

Systeme d'Information Sismique des Pyrénées: Retour d'expérience sur 2 ans de ShakeMaps dans les Pyrénées

Biennale du RAP, 26-28 novembre 2014, Fréjus

D. Bertil*, X. Goula**, J. Roviró**, J.A. Jara**, T. Susagna**, E. Nus**, S. Auclair*, B. Colas***, R. Anton****, Luis Cabañas****, M. Calvet***** et A. Roullé*

* BRGM, Orléans, France

** ICGC, Barcelona, Espagne

*** BRGM, Montpellier, France

**** IGN, Madrid, Espagne

***** OMP, Toulouse, France

- > **Objectif d'une ShakeMap: Cartographie rapide (qq mn à qq heures) de l'ampleur des secousses sismiques → Dresser rapidement un « paysage » de crise pour dimensionner la réponse opérationnelle (sécurité civile).**

- > **La procédure ShakeMap pour les Pyrénées a été mise en place avec le projet Interreg franco-espagnol SISPYR entre 2009 et 2012.**

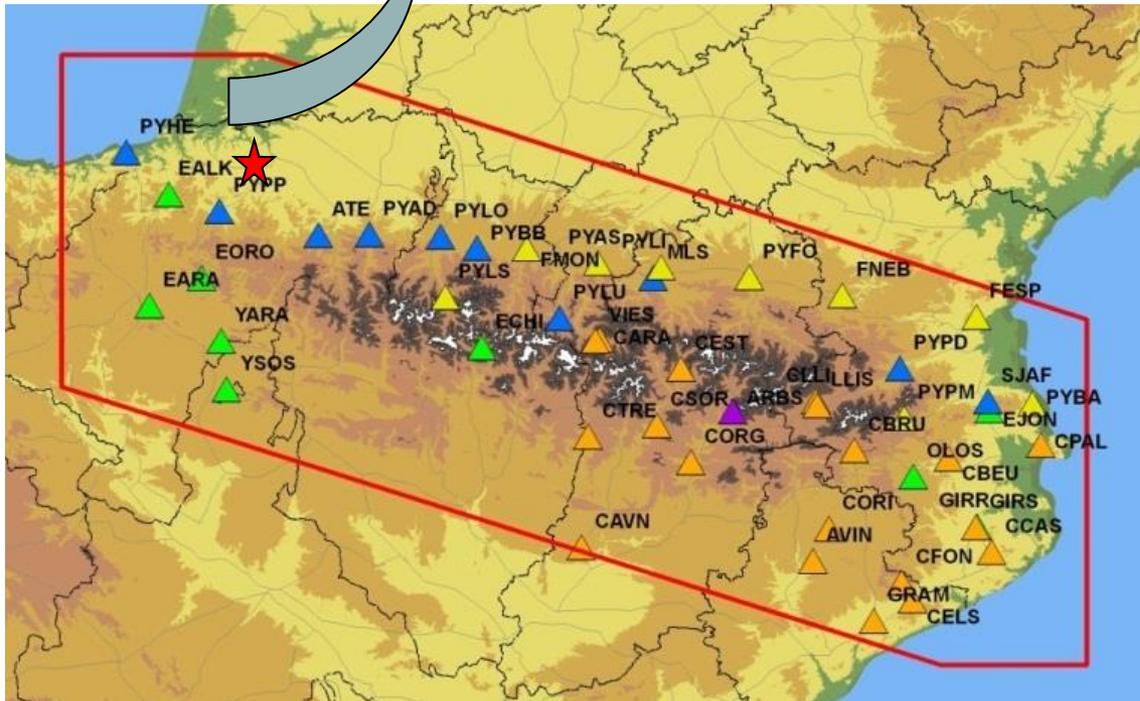
- > **Le dispositif est opérationnel depuis Octobre 2012 et mis en ligne sur le site web www.sispyr.eu depuis décembre 2012.**

- > **Retour d'expérience sur 2 ans:**
 - Rappel de la procédure
 - Nombre de ShakeMaps produites, localisation, magnitude
 - Illustration sur quelques exemples
 - Illustration d'un cas de dysfonctionnement
 - Fiabilité du fonctionnement temps-réel
 - Bilan

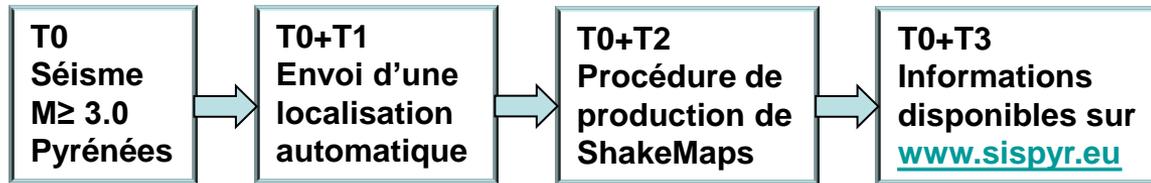
Procédure de la ShakeMap/SISPYR



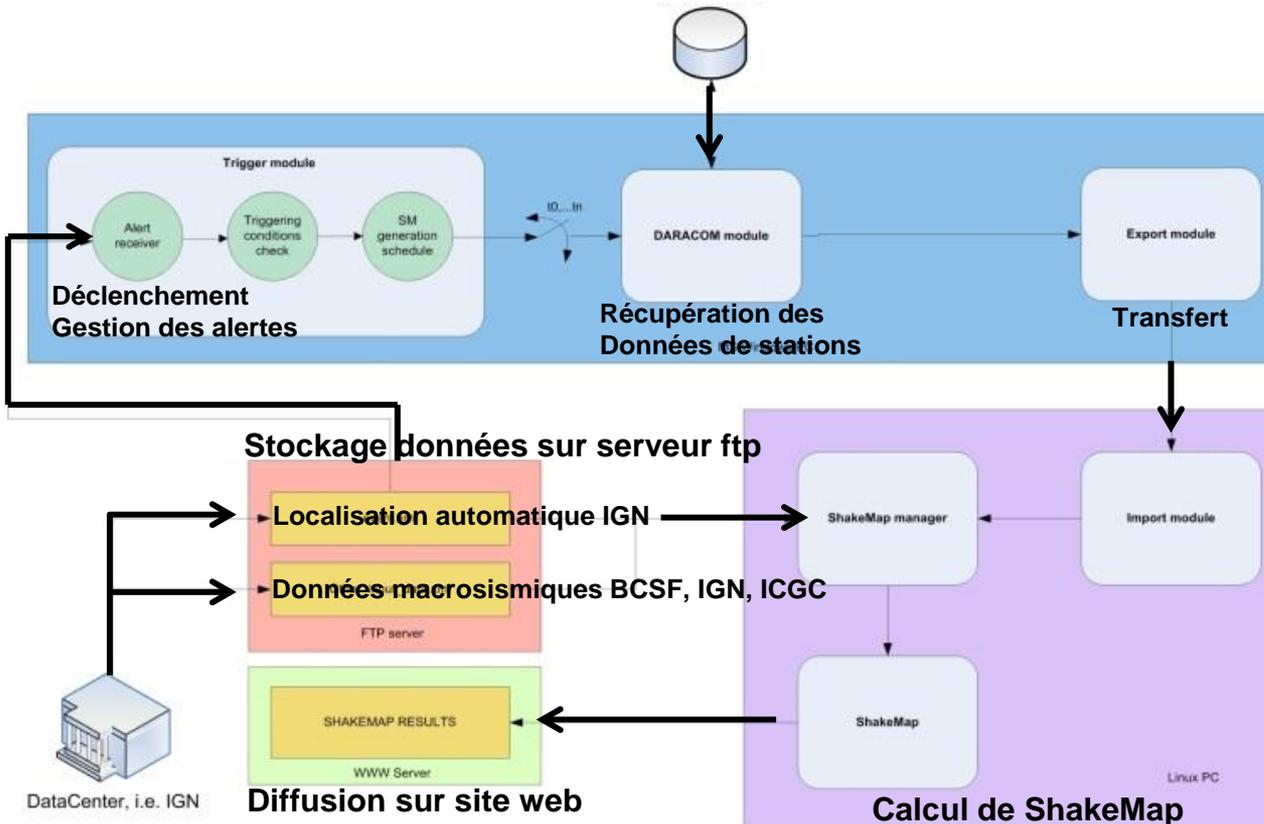
- Un réseau de 50 stations sismiques en temps réel de part et d'autre de la frontière
- Une convention de partage des données sismologiques fournies par ICGC, IGN, OMP et BRGM avec accord GIS-RAP, RESIF
- Une convention de partage d'informations macrosismiques fournies par BCSF, IGN, ICGC
- Une localisation automatique de séisme envoyée par l'IGN
- Une procédure de Shakemaps effectuée à l'ICGC à Barcelone
- Des informations diffusées par le site www.sispyr.eu hébergé par le BRGM
- Des liens au site web via les sites de l'EMSC, IGN, BCSF, BRGM et ICGC



Procédure de la ShakeMap/SISPYR

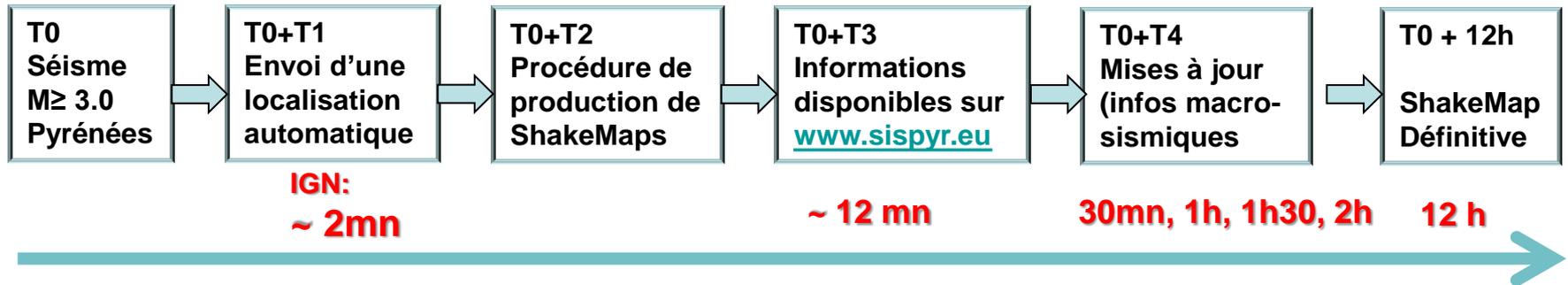


Partage des données de stations transfrontalières de ICGC, IGN, OMP, BRGM



- Production de cartes d'intensité, PGA, PGV, SA 0.3, 1.0 et 3.0s et fichiers annexes sur les données utilisées
- Paramètres de mouvement du sol calculés à partir des signaux en temps réels
- Mise à disposition des cartes sur le site www.sispyr.eu
- Répétition du processus à 30 mn, 1h, 1h30, 2h puis 12 h avec données macrosismiques nouvelles

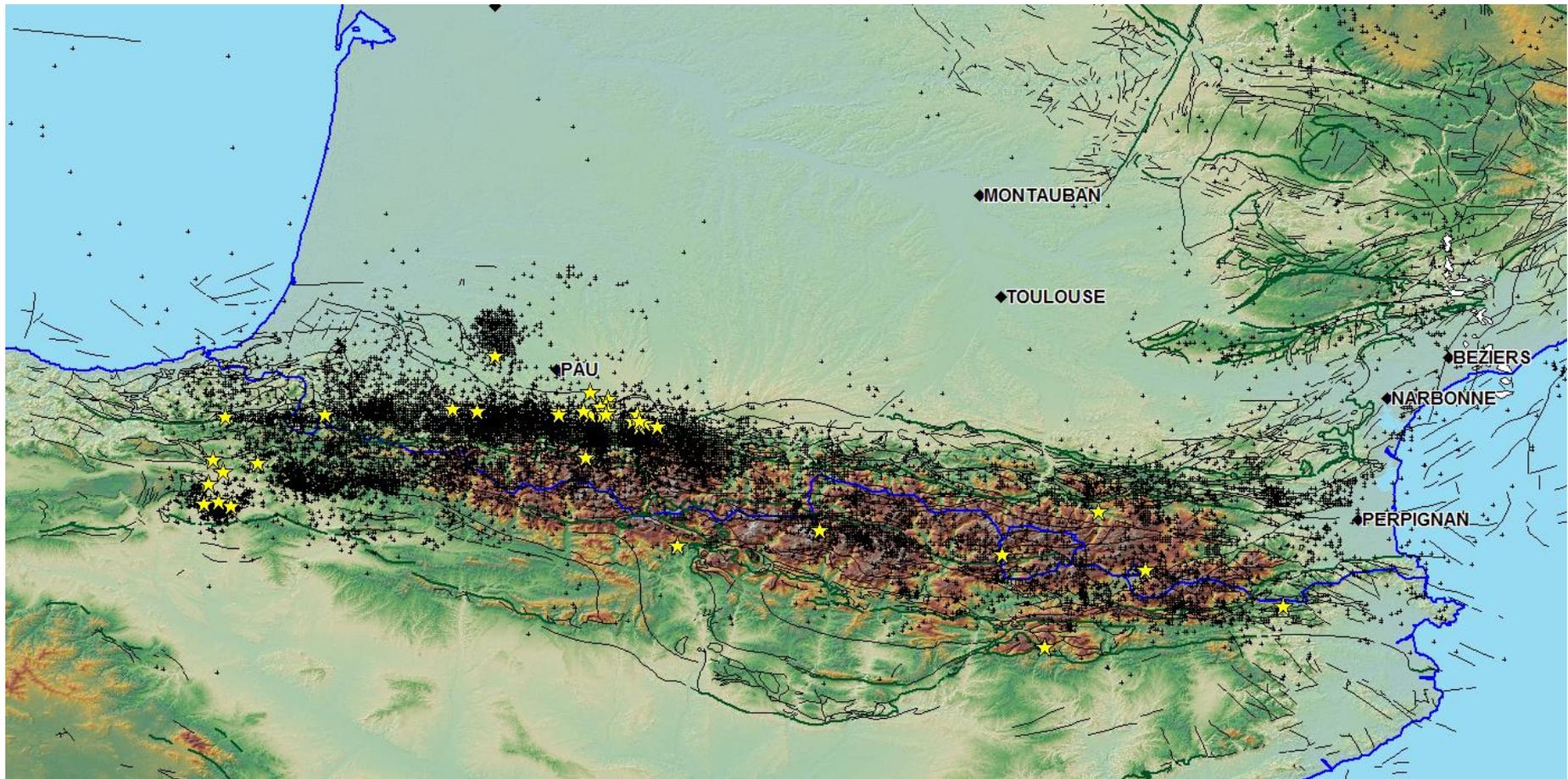
Procédure de la ShakeMap/SISPYR



- La localisation automatique de l'IGN arrive en moyenne 2 mn après le séisme
- La première ShakeMap est disponible sur le site à T0 +12-13 mn (avant l'alerte LDG ~ 16 mn et BCSF).
- Le processus total dure 12 h. Plusieurs procédures peuvent être lancées avec un intervalle minimum de 1 mn

ShakeMaps 2012-2014

- 37 ShakeMaps entre Octobre 2012 et Novembre 2014.
- Magnitudes entre 3.0 et 4.3 ($M_{IGN} < M_{LDG}$)
- Les 2/3 côté français
- Des décalages jusqu'à 3-4 km par rapport aux localisations LDG



Exemple du séisme du 30/12/2012 M 4.3 NAY

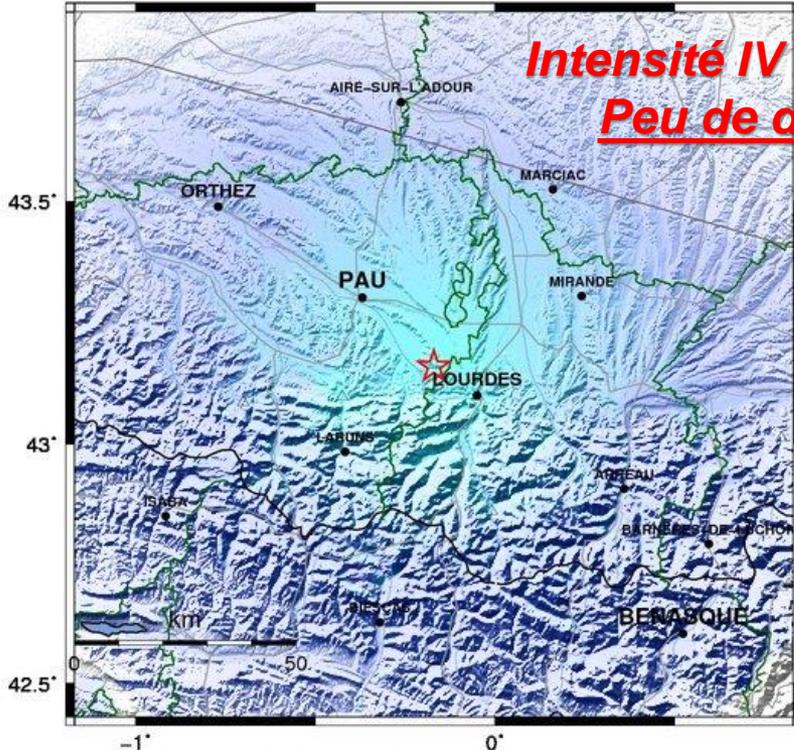
1^{ère} Shakemap (12-13 mn)
44 stations sismiques

Dernière Shakemap
44 stations sismiques
+ 144 intensités macrosismiques

SISPy ShakeMap : E NAY.FRA

DEC 30 2012 11:35:00 PM GMT M 4.3 N43.16 W0.17 Depth: 10.0km ID:1356910603

Intensité IV à IV-V autour de l'épicentre
Peu de différences sur les cartes



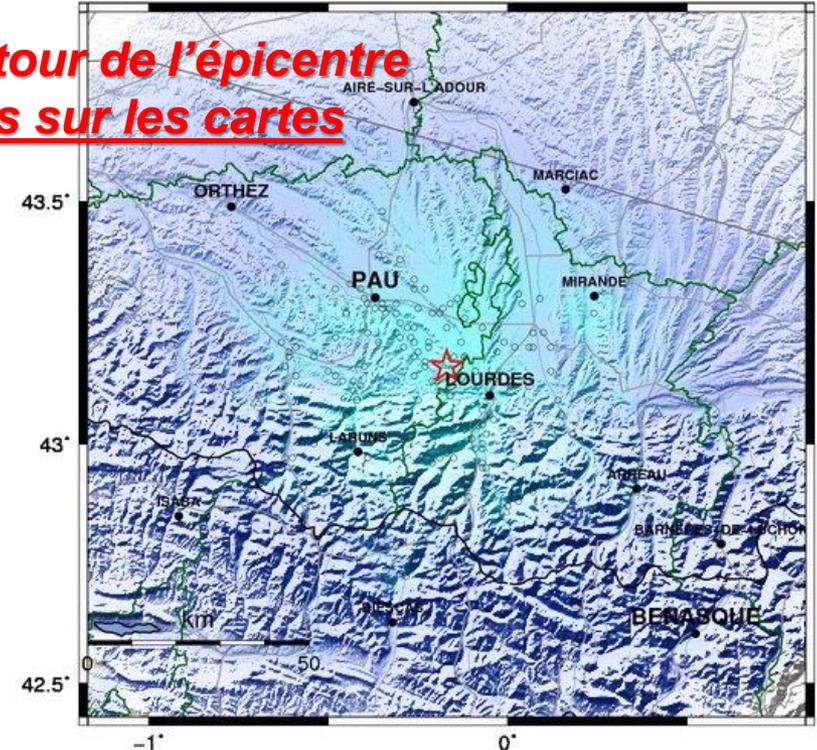
Map Verlon 1 Processed Wed Oct 8, 2014 10:53:20 AM MDST

PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Mod./Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%g)	<0.10	0.3	1.3	2.9	6.9	16	38	89	>208
PEAK VEL.(cm/s)	<0.007	0.05	0.3	1.2	4.2	15	54	194	>697
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Scale based upon SISPy relationships, 2012

SISPy ShakeMap : E NAY.FRA

DEC 30 2012 11:35:00 PM GMT M 4.3 N43.16 W0.17 Depth: 10.0km ID:1356910603



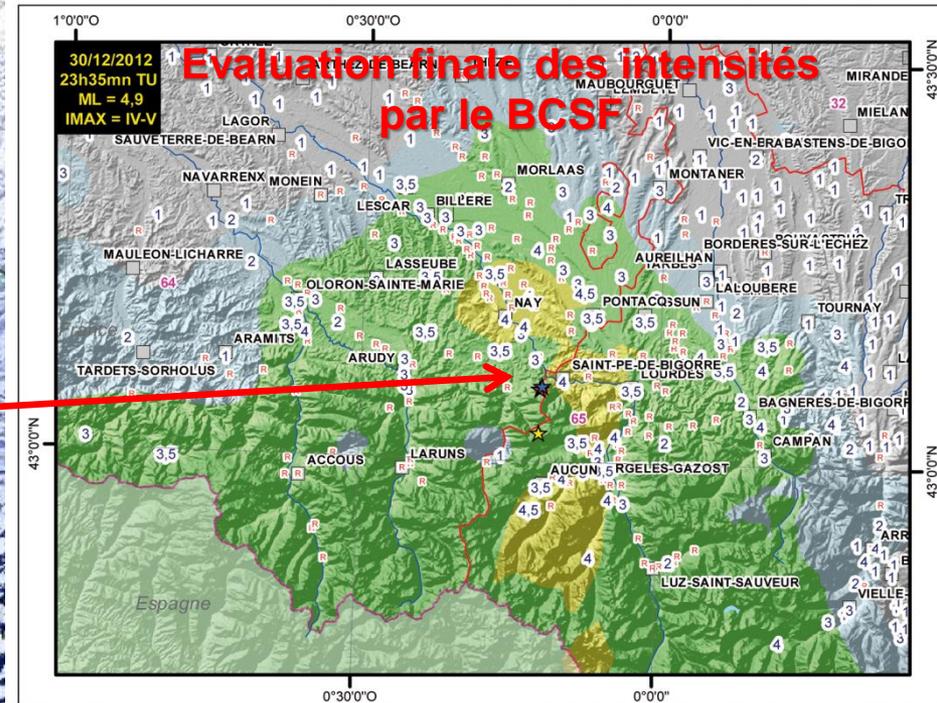
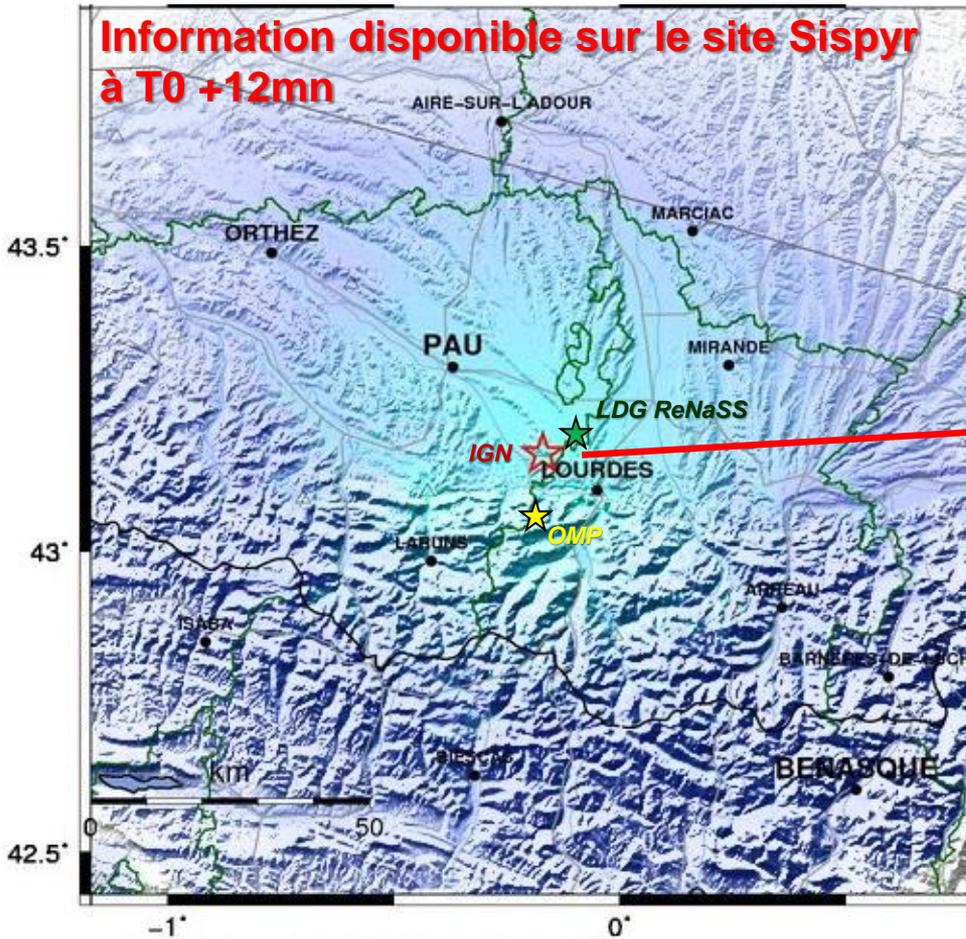
Map Verlon 1 Processed Wed Oct 8, 2014 10:51:07 AM MDST

PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Mod./Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%g)	<0.10	0.3	1.3	2.9	6.9	16	38	89	>208
PEAK VEL.(cm/s)	<0.007	0.05	0.3	1.2	4.2	15	54	194	>697
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Scale based upon SISPy relationships, 2012

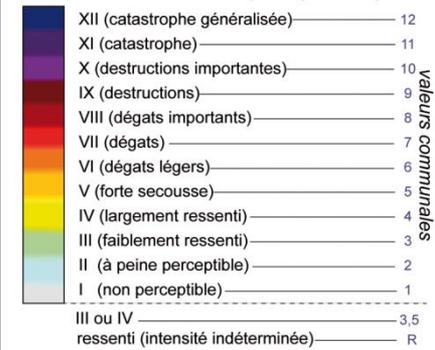
Exemple du séisme du 30/12/2012 M 4.3 NAY

Information disponible sur le site Sispyr à T0 +12mn



Evaluation finale des intensités par le BCSF

intensités macrosismiques (EMS98)



épicentre instrumental

- ★ RéNaSS
- ★ LDG
- ★ OMP

Cartographie : C. Sira - CNRS

BCSF
©Copyright - BCSF - www.franceseisme.fr
Données sismologiques : RéNaSS/LDG/OMP
Données macrosismiques : BCSF
fond de carte : Rte120 / GéoFla@IGN1998
©IGN-Paris-2001 - Autorisation n°70 10004

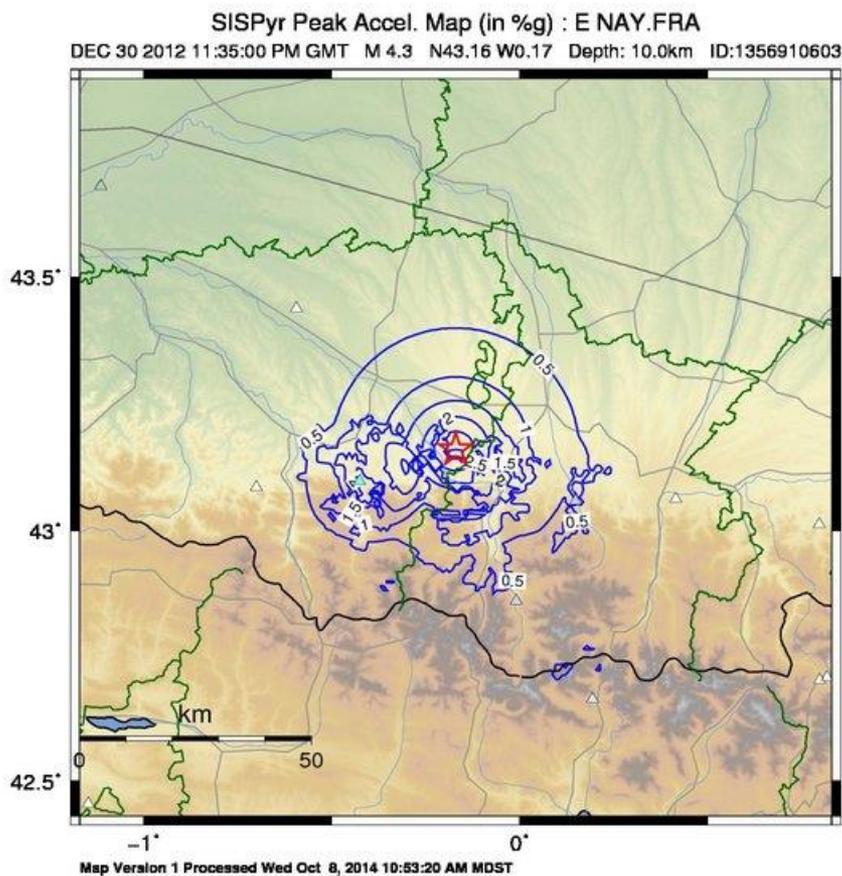
- frontière
- limite départementale
- 83 numéro du département
- hydrographie

- Intensités proches de l'épicentre de même valeur
- Répartition des intensité est plus lissée sur la ShakeMap mais fait apparaître les augmentations d'effet de site dans les vallées
- A plus grande distance, intensité II données par Shakemap, dans les zones non-ressenties du BCSF (I)

Exemple du séisme du 30/12/2012 M 4.3 NAY

Cartes de PGA

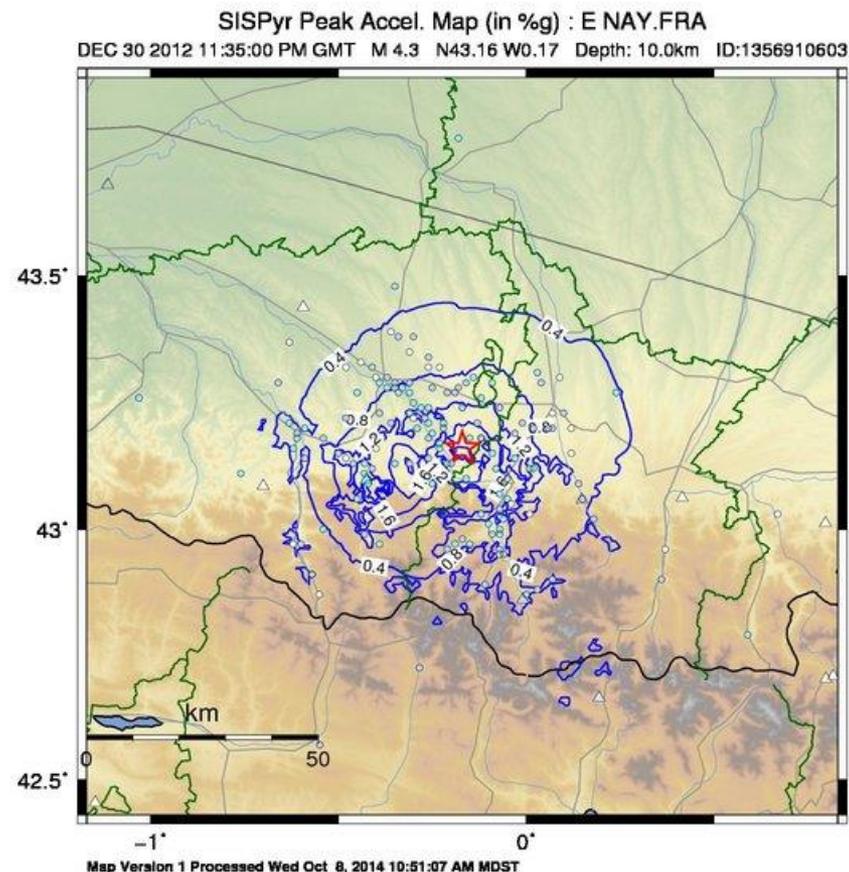
1^{ère} Shakemap (stations sismiques)



PEAK ACC.(%g)	<0.10	0.3	1.3	2.9	6.9	16	38	89	>208
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Scale based upon SISPy relationships, 2012

Dernière Shakemap (stations sismiques + macrosismique)



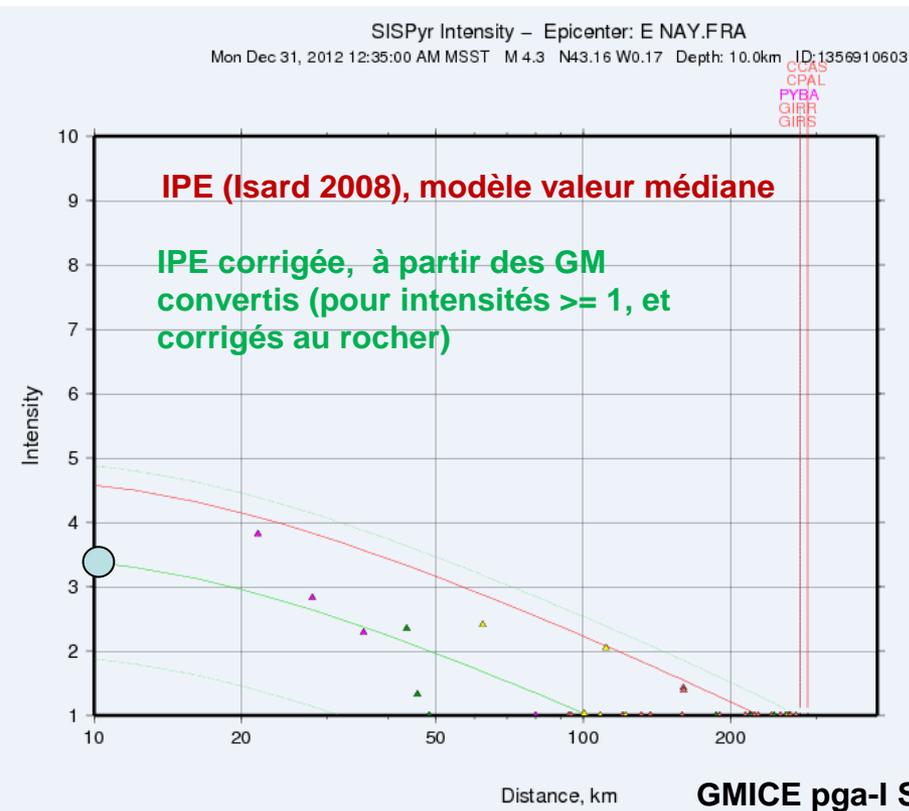
PEAK ACC.(%g)	<0.10	0.3	1.3	2.9	6.9	16	38	89	>208
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Scale based upon SISPy relationships, 2012

Exemple du séisme du 30/12/2012 M 4.3 NAY

Données et modèles pour carte d'intensité

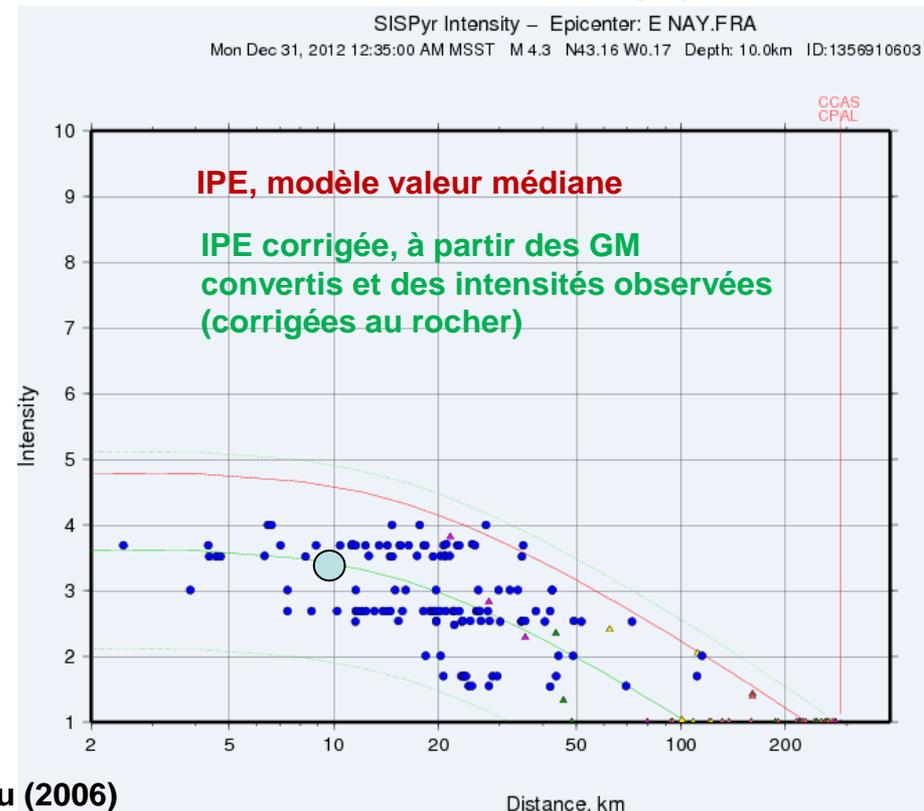
1^{ère} Shakemap (stations sismiques)



GMICE pga-I Souriau (2006)
pgv-I Faccioli & Cauzzi (2006)

Mi bias -0.61

Dernière Shakemap (stations sismiques + macrosismique)

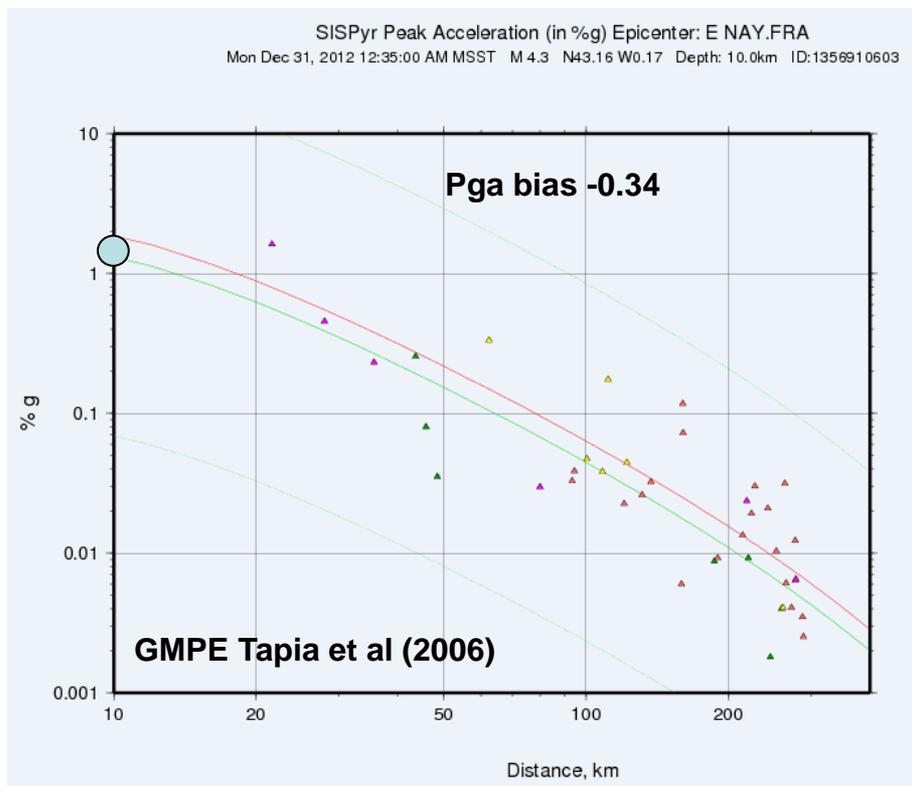


Mi bias -0.62

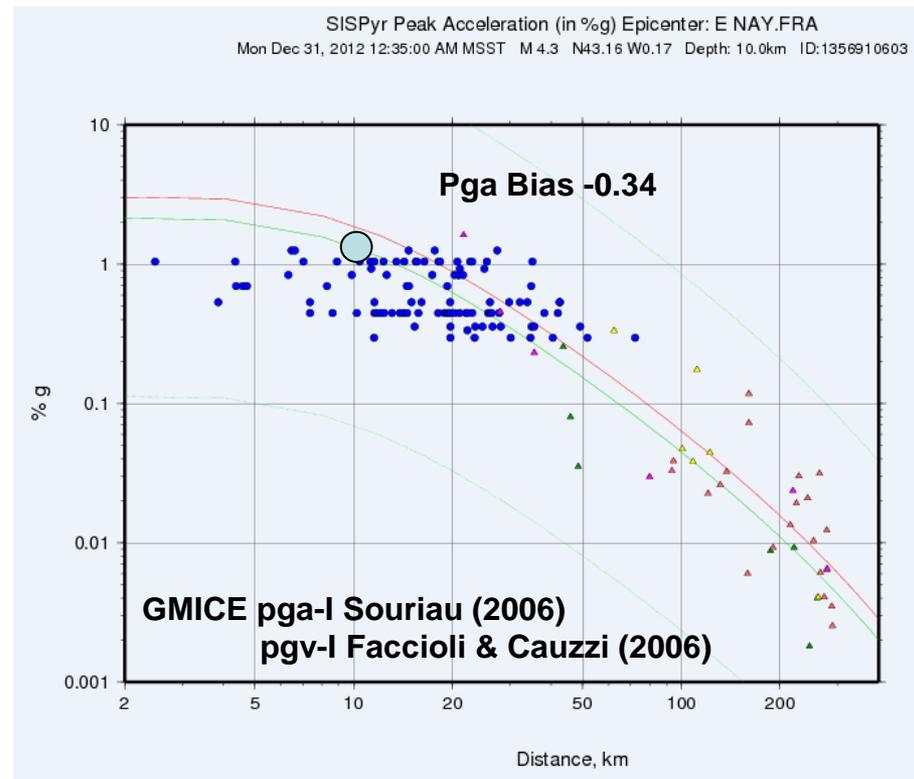
Exemple du séismes du 30/12/2012 M 4.3 NAY

Données et modèles pour carte de PGA

1^{ère} Shakemap (stations sismiques)



Dernière Shakemap (stations sismiques
+ macrosismique)



Bonne cohérence entre les informations macrosismiques (à courte distance < 50 km) et les informations accélérométriques (entre 20 et 300 km)

Exemple du séisme du 20/04/2013 M 4.0 Pampelune

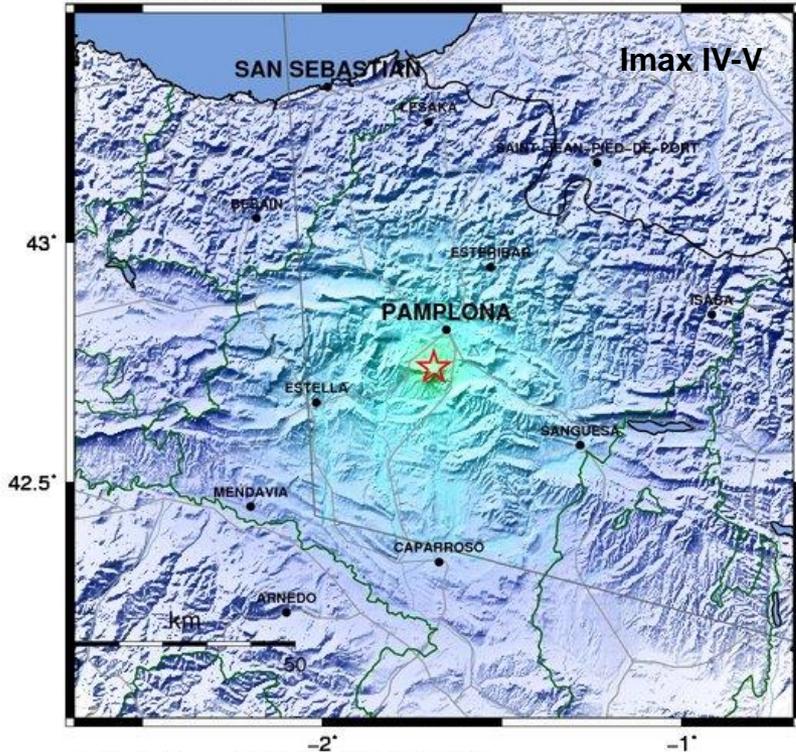
Différences notables (en intensité) entre 1ère ShakeMap et les suivantes

1ère Shakemap (stations sismiques)
Sur-évaluation d'intensité

Dernière Shakemap (stations sismiques
+ macrosismique)

SISPy ShakeMap : SE SALINAS DE PAMPLONA.NA

APR 20 2013 03:18:21 PM GMT M 4.0 N42.74 W1.69 Depth: 5.0km ID:1366471236



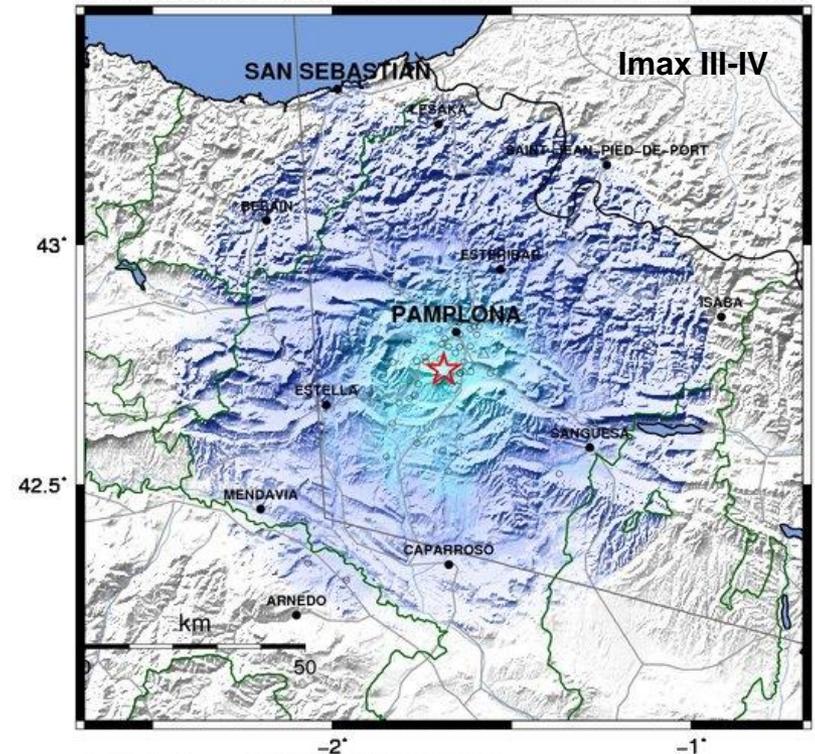
Map Version 1 Processed Wed Oct 8, 2014 10:48:35 AM MDST

PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Mod./Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%g)	<0.10	0.3	1.3	2.9	6.9	16	38	89	>208
PEAK VEL.(cm/s)	<0.007	0.05	0.3	1.2	4.2	15	54	194	>697
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Scale based upon SISPy relationships, 2012

SISPy ShakeMap : SE SALINAS DE PAMPLONA.NA

APR 20 2013 03:18:21 PM GMT M 4.0 N42.74 W1.69 Depth: 5.0km ID:1366471236



Map Version 1 Processed Wed Oct 8, 2014 10:45:04 AM MDST

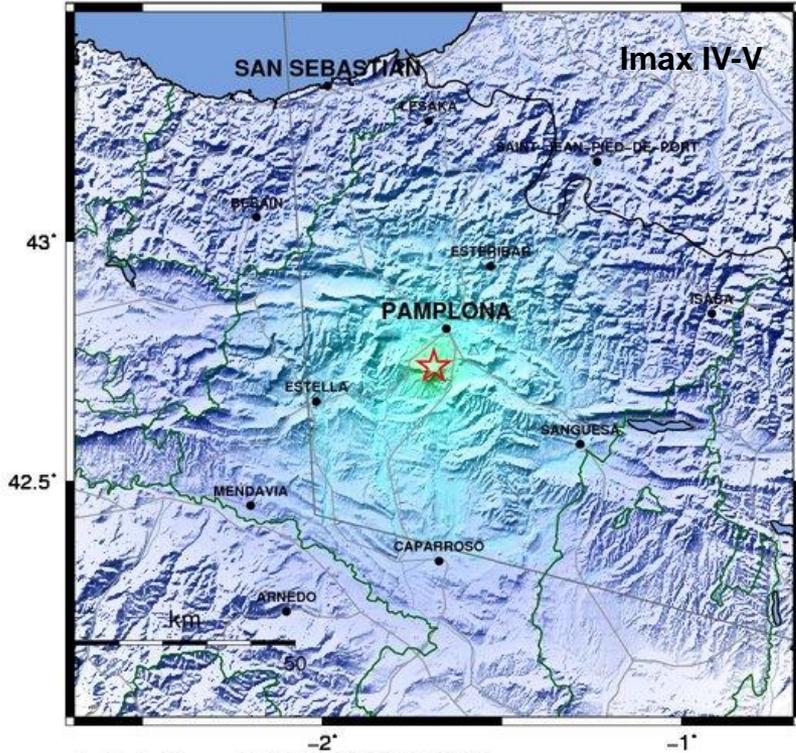
PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Mod./Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%g)	<0.10	0.3	1.3	2.9	6.9	16	38	89	>208
PEAK VEL.(cm/s)	<0.007	0.05	0.3	1.2	4.2	15	54	194	>697
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Scale based upon SISPy relationships, 2012

Exemple du séisme du 20/04/2013 M 4.0 Pampelune

Information disponible sur le site Sispyr à
T0 +12mn

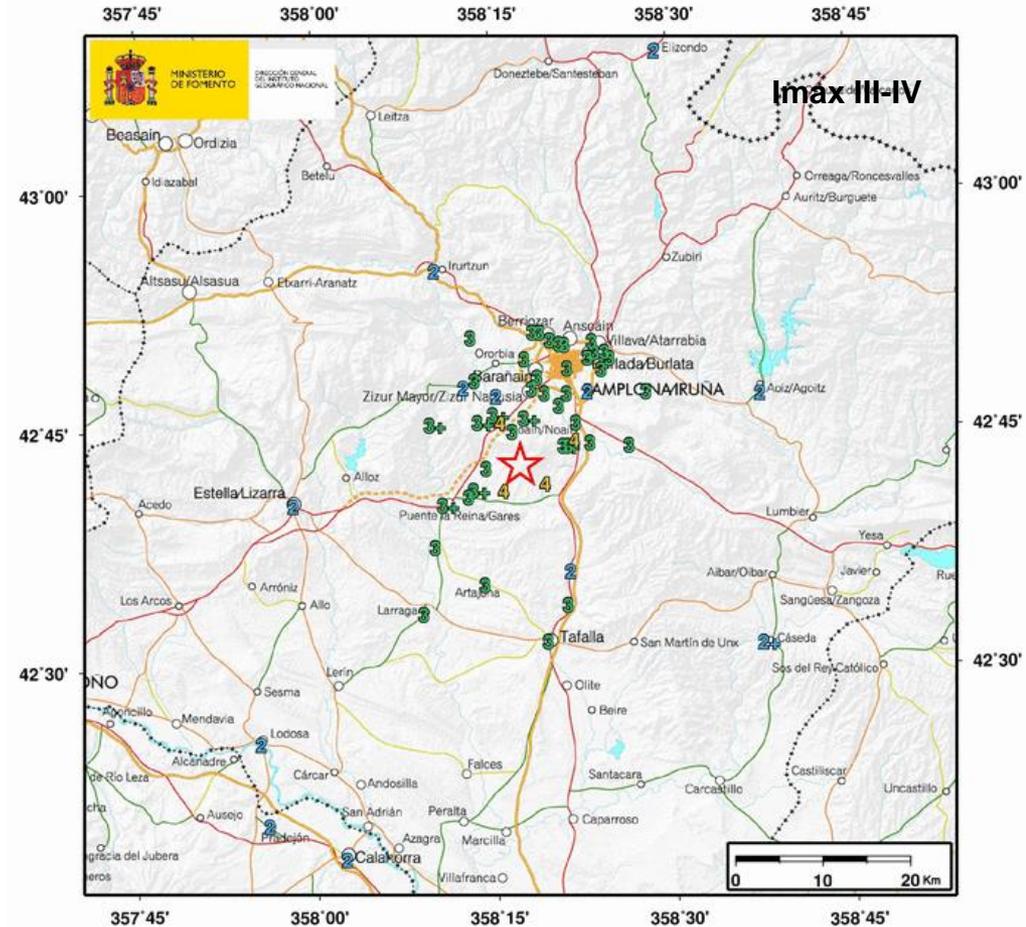
SISPyR ShakeMap : SE SALINAS DE PAMPLONA.NA
APR 20 2013 03:18:21 PM GMT M 4.0 N42.74 W1.69 Depth: 5.0km ID:1366471236



PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Mod./Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%)g	<0.10	0.3	1.3	2.9	6.9	16	38	89	>208
PEAK VEL.(cm/s)	<0.007	0.05	0.3	1.2	4.2	15	54	194	>697
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Scale based upon SISPyR relationships, 2012

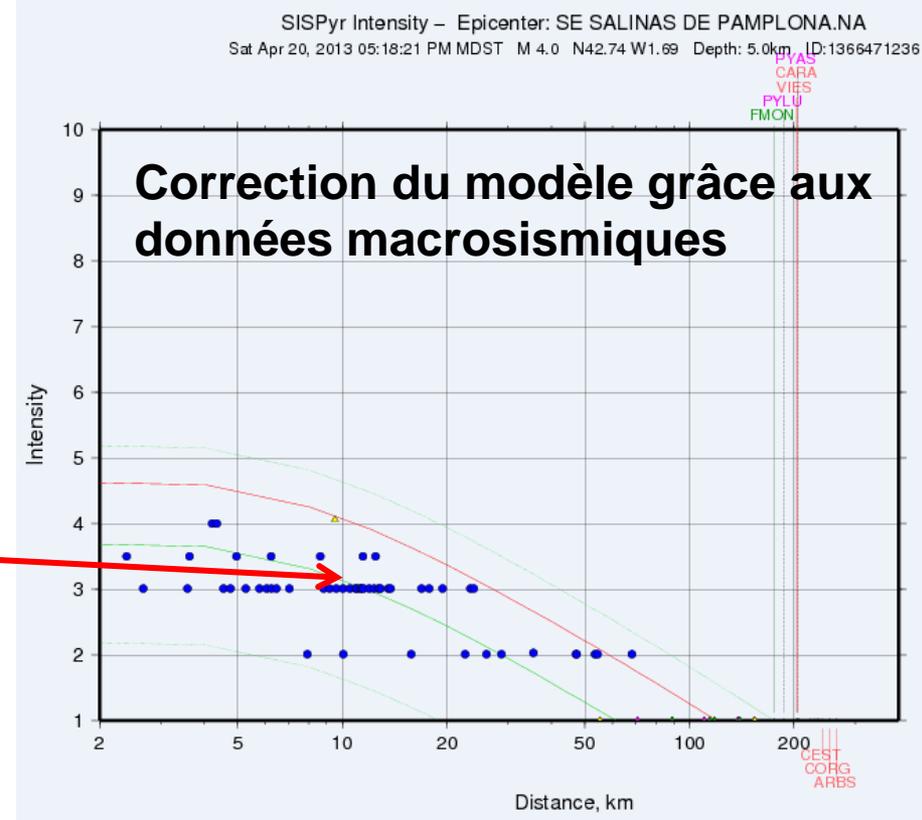
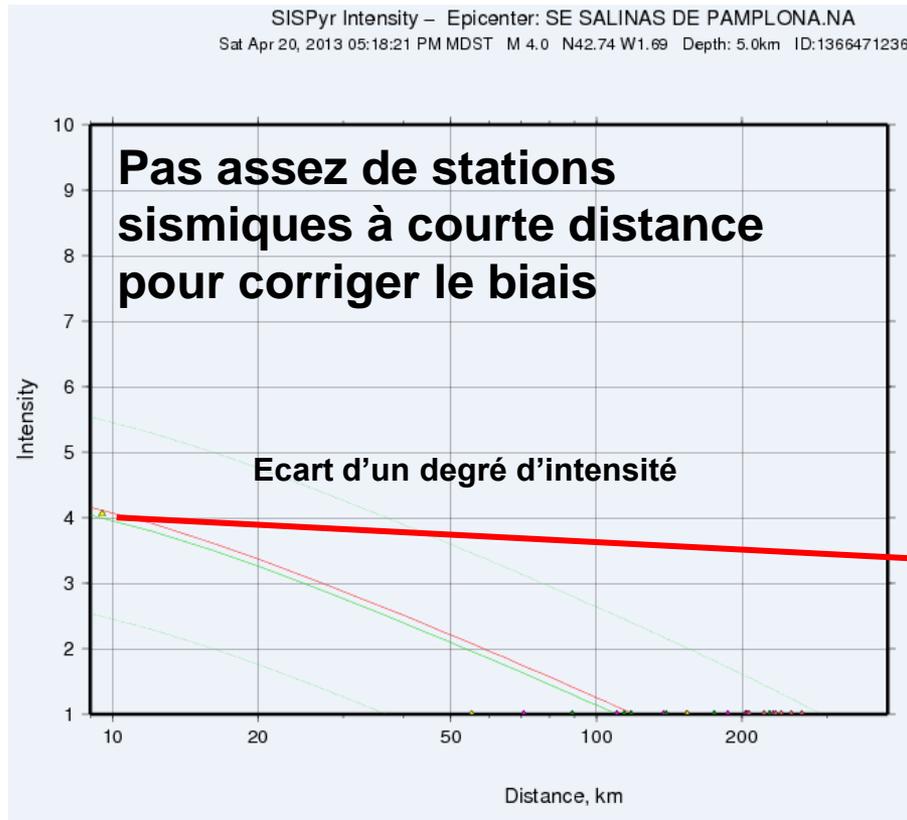
Evaluation finale des intensités
par IGN - Madrid



EVALUACIÒN DE LA INTENSIDAD-EMS98
Actualizado el 06/05/2013 a las horas 14:17(UTC) (Hora oficial verano=UTC+2h; invierno=UTC+1h; en Canarias 1h menos)

Exemple du séisme du 20/04/2013 M 4.0 Pampelune

Données et modèle pour carte d'intensité



Les autres stations à plus de 50km avec une intensité convertie trop faible. Le problème ne se produirait pas pour des séismes plus forts

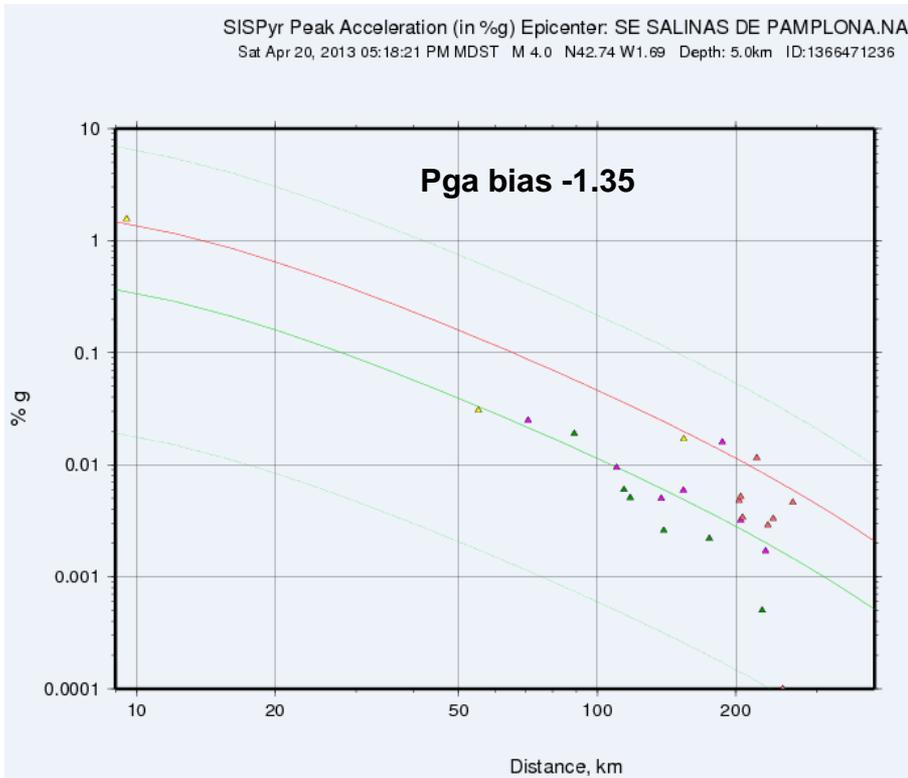
Mi bias -0.06

Mi bias -0.49

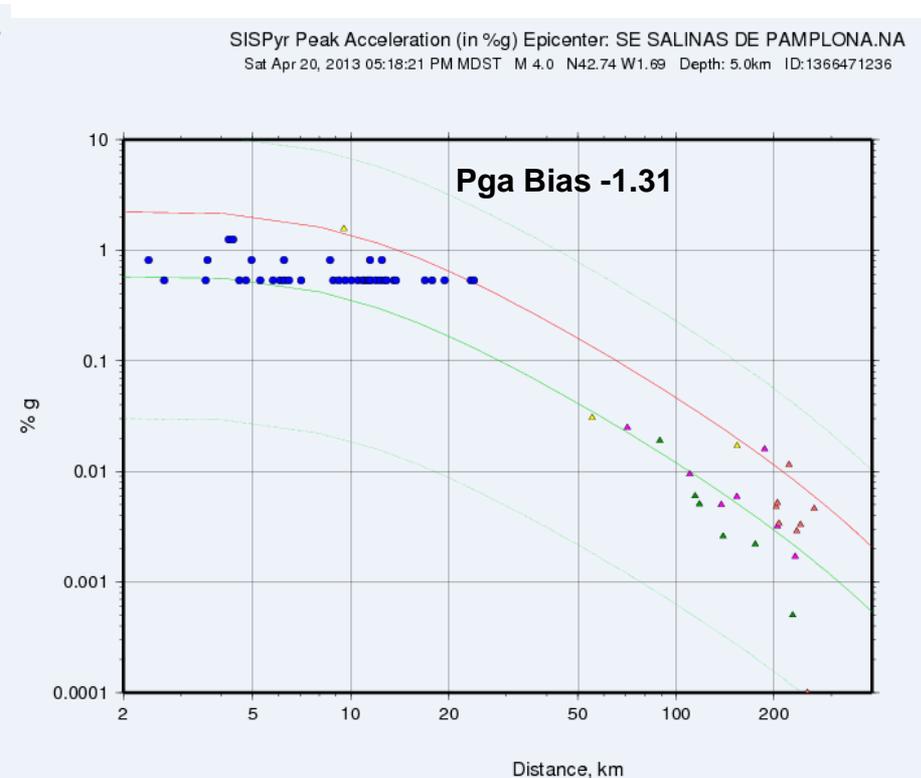
Exemple du séisme du 20/04/2013 M 4.0 Pampelune

Données et modèle pour carte de PGA

1^{ère} Shakemap (stations sismiques)



Dernière Shakemap (stations sismiques + macrosismique)



Bonne cohérence entre les informations macrosismiques (à courte distance < 50 km) et les informations accélérométriques (entre 20 et 300 km)

Séquence du 29/04/2014 vers Lourdes

3 M3+ => 3 déclenchements de ShakeMaps

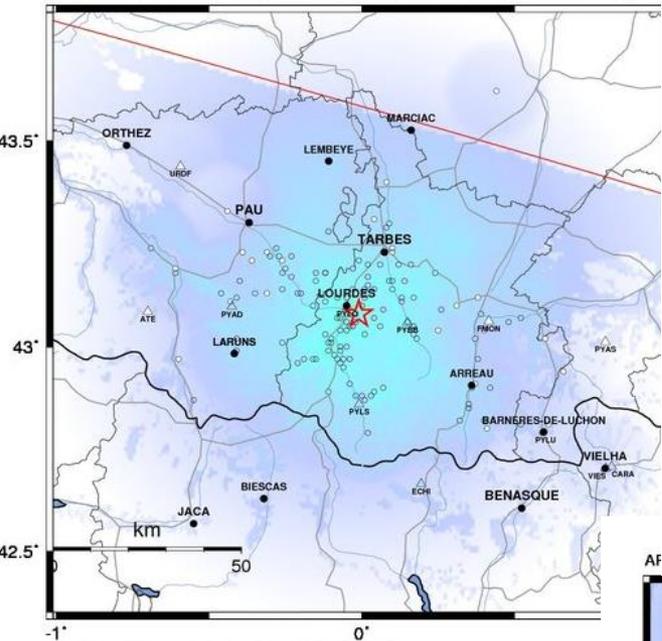
1^{ère} Shakemap : séisme à 07:03:24 M3.9

2^{ème} Shakemap : séisme à 07:07:26 M 3.5

3^{ème} ShakeMap : séisme à 10:26:25 M 3.2

Erreurs sur la 2^{ème} Shakemap - 2 problèmes :

- **Erreur de localisation automatique de IGN
(confusions de pointé automatique) : 2 séismes à 1
mn d'intervalle → pointés des 2 séismes mélangés**
- **Association des données macrosismiques du premier
évènement**



Map Version 5 Processed Tue Apr 29, 2014 09:05:08 AM GMT

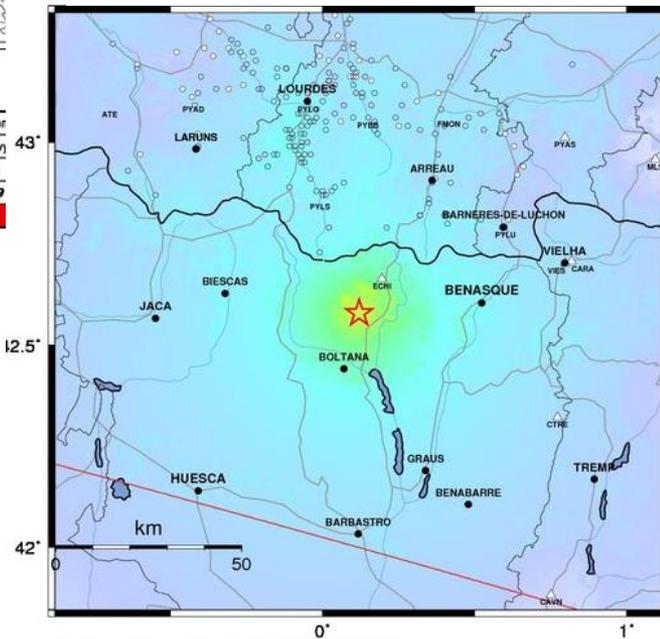
PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Mod./Heavy	Heavy
PEAK ACC.(%)	<0.10	0.3	1.3	2.9	6.9	16	38	89
PEAK VEL.(cm/s)	<0.005	0.04	0.2	0.9	3.2	12	41	149
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX

Scale based upon Soutou 2008 for PGA and Faccioli et Gauszi 2006 for PGV

2ème : 07:07

- Localisation mauvaise (2 séismes dans la même minute : pointé automatique erronée)
- Confusion avec données macrosismiques du 1^{er}
- Se cale sur les données macros pour augmenter les valeurs d'intensités à l'épicentre: Intensité VI pour M 3.5

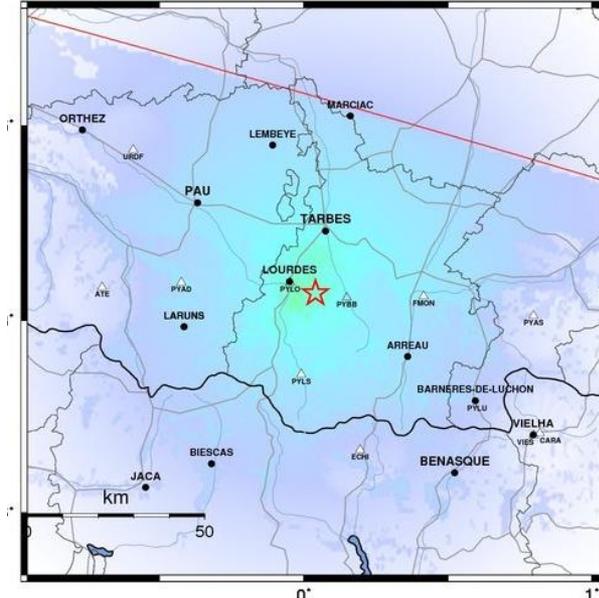
AF



Map Version 6 Processed Tue Apr 29, 2014 07:09:39 PM GMT

PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Mod./Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%)	<0.10	0.3	1.3	2.9	6.9	16	38	89	>208
PEAK VEL.(cm/s)	<0.005	0.04	0.2	0.9	3.2	12	41	149	>534
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Scale based upon Soutou 2008 for PGA and Faccioli et Gauszi 2006 for PGV



Map Version 6 Processed Tue Apr 29, 2014 10:28:22 PM GMT

PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Mod./Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%)	<0.10	0.3	1.3	2.9	6.9	16	38	89	>208
PEAK VEL.(cm/s)	<0.005	0.04	0.2	0.9	3.2	12	41	149	>534
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

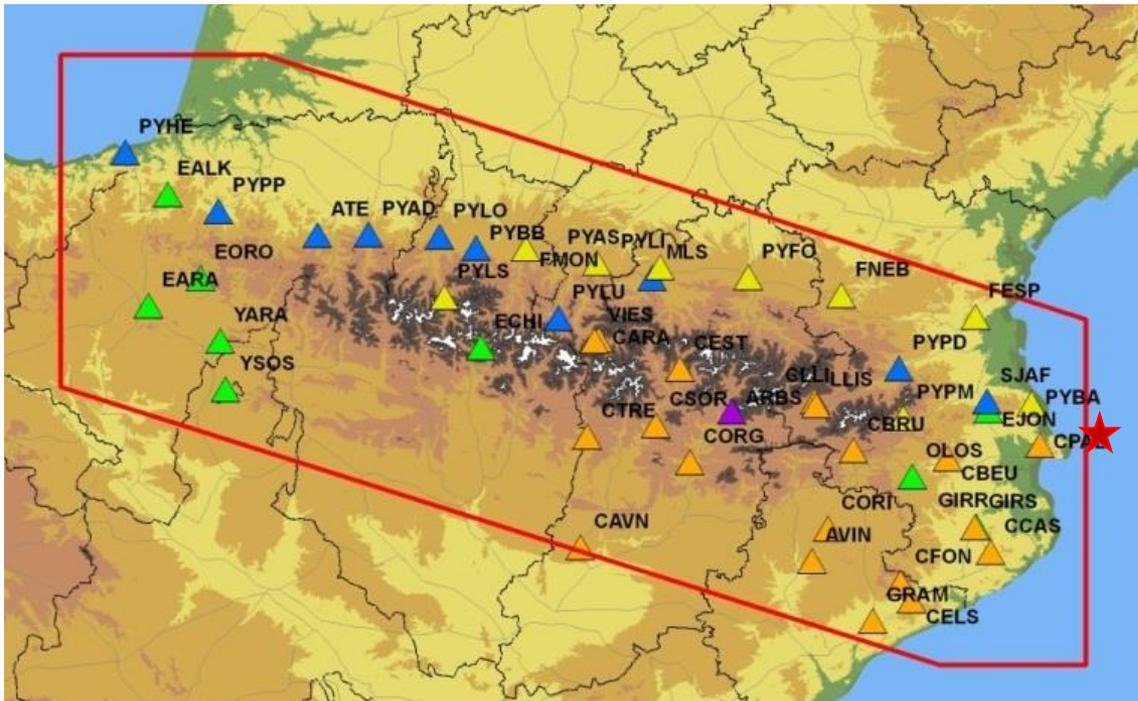
Scale based upon Soutou 2008 for PGA and Faccioli et Gauszi 2006 for PGV

3ème 10:25 pas de données macrosismiques
ShakeMap OK

1ère Shakemap: 07:03 OK

ShakeMap non déclenchée

- > Un seul cas : 19/03/2014 M=3.9 en mer au large de la Catalogne
- > Epicentre juste en dehors de la limite de la zone Sispyr (limite 3.4°E, séisme à 3.48°E)
- > Zone limite étendue vers l'Est



ShakeMaps non disponibles dans les premières heures

> Cas d'incidents techniques

- Janvier 2013: plantage avec les données macrosismiques. bug du code Shakemap : ne gère pas lat/lon=0 dans les données macrosismiques
- Début 2014: Problème d'accès au serveur BRGM (changement des protocoles de sécurité)
- Début 2014: déménagement des serveurs de l'ICGC (+ mise à jour des paramètres d'accès)

Bilan

- > Le système Shakemap/Sispyr fonctionne globalement et fourni des cartes de mouvement du sol en moins de 15 mn, confirmées entre 1 et 2h par intégration de données macrosismique.
- > Le processus est bien adapté pour le partage d'informations transfrontalières entre plusieurs organismes. Il facilite l'évaluation pour les séismes frontaliers.
- > Le système actuel reste un démonstrateur. Il n'y a pour l'instant ni l'organisation ni la réactivité nécessaire pour garantir une fiabilité du système 7j/7 et 24h/24 pour la protection civile.
- > Dans la gamme de magnitude testée (3.0 - 4.5), le croisement des informations des stations sismiques temps réel et des données macrosismiques est cohérent sans biais notable.

Bilan

- > On n'a pas testé explicitement ici la compatibilité des modèles et des données. Pour cela se rapporter aux rapports Sispysr + mémoire de stage de Alba Boix à l'ICGC en 2014.**
- > Un seul cas de dysfonctionnement a été observé : une réplique rapprochée d'un séisme de magnitude plus important (pb. de localisation automatique non contrôlée + pb. d'association de données macrosismiques à corriger) mais qui ne concerne pas le choc principal.**
- > On reste dans le cadre de l'objectif fixé: fournir une information de mouvements du sol réaliste disponible très rapidement.**