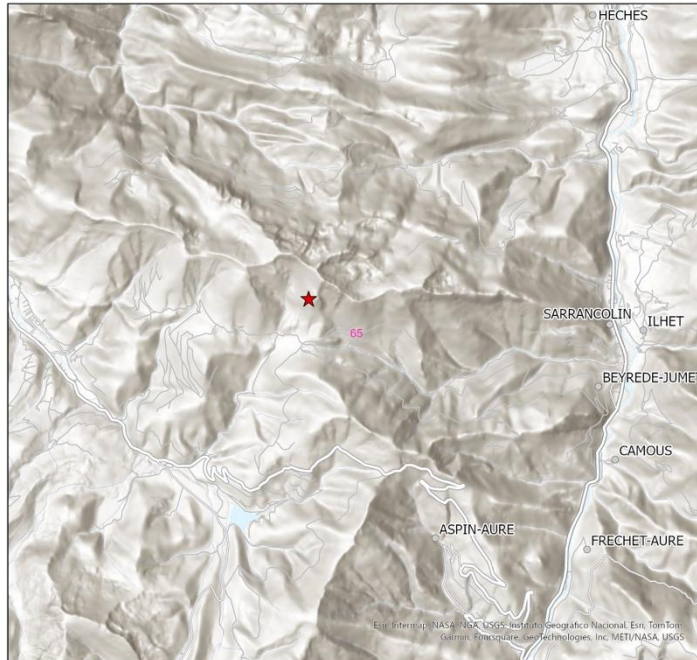


Rapport Sismologique



Séisme ouest de Sarrancolin (Hautes-Pyrénées)

17 avril 2023 à 13h28 TU

Magnitude 4 $M_{L(RENASS)}$

Intensité maximale : V (EMS98)



Bureau central sismologique français
Réseau national de surveillance sismique

École et observatoire
des sciences de la Terre
de l'Université de Strasbourg

et du

Date de publication : 13 mars 2024

Auteurs : Christophe Sira⁽¹⁾, B. Derode⁽²⁾, M. Grunberg⁽¹⁾, R. Dretzen⁽¹⁾, V. Mendel⁽¹⁾.
Vérificateur : Sophie Lambotte⁽²⁾

(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

Financement : EOST/BCSF-Rénass

Remerciements aux préfetures, aux mairies, engagées dans cette étude ainsi qu'à l'ensemble des particuliers ayant témoigné sur notre site internet.

Mots clés : Séisme, aléa, risque sismique, macrosismique, magnitude, Sarrancolin, intensité macrosismique, EMS-98, Hautes-Pyrénées.

Pour citer cette note :

Sira C., B. Derode, M. Grunberg, R. Dretzen, V. Mendel, Séisme de Sarrancolin du 17 avril 2023, Rapport sismologique, BCSF-Rénass-2024-RP3, 42 pages, 3 tableaux, 27 figures, 7 annexes.

*Cette note est téléchargeable à partir du site web du BCSF-Rénass : www.franceseisme.fr
Pour contacter le BCSF-Rénass ce courriel est à votre disposition : bcsf-renass@unistra.fr*

TABLE DES MATIÈRES

1. Localisations et caractéristiques de la source sismique	p.4
1.1 Localisation	p.4
1.2 Magnitude	p.5
1.3 Mécanisme au foyer	p.6
1.4 Répliques	p.7
1.5 Sismicité historique	p.7
2. Analyse macrosismique (intensités des secousses)	p.8
2.1. Enquête macrosismique et intensités de la secousse	p.8
2.2. Effets sur les personnes	p.12
2.3. Effets sur les objets	p.17
2.3. Effets sur les bâtiments	p.19
3. Conclusions	p.21
4. Annexes	p.22
Annexe 1 – Résumé de l'échelle d'intensité	p.22
Annexe 2 – Formulaire d'enquête du BCSF-Rénass	p.26
Annexe 3 – Tableau des intensités macrosismiques	p.30
Annexe 4 – Carte de modélisation de la secousse	p.36
Annexe 5 – Sismicité enregistrée entre le 17/04/2023 et le 01/03/2024	p.37
Annexe 6 – Zones d'aléa réglementaire	p.39
Annexe 7 – Glossaire et références	p.40

1. Localisation et caractéristiques de la source sismique

1.1 Localisation

Le 17 avril 2023 à 15 h 28 heure locale (13 h 28 heure TU), un séisme a eu lieu à l'ouest de Sarrancolin dans le département des Hautes-Pyrénées, à proximité de la faille nord pyrénéenne. La profondeur est estimée entre 5 et 14 km selon les observatoires.

Il se situe à l'est de l'extrémité d'une zone sismique active (Sylvander et al. 2021, fig. 1.1), non loin des séismes contemporains du 3 mai 2008 de magnitude 4,1, du 1^{er} avril 2010 de magnitude 4,3 (Schlupp et al. 2010), et du 6 août 2018 de magnitude 3,8, pour ne citer que certains des plus importants dans cette région depuis l'année 2000.

Les localisations épicentrales calculées par les différents organismes sont très proches (± 1 km) les unes des autres (tableau 1). La localisation hypocentrale du BCSF-Rénass est considérée comme la localisation préférentielle au vu du nombre de stations utilisées proches de l'épicentre (6 à moins de 30 km de la source).

organisme	Latitude	Longitude	profondeur	magnitude
CEA-DASE	42,97 N	0,31 E	10 km	4,3 M _L
BCSF-Rénass	42,97 N	0,31 E	14 km	4,0 M_{Lv}
EMSC	42,95 N	0,34 E	5 km	4,3 ML

Tableau 1 : Localisations et magnitudes locales selon les observatoires (à la date de cette publication).

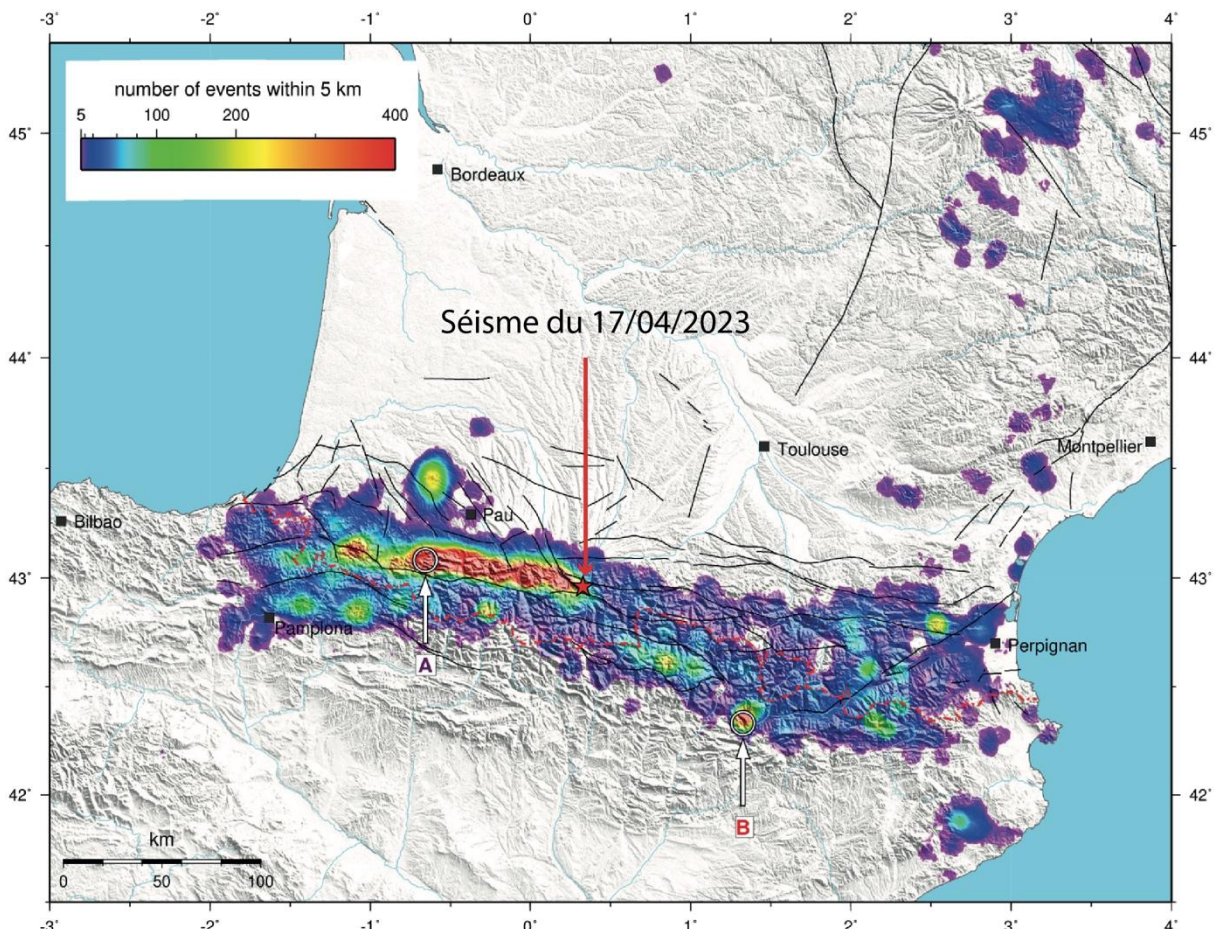


Fig. 1.1 – Carte de densité de sismicité dans le sud-ouest de la France extraite de l'article de M. Sylvander et al. 2021 (C.R. Geoscience, DOI : 10.5802/crgeos.60), A et B désignent les deux régions mises en évidence dans l'article. Les zones rouges indiquent une sismicité active. Les failles actives sont tirées de Lacan et Ortuño [2012].

L'épicentre de ce séisme se place en zone de sismicité moyenne selon le zonage sismique français réglementaire (annexe 6).

1.2 Magnitude

L'échelle de magnitude locale de Richter (M_L) est l'échelle la plus communément utilisée pour des séismes modérés ainsi que dans les rapports post-sismiques du BCSF-Rénass. La magnitude locale (M_L) varie entre 4,0 et 4,3 selon les organismes. Les observatoires peuvent publier des valeurs de magnitude M_L légèrement différentes selon la méthode appliquée et les données utilisées.

Si les incertitudes ne sont pas toujours indiquées, il faut habituellement considérer qu'elles sont d'environ 0,2 point.

Les magnitudes M_w calculées sont similaires (3,4 M_w) entre les observatoires (tableau 2). Les profondeurs issues de ces méthodes utilisées pour le calcul de M_w sont comprises entre 6 et 14,2 km (tableau 2), similaires à celles calculées à partir des temps d'arrivées des ondes (BCSF-Rénass, LGRB, ETHZ/SED, CEA-DASE).

Attention : La magnitude de moment (notée M_w , tableau 2) est une autre échelle utilisée pour décrire l'énergie mise en jeu par un séisme. Celle-ci est généralement inférieure à la M_L en France hexagonale et ne doit donc pas remplacer la valeur de M_L publiée, mais constitue une autre approche de calcul de l'énergie à la source.

Dans les 5 km autour de l'épicentre du choc principal, plusieurs répliques de magnitudes comprises entre 0,4 et 1,3 ont été enregistrées à la suite du choc principal (fig. 1.2, annexe 5). 30 autres évènements ont été enregistrés jusqu'en mars 2024, dont le plus important a été de magnitude 1,9 en date du 28 février 2024 (selon BCSF-RENASS).

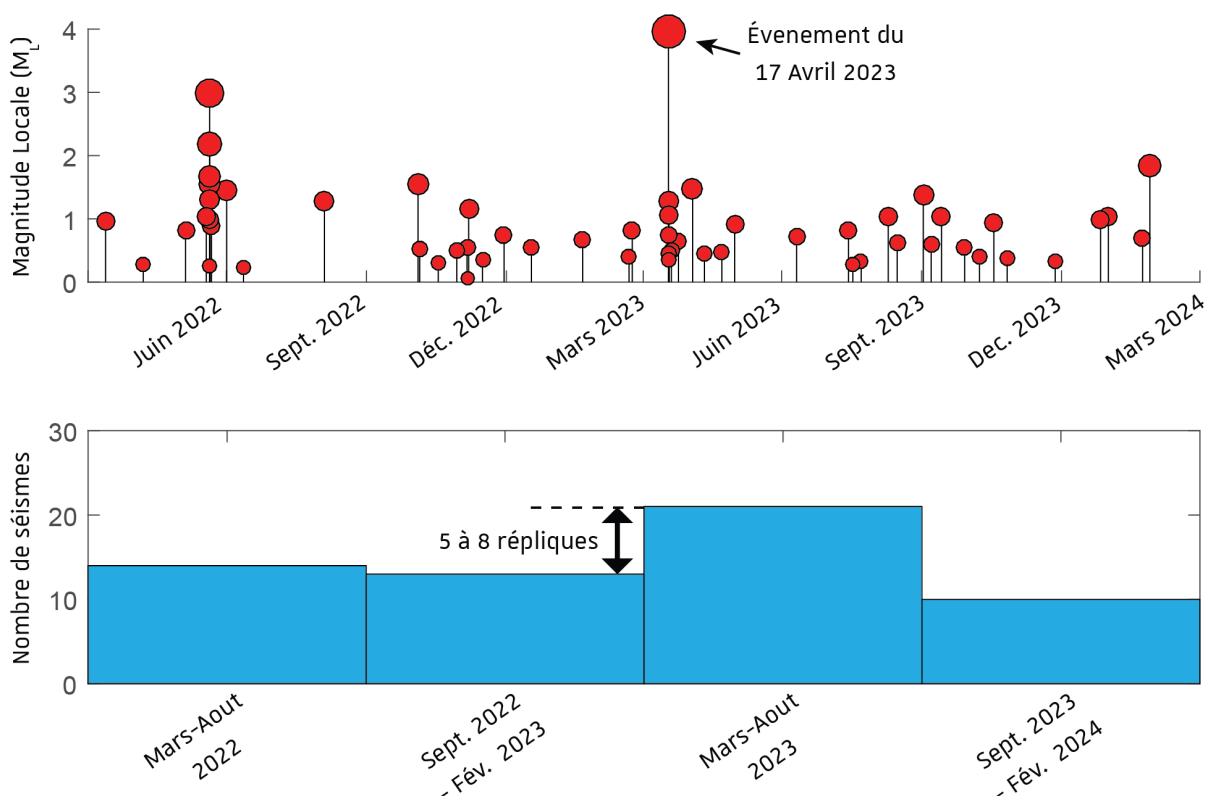


Figure 1.2 - Sismicité dans un rayon de 5 km autour de l'épicentre du séisme du 17 avril 2023, enregistrées par le BCSF-Rénass entre mars 2022 et mars 2024 (B. Derode, EOST-ITES, mars 2024).

organisme	prof. (km)	magnitude M_w	Méthode pour le calcul M_w
Géoazur (B. Delouis)	6	3,4	FMNEAR (Automatique)
IPGP (C. Satriano)	14,2	3,4	inversion des spectres de déplacement des ondes S

Tableau 2 : Profondeur et magnitude de moment M_w du choc principal du 17-04-23.

1.3 Mécanisme au foyer

Le mécanisme au foyer calculé par l'observatoire Géoazur (fig. 1.3) montre un mouvement principalement de faille "normal" (correspondant à une extension) sur un plan de faille orienté nord-ouest / sud-est, cohérent avec les mécanismes dans la région (Sylvander et al. 2021).

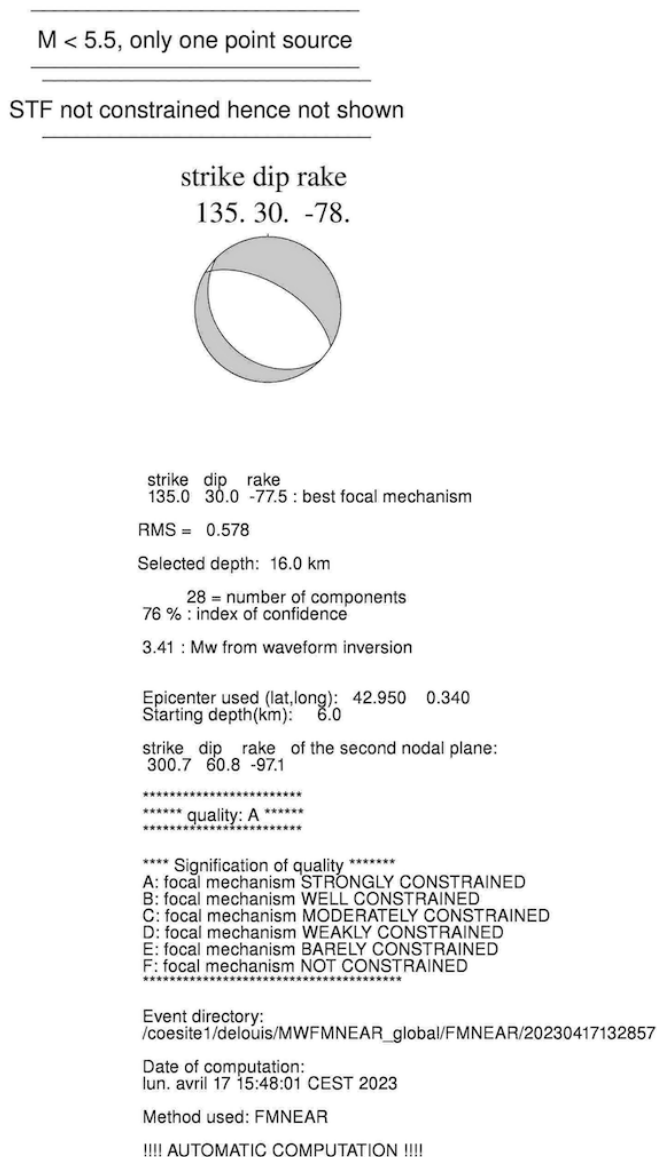


Figure 1.3 - Mécanisme au foyer par la méthode FMNEAR (d'après Géoazur, B. Delouis).

1.4 Répliques

Le BCSF-Réness a pu détecter et localiser plusieurs répliques de magnitude inférieure à 3 dans les jours qui ont suivi, dont une majorité d'événements de magnitudes inférieures à 1,5 (fig 1.2, annexe 5).

1.5 Sismicité historique

Plusieurs séismes historiques d'intensité épacentrale comprise entre VII et VIII sont connus sur cette région ouest de la faille nord pyrénéenne (fig. 1.4) ; on peut citer les deux plus importants que sont ceux de Bagnères-de-Bigorre en 1660 (I_0 =VIII-IX) et Juncalas en 1750 (I_0 =VIII).

Ci-dessous sont listés les séismes historiques d'intensité épacentrale supérieure à VII dans un rayon de 80 km autour de l'épicentre :

03/03/1373 - RIBAGORZA (LAS BORDAS) - Intensité : VIII-IX
21/06/1660 - BIGORRE (BAGNERES-DE-BIGORRE) - Intensité : VIII-IX
24/05/1750 - BIGORRE (JUNCALAS) - Intensité : VIII
20/07/1854 - LAVEDAN (ARGELES-GAZOST) - Intensité : VII-VIII
19/11/1923 - VAL D'ARAN (VIELLA) - Intensité : VIII
29/02/1980 - OSSAU (ARUDY) - Intensité : VII-VIII

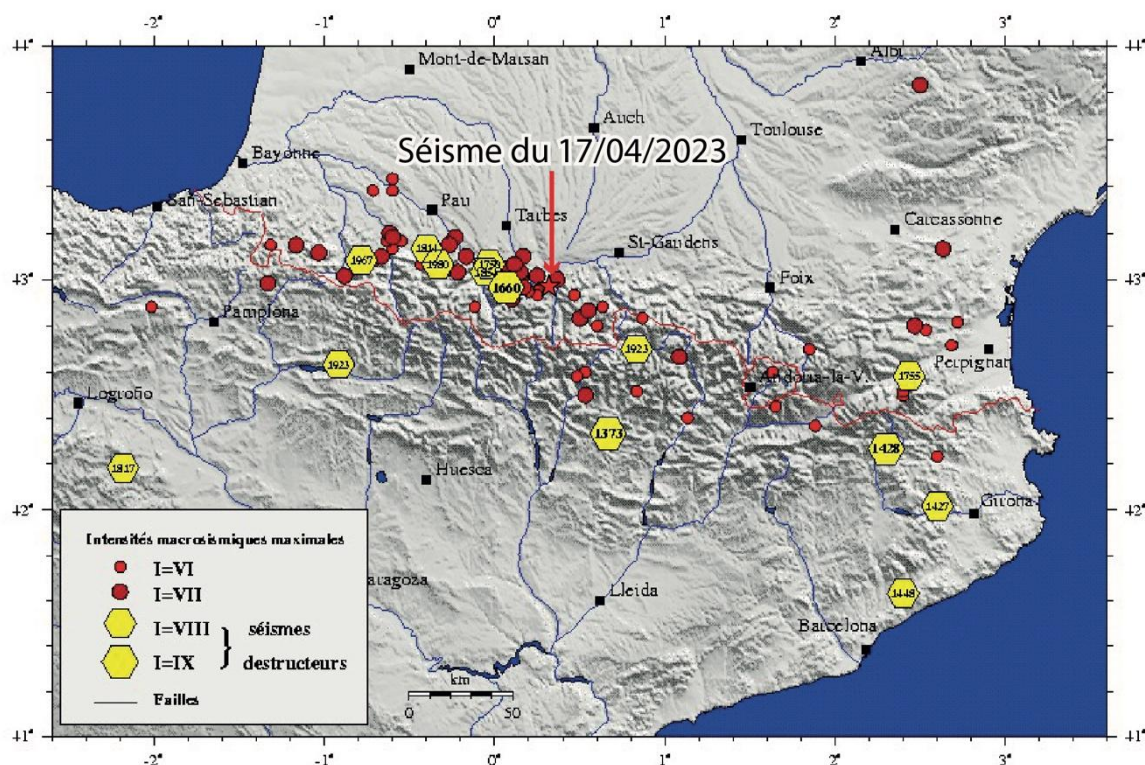


Figure 1.4 - Carte de sismicité historique des Pyrénées (documents OMP, d'après les données BRGM, EDF, IRSN / SisFrance, plus d'information sur www.sisfrance.net).

2. Analyse macrosismique (intensités des secousses).

2.1 Enquête macrosismique et intensités de la secousse

Suite à ce séisme, le BCSF-Rénass a déclenché une enquête macrosismique pour déterminer la sévérité des secousses communales (intensités macrosismiques). Ainsi, dès le 18 avril, les préfetures des Hautes-Pyrénées, de la Haute-Garonne, et des Pyrénées-Atlantiques, ont été sollicitées pour diffuser le lien du formulaire d'enquête communal (annexe 2) sur les effets macrosismiques aux mairies, gendarmeries et casernes de sapeurs-pompiers.

Nous avons reçu 207 formulaires communaux et 235 formulaires individuels spontanés de particuliers par le site www.franceseisme.fr (annexe 2).

L'étude que nous avons menée a permis d'obtenir des informations macrosismiques pour 295 communes provenant de 5 départements (annexe 3), bien au-delà de l'enquête menée auprès des autorités.

L'intensité a été estimée pour 210 communes. 84 autres communes indiquent avoir perçu la secousse sans que l'on puisse estimer une intensité fiabilisée (absence de formulaire communal ou trop faible nombre de témoignages individuels). Le faible taux de réponse des mairies au sud de l'épicentre du séisme n'a pas permis la production d'une information complète et homogène satisfaisante.

L'intensité maximale atteinte est de IV-V à V (secousse largement ressentie à forte) pour les trois communes suivantes :

Code INSEE	Commune	Départ.	EMS-98	Qualité intensité	Distance épacentrale (km)
65017	ARAGNOUET	65	IV-V	B	21
31590	BINOS	31	V	B	26
31176	ESTENOS	31	V	B	27

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

A : sûre,
B : moyennement sûre,
C : peu sûre.

Tableau 3 : Communes présentant une intensité maximale V

Le séisme a été **ressenti** en France jusqu'à 185 km de l'épicentre (commune de Saint-Amans-Soult, département du Tarn).

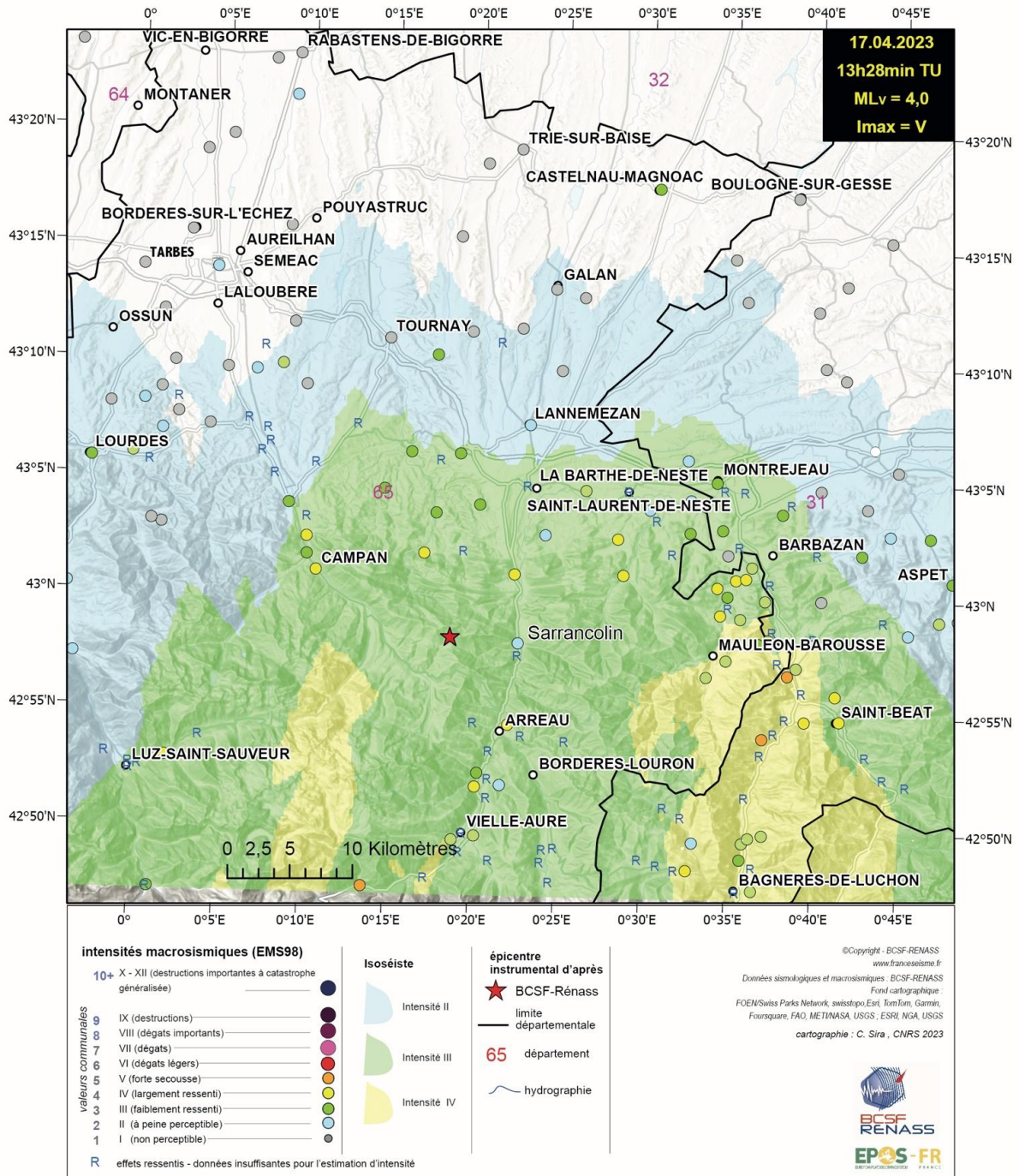


Figure 2.1 – Carte des intensités macrosismiques de la zone épicerne.

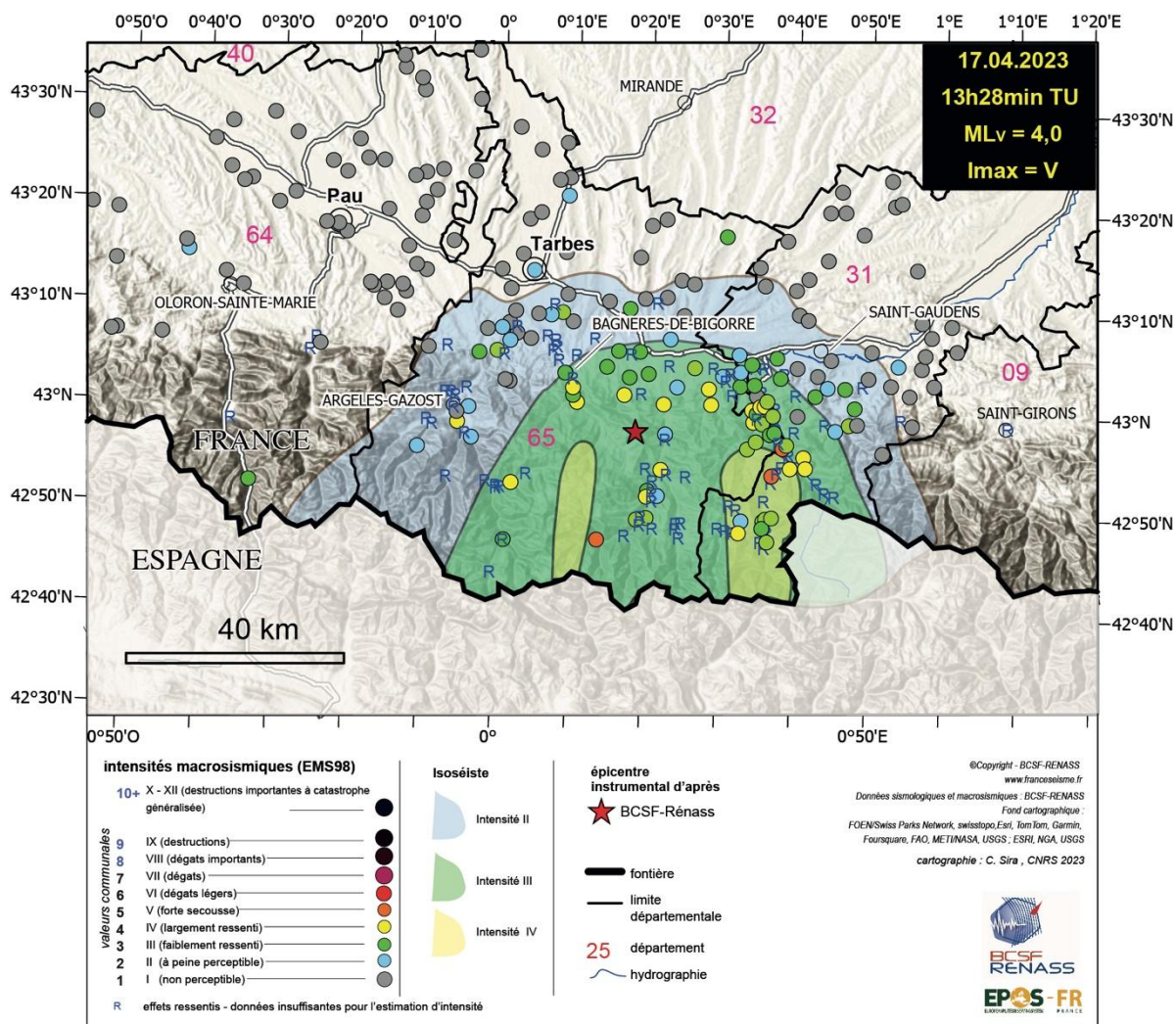
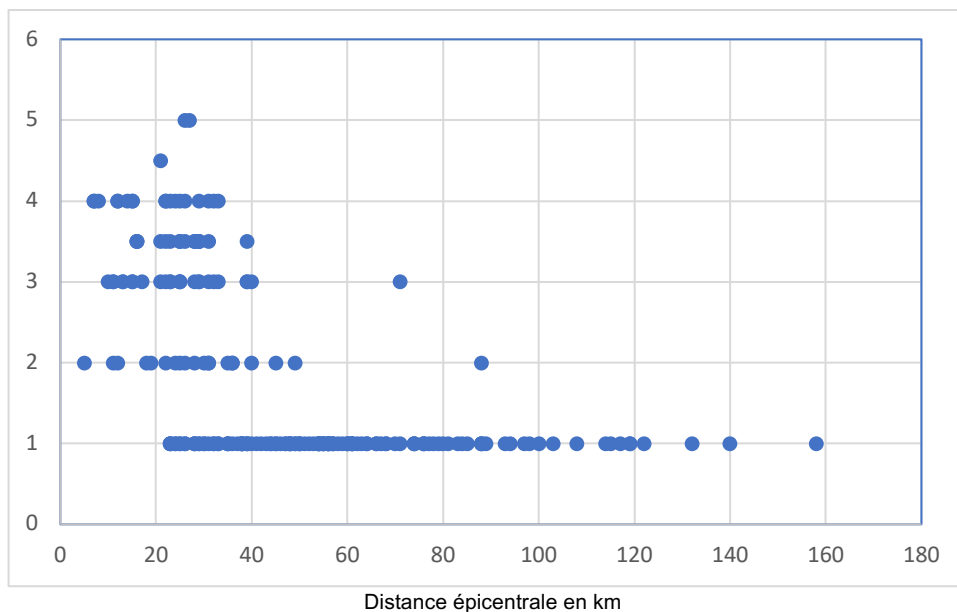


Figure 2.2 – Carte des intensités macrosismiques de l'ensemble de la zone affectée.

Les deux départements les plus affectés par les vibrations sismiques sont les Hautes-Pyrénées et le sud de la Haute-Garonne.

Le département des Pyrénées-Atlantiques ne semble pas avoir trop perçu la secousse, seules 5 communes signalent des effets vibratoires. De même, à l'est de l'épicentre, une seule commune de l'Ariège signale des effets.

L'effet de séparation entre les deux isoséistes IV (fig. 2.1 et 2.2), au sud-est et sud-ouest de l'épicentre est très certainement lié à un artefact lors du krigeage (méthode d'interpolation spatiale statistique) des données d'intensité. En effet, le nombre d'intensités estimées de façon fiable au sud de l'épicentre est relativement faible, les communes n'ayant pas toujours répondu à notre enquête. Au vu de la modélisation automatique des intensités « shakemap USGS 3.5 » (annexe 4), il est possible que les communes portant la valeur « R » (ressenti, intensité non déterminée) puissent être des intensités IV, ce qui induirait une isoséiste IV regroupant les deux zones d'intensités IV dessinées sur cette carte.



Valeurs EMS-98

Intensité 1 (I) : non ressenti
 Intensité 2 (II) : rarement perceptible
 Intensité 3 (III) : faible

Intensité 4 (IV) : largement observée par la population
 Intensité 5 (V) : forte secousse

Figure 2.3 - Intensités EMS-98 par distance épacentrale (France).

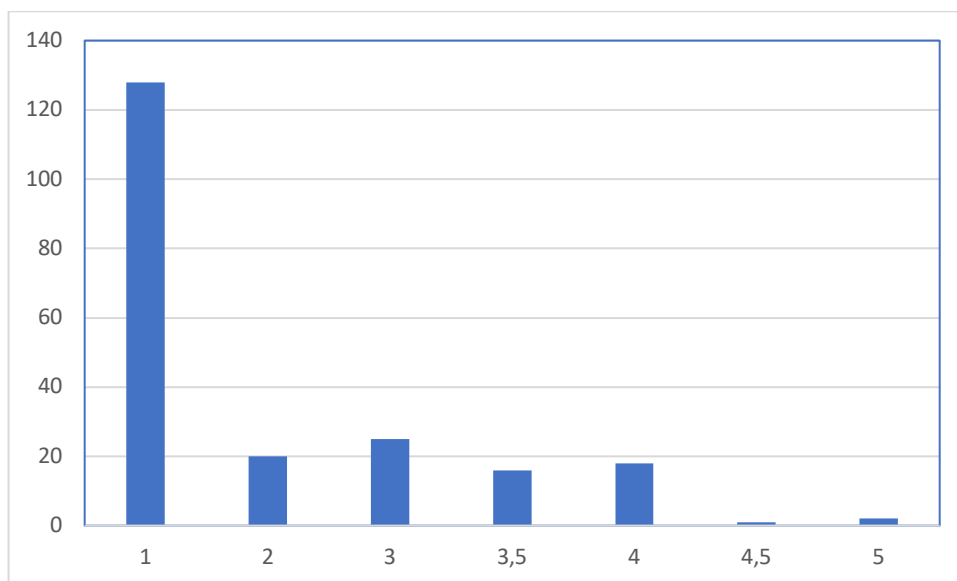


Figure 2.4 – Volumétrie des intensités estimées (par classes d'intensités EMS-98 : 210 points d'intensités)

La zone maximale de perception est relativement bien contrainte autour de l'isoséiste II, comme on peut l'observer avec la grande présence de valeurs « non ressenti » intensité I (1), sur la carte (fig. 2.2), comme dans le graphique (fig. 2.4).

2.2 Effets sur les personnes

Les témoins de notre enquête étaient en grande majorité à l'intérieur des habitations lors de la secousse (81% d'entre eux dans la zone entre 10 et 20 km de l'épicentre, fig. 2.5). Dans les 50 premiers kilomètres autour de l'épicentre, 65% des témoins sont localisés dans des habitats individuels. Pour la plupart d'entre eux, ils étaient plutôt en « activité assis ». La proportion des personnes en activité debout ayant ressenti les effets sismiques diminue progressivement de 22% à 13 % dans les 50 premiers kilomètres, confirmant ainsi la diminution de la sévérité de la secousse (fig. 2.8). Ces effets ont été principalement modérés en zone épiscopentrale. Leur durée a été évaluée par les témoins entre 5 et 10 secondes suivant la distance à l'épicentre.

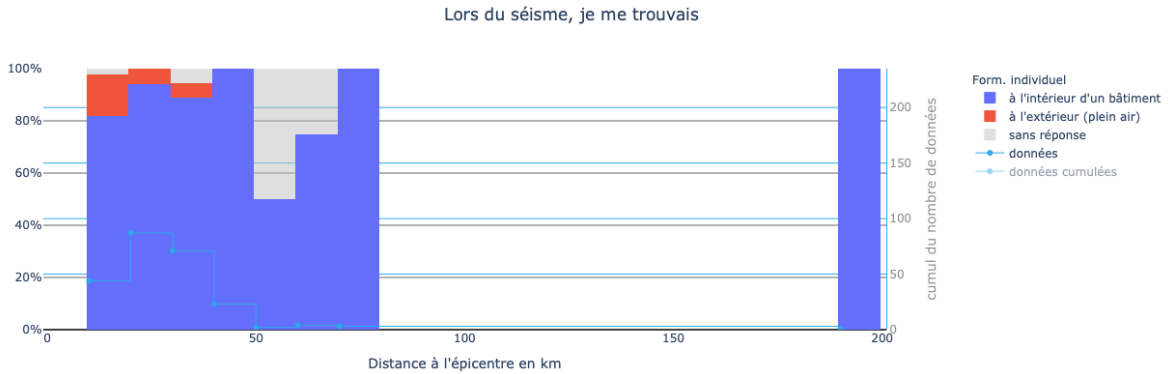


Figure 2.5 - Localisation des témoins à partir des réponses au formulaire individuel. (intérieur / ext)

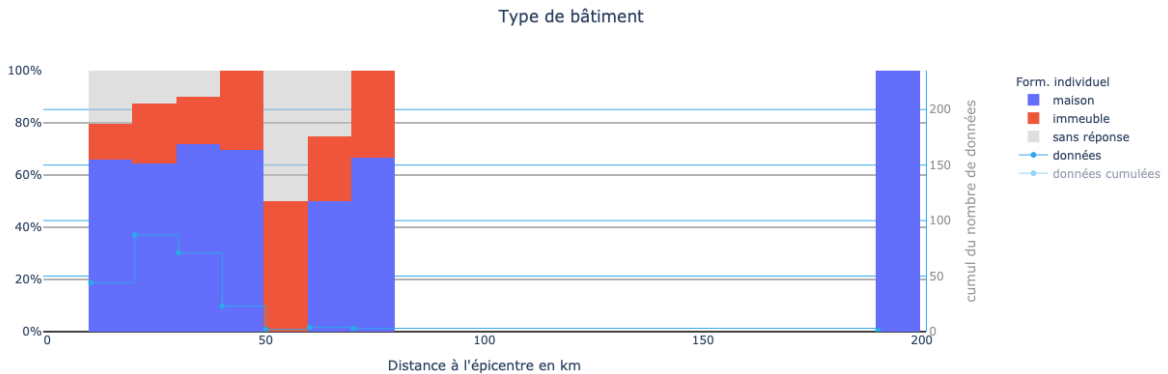


Figure 2.6 – Type d'habitation des témoins à partir des réponses au formulaire individuel.

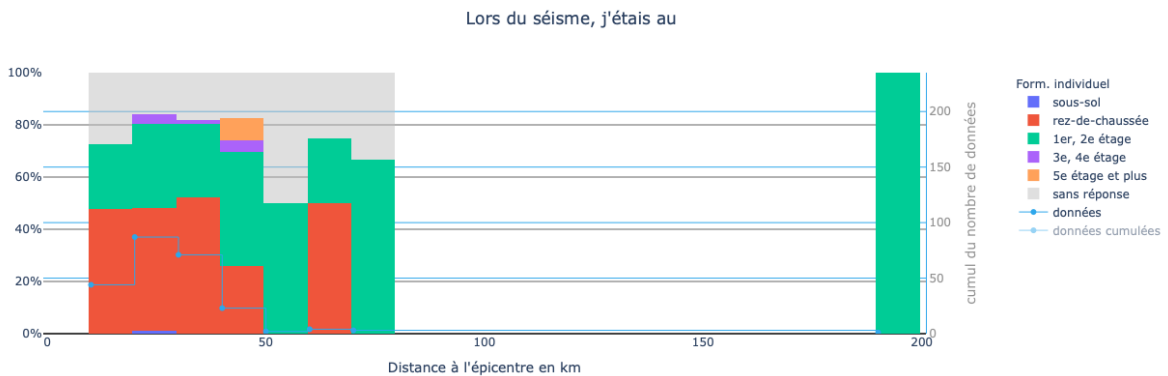


Figure 2.7. Localisation des témoins dans leur bâtiment à partir des réponses au formulaire individuel.

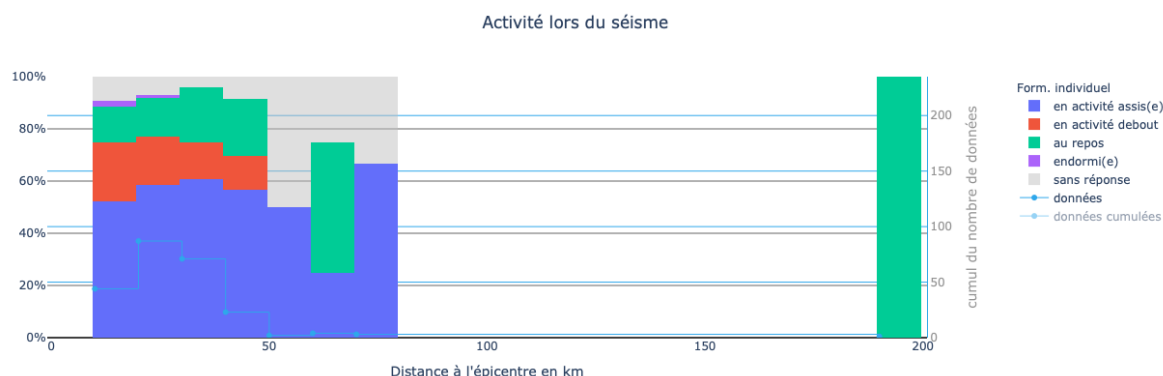


Figure 2.8 - Activités des témoins à partir des réponses au formulaire individuel.

Parmi nos témoignages reçus, à Jezeau (« Ressenti », 10 km de l'épicentre), un habitant décrit : « L'explosion a été soudaine et d'emblée, forte. Il est plus habituel d'entendre avec le tremblement de terre arriver, un ou des grondements ».

A Ancizan (intensité III, 11 km de l'épicentre), un autre habitant explique le phénomène ainsi : « Les murs et le sol ont tremblé, le bruit était comme un gros camion qui fait tout vibrer - tremblement environ 10 secondes ».

Dans la commune de Campan (intensité IV, 12 km de l'épicentre), un grondement sourd et proche a été entendu et le mouvement des arbres a été visible.

Dans la commune de Montréjeau (intensité III, 25 km de l'épicentre), le maire de la commune interrogé par France Bleue parle de tremblement des murs : "on a senti un tremblement sur sept ou huit secondes, les murs qui se sont mis à trembler comme quand un gros camion passe très près du bâtiment." Comme le raconte également Christophe Celma-Bernuz, principal du collège interviewé par la Petite république.com. « Il était 15 h 28 lorsqu'un bruit sourd envahissait le collège, puis tout a tremblé dans le bureau. Aussitôt, le protocole séisme était mis en place. Lorsque la secousse s'est fait ressentir, tout le monde s'est tapi sous les tables. Après que la secousse soit passée, l'ordre a été donné d'évacuer, ce qui a été fait dans le plus grand calme et en deux minutes ».

Comme on peut le voir sur les figures 2.8 et 2.9, la principale réaction a été l'inquiétude. Quelques témoins ont pu être effrayés voire exceptionnellement paniqués (fig. 2.9 - 2.10).



Figure 2.9 - Carte de réactions à la secousse à partir des réponses au formulaire individuel

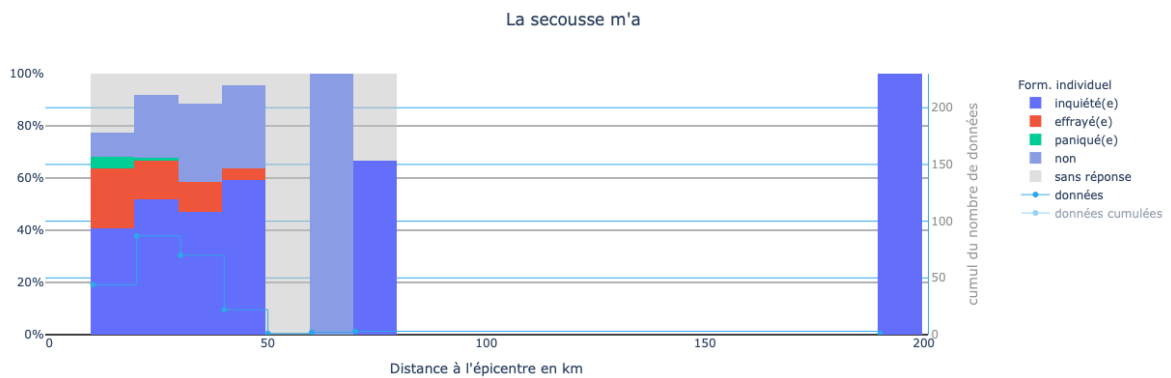


Figure 2.10 – Réaction des personnes à la secousse par distance épacentrale (formulaires individuels)

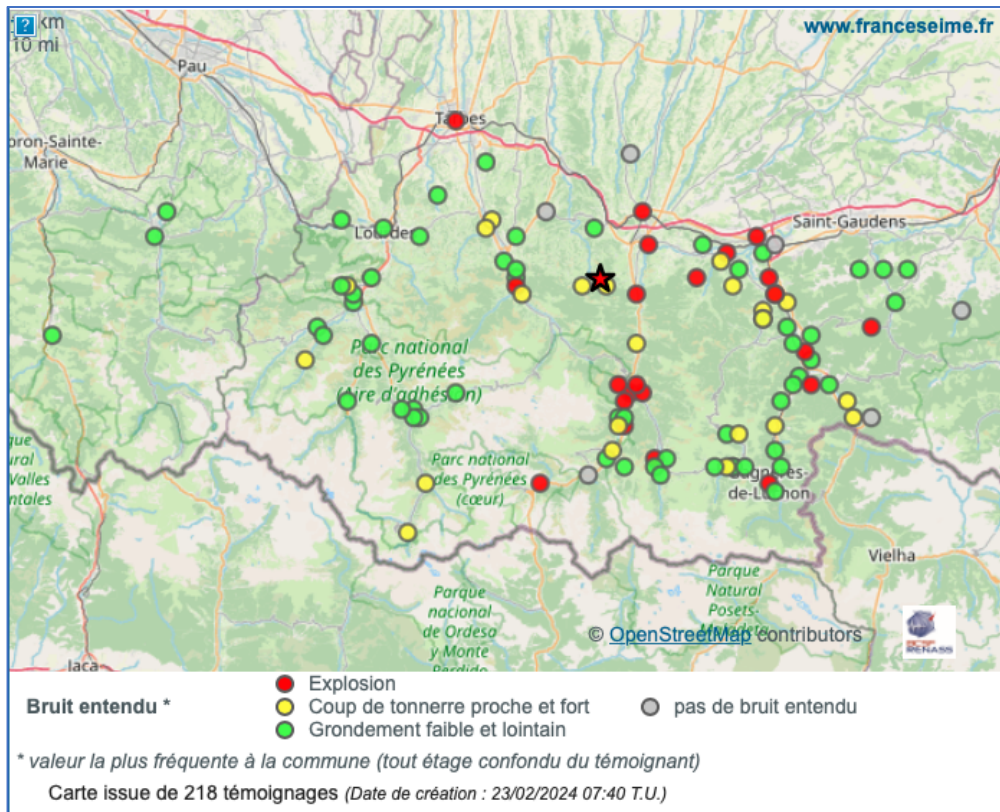


Figure 2.11 - Carte des bruits entendus (formulaires individuels)

Même en zone épiscopentrale, jusqu'à 20 km de l'épicentre, le bruit décrit par les témoins reste toujours assez variable ; certains distinguant un bruit d'explosion (fig. 2.12), d'autres un grondement proche et fort (fig. 2.13), d'autres encore décrivent plutôt un grondement faible et lointain (fig. 2.14). Si l'échelle d'intensité ne l'intègre pas comme un indicateur de sévérité de secousse pris en compte dans l'estimation, cette information reste intéressante à relever dans nos études, car ces effets acoustiques sont évidemment un des éléments clairement perçus par les témoins lors d'un tremblement de terre. Leur perception est d'ailleurs, comme souvent, indiquée de façon chronologique notamment en zone proche de l'épicentre. Certains témoins décrivent des effets d'explosion (crash d'avion, explosion de gaz) plus ou moins lointaine en fonction de leur distance à l'épicentre, suivis d'un grondement souterrain plus ou moins fort.

En s'éloignant de l'épicentre, les effets acoustiques sont plutôt de l'ordre d'un grondement faible et lointain, parfois confondus à des distances très lointaines avec un fort coup de vent.

Si dans les 20 premiers kilomètres de l'épicentre la plupart des témoins ont entendu un bruit d'explosion, cette proportion diminue jusqu'à 5% à 40 kilomètres, puis disparaît totalement après 50 km (fig.2.12).

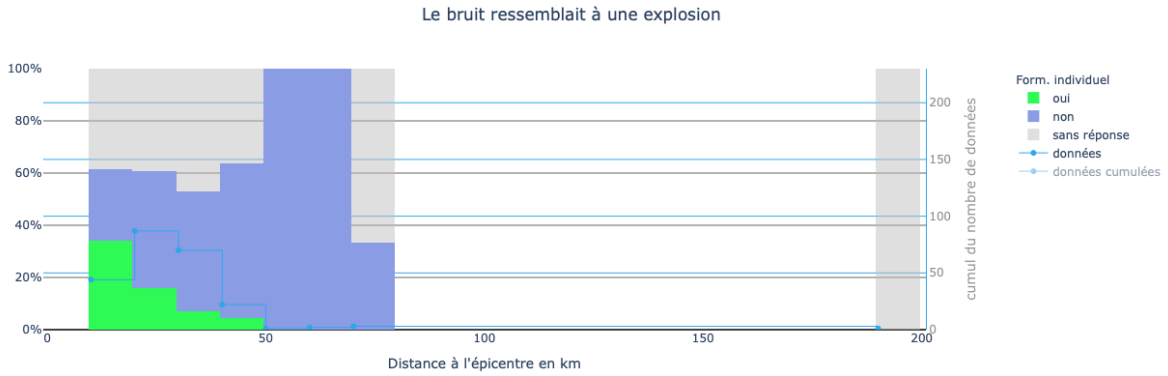


Figure 2.12 - Bruits ressemblant à explosion par distance épacentrale. (formulaire individuels)

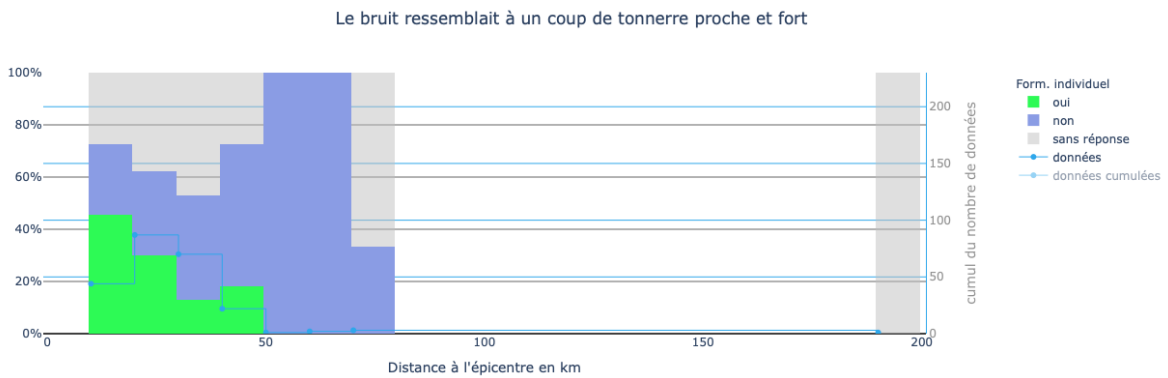


Figure 2.13 - Bruits ressemblant à un coup de tonnerre proche et fort par distance épacentrale. (formulaire individuels)

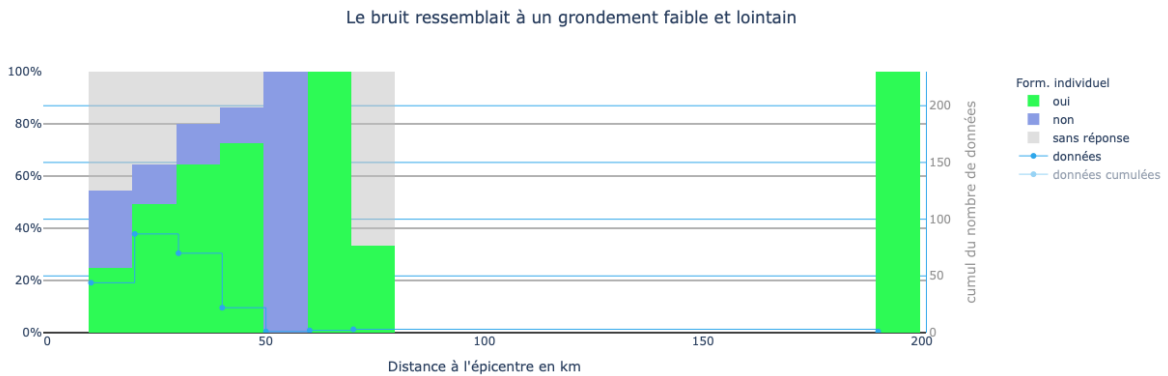


Figure 2.14 - Bruits ressemblant à un grondement faible et lointain par distance épacentrale. (formulaire individuels)

Peu de personnes se sont précipitées à l'extérieur des bâtiments en courant (fig. 2.15). Toutefois la statistique communale (fig. 2.16) montre qu'une partie des administrés (autour de 25%), notamment dans les premiers 40 km, sont tout de même sortis de leur bâtiment, peut-être inquiets ou interrogatifs des suites possibles que pourrait donner cette secousse.

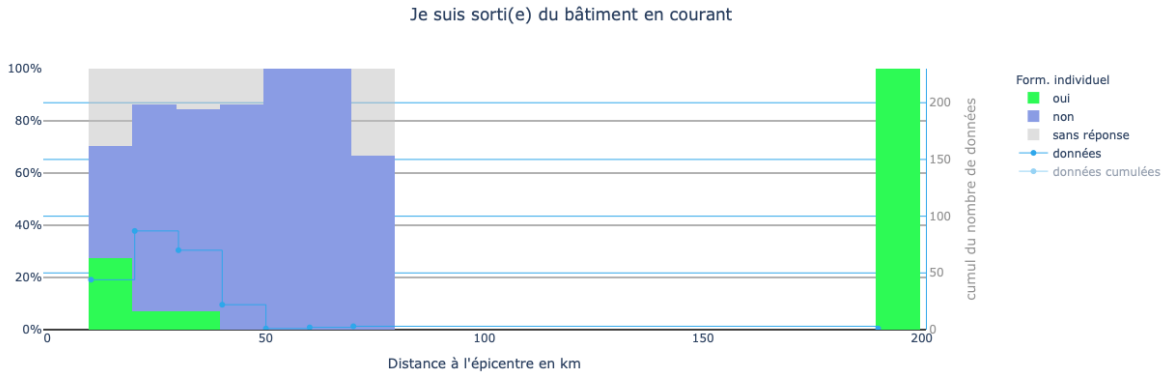


Figure 2.15 – Sorties des témoins en courant des bâtiments (formulaire individuels).

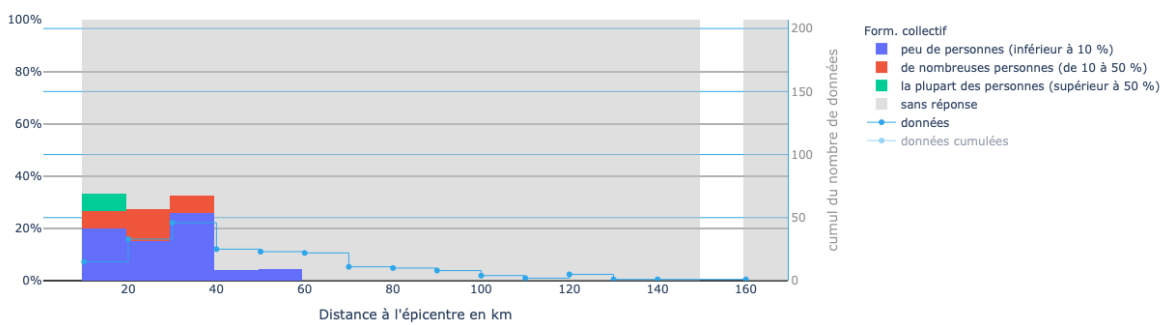


Figure 2.16 – Sorties des habitants des bâtiments (formulaire communaux).

2.3 Effets sur les objets

Les chutes et bris d'objets ont été rares lors de ce séisme (fig. 2.17, 2.18, 2.19). Les déplacements, plus nombreux, restent en faible proportion sur l'ensemble des témoignages reçus.



Figure 2.17 - Carte des déplacements ou chutes des petits objets (formulaire individuels).

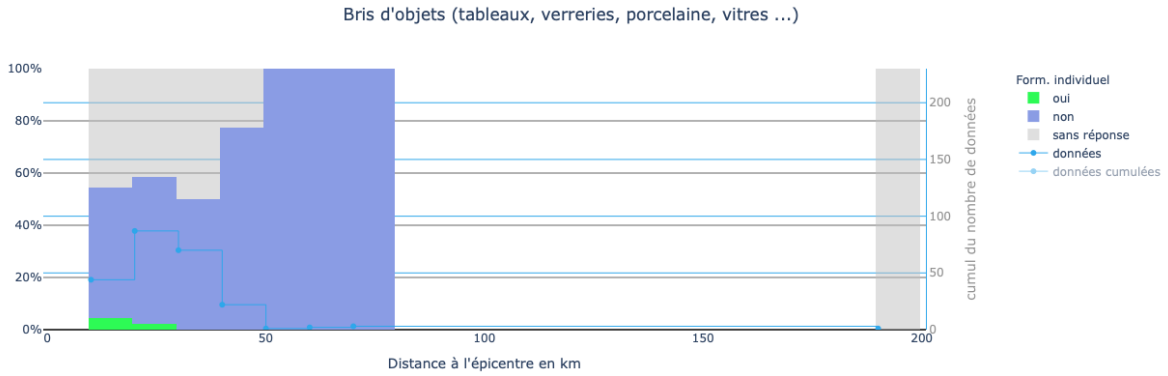


Figure 2.18 - Bris d'objets (tableaux, verrerie, porcelaine, vitres / formulaires individuels).

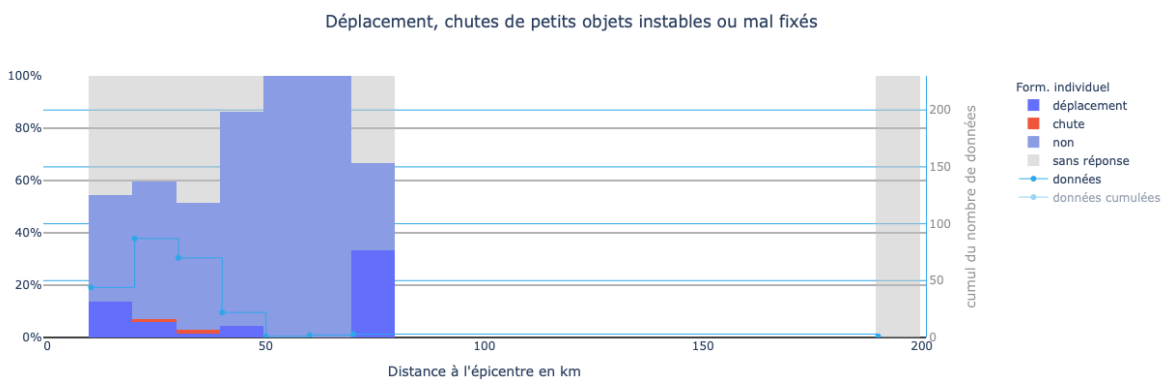


Figure 2.19 - Déplacement, chutes de petits objets instables ou mal fixés (formulaires individuels).

L'oscillation des liquides a été peu observée (fig. 2.18), autour de 10% des témoignages. Cet indicateur reste délicat à utiliser pour l'estimation de l'intensité, car son observation dépend de la présence ou non de liquides observables. Un grand nombre de réponses restent sans information, indiquant sans doute pour partie que cet indicateur n'était pas présent autour du témoin. Il en va de même pour le débordement des liquides dans les récipients pleins, en ajoutant l'incertitude du niveau de remplissage du contenant (fig. 2.19).

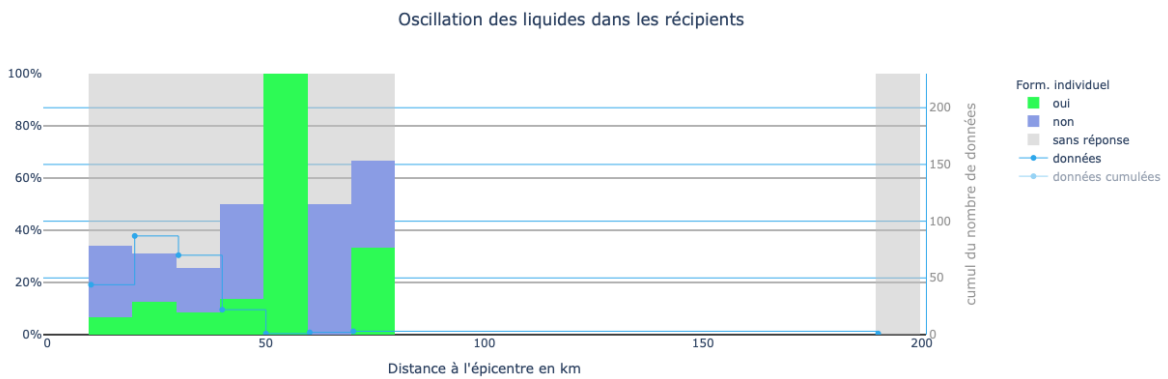


Figure 2.20 - Oscillation des liquides dans les récipients (formulaires individuels).

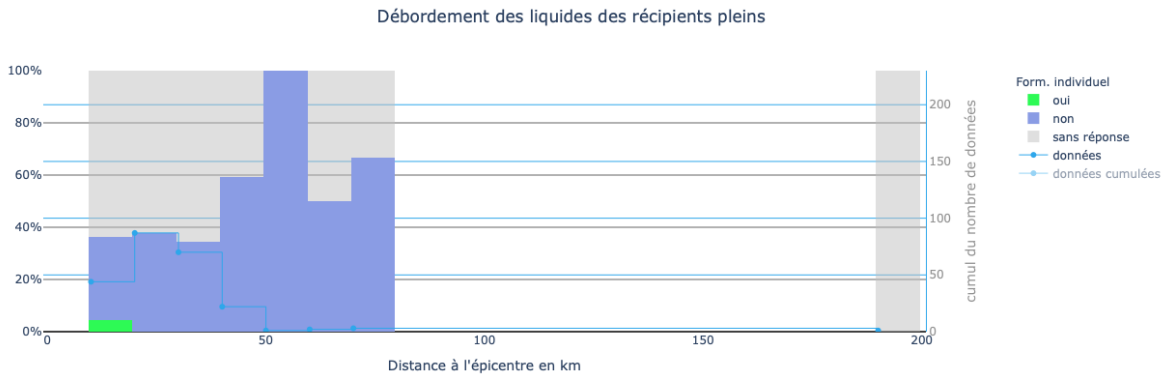


Figure 2. 21 - Débordement des récipients pleins (formulaire individuels)

2.4 Effets sur les bâtiments.

Peu d'effets sur les bâtiments ont été relevés lors de ce séisme. Toutefois, à 25 km de l'épicentre, dans la commune de Montréjeau, avenue de Tarbes, un vieux mur de pierres, particulièrement fragile, construit avec de lourds galets ronds et lisses, a connu un éboulement partiel.



Figure 2. 22 – Chutes d'éléments de maçonnerie sur un mur de propriété (photos M.P. Arrieu 2023)

Dans le collège Bertrand Laralde de cette même ville, des fissures ont été détectées sur un pilier et ont engendré une évacuation de précaution des élèves et des professeurs. Toutefois, le mercredi 19 avril, après analyse de ces effets jugés sans danger pour les occupants, le collège a été rouvert.

Ce fut également le cas au collège François-Cazes, au gymnase, à l'école primaire de Saint-Béat plus au sud du Comminges à 32 kilomètres de l'épicentre. Des microfissures antérieures au séisme semblaient exister selon le conseil départemental qui s'est confié au journal la Dépêche.fr.

Quelques communes signalent de rares dommages. Il est à noter, que le très faible niveau d'effets sur les constructions engendre une incertitude de complétude de l'information retournées par les mairies (figure 2.23). Ces dommages principalement de degré 1 sur des bâtiments de vulnérabilité A ou B sont issus de déclarations d'habitants à la mairie. La concomitance avec les effets du séisme ne sont pas

toujours avérés et ne sont souvent pas en adéquation avec la sévérité des effets relevés sur les autres indicateurs macrosismiques.

Dans ces villes où 1 à 3 bâtiments sont signalés endommagés, on retrouve :

- département des Hautes-Pyrénées : Aste (2 bat.) , Bize (1 bat.) , Bourisp (1 bat.) , Capvern (2 bat.), Castelnau-Magnoac (2 bat.), Gembrie (3 bat.) , Loures-Barrousse (1 bat.), Seilhan (2 bat.) ;
- département de Haute-Garonne : Bezin-Garraux (1 bat.) Fronsac (2 bat.), Montauban-de-Luchon (1 bat.),

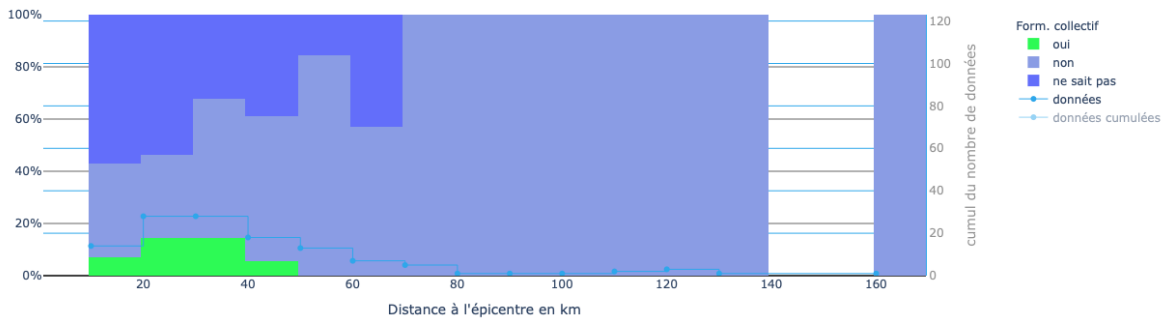


Figure 2.23 – Présence de dégâts aux bâtiments sur la commune (formulaires communaux)

3 Conclusions

Le séisme du 17 avril 2023 à l'est de Sarrancolin (Hautes-Pyrénées) a été localisé en Haute-Bigorre, proche de la faille nord pyrénéenne (FNP), au nord de la zone paléozoïque axiale du massif des Pyrénées.

La magnitude locale estimée varie entre 4,0 (M_L) et 4,3 (M_L) selon les organismes. L'observatoire Géoazur indique 3,4 (M_w) comme magnitude de moment en accord avec celle calculée par l'IPGP.

Le BCSF-Rénass a localisé, à l'aide des stations du Réseau de surveillance sismique des Pyrénées (RSSP), plusieurs répliques dans les jours suivants le séisme. 34 événements ont été enregistrés au total jusqu'à la fin novembre dans les 5-6 km autour de l'épicentre, dont le plus important a été de magnitude 2,8 en date du 9 septembre 2023.

Depuis l'année 2000, 3 séismes ont dépassé la magnitude 3,7 sur cette même localisation, bien connue également pour des séismes historiquement forts et dont le plus célèbre d'entre eux est celui de Bigorre en 1660 (intensité VIII-IX).

L'intensité EMS-98 V maximale a été estimée à partir des témoignages individuels et communaux collectés par le BCSF-Rénass sur son site internet www.franceseisme.fr dans 3 communes françaises dans les départements des Hautes-Pyrénées et de la Haute-Garonne.

Cette étude a permis d'obtenir des informations macrosismiques pour 295 communes provenant de 5 départements (annexe 3).

L'intensité a été estimée pour 210 communes ; 84 autres communes indiquent avoir perçu la secousse sans que l'on puisse estimer une intensité fiabilisée (absence de formulaire communal ou trop faible nombre de témoignages individuels).

L'isoséiste IV de la carte macrosismique reste séparée en deux parties au sud de l'épicentre, probablement à cause du faible taux d'estimations fiabilisées d'intensités (absence de retour des formulaires des mairies).

Les effets sur les personnes, les objets et mobiliers sont restés modérés. L'inquiétude des habitants a été le sentiment majoritaire, même si une faible proportion d'entre eux est, selon les communes, sortie des bâtiments dans la zone la plus proche de l'épicentre.

Dans cette région de France, les habitants ont, peut-être malheureusement, pris l'habitude de ces tremblements de terre récurrents. Rappelons qu'il faut toujours rester prudent face à ce type d'aléa et que si se mettre en protection lors de la secousse est important à l'intérieur des bâtiments, une fois celle-ci passée, il reste nécessaire d'en sortir pour éviter de subir une réplique toujours possible, comme l'ont expérimentés les habitants d'Arette en 1967.

Notons la bonne gestion des élèves par les cadres des groupes scolaires face à cette situation, comme à Montréjeau ou Saint-Béat.

Les dommages aux bâtiments ont été faibles et exceptionnels. La concomitance avec les effets sismiques n'est pas toujours certaine.

Ce séisme se place dans un contexte d'aléa modéré et relève d'un niveau attendu dans cette zone sismique des Pyrénées.

Nous remercions l'ensemble des citoyens, des acteurs des collectivités territoriales et des médias pour leur participation ou la diffusion de notre enquête macrosismique.

4 Annexes

Annexe 1 – Résumé de l'échelle d'intensité macrosismique EMS98 (de I à XII)

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 de 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. Destructures

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.

X. Destructures importantes

c) La plupart des 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 5.

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

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

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

Quelques bâtiments de la classe de vulnérabilité F 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
MAÇONNERIE	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			—○—			
BOIS				—○—		

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

Classification des dégâts selon l'EMS-98


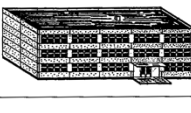

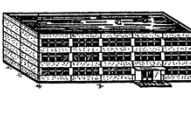






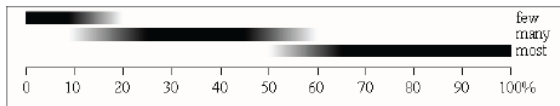
Classification des dégâts aux bâtiments en maçonnerie		Classification des dégâts aux bâtiments en béton armé	
	Degré 1: Dégâts négligeables à légers (aucun dégât structural, légers dégâts non structuraux) Fissures capillaires dans très peu de murs. Chute de petits débris de plâtre uniquement. Dans de rares cas, chute de pierres descollées provenant des parties supérieures des bâtiments.		Degré 1: Dégâts négligeables à légers (aucun dégât 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 des 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. Ecrasement 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	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 - Formulaires 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 3ème / 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 (armoire, 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

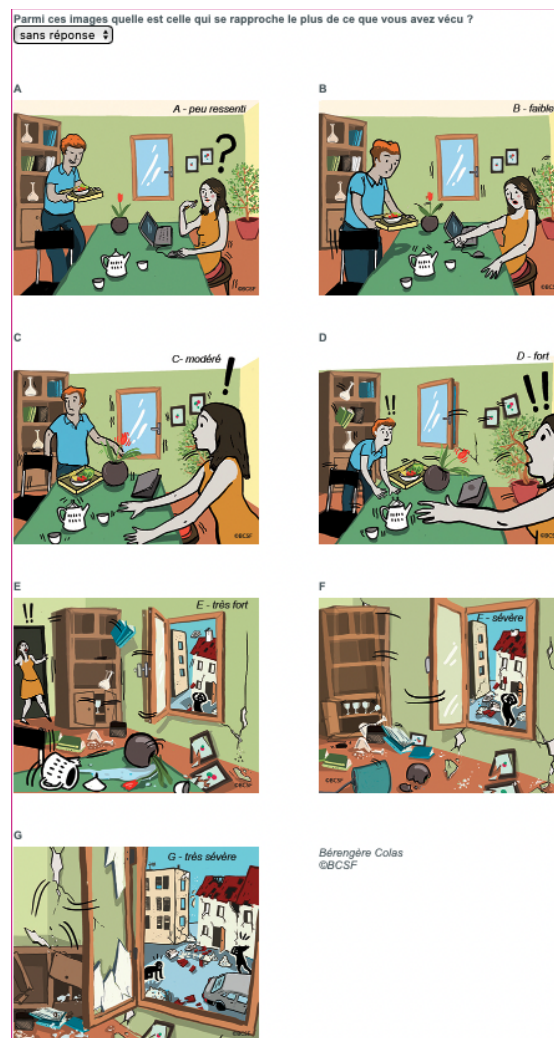
Effets constructions

- 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 10 janvier 2024).

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 de l'intensité des secousses à cause de l'hétérogénéité de leur sous-sol et ou de leur topographie. Des classes d'intensités mixtes (ex : V-VI) ont été introduites pour entre autres traduire la variabilité spatiale de l'amplitude des secousses sur le ban communal. Ces valeurs mixtes expriment qu'il existe des parties de la commune en intensité V et des parties en intensité VI. »

L'échelle EMS-98 précise aussi pour cette écriture (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.

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	Intensité EMS-98	Ressenti	Qualité intensité	Distance épacentrale (km)
9261	SAINT-GIRONS		R	A	68
31009	ANTICHAN-DE-FRONTIGNES		R	A	29
31010	ANTIGNAC	III-IV		A	28
31011	ARBAS		R	A	48
31013	ARDIEGE		R	A	29
31015	ARGUT-DESSOUS		R	A	34
31019	ARTIGUE	III-IV		B	29
31020	ASPET	III		A	40
31021	ASPRET-SARRAT	I		A	35
31030	AUSSEING	I		A	61
31039	BACHAS	I		A	59
31041	BAGIRY		R	A	26
31042	BAGNERES-DE-LUCHON		R	A	31
31067	BEZINS-GARRAUX	IV		A	31
31080	BOULOGNE-SUR-GESSE	I		A	45
31112	CASTAGNEDE	I		A	55
31114	CASTELBIAGUE	I		A	50
31115	CASTELGAILLARD	I		A	64
31123	CASTILLON-DE-LARBOUST		R	A	26
31127	CAUBOUS		R	A	22
31131	CAZAUNOUS		R	A	34
31138	CHARLAS	I		A	42
31139	CHAUM		R	A	28
31141	CIADOUX	I		A	47
31142	CIER-DE-LUCHON		R	A	27
31143	CIER-DE-RIVIERE	III		A	28
31144	CIERP-GAUD		R	A	27

31147	CLARAC	III		A	29
31152	COUEILLES	I		C	63
31155	COURET		R	A	42
31158	CUGURON	II		A	24
31167	ENCAUSSE-LES-THERMES	II		B	36
31176	ESTENOS	V		B	27
31183	FIGAROL	II		A	49
31190	FOS		R	A	36
31191	FOUGARON	I		A	51
31199	FRONSAC	III-IV		B	28
31208	GANTIES	I		A	44
31213	GARIN		R	A	25
31217	GENOS	I		A	30
31224	GOURDAN-POLIGNAN		R	A	25
31235	GURAN		R	A	26
31238	HUOS		R	A	26
31244	JUZET-DE-LUCHON		R	A	30
31245	JUZET-D'IZAUT	II		A	36
31246	LABARTHE-INARD	I		C	46
31247	LABARTHE-RIVIERE	I		A	32
31255	LABROQUERE		R	A	24
31302	LODES	I		A	37
31308	LUSCAN		R	A	26
31314	MANCIOUX	I		A	56
31315	MANE	I		A	54
31316	MARIGNAC	IV		A	29
31322	MARTISSERRE	I		A	66
31335	MAYREGNE		R	A	23
31336	MAZERES-SUR-SALAT	I		A	57
31337	MELLES		R	A	38
31342	MILHAS	I		A	40
31344	MIRAMONT-DE-COMMINGES	I		A	38
31360	MONTAUBAN-DE-LUCHON	III-IV		A	31
31373	MONTESQUIEU-GUITTAUT	I		A	56
31390		III		B	25
31394	MOUSTAJON	III		A	29
31408	PAYSSOUS	III		A	33
31431	PORTET-D'ASPET	I		A	45
31434	POUBEAU		R	A	23
31443	PUYMAURIN	I		A	58
31461	ROUEDE	I		A	47
31470	SAINT-AVENTIN	IV		B	26
31471	SAINT-BEAT	IV		A	32
31479	SAINT-FERREOL	I		A	54
31487	SAINT-IGNAN	I		A	38
31498	SAINT-LOUP-EN-COMMINGES	I		A	38
31500	SAINT-MAMET		R	A	32
31508	SAINT-PAUL-D'OUAIL	II		A	25
31522	SALERM	I		A	55
31523	SALIES-DU-SALAT	I		A	55
31524	SALLES-ET-PRATVIEL	III-IV		A	29
31531	SARRECAVE	I		A	36
31532	SARREMEZAN	I		A	39
31535	SAUVETERRE-DE-COMMINGES		R	A	30
31542	SEILHAN	III		A	23
31544	SENGOUAGNET	III-IV		A	39
31548	SIGNAC			A	27
31550	SOUVEICH	III		A	39
31564	VALCABRERE	I		A	23
31590	BINOS	V		B	26
31591	ESCOULIS	I		A	61
64002	ABERE	I		A	61

64004	ABITAIN	I		A	117
64006	ACCOUS		R	A	74
64008	AHAXE-ALCIETTE-BASCASSAN	I		A	122
64017	ALOS-SIBAS-ABENSE	I		A	98
64028	ANOYE	I		C	60
64034	ARBERATS-SILLEGUE	I		A	114
64037	ARBUS	I		A	78
64054	ARROS-DE-NAY	I		A	55
64057	ARTHEZ-DE-BEARN	I		A	93
64070	ASTIS	I		A	74
64095	BARINQUE	I		A	68
64101	BAUDREIX	I		A	53
64109	BENEJACQ	I		A	49
64111	BENTAYOU-SEREE	I		A	56
64117	BESINGRAND	I		A	84
64118	BETRACQ	I		A	67
64129	BILLERE	I		A	68
64132	BIZANOS	I		A	64
64137	BORDERES	I		A	50
64140	BOUCAU	I		A	158
64180	CASTETPUGON	I		A	79
64186	CHARRE	I		A	103
64188	CHERAUTE	I		A	100
64205	ESCOS	I		A	119
64212	ESPECHEDE	I		A	56
64221	ETCHARRY	I		A	108
64243	GEUS-D'ARZACQ	I		A	88
64244	GEUS-D'OLORON	II		A	88
64259	HELETTE	I		A	132
64266	HOURS	I		A	48
64270	IGON	I		A	49
64272	ILHARRE	I		A	119
64280	IZESTE		R	A	61
64310	LANNE-EN-BARETOUS	I		A	88
64328	LEDEUIX	I		A	80
64338	LESPOURCY	I		A	57
64350	LOUHOSSOA	I		A	140
64358	LUCGARIER	I		A	50
64374	MAZEROLLES	I		A	83
64392	MONCLA	I		A	81
64396	MONT	I		A	94
64417	NAY	I		A	52
64419	NOUSTY	I		A	54
64431	OS-MARSILLON	I		A	88
64443	PARDIES	I		A	85
64445	PAU	I		A	66
64448	POEY-DE-LESCAR	I		A	76
64458	PRECHACQ-JOSBAIG	I		A	89
64460	PRECILHON	I		A	77
64469	SAINT-ABIT	I		A	56
64470	SAINT-ARMOU	I		A	70
64473	SAINTE-COLOME	I		A	60
64486	SAINT-JEAN-POUDGE	I		A	74
64488	SAINT-LAURENT-BRETAGNE	I		A	62
64499	SALIES-DE-BEARN	I		A	115
64511	SAUVAGNON	I		A	74
64516	SEDZERE	I		A	57
64519	SERRES-CASTET	I		A	71
64520	SERRES-MORLAAS	I		A	61
64522	SEVIGNACQ-MEYRACQ		R	A	61
64532	TADOUSSE-USSAU	I		A	76
64533	TARDETS-SORHOLUS	I		A	97
64542	URDOS	III		A	71

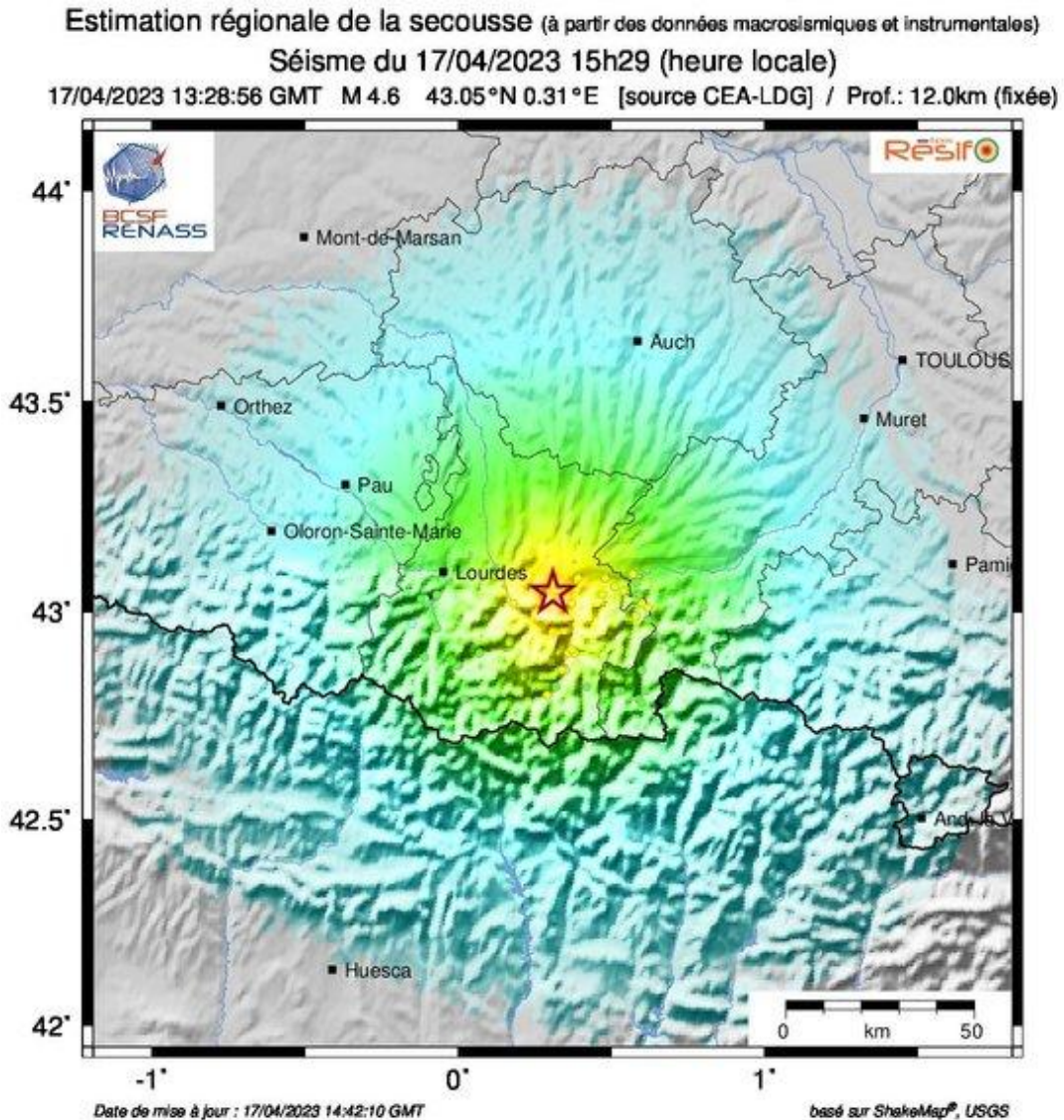
65002	ADE	I		A	33
65003	ADERVIELLE-POUCHERGUES		R	A	18
65004	AGOS-VIDALOS		R	A	32
65005	ALLIER		R	A	28
65006	ANCIZAN	III		A	11
65007	ANDREST	I		A	43
65010	ANGOS	I		A	28
65012	ANLA	III		B	22
65014	ANTICHAN		R	A	22
65016	ANTIST		R	A	22
65017	ARAGNOUET	IV-V		B	21
65020	ARCIZAC-EZ-ANGLES		R	A	28
65022	ARCIZANS-DESSUS		R	A	38
65025	ARGELES-GAZOST		R	A	34
65034	ARRODETS	IV		A	7
65042	ASTE	IV		B	14
65051	AVENTIGNAN		R	A	20
65052	AVERAN	II		A	31
65053	AVEUX	IV		A	22
65054	AVEZAC-PRAT-LAHITTE	III		A	11
65055	AYROS-ARBOUX	II		A	31
65056	AZAC-OST		R	A	34
65058	AZET		R	A	18
65059	BAGNERES-DE-BIGORRE	III		A	17
65063	BARBAZAN-DESSUS	III-IV		B	26
65064	BAREILLES		R	A	12
65066	BARRANCOUEU		R	A	7
65067	BARRY	I		A	30
65069	LA BARTHE-DE-NESTE		R	A	13
65075	BAZUS-AURE		R	A	13
65078	BEAUDEAN	III		B	13
65084	BERNAC-DESSUS	II		A	26
65087	BERTREN	III-IV		A	25
65089	BETPOUEY	IV		B	25
65092	BEYREDE-JUMET		R	A	6
65093	BIZE	IV		A	15
65096	BONNEMAZON	III		A	15
65097	BONREPOS	I		A	25
65100	BORDERES-SUR-L'ECHEZ	I		A	38
65106	BOURISP	III-IV		B	16
65110	BUGARD	I		A	32
65113	BURG	I		A	24
65114	BUZON	I		A	54
65116	CADEAC		R	A	10
65123	CAMPAN	IV		B	12
65127	CAPVERN	III		A	15
65128	CASTELBAJAC		R	A	24
65129	CASTELNAU-MAGNOAC	III		A	39
65132	CASTERA-LANUSSE	III		A	23
65138	CAUTERETS		R	A	36
65139	CAZARILH	III-IV		B	22
65144	CHEUST	I		A	26
65147	CIEUTAT		R	A	19
65150	CLARENS	I		A	23
65158	ESBAREICH	III-IV		A	21
65165	ESPARROS		R	A	7
65166	ESPECHE	III		A	10
65167	ESPIELH	III		A	13
65168	ESQUIEZE-SERE		R	A	28
65169	ESTAING	II		B	40
65171	ESTARVIELLE		R	A	19
65173	ESTERRE		R	A	27
65183	GALAN	I		A	29

65185	GARDERES	I		A	48
65188	GAVARNIE		R	A	37
65192	GAVARNIE-GEDRE	III		A	31
65192	GEDRE		R	A	31
65193	GEMBRIE	IV		A	22
65194	GENEREST		R	A	19
65195	GENOS		R	A	19
65196	GENSAC	I		A	54
65198	GERDE		R	A	15
65205	GOUAUX	II		A	12
65209	GREZIAN		R	A	12
65212	GUCHEN	IV		A	12
65218	HECHES	IV		A	7
65220	HIBARETTE	I		A	31
65222	HITTE	I		A	23
65226	IBOS	I		A	39
65230	IZAOURT	IV		A	24
65234	JEZEAU		R	A	10
65235	JUILLAN	I		A	35
65242	LACASSAGNE	II		A	45
65250	LALANNE-TRIE	I		A	38
65258	LANNEMEZAN	II		A	18
65267	LAU-BALAGNAS	I		A	33
65268	LAYRISSÉ		R	A	29
65271	LEZIGNAN	III-IV		A	29
65276	LIZOS	I		A	35
65277	LOMBRES		R	A	19
65281	LOUCRUP	I		A	26
65282	LOUDENVIELLE		R	A	21
65286	LOURDES	III		A	32
65287	LOURES-BAROUSSE	III-IV		B	25
65295	LUZ-SAINT-SAUVEUR		R	A	28
65299	MARSAC	I		A	44
65304	MAUBOURGUET	I		A	60
65307	MAZERES-DE-NESTE	II		A	22
65310	MERILHEU		R	A	18
65312	MOLERE		R	A	14
65319	MONTEGUT	II		B	19
65320	MONTGAILLARD		R	A	24
65329	NISTOS	IV		A	15
65335	ORDIZAN		R	A	21
65339	ORINCLES	I		A	28
65348	OURDIS-COTDOUSSAN	I		A	25
65352	OZOUS		R	A	35
65354	PAILHAC	IV		A	8
65355	PAREAC	II		A	28
65360	PEYROUSE		R	A	38
65362	PIERREFITTE-NESTALAS		R	A	31
65370	POUZAC		R	A	19
65375	RABASTENS-DE-BIGORRE	I		A	48
65376	RECURT	I		A	29
65385	SAINT-ARROMAN	II		A	11
65387	SAINT-LANNE	I		A	76
65388	SAINT-LARY-SOULAN		R	A	17
65389	SAINT-LAURENT-DE-NESTE		R	A	18
65391	SAINTE-MARIE	III		A	25
65392	SAINT-MARTIN	I		A	28
65395	SAINT-PE-DE-BIGORRE	I		A	41
65396	SAINT-SAVIN	IV		A	33
65398	SALECHAN		R	A	26
65400	SALLES		R	A	36
65402	SAMURAN	III-IV		A	23
65407	SARP	IV		A	23

65408	SARRANCOLIN	II		B	5
65409	SARRIAC-BIGORRE	I		A	48
65413	SAZOS		R	A	29
65427	SIRADAN	III		C	25
65428	SIRIEX		R	A	37
65440	TARBES	II		B	35
65444	TIBIRAN-JAUNAC	III		A	21
65447	TOURNAY	I		A	24
65450	TRAMEZAIGUES		R	A	19
65451	TREBONS		R	A	21
65452	TRIE-SUR-BAISE	I		A	39
65455	TUZAGUET	III-IV		B	16
65465	VIELLE-AURE		R	A	16
65471	VIGNEC	III-IV		A	16
65473	VILLELONGUE	II		B	30
65481	BAREGES		R	A	22
81238	SAINT-AMANS-SOULT		R	A	185

Annexe 4 - Carte de modélisation de la secousse.

Carte régionale des secousses (shakemap) résultant d'un calcul (code ShakeMap™ de l'USGS) intégrant la source du séisme, un modèle d'atténuation du mouvement du sol, un modèle d'effets de site, les intensités macrosismiques préliminaires et les mesures des stations sismologiques.



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

Contribute au calcul	Ne contribue pas au calcul	Type d'observation
○	*	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)

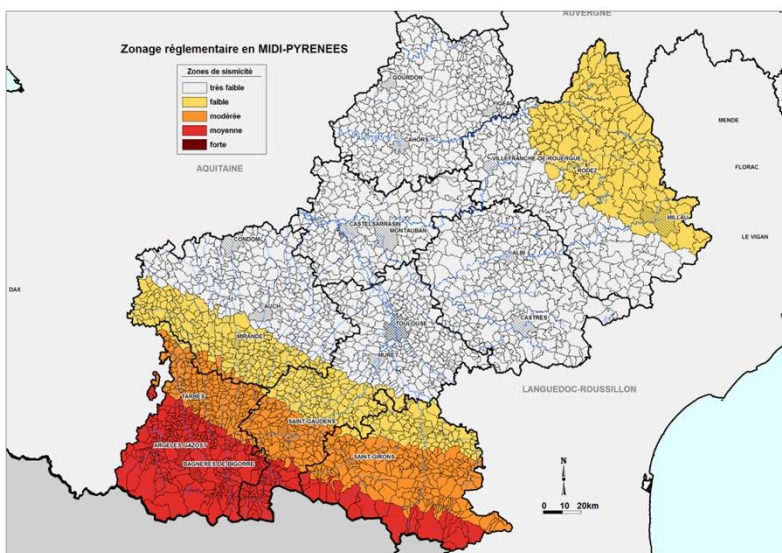
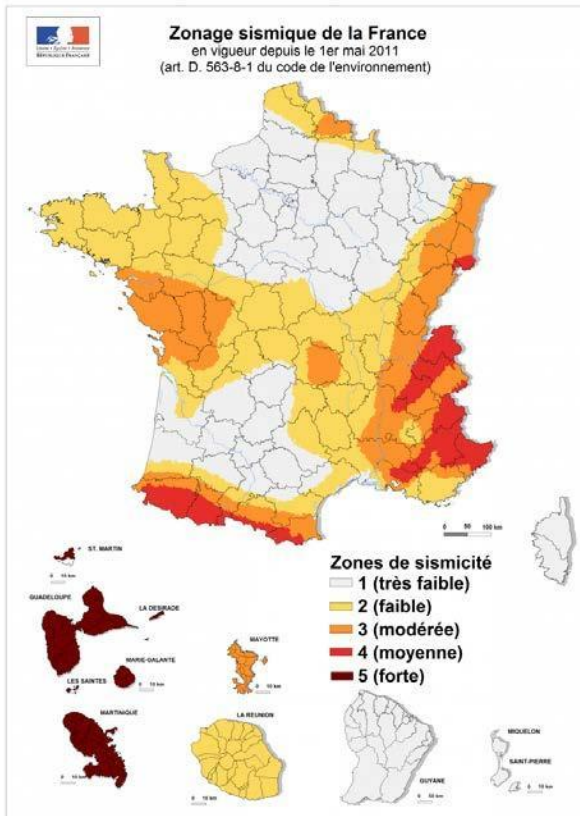
Annexe 5 – Sismicité enregistrée entre le 17/04/2023 et le 01/03/2024
(dans un rayon de 11 km autour de l'épicentre du séisme du 17 avril 2023).

Heure Locale	Latitude	Longitude	Profondeur(km)	Magnitude Locale (ML)	Contributeur
2023-04-17T13:28:57.115479Z	42,97	0,31	14,18	4,0	RENASS
2023-04-17T14:25:52.794394Z	42,93	0,33	12,57	0,4	RENASS
2023-04-17T16:33:54.673119Z	42,96	0,31	11,74	0,5	OMP
2023-04-17T17:30:30.352868Z	42,95	0,32	10,23	0,7	RENASS
2023-04-17T17:30:53.280149Z	42,96	0,32	11,89	1,1	OMP
2023-04-17T21:25:57.252748Z	42,96	0,32	13,28	1,3	OMP
2023-04-18T01:55:35.487849Z	42,96	0,32	14,69	0,5	OMP
2023-04-19T12:32:10.445331Z	42,96	0,33	14,43	0,5	OMP
2023-04-24T02:59:11.795085Z	42,97	0,31	11,63	0,7	RENASS
2023-05-03T12:06:55.128129Z	42,96	0,32	6,05	1,5	RENASS
2023-05-11T04:15:38.016128Z	42,97	0,31	11,24	0,5	OMP
2023-05-22T16:28:16.283302Z	42,93	0,34	10,94	0,5	RENASS
2023-05-31T01:55:15.117591Z	42,97	0,25	12,86	0,9	OMP
2023-07-10T21:21:54.390067Z	42,99	0,3	14,9	0,7	OMP
2023-08-13T23:48:03.261775Z	42,94	0,31	7,81	0,8	OMP
2023-08-16T19:23:51.631175Z	42,94	0,31	12,45	0,3	OMP
2023-08-22T06:37:02.074098Z	42,96	0,31	12,14	0,3	OMP

2023-09-09T01:50:58.693322Z	42,94	0,34	9,5	1,0	OMP
2023-09-14T23:14:10.236146Z	42,97	0,31	11,56	0,6	RENASS
2023-10-02T02:39:36.236539Z	42,98	0,31	12,04	1,4	OMP
2023-10-07T06:43:44.836709Z	42,97	0,31	13,37	0,6	RENASS
2023-10-14T01:14:46.628738Z	42,96	0,34	12,96	1,0	OMP
2023-10-29T07:46:30.322198Z	42,98	0,29	12,91	0,5	RENASS
2023-11-08T03:39:56.034029Z	43	0,32	9,2	0,4	OMP
2023-11-17T11:23:45.086980Z	42,93	0,26	6,56	1,0	OMP
2023-11-26T05:25:25.767426Z	42,97	0,31	16,52	0,4	OMP
2023-12-27T19:41:34.310993Z	42,94	0,32	13,59	0,3	RENASS
2024-01-26T16:26:25.313239Z	42,93	0,34	10,68	1,0	RENASS
2024-01-31T17:31:22.225245Z	42,95	0,33	8,25	1,0	RENASS
2024-02-23T07:29:56.458162Z	42,94	0,28	12,99	0,7	RENASS
2024-02-28T01:00:45.893422Z	42,99	0,26	13,06	1,9	OMP

Annexe 6 – Zones d'aléa réglementaire.

Le zonage réglementaire, découpe la France en 5 zones d'aléa croissant pour l'application des règles de construction parasismique (cf figure ci-dessous). Le séisme a eu lieu dans une zone connue pour son aléa sismique important, niveau 4, le plus fort en France hexagonale, notamment du fait de la proximité des séismes de Bigorre le 21 juin 1660 (intensité VIII-IX).



Zonage sismique réglementaire de la France.

<https://www.ecologie.gouv.fr/tremblements-terre-et-seismes-en-france>

Annexe 7 – Glossaire et références.

Glossaire

CEA : Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

DASE : Département analyse, surveillance, environnement du CEA DAM Ile de France

LDG : Laboratoire de détection et de géophysique du DASE

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)

INSU : Institut national des sciences de l'univers (CNRS)

IRSN : Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

OMP : Observatoire Midi Pyrénées

RSSP : Réseau de surveillance sismique des Pyrénées

SIDPC : Service interministériel de défense et de protection civile

UNISTRA : Université de Strasbourg

Références

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

Lacan, P. and Ortuño, M. (2012). Active tectonics in the Pyrenees: A review. J. Iberian. Geol., 38, 9–30.

Schlupp A. et C. Sira (2010) – Séisme de Bagnères-de-Bigorre du 1er avril 2010, Synthèse sismologique et étude macrosismique, rapport BCSF, BCSF2010-R1, 32 p., 10 fig., 6 annexes.

Sylvander M., A. Rigot, G. Sénéchal, J. Battaglia, S. Benhamed, M. Calvet, H. Pauchet (2021) - Seismicity patterns in southwestern France, Comptes Rendus. Géoscience, Volume 353 (2021) no. S1, pp. 79-104 ; DOI : [10.5802/crgeos.60](https://doi.org/10.5802/crgeos.60).

Sites internet :

BCSF-Rénaiss :

<https://www.franceseisme.fr/nseisme.php?ldSei=1178>

<https://renass.unistra.fr/fr/evenements/fr2023ljggml/>

CEA-DASE :

https://www-dase.cea.fr/evenement/evenements.php?type=bulletin&type_bulletin=&identifiant=20230322-145034&lang=fr

CSEM : <https://www.emsc-csem.org>

RAP : <https://rap.epos-france.fr/>

RSSP : Réseau de surveillance sismique des Pyrénées : <http://rssp.irap.omp.eu>

Epos-France : <https://www.epos-france.fr/>

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

Sismicité historique Sisfrance : <https://www.sisfrance.net/>

 École et observatoire
des **sciences de la Terre**
de l'Université de Strasbourg
et du 



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

Sites Internet :

BCSF-RENASS : www.franceseisme.fr, renass.unistra.fr