

Rapport Scientifique sur les activités menées par le LIA « Montessus de Ballore »

- 2015 -

Co-responsables : Gabriel Vargas (U-Chile-Géologie), Christophe Vigny (ENS)

En 2015, les activités coordonnées dans le cadre du LIA ont porté essentiellement sur deux crises sismiques : l'étude sur les conséquences des séismes d'Iquique d'Avril 2014 (Mw 8.1 et Mw 7.7), et l'étude du séisme d'Illapel du 17 Septembre 2015 (Mw 8.3).

la découverte d'un glissement lent précurseur à la crise sismique du Nord Chili, détecté par les stations cGPS de la région situées le long de la côte ainsi que par l'inclinomètre longue base de Santa Rosa, a fourni l'occasion d'une revisite de l'ensemble des séries temporelles disponibles, depuis 2000 sur quelques stations et depuis 2008 pour la plupart d'entre elles. Traitements fins, réduction du bruit par la stabilisation des systèmes de référence, comparaisons cGPS inclinomètre(s) permettent d'identifier d'autres épisodes de glissement transitoire, très petits, dans la région d'Iquique.

L'occurrence du séisme d'Illapel qui vient combler un gap de 70 ans, est l'occasion d'étudier le déclenchement des segments les uns après les autres et les phénomènes de propagation des contraintes suites au séisme géant de Maule de 2010. Les ruptures successives de 2010, 2014 et 2015, sont inhabituellement proches dans le temps pour la subduction chilienne qui produit usuellement un séisme de magnitude largement supérieure à 8 par décennie. La question se pose de la mise en place d'une séquence de ruptures destinées à rompre la quasi totalité de l'interface tout au long du Chili, de manière similaire à la séquence des années 2000 sur la subduction de Sumatra...

Comme d'habitude, il convient de noter que la plus grande part des activités menées dans le cadre du LIA sont soutenues par des financements extérieurs : projets ANR (MEGA-Chile sur 2013-2015), projets CONYCIT, BQR ENS [IDEX PSL], BQR IPGP et LABEX UNIVEARTH Paris-7 [IDEX Sorbonne Paris Cité]; soutien chantier instrumenté labélisé INSU, ITN Européen ZIP, etc ... Le financement du LIA stricto-sensu permet l'animation scientifique et une participation à la maintenance des infrastructures d'observation, il ne représente que quelques % des sommes totales engagées.*

1. Etude géodésique du séisme d'Illapel du 16 Septembre 2015, Mw 8.3 (Ruiz, Baez, Rivera, Vigny, Klein, Métois, Grandin, ...)

Une quinzaine de stations cGPS du réseau LIA ont enregistré la rupture du 17 Septembre. Ces mesures ont été complétées par une campagne de remesure de la position des marqueurs mesurés régulièrement chaque année dans la région depuis 2004 d'environ 60 points (fig 1).

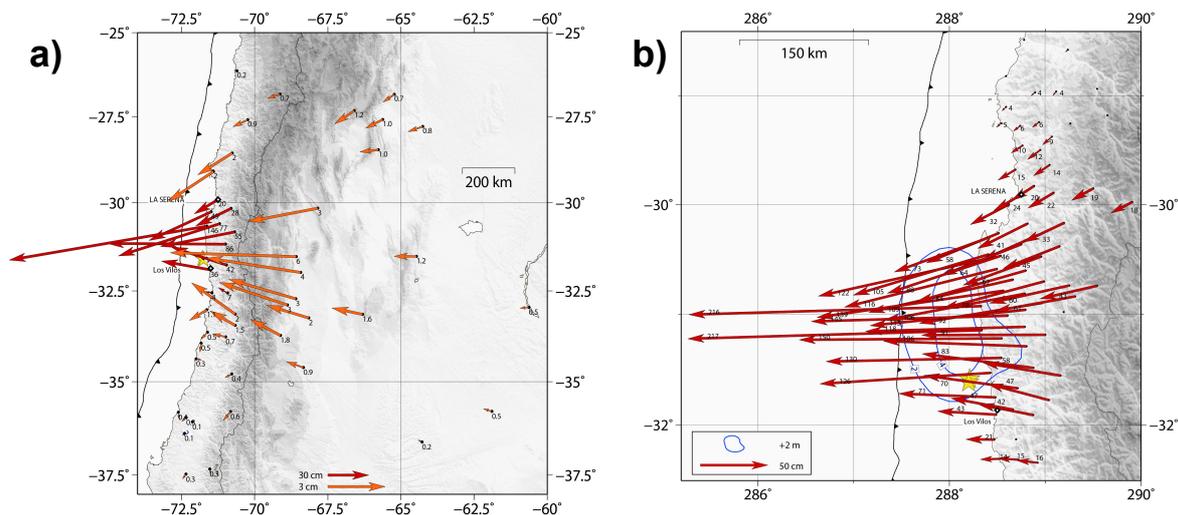


Fig 1. Déformations cosismiques du séisme d'Illapel du 16 Septembre 2015 mesurées par GPS : a) stations permanentes des réseaux LIA et RAMSAC argentins b) campagne de mesure sur le réseau de marqueurs de la région de Coquimbo réalisée en Octobre 2015

Les deux champs de déplacement permettent de localiser le centroïde de déformation et de calculer un modèle de source sismique (fig2a).

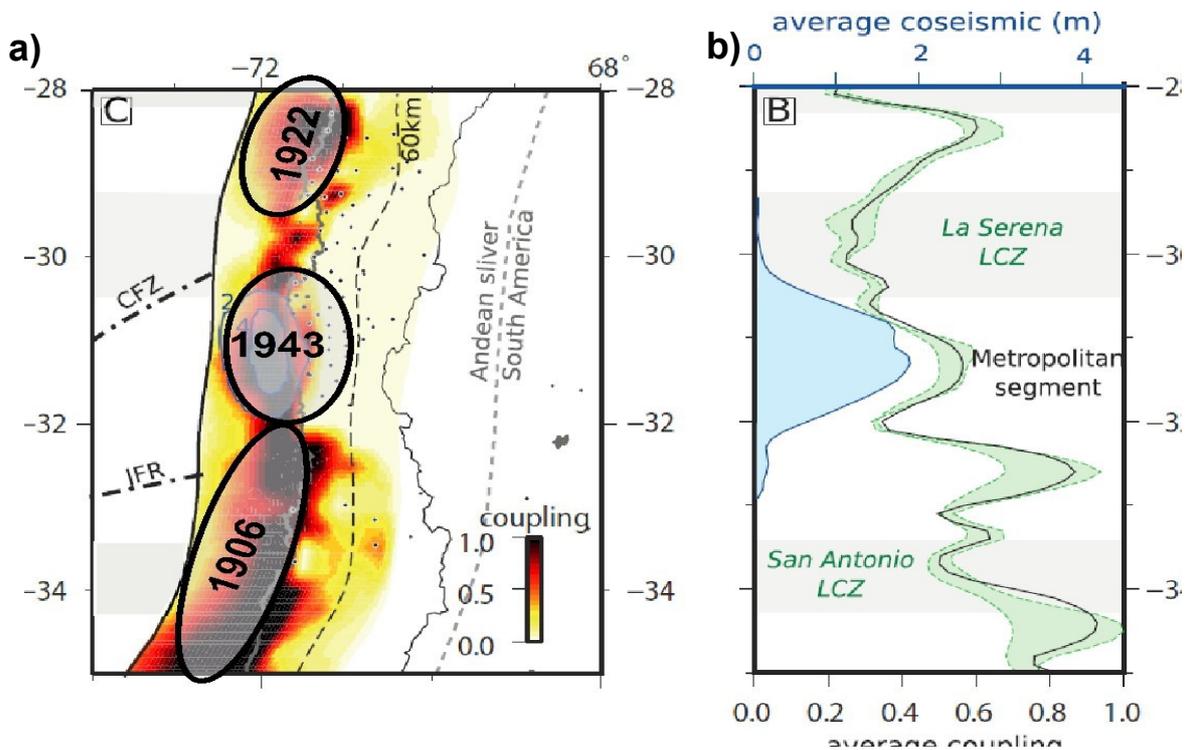


Fig2. Correspondance entre modèle de source et modèle de couplage a) en carte b) en coupe 2D.

La source révélée par les déplacements GPS montre :

- que c'est la zone de rupture du séisme de 1943 qui a été reprise quasi exactement, avec un séisme de taille similaire. De ce point de vue, le séisme d'Illapel de 2015 peut être considéré comme l'exemple type du séisme caractéristique qui rompt à intervalle de temps régulier la lacune qu'il occupe : à 7 cm/an (vitesse de convergence entre les plaques), ce sont bien environ 5 m de déformation qui ont été accumulés en 72 ans (laps de temps écoulé entre 1943 et 2015), ce qui correspond bien au glissement moyen sur ~200 km de long de ce séisme de magnitude 8.3
- la correspondance entre le modèle de source et le couplage inter-sismique établi au préalable est quasi parfait (fig 2a et fig 2b) : en latitude, le séisme se développe entre 32°S (un minimum local du couplage au niveau de la ville de Los Vilos) qui est aussi la latitude à laquelle le slab change de géométrie et où commence la zone du « flat slab » en profondeur, au nord de 32°S ; et 30°S où commence la très grande zone de faible couplage de La Serena.

La région de Coquimbo avait été identifiée au préalable comme une lacune sismique susceptible de rompre incessamment dès le début des années 2000, sur la base de la théorie des lacunes historiques de Nichenko (séisme caractéristique) et sur la base des cartes de couplage dessinant une zone fortement couplée entre 30°S et 32°S. C'est donc un bon exemple de « prédiction » réussie.

Pour autant, plusieurs questions importantes restent en suspens :

- certains modèles de source, basés sur les données sismologiques et géodésiques, semblent indiquer une rupture avec une composante superficielle, très proche de la fosse. Cela reste à démontrer, avec des conséquences importantes en terme d'aléa tsunami.
- si la région entre 30°S et 32°S était fortement couplée, la région immédiatement au Sud du minimum local de couplage (entre 32°S et 33°S) l'était encore plus. La question est de savoir pourquoi elle n'a pas rompu avec le séisme de septembre et si elle est susceptible de rompre individuellement à l'avenir ou si au contraire la raison pour laquelle elle n'a pas pu rompre demeure.

L'aléa sismique restant pour cette région du Chili c'est maintenant déporté au sud sur le segment métropolitain à la latitude de la ville de Valparaiso, coincé entre les ruptures de 2010 et 2015 ; et au nord au niveau de la ville de Copiapo et du segment dit « Atacama » dont la dernière rupture remonte à 1928, soit il y a près d'un siècle déjà.

2. Étude fine des séries temporelles cGPS/inclino du nord Chili (Meneses, Boudin)

2.1 Séries GPS

Les réseaux GPS et inclinométriques du nord Chili ont mis en évidence une déformation transitoire, étalée sur plusieurs semaines précédant les grands séismes des 1^{er} et 3 Avril 2014. Cette déformation transitoire à court-terme est la première à avoir été détectée sur la subduction Chilienne, et cela grâce au fait que l'amplitude de la déformation infligée à la plaque supérieure a atteint 25mm, quantité bien supérieure au seuil de détection des mesures GPS (quelques mm en standard). Du coup, la possibilité de déformations transitoires plus petites et passées jusque là inaperçues est réapparue. Pour autant, la détection de telles déformations (quelques mm étalés sur plusieurs semaines, voir plusieurs mois) constitue un défi d'importance : les mesures GPS sont intrinsèquement très précises mais sont affectées par des biais (par exemple saisonniers, ou des effets de système de référence) qu'il faut d'abord filtrer. Le problème étant que des filtres trop efficaces (par exemple basés sur la soustraction d'un mode commun) peuvent filtrer une partie du signal en même temps que le bruit qu'ils enlèvent...

Des nouvelles méthodes basées sur la réalisation d'un système de référence local et temporaire (PYACS, J.-M. Nocquet) ont démontré qu'il était possible de diminuer sensiblement le bruit des séries temporelles cGPS sur une certaine zone (typiquement quelques centaines de km) et pour une certaine durée (typiquement quelques mois). Ces méthodes, employées sur les données chiliennes, donnent de bon résultats (fig 3) qui permettent d'identifier d'autres signaux transitoires que celui qui précède les séismes d'Iquique de 2014.

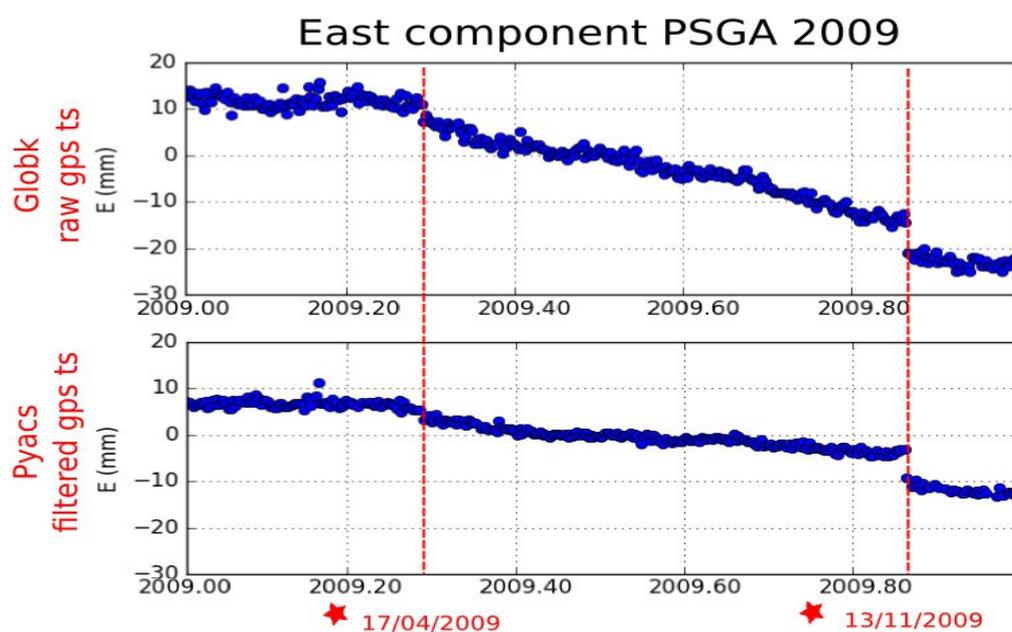


Fig 3. série temporelle de la station cGPS de Pisagua (PSGA) pour l'année 2009. série «brute» (en haut) et série filtrée – PYACS (en bas). À noter que les échelles de déplacements sont différentes (50mm pour la série brute, 30 mm pour la série filtré. Les étoiles et les traits tiretés rouges marquent les dates de deux séismes notables de l'année 2009 dans la région de Pisagua, qui donne un déplacement co-sismique significatif à la station.

Ces signaux corroborent les mesures réalisées depuis des années par les deux inclinomètres à large base, quand elles existent. De ce fait, il s'agit la d'une validation à la fois des mesures inclinométriques (les signaux inclinométriques peuvent être considérés comme réels plutôt que résultants d'une dérive de l'appareil) et de la finesse des mesures GPS (au delà des quelques mm communément admis).

L'étude exhaustive de l'ensemble des séries temporelles GPS du Chili depuis qu'elles ont débuté en 1995 reste à faire.

2.2 Inclinométrie longue base

La station prototype d'inclinomètres à 2 composantes longue base (~ 50 m de long) installée à 150 m de profondeur dans la mine Santa Rosa près de la ville d'Iquique (nord du Chili) était opérationnelle au cours des 3 mois de pré activation sismique de l'événement majeur de Mw8.1 d'Iquique le 1^{er} avril 2014. Ces instruments ont une résolution de 10^{-9} rad et une stabilité à 10^{-8} rad / mois (Boudin & al., 2008, 2013), soit des déplacements verticaux relatifs entre 0.01 à 0.1 mm sur une base de 10 km. Après un retrait de la marée de la terre, de la corrélation thermique et atmosphérique. Les observations effectuées pendant cette période montrent une éventuelle succession de glissements lents.

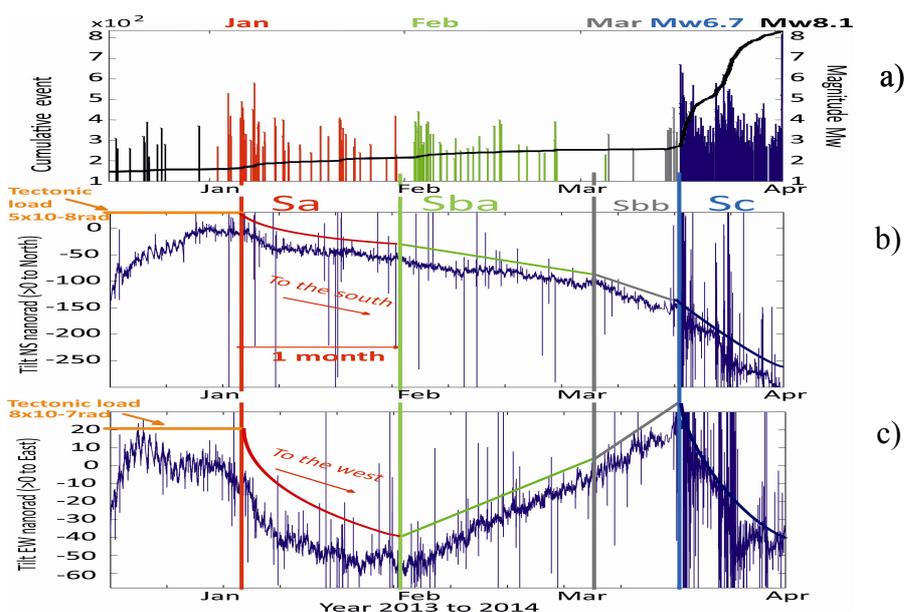


Figure 4: a) évolution temporelle des différentes crises pré-sismiques du mois de janvier, février et mars 2014. Observations inclinométriques longue base à la station de Santarosa, b) direction NS, c) direction EW.

De mi-décembre au 4 janvier, nous retrouvons un signal cohérent avec les inclinaisons inter-sismique de l'année précédente. A partir du 4 janvier et sur une durée de 1 mois environ, nous observons une 1^{ère} phase de glissement SSEAa de très faible amplitude 40 à 50 nrad sur les 2 composantes NS et EW des inclinomètres (voir figure 4 b & c). Cette 1^{ère} phase est parfaitement corrélée avec la crise pré-sismique de janvier se trouvant au sud du futur événement principal et de la ville d'Iquique (voir figure 4a). L'azimut de la déformation inclinométrique nous indique un glissement lent exactement dans cette direction au SO de la station. Les mouvements transitoires se poursuivent en février (phase B : SSEBa) et indique

un autre glissement lent se trouvant plus à l'est à cause du change de sens de la composante EW des inclinomètres ; suivi d'une phase intermédiaire début mars SSEBb et enfin d'une dernière phase C de glissement SSECa à partir de la crise pré-sismique du 16 mars 2014 commençant juste après le principal événement pré-sismique de Mw6.7 se trouvant un peu plus au nord que la phase A. Les déplacements observés sur les stations GPS proches de ces glissements lents n'étant que de quelques mms ; ils apportent une contrainte supplémentaire pour mieux localiser ces SSEs plus près de la côte, entre les deux principales aspérités de la réplique principale Mw7.7.

Une modélisation des déplacements horizontaux à partir d'un domaine de mécanisme au foyer des SSEs permet alors d'identifier les mêmes phases (A, B et C) sur plusieurs stations GPS situées proches de la zone de ces glissements. En tenant compte d'incertitude sur la localisation ± 15 km en direction NS et EW ± 10 km en profondeur, sur le type de mécanisme des événements (strike : $\pm 15^\circ$, dip= $\pm 10^\circ$, rake= $\pm 15^\circ$) mais aussi sur les propriétés élastiques du milieu à $\pm 25\%$ on peut montrer que les déplacements observés sur les stations cGPS au sud de la zone de rupture principale ne peuvent pas être expliqués seulement par des ruptures cosismiques. Il est nécessaire d'introduire les mêmes glissements asismiques observés sur les inclinomètres longue base des phases A, B et C.

3. Sismologie (Aden-Antoniow, Bernard, Satriano, Poiata, Vilotte)

Afin de caractériser l'activité sismique au cours des trois mois précédents le séisme principal et de comprendre les mécanismes qui ont permis le déclenchement du séisme d'Iquique (Mw 8.2, 1er Avril 2014) un catalogue plus complet de la sismicité antérieure au séisme d'Iquique (Mw 8.2, 1er Avril 2014) a été généré en utilisant une méthode de détection et de localisation automatique, basée sur la caractérisation statistique des arrivées des ondes de volume (P et S) et sur la retro propagation spatio-temporelle des fonctions caractéristiques (Poiata et al., 2016). Les données utilisées sont issues des réseaux IPOC (Intergrated Plate boundary Observatory Chile) et ILN (Iquique Local Network). L'activité sismique est définie par l'activation d'un premier essaim au mois de Janvier 2014 proche d'Iquique pendant une période de 4 jours. Un second essaim est activé en Mars 2014 cette fois-ci proche de la ville de Pisagua, environ 100 km plus au nord. Cet essaim a été déclenché par un séisme crustal, de magnitude 6.7, qui déclenchera par la suite une succession de séismes de magnitude supérieur à 6 jusqu'à amener le séisme d'Iquique (Figure 5). La méthode employée permet de détecter 36002 séismes depuis le 1er Décembre 2013 jusqu'au 31 Mars 2014. Cela a permis de baisser la magnitude de complétude du catalogue de 3.3 (catalogue CSN) à 1.2.

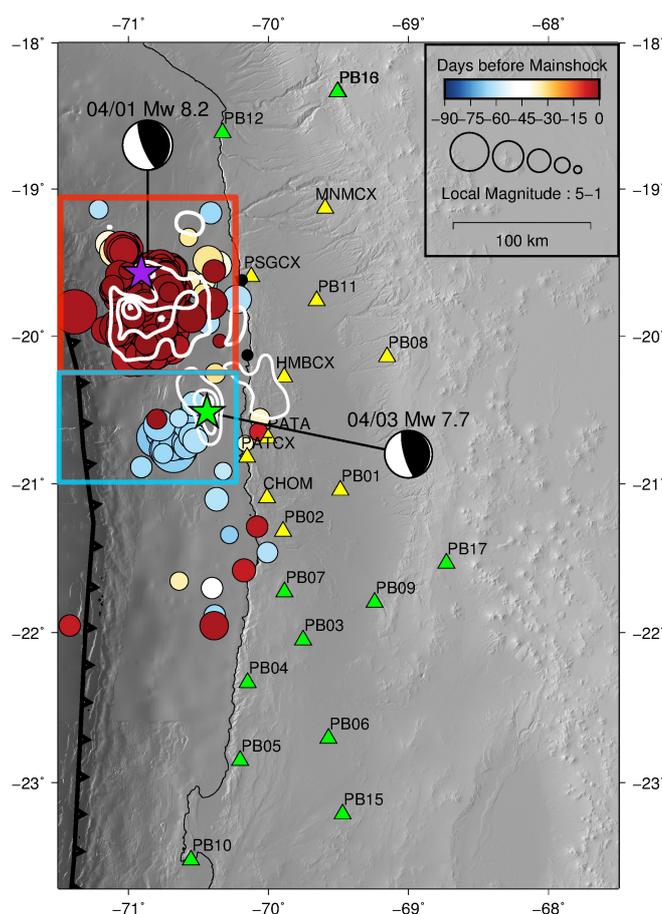


Figure 5: Evenements précurseur du séisme d'Iquique (étoile violette) issus du catalogue du Centro Sismologico Nacional. L'échelle de couleur indique le nombre de jour avant le choc principale depuis le 1er Décembre (bleu) au 31 Mars (rouge). Les stations utilisés sont représentées par des triangles jaunes. Les lignes de contour représentent les glissements co-sismique [Vallée et al. (AGU 2014)] du séisme d'Iquique et de sa réplique principale du 3 Avril (étoile verte). Les encadrés de couleur correspondent aux zones d'études concernant le cluster d'Iquique (bleu ciel) et Pisagua (rouge).

L'analyse de ce catalogue met en évidence des différences de comportement mécanique à l'interface de subduction à ces latitudes (entre 19°S et 21°S) en délimitant plusieurs zones d'études. Il semble n'exister aucun lien en terme de sismicité entre les deux essais connus, celui de Pisagua présentant notamment une activité continue proche de l'épicentre du séisme d'Iquique jusqu'au plus fort précurseur (Figure 6). Le point de départ de l'activité anormale pourrait correspondre à un processus de forçage s'effectuant sur l'interface à ces latitudes. Ce processus aurait déclenché des épisodes d'activités sismiques forts et des épisodes de glissement peu ou pas accompagnés de sismicité, démontrant une possible interaction entre ces deux processus selon les zones.

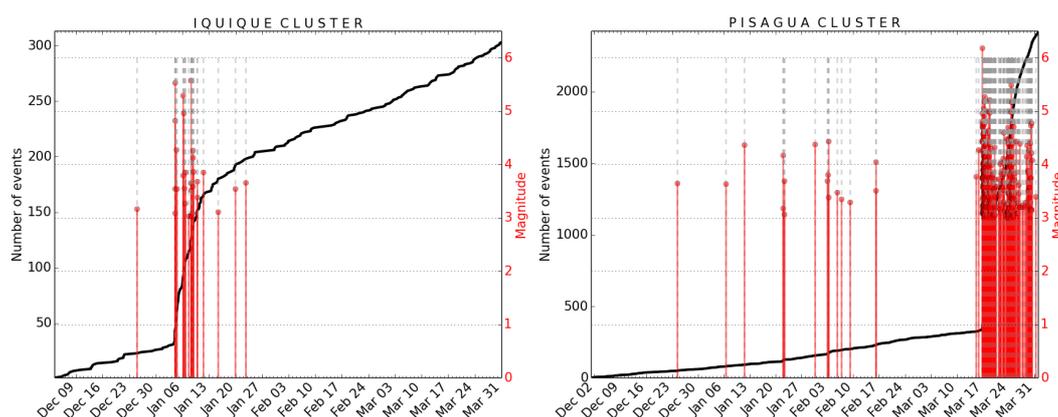


Figure 6: Nombre d'événements cumulés (courbe noir) dans chacune des deux zones de recherche: le cluster d'Iquique (encadré bleu Figure 1.) et celui de Pisagua (encadré rouge Figure 1.) en fonction des séismes de magnitude supérieure à 3 (rouge).

4. Déformation visco-élastique long-terme post Maule 2010 (Klein, Fleitout, Vigny)

Un séisme géant comme le séisme de Maule de magnitude 8.8 du 27 février 2010 induit des contraintes très importantes dans les couches du manteau terrestre tout autour du plan de rupture. A cause de la viscosité du manteau, ces contraintes se relâchent lentement au cours du temps (pendant des années, voir de décennies) tout en diffusant dans l'espace à des centaines voire milliers de km.

5 ans de mesures GPS continues sur plus d'une centaine de sites permanents couvrant l'ensemble du continent sud-américain, permettent de quantifier et analyser le champ de déformation qui résulte de cette relaxation. (Fig 7)

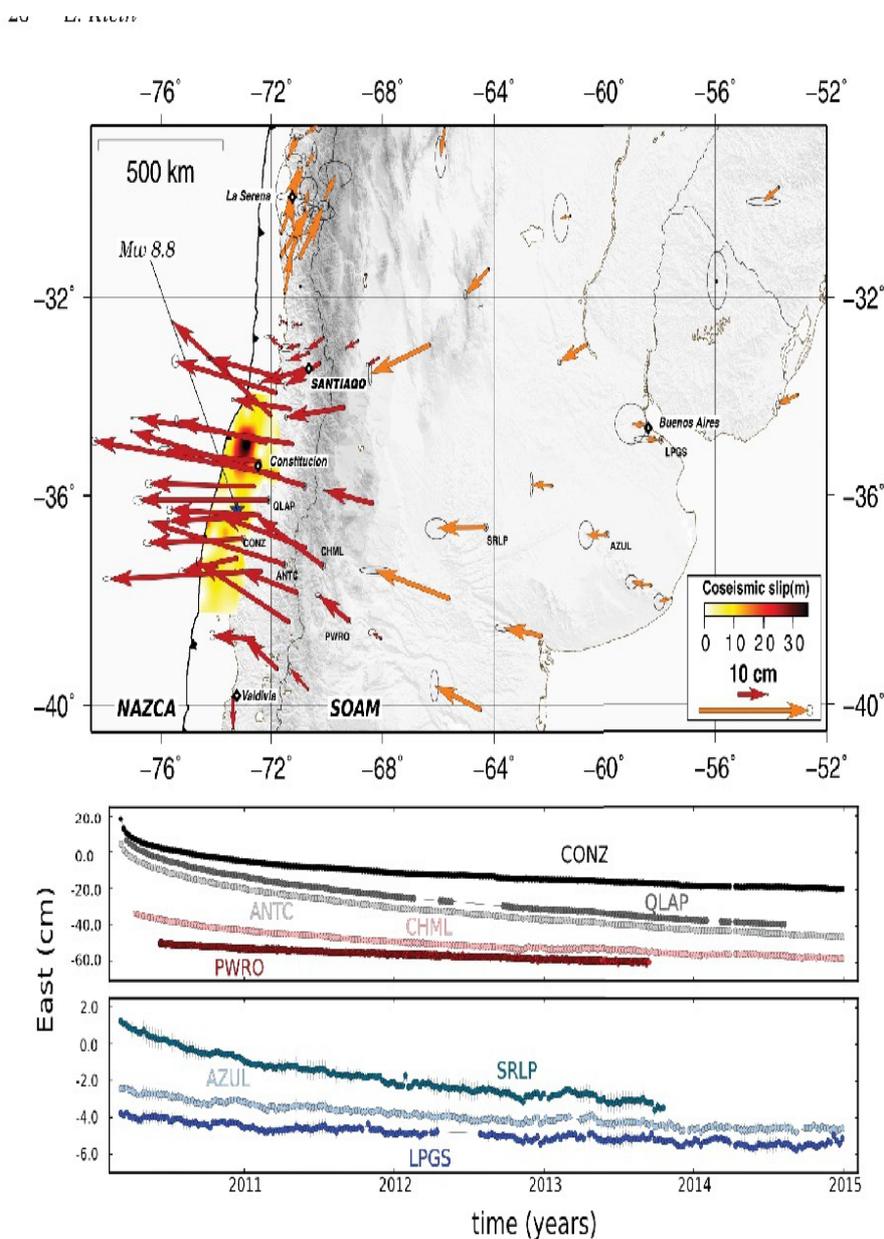


Fig 7. 5 ans de déformations GPS post-sismiques à Maule cumulées

Le modèle aux éléments finis qui permet de rendre compte de cette relaxation est construit sur un maillage 3-D, à maille variable, adapté à la subduction Chilienne. L'interface de subduction est dotée d'une rhéologie complexe, variable en profondeur et latéralement. Les plaques chevauchante et subductante ont un comportement élastique représenté par les modules de G et K (bulk and shear moduli) qui varient en fonction de la profondeur. Les valeurs utilisées représentent une discontinuité à 30 km de profondeur (Moho) puis la distribution PREM ensuite. Le manteau sous les plaques est stratifié en 3 couches de viscosité distincte (et augmentant avec la profondeur). La région bleue foncée, appelée « Asthénosphère » ou « overriding plate » a été ajoutée pour pouvoir épaissir, si nécessaire, l'une ou l'autre plaque. On peut donc lui donner les propriétés élastiques d'une plaque ou les propriétés visco-élastiques de l'asthénosphère, selon le cas. On ajoute un «channel» (zone rouge) à très faible viscosité disposé tout le long de l'interface entre les deux plaques, jusqu'à 90 km de profondeur (LVC) ; qui se révèle essentiel dans la modélisation des déformations constatées. Dans toutes les couches visqueuses, des rhéologies de Burger (avec plusieurs éléments de Kelvin-Voigt, à même de rendre compte des différentes échelles de temps – court et long-terme) sont utilisées.

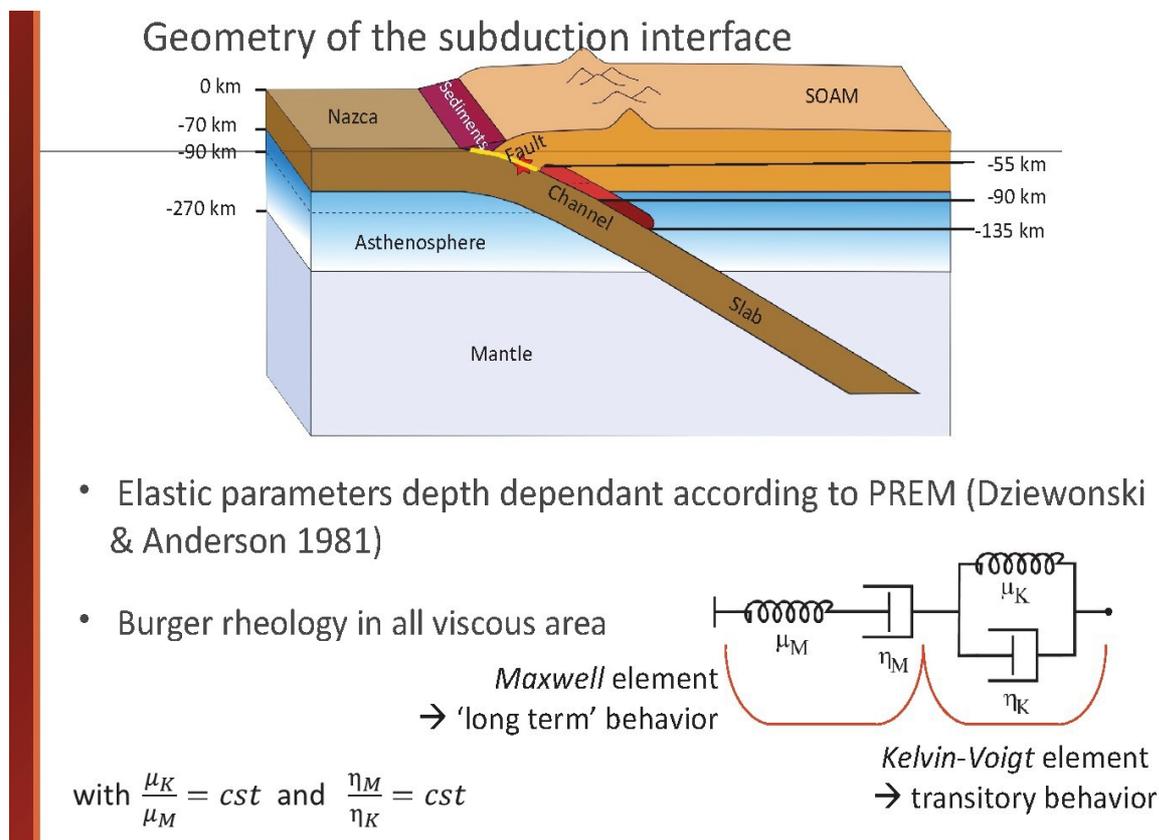


Fig 8. description géométrique et rhéologique du modèles aux éléments finis.

Site web / bases de données : le site WEB du LIA est consultable sur :

<http://www.lia-mdb.net>

<http://www.geologie.ens.fr/~vigny/chili-f.html>

Le fait marquant de l'année 2015 est la mise en place de la base de données du CSN (Centro Sismologico Nacional) de l'Université du Chili à Santiago. Dans le cadre du développement du réseau d'alerte aux Tsunamis, beaucoup de nouvelles stations multi-paramètres (cGPS, sismographes courte-période et large-bande, accéléromètre) ont été installés. Ces stations sont télémétrées de manière à envisager la future mise en place d'un traitement temps-réel des données. La nouvelle base des données cGPS est abondée quotidiennement au DGF par les différents opérateurs de stations permanentes au Chili (Caltech, ENS, IPGP, DGF), puis «mirrorée» (quotidiennement également) à l'ENS. Des calculs automatiques sont effectués à l'ENS (C. Vigny) et au DGF (J.C. Baez) sur l'ensemble du réseau.

Bon nombre de stations «LIA» ont été intégrées dans le nouveau réseau CSN, ce qui a donné lieu au remplacement des récepteurs Trimble Net-RS ou TopCon GB-1000 acquis sur les financements ANR par des récepteur Trimble Net-R9 du centre chilien. Pour autant, une ambiguïté subsiste sur la maintenance et le flux de données des stations anciennement LIA qui ne satisfont pas aux critères du CSN, et ne sont pas intégrées à la base de donnée du coté chilien.

Echanges/visites: le LIA coordonne une activité scientifique basée sur des échanges, des visites et des séjours de plus ou moins longue durée d'étudiants et de chercheurs français et chiliens, au Chili ou en France.

1. C. Vigny, 1 semaine à Antofagasta (cour ZIP), Octobre 2015

Campagnes de mesures et maintenance réseaux :

GPS :TalTal	Avr.	21j	Vigny/Meneses/Klein + 1tech. CSN (E.Saldano)	ANR+ITN
GPS : Coquimbo	Oct.	25j	Vigny/Klein + 2 tech. CSN (C.Bermejo, E.Saldano)	ANR+ITN
GPS : Nord-Chili	Nov.	18j	DeChabaliier/Romanet/Meneses/Valdivia/Carrizo	ANR+ITN+
IPOC	Nov	15j	Assaoui El Madani	LIA

stages M2 /master chiliens :

1. **Efrain Rivera**, sous la directions de S. Ruiz (DGF) et C. Vigny (ENS)
Titre : motogrammes des séismes principaux
Octobre 2015

Nlle thèse(s):

1. **Florent Aden-Antoniow**, sous la direction de Pascal Bernard et Claudio Satriano, à l'IPGP.
Titre : Étude des propriétés mécaniques et de la déformation transitoire dans les zones de subduction à partir de l'analyse et la modelisation de l'activité sismique, le cas du Chili du Nord
début : 01/10/2015

Rapports internes consultables sur la page web du LIA

1. [CR-missionsGPSavril2015.pdf](#) Rapport sur la remesure du réseau de la région de Copiapo à Taltal [Emilie Klein & Gianina Meneses & Christophe Vigny , Avril 2015].
2. [CR_Mesure_InterventionIllapel.pdf](#) Rapport sur l'intervention post-sismique à Illapel Mw 8.3 16-Sept-2015 - remesure du réseau GPS de Coquimbo [Emilie Klein & Christophe Vigny, Octobre 2015].
3. [Rapport_IPOC_2015.pdf](#) Rapport sur le réseau sismologie IPOC - activités 2015 [El-Madani Assaoui, Novembre 2015].

Communications à divers congrès et colloques

1. The 16 Sept 2015 Illapel Mw 8.3 Earthquake Source and Nucleation from Geodetic and Seismological Data
Vigny, C. S. Ruiz, E. Klein, F. Dcampo, E. Rivera, P. Poli, M. Métois, J.-C. Baez, G. Vargas, F. Leyron, R. Madariaga and L. Fleitout
abstract S54C-06, AGU Fall Meeting 2015, San Francisco.
2. Afterslip and Viscoelastic Relaxation Following the 2010 Mw 8,8 Maule Earthquake (Chile)
Klein, E., L. Fleitout, J.-D. Garaud and C. Vigny
abstract T24C-03, AGU Fall Meeting 2015, San Francisco.
3. Analysis Seismic of the seismic activity during the preparatory phase of the Mw 8.2 Iquique earthquake, Chile 2014
Aden-Antoniow F, Satriano, C., Poiata, N., Bernard, P., Vilotte, J.P., Assaoui, M., Ruiz, S., Shurr, B. and M. Sobiezak
poster, AGU Fall Meeting 2015, San Francisco.
4. Feedbacks between tectonics, topographic evolution and climate: the case of the Andean orogen.
Lacassin R.
invited conference at TopoEurope meeting, Antibes, October 2015.
5. Revisiting mountain-building in the Andes of Central Chile : constraints from structural geology and thermochronology,
abstract T34A-02 AGU Fall Meeting 2015, San Francisco.
6. Evolution des Andes, interactions entre tectonique et climat.
Lacassin R.
Séminaire invité, Lyon, Novembre 2015.

Les abstracts sont disponibles en ligne sur le site Web du LIA, à la rubrique «[publications] – [Talks and presentations]

Articles publiés/soumis

1. Andean growth and monsoon winds drive landscape evolution of SW margin of South America.
Coudurier-Curveur A., Lacassin R. and Armijo, R.
Earth and Planetary Science Letters (EPSL), 414, 878-99, doi: 10.1016/j.epsl.2014.12.047, 2015.
2. Probing large intraplate earthquakes at the west flank of the Andes. Vargas G., Klinger Y., Rockwell T.K., Forman S.L., Rebolledo S., Baize S., Lacassin R., Armijo R.
GEOLOGY, doi: 10.1130/G35741.1, 2015.
3. Coupled tectonic evolution of Andean orogeny and global climate.
Armijo R., Lacassin R., Coudurier-Curveur A., Carrizo D.
Earth Science Reviews, 143, 1-35, doi:10.1016/j.earscirev.2015.01.005, 2015.
4. Diversity of the Iquique's foreshocks and aftershocks: A clue about complex rupture process of a Mw 8.1 earthquake.
Leon-Rios, S., Ruiz, S., Maksymowicz, A., Leyton, F., Fuenzalida, A. and Madariaga, R.
Journal of Seismology DOI 10.1007/s10950-016-9568-6, 2016
5. Multi-band array detection and location of seismic sources recorded by dense seismic networks.
Poiata N., Satriano C., Bernard P., Vilotte J.-P., Obara K.
Geophys. J. Int., doi : 10.1093/gji/ggw071, 2016
6. Local tsunami warnings: Perspectives from recent large events.
Melgar, D., Allen, R. M., Riquelme, S., Geng, J., Bravo, F., Baez, J.-C., Parra, H., Barrientos, S., Fang, P., Bock, Y., Bevis, M., Caccamise, D. J., **Vigny, C.**, Moreno, M., and R. Smalley.
Geophysical Research Letters, Feb2016, Vol. 43 Issue 3, p1109-1117
7. Afterslip and viscoelastic relaxation model inferred from the large scale postseismic deformation following the 2010 Mw 8.8 Maule earthquake (Chile)
Klein, E., L. Fleitout, **C. Vigny** and J.-D. Garaud
Geophysical Journal International, March 2016

Annexe A – Bilan financier

DATE	N° Cde	FOURNISSEUR/AGENT	OBJET	TOTAL FACTURE €	commentaires
NOTIFICATION 2015 : 15 000 €					
MISSIONS					
04/11->19/11		Assaoui, El Madani	Mission maintenance IPOC	6 022,39	BT+IJ
04/11->19/11		Assaoui, El Madani	Frais de terrain associés à la mission IPOC	710,00	
Sous-Total Missions				6 732,39	
AUTRES DEPENSES FONCTIONNEMENT					
Aout-Sept.		Aden-Antoniow, F. CTR	Gratification stage (IPGP, direction Vilotte)	1 431,30	Pour 2 stations
			Transmission données IPOC (facture groupée 2015)	7 240,32	
			Petit matériel & envoi skynet disques Chili	762,47	
Sous total dépenses fonctionnement				9 434,09	
TOTAL DES DEPENSES 2015				16 166,48	