



Séisme du 11 novembre 2019, en Ardèche

Préambule

Le 11 novembre 2019, à 10h52 T.U., les départements de l'Ardèche et de la Drôme ont été secoués par un violent séisme. De magnitude estimée autour de 5, la magnitude de ce séisme est apparue exceptionnelle vu les connaissances sismotectoniques de la zone considérée, en particulier la faible sismicité historique. Ce séisme est situé dans l'emprise du chantier Alpes et Bassins périphériques du Programme du Référentiel Géologique de la France (<http://rgf.brgm.fr>). La synthèse qui suit est établie sur la base des observations réalisées par les experts sismologues et sismotectoniciens français (INSU CNRS, IRSN, CEA, BRGM, Universités, CEREMA). Le séisme a pu être particulièrement bien enregistré et étudié rapidement en raison de l'existence de l'infrastructure de recherche RESIF (Réseau Sismologique et Géodésique Français), avec la présence de stations sismologiques récentes dans la région et un accès aux données en temps réel.

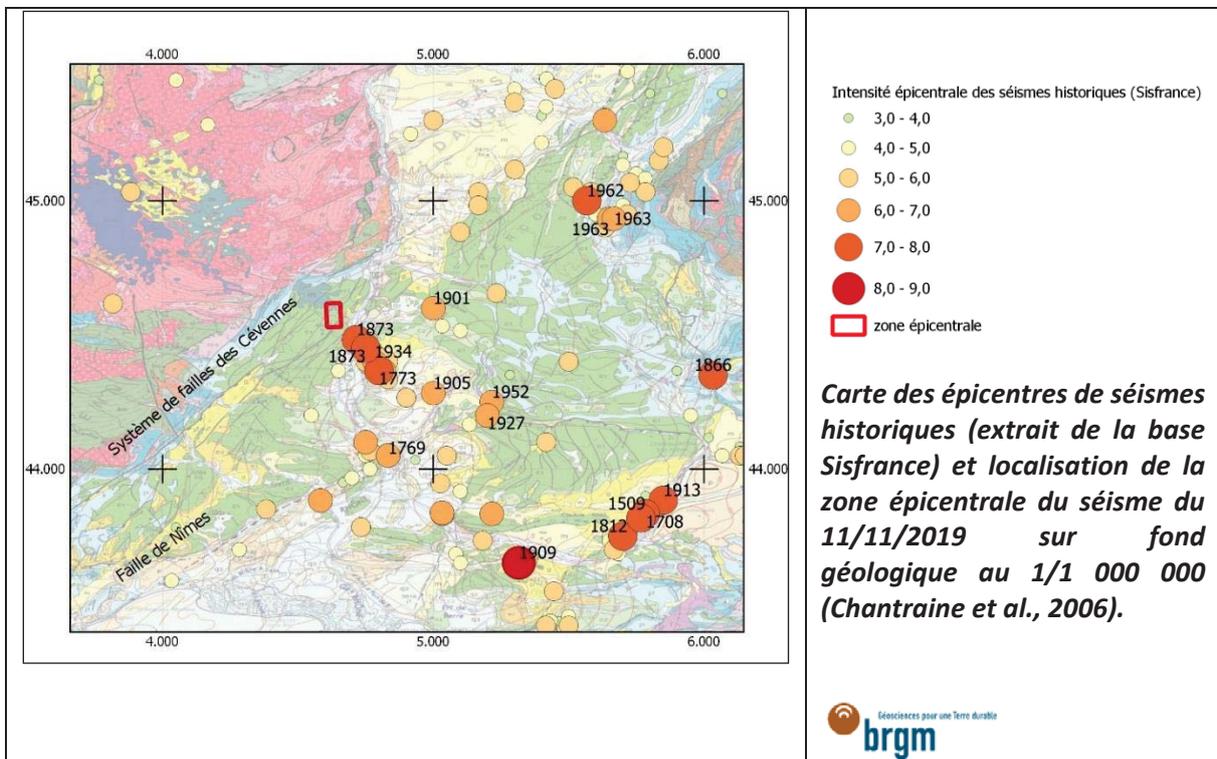
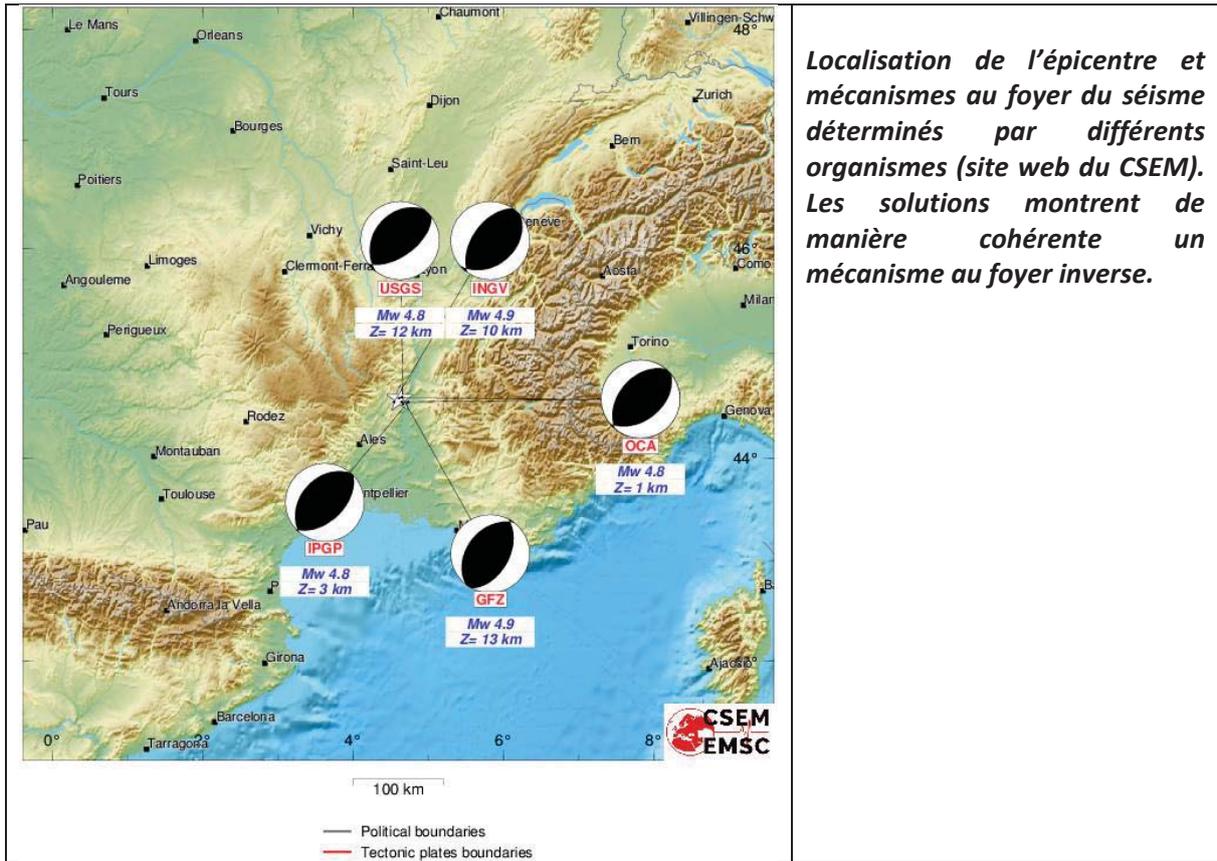
Caractéristiques focales du séisme

Le séisme est localisé entre les villes de Alba-la-Romaine et Le Teil, toutes deux appartenant au département de l'Ardèche en région Auvergne-Rhône-Alpes. Les coordonnées épicentrales sont calculées entre les latitudes 44,53N et 44,61N, et les longitudes 4,61E à 4,65 E. Sa profondeur focale a initialement été estimée entre 2 et 13 km, puis réévaluée entre 1 et 3.5 km par des analyses fines des équipes françaises. La magnitude dite « locale », fournie dans un premier temps, varie entre 5.1 et 5.4. La magnitude de moment, plus représentative de la taille du séisme, a été évaluée entre 4.8 et 4.9.

Le mécanisme au foyer est à dominante inverse, avec une petite composante décrochante possible qui varie selon les solutions, avec des plans nodaux orientés NE-SW, indiquant l'activation d'une faille de cette orientation. Toutefois, le mécanisme au foyer seul ne permet pas de trancher entre un pendage vers le SE ou bien vers le NW pour la faille.

La zone épicentrale s'inscrit à l'extrémité nord du système de failles des Cévennes, à proximité de la vallée du Rhône. Le système NE-SW de la faille des Cévennes est hérité de la tectonique tardi-hercynienne. Il s'agit d'un décrochement crustal majeur avec plusieurs ramifications parallèles dans le schéma structural régional. Ce système a été repris lors des phases tectoniques extensives jurassique et compressive fini crétacée à Eocène. Les déformations alpines sont moins nettes. Certains indices morphostructuraux pourraient indiquer un rejeu possible du système à la fin du Miocène et à l'Holocène, mais ces indices restent débattus entre scientifiques.

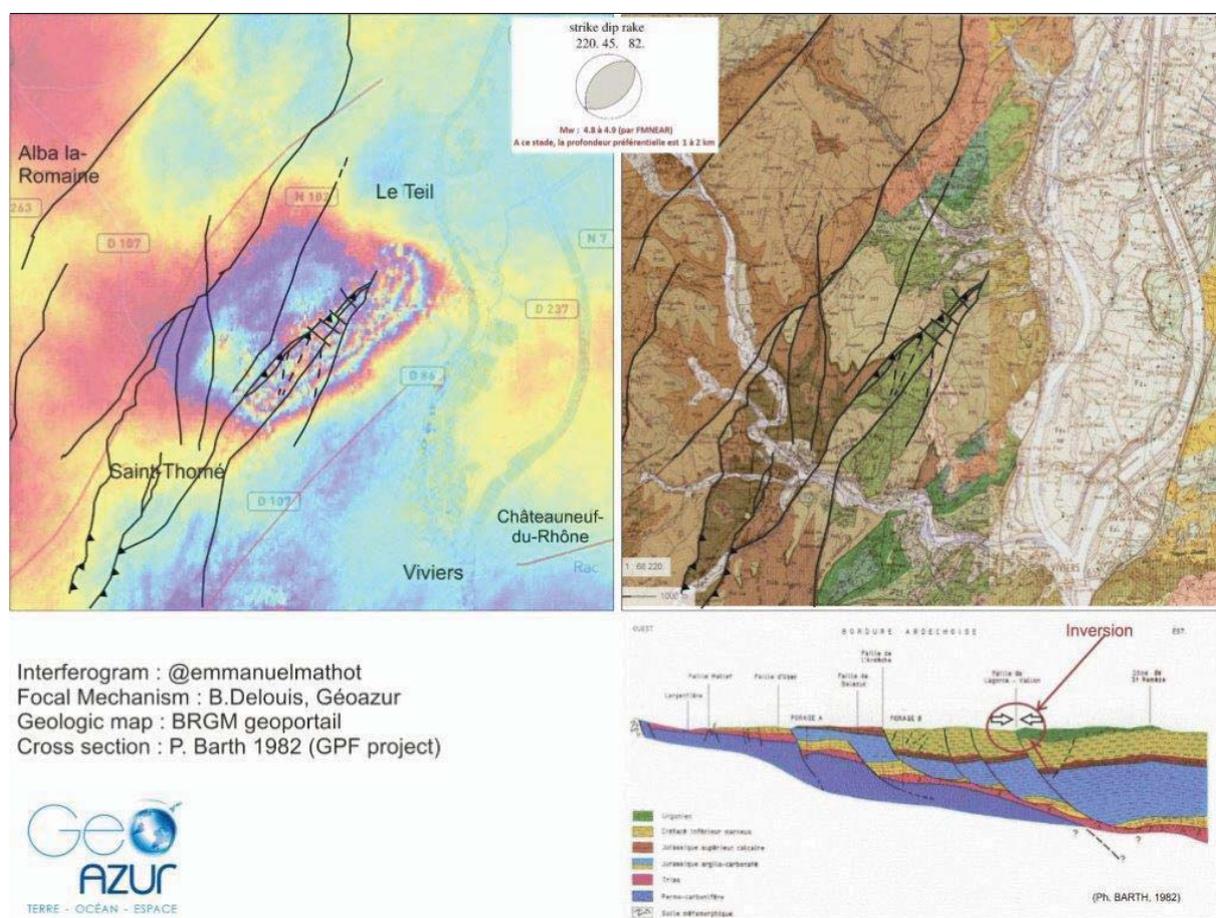
D'après la base de données historiques Sisfrance (BRGM, EDF, IRSN), aucun séisme notable n'avait jusqu'à présent été ressenti ou localisé à proximité de ce système de failles. Par contre, une vingtaine de kilomètres au sud-est, une zone sismique très localisée est bien individualisée. Il s'agit de la zone du Tricastin, caractérisée par plusieurs secousses d'intensité VII à VIII (séisme du 23/01/1773 et ceux du 19/07 et du 08/08 1873).



Résultats interférométriques

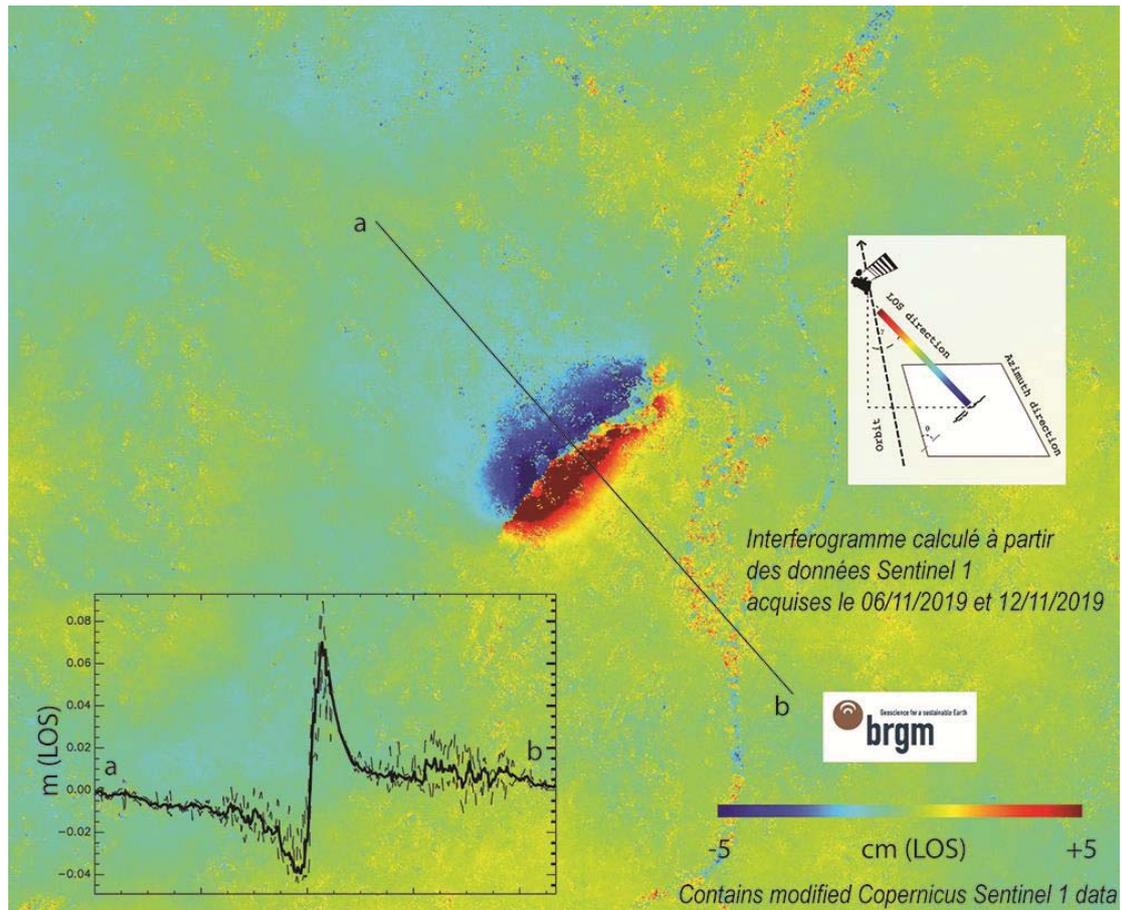
Les premiers interférogrammes SAR (premier InSAR, initialement publié par Emmanuel Mathot (Terradue), puis repris par Sotiris Valkaniotos (Geohazards-Tep), indiquent une rupture très superficielle (<5 km) d'une longueur de 3-4 km selon la direction NE-SW, avec une séparation nette entre un compartiment soulevé au SE et un compartiment abaissé au NW. D'après la largeur des bandes interférométriques, le séisme est très superficiel. Le décalage observé le long de la discontinuité donne une valeur de 3 à 8 cm en déplacement vertical. Par ailleurs, un décalage horizontal moindre paraît possible.

La discontinuité semble très étroitement corrélée avec le jeu de la faille de Lagorce-Vallon, visible sur la carte géologique au 1/50 000^{ème}. Il s'agit d'une faille appartenant au système des Cévennes, à jeu normal au Mésozoïque et repris en inverse lors des phases de compression pyrénéenne ou alpine, d'après la coupe de Ph.Barth (1982).



Premier interférogrammes SAR (initialement publié par Emmanuel Mathot, puis repris par Sotiris Valkaniotos) montrant la trace de la discontinuité à l'origine du séisme du 11/11/2019 à proximité avec la faille de Lagorce-Vallon visible sur la coupe réalisée en 1982 par Barth.

Les calculs réalisés par le BRGM confirment les premiers résultats interférométriques : position de la rupture, longueur, élévation du compartiment sud-est- par rapport au nord-ouest. Par ailleurs, une coupe réalisée perpendiculairement à la rupture renseigne sur le décalage vertical, à savoir une douzaine de centimètre dans la partie centrale de la rupture d'après la figure ci-après.



Interferogramme calculé à partir des données Sentinel 1 (programme EU COPERNICUS) acquises le 06/11/2019 et 12/11/2019, orbite ascendante. Les franges interférométriques sont déroulées. Mesure du champ de déplacement en ligne de visée (LOS – Line of Sight). Des valeurs de LOS > 0 ici signifient que le sol a bougé vers le satellite. Calculs effectués au BRGM avec l'outil GAMMA, par Michalis Fouvelis et Marcello de Michele @BRGM. Contains modified Copernicus Sentinel 1 data.

Il reste quelques incertitudes à lever concernant la position relative du foyer du séisme par rapport à la localisation et à la direction du pendage de la faille suggérée par l'interférométrie (B. Delouis).

Missions sur le terrain

Plusieurs équipes appartenant à différents organismes sont allés installer des sismomètres additionnels dans la zone affectée par le séisme, afin de mieux enregistrer les répliques, étudier les effets de site ainsi que la réponse de certains bâtiments.

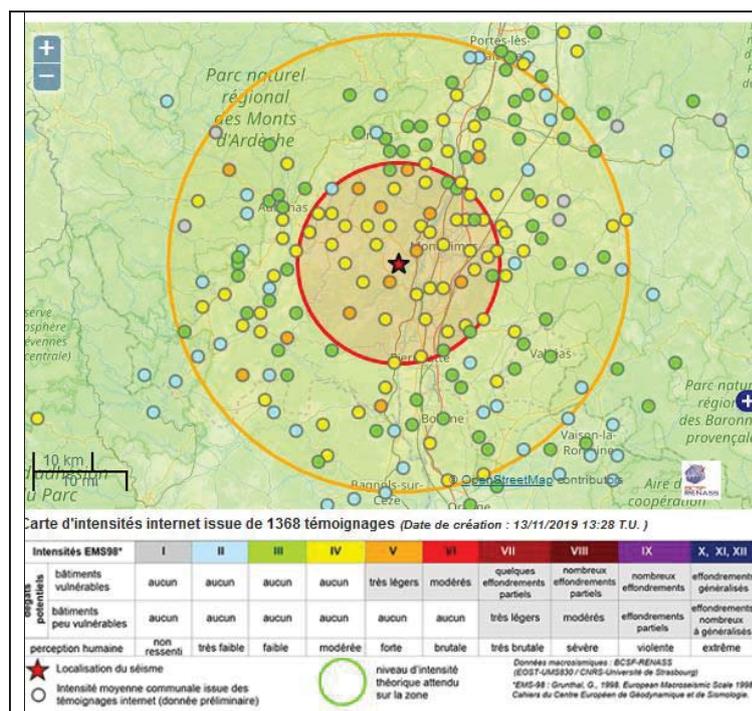
Une équipe multi-organismes s'est rendue sur le terrain dans la zone de rupture indiquée par l'interferogramme. Selon les premiers résultats, une déformation cosismique compressive a été observée le long de la discontinuité InSAR, avec un décalage de quelques cm (équipe RESIF, avec Jean François Ritz, Stéphane Baize, Christophe Larroque, and Matthieu Ferry).



Première observation de rupture des terrains observée le long de la discontinuité inSAR par J.F. Ritz, S. Baize, C. Larroque, M. Ferry (mission postsismique RESIF, le 13/11/2019) : bourrelets compressifs dans le goudron de la route. Petite composante senestre possible.

Dommmages observés aux constructions

Quelques heures après le séisme, le RENASS dans son bulletin d'alerte affichait les intensités ressenties d'après les retours des habitants via son site WEB. Ces premières estimations dans la zone épiscopentrale donnent des valeurs d'intensité ressentie entre IV et V.



Extrait du site franceseisme.fr à 13:28 T.U. : carte d'intensités préliminaires issue des témoignages des internautes. L'intensité maximale est supérieure à VI.

Néanmoins, l'intensité au niveau de l'épicentre est au moins égale à VII d'après les relevés réalisés sur le terrain.



Une mission post-sismique du groupe d'intervention macrosismique, pilotée par le BSCF-RéNaSS, se déroulera du 18 au 22 novembre permettre une meilleure évaluation de l'intensité du séisme à l'épicentre et dans les zones plus lointaines.

Conclusions

Le séisme du 11/11/2019 apparaît exceptionnel si l'on se réfère aux schémas sismotectoniques habituels, exceptionnel de par sa taille relativement importante (magnitude 5) au regard de la profondeur si faible du foyer (1-3 km). L'observation de ruptures cosismiques en surface pour une magnitude si modérée revêt également un caractère exceptionnel.

Plusieurs missions sur le terrain et travaux de recherche sont aujourd'hui en cours. Les résultats devraient permettre de mieux relier toutes ces observations et de proposer un cadre explicatif plus abouti.

Ce séisme devrait par ailleurs lancer un nouveau débat sur les caractéristiques et l'occurrence des séismes intraplaques et sur les critères de caractérisation des failles actives, notamment en France. Il devrait également encourager la communauté scientifique à intensifier les efforts pour mieux comprendre la géométrie du système de failles du sud-est, son histoire et son fonctionnement récent.

Cette réflexion, qui allie les approches sismique et géologique, s'inscrit parfaitement dans les objectifs du chantier RGF « Alpes et bassins périphériques » qui constitue une opportunité pour des développements ultérieurs.

En outre, concernant les dommages générés par le séisme, l'occurrence de ce tremblement de terre dans le contexte français devrait permettre par comparaison des résultats d'affiner les modèles d'évaluation des dommages mis en œuvre sur le territoire dans le cadre de préparation à la gestion de crise.