

Organisation et fonctionnement de l'Action Spécifique RESIF-SFM

1. Préambule

La sismologie fond de mer (SFM) utilise des instruments déployés en mer à partir de navires océanographiques ou de navires d'opportunité. Cette instrumentation permet une observation temporaire à semi-temporaire de l'activité sismique à l'interface terre/mer ou en plein océan. Elle permet également d'imager la lithosphère et de mener des programmes de sismologie environnementale.

L'utilisation de ces instruments ne peut se faire qu'avec le concours d'un ou plusieurs ingénieurs qui sont en charge de la gestion de cette instrumentation. Ces ingénieurs sont actuellement des ingénieurs CNRS/INSU, IRD et OCA.

Les objectifs globaux de l'Action spécifique RESIF-SFM sont les suivants :

- Fédérer la communauté scientifique française utilisant les SFM ;
- Proposer aux chercheurs français un éventail de SFM adaptés à la recherche scientifique de grande qualité, avec des critères de sélection transparents, sur des bases scientifiques solides :
 - A travers un seul portail d'accès/demande ;
 - Avec une réponse rapide quant à la faisabilité technique de la demande, la disponibilité des capteurs pour la période demandée et le coût de leur déploiement. Cette réponse pourra être incluse dans les demandes de financements et de temps bateau ou faire l'objet d'un financement spécifique ;
 - Orienter le demandeur vers les autres parcs européens en cas d'indisponibilité des instruments ;
- Mettre les données provenant de ces missions dans le centre de données RESIF afin de :
 - Garantir la pérennité de ces données et de leurs métadonnées ;
 - Mettre les données à disposition de la communauté nationale et internationale après un temps d'embargo défini au préalable ;
 - Garantir la citation des équipes techniques participant à leur acquisition ;
- Etendre la base de données à d'autres types de capteurs sismologiques marins :
 - En caractérisant la réponse instrumentale de ces appareils ;
 - En créant des données et métadonnées adaptées au centre de données RESIF ;
- Veiller à l'adéquation de l'infrastructure et de l'organisation mise en place avec les besoins de la recherche et le cas échéant, les faire évoluer.

Afin d'atteindre ces objectifs généraux, l'Action spécifique RESIF-SFM s'organise en trois volets :

- L'instrumentation ;
- La diffusion des données ;
- La valorisation des données.

2. Participants

Les participants de l'Action spécifique RESIF-SFM le sont à différents titres :

- En tant que fournisseur des SFM entièrement mis à disposition de la communauté scientifique (fournisseur primaire, ou parc national) ;
- En tant que fournisseur des SFM qui pourraient être mis à disposition de la communauté scientifique (fournisseur secondaire) ;
- En tant qu'organisme mettant à disposition des ingénieurs pour la gestion et le déploiement des instruments ;
- En tant que responsable de la transformation des données et métadonnées SFM et leur transmission au centre de données RESIF (nœud A marin) ;

Les participants sont des organismes (tels que définis dans le glossaire), représentés par un ou plusieurs de ses membres. Cette liste pourra évoluer selon les besoins et sur recommandation du comité de suivi (CF section 4.1).

Au 3/06/2019, les participants sont les organismes suivants :

- Le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) ;
- Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP) ;
- Institut de Recherche pour le développement (IRD) ;
- Observatoire de la Côte d'Azur, Sophia Antipolis (OCA) ;

L'IPGP et Géoazur assureront le rôle de fournisseur primaire avec l'aide de ces organismes, ainsi que la Division Technique de l'INSU (DT INSU) et l'OCA.

3. Actions

3.1. Volet 1 : instrumentation

Objectifs

Les objectifs de ce volet sont les suivants :

- Proposer les SFM les plus adaptés pour la recherche scientifique française, à travers un seul portail de demande ;
- Informer sur les prérequis à l'utilisation de ces instruments, aider le responsable scientifique au montage du projet en tenant compte des contraintes liées à leur utilisation ;
- Répondre rapidement aux demandes d'instruments avec :
 - Une évaluation de la faisabilité technique de la demande ;
 - La disponibilité des instruments au moment donné ;
 - Le coût de location, mise en œuvre et récupération des SFM ;
- Assurer un processus clair et transparent pour la sélection entre les demandes pour les mêmes instruments, sur une même période de temps.

Activités

Les activités relatives à l'instrumentation concernent :

- La définition, la fabrication si nécessaire et la maintenance d'un parc SFM ;
- Un accord entre les fournisseurs du coût pratiqué pour les déploiements ;
- Un développement instrumental commun permettant à terme une harmonisation des instruments ;
- La formation des ingénieurs de chaque fournisseur sur le mode de déploiement de l'ensemble des instruments existants ;
- Un bilan de l'utilisation et une évaluation de la fiabilité des instruments, afin de définir les évolutions du parc dans le futur ;
- La gestion des missions qui implique :
 - La préparation du matériel au départ et au retour de mission, ainsi que l'envoi des instruments ;
 - Le déploiement et la récupération des instruments en mer ;
 - Le contrôle qualité des instruments au retour de chaque mission.

3.2. Volet 2 : diffusion des données et métadonnées

Les données et métadonnées des SFM ont des particularités, notamment en raison de la grande autonomie de ces instruments. Ces particularités sont :

- Des systèmes d'acquisition non standards et non répertoriés dans le « Normal Response Library » du FDSN ;
- Des données au format « propriétaire » ;
- Une horloge qui n'est synchronisée avec la référence GNSS qu'au début et à la fin du déploiement ;
- Les composantes horizontales non orientées géographiquement ;
- Une localisation de l'instrument associée à une incertitude.

Afin de prendre en compte l'ensemble de ces caractéristiques et d'assurer un traitement uniforme de toutes les données, un nœud A « marin » sera mis en place dans le cadre du RESIF-SFM. Ce nœud A transformera les données et métadonnées des fournisseurs vers le nœud B RESIF, en respectant les normes FDSN dès que possible en renseignant :

- Une correction de la dérive d'horloge ;
- Des noms de composantes ;
- La validation du nom du réseau et des stations ;
- L'incertitude de localisation si cette information existe ;
- L'orientation des composantes si cette information existe.

Le nœud A développera également un format des « fichiers d'information », permettant aux fournisseurs des données de caractériser complètement leurs instruments et les déploiements. Il aidera aussi, si nécessaire, les fournisseurs à développer des logiciels pour convertir leurs données du format « propriétaire » vers un format standard de prétraitement (actuellement miniSEED).

En l'absence de normes FDSN, le nœud A communiquera avec ses homologues internationaux et la FDSN afin de proposer de nouveaux standards.

Objectifs

Les principaux objectifs du volet 2 sont les suivants :

- Mise en place d'un nœud A RESIF marin qui aura les particularités suivantes :
 - Définition des standards pour les données et les fichiers d'information à présenter par les fournisseurs d'instruments après une campagne ;
 - Correction de la dérive d'horloge de ces données, avec information dans les métadonnées sur cette transformation ;
 - Validation des données et métadonnées auprès des fournisseurs et, si besoin, des responsables scientifiques de la campagne. Cette validation devra se faire au travers de graphiques simples, à définir au préalable, qui devront inclure à minima :
 - La réponse instrumentale des stations ;
 - La plage temporelle des données ;
 - Les échantillons de forme d'ondes qui seront éventuellement demandés par le responsable scientifique de la campagne ;
 - Les représentations en Probabilistic Power Spectral Densities (PPSDs) de chaque station.

Activités

Suite au montage du nœud A marin, les fournisseurs mettront à disposition leurs inventaires instrumentaux, ensuite ils transmettront les informations sur les campagnes ainsi que les données après chaque mission. Le nœud assurera les tâches suivantes :

- Aides à l'utilisation de son interface pour créer des données et des métadonnées complètes et standardisées ;
- Fabrication et transmission des méta/données venant des fournisseurs vers le centre de données RESIF ;
- Création et transmission des données type réfraction au format segy (ou mise à disposition d'un logiciel pour le faire à partir des données miniSEED).
- Evaluation de
 - l'efficacité de transfert de données et métadonnées vers le centre de données RESIF.
 - Efficacité du système des fichiers d'information :

Modalités

L'ensemble des données scientifiques issues du parc de RESIF-SFM (fournisseurs primaires et secondaires) seront publiques, après une période d'embargo à définir, avec une seule prolongation possible sur demande du responsable scientifique de la campagne.

Les métadonnées seront publiques sans période d'embargo.

La période d'embargo des données serait, dans un premier temps de 3 ans, avec une prolongation possible de 2ans. Cette période pourrait être réduite sur demande des responsables scientifiques des campagnes.

Le nœud A définira les schémas pour 3 types de fichiers d'information :

- Instrumentation : détaillant les instruments et capteurs de chaque fournisseur (cette information sera fournie par les fournisseurs et mis à jour lors de perte ou de jouvence) ;
- Réseau : détaillant les stations (combinaison instruments-capteurs-localisation) déployées/récupérées pendant une campagne (cette information sera fournie par les fournisseurs à la fin de chaque campagne) ;

- Campagne : détaillant les informations scientifiques, de vérification et de période d’embargo demandée par les responsables pour chaque campagne (cette information sera demandée aux responsables scientifiques à la fin de chaque campagne).

3.3. Volet 3 : valorisation des données

Aujourd’hui, le centre de données RESIF n’a la capacité que de gérer les données terrestres. Afin que les données des SFM soient utilisées par une large communauté scientifique, il sera nécessaire de documenter les différences entre les données SFM et leurs analogues terrestres. Il sera important également de proposer des logiciels pour profiter de (ou minimiser) ces différences, selon les besoins des utilisateurs.

Objectifs

Les principaux objectifs du volet 3 sont les suivants :

- Favoriser les convergences, coopérations, mutualisations, permettant d’accroître l’utilisation de ces données ;
- Accompagner les chercheurs non spécialistes pour une utilisation des SFM ;
- Expliquer aux utilisateurs les principales différences entre les données terrestres et les données fonds de mer, ainsi que les standards de nomenclature de ces dernières ;
- Permettre aux utilisateurs :
 - De calculer/valider la dérive d’horloge des stations ;
 - De réorienter les composantes horizontales des stations ;
 - D’enlever les signaux/bruits dus aux courants de fond de mer et à certaines ondes océaniques ;
 - D’informer les nœuds A des nouvelles valeurs, afin que les métadonnées/données soient mises à jour ;
 - D’extraire des données de sismique active (groupées par tirs) des données continues stockées sur le nœud B RESIF.

Activités

Les activités de l’AS RESIF-SFM destinées à valoriser les données SFM concernent, de façon non exhaustive -et en collaboration avec des partenaires internationaux-, les points suivants :

- La définition des standards spécifiques aux données et métadonnées SFM, à travers la FDSN ;
- L’éducation des utilisateurs, à travers une documentation et éventuellement des ateliers, sur l’utilisation des données sismologiques marines : les standards et les logiciels spécifiques ;
- Le développement et la distribution des logiciels pour:
 - Le calcul/validation de la dérive d’horloge ; voire à partir de techniques de corrélation de bruit de fond en l’absence de mesure directe
 - La détermination de l’orientation des composantes horizontales (par exploitation des télé-séismes, séismes locaux, tirs, baleines et/ou bateaux) ;
 - Permettre d’enlèvement du bruit dû aux ondes océaniques, aux courants de fond et éventuellement à d’autres sources ;
 - Permettre l’extraction des ondes océaniques infra-gravitaires pour étudier la compliance du sous-sol ;

- Permettre l'extraction des données de sismique active (format SEG-Y) à partir des données continues du centre de données RESIF ;

4. Organisation

Les activités du volet 1 –« instrumentation » sont coordonnées par les fournisseurs et validées par le comité de suivi RESIF-SFM.

Les activités du volet 2-« diffusion des données » sont coordonnées par les membres du nœud A marin et validés par le comité de suivi RESIF-SFM.

Les activités du volet 3 –« valorisation des données » sont coordonnées par le comité de suivi RESIF-SFM, en collaboration avec la FDSN et les parcs SFM européens et internationaux.

4.1. Le Directeur de RESIF-SFM

Le Directeur de RESIF-SFM est désigné par le Comité Directeur du CONSORTIUM-RESIF et travaille en collaboration étroite avec le Directeur du CONSORTIUM-RESIF.

Le Directeur de RESIF- SFM est responsable de la mise en œuvre des décisions du comité de suivi et de l'utilisation des moyens alloués à RESIF- SFM pour le développement et le fonctionnement de ses instruments ainsi que pour la gestion et la distribution des données.

Le Directeur de RESIF- SFM s'engage notamment à :

- Coordonner la mise en œuvre des décisions prises par le comité de suivi ;
- Rédiger un bilan d'activité scientifique et financier annuel et le transmettre au comité exécutif. Sur demande, ce rapport pourra être soumis au CONSORTIUM-RESIF ou à son Conseil Scientifique.
- Rédiger un rapport présentant le programme annuel et le budget prévisionnel à partir des éléments fournis par le comité exécutif. Sur demande, ce rapport pourra être soumis au CONSORTIUM-RESIF ou à son Conseil Scientifique.
- En coordination avec la direction de RESIF, représenter RESIF- SFM, au sein des instances nationales et internationales ayant à traiter de questions relevant des domaines de compétence de RESIF- SFM

Pour l'assister dans son travail courant, le directeur de RESIF-SFM peut s'entourer d'un groupe de pilotage restreint. La constitution de ce groupe de pilotage restreint est soumise pour approbation au comité de suivi.

4.2. Comité de suivi

Le comité de suivi suit et coordonne l'ensemble des activités RESIF-SFM qui sont communes aux différents participants. Il est le dernier qui arbitre entre les demandes d'utilisation des SFM en cas de conflit de date de programmation. Sa décision doit s'appuyer sur des critères scientifiques ou de faisabilité, et sur les évaluations externes des projets scientifiques (CNFH, ANR, ...) si cela est possible.

Ce comité assurera, entre autres, le lien entre les fournisseurs de SFM et la communauté sismologique française.

Ce comité sera composé du Directeur de RESIF-SFM, d'un représentant de chaque fournisseur primaire, d'un représentant de chaque organisme participant (défini au §2), et de quelques

représentants des laboratoires français utilisateurs de l'outil, sans excéder 12 membres. La composition de ce comité sera approuvée par la direction du CONSORTIUM-RESIF

En particulier mais de façon non exhaustive, il assure le suivi :

- de la sélection des campagnes utilisant les instruments SFM,
- de l'affichage et la justesse des prix proposés aux utilisateurs,
- de la réussite des déploiements,
- de la fabrication des métadonnées, la transformation des données et leur transmission vers le centre de données RESIF,
- de l'information de la communauté scientifique sur la disponibilité et l'utilisation des SFM.
- des outils de traitement/transformation de données SFM et leur accès libre et clair.

Enfin, il recommande au CONSORTIUM-RESIF des changements de la liste des participants de l'AS RESIF-SFM.

Fonctionnement

Le comité de suivi se réunit deux fois par an. Il peut également être réuni à la demande d'un de ses membres ou du Directeur du CONSORTIUM-RESIF.

Le président sera un membre de ce comité, élu pour un mandat de 2 ans.

Le président du comité demandera aux fournisseurs et au nœud A un bilan des actions, demandes et développements depuis la dernière réunion.

En plus des réunions formelles prévues à l'alinéa ci-dessus, les membres du comité de suivi se consulteront si nécessaire à tout moment.

Des personnalités extérieures peuvent être invitées à la demande d'un des membres du comité de suivi, selon l'ordre du jour, à participer aux réunions du comité en qualité d'expert.

L'ordre du jour de chaque réunion du comité de suivi est établi par consultation des membres du comité et diffusé au minimum sept (7) jours avant la date de la réunion.

Un compte rendu de chaque réunion est établi et adressé aux membres du comité pour approbation avant diffusion.

4.3. Comité de coopération

Le comité de coopération assure la coordination entre les fournisseurs et composants du nœud A. Les membres de ce comité sont les membres de chaque fournisseur et du nœud A.

Il suivra :

- les développements technologiques faits par chaque fournisseur,
- la fabrication/transfert des fiches d'information de l'instrumentation vers le nœud A,
- la capacité des techniciens de chaque fournisseur de déployer les instruments de l'autre, par :
 - une formation entre fournisseurs,
 - une harmonisation des dataloggers, ou au moins leur interface extérieure.

Fonctionnement :

Le comité de coordination se réunit deux (2) fois par an. Il peut également être réuni à la demande d'un de ses membres ou du Directeur du CONSORTIUM-RESIF.

En plus des réunions formelles prévues à l'alinéa ci-dessus, les membres du comité de coopération se consulteront si nécessaire à tout moment.

Des personnalités extérieures peuvent être invitées à la demande d'un des membres du comité de coopération, selon l'ordre du jour, à participer aux réunions du comité en qualité d'expert.

L'ordre du jour de chaque réunion du comité de coopération est établi par consultation des membres du comité et diffusé au minimum sept (7) jours avant la date de la réunion.

Un compte rendu de chaque réunion est établi et adressé aux membres du comité pour approbation avant diffusion.

5. Moyens humains

1- Moyens actuels

Gestion des parcs instrumentaux Géoazur/OCA et IPGP/INSU :

Deux chercheurs du CNRS : W. Crawford et A. Galve, gèrent les parcs OBS respectivement de l'IPGP/INSU et de Géoazur/OCA.

6 agents permettent la gestion, la maintenance et les opérations en mer :

- à Géoazur : D. Oregioni (OCA) 0.5 hommes-an et D. Vignon (IRD) 0.8 hommes-an et B. Yates (IRD) 1 hommes-an.

- à l'IPGP : R. Daniel (CNRS) 0.9 hommes-an, S. Besancon (CNRS) 0.9 hommes-an et un ingénieur instrumentation (IPGP) 0.2 hommes-an

Gestion des données :

voir Nœud A marin

2- Moyens demandés à court terme

Un poste CNAP pour mettre en place l'AS SFM et le Nœud A marin, et à plus long terme travailler sur la pérennité des observations en mer, l'interface terre/mer et les technologies émergentes.

6. Glossaire

FDSN : La « International Federation of Digital Seismograph Networks » est une organisation globale qui promeut l'accès libre et ouvert aux données sismologiques. Elle définit notamment des services web et les formats des données et métadonnées mises à disposition dans les centres de données sismologiques qui sont ainsi appelés « FDSN-compatible », tel RESIF.

7. Annexes

7.1. A1 Situation actuelle des parcs de sismomètres fond de mer en France (5/2019) :

INSU-IPGP

- 10 SFM large-bande, longs déploiements (13 mois) :
 - Avec sismomètre sensibles à $-180 \text{ dB ref } (1 \text{ ms}^2)^2/\text{Hz}$
 - Avec capteurs de pression allant jusqu'à 0.001 Hz
- 17 SFM courtes périodes, longs déploiements (14 mois)

GEOAZUR

- 25 OBS-Géoazur multimodaux, déploiements intermédiaires (6 mois), dont 20 avec possibilité de longs déploiements (12 mois):
 - pouvant tous être munis de capteurs 4.5 Hz avec une structure réduite
 - 14 d'entre eux pouvant être équipés avec des capteurs 2 Hz
 - 1 d'entre eux pouvant être équipé avec un capteur Trillium compact

IFREMER, UR Géosciences Marines

- 78 SFM courtes périodes, courts déploiements (14 ou 28 jours) :
 - Dont 61 Microbs+,
 - 7 Microbs,
 - 10 Oldobs.
 - Géophone 4.5 Hz 3-composantes
 - Hydrophone
- 10 LotOBS courtes périodes, déploiements intermédiaires (6 mois)
 - Géophone + hydrophone