

## Note d'information: Crise sismique du 26 février 2012 près de Barcelonnette

### 3 parties:

- Détections automatiques
- Détermination rapide de mécanismes au foyer
- Analyse sismotectonique de l'évènement

### 1-Détections automatiques des évènements:

Dans le cadre du projet RISE, Géoazur a mis en œuvre l'utilisation des données continues temps réel de réseaux dans la région alpine. Le flux de données continues des réseaux RESIF (gestion IsTerre et Géoazur), RéNaSS, Sismo à l'école, DipTeRis, INGV et LDG est utilisé dans un système de détection automatique (seiscomp3). Ce réseau, né d'un programme transfrontalier est bien adapté au suivi de la sismicité au nord de Barcelonnette (<http://www.geoazur.net/sismoazur/projet.php>).

De l'occurrence du séisme de Mw 4.3 du 26.02.2012, au 02.03.2012, une cinquantaine de répliques a été enregistrée de manière automatique (Figure 1 et 2 ). Une évaluation des magnitudes et, pour les plus grandes magnitudes, un calcul de mécanismes au foyer sont directement associés à la localisation automatique.

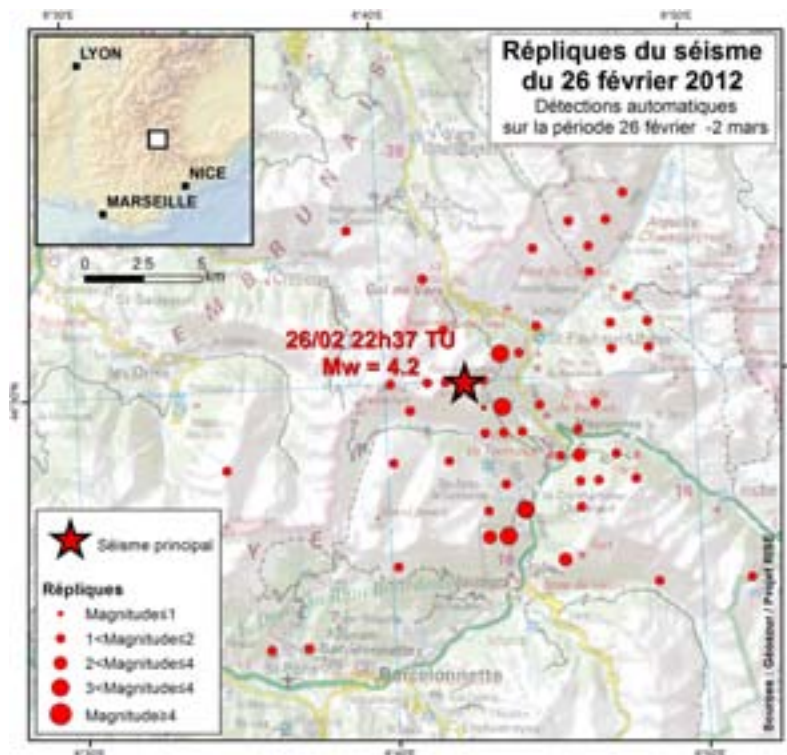


Figure 1: Localisations des séismes dans la région de Barcelonnette (04). Séisme principal (étoile rouge) et sa magnitude de moment estimée. Répliques (cercles rouges) du 26 février 2012 au 2 mars 2012. La liste est consultable en annexe. Les localisations automatiques présentent une dispersion qui n'est probablement pas réelle.

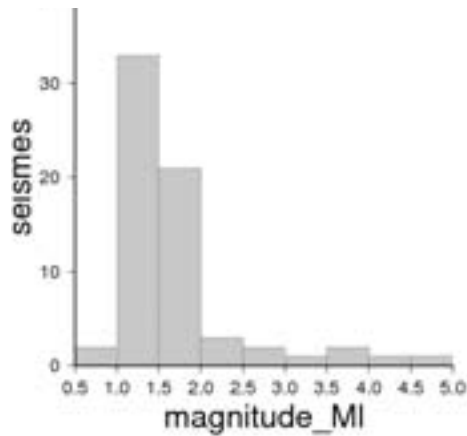


Figure 2: Zone de Barcelonnette: histogramme de la sismicité détectée sur la période 26 février 2012 au 2 mars 2012. La liste est consultable en annexe.

Le temps moyen d'obtention de solution et d'envoi de la messagerie automatique est en général de l'ordre de 1 minute pour une localisation préliminaire, 3 minutes pour une localisation et une magnitude déterminée par la procédure automatique. Le calcul des mécanismes au foyer pour les plus forts évènements a nécessité une durée variable, comprise entre 15 et 33 minutes (Figure 3).

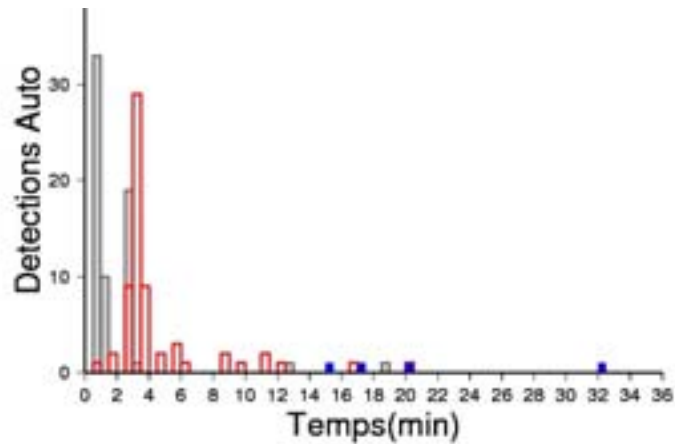


Figure 2: Temps de diffusion des outils d'observation temps réel automatiques à Géoazur (séismes de Barcelonnette – du 26/02/2012 au 02/03/2012). Gris : premiers messages de localisation . Rouge: messages de localisation et magnitude définitifs. Bleus: mécanismes au foyer et magnitudes de moment.

## 2-Détermination rapide de mécanismes au foyer:

4 mécanismes au foyer dont l'index de confiance dépasse 50% ont été calculés de manière automatique par la méthode FMNEAR de Bertrand Delouis qui utilise une inversion des formes d'ondes ([http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr/IMG/pdf/rapport\\_projet\\_Mw-RAP\\_B\\_Delouis\\_oct2010.pdf](http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr/IMG/pdf/rapport_projet_Mw-RAP_B_Delouis_oct2010.pdf)). L'implémentation de cette méthode est en phase de test à Géoazur. Une magnitude de moment  $y$  est associée (Delouis *et al.* (2009)).

### 1- Le choc principal:

Date	2012-02-26		
Time	22:37:56.3	±	0.1 s
Latitude	44.47 deg	±	1 km
Longitude	6.72 deg	±	2 km
Depth	5 km		(fixed)
Agency	GSA		
Mode	automatic		
Magnitude MLv	4.85 ± 0.23		

Mécanisme (str dip rake): 60.00000            75.00000            -26.0  
Selected depth: 9.001000 km  
4.226024 : Mw from waveform inversion

### 2- La réplique forte 1 heure après

Date	2012-02-26		
Time	23:39:35.7	±	0.1 s
Latitude	44.46 deg	±	1 km
Longitude	6.74 deg	±	2 km
Depth	5 km		(fixed)
Agency	GSA		
Mode	automatic		
Magnitude MLv	3.70 ± 0.17		

Mécanisme (str dip rake): 185.0000            45.00000            -136.1600  
Selected depth: 9.001000 km  
3.431961 : Mw from waveform inversion

### 3- La réplique du 27 février :

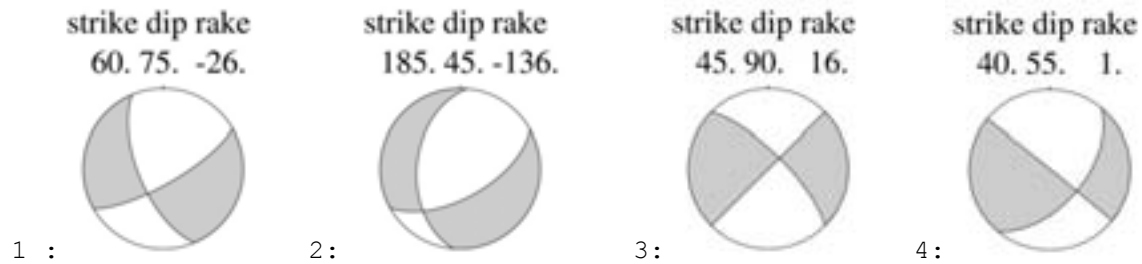
Date	2012-02-27		
Time	16:31:22.5	±	0.2 s
Latitude	44.45 deg	±	1 km
Longitude	6.75 deg	±	2 km
Depth	5 km		(fixed)
Agency	GSA		
Mode	automatic		
Magnitude MLv	3.88 ± 0.16		

Mécanisme (str dip rake): 45.00000            90.00000            15.97000  
Selected depth: 5.001000 km  
3.493132 : Mw from waveform inversion

#### 4. Réplique du 02 mars, la plus forte

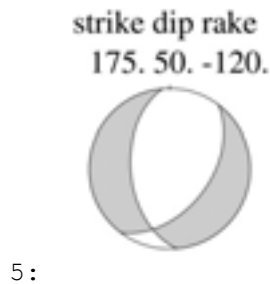
Date 2012-03-02  
Time 07:15:51.7 ± 0.1 s  
Latitude 44.45 deg ± 1 km  
Longitude 6.74 deg ± 2 km  
Depth 5 km (fixed)  
Agency GSA  
Mode automatic  
Magnitude MLv 4.00 ± 0.17

Mécanisme (str dip rake): 40.00000 55.00000 1.370000  
Selected depth: 6.001000 km  
3.312508 : Mw from waveform inversion



#### 5. Le choc principal révisé (B. Delouis):

Date 2012-02-26  
Time 22:37:56.1 +/- 0.2 s  
Latitude 44.50 deg +/- 1 km  
Longitude 6.71 deg +/- 1 km  
Depth 1 km +/- 1 km  
Agency GSA  
Mode manual  
Status confirmed  
Magnitude MLv 4.75 +/- 0.32  
Mécanisme (str dip rake): 175.0000 50.00000 -120.2800  
Selected depth: 7.001000 km  
4.269072 : Mw from waveform inversion



6. Analyse plus approfondie du mécanisme au foyer du séisme du 26 Février (B. Delouis)

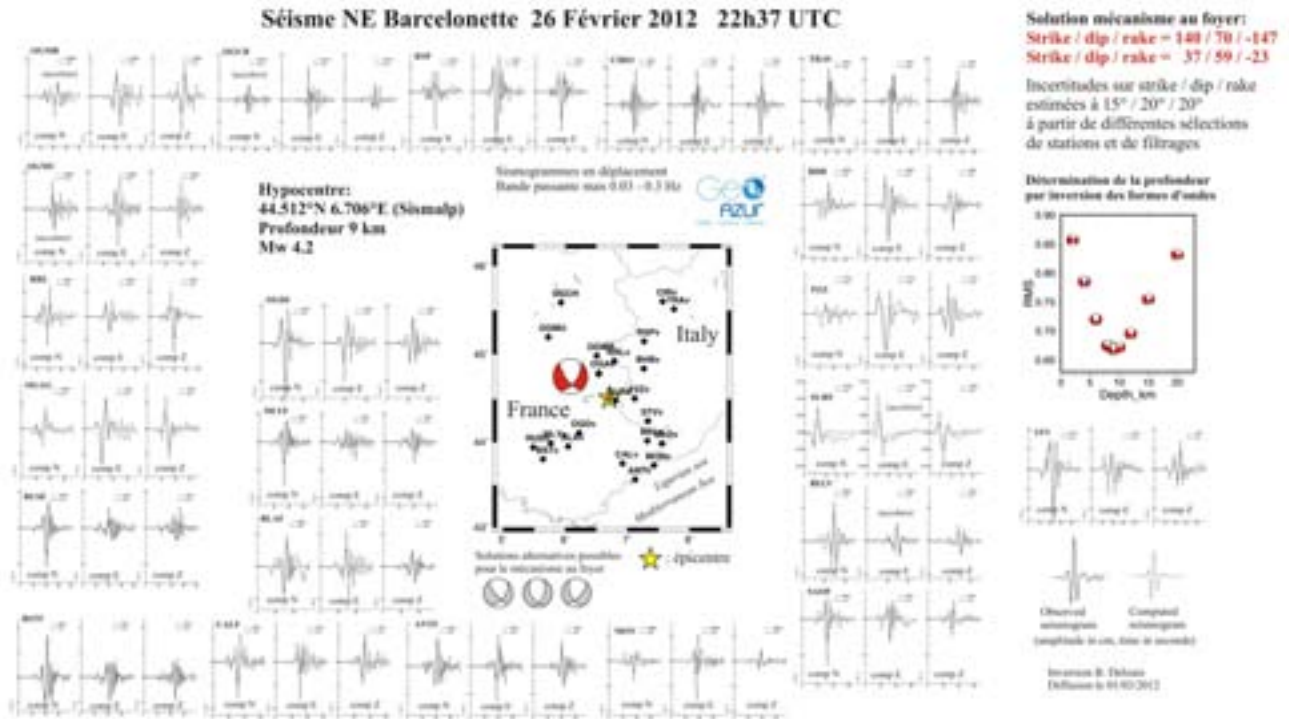


Figure 3: Détermination du mécanisme au foyer et de la profondeur par la méthode FMNEAR en utilisant l'ensemble des données sismologiques vélocimétriques et accélérométrique.

### 3-Analyse sismo-tectonique de cet événement:

La zone épicertrale du 26 février 2012 (Figure 4) est très proche de celle du séisme de Saint Paul d'Ubaye (05/04/1959,  $M_L=5,5$ ) et juste au nord de l'intense crise de microsismicité de 2003-2004 (Jenatton et al., 2007).

Ces événements sont localisés à la limite entre les Alpes internes et les Alpes externes dans une région où un grand système de failles NW-SE (faille de Bersezio, faille de Ruburent, faille de Jausier, faille de Serenne) traverse le socle cristallin du Massif de l'Argentera au sud, sa couverture sédimentaire Mésozoïque et les nappes alpines de l'Ubaye-Embrunais au nord. Ce système de failles a fonctionné en décrochement dextre, accommodant la rotation du bloc Adria et la surrection du Massif de l'Argentera, durant la période oligocène-pliocène mais la cinématique actuelle vue par le GPS et les mécanismes au foyer présente un composante normale dominante (Larroque et al., 2009). Le mécanisme du séisme du 26 Février 2012 va dans ce sens.

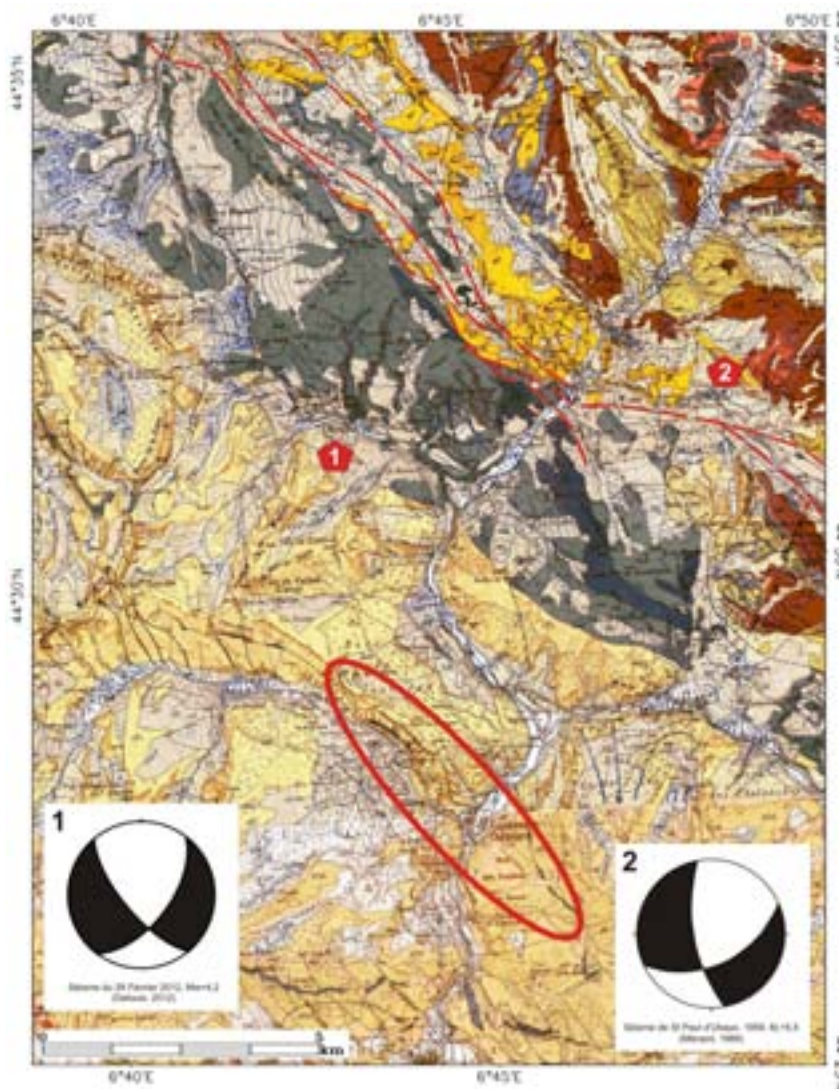


Figure 4 : Epicentres des séismes du 26 Février 2012 (1) et du 4 avril 1959 (2). La trace de la faille de Serenne est en pointillé rouge et la position de l'essaim sismique de 2003-2004 correspond à l'ellipse rouge. Les séismes du 4 avril 1959 et du 26 février 2012 sont localisés de part et d'autre de la faille de Serenne (Sue et al., 2007), leurs epicentres sont proches et les mécanismes au foyer assez similaires (Figure X). En jaune pâle et bleu : les nappes de flysch crétacé, en jaune, rouge et orange : les terrains mésozoïques et cénozoïques du domaine Briançonnais (Carte géologique d'Embrun 1/50000, BRGM).

## **Références:**

Delouis B., Charlety J. et Vallée M. (2009). A Method for Rapid Determination of Moment Magnitude  $M_w$  for Moderate to Large Earthquakes from the Near-Field Spectra of Strong-Motion Records (MWSYNTH),  
Bulletin of the Seismological Society of America, vol. 99, n°3, pp. 1827-1840,.

Jenatton L., Guiguet R., Thouvenot F. and N. Daix (2007). The 16,000-event 2003-2004 earthquake swarm in Ubaye (French Alps). Journal of Geophysical Research, 112, B11304,  
doi:10.1029/2006JB004878.

Larroque, C., Delouis, B., Godel, B. & Nocquet, J.M. (2009). Active deformation at the southwestern Alps – Ligurian basin junction (France-Italy boundary) : Evidence for recent change from compression to extension in the Argentera massif. Tectonophysics, 467, 1-4, doi:10.1016/j.tecto.2008.12.013.

Sue C., Delacou B., Champagnac J.D., Allanic C., Tricart P. and M. Burkhard (2007). Extensional neotectonics around the bend of the western/Central Alps : an overview. Int. J. Earth Sci,  
doi:10.1007/s00531-007-0181-3

## Annexe:

### 1. Liste des séismes 2012 précédents le séisme principal dans la même région :

Date	Origine	lat	lon	prof	Ml
2012-01-07	22:25:27.5	44.47	6.69	5	2.02
2012-01-11	21:35:09.4	44.61	6.68	4	1.18
2012-01-16	15:12:37.2	44.54	6.85	3	1.98
2012-02-24	19:13:50.1	44.49	6.71	9	1.46
2012-02-24	20:24:59.3	44.54	6.75	10	1.71
2012-02-26	00:49:12.9	44.56	6.80	5	2.12
2012-02-26	01:21:55.9	44.53	6.70	5	1.37
2012-02-26	03:46:13.3	44.64	6.76	1	1.26

### 2. Liste des événements de la séquence sismique détectés automatiquement à ce jour

Date	Origine	lat	lon	prof	Ml
<b>2012-02-26</b>	<b>22:37:56.1</b>	<b>44.50</b>	<b>6.71</b>	<b>1</b>	<b>4.75</b>
2012-02-26	22:50:34.9	44.42	6.86	10	1.97
2012-02-26	22:57:05.2	44.57	6.80	10	1.48
2012-02-26	23:02:12.1	44.51	6.81	16	1.14
2012-02-26	23:11:04.6	44.52	6.81	15	1.31
2012-02-26	23:21:15.7	44.46	6.80	5	1.95
2012-02-26	23:39:34.8	44.51	6.73	4	3.67
2012-02-26	23:43:29.1	44.52	6.75	10	1.88
2012-02-27	00:14:05.2	44.46	6.78	5	1.90
2012-02-27	00:36:40.7	44.55	6.75	10	1.68
2012-02-27	00:42:16.6	44.51	6.79	10	1.74
2012-02-27	00:48:54.3	44.45	6.74	5	2.23
2012-02-27	01:09:34.3	44.56	6.77	5	1.36
2012-02-27	01:43:40.0	44.40	6.60	10	1.65
2012-02-27	02:01:23.6	44.53	6.80	10	1.82
2012-02-27	02:13:58.7	44.52	6.79	10	1.63
2012-02-27	03:42:08.0	44.50	6.70	3	1.32
2012-02-27	04:01:24.8	44.48	6.72	10	1.49
2012-02-27	04:13:04.3	44.47	6.67	3	1.49
2012-02-27	05:06:35.9	44.40	6.62	5	1.66
2012-02-27	06:26:35.8	44.50	6.72	4	1.34
2012-02-27	07:11:27.7	44.44	6.73	5	3.01
2012-02-27	13:14:10.5	44.55	6.78	9	1.14
2012-02-27	14:18:07.7	44.52	6.70	7	1.46
2012-02-27	14:30:28.5	44.56	6.79	10	1.34
2012-02-27	16:31:21.9	44.49	6.73	1	3.82
2012-02-27	16:56:45.6	44.54	6.78	9	1.03
2012-02-27	17:17:30.4	44.46	6.80	5	1.86
2012-02-27	18:25:43.7	44.54	6.78	12	1.07
2012-02-27	20:03:06.8	44.51	6.74	6	1.03
2012-02-27	22:51:54.2	44.52	6.70	10	1.49
2012-02-27	23:05:28.4	44.44	6.72	5	2.61
2012-02-27	23:07:11.0	44.49	6.75	10	1.50
2012-02-27	23:19:00.4	44.48	6.77	10	1.31



2012-02-28 00:48:08.4	44.54	6.69	10	1.34
2012-02-28 03:20:13.4	44.43	6.76	5	2.21
2012-02-28 04:16:42.5	44.47	6.58	1	1.28
2012-02-28 05:03:33.7	44.42	6.81	1	1.25
2012-02-28 05:10:58.2	44.50	6.69	8	1.14
2012-02-28 07:10:58.7	44.46	6.84	11	0.95
2012-02-28 07:19:38.7	44.46	6.77	5	1.64
2012-02-28 09:01:03.2	44.48	6.77	0	2.51
2012-02-28 09:02:25.5	44.45	6.77	10	1.63
2012-02-28 09:46:16.0	44.45	6.72	10	1.67
2012-02-28 15:11:59.1	44.47	6.70	13	1.16
2012-02-28 15:33:08.5	44.56	6.65	18	1.45
2012-02-28 16:48:04.6	44.50	6.69	5	1.34
2012-02-28 17:09:33.2	44.47	6.76	5	1.68
2012-02-28 21:55:37.8	44.49	6.68	8	1.12
2012-02-29 00:44:27.3	44.47	6.79	10	0.93
2012-02-29 08:45:20.0	44.48	6.73	0	1.99
2012-02-29 10:28:39.7	44.50	6.69	4	1.52
2012-02-29 17:21:09.7	44.49	6.78	5	1.74
2012-03-01 00:43:00.6	44.48	6.74	10	1.45
2012-03-01 05:21:13.5	44.48	6.72	11	1.18
2012-03-01 17:18:06.9	44.50	6.67	8	1.18
2012-03-01 17:44:50.9	44.47	6.79	5	1.93
2012-03-01 19:12:41.4	44.49	6.68	10	1.38
2012-03-02 03:22:28.3	44.49	6.72	11	0.91
2012-03-02 03:58:58.5	44.43	6.67	8	1.32
2012-03-02 07:15:51.7	44.45	6.74	5	4.00
2012-03-02 07:19:27.4	44.51	6.74	10	1.62
2012-03-02 07:25:05.4	44.48	6.72	4	1.06