

SismoCitoyen :
Un réseau de capteurs sismiques bas coût
connectés et hébergés par des citoyens
pour la surveillance de la sismicité naturelle et anthropique

Antoine SCHLUPP (ITES), |

(1): Université de Strasbourg, CNRS, ITES UMR 7063, Strasbourg F-67084, France
Institut Terre et environnement de Strasbourg

SismoCitoyen :
Un réseau de capteurs sismiques bas coût
connectés et hébergés par des citoyens
pour la surveillance de la sismicité naturelle et anthropique

Antoine SCHLUPP (ITES),

, Jérôme VERGNE (ITES), Jean SCHMITTBUHL (ITES).

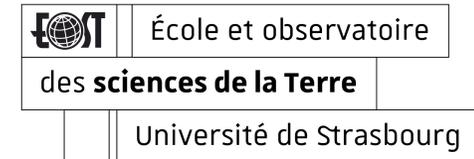
Maxime BES-DE-BERC (ITES),

(1): Université de Strasbourg, CNRS, ITES UMR 7063, Strasbourg F-67084, France
Institut Terre et environnement de Strasbourg

SismoCitoyen :
Un réseau de capteurs sismiques bas coût
connectés et hébergés par des citoyens
pour la surveillance de la sismicité naturelle et anthropique



Antoine SCHLUPP (ITES), **Marc GRUNBERG (EOST)**, **Hélène JUND (EOST)**, Maxime BES-DE-BERC (ITES), Jérôme VERGNE (ITES), Jean SCHMITTBUHL (ITES).



(1): Université de Strasbourg, CNRS, ITES UMR 7063, Strasbourg F-67084, France
Institut Terre et environnement de Strasbourg
(2): Université de Strasbourg, CNRS, EOST UAR 830, Strasbourg F-67084, France
Ecole et observatoire des sciences de la Terre

SismoCitoyen :
Un réseau de capteurs sismiques bas coût
connectés et hébergés par des citoyens
pour la surveillance de la sismicité naturelle et anthropique



Antoine SCHLUPP (ITES), Marc GRUNBERG (EOST), Hélène JUND (EOST), Maxime BES-DE-BERC (ITES), **Philippe CHAVOT (LISEC)**, Jérôme VERGNE (ITES), Jean SCHMITTBUHL (ITES). **et al.**



(1): Université de Strasbourg, CNRS, ITES UMR 7063, Strasbourg F-67084, France
Institut Terre et environnement de Strasbourg

(2): Université de Strasbourg, CNRS, EOST UAR 830, Strasbourg F-67084, France
Ecole et observatoire des sciences de la Terre

(3): **Université de Strasbourg, LISEC - UR 2310, Strasbourg F-67084, France**
Laboratoire Interuniversitaire des Sciences de l'Éducation et de la Communication



Il associe sismologie et sciences sociales et humaines.

- pour construire un réseau de sites d'observation en milieu urbain, basé sur des stations connectées à l'internet et hébergées par des citoyens volontaires.
- et analyser les effets d'un engagement citoyen dans la recherche scientifique (via l'hébergement d'un sismomètre) sur la perception et la représentation de la sismologie. Les citoyens volontaires participent à une enquête menée par des sociologues .

Mesures participatives: projet SismoCitoyen



Protocole enquête sociologique

Premier entretien

- Objectifs : dresser le profil de chaque participant
 - Parcours
 - Sensibilités face à l'environnement, aux projets industriels, à la science, à la sismologie
- Aspects pratiques
 - Possibilité de répondre seul, en couple, en famille
 - Consentement éclairé (éthique) / anonymat des répondants

Second entretien

- Objectifs :
 - Rendre compte des usages du dispositif
 - Utilisation de la plateforme en ligne
 - Apprentissage
 - Valorisation sociale
 - Comprendre comment est vécu cet engagement citoyen dans les sciences

[01-E1-H33] Ben le fait de pouvoir rendre, rendre service en... on va dire, entre guillemets ça ne va rien me coûter, c'est utile, c'est quelque chose en plus et d'un autre côté, ça me permettrait aussi d'avoir les informations sur, sur le coin, à 800 mètres près !

[04-E1-H75] [...] on a déjà vécu ça et donc euh, ça m'intéresse d'en savoir un peu plus, hein. Et... Mais je pense aussi que ça fait partie un peu de... de notre état d'esprit c'est-à-dire que... il y a des gens qui font de la recherche, ben nous on est bénévole, on aime ça et... et je pense que si ça peut servir à des étudiants, à la recherche, etc.,

[05-E2-F36] Je dirai que déjà, dans un premier temps, on va peut-être un peu comprendre un peu, en fait, ce qui s'y passe, [...], on s'en rend peut-être pas forcément compte, on y est peut-être habitué. Un peu voir est-ce que, bah justement, est-ce que notre zone elle est un peu en activité ou pas, est-ce que ...

[05-E2-F36] Après, je dirai, oui, c'est vraiment plus des connaissances. [...] on en a parlé avec un de mes enfants [...] je me disais « tiens c'est un super moyen pour pouvoir leur expliquer » et leur dire que voilà, ce petit appareil-là, il va nous enregistrer tous les mouvements [...]

Intérêt principal pour le BCSF-Rénass, Service national d'observation



Améliorer la détection des séismes, la localisation et les shakemaps à proximité des épicentres (< 20 km).

=> densifier le maillage du réseau d'observation permanent (RESIF) (stations large bande et accélérométriques).

Améliorer la discrimination

=> Déployer le réseau à proximité d'une sismicité induite potentielle (industrie géothermique) ou de carrières.

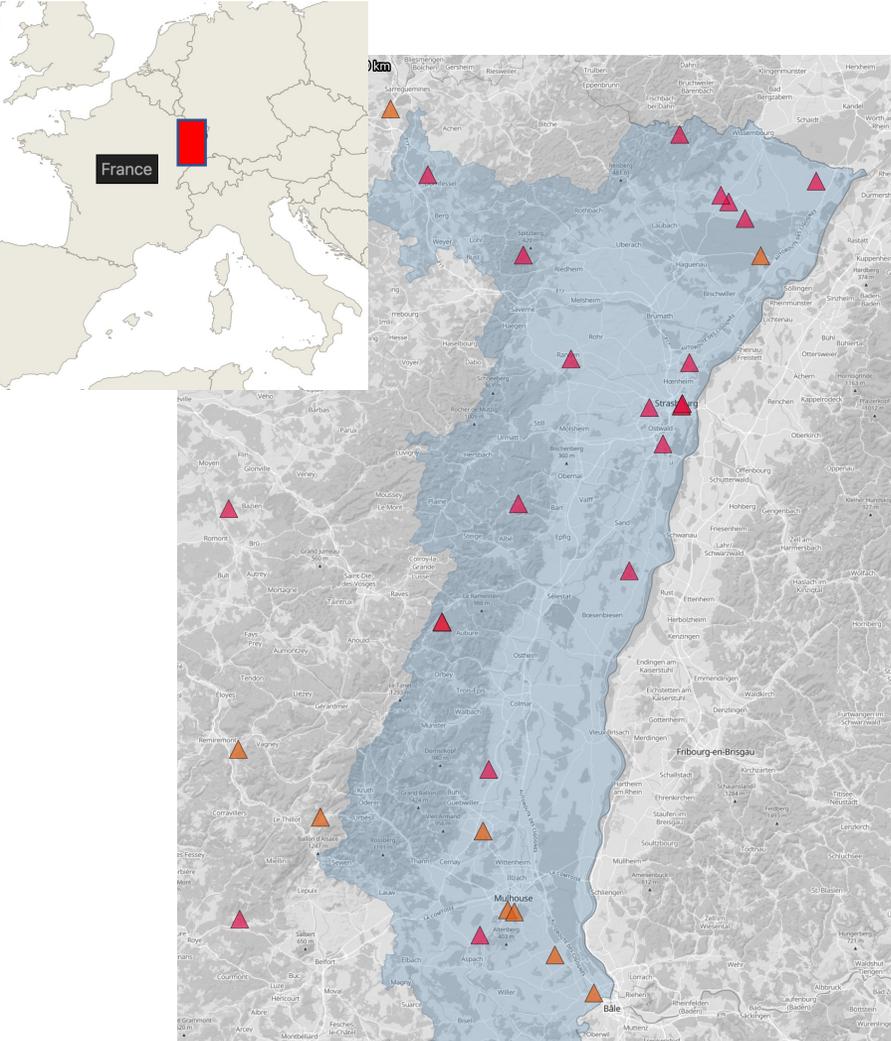
Mesurer les secousses du sol dans les zones urbaines où se situent les enjeux.

=> Installation dans les logements, stations hébergées par des citoyens volontaires

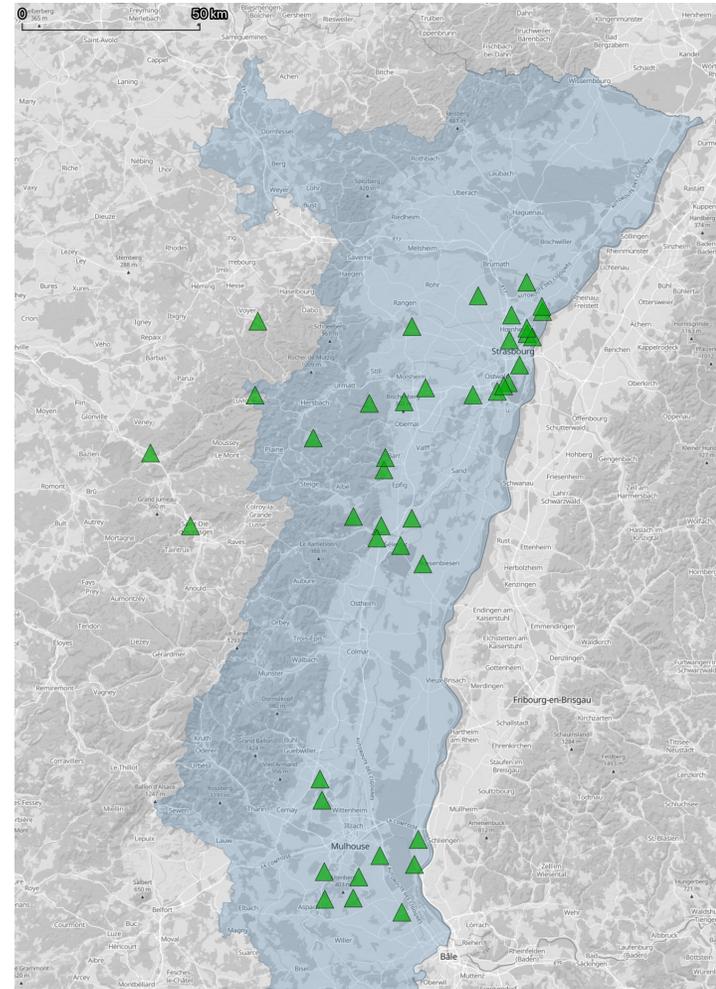
Réduire les coûts

=> équipement à bas coût directement utilisable par les observatoires sismologiques (RaspberryShake).

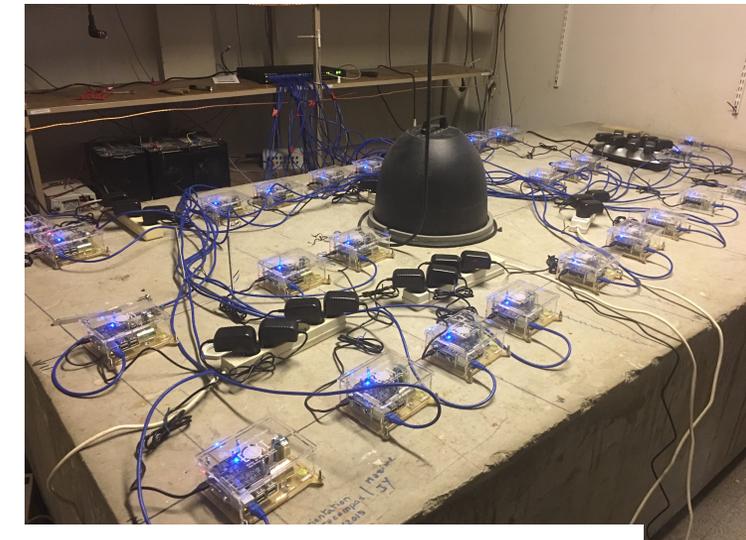
Réseau permanent RESIF



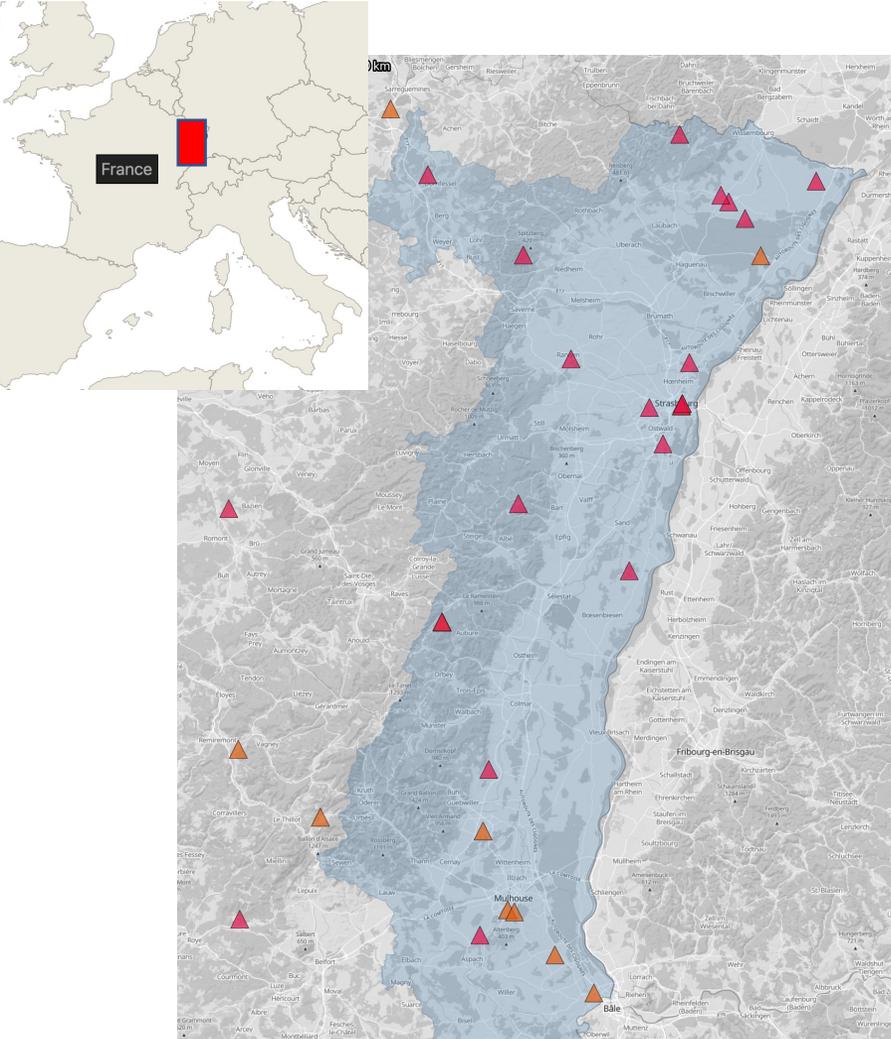
Réseau RaspberryShake 2021-08



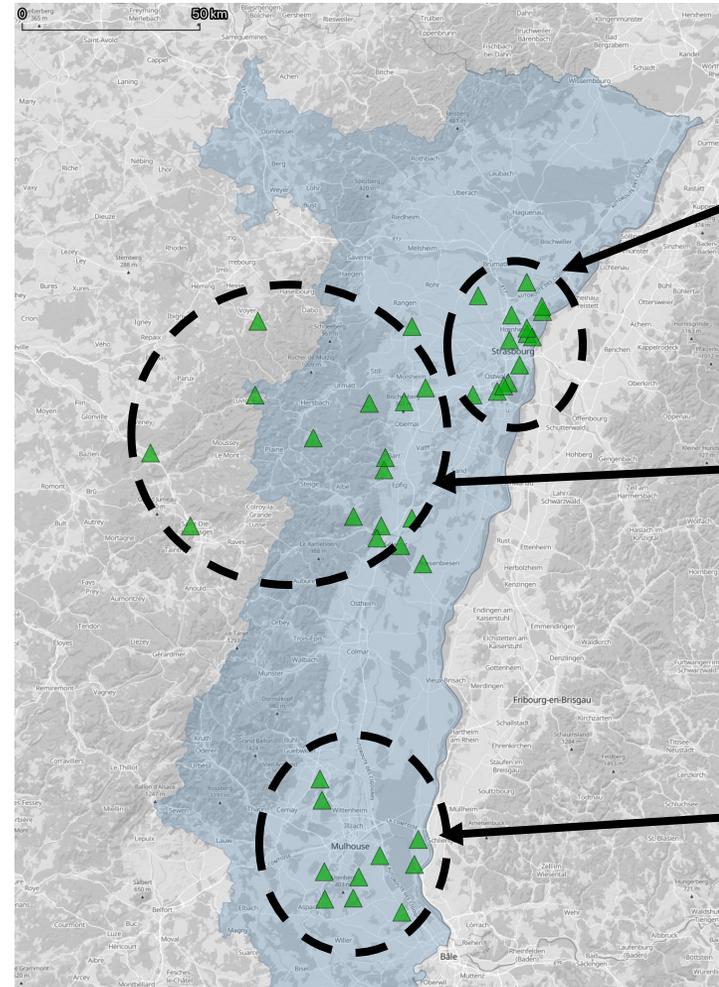
Toutes les stations sont testées sur la plateforme de test (pilier) avec une station de référence.



Réseau permanent RESIF



Réseau RaspberryShake 2021-08



Trois cibles.

Strasbourg

≈ 15 stations

-> Activité de Geothermie profonde

Ouest du Graben du Rhin supérieur

≈ 25 stations.

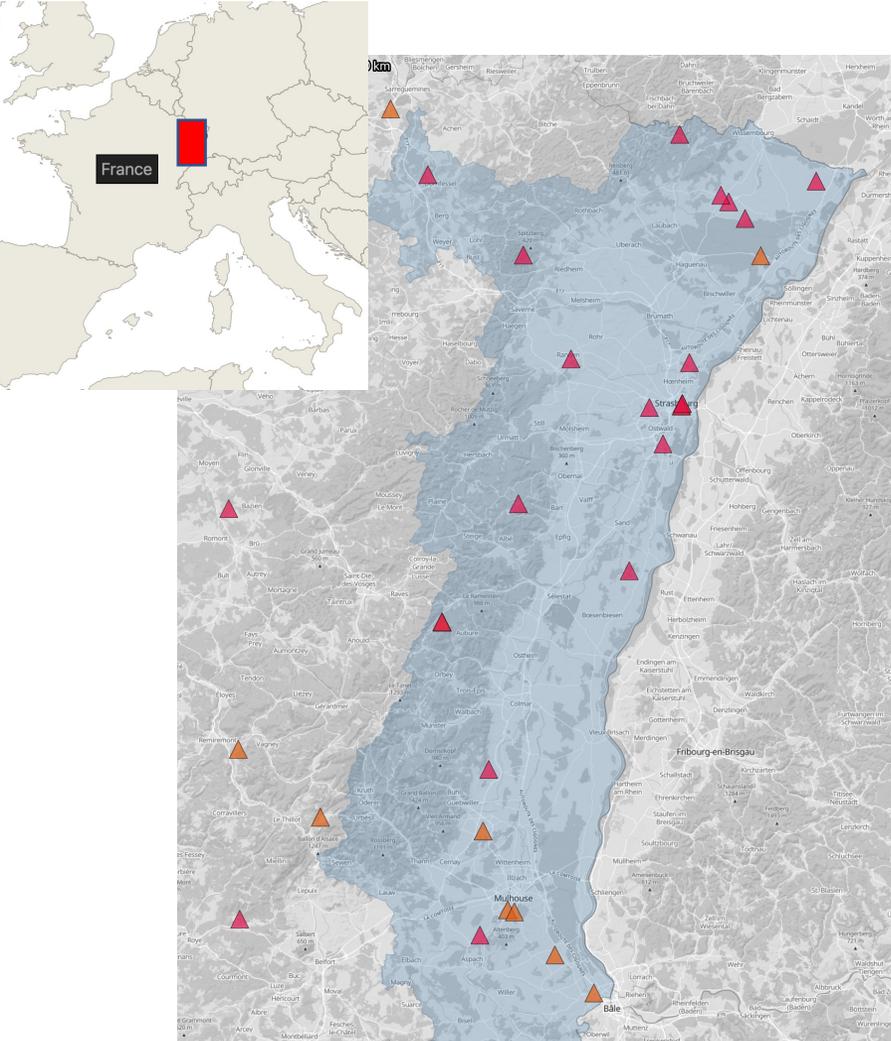
-> failles actives suspectées

Graben du Rhin supérieur

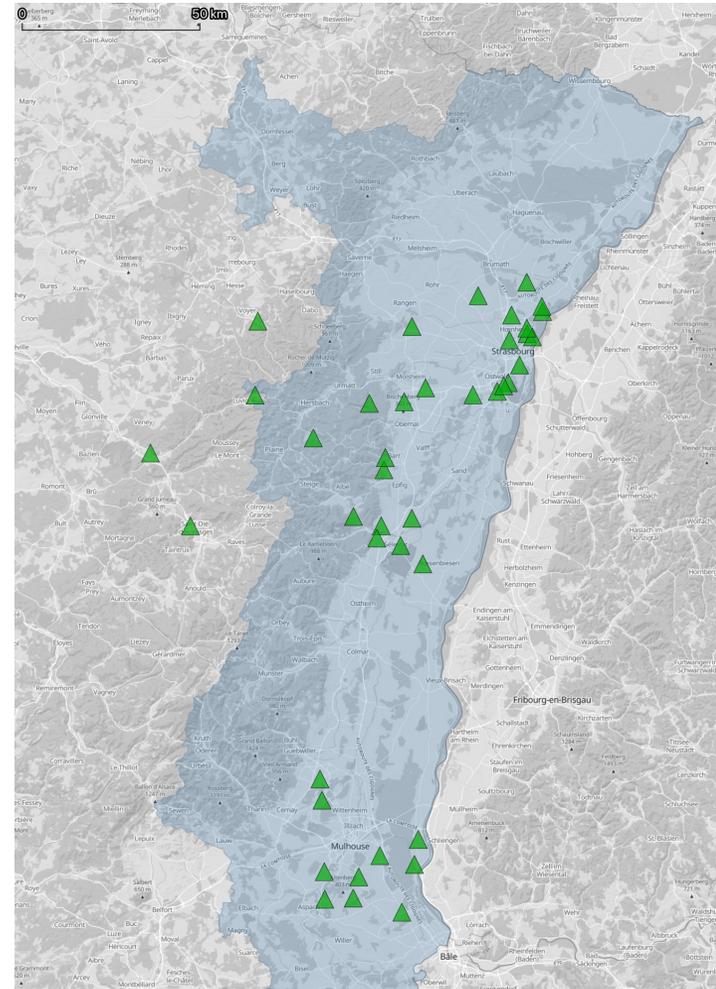
≈ 20 stations, réduites à 10 actuellement

-> Une zone avec aléa sismique le plus fort en France métropolitaine.

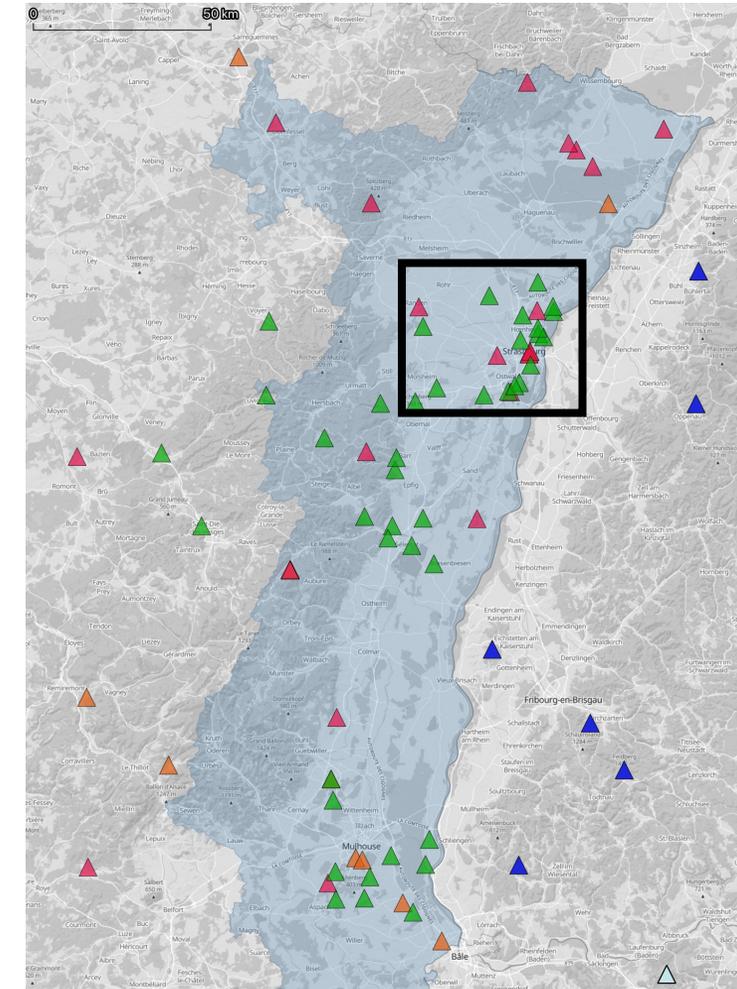
Réseau permanent RESIF

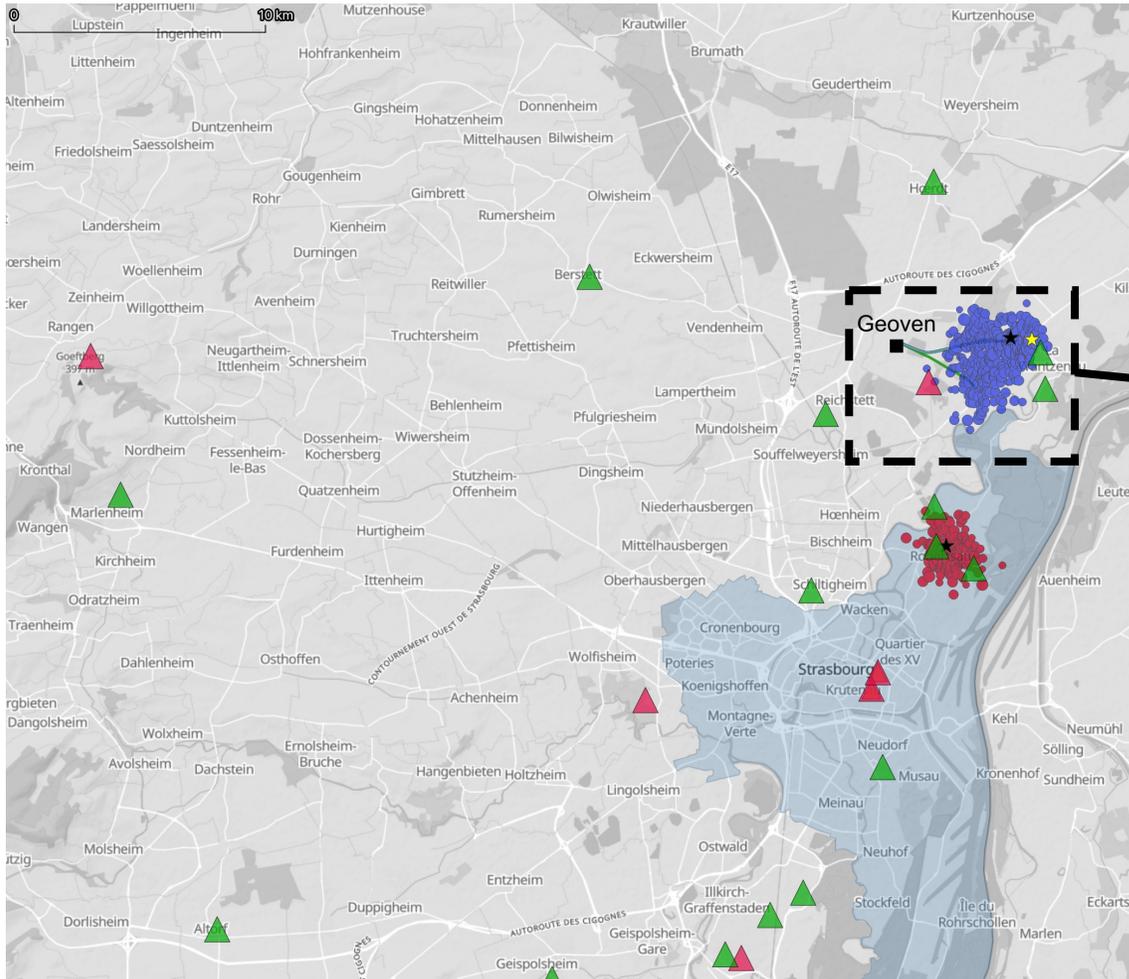


Réseau RaspberryShake 2021-08

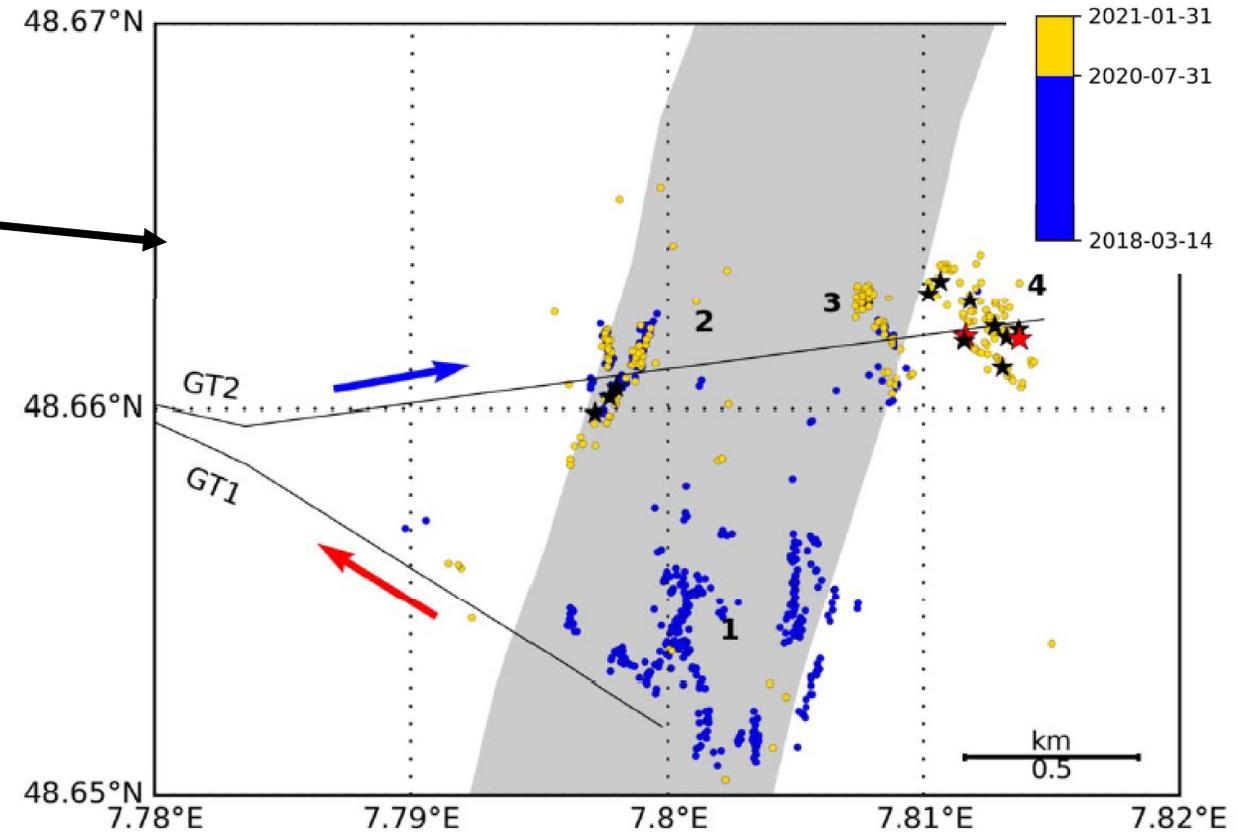


=> Permanent + RaspberryShake
+ qq Allemagne et Suisse



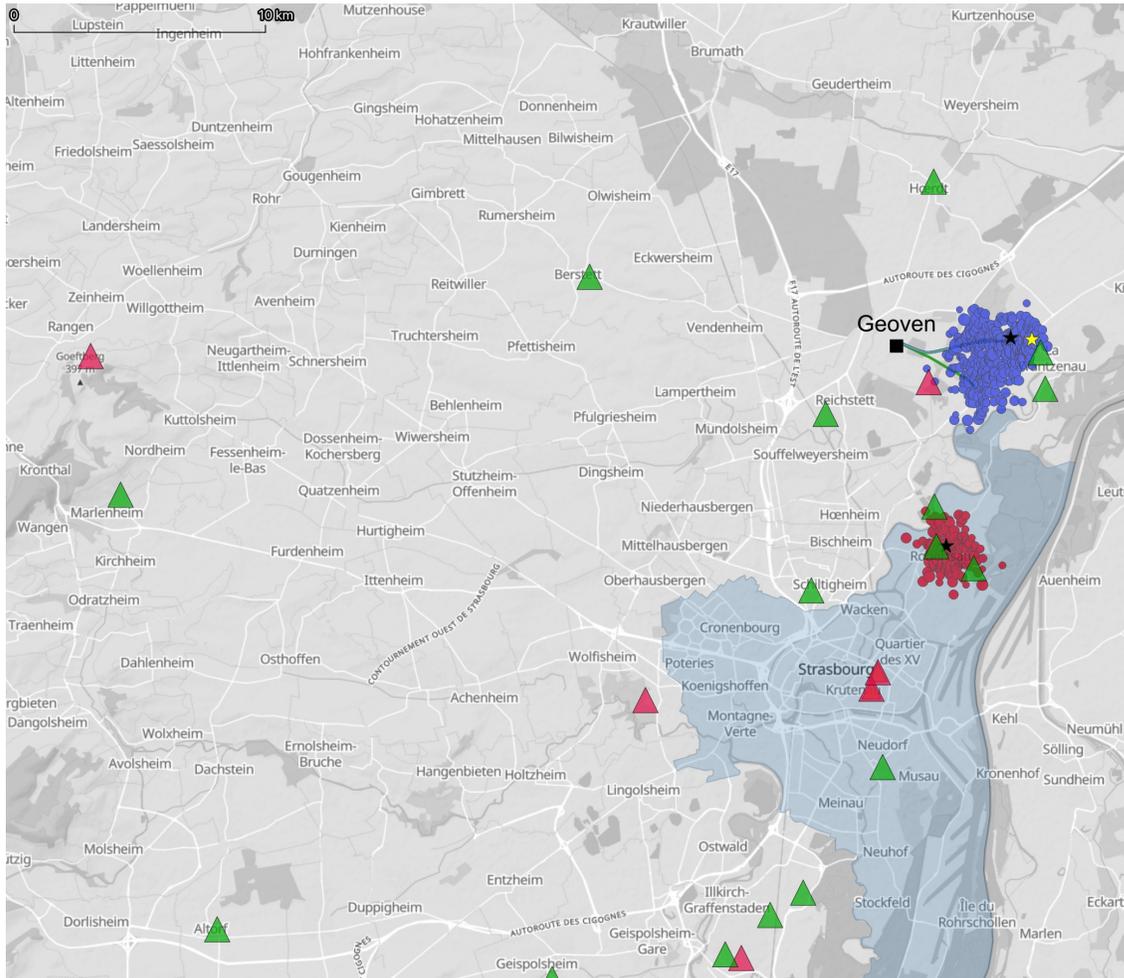


Le réseau installé dans l'eurometropole de Strasbourg, proche d'un projet de géothermie profonde, a fortement amélioré la localisation des séismes et leur identification en terme de séismes induits.

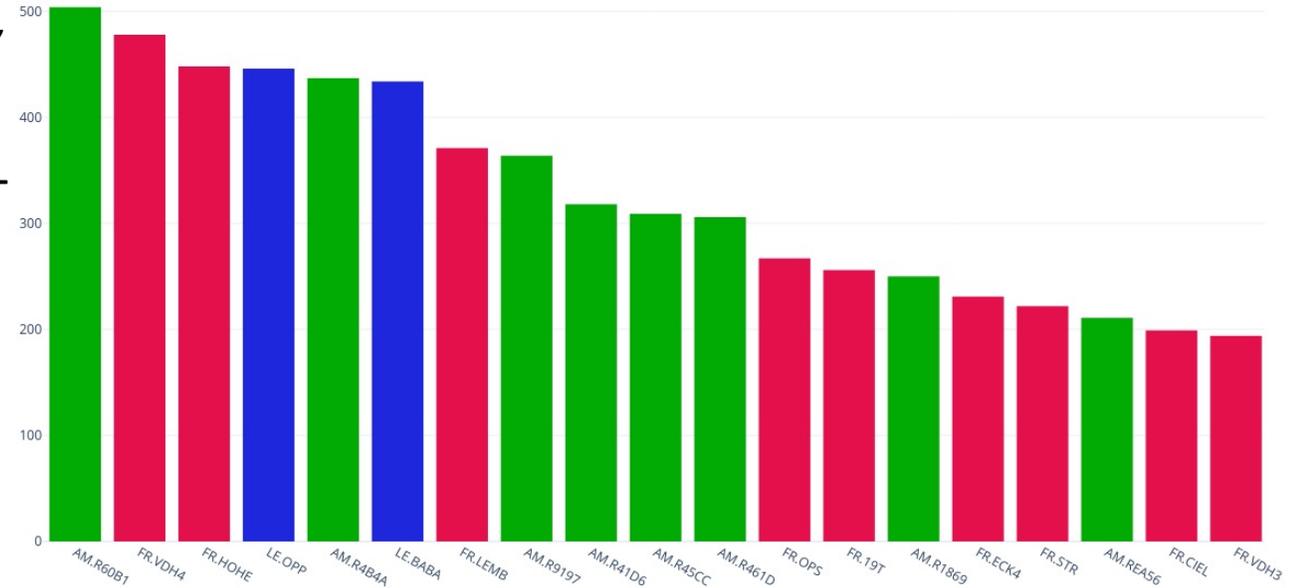


Schmittbuhl et al. 2021 (DD localisation)

Forte contribution des stations RaspberryShake

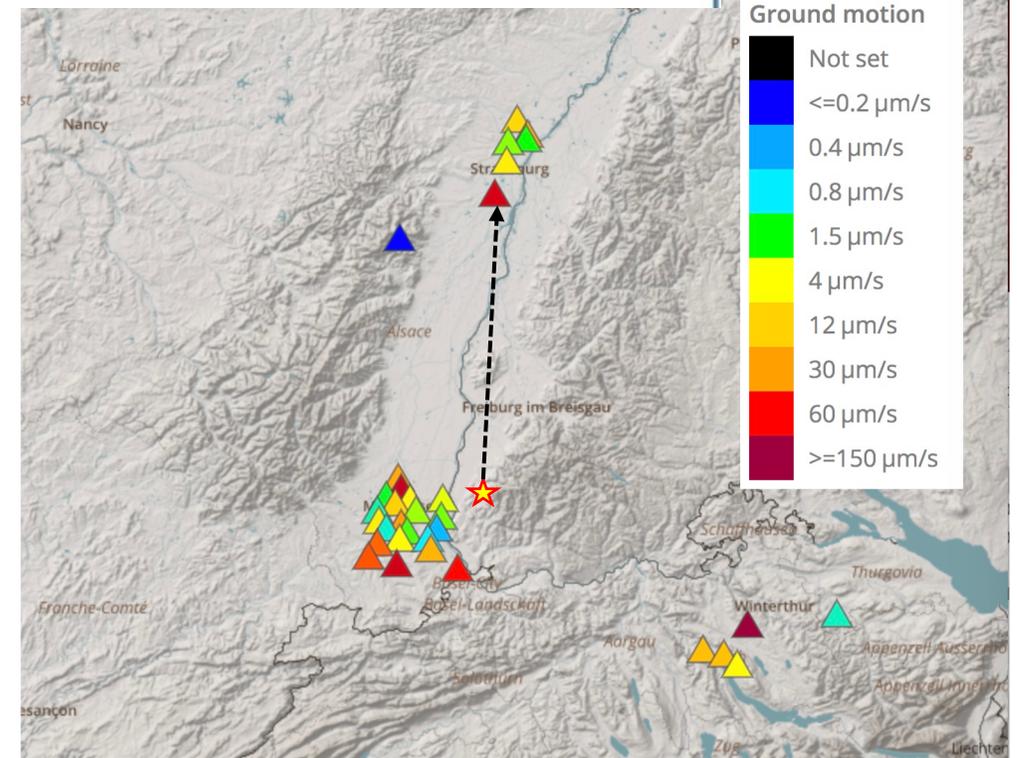
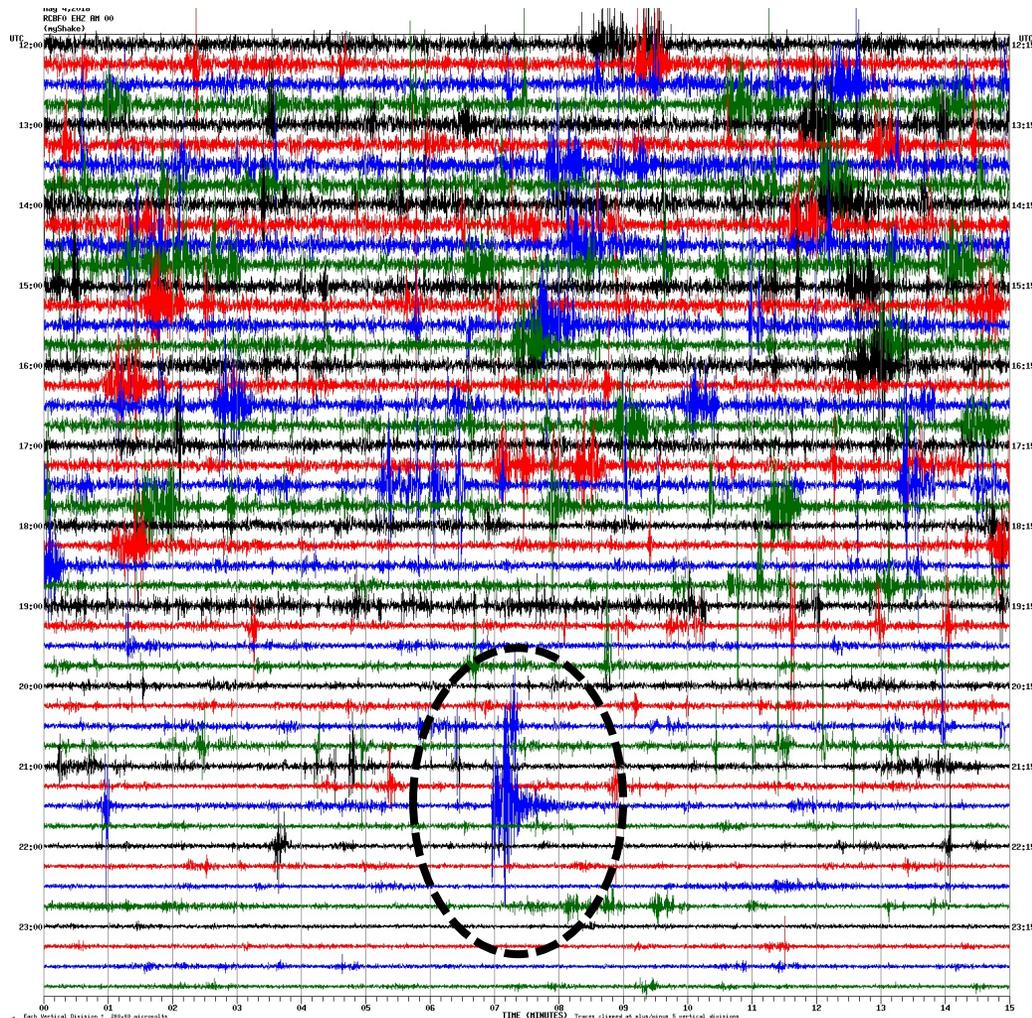


Number de contributions pour EQ loc



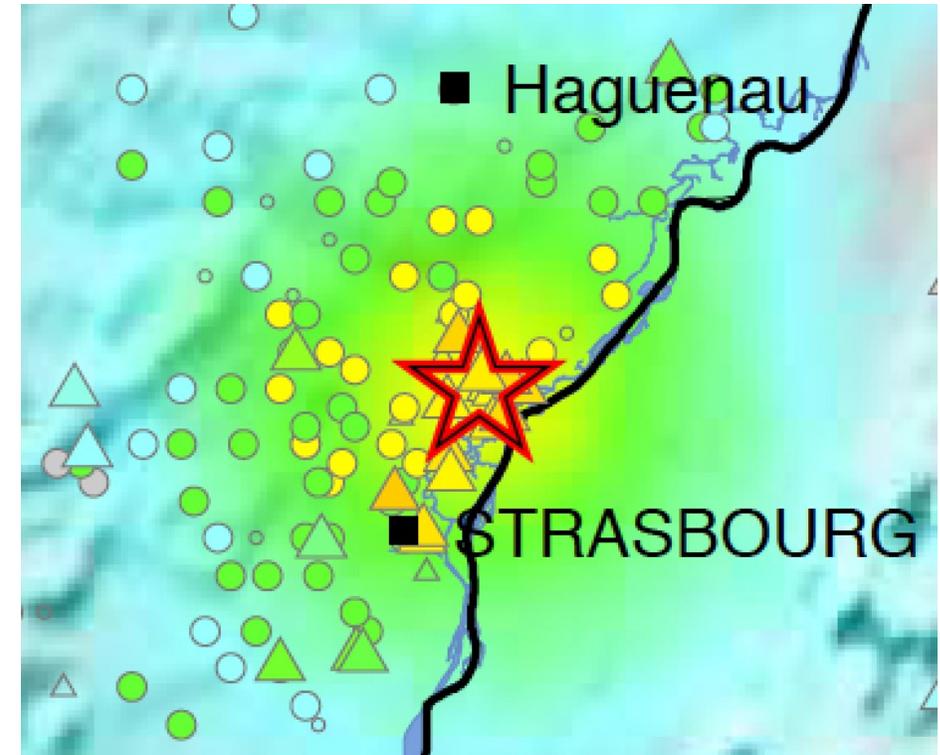
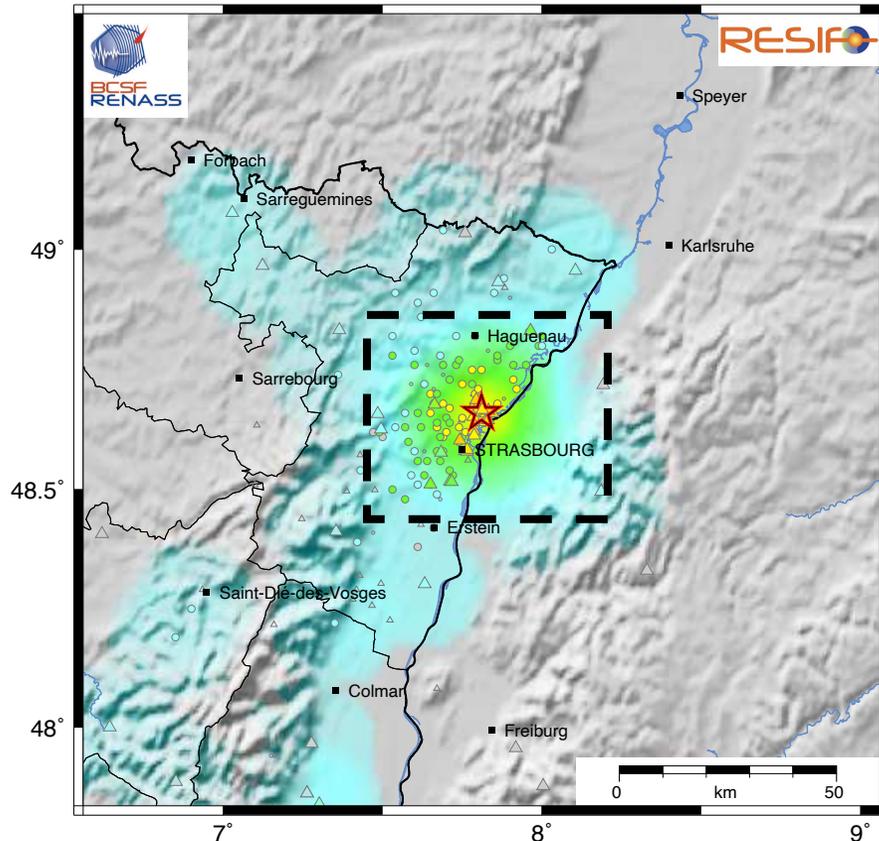
Malgré un bruit plus élevé dû à leur installation dans des zones urbaines et périurbaines, la courte distance station-événement offre un avantage considérable pour la localisation et la discrimination des séismes en 3D.

8 km SW de Mullheim (Allemagne, 04-05-18 à 23h36 locale, ML=3,5)



Amélioration de produits type "shakemap".

Exemple: Evènement du 2020-12-04 induit par la géothermie, M3.6, prof 5 km (Intensity EMS98)



Cercles= DYFI (BCSF-Rénaiss)
Triangles = Stations

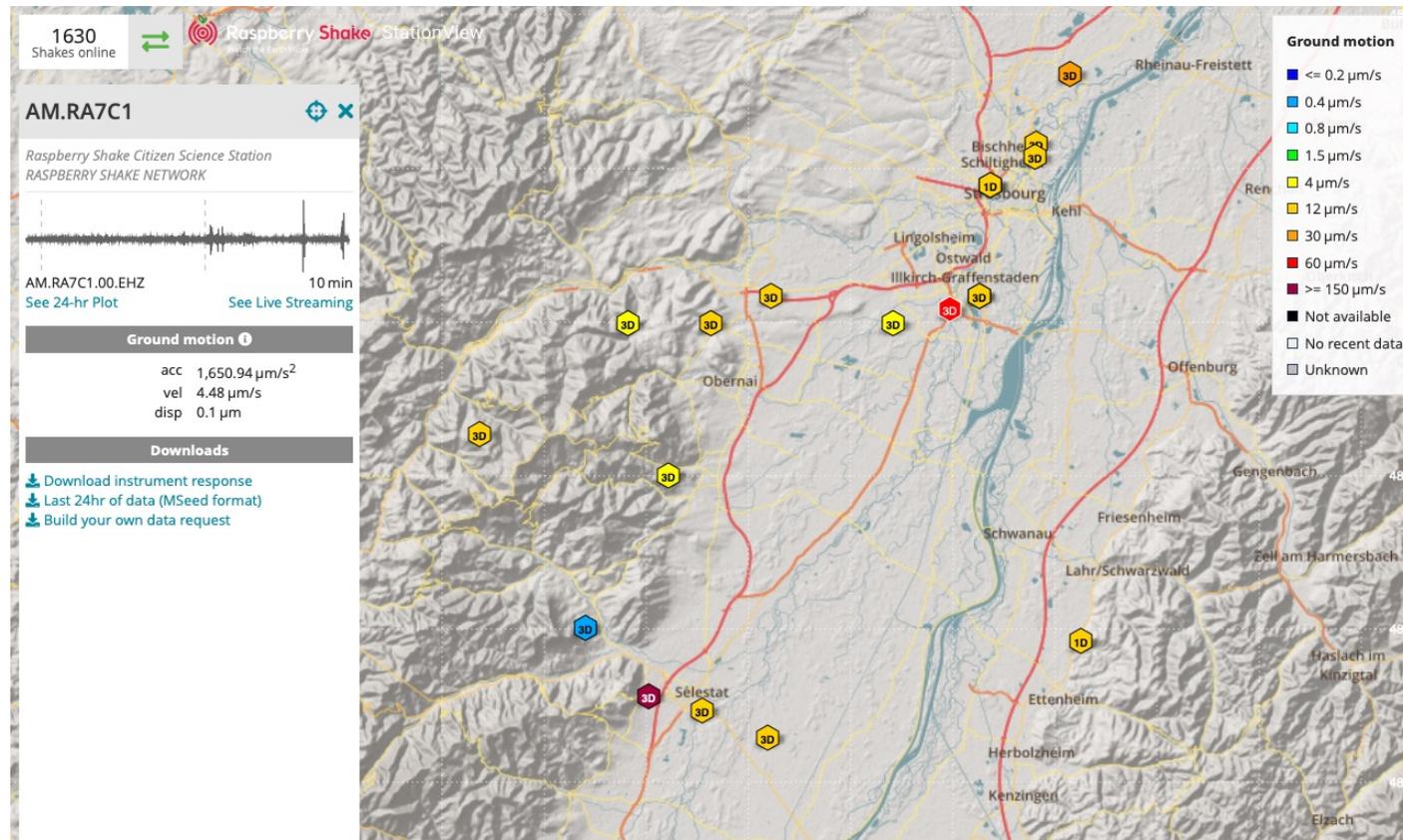
Optimiser les interactions entre sismocitoyens et sismologues / spécialistes “capteur”. Une action spécifique du projet ANR PrESENCE

1) *Les pannes des dispositifs Raspberry Shake peuvent se produire pour une multitude de raisons. Nous allons créer un canal de communication dédié aux aspects techniques liées aux capteurs*

- *Vers les hébergeurs: demande de maintenance de 1^{er} niveau en cas de dysfonctionnement (tuto pour interventions simples, contact)*
- *Depuis les hébergeurs: réponses à leur demandes (travaux, déplacement etc.)*

2) *La plupart des participants recherchent des informations sur l'utilisation des données provenant de leur capteur.*

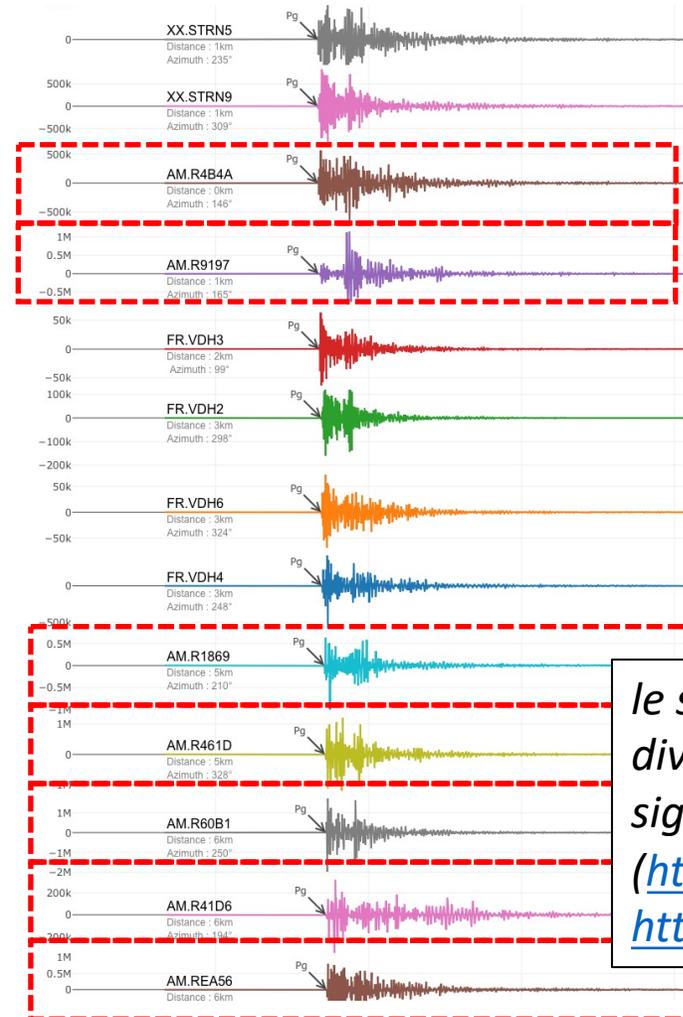
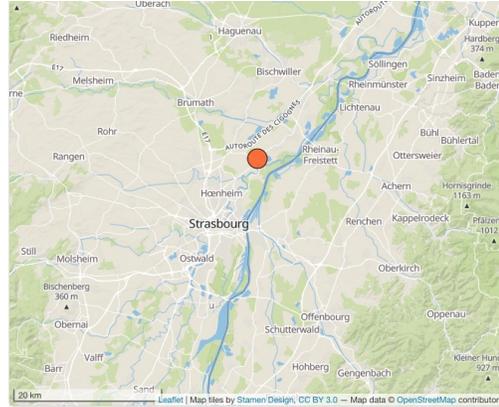
Nous bénéficions des pages web développées par Raspberry Shake (<https://raspberrysshake.org>) où nous pouvons rapidement visualiser l'ensemble du réseau mondial Raspberry Shake et les tremblements de terre dans le monde entier localisés avec le réseau Raspberry Shake



Interfaces web et outils pour suivre l'utilisation des enregistrements dans les stations hôtes.

Type	Induit
Magnitude	3.9 MLv
Date et heure locales	2021/06/26 05:00
Temps universel	2021/06/26 03:00
Latitude	48.66 ° ± 0.0 km
Longitude	7.82 ° ± 0.0 km
Profondeur	5 km (from location) ± 0.1 km

[Voir le sismogramme de cet évènement.](#)



Phases

Réseau	Station	Phase	Heure	Résidu (s)	Azimut (°)	Distance (°)	Mode
AM	R4B4A	Pg	03:00:26.67	0	145.88	0	Manuel
XX	STRN9	Pg	03:00:26.66	-0.04	308.58	0.01	Manuel
XX	STRN5	Pg	03:00:26.66	-0.07	234.59	0.01	Manuel
AM	R9197	Pg	03:00:26.72	-0.04	164.75	0.01	Manuel
FR	VDH3	Pg	03:00:26.75	-0.06	99.19	0.02	Manuel
FR	VDH4	Pg	03:00:26.94	0	247.58	0.03	Manuel
FR	VDH2	Pg	03:00:26.90	-0.07	297.72	0.03	Manuel
FR	VDH6	Pg	03:00:26.90	-0.09	323.54	0.03	Manuel
AM	R461D	Pg	03:00:27.15	0	328.19	0.04	Manuel
AM	R1869	Pg	03:00:27.10	-0.06	210.28	0.05	Manuel
AM	R60B1	Pg	03:00:27.20	-0.04	250.19	0.05	Manuel
AM	REA56	Pg	03:00:27.24	-0.02	204.81	0.05	Manuel
AM	R41D6	Pg	03:00:27.21	-0.08	194.25	0.06	Manuel
AM	RD699	Pg	03:00:27.71	0.14	221.34	0.08	Manuel
FR	19T	Pg	03:00:27.83	0.18	204.85	0.09	Manuel
RA	STMU	Pg	03:00:27.83	0.18	204.87	0.09	Manuel
FR	STR	Pg	03:00:27.91	0.21	204.69	0.09	Manuel
FR	HOHE	Sg	03:00:32.84	-0.23	269.13	0.22	Manuel
AM	R7C76	Pg	03:00:30.51	0.21	234.2	0.24	Manuel

le site web du BCSF-Rénass donne diverses informations, la trace des signaux, les effets etc.
(<https://renass.unistra.fr/fr/zones/> et <https://www.franceseisme.fr>).

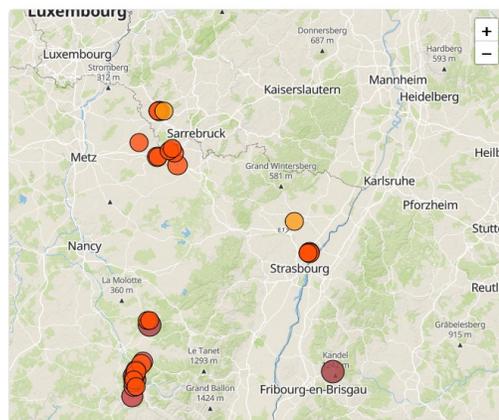
Villes proches

Cette table montre seulement les villes les plus peuplées autour de l'épicentre.

Nom	Distance (km)	Population
Strasbourg	11	280966
Schiltigheim	8	31894
Illkirch-Graffenstaden	17	26780
Lingolsheim	16	18324
Bischheim	6	17093
Ostwald	15	12604
Bischwiller	11	12538
Hœnheim	7	11215
Brumath	10	9986
Souffelweyersheim	7	8001
Eckbolsheim	14	6857
La Wantzenau	1	5841
Vendenheim	6	5664
Oberhausbergen	12	5381
Drusenheim	14	5154

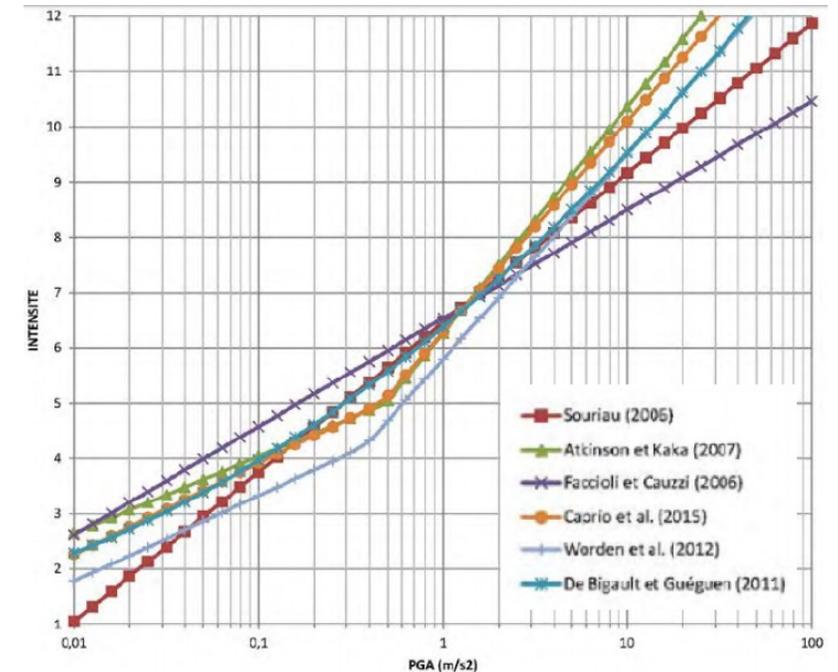
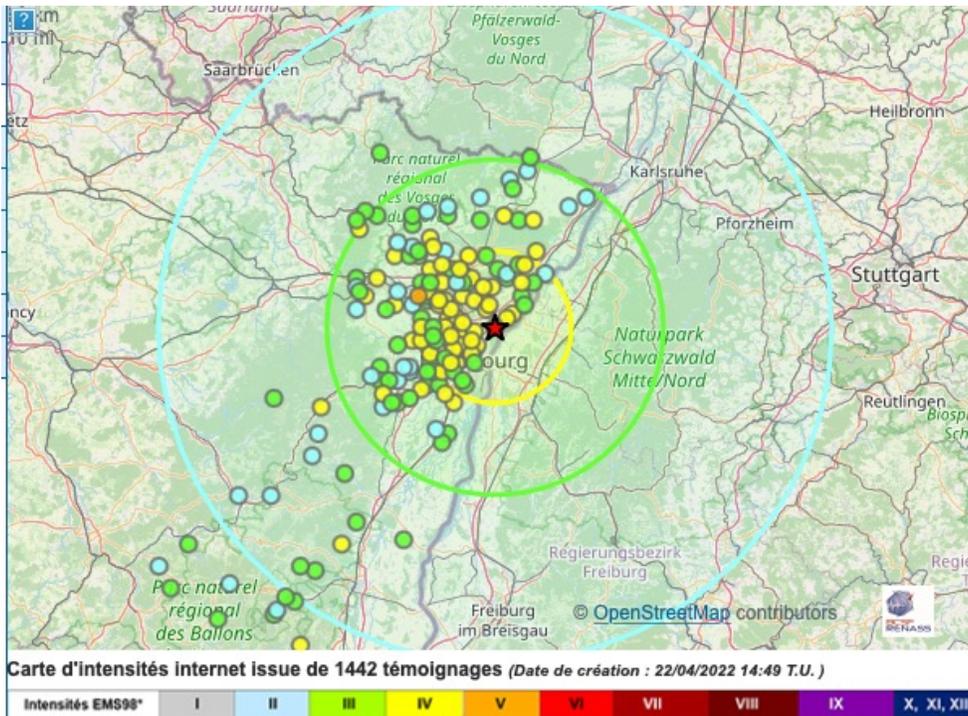
Sismicité passée

Cette carte montre seulement les 50 séismes les plus significatifs autour de cet évènement.



Depuis 2000, le BCSF-Rénass recueille des témoignages lors de séismes pour établir des cartes d'intensité.

- Besoin de co-localiser les témoignages et les mesures instrumentales pour l'étude du mouvement du sol et ses effets associés, notamment les GMICE (Ground Motion to Intensity Conversion Equations) reliant intensité, PGA, PGV.
- Après tout événement potentiellement ressenti, les SismoCitoyens sont appelés à remplir le formulaire de témoignage.



Interaction entre les hébergeurs et les sismologues par le biais de "sismo-stammtisch" Une action spécifique du projet ANR PrESENCe (2022-2025)

- un échange entre sismologues et sismocitoyens sur toute question liée au réseau Raspberry Shake et d'aborder toute question sur la sismologie ou la sismicité naturelle et induite.

"Stammtisch" = discussion de groupe dans un lieu informel tel qu'un bar ou un restaurant.



Interaction entre les hébergeurs et les sismologues par le biais de "sismo-stammtisch" Une action spécifique du projet ANR PrESENCE (2022-2025)

- un échange entre sismologues et sismocitoyens sur toute question liée au réseau Raspberry Shake et d'aborder toute question sur la sismologie ou la sismicité naturelle et induite.

- Entre chaque sismo-stammtisch, les participants pourront poser des questions via une adresse ou site dédié. Leurs questions ou commentaires seront utilisés pour préparer la ligne principale du prochain sismo-stammtisch.*
- Après chaque sismo-stammtisch, nous publierons une lettre d'information numérique résumant les discussions pendant le sismo-stammtisch (questions et réponses principales pour établir un document FAQ partagé).*
- La fréquence des sismo-stammtisch permettra de maîtriser le temps passé, de limiter le risque d'être trop sollicité, tout en maintenant une interaction régulière.*

Merci pour votre attention

