

Séisme du 26/6/2021 de magnitude M_{lv} 3.9 à la Wantzenau (Nord de Strasbourg) – Note d'information

Le BCSF-RéNaSS, service national d'observation de l'activité sismique nationale hébergé par l'EOST (Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre), a enregistré le 26 juin 2021, grâce au réseau sismique régional, un séisme de magnitude 3.9 (M_{lv} ¹) à 05h00 heure locale, suivi très rapidement d'un autre séisme de magnitude supérieure à 2 ($M_{lv}=2.3$ à 05h05), puis d'une séquence de répliques de moindre importance pendant les 4 heures suivantes. Ils étaient tous situés à ~5km de profondeur au niveau du puits nord GT2 de géothermie profonde GEOVEN/GEORHIN (Société Fonroche-Géothermie) sous la ville de La Wantzenau.

Ces séismes s'inscrivent dans une série d'évènements enregistrés depuis plusieurs mois dans cette zone, incluant deux séismes de magnitude supérieure à 3, un le 4 décembre 2020 ($M_{lv}=3.6$) et l'autre ($M_{lv}=3.3$), le 22 janvier 2021. Un autre séisme de magnitude $M_{lv}=3.0$ avait déjà eu lieu le 12 Nov 2019 mais dans un autre secteur, sous le quartier de La Robertsau à ~5 km plus au sud. Le détail des données paramétriques de chacun de ces évènements est disponible sur le site <https://renass.unistra.fr/>. L'ensemble de ces évènements forment deux amas de sismicité distincts à une profondeur similaire d'environ 5km : l'un au pied des puits de GEOVEN/GEORHIN (amas Nord de la Wantzenau en bleu sur la figure 1), l'autre plus au sud sous le quartier de la Robertsau.

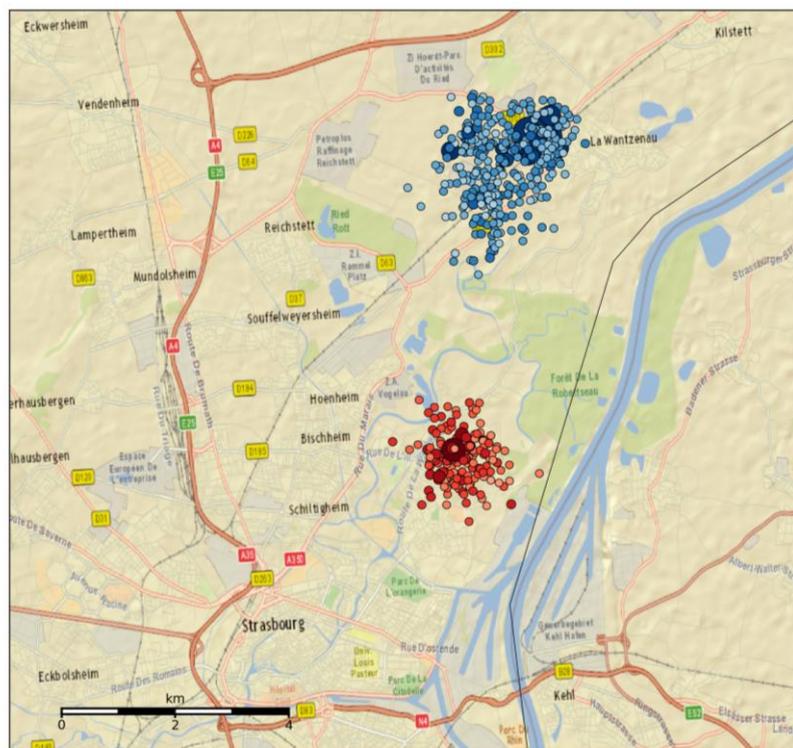


Figure 1 : localisation de la sismicité depuis mars 2018 au Nord de Strasbourg. En bleu l'amas de sismicité au proche voisinage des deux puits profonds GT1 et GT2 incluant les évènements du 4 déc 2020 ($M_{lv}=3.6$), du 22 jan 2021 ($M_{lv}=3.3$) et celui du 26 juin 2021 ($M_{lv}=3.9$). En rouge l'amas de sismicité de la Robertsau actif à partir de Nov 2019 autour de l'évènement du 12 novembre 2019 de magnitude $M_{lv}3$.

¹ M_{lv} = Magnitude locale calculée à partir de l'amplitude maximale sur la composante verticale du mouvement du sol. Le principe de calcul de cette magnitude est similaire à celle de Richter

Le séisme de magnitude 3.9 du 26 juin 2021 a été ressenti très largement dans la zone de l'Eurométropole de Strasbourg et au-delà avec, sur la base des témoignages récoltés, une intensité maximale de V sur l'échelle EMS98 (Figure 2). Nous invitons toutes les personnes ayant ressenti ce séisme à remplir le formulaire disponible sur le site <http://www.franceseisme.fr/>

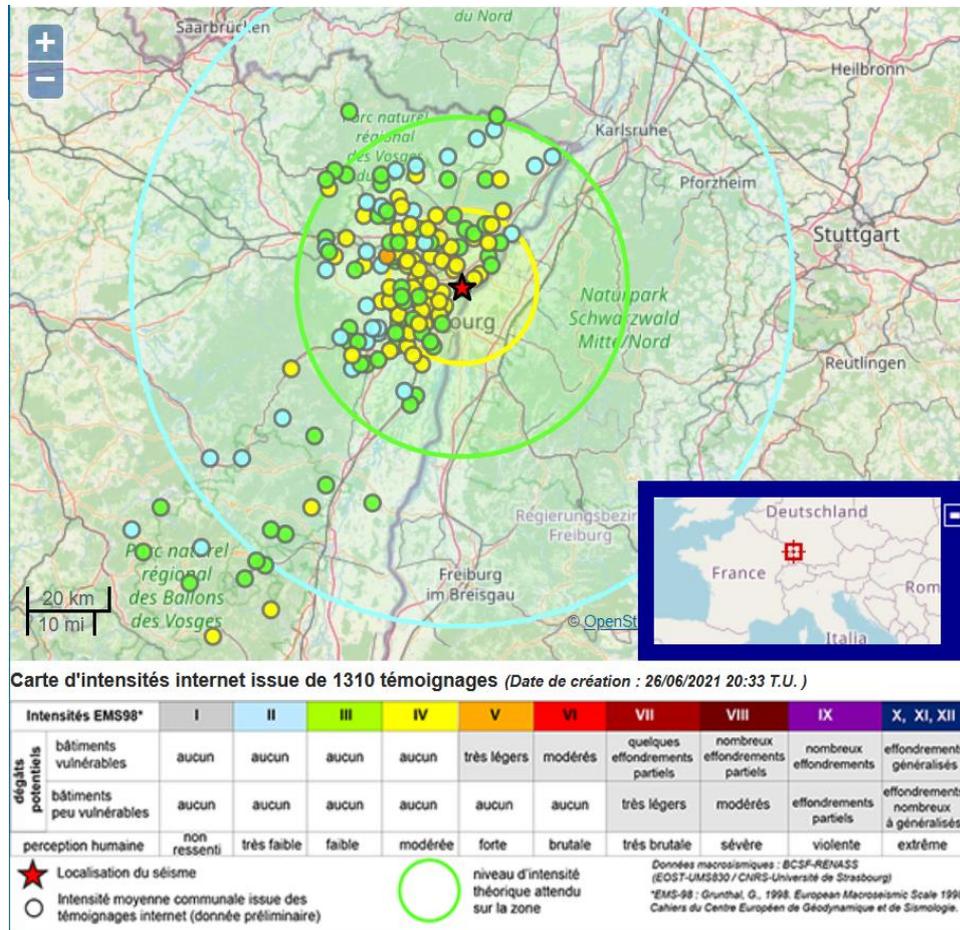


Figure 2: Carte des intensités du séisme du 26 juin 2021 à 05h00 heure locale à partir de 1310 témoignages internet reçus via le site www.franceseisme.fr

La figure 3 compare l'enregistrement de l'accélération du sol mesurée par l'accéléromètre de la station RA.STMU localisée au centre de Strasbourg dans le musée de sismologie du campus universitaire. On peut constater que le pic d'accélération verticale (PGA_z) est 6 fois plus fort que lors du séisme du 4 déc 2020.

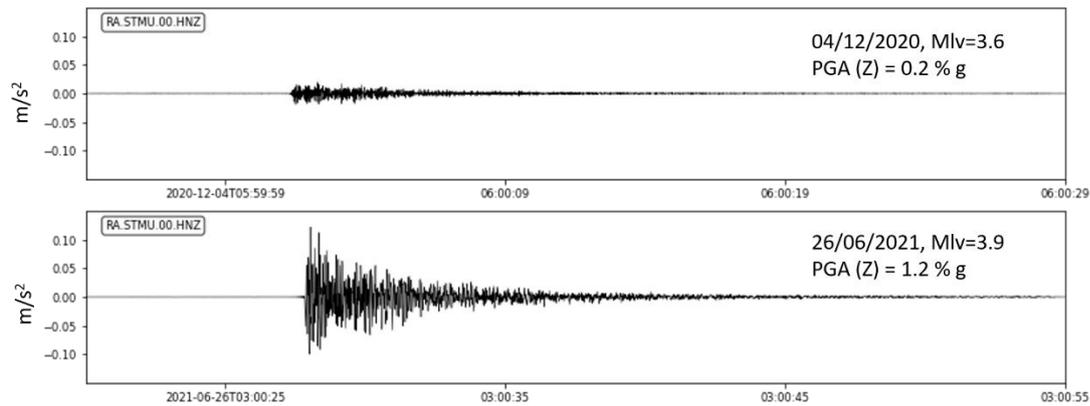


Figure 3: comparaison de l'accélération mesurée par l'accéléromètre RA.STMU localisé au musée sismologique sur le campus universitaire au centre de Strasbourg pour le séisme du 4 Dec. 2020 (haut) et du 26 Juin 2021 (bas).

La magnitude de moment² du séisme du 26/6/2021 a été estimée à partir d'une étude spectrale (Sourcespec) à Mw=3.4. A titre de comparaison, celle du 4 décembre 2020 était de : Mw=3.1.

La figure 4 ci-après représente le mécanisme au foyer du séisme M3.9 du 26/06/2021 ainsi que celui du 04/12/2020 pour comparaison. Cette figure représente sur une demi-sphère vue de dessus les deux plans de faille possibles pour ce séisme et les compartiments ayant subi une compression (en gris) et ceux ayant subi une dilatation (en blanc). Ce mécanisme est de type décrochement quasi pur et est très similaire à celui obtenu pour les autres séismes proches avec deux plans de glissement possibles : N309 et N40. Le plan orienté N309 est le plus instable et en bon accord avec la distribution de la sismicité au voisinage de l'hypocentre du séisme (figure 7). Il correspond très certainement au plan de faille ayant rompu lors de ce séisme.

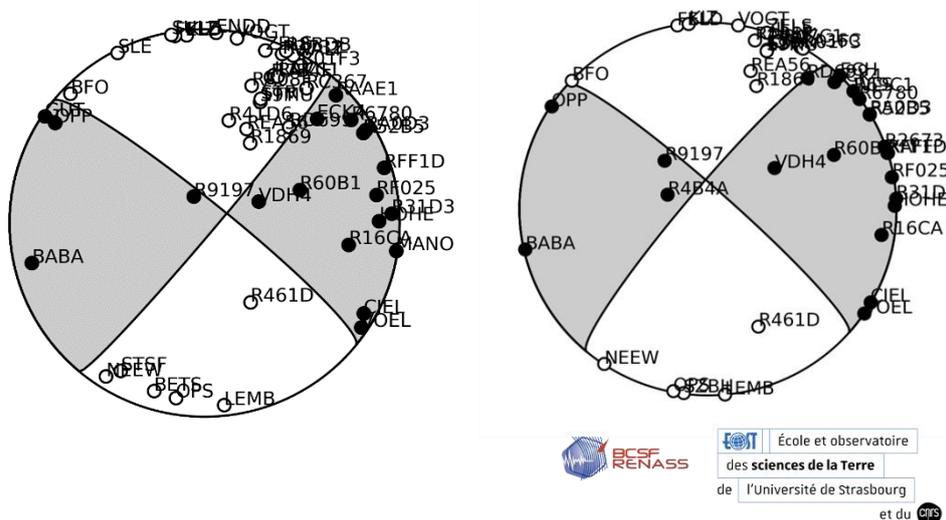


Figure 4 : Mécanisme au foyer du séisme Mlv 3.9 du 26/6/2021 (gauche) et du Mlv 3.6 du 04/12/2020 à droite. Les points correspondent au sens du premier mouvement (vers le haut en noir, vers le bas en blanc) aux différentes stations sismologiques régionales indiquées par leur code. Les deux événements présentent des mécanismes très proches : principalement en décrochement, à savoir un mouvement quasi-horizontal senestre pour lesquels deux plans de faille sont possibles : N40 ou N309. Dans le contexte tectonique régional, la direction N309 est plus instable et donc considérée comme plus probable.

² La magnitude de moment mesure l'énergie sismique libérée à partir des basses fréquences du signal. Sa valeur est généralement inférieure à la magnitude locale (Mlv) pour les séismes en France

La figure 5 ci-après représente un déroulé temporel des événements sismiques enregistrés par le BCSF-RéNaSS dans la région en identifiant trois zones : au nord, les zones des puits GT1 (rose) et GT2 (violet), et au sud, la zone de la Robertsau (gris). Chaque séisme enregistré est représenté par son temps d'occurrence en abscisse, sa latitude en ordonnée et avec un cercle dont la taille et l'intensité de la couleur sont fonction de sa magnitude. La figure montre ainsi l'apparition de l'activité sismique en mars 2018 lors de la création du puits GT1. Elle montre ensuite une initiation de l'activité à partir de mai 2019 dans la zone du puits GT2. L'activité s'étend alors dans la zone de GT1 jusqu'à novembre 2019. Démarre alors une longue série de séismes dans la zone de la Robertsau incluant les événements les plus importants du 12-14 novembre 2019 (M3.0). L'activité dans cette zone a été intense jusqu'au printemps 2020.

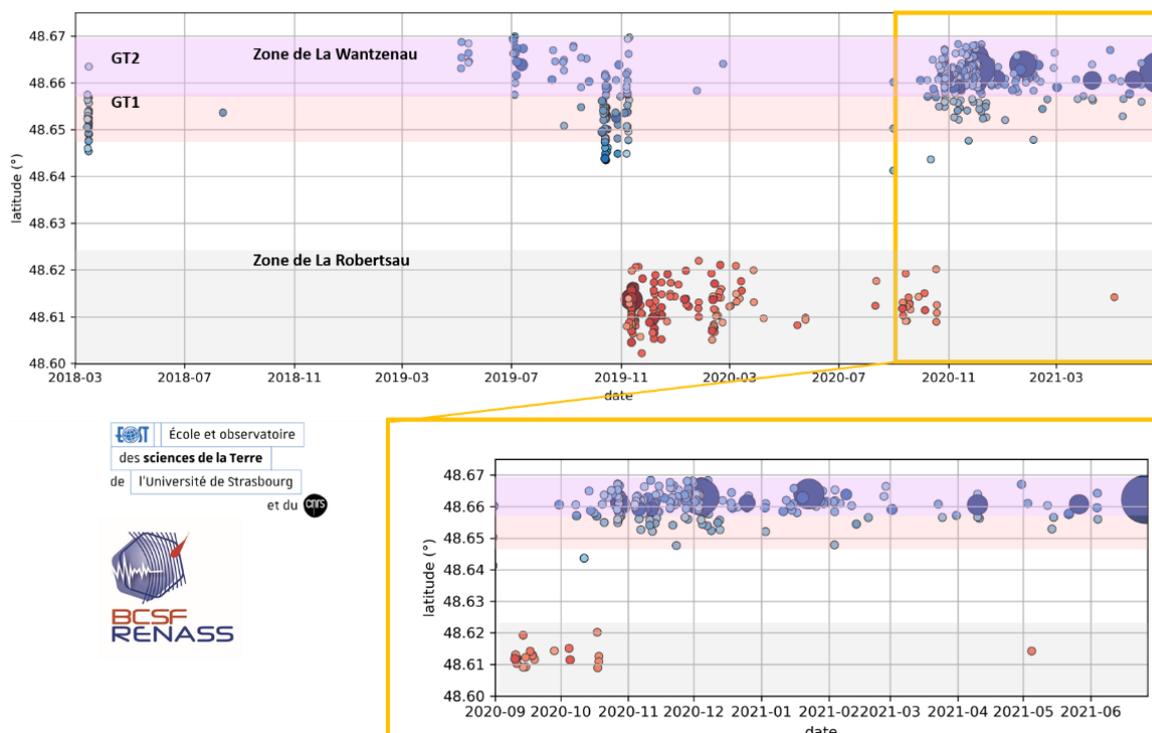


Figure 5 : Déroulé temporel de l'activité sismique au Nord de Strasbourg enregistrée par le BCSF-RéNaSS depuis 2018 dans la zone de La Wantzenau (cercles bleus) au niveau du puits nord (GT2 – fond violet) et au niveau du puits sud (GT1 – fond rose), ainsi que dans la zone de la Robertsau (cercles rouges - fond gris). Détail du déroulé temporel de l'activité sismique au Nord de Strasbourg enregistrée par le BCSF-RéNaSS depuis le 1/09/2020 à partir du moment de la reprise des essais.

Calme durant l'été, l'activité sismique a repris à partir de Septembre 2020 puis s'est accélérée pour devenir intense depuis octobre 2020 dans la zone du puits GT2. C'est dans cette zone qu'ont eu lieu les événements ressentis ces derniers mois (voir détail de la figure 5). Suite à la décision de fermeture du site de GEOVEN/GEORHIN après le séisme du 4/12/2020, l'opérateur Fonroche-Géothermie a progressivement réduit la circulation dans les puits jusqu'à l'arrêt complet le 2 jan 2021. Les deux

derniers événements de magnitude supérieure à 3 ont donc eu lieu après cet arrêt de la circulation dans les puits. La figure 5 montre également que l'activité sismique persiste dans la zone du puits GT2.

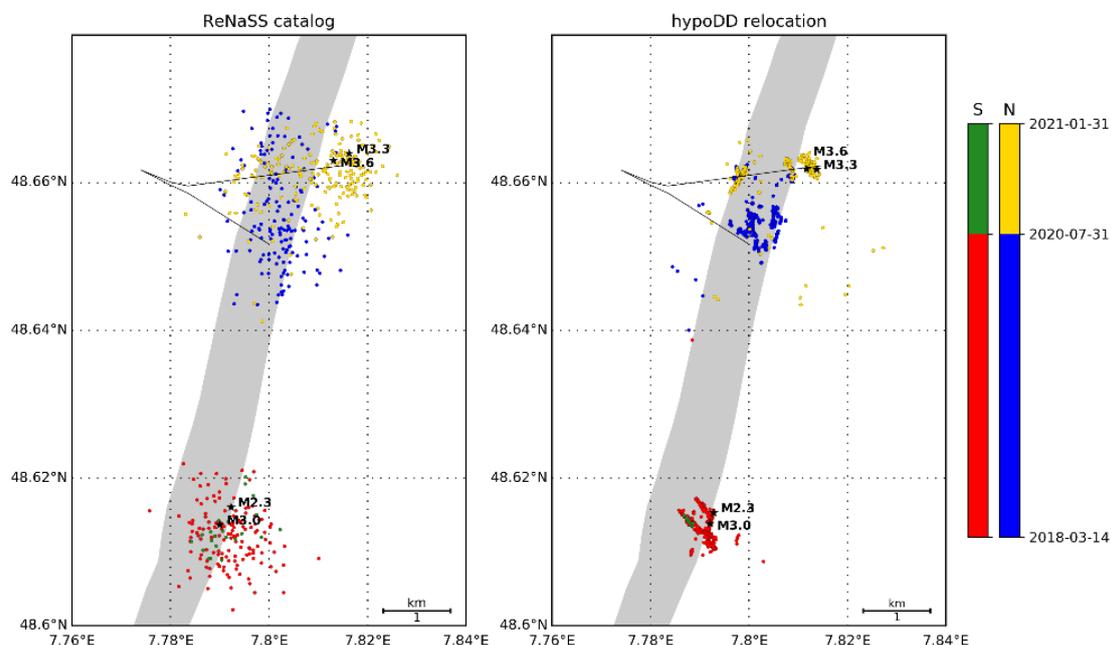


Figure 6: comparaison de la localisation de la sismicité dans les amas nord et sud : (gauche) carte des localisations absolues à partir du catalogue BCSF-RéNaSS ; (droite) carte des localisations relatives à l'aide de HypoDD. En gris, la trace de la zone de faille (faille de la Robertsau) entre 4 et 6 km de profondeur, décrite dans le modèle géologique GEORG (<http://maps.geopotenziale.eu>). Les couleurs correspondent à deux périodes différentes dans les deux amas : avant et après le 31 juillet 2020.

Par une technique de relocalisation fine des séismes (HypoDD), il est possible d'avoir une carte précise de la position relative de ces séismes les uns par rapport aux autres dans la zone des puits GT1 et GT2 à 5km de profondeur environ. La figure 6 illustre l'amélioration de la localisation en comparant avec les localisations du BCSF-RéNaSS pour la période mars 2018-jan 2021. La figure montre également en gris la zone de faille identifiée dans le modèle géologique GEORG (<http://maps.geopotenziale.eu>). La figure 7 détaille les localisations fines obtenues au voisinage des puits GT1 (au sud) et GT2 (au nord) et en incluant les événements les plus récents. On voit alors que les derniers événements importants ($M_l > 3$) se localisent tous au voisinage de la terminaison du puits du puits GT2 dans un amas de sismicité orienté Nord-Ouest/Sud-Est, orientation cohérente avec l'orientation du plan de glissement des mécanismes au foyer (N309). On peut montrer que cette direction est particulièrement instable dans le contexte tectonique régionale expliquant ainsi l'apparition de ces séismes. Très peu de sismicité récente a lieu au voisinage du puits GT1.

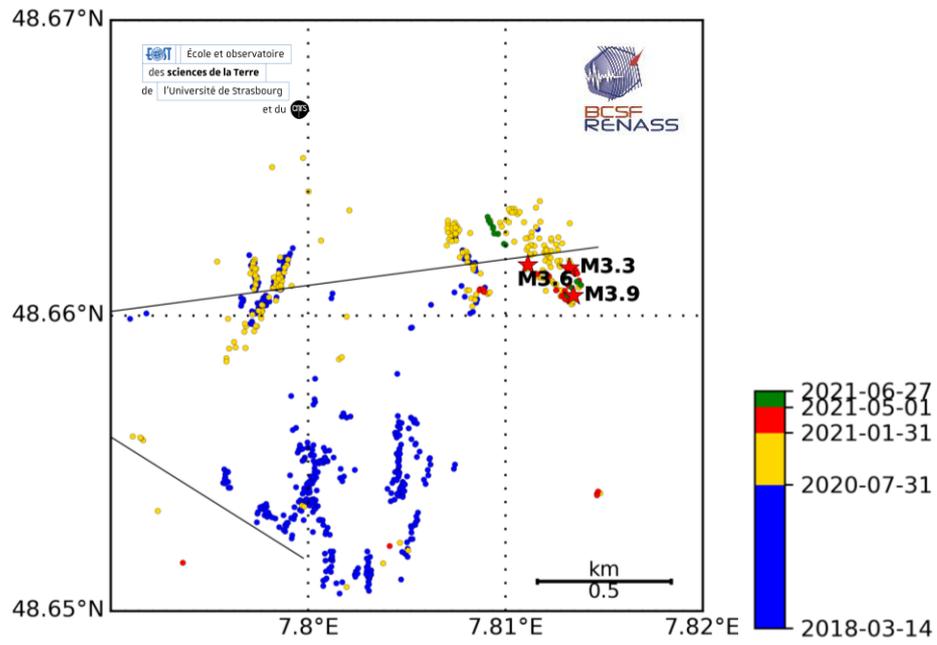


Figure 7 : Détail de la localisation relative des séismes (vers 5 km de profondeur) enregistrés au voisinage des puits GT1 (au sud) et GT2 (au nord) depuis mars 2018. La couleur des symboles est fonction de leur temps d'occurrence. Les événements principaux de magnitude supérieure à 3 depuis le 04/12/2020 sont indiqués par des étoiles en rouge.