



Voir les Alpes en 3 dimensions, de la croûte au manteau, par imagerie sismique

## Ambition du projet européen AlpArray

Des millions d'Européens vivent dans les régions alpines et sont affectés par la chaîne de montagne, que ce soit par sa topographie, sa géologie ou les risques naturels qu'elle engendre (séismes, mouvements de terrain). Les géologues ont étudié les Alpes depuis plus de 100 ans, ce qui en fait un laboratoire naturel unique pour produire de la connaissance sur la formation d'une chaîne de montagne et son évolution. Mais, alors que la plupart des concepts qui sous-tendent les recherches actuelles sur les chaînes de montagne sont nés dans les Alpes, la structure de la croûte et du manteau reste mal connue faute d'application des méthodes d'exploration géophysique les plus modernes. L'ambition du **projet européen AlpArray** est de combler ce manque par l'acquisition de données sismologiques de qualité qui, soumises aux techniques d'analyse les plus modernes leveront les incertitudes actuelles sur les structures profondes de l'arc alpin.

## Moyens mis en œuvre

Le projet AlpArray s'appuie sur le déploiement d'un réseau sismologique terre-mer dense et homogène (maille ~50 km), qui couvrira les Alpes et leurs avant-pays pendant 2,5 à 3 ans, de l'automne 2015 au printemps 2018 (voir figure 1). L'objectif est ambitieux mais réalisable aujourd'hui car les scientifiques d'une dizaine de pays européens sont prêts à mettre en commun leurs moyens pour construire le réseau sismologique AlpArray et en exploiter les données. L'ossature de ce réseau est formée par les réseaux sismologiques permanents qui seront complétés par des stations temporaires déployées dans chacun des pays impliqués (France, Allemagne, Suisse, Italie, Autriche, République Tchèque, Hongrie, Slovaquie, Slovénie, Pologne, Croatie).

## En France: AlpArray-FR

**AlpArray-FR est la composante française d'AlpArray.** Le projet est financé pour 5 ans (2015-2019) par l'Agence

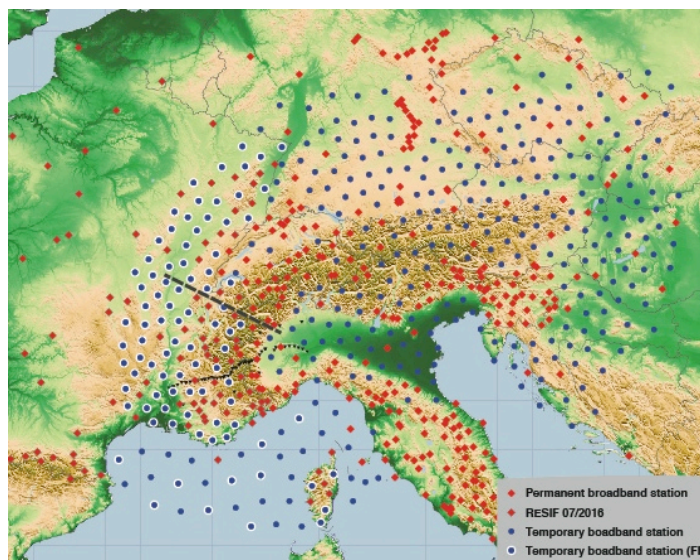


Figure 1 – Carte des stations sismologiques permanentes (en rouge) et temporaires (en bleu) utilisées ou déployées par le projet AlpArray.

Nationale de la Recherche (ANR). Il implique les laboratoires de Sciences de la Terre de Grenoble (ISTerre), Strasbourg (IPGS), Nice (Geoazur), Lyon (LGL-TPE), Besançon, Paris (IPGP & ISTEP) et Orléans (ISTO). Trois équipes de l'ISTerre, l'IPGS et Geoazur installeront 80 stations sismologiques de l'Alsace à la Corse et 9 sismomètres fond de mer en Méditerranée, faisant du partenaire français un leader du projet européen. Nous focaliserons nos analyses sur les Alpes occidentales et leur transition avec les Apennins. Bien que la convergence entre Europe et Adria soit aujourd'hui nulle dans les Alpes occidentales, l'aléa sismique reste significatif. Le réseau AlpArray-FR abaissera le seuil de détection des séismes dans des régions densément peuplées comme la vallée du Rhône ou la côte méditerranéenne et contribuera à une meilleure évaluation de l'aléa sismique. Pour obtenir des images haute-résolution de la très complexe et tridimensionnelle extrémité occidentale des Alpes, nous développerons et mettrons en œuvre les méthodes d'imagerie sismique les plus performantes.

## Pourquoi des stations sismologiques?

Un sismomètre est un capteur extrêmement sensible des vibrations du sol produites par des sources naturelles (séismes, tempêtes océaniques, impact de la houle sur les côtes, vent dans les arbres, chutes de pierres, passage d'animaux, etc.) ou anthropiques (activités industrielles, passage de véhicules, tirs de carrières, pompes hydrauliques, éoliennes, etc.).

Le réseau de sismomètres du projet AlpArray nous permettra:

- ✓ d'enregistrer les ondes sismiques émises par tous les séismes, même lointains, qui affectent quotidiennement une région ou l'autre de la Terre, si leur magnitude est suffisante pour qu'ils soient enregistrés dans les Alpes. Nous utiliserons ces enregistrements pour localiser les zones du sous-sol des Alpes où la vitesse des ondes sismiques est anormalement rapide ou lente: c'est la tomographie sismique (voir figure 2).

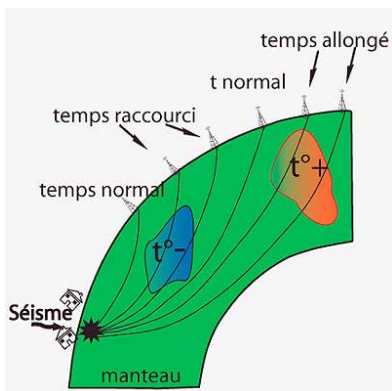


Figure 2 – Principe de la tomographie sismique; les anomalies de temps de trajet des ondes émises par le séisme et enregistrées par les sismomètres révèlent des anomalies de vitesse de propagation, rapides (en bleu), ou lentes (en orange).

- ✓ d'enregistrer les ondes émises par les séismes locaux et régionaux, de les localiser et étudier leurs mécanismes avec une précision accrue par rapport aux réseaux permanents de surveillance sismique, et donc de préciser l'aléa sismique régional (voir figure 3).

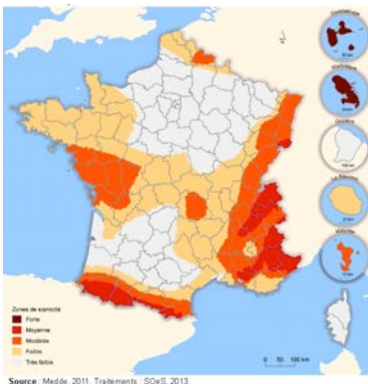


Figure 3 – Carte de l'aléa sismique de la France

## Qu'est-ce qu'une station sismologique temporaire?

Les composantes essentielles en sont le capteur (ou sismomètre), le numériseur et l'horloge. Le sismomètre capte les vibrations du sol, le numériseur prend des points



de mesure à intervalle régulier et les stocke en mémoire, l'horloge date avec précision chaque échantillon. Un système de télétransmission des informations par GSM (réseau de téléphonie mobile) est également installé.

Installé en extérieur, le sismomètre est posé sur une petite dalle de

béton coulée au fond d'un trou de quelques dizaines de centimètres de profondeur, de préférence en contact avec du rocher massif. Le sismomètre est isolé des variations de température. En intérieur (cave,...), le sismomètre est posé sur une dalle à même le sol, et isolé thermiquement.

Tout ce matériel est alimenté en courant continu (12 Volts) par une batterie de type automobile, elle-même rechargée par panneaux solaires ou sur le secteur. La consommation est extrêmement faible (puissance inférieure à 3 Watts, de l'ordre de la consommation d'un radio-réveil).

En fin d'expérience, le site est restitué dans son état d'origine.

## Contraintes environnementales pour le choix du site

Par ordre d'importance :

- Absence de sources de bruit parasite à proximité immédiate (route à grande circulation, voie ferrée, installation industrielle ou agricole intensive, torrent, bosquets)
- Sécurité du matériel et discrétion
- Possibilité (technique et autorisation) de creuser et/ou faire de la maçonnerie légère (et amovible)
- Accès à un espace dégagé pour l'antenne GPS de l'horloge externe
- Possibilité de se brancher sur le secteur; A défaut, possibilité de poser des panneaux solaires
- Présence de rocher à l'affleurement
- Couverture téléphonie mobile
- Facilité et liberté d'accès

## Calendrier

- Novembre 2015 à juin 2016: prospection et installation du réseau à terre
- Mai 2017: installation des stations fond de mer
- Juin 2018: fin de l'expérience et démontage

## Contacts

À l'ISTerre (Université Grenoble Alpes & CNRS) :

- Anne PAUL, responsable scientifique, 04 76 63 52 58
- Glenn Cougoulat & Laurent Métral, responsables techniques, 06 83 14 07 05 et 04 76 63 51 75.