



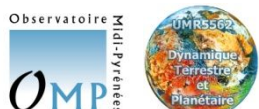
Programme opérationnel Interreg IVA
France-Espagne-Andorre 2007 – 2013



SISPYR

Sistema de Información Sísmica del Pirineo
Systeme d'Information Sismique des Pyrénées
Sistema d'Informació Sísmica dels Pirineus

Groupe d'intervention Postsismique
Exercice de simulation postsismique
Action 1.2



Instituto
Geográfico Nacional



Contributeur principal : OMP

2013-03-18



Auteurs : Matthieu Sylvander (2), Anne Lemoine (5), Carme Olivera (1), Emilio Carreño (4), Josep Gallart (7).

Mots-clés :

Événement sismique, répliques, intervention postsismique, Pyrénées, France, Espagne, Andorre, SISPYR

-
1. IGC, Institut Geològic de Catalunya
 2. OMP, Université Paul Sabatier, Observatoire Midi-Pyrénées
 3. UPC, Universitat Politècnica de Catalunya
 4. IGN, Instituto Geografico Nacional
 5. BRGM, Bureau de Recherches Géologiques et Minières
 6. GEOCAT
 7. CSIC-IJA, Consejo Superior de Investigaciones Científicas – Institut de Ciències de la Terra Jaume Almera

© 2013 SISPYR project



Table des matières

<u>Introduction</u>	p.4
<u>I Groupe d'Intervention Postsismique</u>	p. 5
I.1 Constitution	p. 5
I.2 Expérience des différents membres	p. 5
I.3 Recensement du matériel	p. 6
I.4 Structuration et stratégie d'intervention	p. 7
<u>II Exercice de simulation postsismique</u>	p. 8
II.1 Principe et objectifs	p. 8
II.2 Déroulement	p. 8
II.3 Retour d'expérience	p. 12
<u>Conclusions</u>	p. 13
<u>Annexes</u>	



Introduction

Lors d'un événement sismique important, le choc principal est souvent suivi de secousses secondaires, appelées répliques. Ces répliques, si elles sont le plus souvent de moindre intensité, peuvent contribuer à endommager des structures fragilisées par le premier choc. Il convient donc de les surveiller avec attention. Par ailleurs, leur répartition géographique est porteuse d'informations précieuses quant à la structure tectonique (faille) responsable du séisme. En particulier, leur localisation précise permet une cartographie fine du plan de faille, ce qui n'est possible que si des stations de surveillance sismique sont implantées à proximité immédiate.

Ainsi, pour un suivi efficace et fructueux d'une crise sismique, et une appréhension optimale sur le long terme du risque sismique, il peut s'avérer nécessaire de déployer des stations de surveillance sismique au plus près de la zone épicentrale. Ce déploiement sera temporaire, mais devra intervenir dans les quelques heures suivant le choc principal : en effet, le nombre des répliques diminue rapidement, suivant une loi exponentielle appelée loi d'Omori. Il est donc indispensable de se montrer particulièrement réactif, et de disposer de matériel prêt à être déployé en urgence.

Cette nécessité d'intervention rapide peut poser deux types de problèmes :

- disponibilité du matériel et du personnel susceptible d'intervenir
- dans les Pyrénées, en cas de séisme proche de la frontière, complexité pratico-administrative d'un tel déploiement transnational.

Dans le cadre du consortium SISPyR, ces deux difficultés trouvent des solutions naturelles. La multiplicité des membres ouvre un plus large vivier de personnel et de matériel, et le caractère international du consortium offre la possibilité d'aplanir les difficultés liées à un déploiement transfrontalier.

Il a donc été décidé de mettre sur pied au sein du consortium SISPyR élargi un groupe dédié à l'intervention postsismique en urgence. La structuration de ce groupe, ci-après désigné "G2 SISPyR" a fait l'objet d'une réunion spécifique (01/12/2011, Barcelone). L'une des premières actions de ce groupe aura été d'organiser un exercice de simulation postsismique (mars 2012) destiné à tester en conditions de terrain ses capacités d'intervention.



I Groupe d'Intervention Postsismique (réunion du 01/12/2011)

I.1 Constitution

Le Groupe d'Intervention Postsismique, ou G2 SISPy, est une émanation du consortium SISPy. Sont membres de droit les membres du consortium désireux d'y participer, disposant de personnel mobilisable et de matériel adéquat. A la constitution du groupe, ces membres sont :

- l'IGC
- le BRGM
- l'IGN
- l'OMP

Lors des discussions préliminaires, la décision a été prise d'associer au groupe le CSIC-ICTJA (Barcelone). Le CSIC-ICTJA entretient en effet de longue date des relations étroites avec les autres membres du consortium (en particulier IGC et OMP), manifeste un vif intérêt envers la thématique "suivi des répliques", et dispose de personnel et de matériel mobilisable en urgence.

I.2 Expérience des différents membres

Sont recensées ici les interventions postsismiques réalisées dans les Pyrénées par l'IGC, le CSIC et l'OMP. L'IGN est intervenu dans d'autres régions d'Espagne, le BRGM n'a pas d'expérience d'intervention en urgence en métropole.

IGC - 3 interventions

- 26/09/1984, M = 4.4 (Puigcerda / Camprodon). Pas de réseau permanent à cette époque. Cette intervention transnationale a mobilisé 12 stations (6 de l'IGC, 6 du CEA), dont certaines enregistraient sur papier noirci à la fumée.
- 18/02/1996, M = 5.2 (Saint-Paul de Fenouillet). Deux stations permanentes. Cette intervention transnationale a mobilisé 28 stations (22 OMP/RéNaSS/LGIT, 6 IGC) et peut être considéré comme un échec du fait d'un manque de coordination OMP/IGC.
- 21/09/2004, M = 4.0 (Queralbs). Réseau permanent moderne, dense. 5 stations ont été déployées en collaboration avec le CSIC-ICTJA. L'analyse rapide des répliques a permis le déplacement des stations en cours d'expérience.

CSIC – 3 interventions

- 21/02/2002, M = 4.2 (Pampelune). Dans une région dépourvue de stations permanentes, 12 stations ont été déployées le lendemain, et ont enregistré pendant un mois.
- 18/09/2004, M = 4.6 (barrage d'Itoiz). 12 stations pour enregistrer la crise sismique due à la mise en eau du lac de barrage d'Itoiz.
- 21/09/2004, M = 4.0 (Queralbs). Voir plus haut. La coïncidence avec l'événement d'Itoiz a limité le nombre de stations disponibles pour Queralbs.

OMP – 3 interventions



- 18/02/1996, M = 5.2 (Saint-Paul de Fenouillet). Voir plus haut. L'OMP a organisé l'intervention, mais a bénéficié de l'aide en matériel et personnel du LGIT (Grenoble) et du RéNaSS (Strasbourg). Durée : 2 semaines.
- mai 2004, essaim de sismicité (Saint-Paul de Fenouillet). Trois stations déployées le lendemain du début de l'essaim (durée : 2 semaines).
- 17/11/2006 – M = 5.0 (Lourdes). Le séisme s'est produit au coeur du dispositif de surveillance permanent de l'OMP. Une station temporaire installée 2 heures après le choc principal, 5 stations le lendemain. Durée du déploiement : un mois.

I.3 Recensement du matériel

On recense ici le matériel théoriquement disponible, sachant qu'une partie de ces appareils peut être ponctuellement indisponible, car mobilisé sur une expérience concurrente.

Organisme	Capteurs	Numériseurs	Divers
IGC	7 Lennartz LE3D/5s	7 WorldSensing Spide, 7 SARA	2 personnes mobilisables en permanence, 1 véhicule, moyens de transmission temps-réel GPRS
IGN	1 Trillium 120 capteurs accélérométriques / courte-période	4 Nanometrics Taurus	1 unité mobile d'intervention (UMV) : van équipé de transmission VSAT, données intégrables en temps-réel + moyens de transmission temps-réel GPRS
CSIC-ICTJA	12 Trillium compact + Iber Array...	12 WorldSensing Spider + Iber Array...	6-7 personnes susceptibles de partir sur le terrain, 1 véhicule
OMP	4 CMG40T 4 L4C-1Hz 1 comp 6 CP étendus 20s	6 FEDD Tellus 6 Agecodagis MT3	4 personnes expérimentées, 2 véhicules
BRGM	4 capteurs numériques Güralp CMG6		Matériel non dédié

Au total, plus d'une quarantaine de stations sont potentiellement mobilisables (sans compter les 70 stations du parc IberArray, basée au CSIC-ICTJA, et disponibles dès la fin de l'expérience Topolberia, mi 2013).

Cependant, il est à noter que le parc ainsi constitué est particulièrement hétérogène, et que la mise en commun des données peut s'avérer complexe (voir plus loin – retour d'expérience de l'exercice de simulation postsismique).



I.4 Structuration et stratégie d'intervention

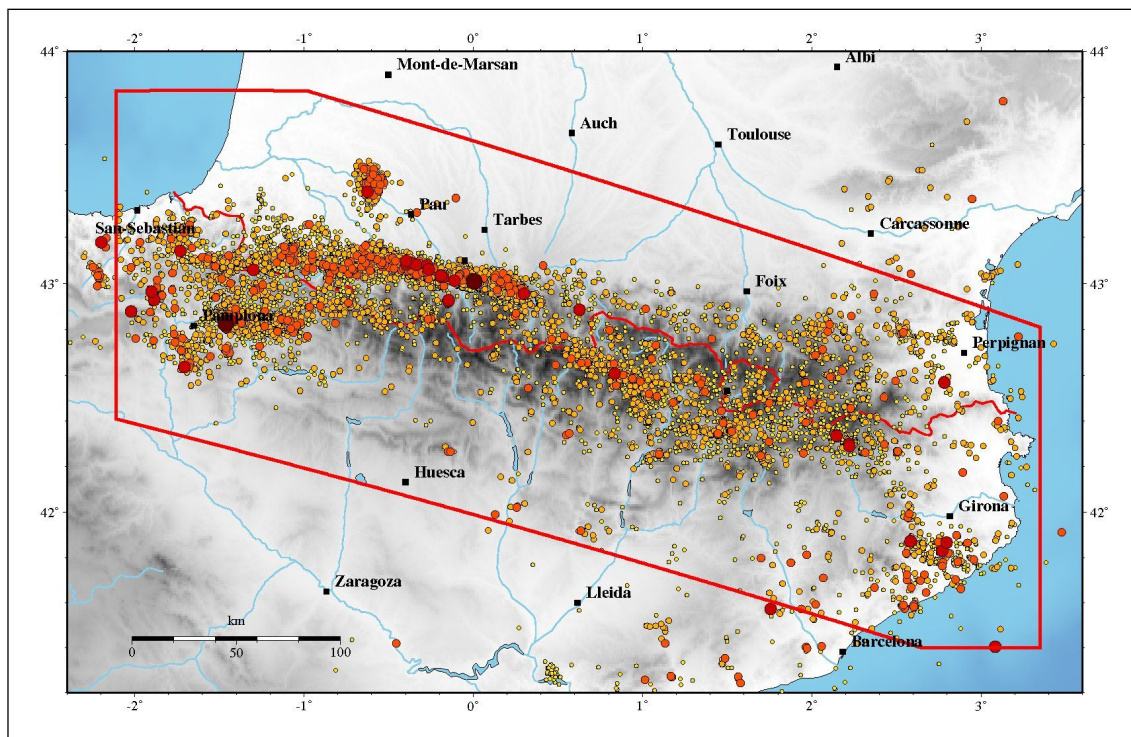
Structuration du groupe :

- Coordinateur : M. Sylvander (OMP)
- Membres : C. Olivera (IGC), E. Carreno (IGN), A. Lemoine (BRGM), J. Gallart (CSIC-ICTJA)

Chaque membre du groupe participe avec ses moyens propres. Le G2 SISPy ne dispose pas de moyens dédiés (en particulier financiers).

Stratégie d'intervention (réunion du 01/12/2011 et exercice de mars 2012):

- *seuil d'intervention* : magnitude 4.0 (magnitude locale IGN) ;
- *zone d'intervention* : la "zone SISPy" (v. figure)



zone d'intervention potentielle du groupe

- *selon l'existence ou non de répliques* (5 par heure dans les premières heures), le coordinateur propose une intervention, par téléphone et/ou e-mail (cf répertoire post-sismique en annexe) ; en cas d'absence du coordinateur, n'importe quel autre membre d'un organisme constitutif du groupe peut émettre une proposition ;
- une intervention peut également être proposée en cas d'*essaïm de sismicité* sans choc principal
- pour une intervention en France, les *aspects pratiques* (logistiques : recherche d'un hébergement ; administratifs : obtention d'autorisation si nécessaire) sont assurées par l'OMP. En Espagne et en Andorre, ils sont assurés par l'IGC ou le CSIC (selon disponibilité).



- en cas d'intervention, *un lieu et une date/heure de rendez-vous terrain* sont fixés par le coordinateur de l'intervention (OMP en France, IGC ou CSIC en Espagne/Andorre). La date de rendez-vous doit être la plus rapide possible. Chaque organisme participant à l'intervention se rend sur place avec ses moyens propres, et se met à la disposition du coordinateur terrain. Une stratégie précise de déploiement est proposée par le coordinateur local dès lors que sont connus les moyens humains et matériels de chaque membre – au plus tard en concertation au point de rendez-vous.

- la date de démontage est fixée en concertation par le groupe, selon l'activité résiduelle enregistrée par l'Unité Mobile de l'IGN (si mobilisée), par les stations temporaires équipées de transmissions temps-réel (GPRS), ou par les stations permanentes proches.

- après démontage, les données collectées par chaque membre du groupe sont mises à la disposition des autres membres aussitôt que possible sur un serveur ftp dédié à l'IGC, en *format miniseed*, de préférence selon une arborescence journalière. Les méta-données correspondantes (dataless seed) seront également mises à disposition. Etant donné la faible fréquence des interventions postsismiques, un rappel sera fait à chaque fois sur les modalités de connexion au serveur et de téléchargement des données.

Articulation avec d'autres groupes

Au niveau français, la communauté sismologique s'est dotée d'un outil pour l'intervention postsismique : la Cellule d'Intervention de l'INSU (Institut National des Sciences de l'Univers, <https://sites.google.com/site/cellulepostsismique/>). Cette cellule vise à mettre en relation les laboratoires de sismologie français, dans le cadre de forts séismes susceptibles de susciter une intervention de leur part, que ce soit en France ou à l'étranger. Depuis sa création (2011), cette cellule n'a été activée qu'à l'occasion de forts séismes hors du territoire français (voir le site). De façon générale, il est admis que les interventions sur le territoire métropolitain sont déclenchées par les OSUs (Observatoires des Sciences de l'Univers) les plus proches géographiquement. Pour les Pyrénées, c'est donc l'OMP qui est identifié comme coordinateur d'une éventuelle intervention, rôle qui lui a été attribué dans le cadre du G2 SISPyrenees.

La cellule a été informée de l'existence du G2 SISPyrenees, et se coordonnera avec lui en cas de séisme dans la zone SISPyrenees.

Il n'existe pas d'équivalent à cette cellule en Espagne.



II Exercice de simulation postsismique (mars 2012)

II.1 Principe et objectifs

Objectif général :

tester les capacités d'intervention coordonnée des différents partenaires du projet, en cas de séisme important en zone frontalière, dans le but d'enregistrer au plus près la crise de répliques.

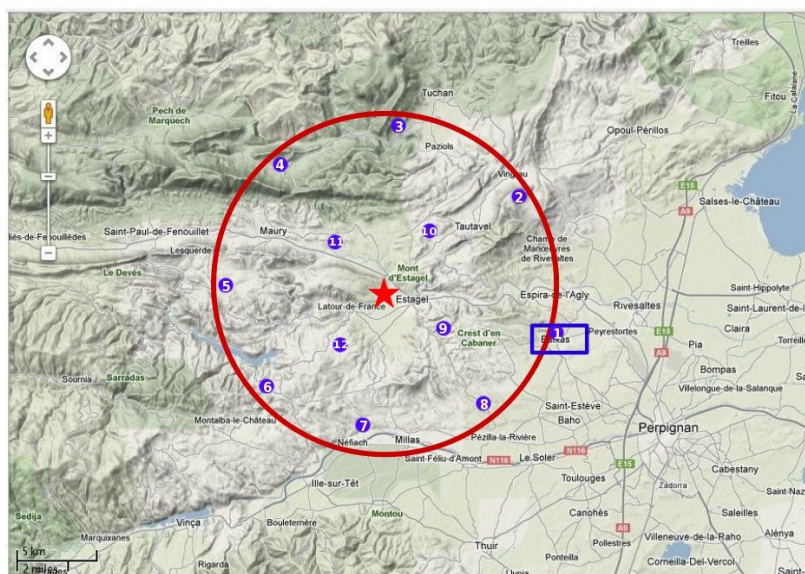
Objectifs particuliers :

- structurer le groupe G2 de façon opérationnelle (recensement des instruments disponibles, construction d'un annuaire des membres, répartition des tâches) ;
- déployer sur le terrain un petit réseau de stations fournies par chacun des organismes participants et procéder à une série d'enregistrements communs ; tester les transmissions de données en temps réel (VSAT, GPRS) ;
- mettre au point et valider une procédure de collecte des données enregistrées (définition d'un espace de résidence des données accessible en dépôt et en téléchargement, mise à disposition dans un format unique).

II.2 Déroulement

Phase préparatoire : recensement du matériel disponible (§ 1.3), constitution d'un répertoire des personnels mobilisables (annexes), mise au point d'un scénario, courrier aux maires des communes concernées par l'expérience (annexes)

Scénario retenu : séisme de magnitude 4.5, épicentre théorique sur le territoire de la commune d'Estagel (Pyrénées-Orientales, v. carte). 12 stations temporaires seront déployées dans un rayon de 10km autour de l'épicentre et enregistreront pendant 24h.



Epicentre (étoile) et emplacements théoriques retenus pour les sites d'enregistrement



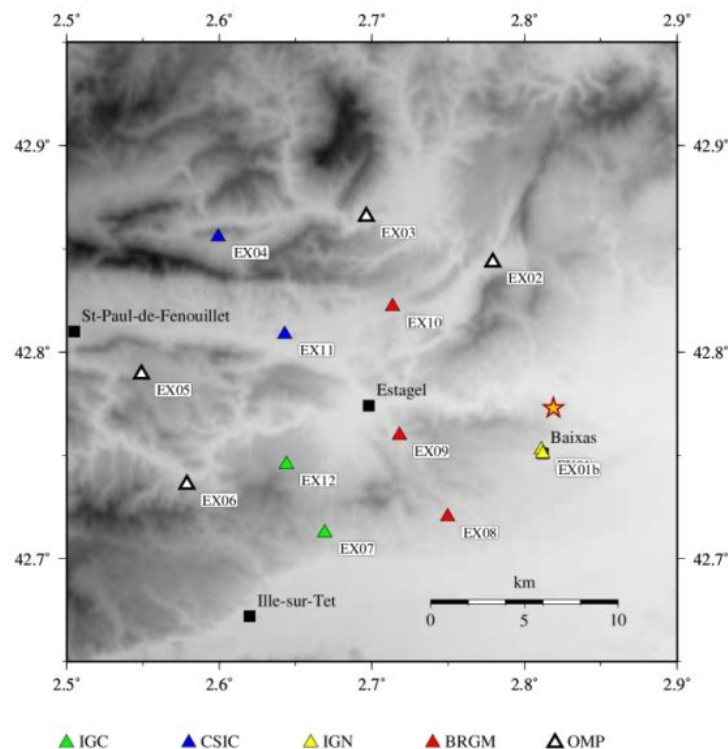
Lieu et dates : Pyrénées-Orientales (France), 12 et 13 mars 2012
Le QG de l'expérience est fixé à Baixas (hôtel *La Demeure Catalane*).

Participants : 13 personnes (BRGM, IGN, IGC, CSIC-ICTJA, OMP), 6 équipes.

Matériel : conforme au recensement initial (réunion du 01/12/2011) ; participation du BRGM avec du matériel non dédié (capteurs numériques CMG6 Güralp). L'Unité Mobile de l'IGN est mobilisée.

Déploiement :

- 12/03/2012 : rassemblement (10h), découverte du scénario, distribution des rôles (affectation des 12 sites aux 6 équipes de terrain), installation des stations (voir carte et photos);



Carte des 12 stations installées.
Etoile : épicerne localisé pour le tir de carrière du 13/03/2012

- 13/03/2012 : démontage des stations (fin de matinée), retour vers les instituts ;
- 14/03/2012 : mise à disposition par l'IGC de la plate-forme de dépôt des données, copie des enregistrements par les équipes participantes.

Post-processing :

- *dépôt des données* : chaque organisme transfère ses enregistrements sur un espace ftp dédié du "serveur macrosismique" du projet (IGC). Une arborescence par organisme est adoptée. Toutes les données sont au format standard miniseed. Chaque organisme remplit un tableau contenant les coordonnées exactes des stations qu'il a installées, ainsi que les caractéristiques instrumentales de base (type de capteur/numériseur, sensibilité de la chaîne d'acquisition).
- *Validation des enregistrements* : dans le court laps de temps du déploiement, aucun



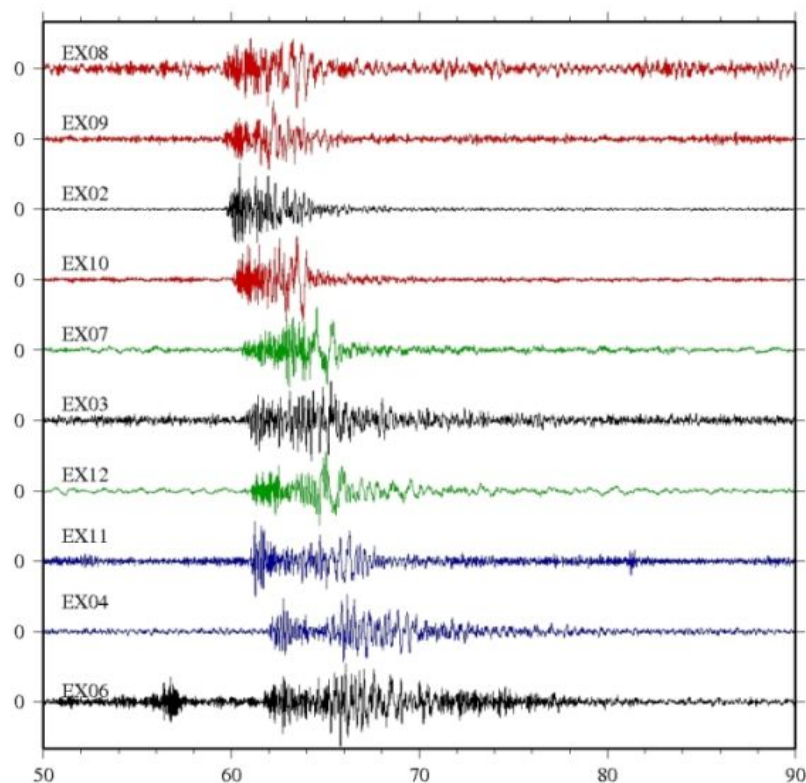
séisme ne s'est produit. En revanche, plusieurs tirs de carrières ont été enregistrés. La validation de la procédure a donc pu être réalisée grâce à un tir de mines dans la carrière de Baixas, vu par 10 stations (sur 12).



Exemple de station temporaire (point EX03, commune de Paziols)



Unité Mobile de l'IGN, dans la cour de l'Hôtel de Ville, Baixas (point EX01b)



*enregistrements du tir (13/03/2012, 8h20 TU)
(EX01 était en cours de désinstallation, EX05 trop loin)*



II.3 Retour d'expérience

Organisation / déroulement de la campagne de mesures :

L'exercice s'est dans l'ensemble bien déroulé. Les horaires ont été respectés, les installations de stations se sont passées sans encombre, et toutes les stations ont fonctionné et enregistré des signaux sismologiques de bonne qualité. Les tests de transmission de données menés par l'IGC (GPRS) et l'IGN (Hispatat) ont démontré que les dispositifs fonctionnent sur le territoire français.

Le principal problème rencontré est lié à l'arrivée tardive sur site de l'Unité Mobile de l'IGN, dont les membres ne parlaient pas français et ont rencontré l'incompréhension des services municipaux (pourtant prévenus). Une demi-journée d'enregistrement et de transmissions a été perdue.

Mise en commun des données / validation :

Les données ont toutes pu être déposées sur un serveur commun, dans un format commun, et dans des délais raisonnables (quelques jours). Les arborescences, la segmentation sont différentes, pour cause de spécificités de tel ou tel matériel, mais tous les enregistrements sont utilisables par chacun des participants.

Une validation *a minima* des données enregistrées a consisté en la localisation d'un événement artificiel (tir de carrière, le 13/03/2012 à 8h20 TU), aucun séisme naturel ne s'étant produit dans le secteur de l'expérience pendant la période considérée. Des problèmes de décalage en temps sur une partie du matériel ont pu être mis en évidence et corrigés.

Enseignements :

L'exercice postsismique a démontré les capacités d'intervention coordonnée du G2 SISPy pour la mesure de crise de répliques en cas de gros séisme en zone SISPy. Il a notamment permis de recenser les personnes et moyens mobilisables, de vérifier l'opérationnalité des transmissions transfrontalières, et de définir un protocole de mise à disposition des données recueillies. Il a enfin permis d'associer aux partenaires du projet SISPy l'équipe de sismologie de l'Institut de Ciències de la Terra Jaume Almera (CSIC-ICTJA) au sein du G2 SISPy.

Les principales améliorations à apporter concernent la constitution des équipes sur le terrain : il peut s'avérer nécessaire de constituer des équipes mixtes franco-espagnoles afin d'aplanir les difficultés locales liées à la barrière de la langue.



Conclusions

L'installation du Groupe d'Intervention Postsismique (G2 SISPy) a comblé un manque dans l'organisation de la surveillance sismique sur le domaine Pyrénéen, en se posant la question de la conduite à tenir en cas de crise sismique, et en apportant des réponses opérationnelles. La structuration du G2 a permis une identification claire des personnes et des ressources, et posé les bases du fonctionnement en période d'urgence sismique. La tenue d'un exercice de simulation postsismique dans les Pyrénées-Orientales, rassemblant l'ensemble des acteurs impliqués, a permis de valider les décisions prises quant au fonctionnement du G2.

On peut donc considérer au terme du projet SISPy que la coopération transfrontalière en terme de surveillance sismique, objet du projet, est également active et opérationnelle dans le domaine de l'intervention postsismique

ANNEXE répertoire du G2 SISPy

coordonnées au 31/12/2012

Name	First Name	Institution	Status(scient, tech)	Languages (F,S,E)	Email	Office phone	Perso phone	Office mobile	Perso mobile
Benahmed	Sébastien	OMP	Technician	F, E	sbenahmed@irap.omp.eu	+33 561332918	+33 561803369	+33 621861768	+33 642615987
Calvet	Marie	OMP	Scientist	F, E	mcalvet@irap.omp.eu	+33 561333014	+33 561839620		
Chevrot	Sébastien	OMP	Scientist	F, S, E	schevrot@irap.omp.eu	+33 561333030	+33 567046127		+33 667408978
Grimaud	Frank	OMP	Technician	F, S, E	fgrimaud@irap.omp.eu	+33 562566012	+33 531175084	+33 621862707	+33 605453289
Sylvander	Matthieu	OMP	Scientist	F, E	msylvander@irap.omp.eu	+33 561332982	+33 534660895	+33 621861768	+33 644903139
Olivera	Carme	IGC	Scientist	S, F, E	colivera@igc.cat	+34 935538430	+34 934568013	+33 695357014	+34 639250500
Frontera	Tànit	IGC	Scientist	S, F, E	tfrontera@igc.cat	+34 935538430	+34 934566194		+34 686555237
Macau	Albert	IGC	Scientist	S, F, E	amacau@igc.cat	+34 935538430		+33 695357013	+34 650789312
Figueras	Sara	IGC	Scientist	S, F, E	sfigueras@igc.cat	+34 935538430	+34 932763970		+34 630677201
Izquierdo	Arancha	IGN	Scientist	S, F, E	maizquierdo@fomento.es	+34 915979558	+34 914115142		+34 690681715
Cantavella	Juan V.	IGN	Scientist	S, E	jvcantavella@fomento.es	+34 597 9578		+34 608614263	+34 692888 313
González	Carlos	IGN	Scientist	S, E	cgonzalezign@fomento.es	+34 915979507		+34 608614263	+34 666078524
Gallart	Josep	CSIC	Scientist	S, F, E	jgallart@ictja.csic.es	+34 934095414			+34 667617102
Diaz	Jordi	CSIC	Scientist	S, F, E	jdiaz@ictja.csic.es	+34 934095410			+33 649197007
Ruiz	Mario	CSIC	Engineer	S, F, E	mruiz@ictja.csic.es	+34 934095410			+33 699251539
Lemoine	Anne	BRGM	Scientist	S, F, E	a.lemoine@brgm.fr	+33 238643709	+33 238623811		+33 620590681
François	Benjamin	BRGM	Engineer	F, E	b.francois@brgm.fr				+33 660346995
Tilloloy	Franck	BRGM	Technician	S, F, E	f.tilloloy@brgm.fr				+33 612938501
Jara	J. Antonio	Geocat	Engineer	S, E	jjara@gpp.cat	+34 93 2289253		+34 669420609	+34 669420609
Marcé	Toni	Geocat	Technician	S, E	tmarce@gpp.cat	+34 93 2289253		+34 669420608	+34 669420608

