégâts de degré 2.

XI. Catastrophe

c) La plupart des bâtiments de la classe de vulnérabilité B subissent des dégâts de degré 5.

La plupart des bâtiments de la classe de vulnérabilité C subissent des dégâts de degré 4, beaucoup de degré 5.

De nombreux bâtiments de la classe de vulnérabilité D subissent des dégâts de degré 4, quelques uns de degré 5.

De nombreux bâtiments de la classe de vulnérabilité E subissent des dégâts de degré 3, quelques uns de degré 4.

De nombreux bâtiments de la classe de vulnérabilité F subissent des dégâts de degré 2, quelques uns de degré 3.

XII. Catastrophe généralisée

c) Tous les bâtiments des classes de vulnérabilité A, B et pratiquement tous ceux de la classe de vulnérabilité C sont détruits. La plupart des bâtiments des classes de vulnérabilité D, E et F sont détruits. Les effets du tremblement de terre ont atteint le maximum concevable.

Grünthal, G., (ed.), (1998). "European Macroseismic Scale 1998", Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie. Volume 15, Luxembourg.

Classification de la vulnérabilité selon l'EMS-98 en fonction des types de structures

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

○ Classe de vulnérabilité la plus probable; — Intervalle probable; - - - Intervalle de probabilité plus faible, cas exceptionnels

Classification des dégâts selon l'EMS-98

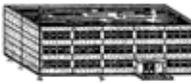
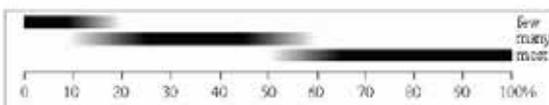
Classification des dégâts aux bâtiments en maçonnerie		Classification des dégâts aux bâtiments en béton armé	
	Degré 1: Dégâts négligeables à légers (aucun dégat structural, légers dégâts non structuraux) Fissures capillaires dans très peu de murs. Chute de petits débris de plâtre uniquement. Dans de rares cas, chute de pierres descellées provenant des parties supérieures des bâtiments.		Degré 1: Dégâts négligeables à légers (aucun dégat structural, légers dégâts non structuraux) Fissures fines dans le plâtre sur les parties de l'ossature ou sur les murs à la base. Fissures fines dans les cloisons et les remplissages.
	Degré 2: Dégâts modérés (dégâts structuraux légers, dégâts non structuraux modérés) Fissures dans de nombreux murs. Chutes de grands morceaux de plâtre. Effondrement partiel des cheminées.		Degré 2: Dégâts modérés (dégâts structuraux légers, dégâts non structuraux modérés) Fissures dans les structures de types portiques (poteaux et poutres) et dans structures avec murs. Fissures dans les cloisons et les murs de remplissage; chute de revêtements friables et du plâtre. Chute du mortier aux jonctions entre les panneaux des murs.
	Degré 3: Dégâts sensibles à importants (dégâts structuraux modérés, dégâts non structuraux importants) Fissures importantes dans la plupart des murs. Les tuiles des toits se détachent. Fractures des cheminées à la jonction avec le toit; défaillance d'éléments non structuraux séparés (cloisons, murs pignons).		Degré 3: Dégâts sensibles à importants (dégâts structuraux modérés, dégâts non structuraux importants) Fissures dans les poteaux et dans les nœuds à la base de l'ossature et aux extrémités des linteaux des murs avec des ouvertures. Ecaillage du revêtement de béton, flambement des barres d'armature longitudinale. Fissures importantes dans les cloisons et les murs de remplissage, défaillance de certains panneaux de remplissage.
	Degré 4: Dégâts très importants (dégâts structuraux importants, dégâts non structuraux très importants) Défaillance sérieuse des murs; défaillance structurale partielle des toits et des planchers.		Degré 4: Dégâts très importants (dégâts structuraux importants, dégâts non structuraux très importants) Fissures importantes dans les éléments structuraux avec défaillance en compression du béton et rupture des barres à haute adhérence; perte de l'adhérence barres-béton; basculement des poteaux. Eroulement de quelques poteaux ou d'un étage supérieur.
	Degré 5: Destruction (dégâts structuraux très importants) Effondrement total ou presque total.		Degré 5: Destruction (dégâts structuraux très importants) Effondrement total du rez-de-chaussée ou de parties de bâtiments.

Tableau résumant les statistiques de dommages par classe de vulnérabilité et par degré d'intensité EMS-98 (BCSF-Rénass)

TABLEAU RESUMANT LA DESCRIPTION DES DOMMAGES SELON L'EMS-98																												
INTENSITES EMS-98	V (fort)		VI (dégâts légers)				VII (dégâts)				VIII (dégâts importants)				IX (destructions)				X (destructions importantes)				XI (catastrophe)				XII (catastrophe généralisée)	
Niveaux de dommages	D1	D1	D2	D1	D2	D3	D4	D2	D3	D4	D5	D2	D3	D4	D5	D2	D3	D4	D5	D2	D3	D4	D5	D2	D3	D4	D5	D5
A (vulnérabilité)	Q	N	Q			N	Q			N	Q				N				LP									T
B (vulnérabilité)	Q	N	Q		N	Q			N	Q				N	Q				N							LP		T
C (vulnérabilité)		Q			Q			N	Q				N	Q				N	Q				LP	N			LP	
D (vulnérabilité)				Q				Q				N	Q				N	Q					N	Q			LP	
E (vulnérabilité)												Q					N	Q					N	Q			LP	
F (vulnérabilité)																Q						N	Q				LP	

Q = Quelques
 N = Nombreux
 LP = La plupart
 T = Tous

D1* = dommage de niveau 1
 D2 = dommage de niveau 2
 D3 = dommage de niveau 3
 D4 = dommage de niveau 4
 D5 = dommage de niveau 5



Définition des quantités selon l'EMS-98 (p.17)

d'après Echelle macrosismique européenne, Grunthal & al.



Annexe 2 - Formulaire d'enquête du BCSF-Rénass (www.franceseisme.fr)

Formulaire d'enquête macrosismique communale (mairie, gendarmerie, pompiers).

Localisation, identification

- Code postal et ville
- Avez-vous personnellement ressenti le séisme ? Oui/Non
- Nom/Prénom/Fonction
- Organisme/Adresse/Ville/Tél/Fax/Email

Effets personnes

- Le séisme a-t-il été ressenti sur votre commune : oui/non
- La secousse a été ressentie à l'extérieur par : peu de personnes (inférieur à 10%) / de nombreuses personnes (de 10 à 50%) / la plupart des personnes (supérieur à 50%) / sans réponse
- La secousse a été ressentie à l'intérieur : RdC / 1er, 2e / 3e, 4e / 5e et + ; par : peu de personnes (inférieur à 10%) / de nombreuses personnes (de 10 à 50%) / la plupart des personnes (supérieur à 50%) / sans réponse
- La secousse a été ressentie : comme un balancement (faible/moyen/fort/non/sans réponse) / comme une vibration (faible/moyen/fort/non/sans réponse)
- Les personnes : ont été réveillées / sont sorties du bâtiment (peu de personnes (inférieur à 10%) / de nombreuses personnes (de 10 à 50%) / la plupart des personnes (supérieur à 50%) / sans réponse)
- Les personnes ont : perdu l'équilibre à l'intérieur / ont perdu l'équilibre à l'extérieur (oui/non/sans réponse)
- La secousse a : inquiété / effrayé / paniqué / sans émotion / sans réponse

Effets objets

Inférieur au 3ième / 3ième étage et plus

- Oscillation des objets suspendus (lustres, cadres) : faible/moyen/fort/non/sans réponse
- Vibration des petits objets (porcelaine, verres, bibelots) : faible/moyen/fort/non/sans réponse
- Oscillation des liquides dans les récipients : oui/non/sans réponse
- Débordement des liquides des récipients pleins : oui/non/sans réponse
- Bris d'objets (tableaux, verreries, porcelaine, vitres) : oui/non/sans réponse
- Déplacements, chutes de :
 - Petits objets instables ou mal fixés : déplacement/chute/non/sans réponse

Effets mobiliers

Inférieur au 3ième / 3ième étage et plus

- Tremblement du mobilier léger (chaise, table de chevet) : faible/moyen/fort/non/sans réponse
- Vibration des portes, fenêtres, vitres, vitrines : faible/moyen/fort/non/sans réponse
- Craquement des poutres, planchers et meubles : oui/non/sans réponse
- Ouverture et fermeture des portes ou fenêtres : oui/non/sans réponse
- Mobilier léger (chaise, table de chevet) : déplacement/chute/non/sans réponse
- Mobilier lourd (armoire, lit, buffet) : déplacement/chute/non/sans réponse

Bruits entendus

- Bruits entendus : oui/non/sans réponse
- Un grondement : faible/fort/sans réponse
- Un coup de tonnerre proche et fort : oui/non/sans réponse
- Une explosion : oui/non/sans réponse
- Autre

Effets constructions

- Le séisme a produit des dégâts aux bâtiments dans ma commune : oui/non/ne sait pas
- Nombre approximatif de bâtiments dans la commune

- Répartis selon les pourcentages suivants : type 1 matériaux tout venant / type 2 maçonnerie pierre de taille / type 3 béton armé / type 4 structure en bois / type 5 acier / type 6 construction parasismique
- Nombre de bâtiments ayant connu des dégâts

- Sur le nombre de bâtiments touchés (en %) : type 1 / type 2 / type 3 / type 4 / type 5 / type 6

Dégâts : Peu (P), Nombreux (N), Généralisés (G), Non (No), Sans réponse (SR)

- Fissures fines ou superficielles (quelques mm)
- Fissures larges ou profondes (quelques cm)
- Chute de petits morceaux de plâtre ou d'éléments hauts mal scellés
- Chute de gros morceaux de plâtre ou de revêtement
- Écroulement de morceaux de cloisons, murs, pignons
- Fissures aux joints de poutres, poteaux, angles de murs, dalles
- Chute de mortier aux joints de murs ou dalles armées
- Effondrement partiel de planchers/Effondrement de poteaux ou d'un étage
- Nombre de toiture(s) endommagée(s)/affectée(s) par des chutes de tuiles ou d'ardoise(s)
- Nombre d'effondrement(s) de toiture(s)
- Nombre de chute(s) couronne(s) ou de partie(s) de cheminée(s)
- Nombre de chute(s) de cheminée(s) cassée(s) à la jonction du toit

Observations complémentaires libres

- Notez ici toutes observations complémentaires

Formulaire d'enquête macrosismique individuelle (citoyens)

<https://www.franceseisme.fr/formulaire/index.php?ldSei=0>

Localisation, identification

- Nom/Prénom/Email (facultatif)
- Code postal (obligatoire)
- Commune
- N° et rue
- Lieu-dit
- Je me trouvais : à l'intérieur du bâtiment / à l'extérieur (plein air) / sans réponse
- Lors du séisme, j'étais au : sous-sol / RdC / 1er, 2e / 3e, 4e / 5e et plus / sans réponse
- Activité lors du séisme : en activité debout / en activité assis(e) / au repos / endormi(e) / sans réponse

Effets ressentis par le témoin

- Avez-vous personnellement senti le séisme ? (obligatoire) Oui / Non
- J'ai senti la secousse : comme un balancement / comme une vibration ; faible/moyen/fort/non/sans réponse
- La secousse m'a réveillé(e) : oui/non/sans réponse
- La secousse m'a : inquiété(e) / effrayé(e) / paniqué(e) / non / sans réponse
- Je suis sorti(e) du bâtiment en courant : oui/non/sans réponse
- J'ai perdu l'équilibre : oui/non/sans réponse

Effets objets

- Oscillation des objets suspendus (lustres, cadres) : faible/moyen/fort/non/SR
- Vibration des petits objets (porcelaine, verres, bibelots) : faible/moyen/fort/non/SR
- Oscillation des liquides dans les récipients : oui/non/sans réponse
- Débordement des liquides des récipients pleins : oui/non/sans réponse
- Bris d'objets (tableaux, verreries, porcelaine, vitres) : oui/non/sans réponse

Déplacement, chutes de :

- Petits objets instables ou mal fixés : déplacement/chute/non/sans réponse

Effets mobiliers

- Tremblement du mobilier léger (chaise, table de chevet) : faible/moyen/fort/non/SR
- Vibration des portes, fenêtres, vitres, vitrines : faible/moyen/fort/non/SR
- Craquement des poutres, planchers et meubles : faible/moyen/fort/non/SR
- Ouverture et fermeture des portes ou fenêtres : oui/non/sans réponse

Déplacement, chutes de :

- Mobilier léger (chaise, table de chevet) : déplacement/chute/non/sans réponse
- Mobilier lourd (armoires, lit, buffet) : déplacement/chute/non/sans réponse

Bruits entendus

- Le bruit ressemblait à : un grondement faible et lointain / un coup de tonnerre proche et fort / une explosion / autre

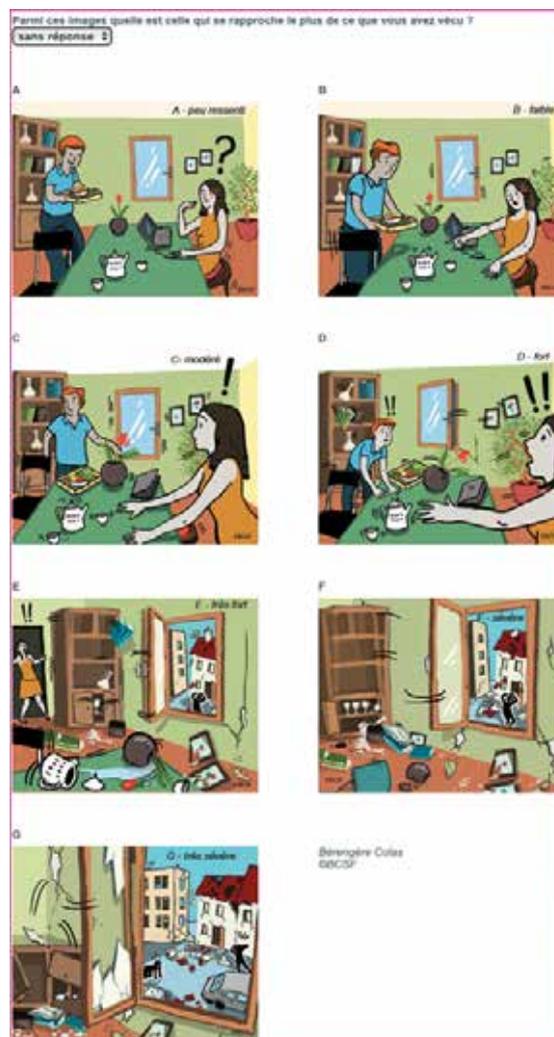
Effets constructions

- Type de bâtiment : maison / immeuble / sans réponse
 - Nombre d'étages : 0 / 1 (etc.) / 10 / + de 10 / sans réponse
 - Type de construction (localisé à l'adresse indiquée précédemment) : matériaux tout venant / maçonnerie, pierre de taille / béton armé / structure en bois / acier / construction parasismique / sans réponse
 - Date de construction : avant 1945 / entre 1946 et 1997 / après 1997 / sans réponse
- Effets sur les constructions : Peu (P), Nombreux (N), Généralisés (G), Non (No), Sans réponse (SR)

- Fissures fines ou superficielles (quelques mm) : P/N/G/No/SR
- Fissures larges ou profondes (quelques cm) : P/N/G/No/SR
- Chute de petits morceaux de plâtre ou d'éléments hauts mal scellés : P/N/G/No/SR
- Chute de gros morceaux de plâtre ou de revêtement : P/N/G/No/SR
- Écroulement de morceaux de cloisons, murs, pignons : P/N/G/No/SR
- Fissures aux joints de poutres, poteaux, angles de murs : P/N/G/No/SR
- Chute de mortier aux joints de murs ou dalles armées : P/N/G/No/SR
- Effondrement partiel de planchers : P/N/G/No/SR
- Effondrement de poteaux ou d'un étage : P/N/G/No/SR
- Dommages aux toitures : chute de tuiles, d'ardoises ; effondrement partiel de la toiture ; effondrement total de la toiture
- Dommages aux cheminées : chute de couronne ou de partie de cheminée ; chute de cheminée (cassée au ras du toit)

Sélection d'imagettes représentatives :

- Parmi ces images, quelle est celle qui se rapproche le plus de ce que vous avez vécu : A (peu ressenti) / B (faible) / C (modéré) / D (fort) / E (très fort) / F (sévère) / G (très sévère)



Observations complémentaires libres

- Noter ici les autres observations (glissements de terrain, chute de rocher, crevasse dans le sol, débit des sources, niveaux des sources, niveaux des puits, phénomènes lumineux, autres secousses ressenties (date et heure) ...

Annexe 3 - Tableau des intensités macrosismiques établies au 15 mars 2023

Les intensités macrosismiques rapportées ci-après sont établies par le BCSF-RénaSS à partir des règles de l'échelle d'intensité macrosismique européenne EMS-98 (Grünthal et al., 2001).

Certaines communes peuvent représenter une grande variabilité interne à cause de l'hétérogénéité de leur sous-sol et ou de leur topographie. Des classes d'intensités mixtes (ex : III-IV) ont été introduites pour entre autres traduire la variabilité spatiale de l'amplitude des secousses sur le ban communal. Ces valeurs mixtes peuvent exprimer qu'il existe des parties de la commune en intensité III et des parties en intensité IV.

L'échelle EMS-98 précise également pour ces demi-valeurs (P.59) : " Il peut également exister des cas où les données peuvent aussi être interprétées comme (par exemple) VI ou VII (mais visiblement pas VIII). Dans de tels cas, on écrira l'intensité sous la forme VI-VII, signifiant soit VI, soit VII. Cela n'implique aucune valeur intermédiaire".

L'indication « R » dans la colonne intensité EMS98 signifie que le séisme est confirmé ressenti mais qu'aucune valeur d'intensité n'a pu être définie de manière fiable (absence de formulaire communal, ou insuffisance en nombre de formulaires individuels).

Qualité de l'intensité (liée à la précision et la cohérence des données disponibles)

A : sûre,

B : moyennement sûre,

C : peu sûre.

Source des données :

FI : informations issues de témoignages individuels

FC : Informations issues de formulaires communaux (mairies, gendarmeries, pompiers)

Intensités EMS-98, références :

Grünthal, G. et al., Echelle macrosismique européenne, Cahier du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Luxembourg, 2001.

http://www.franceseisme.fr/EMS98_French.pdf

Code INSEE	Commune	Département	INTENSITE EMS-98	Qualité	Source données	Distance épacentrale (km)
4009	ARCHAIL		R	A	FI	16
4017	AUZET		R	A	FI	10
4020	BARLES	IV		A	FC,FI	5
4021	BARRAS		R	A	FI	17
4023	BAYONS		R	A	FI	12
4026	BELLAFFAIRE		R	A	FI	20
4027	BEVONS	I		A	FI	28
4047	CHAMPTERCIER		R	A	FI	17
4057	CLAMENSANE		R	A	FI	15
4066	CURBANS		R	A	FI	26
4070	DIGNE-LES-BAINS	III-IV		B	FC,FI	16
4074	ENTRAGES		R	A	FI	22
4085	FAUCON-DU-CAIRE		R	A	FI	20
4091	GANAGOBIE	I		A	FC	37

4177	HAUTES-DUYES	II		A	FC	8
4033	LA BREOLE		R	A	FI	25
4134	LA MOTTE-DU-CAIRE		R	A	FI	19
4167	LA ROBINE-SUR-GALABRE		R	A	FI	8
4099	LAMBRISSIE	I		A	FC	28
4036	LE BRUSQUET		R	A	FI	11
4040	LE CASTELLARD-MELAN		R	A	FI	9
4046	LE CHAFFAUT-SAINT-JURSON	I		A	FC	23
4109	MALLEFOUGASSE-AUGES	I		A	FC	32
4122	MIRABEAU	II		A	FC	22
4150	PIEGUT		R	A	FI	25
4173	SAINT-ANDRE-LES-ALPES		R	A	FI	38
4203	SELONNET		R	A	FI	16
4205	SEYNE	III		A	FC,FI	16
4217	THOARD	III		B	FC,FI	12
4222	TURRIERS		R	A	FI	18
4230	VALENSOLE		R	A	FI	49
4235	VERDACHES	IV		A	FC,FI	10
5022	BREZIERS		R	A	FI	21
5040	CHORGES	II		A	FC	34
5045	CROTS	I		A	FC	38
5046	EMBRUN	I		A	FC	42
5061	GAP	III		B	FI	37
5068	JARJAYES	I		A	FC	31
5018	LA BATIE-VIEILLE		R	A	FI	35
5124	LA ROCHETTE	I		A	FC	40
5162	LA SAULCE	II		A	FC	27
5075	MANTEYER		R	A	FI	39
5100	PELLEAUTIER	I		A	FC	35
5108	PUY-SAINT-EUSEBE	I		A	FC	39
5113	RAMBAUD	I		A	FC	35
5159	SALEON	I		A	FC	37
5164	SAVINES-LE-LAC	I		A	FC	35
5166	SERRES	I		A	FC	46
5170	TALLARD	I		A	FC	28
5176	VALSERRES		R	A	FI	29
5178	VENTAVON	I		A	FC	29
5179	VEYNES	I		A	FC	46

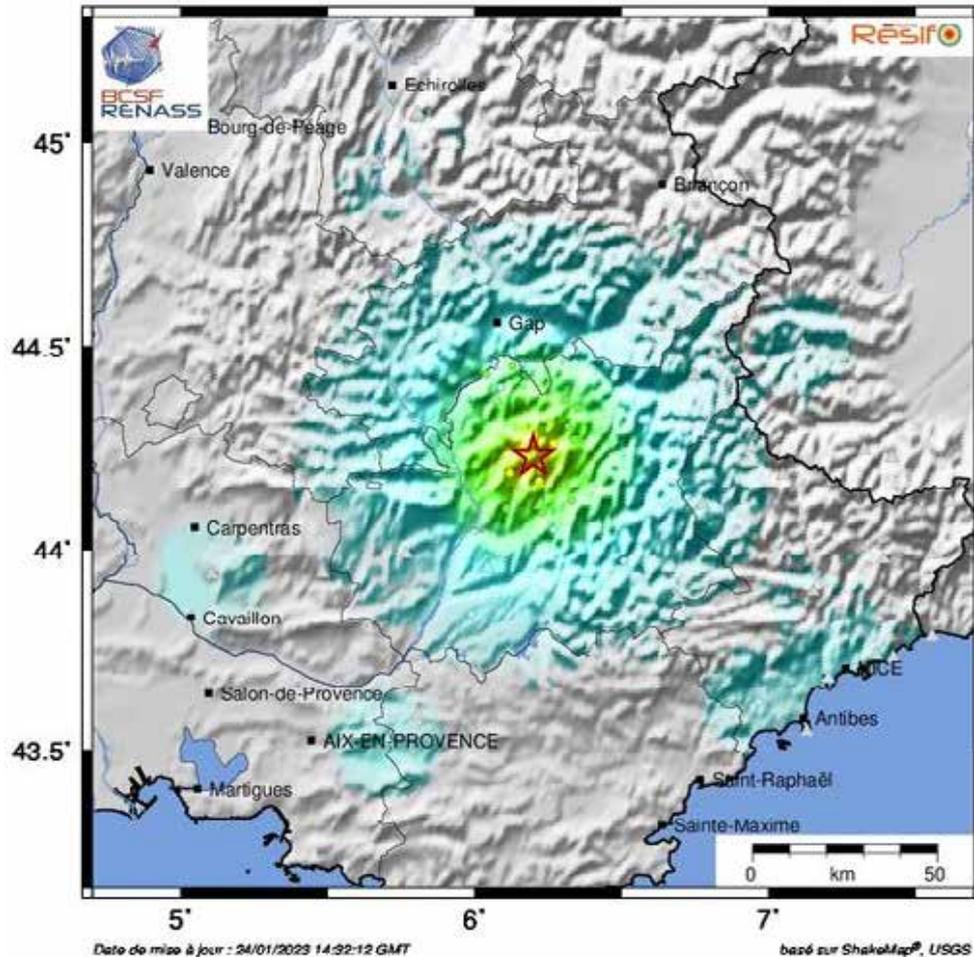
6084	MOUANS-SARTOUX		R	A	FI	92
6088	NICE	II		C	FI	103
83023	BRIGNOLES		R	A	FI	93

Annexe 4 - Carte de modélisation de la secousse.

Estimation régionale de la secousse (à partir des données macrosismiques et instrumentales)

Séisme du 17/01/2023 15h32 (heure locale)

17/01/2023 14:31:37 GMT M 4.2 44.23°N 6.20°E [source CEA-LDG] / Prof.: 12.0km (fixée)

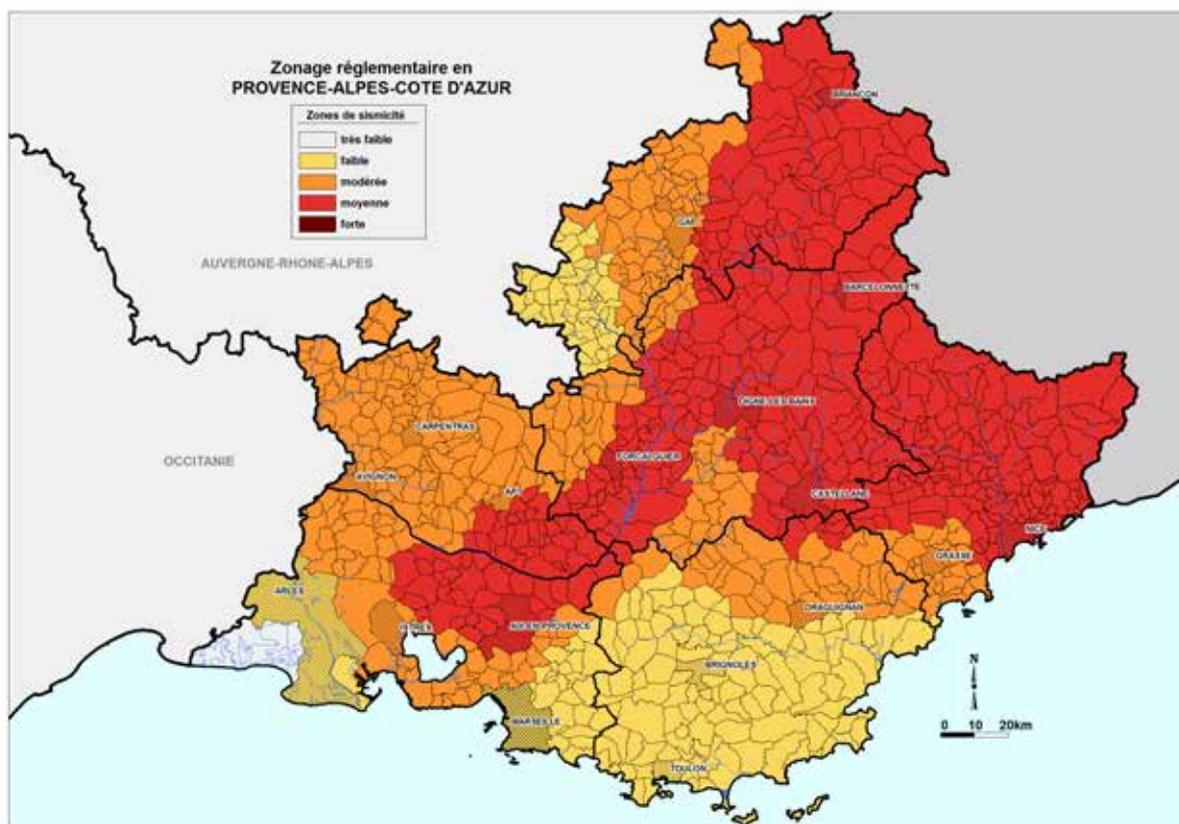


Intensité EMS98	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+
Dégâts potentiels bâtiments vulnérables	aucun	aucun	aucun	aucun	très légers	modérés	quelques effondrements partiels	nombreux effondrements partiels	nombreux effondrements	effondrements généralisés
Dégâts potentiels bâtiments peu vulnérables	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	très légers	modérés	effondrements partiels	nombreux effondrements
Perception humaine	aucune	très faible	faible	modérée	forte	brutale	très brutale	sévère	violente	extrême

		Type d'observation
Contribue au calcul	Ne contribue pas au calcul	Intensité d'après données macrosismiques (témoignages internet)
○	*	
△	△	Intensité issue d'une conversion à partir du PGA / PGV (donnée instrumentale) Conversion PGA, PGV / Intensité basée sur Caprio et al. (2015)

Annexe 5 – Zones d'aléa réglementaire.

<https://www.ecologie.gouv.fr/construction-et-risques-sismiques>



Annexe 6 – Glossaire et références.

Glossaire

CEA DASE : Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, Département analyse, surveillance, environnement

CNRS : Centre national de la recherche scientifique

DGSCGC : Direction générale de la sécurité civile et de la gestion de crise.

EOST : Ecole et observatoires des sciences de la Terre (UNISTRA – CNRS-INSU)

GEOAZUR : Laboratoire Geoazur, – (UCA – OCA – CNRS-UMR7329 – IRD-UR082)

IPGP : Institut de physique du globe de Paris

SIDPC : Service interministériel de défense et de protection civile

UNISTRA : Université de Strasbourg

Références

G. Grünthal et al., Échelle macrosismique européenne, Cahier du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Luxembourg, 2001. http://www.franceseisme.fr/EMS98_French.pdf

Site internet du CEA-DASE :

www-dase.cea.fr/evenement/evenements.php?type=bulletin&type_bulletin=&identifiant=20221023-195220&lang=fr

Site du BCSF-Rénass :

renass.unistra.fr/fr/evenements/fr2022kgxxrg/

Zonage sismique : <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/zonage-sismique-de-la-france-1/>

Date de publication : 30 avril 2023

Auteurs : Christophe Sira⁽¹⁾, Véronique Mendel⁽¹⁾, Marc Schaming⁽²⁾, Marc Grunberg⁽¹⁾, Remi Dretzen⁽¹⁾, Jérôme Vergne⁽²⁾, Bertrand Delouis⁽³⁾, Claudio Satriano⁽⁴⁾.

(1) EOST / UAR 830, Université de Strasbourg / CNRS, 5 rue René Descartes, 67000 Strasbourg, France

(2) EOST / ITES, Université de Strasbourg / CNRS, 5 rue René Descartes, 67000 Strasbourg, France

(3) Géoazur / Université Côte d'Azur, 06905 Sophia Antipolis, France

(4) Institut de physique du globe de Paris / 75238 Paris, France

Données instrumentales :

<https://renass.unistra.fr>

https://www-dase.cea.fr/evenement/derniers_evenements.php?lang=fr

Financement : EOST/BCSF-Rénass

Vérificateur : Jérôme Vergne

Remerciements à la DGSCGC et aux préfectures engagées dans cette étude ainsi qu'à l'ensemble des particuliers ayant témoigné sur notre site internet.

Mots clés : Séisme, aléa, risque sismique, macrosismique, intensité, magnitude, Alpes de Haute-Provence, Digne-les-bains.

Pour citer cette note :

Sira C., V. Mendel, M. Grunberg, M. Schaming, R. Dretzen, J. Vergne, B. Delouis, C. Satriano. Séisme nord de Digne-les-Bains du 17 janvier 2023, Rapport sismologique à l'attention de la commission interministérielle sur les catastrophes naturelles, BCSF-Rénass-2023-RP3-CatNat, 31 pages, 19 figures, 6 annexes.

Pour contacter le BCSF-Rénass ce courriel est à votre disposition : bcsf-renass@unistra.fr



Bureau central sismologique français
Réseau national de surveillance sismique
5 rue René Descartes – 67084 STRASBOURG Cedex

Sites Internet :

www.franceseisme.fr, <http://renass.unistra.fr/>