

Bilan technique réseaux sismologiques RAP/RLBP/SISMOB



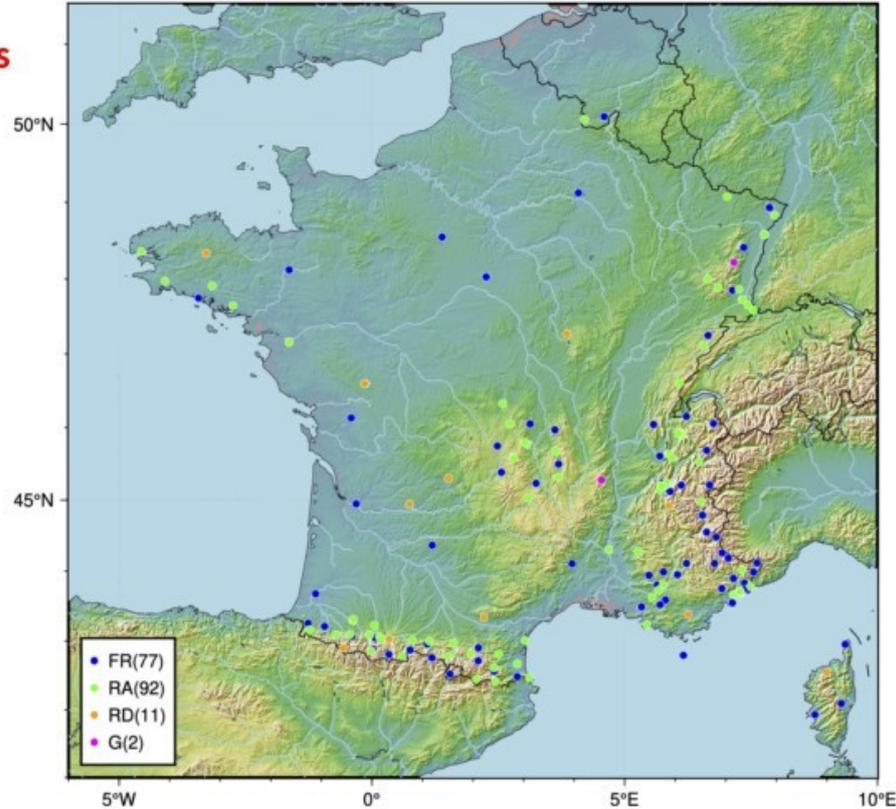
Journées EPOS-FRANCE

St Jean Cap Ferrat / 7 novembre 2023

C. Aubert, H. Iacobucci Jund, M. Langlais, M. Bès de Berc

Réseaux permanents métropole (RAP et RLBP) :

2012 : 182 sites



Réseaux permanents (RAP et RLBP) : Organisation et état des réseaux avant RESIF

- RAP – Avant 2012/RESIF
 - ~150 stations RAP-National opérationnelles (1/2 en continues)
 - ~20 stations couplées LB en 2012
 - Matériel homogène (Episensor, TITAN3, Kephren, Taurus)
 - Un centre de données National (homogénéité des formats de données : SAC, ASCII)
 - Une base de métadonnées Nationale
 - Questionnement en 2010 (JTS RAP) sur l'homogénéisation avec RLBP
 - Liste de diffusion « rap-tech »
- gouvernance -> GIS RAP + Direction Scientifique + JTSRAP bi-annuelle, interaction sites régionaux <-> site central
- RLBP + Renass – Avant 2012/RESIF
 - ~108 stations (dont ~20 large bande) : capteur monocomposantes ou 3 composantes courte période.
 - ~74 transmises en temps réel ou interrogeable directement (**enregistrements déclenchés**).
 - **Pas d'homogénéité sur les instruments de mesures ni sur les formats de données.** Pas d'accès facilité à la données, pas de base de méta-données.
 - création du RLBP en 2007
 - Fin de la supervision des réseaux CP par le Renass en 2009 avec la création de RESIF
- gouvernance régionale (7 réseaux régionaux) .

Réseaux permanents (RAP et RLBP) : Organisation et état actuel

- RAP « RESIF-EPOS » en 2023
 - 153 stations RAP-National opérationnelles (92% en continues) + 21 associées (dont 12 couplées LB)
 - **Homogénéité conservée** via les marchés nationaux RESIF
 - **Centre de données RESIF (NoeudA-RAP/NoeudB)** (format de données/metadonnées unique MSEED/StationXML)
 - **Accessibilité aux données facilités + outils contrôle web**
 - 36 sites RAP-Nationaux couplées RLBP -> +44% en 10ans
 - **Marché commun numériseur RAP-RLBP-SISMOB depuis 2022**
- RLBP « RESIF-EPOS » en 2023
 - **175 stations RLBP-National (+17 RLBP-associé)**
 - **Homogénéité des équipements** scientifiques et des formats de données.
 - Transmission des données en temps et réel et en continue
 - **Centre de données RESIF (NoeudA-RLBP/NoeudB)**
 - **Accessibilité aux données facilités + outils contrôle web**
 - Base de données des méta-données et de gestion des équipements centralisées.
 - Outil commun de supervision
 - **Marché commun numériseur RAP-RLBP-SISMOB depuis 2022**

Réseaux permanents (RAP et RLBP) : Organisation et état actuel

- RAP : Direction nationale - Bureau du RAP – JTSRAP bi-annuelle
- RLBP : Comité scientifique et technique du RLBP
- RAP et RLBP :
 - intégré à EPOS
 - Actions communes « Sismologie »
 - Direction scientifique et technique
 - 30% des membres actifs des réseaux en commun
 - Distribution centralisée via le nœud B
 - Liste d'échanges techniques commune : resif-tech@univ-grenoble-alpes.fr

Réseaux permanents (RAP et RLBP) : Perspectives

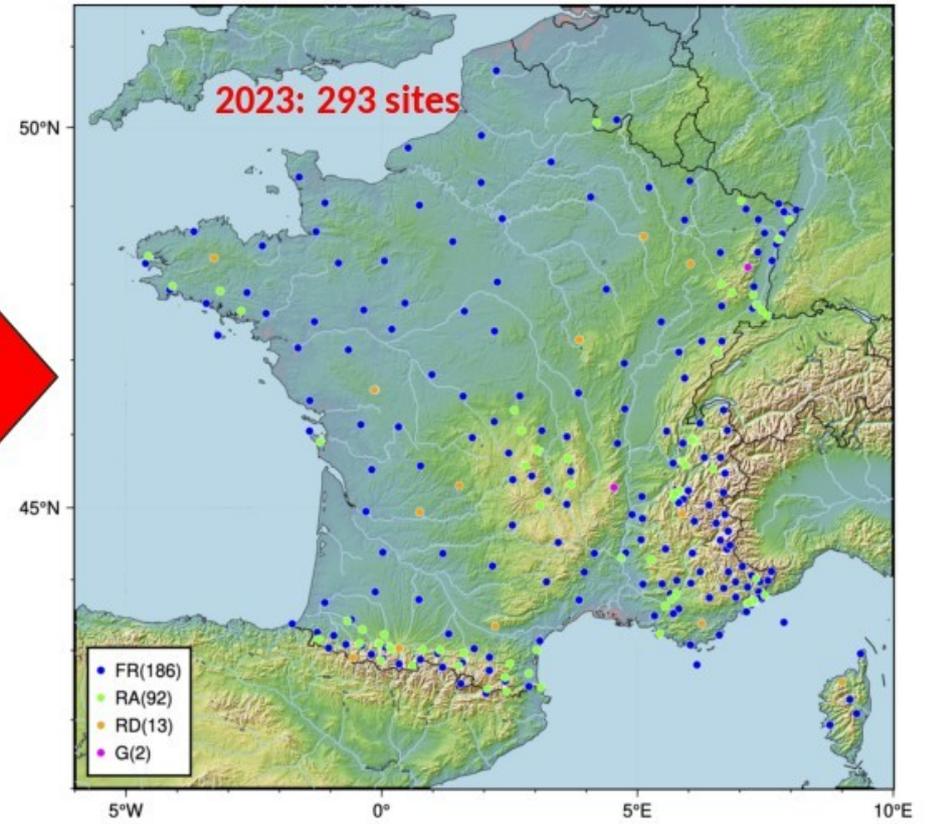
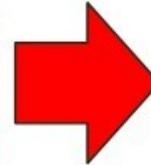
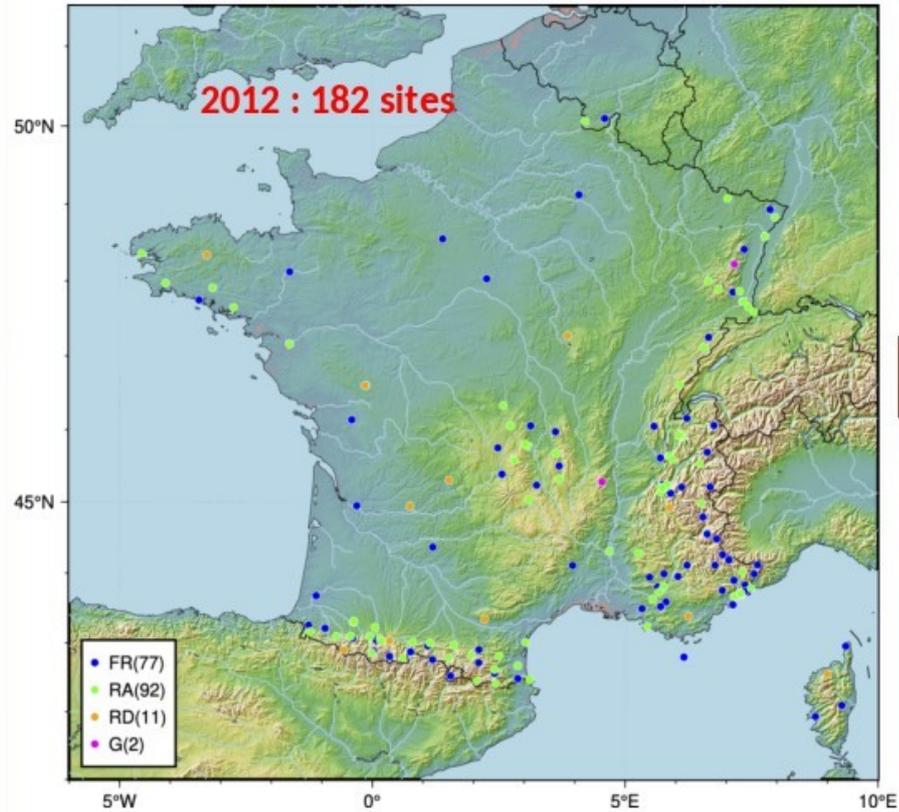
- **RAP**

- 100% des sites en continu d'ici 2025.
- **Engager le développement de processus automatisés pour le QC data (y compris continuité) et metadata** (cf Centre de données RESIF) / aller vers une intégration de certaines informations dans Synapse pour faciliter le retour vers les opérateurs (continuité des données au NoeudB par exemple) ?
- Faire évoluer certaines installations pour être en « vrai » champ libre (cf travail F. Hollender).
- Évaluation des performances des accéléro Low-Cost (ie RS4D), quid de l'intégration d'une façon générale (vélocimètres et accéléro low cost) dans RESIF-DC ?
- **Augmenter les sites couplés dans les zones proches des failles potentiellement actives.**

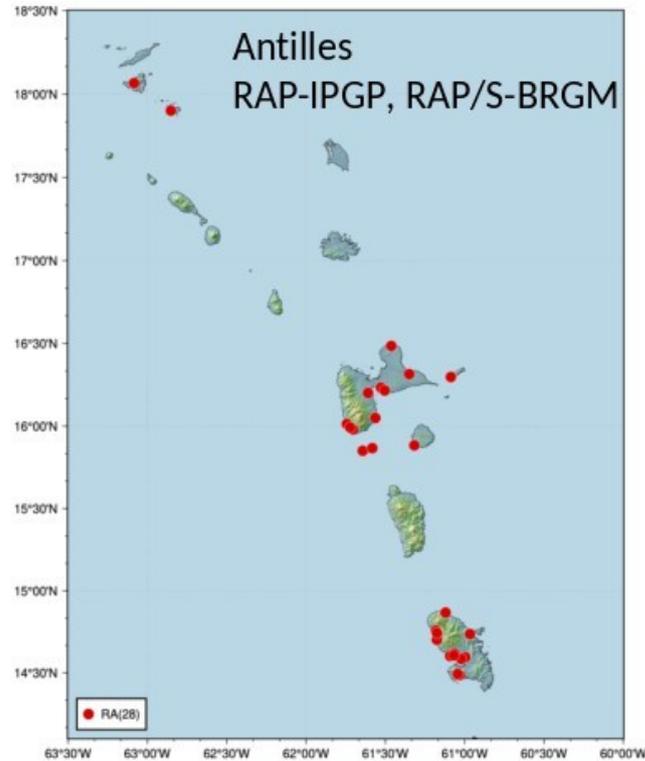
- **RLBP**

- **Actions sur la qualité**
- Actions sur la multi-instrumentation.
- Fusion des bases de méta-données et de gestion des équipements.
- Maintenir un lien rapproché entre les membres actifs par des rencontres et des mini-formation.
- Mise en place d'outils « grand public » pour garder un lien privilégié avec les hôtes des stations (mairies, particuliers, ONF ...)

Réseaux permanents métropole (RAP et RLBP) :



RAP « Ultra-Marin » - 30 stations actives en 2023

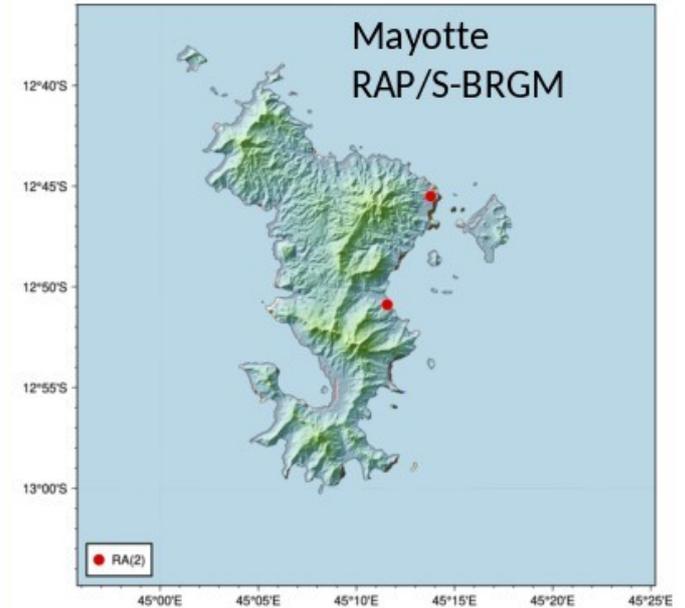


26 Stations Nationales RAP et 4 Associées (RAS-BRGM).

Effort important de modernisation ces 10 dernières années (passage en continu).

Intensification de l'effort sur la Martinique depuis cette année (OVSM).

~20 stations en attente de modernisation ou de fermeture définitive.



Plateformes instrumentales

Plateformes de tests/caractérisations/étalonnages des instruments sismiques : effort conjoint EOST/ISTERRE de normalisation

- ✓ Plateformes ouvertes à la communauté
- ✓ Aide au montage de projets

Étalonnage primaire commun
(accéléro sur bascule)

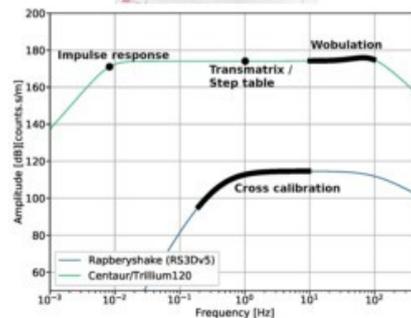


- ✓ Calculs des fonctions de transfert
- ✓ Calculs des niveaux de bruit
- ✓ Caractérisation et suivi

Pilier EOST avec étalon secondaire



Pilier ISTERRE avec étalon secondaire



Méthodes communes

SisMob : Le parc national français d'instruments Sismologiques Mobiles terrestres

Objectif : Permettre à la communauté académique française l'acquisition de données sismologiques de haute-qualité pour des expériences temporaires

Domaines d'application

- ✓ Imagerie de la croûte terrestre
- ✓ Aléas sismiques
- ✓ Volcanologie
- ✓ Glaciologie
- ✓ Etude des glissements de terrain

Activités

- ✓ Garantir un parc d'instruments de qualité
- ✓ Tests et préparation des instruments
- ✓ Conseils et formation des utilisateurs
- ✓ Un parc en constante évolution
- ✓ Traitement et mise à disposition des données et métadonnées
- ✓ Gestion du réseau d'intervention post-sismique français



ISTerre, Grenoble



L'équipe

DT INSU, Gif-sur-yvette

ISTerre	BRENGUIER Florent	Phy UGA	15%	Responsable scientifique national
	AUBERT Coralie	IE UGA	30%	Responsable technique national
	ROUSSEL Sandrine	AI CNRS	60%	Gestion Log & interface utilisateurs
	JUNG Axel	AI CDD	80%	Préparation instruments, Tests
	WOLYNICZ David	IE CNRS	60%	Responsable Nœud A SisMob
DT INSU	MARTRAY Vanessa	IE CNRS		Responsable financière DT INSU
	CHARADE Olivier	IR CNRS		Infra Resif, Marchés publics

SisMob : Organisation et bilan technique

Organisation:

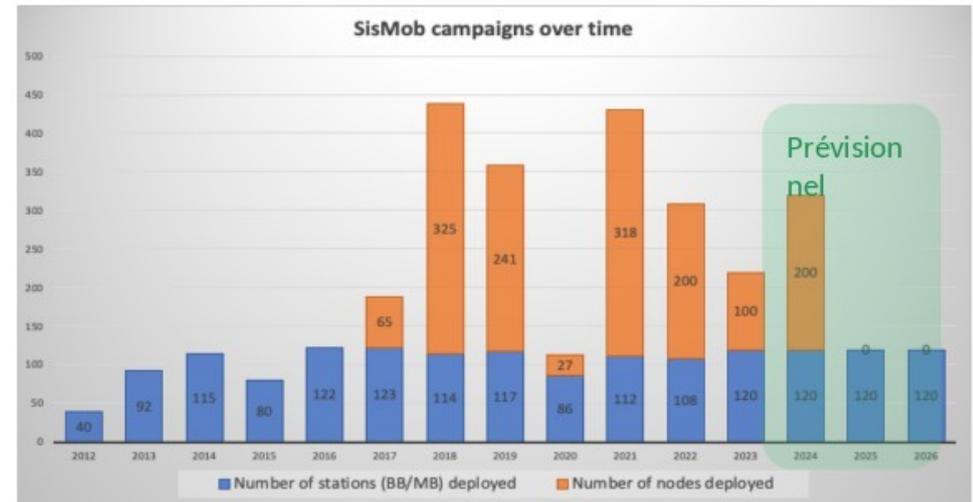
- ✓ Instruments proposés à la communauté scientifique française
- ✓ Réservation via un formulaire
- ✓ Ticket modérateur
- ✓ Site web sismob.resif.fr
- ✓ Réunions internes (arbitrages, fonctionnement)
- ✓ Comité scientifique (bilan annuel, grandes orientations, arbitrages)



Répartition des campagnes de mesure depuis 1998

Quelques chiffres:

- ✓ 220 instruments (stations LB/MB, nodes)
- ✓ 43 To de données en 2022
- ✓ 20 publications scientifiques par an
- ✓ 1.7 ETP (partie instrumentation)
- ✓ 0.6 ETP (partie données)



SisMob : Les instruments

120 stations sismologiques standard



120 Numériseurs
Centaur 3 voies Nanometrics



35 Capteurs sismologiques LB
T120QA 120 sec Nanometrics



85 Capteurs sismologiques MB
TC20PH 20 sec posthole Nanometrics



Modems 3G/4G



Conditionnement/stockage

100 nodes MagSeis Fairfield (réseaux denses) - depuis 2017



Interventions post-sismique



- ✓ 5 stations dédiées et pré-câblées
- ✓ Rapide et facile à déployer
- ✓ 3 vélocimètres/5 accéléromètres
- ✓ Télétransmission 4G (SIM intégrées)

Gestion d'instruments (GLPI)

ID	Nom	Modèle de série	Statut	Provenance	Statut	Provenance	Statut	Provenance	Statut
12	Centaur 3 voies	00000000000000000000	Statut	000000	Statut	000000	Statut	000000	Statut
13	Centaur 3 voies	00000000000000000000	Statut	000000	Statut	000000	Statut	000000	Statut
14	Centaur 3 voies	00000000000000000000	Statut	000000	Statut	000000	Statut	000000	Statut
15	Centaur 3 voies	00000000000000000000	Statut	000000	Statut	000000	Statut	000000	Statut
16	Centaur 3 voies	00000000000000000000	Statut	000000	Statut	000000	Statut	000000	Statut
17	Centaur 3 voies	00000000000000000000	Statut	000000	Statut	000000	Statut	000000	Statut
18	Centaur 3 voies	00000000000000000000	Statut	000000	Statut	000000	Statut	000000	Statut
19	Centaur 3 voies	00000000000000000000	Statut	000000	Statut	000000	Statut	000000	Statut
20	Centaur 3 voies	00000000000000000000	Statut	000000	Statut	000000	Statut	000000	Statut
21	Centaur 3 voies	00000000000000000000	Statut	000000	Statut	000000	Statut	000000	Statut
22	Centaur 3 voies	00000000000000000000	Statut	000000	Statut	000000	Statut	000000	Statut
23	Centaur 3 voies	00000000000000000000	Statut	000000	Statut	000000	Statut	000000	Statut
24	Centaur 3 voies	00000000000000000000	Statut	000000	Statut	000000	Statut	000000	Statut
25	Centaur 3 voies	00000000000000000000	Statut	000000	Statut	000000	Statut	000000	Statut

- ✓ Base de données instruments (statuts, inventaire)
- ✓ Gestion des réservations
- ✓ Echanges PI(s) - SisMob via un système de tickets

SisMob : La plateforme de test



Bascule - test des accéléromètres

PLATEFORME INSTRUMENTALE (SISMOLOGIE)		N° ET ÉTALONNAGE CAPTEUR	
Modèle	11200A	Projet	SI-MOB001
N°	2016	Date	27/02/2019 13:30:00
Niveau	1000	Statut	OK
Période (d)	120	Statut	OK
VERIFICATIONS			
Seuil SLP / Seuil		OK	
Alignement		OK	
Vitesse PM		OK	
Upgrade PM (niveau)	1000	OK	1000
Position et orientation	201612	OK	201612
Process	AP100	OK	201612
TRANSMISSION			
Seuil	20 000 000 000	OK	
E-Ortho. Max	0.02	OK	0.02
E-Correlation	0.98	OK	0.98
Polarité	Z	N	E
Gain (Nom)	1100	1100	1100
Gain (Vale)	0.91%	0.91%	0.91%
Confiance	OK	OK	OK
SISMOLOGIE			
Seuil	20 000 000 000	OK	20 000 000 000
E-Ortho. Max	0.02	OK	0.02
E-Correlation	0.98	OK	0.98
Polarité	Z	N	E
Gain (Nom)	1100	1100	1100
Gain (Vale)	0.91%	0.91%	0.91%
Confiance	OK	OK	OK
VOLONTÉ			
Seuil	20 000 000 000	OK	20 000 000 000
E-Ortho. Max	0.02	OK	0.02
E-Correlation	0.98	OK	0.98
Polarité	Z	N	E
Gain (Nom)	1100	1100	1100
Gain (Vale)	0.91%	0.91%	0.91%
Confiance	OK	OK	OK

1 Fiche de test par instrument

CONTEXTE

- Développée par l'EOST (RESIF-CLB)
- Déployée à ISTerre en 2020
- Adaptée aux besoins de SISMOB et du SIG

2 plateformes pour le test d'instruments sismologiques en France

TESTS

- Pilier sismologique découplé du bâtiment
- Capteur de référence
- Fonction de transfert complète (gain, PZ)
- Courbes de bruit (PSD)

- ✓ Résultats des tests archivés
- ✓ 1 fiche de test / instrument testé
- ✓ 10 stations & 35 nodes/semaine (1 ETP)

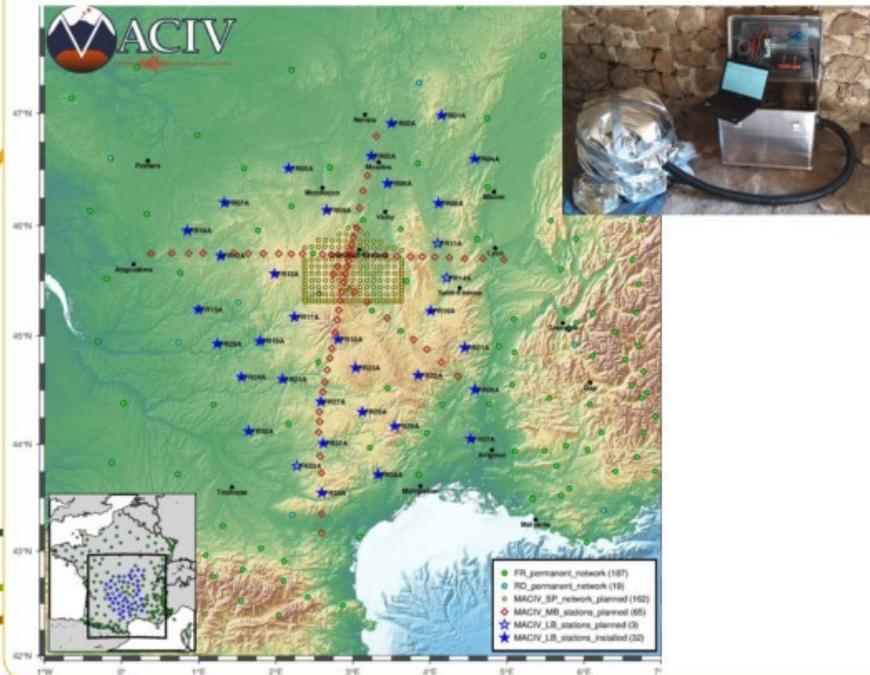


SisMob : Campagnes en cours

Projet MACIV [ANR 2023-2027] - ISTerre/IRAP/GET/LMV:

Objectifs: Améliorations des connaissances géophysiques sur les sources du volcanisme dans le Massif Central

- 5 réseaux sismologiques multi échelles déployés
- Un total de 750 stations sismologiques dont 100 stations LB/MB SisMob



Projet DeepTrigger [ERC 2020-2024] - ISTerre:

Objectifs : étude de la subduction sud américaine et de l'initiation des grands tremblement de terre (Pérou et Chili)

- Réseau grande échelle de 49 stations sismologiques (stations LB&MB SisMob)
- 17 stations GNSS



Projet Lisisker [2022-2026] - ITES/LGL:

Objectifs: Etude des structures de la lithosphère et de la sismicité de Kerguelen - 12 stations sismologiques MB SisMob déployées sur l'île



SisMob : Réseaux denses



87 nodes Fairfield SisMob, Groenland



100 nodes Fairfield SisMob, Islande



SISMEAUCLIM,
Université Franche-Comté,
nov 2021 - mars 2022
*Suivi des circulations d'eau sur
le bassin versant karstique
de Fourbanne (Jura).*



60 nodes Fairfield SisMob & 20 pluviomètres



100 nodes Fairfield SisMob, Glacier d'Argentière

SisMob : Perspectives

Depuis
2017

- ✓ Pérennisation du poste d'AI en CDD (préparation/maintenance/tests instruments)

2023 -
2024

- ✓ **Nouvel outil de gestion de parc** **GMI** Gestion de la Maintenance des Instruments
Etude/Tests en cours de GMI (DT INSU Seyne-sur-mer, Elodie Godinho)

2023 -
2024

- ✓ **Parc d'intervention post-sismique (suite dernières interventions 2019, 2021, 2023)**
Jouence capteurs vélocimétriques
Intégration pool de nodes
Cellule post-sismique = qui est impliqué, mobilisé? Formé?
Les canaux de communication, les docs

Horizon
2025

- ✓ **Intégration d'un nouveau parc de 474 nodes**
GSB 3 voies, géophones 3C 5Hz externes
1 mois d'autonomie [batt interne] + 4 mois [batt externe]
5 tonnes d'équipements
Génère 2 x 10To [300 nodes, 4ms, 6 mois]

