

Recherche d'évènements sismiques autour du site de Trois-Fontaines

Nota : les compléments apportés suite à la tierce-expertise du BRGM figurent en *italique* dans le document. précédés de la mention (*Prise en compte de la tierce-expertise BRGM*).

Objectif

Le présent document liste l'ensemble des évènements sismiques historiques connus au droit du site de Trois Fontaines et dans son voisinage d'après les bases de données d'évènements sismiques librement accessibles.

Afin de donner une image la plus complète possible, pour chaque base de données explorée, le document tente de lister la période couverte par les observations de la base, le type de magnitude ainsi que les limites de détection.

(Prise en compte tierce-expertise BRGM) : Le peu d'évènements enregistrés au voisinage proche du site de Trois Fontaines militerait pour une faible sismicité induite par l'exploitation passée du site, dans la limite de détection des bases de données.

Durant la période 1984 à 2019, seulement 6 séismes ont été enregistrés à une distance maximum de 30 km du site de Trois Fontaines avec des magnitudes comprises entre 0.6 à 2.9 MLv.

Zone d'étude

La zone d'étude a été déterminée en latitude et longitude afin d'inclure une zone de 50 km de diamètre autour du site de Trois Fontaines (Figure 1 ci-dessous)

Pour des raisons pratiques les limites Ouest, Est, Nord et Sud ont été déterminées pour correspondre aux latitudes ou longitudes approximatives de villes proches :

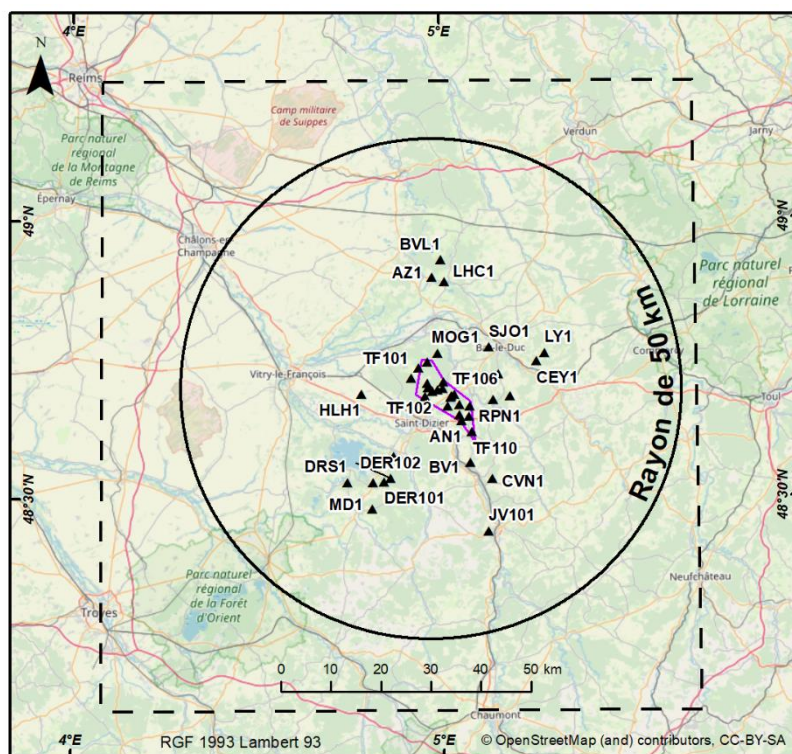


Figure 1 : Zone d'étude

Villes	Latitude	Longitude	Limite
Troyes	48.3	4.08	Ouest
Neufchateau	48.3549	5.69457	Est
Chaumont	48.1167	5.1333	Sud
Reims	49.25	4.0333	Nord

	Latitude	Longitude
A	48.1167	4.08
B	49.25	4.08
C	49.25	5.69457
D	48.1167	5.69457

Tableau 1 : Longitude et latitude des villes prises en référence et des points limitant la zone d'étude

Bases de données consultées

Plusieurs bases de données sont consultables en ligne. Ces bases de données (ou catalogues) sont établies sur la base d'observations réalisées par différents organismes.

Les sources de données retenues

Le site du Bureau Central Sismologique Français (BCSF) présente un panorama des données mises à disposition en France métropolitaine via différents organismes. Parmi ces différentes bases, les sources suivantes ont été retenues :

- données du BCSF – RéNaSS : le BCSF et RéNaSS (Réseau National de Surveillance Sismique) ont fusionné en 2016. Ces structures permettent d'avoir accès à deux sources importantes de données sismiques :
 - le dernière version du catalogue SI-Hex (voir ci-dessous)
 - le catalogue d'évènements sismiques du réseau RéNass
- données du CEA-LDG : le Laboratoire de Détection et de Géophysique du CEA présente également un outil de recherche sur les évènements postérieurs au 1/1/2010. Les évènements semblent répertoriés en magnitude locale (voir pour plus d'information, le paragraphe « Rappel sur la magnitude » proposé en annexe). (Prise en compte tierce-expertise BRGM) Les résultats de cette recherche ont été complétés suite aux échanges avec le BRGM lors de sa tierce

expertise par des évènements uniquement répertoriés dans les bulletins hebdomadaires publiés par le CEA ([6]).

Le catalogue et la carte de sismicité issus du projet SI-Hex sont disponibles sur le site du BSCF. Le projet SI-Hex (Sismicité Instrumentale de l'Hexagone), conduit en 2009-2013, a permis la révision du catalogue de sismicité de la France métropolitaine sur la période 1962-2009. Il s'agit d'un travail de fusion de toutes les données disponibles en France ou dans les zones frontalières (temps d'arrivée, localisation, magnitude), de discrimination entre évènements d'origine tectonique et anthropique, de relocalisation basée sur la fusion des données et d'évaluation de la magnitude de moment.

Le résultat est un catalogue d'évènements sismiques donnant la meilleure localisation disponible et la magnitude Mw (version 2014)¹. Il constitue ainsi le catalogue national de référence sur cette période (version 2014).

Le projet SI-Hex est un travail collaboratif entre le BCSF-RéNaSS, le CEA-LDG et sept Observatoires des Sciences de l'Univers (OSU CNRS/INSU – Universités). Ce projet, objet des conventions MEDDE-CNRS-CEA n°2100474508 et MEDDE-CNRS n°00071147, implique plus précisément les OSU suivants : EOST (Strasbourg), IUEM (Brest), OCA (Nice-Sophia Antipolis), OMP (Toulouse), OPGC (Clermont Ferrand), OSUG (Grenoble) et OSUNA (Nantes). Ce projet a bénéficié du soutien financier de la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE).

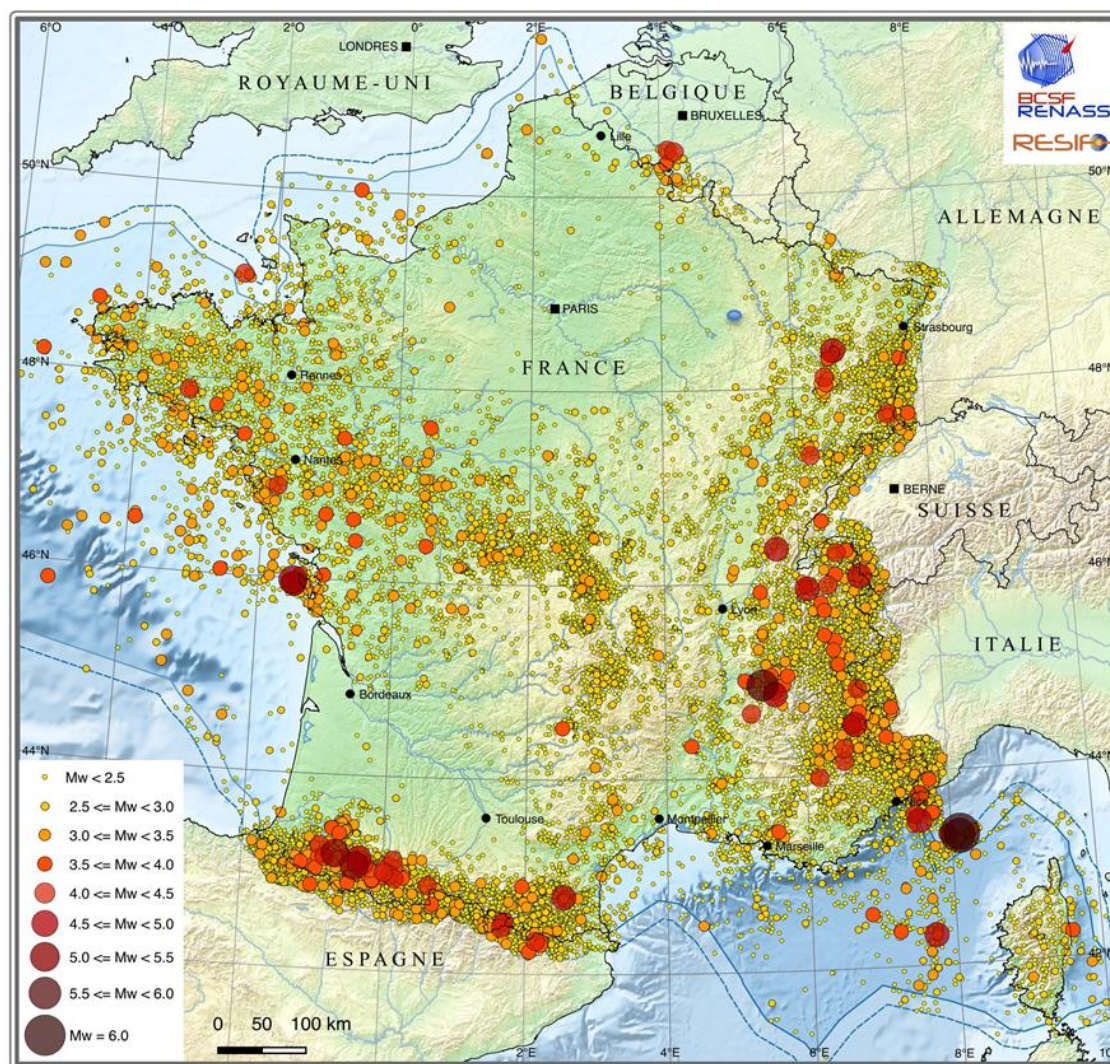
La limite de détection de l'ensemble du dispositif n'est pas claire et doit probablement dépendre des dispositifs de mesure de chaque entité, voire des époques, mais la base de données ne présente pas d'évènement de magnitude inférieure à 1. On peut donc penser que la limite de détection est de cet ordre.

La Figure 2 présente la localisation du site de Trois Fontaines sur la carte de la « Sismicité instrumentale de la France métropolitaine sur la période 1962-2018 (version mars 2019) ». Cette carte se place dans la continuité du projet SI-Hex. Il s'agit de la version 2019, reprenant les résultats du projet SI-Hex pour la période 1962 à 2009 et complétée par les données BCSF-RéNaSS / RESIF pour la période 2010-2018 après conversion des magnitudes ML en Mw.

On peut noter que le site est localisé dans une zone présentant peu d'évènements sismiques. Les évènements les plus proches cartographiés ici sont situés à environ 30 km du site de Trois Fontaines, le long de la Meuse, et sont de faible magnitude ($M_w < 2.5$).

¹ [Cara et al., SI-Hex: a new catalogue of instrumental seismicity in metropolitan France. Bulletin de la Société Géologique de France, January 2014]

Sismicité Instrumentale de la France métropolitaine 1962-2018



version 03/2019
 Epicentres des séismes d'origine naturelle dans la zone SI-Hex (France métropolitaine et zone économique exclusive en mer (ZEE), avec élargissement de 20 km). Catalogues de sismicité utilisés : sur la période 1962-2009 le catalogue issu du projet SI-Hex (Cara et al. 2015, <http://www.franceseisme.fr>), sur la période 2010-2018 le catalogue BCSF-RéNaSS, pour lequel la magnitude M_L a été convertie en M_w .

Figure 2 : Carte de la sismicité instrumentale de l'Hexagone, Catalogue BCSF-LDG, 2019

Source : http://www.franceseisme.fr/images/Sismicite_France_metropolitaine_1962_2018_SL.jpg

Sur la carte ci-dessus le site de Trois Fontaines est signalé par un point bleu

Les sources de données non retenues

Pour information, le site du BCSF mentionne également les bases de données ci-dessous. Suivant les cas, ces bases de données ont été écartées car n'étant soit pas accessible ou ne présentant pas de donnée dans la zone d'étude.

- Base de données du RAP (Réseau Accélérométrique Permanent français) : aucune donnée de cette base ne concerne la zone d'étude ;
- Données de l'IPGP : les pages donnant accès aux données sont indisponibles
- Données Geoscope (Institut de Physique du Globe de Paris) : le catalogue des séismes proposé par cette base concerne l'ensemble du monde. Seuls quelques événements français y sont répertoriés ;
- données de Géoazur (Géosciences Azur, Sophia Antipolis, Valbonne-Nice) : données hors de la zone d'étude ;
- données (BRGM, EDF, IRSN, MEEDDM) : les données macrosismiques collectées par le BCSF au cours de ce siècle pour chaque séisme ressenti en France sont transmises au Bureau de Recherches Géologiques et Minières pour la base de données de sismicité historique

SisFrance consultable en ligne ([5]). Cette base est malheureusement indisponible depuis plusieurs mois mais, alimentée par les données du BCSF, cette base ne devrait pas apporter d'éléments complémentaires sur la période d'exploitation passée du site de Trois Fontaines (1984 – 2006).

(Prise en compte de la tierce-expertise du BRGM) : Suite à la tierce expertise du BRGM, ce site sisfrance.net - recueillant la liste historique des séismes ressentis en surface a été réinterrogé et était cette fois disponible. Une recherche a été menée en se concentrant sur les séismes ressentis, postérieurs à 1980 dont l'épicentre est localisé sur l'un des 3 départements de la Marne (51), Haute Marne (52) et de la Meuse (55). Selon ces critères un seul séisme est reporté, le 14 Novembre 1987, à Bussières lès Belmont dans le département de la Haute Marne, à plus de 100 km de Trois Fontaines.

Résultats

La Figure 3 et le Tableau 2 ci-dessous présentent les résultats obtenus à partir des trois bases de données retenues (catalogue SI-Hex, catalogue du réseau ReNaSS et données du CEA-LDG). 44 événements sont répertoriés dans la zone d'étude, 22 dans un rayon de 50 km autour du site et 7 dans un rayon de 30 km. *(Prise en compte de la tierce-expertise du BRGM) : Par ailleurs, une localisation alternative (non listée dans le tableau ci-dessous) de l'évènement du 16/10/1992 proposée par le BRGM lors de sa tierce expertise en provenance de données issues du CEA a également été reportée sur la carte.*

A noter :

- Parmi ces 7 événements proches :
 - deux sont semblables (événements numérotés 12 et 25 dans la table ci-dessous, présentant les mêmes date et heure mais répertoriés à des localisations légèrement différentes suivant les sources).
 - *(Prise en compte de la tierce-expertise du BRGM) trois événements de 2017 de magnitude 0.6 à 1.5 sont localisés au droit du périmètre de stockage. Ces événements sont issus des bulletins hebdomadaires du CEA consultés suite à la tierce expertise du BRGM.*
- Les événements sismiques alignés à environ 50 km au Sud du site, issus de la base de données du RéNass sont, pour l'ensemble des événements les plus récents (à partir de 2012), attribués à des tirs de carrière. Seuls les événements plus anciens sont attribués à des séismes.

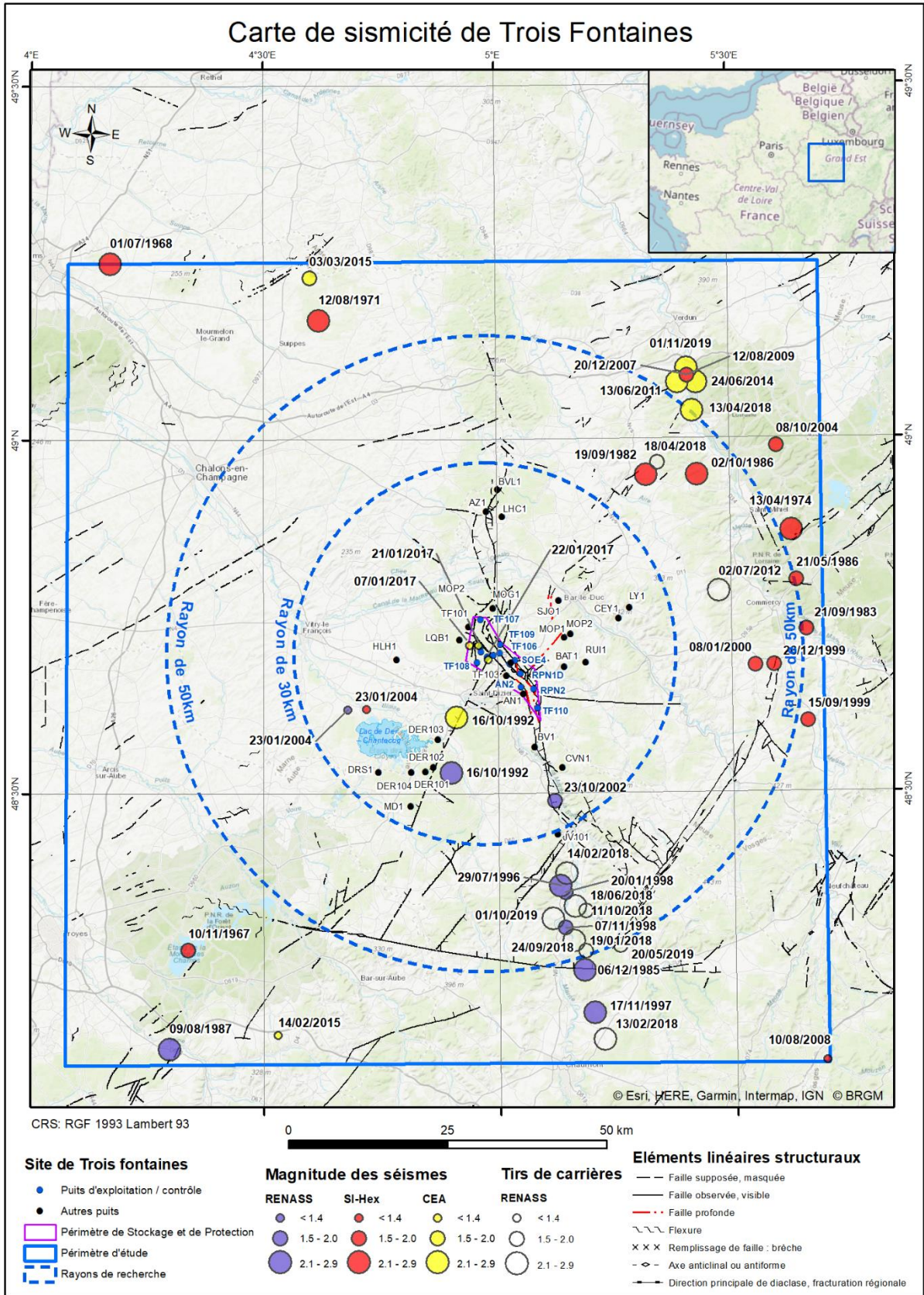


Figure 3 : Carte de localisation des évènements sismiques dans la zone d'étude.

Numéro	date	heure	Lat	Long	Magnitude	Type magnitude	Source	Type d'évènement
1	10/11/1967	20:51	48.28	4.34	1.9	Mw	SI-Hex	
2	01/07/1968	4:18	49.25	4.17	2.3	Mw	SI-Hex	
3	12/08/1971	1:32	49.17	4.62	2.2	Mw	SI-Hex	
4	13/04/1974	2:37	48.87	5.63	2.2	Mw	SI-Hex	
5	19/09/1982	4:51	48.95	5.32	2.3	Mw	SI-Hex	
6	21/09/1983	21:47	48.73	5.66	1.9	Mw	SI-Hex	
7	21/05/1986	22:17	48.8	5.64	1.8	Mw	SI-Hex	
8	02/10/1986	0:29	48.95	5.43	2.4	Mw	SI-Hex	
9	15/09/1999	21:46	48.6	5.66	1.9	Mw	SI-Hex	
10	26/12/1999	4:29	48.68	5.59	1.8	Mw	SI-Hex	
11	08/01/2000	4:12	48.68	5.55	1.9	Mw	SI-Hex	
12	23/01/2004	21:29	48.62	4.72	1.2	Mw	SI-Hex	
13	08/10/2004	19:22	48.99	5.6	2	Mw	SI-Hex	
14	20/12/2007	9:10	49.09	5.41	2	Mw	SI-Hex	
15	10/08/2008	5:15	48.12	5.69	1.4	Mw	SI-Hex	
16	12/08/2009	9:40	49.09	5.41	1.9	Mw	SI-Hex	
17	06/12/1985	18:21	48.25	5.18	2.5	MLv	RENASS	Séisme
18	09/08/1987	9:11	48.14	4.3	2.2	MLv	RENASS	Séisme
19	16/10/1992	18:51	48.53	4.9	2.9	MLv	RENASS	Séisme
20	29/07/1996	7:01	48.37	5.13	2.4	MLv	RENASS	Séisme
21	17/11/1997	13:54	48.19	5.2	2.4	MLv	RENASS	Séisme
22	20/01/1998	9:33	48.36	5.14	1.9	MLv	RENASS	Séisme
23	07/11/1998	10:00	48.31	5.14	1.9	MLv	RENASS	Séisme
24	23/10/2002	12:18	48.49	5.12	1.8	MLv	RENASS	Séisme
25	23/01/2004	21:29	48.62	4.68	1.2	MLv	RENASS	Séisme
26	02/07/2012	9:56	48.785	5.474	2.3	MLv	RENASS	Tirs de carrière
27	19/01/2018	10:19	48.292	5.158	2.2	MLv	RENASS	Tirs de carrière
28	13/02/2018	9:25	48.152	5.221	2.5	MLv	RENASS	Tirs de carrière
29	14/02/2018	10:40	48.387	5.143	2.5	MLv	RENASS	Tirs de carrière
30	18/04/2018	11:03	48.967	5.345	1.8	MLv	RENASS	Tirs de carrière
31	18/06/2018	8:29	48.334	5.183	1.9	MLv	RENASS	Tirs de carrière
32	24/09/2018	8:29	48.277	5.182	1.8	MLv	RENASS	Tirs de carrière
33	11/10/2018	13:26	48.341	5.161	2.1	MLv	RENASS	Tirs de carrière
34	20/05/2019	7:56	48.285	5.256	1.7	MLv	RENASS	Tirs de carrière
35	01/10/2019	11:00	48.323	5.113	2.1	MLv	RENASS	Tirs de carrière
36	13/06/2011	8:49	49.08	5.39	2.14	ML	CEA	
37	24/06/2014	9:09	49.08	5.43	2.28	ML	CEA	
38	01/11/2019	9:33	49.1	5.41	2.22	ML	CEA	
39	14/02/2015	9:07	48.1633	4.5311	1.2	ML	CEA - bulletins hebdo.	
40	03/03/2015	11:12	49.2307	4.603	2	ML	CEA - bulletins hebdo.	
41	07/01/2017	1:03	48.7067	4.9428	1.4	ML	CEA - bulletins hebdo.	
42	21/01/2017	1:08	48.7093	4.9571	1	ML	CEA - bulletins hebdo.	
43	22/01/2017	1:30	48.6872	4.9759	0.6	ML	CEA - bulletins hebdo.	
44	13/04/2018	9:06	49.0394	5.42	2.1	ML	CEA - bulletins hebdo.	

Tableau 2 : Liste des évènements sismiques dans la zone d'étude signalés dans les bases de données retenues

Bibliographie / source internet

- [1] Liste des bases de données disponibles : <http://www.franceseisme.fr/donnees/autres.html>
- [2] Catalogue de la sismicité de la France métropolitaine : <http://www.franceseisme.fr/sismicite.html>
- [3] Accès au catalogue RéNass : <https://renass.unistra.fr/recherche>
- [4] Accès au catalogue CEA/LDG : http://www-dase.cea.fr/evenement/syntheses_resultat.php?n=-1&type_bulletin=proche&lang=fr
- [5] Accès aux données BRGM (site indisponible pendant la durée de l'étude): <http://www.sisfrance.net/>
- [6] (Prise en compte de la tierce-expertise du BRGM) http://www-dase.cea.fr/actu/derniers_bull_tele/listings_hebdo/

Annexe

Rappel sur la magnitude

D'après le site de Wikipédia (voir sources associées), la magnitude sismique est la représentation logarithmique du moment sismique, qui est lui-même une mesure de l'énergie libérée par un séisme. Plus le séisme a libéré d'énergie, plus la magnitude est élevée : un accroissement de magnitude de 1 correspond à une multiplication par 30 de l'énergie et par 10 de l'amplitude du mouvement.

Les médias emploient souvent les termes d'échelle de Richter ou d'échelle ouverte de Richter, mais ces termes sont impropres : l'échelle de Richter, stricto sensu, est une échelle locale, surtout adaptée aux tremblements de terre californiens. Les magnitudes habituellement citées de nos jours sont en fait des magnitudes de moment (notées M_w ou M).

La magnitude et l'intensité (comme l'échelle de Mercalli) sont deux mesures différentes. L'intensité est une mesure des dommages causés par un tremblement de terre. Alors qu'un séisme a théoriquement une seule valeur de magnitude (en pratique plusieurs valeurs de magnitude peuvent être citées, selon la manière dont les calculs ont été réalisés), l'intensité varie en fonction de l'endroit où l'observateur se trouve. Il existe des relations reliant l'intensité maximale ressentie et la magnitude mais elles sont très dépendantes du contexte géologique local. Ces relations servent en général à retrouver la magnitude des tremblements de terre historiques.

Les entités citées dans cette note

Les informations reportés ici sont issues des sites internet des entités citées.

Le BCSF

Le Bureau Central Sismologique Français a pour mission de collecter les observations sismologiques relatives à la France et de faciliter leur diffusion.

Depuis une vingtaine d'années, le nombre d'organismes et de laboratoires acquérant des données sismologiques instrumentales s'est fortement accru. Le BCSF rassemble le maximum d'observations permettant de caractériser au mieux les événements sismiques français.

Le BCSF a pour missions la collecte, l'analyse, la diffusion et la valorisation des informations sur la sismicité française (décret).

L'importance des missions du BCSF a été plusieurs fois réaffirmée par les tutelles de l'Etat depuis 1980 (1986 : rôle du BCSF pour la collecte et le traitement des données macrosismiques, 2002 : Ministère de l'Intérieur - implication du BCSF dans la procédure CATNAT, 2008 : Ministère de l'Enseignement et de la Recherche/INSU - importance du BCSF dans le dispositif national, etc.).

Le BCSF est une tutelle de RESIF.

Le BCSF intervient rapidement pour tout séisme en France (en métropole lorsque la magnitude LDG dépasse 3.7 et hors métropole lorsqu'il est largement ressenti), pilote la collecte des données macrosismiques sur le terrain et assure directement leur interprétation en termes d'intensités macrosismiques. Ces enquêtes sont réalisées à l'échelle communale ou à l'adresse individuelle via le site Internet opérationnel 24h/24.

Le BCSF est l'instance chargée du rapport scientifique sur lequel s'appuie la cellule CatNat (cellule de coordination des Catastrophes Naturelles) pour les séismes.

Le BCSF publie régulièrement un catalogue de sismicité basé sur les données du RéNaSS et du LDG.

RESIF

La construction du Réseau Sismologique et Géodésique Français RESIF a été lancée en 2009 pour fédérer, moderniser et développer les moyens d'observation géophysique de la Terre interne. Cette infrastructure de recherche nationale est aujourd'hui intégrée à l'infrastructure européenne EPOS (European Plate Observing System) et participe activement à sa réalisation et à son évolution. Par ailleurs, certaines composantes de RESIF-EPOS font partie de structures fédératives à l'échelle mondiale.

RESIF-EPOS se base à la fois sur des réseaux permanents et sur des parcs d'instruments mobiles pour effectuer des mesures sismologiques, géodésiques et gravimétriques continues. Les données recueillies révèlent la structure et les déformations de notre planète. Elles contribuent également à la gestion durable des ressources naturelles et à la maîtrise des risques naturels d'origine tellurique.

CEA / LDG

Rattaché à la Direction des Applications Militaires du CEA, les équipes du Laboratoire de Détection et de Géophysique prennent en permanence le pouls de la planète. Leur objectif : détecter et identifier en temps réel tout événement sismique. En parallèle, elles cherchent à progresser dans la connaissance des mouvements de la terre afin de mieux évaluer les risques qu'ils induisent.

RENASS

Le Réseau National de Surveillance Sismique (RéNaSS) est un volet du Service National d'Observation en Sismologie, labellisé par l'INSU (Institut National des Sciences de l'Univers). Il est né de la nécessité d'améliorer la couverture instrumentale de la France au début des années 1980 avec l'installation d'environ 75 stations courte-période réparties sur l'ensemble du territoire métropolitain. Depuis les années 2010, en plus de la modernisation du réseau courte-période (conversion progressive vers un réseau large-bande), l'infrastructure de recherche RESIF-RLBP a permis de densifier le réseau de surveillance.

Le RéNaSS, à travers son site central localisé à l'Ecole et Observatoire en Sciences de la Terre (EOST) à Strasbourg, est en charge :

- du suivi de l'activité sismique de la France métropolitaine et des zones frontalières,
- de la discrimination entre la sismicité naturelle et anthropique (ie. générée ou induite par l'homme: activités minières, explosions, déminage, production d'énergie géothermique, etc.),
- de la détermination et la diffusion des paramètres sources des séismes (localisation de l'hypocentre, temps origine, magnitudes, etc.) sur son site internet,
- de la centralisation, l'archivage et la diffusion des données sismologiques à des fins de recherche en Sciences de la Terre (bulletins/catalogues),
- de la transmission des paramètres sources aux centres sismologiques internationaux (CSEM, ISC),
- de l'information du public et des médias.

Au niveau opérationnel, le service effectue des localisations rapides (automatiques et non validées) et routinières (manuelles, validées) de l'ensemble des événements sismiques détectés, à partir des signaux (ie. les sismogrammes) provenant des réseaux sismologiques de RESIF, de réseaux complémentaires métropolitains, ainsi que ceux des pays frontaliers (Allemagne, Angleterre, Belgique, Espagne, Italie, Luxembourg, Suisse).

Ces localisations sont validées et mises à jour pendant les jours ouvrés (du lundi au vendredi) par un analyste sismologue. Le RéNaSS localise plusieurs milliers de séismes par an en France métropolitaine et dans les zones frontalières (environ 4500 en 2017).