

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

- 2013 -

Co-responsables : Jaime Campos (U-Chile-Géophysique), Christophe Vigny (ENS)

En 2013, les activités coordonnées dans le cadre du LIA ont porté sur 3 axes : En premier lieu la continuation de l'exploitation des données acquises dans le cadre du séisme de Maule (2010) et ses répliques (sismologie, mouvements forts et géodésie cGPS, INSAR et inclinométrie); en second lieu la modélisation des déformations post-sismiques à Maule (cGPS); enfin la poursuite de la définition/caractérisation du couplage intersismique tout au long de la subduction, et ceci à différentes échelles de temps (des cycles sismiques aux cycles géologiques et géomorphologiques).

Par ailleurs, les discussions et réflexions sur la reconduction du LIA ont continué. On espère signer la convention de renouvellement du LIA en 2014.

Il est à noter que la plus grande part des activités menées dans le cadre du LIA sont soutenues par des financements extérieurs : projets ANR, projets CONYCIT, BQR ENS [IDEX Paris Sciences et Lettres], BQR IPGP et LABEX UNIVEARTH Paris-7 [IDEX Sorbonne Paris Cité]; soutien chantier instrumenté labélisé INSU, bientôt ITN Européen. 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. Etudes du séisme de Maule et ses répliques

Le séisme de Constitución de mars 2012 [S. Ruiz, R. Grandin, R. Madariaga, V. Dionicio, C. Satriano, A. Fuezalida, C. Vigny]

Le séisme de Constitución (~35°S de latitude) de Mars 2012 est l'une des plus grosses répliques du séisme de Maule de 2010 qui ce soit produite. Cette réplique a été enregistrée par les stations GPS permanentes programmées à haute fréquence ainsi que par les sismographes et accéléromètres disposés dans la région. De plus, des images radar satellites SAR ont été acquises avant et après le séisme, autorisant la réalisation d'un interférogramme SAR (InSAR) co-sismique. Ces données ont été utilisées pour réaliser une inversion conjointe de la source sismique de cette réplique. Il en ressort que la rupture sismique à connu une longue phase de nucléation (de l'ordre de 6 secondes) assez inusuelle en général mais qui semble fréquemment présente pour les séismes chiliens de ce type. La rupture s'est ensuite développée sur la partie la plus profonde de l'interface de subduction, vers la surface, entre les régions de glissement sismique maximum du séisme de Maule et les régions où le glissement post-sismique était le plus rapide et le plus intense.

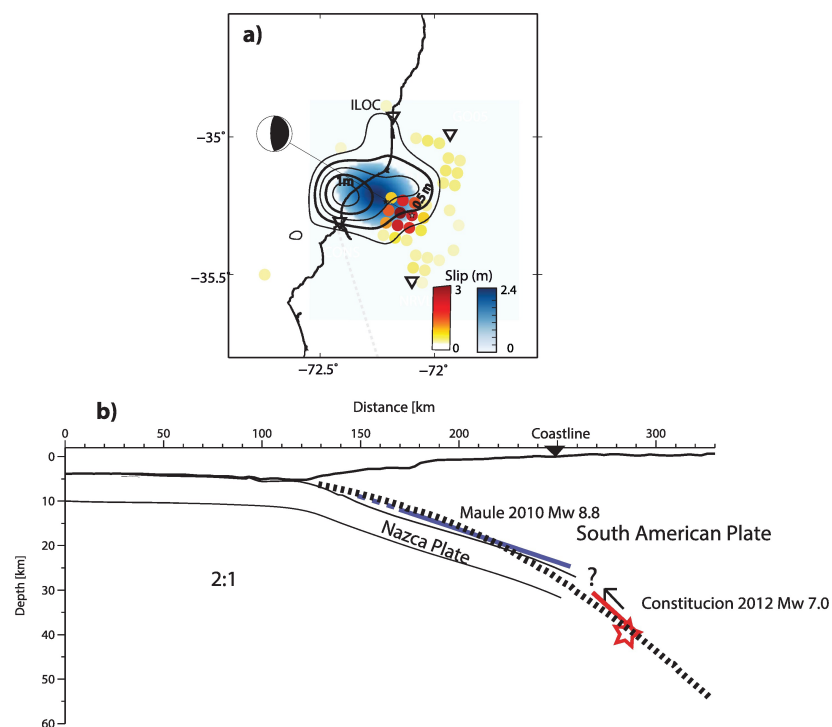
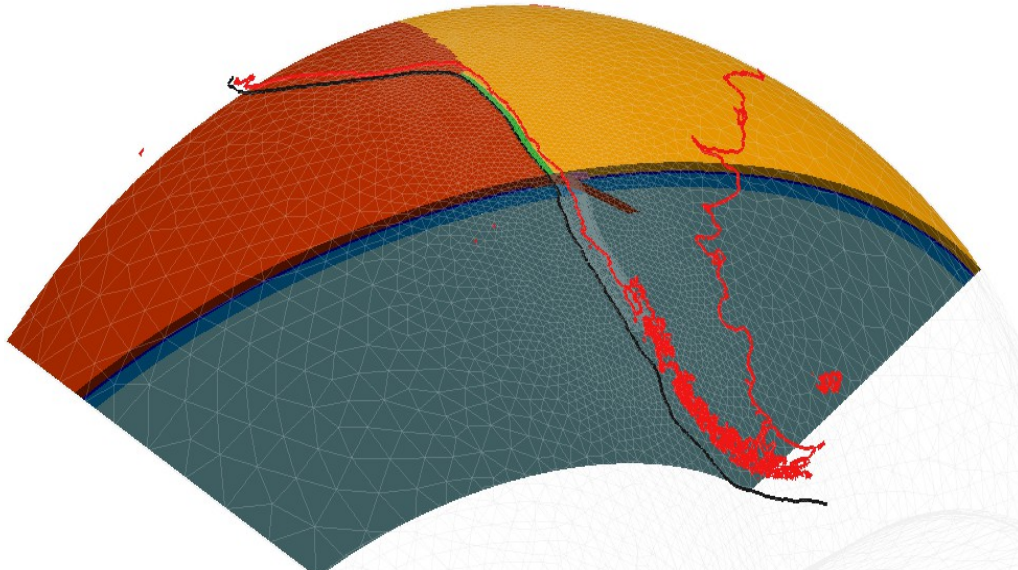


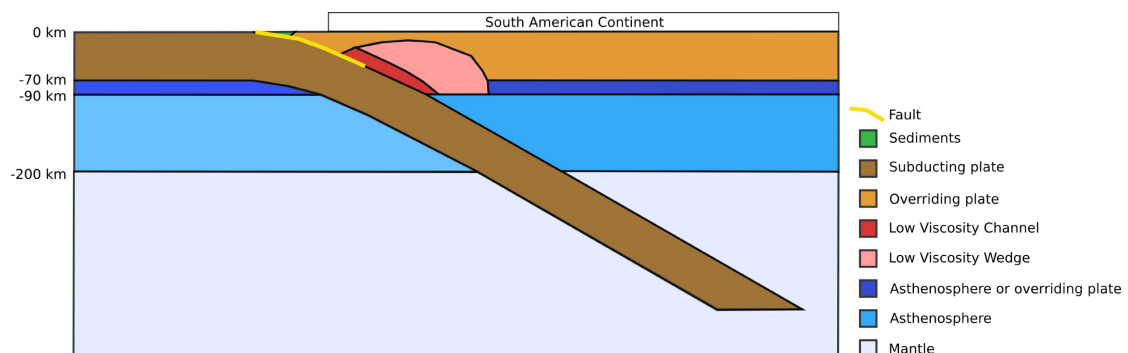
Fig. 10. (a) Slip distribution obtained from teleseismic records (color dots), together with InSAR images and GPS data (contour lines) and from GPS and strong motion records (gray shading). Color and gray scales are saturated to 4 m. (b) Geometry of the subducting Nazca plate modified from [Moscoso et al. \(2011\)](#) (black line). The black dashed line is the geometry of the slab interface proposed by [Hayes et al. \(2012\)](#). The thick blue line shows the Maule 2010 rupture zone ([Ruiz et al., 2012](#)). Red line is the Constitución 2012 rupture zone; red star is the hypocenter derived from P_1 waves (2:1/V:H scale). (For interpretation of the references to color in this figure legend, the reader is referred

2. Modélisation des déformations post-sismiques [E. Klein ; L. Fleitout ; C. Vigny]

Le maillage 3-D, à maille variable, adapté à la subduction Chilienne a été réalisé.. Une « Boîte » prise suffisamment large (+ de 60° en longitude et latitude) et profonde (1500 km de profondeur) est utilisée afin d'éviter les effets de bord.

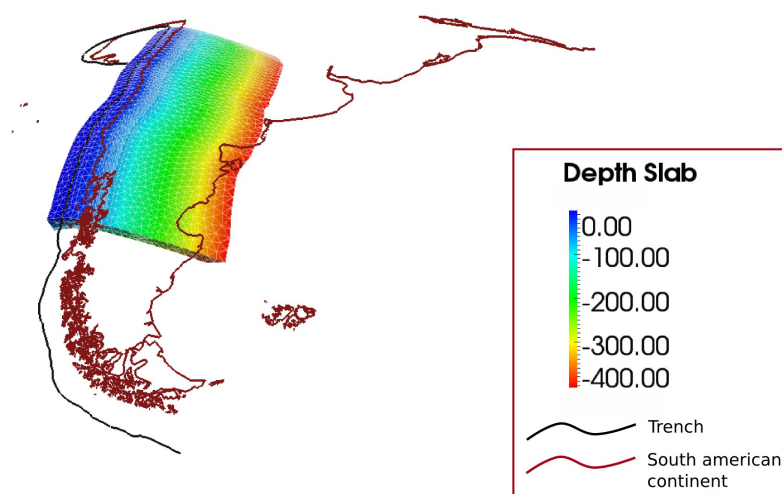


L'interface de subduction est doté d'une rhéologie complexe, variable en profondeur et latéralement. Le manteau sous les plaques est stratifié en 3 couches de viscosité distincte (et augmentant avec la profondeur). La région bleue foncée, appelée « Asthenosphere » ou « overriding plate » a été ajoutée 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 coin asthénosphérique (zone rose) à faible viscosité (LVW) dans l'espace entre les deux plaques ainsi qu'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). Le cycle sismique est réalisé grâce à un dédoublement d'une série de nœuds sur le plan de faille (trait jaune de 0 à 60 km de profondeur) sur lesquels on peut imposer un déplacement.

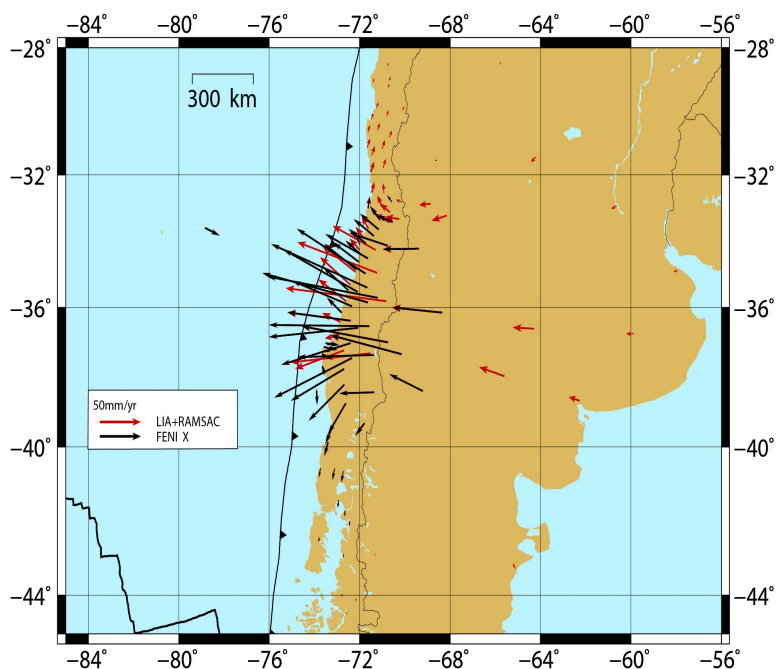


Les plaques chevauchante et subductante ont un comportement élastique représenté par les modules de G et K (bulk and shear moduli) qui varient en fonction de la profondeur. Les valeurs utilisées représentent une discontinuité à 30 km de profondeur (Moho) puis la distribution PREM ensuite. La structure des LVW et LVC sera contrainte par inversion des données GPS disponible.

La géométrie du slab est tirée du catalogue USGS, à la latitude du séisme du Maule : les éventuelles variations de pendages avec la latitude ne sont pas encore prise en compte.)



Les premiers modèles (figure ci-dessous) ont été réalisés avec les paramètres visqueux obtenu pour la modélisation du Japon et du séisme de Tohoku de mars 2011. Des rhéologies de Burger sont utilisées pour toutes les régions viscoélastiques. Dans ce modèle, l'asthénosphère (allant jusqu'à 300km de profondeur) possède une viscosité long terme de l'ordre de 2.10^{18} Pa.s ; Le Low Viscosity Wedge (LVW) à la base de la lithosphère, sous l'arc volcanique, et le Low Viscosity Channel (LVC) le long de l'interface entre les 2 plaques, possèdent une viscosité de l'ordre de quelque 10^{17} Pa.s. C'est l'ajustement des vitesses prédites (1 an après le séisme sur la figure ci-dessous) sur les vitesses observées, qui va permettre de déterminer de manière précise les paramètres rhéologiques du modèle.



Vitesses de déformations post-sismiques (3 ans) résultant du modèle visco-élastique 3D

3. définition/caractérisation du couplage intersismique tout au long de la subduction

a) mesures Géodésiques [C. Vigny, JB deChabalier, E. Klein, A. Delorme, M. Métois]

Plusieurs campagnes de mesures GPS ont été réalisées, suivant le mode opératoire classique (cf rapports de missions) de manière à alimenter la base de données des vitesses de déformation de la plaque supérieure tout au long de la subduction Chilienne.

- les réseaux des II^{ème} (Antofagasta) et III^{ème} (Atacama) régions (57 points au total, répartis entre 24°S et 29°S) ont été mesurés en 3 semaines fin avril – début mai, par une équipe de 4 personnes (Emilie Klein, doctorante ; Marianne Métois, post-doctorante ; Arthur Delorme (Ingénieur) et Christophe Vigny, chercheur). À l'occasion, 8 points nouveaux ont été ajoutés.

- les réseaux des IV^{ème} (Coquimbo) et V^{ème} (Valparaiso) régions (52 points au total, répartis entre 29°S et 32.5°S) ont été mesurés en 3 semaines fin novembre – début décembre, par une équipe de 3 personnes (Emilie Klein, doctorante ; Jean-Bernard de Chabalier, chercheur) et Christophe Vigny, chercheur). À l'occasion, une semaine d'exploration a été réalisée de manière à compléter l'implantation de profils de nouveaux points dans la région entre TalTal et Antofagasta, à remesurer en 2014.

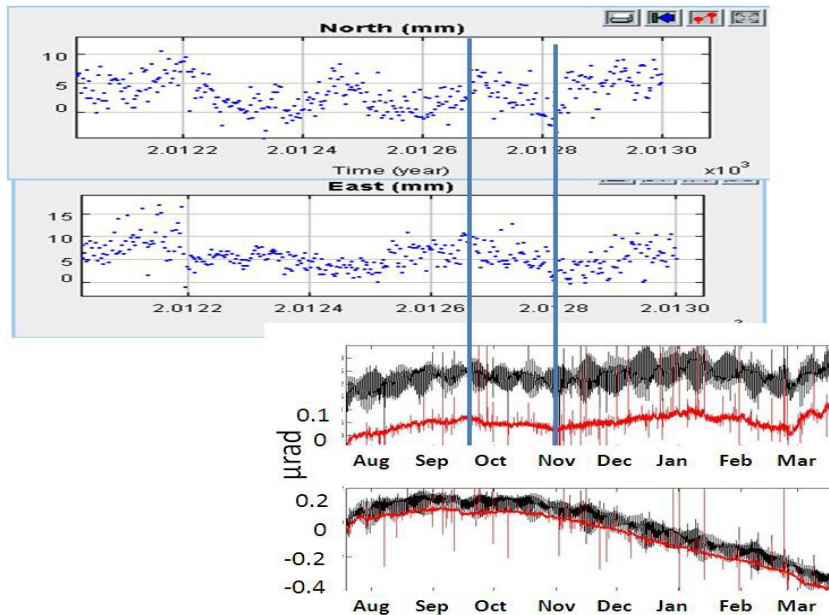
le réseau cGPS a été entretenu, avec l'upgrade de plusieurs stations (=> Net-R9 doté de capacité GLONASS et GALILEO) et systèmes de communication (modems 3G) ; et développé, avec l'installation (par le service sismologique) de 4 nouvelles stations :

CGUA	Cerro Guanaco	25.2	69.6	2540	Trimble Net-R9	1Hz+30s	Vsat	13-sep-2013
PAZU	Pan de Azucar	26.1	70.6	379	Trimble Net-R9	1Hz+30s	manuel	14-sep-2013
ADAT	Aeropuerto desierto Atacama	27.2	70.7	363	Trimble Net-R9	1Hz+30s	Vsat	12-sep-2013
TAMR	Tierra Amarilla	27.6	70.2	721	Trimble Net-R9	1Hz+30s	Vsat	11-sep-2013

b) inclinométrie [F. Boudin, P. Bernard]

L'inclinomètre longue base de Santa Rosa a fait l'objet d'une longue mission de maintenance et remise en route en décembre 2013 (Frédéric Boudin, ingénieur).

Les évolutions lentes inclinométriques sur plusieurs mois entre juillet et début septembre 2012, puis entre début septembre et le 1er novembre 2012 puis du 1er novembre 2012 jusqu'au 1 janvier 2013 semblent cohérentes avec des observations GPS.

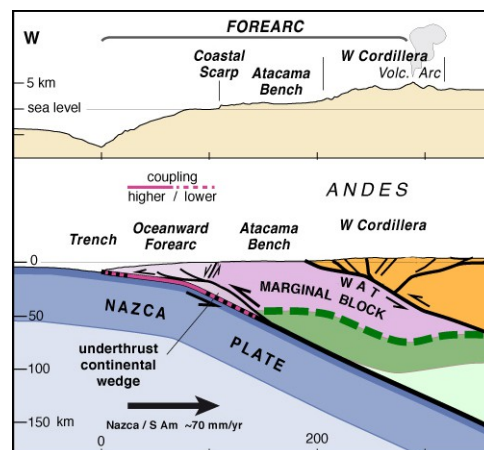


Comparaison des données inclinométriques SANTAROSA avec les composantes Est et Nord de la station GPS ATJN (Caltech), sans chargement tectonique.

c) travaux tectoniques et sismo-tectoniques. [R. Lacassin, R. Armijo, M. Simoes, G. Vargas, D. Carrizo, M. Riesner]

L'idée de base, discutée dans un article à Nature Geosciences Bejar-Pizzaro et al., 2013) et 3 articles soumis (Coudurier-Curveur et al., 2014; Vargas et al., 2014; Armijo et al., 2014) - abordant différents aspects du problème; est que les Andes croissent vers la subduction et qu'il y a un dialogue mécanique entre tectonique andine et fonctionnement du méga-chevauchement de subduction.

Nous nous sommes donc consacrés à décrypter la géomorphologie et la géologie du flanc ouest des Andes, Les travaux de terrain de cette année ont été consacrés à l'évolution côtière, directement en lien avec la subduction, l'évolution du couplage et de la segmentation; et aussi à la structure de la chaîne andine sur plusieurs traverses réparties depuis le nord Chili (~20°S) jusqu'à la région de Santiago (~33°S) ; ceci à différentes échelles de temps (du cycle sismique au cycles géologiques, donc de 100 ans à plusieurs dizaines de millions d'années). Tous ces aspects sont résumés dans le paragraphe suivant (résumé de l'article Armijo et al., soumis) :



modèle schématique du flanc ouest des Andes

The largest tectonic relief breaking the Earth's surface (13 km vertically) is at the subduction margin of the Andes, which generates routinely megathrust earthquakes ($M_w > 8.5$) and drives the paradigmatic Andean orogen. Here we present key geologic evidence to reassess first-order features of geomorphology and tectonics across the Central Andes, where the orogen includes the Altiplano Plateau and attains its maximum integrated height and width. The Andean subduction margin has a stepped morphology dominated by the low-relief Atacama Bench, which is similar to a giant uplifted terrace, slopes gently over a width of 60-100 km from the Andes to the Pacific and runs over more than 1000 km of coast length. We find that the genesis of stepped morphology at the Andean seaboard is due to concomitant development of large west-vergent thrusts parallel to the subduction interface and increasing aridity in the Atacama Desert, which keeps an unprecedented large-scale record of interplaying tectonics and Cainozoic climate change. Incorporating our results with published geological knowledge demonstrates that Andean orogeny is characterized by trench-perpendicular (bivergent) and trench-parallel (bilateral) growth over the past 50 Myr, associated with positive trench rollback velocity (trench advance) and subduction of a wide slab under South America. We hypothesize a global plate tectonic reorganisation involving long-lasting viscous mantle flow has probably forced concomitant Andean orogeny and global climate cooling since ~ 50 Ma. By contrast, two important stepwise pulses of increasing aridity and trench-perpendicular Andean growth appear to be feedbacks driven by global Late Eocene and Middle Miocene cooling events.

Plusieurs missions de terrain ont eu lieu sur financements Labex Univearths et ANR Megachile :

- Nov-Dec 2012 : Norte Chico entre La Serena et Chañaral (géomorphologie côtière et front de l'orogène andin) - R. Lacassin, R. Armijo, M. Simoes + D. Carrizo et G. Fuentes Espinoza.
- Oct. 2013 : Front de l'orogène andin, évolution géomorphologique et tectonique (Tarapaca, Pica, Calama, San Pedro) - R. Lacassin, R. Armijo, M. Riesner + D. Carrizo et G. Fuentes Espinoza.
- Nov-Dec 2013 : Deux traverses des Andes (Santiago - Mendoza, La Serena - San Juan) - R. Lacassin, R. Armijo, M. Simoes, M. Riesner + D. Carrizo et G. Fuentes Espinoza.
- Fev-Mars 2014 : travail de terrain sur le front ouest andin, nord Chili (Pica) - M. Riesner, G. Fuentes Espinoza.

4. définition/caractérisation de l'aléa sismique dans la région de Santiago [G. Vargas, Y. Klinger, R. Armijo]

Sur les aspects plus focalisés sur le risque sismique, l'article Vargas et al. soumis à Science, démontre que le chevauchement ouest andin au niveau de Santiago (la faille de San Ramon), a produit deux séismes de magnitude ~ 7.5 au cours des derniers 19000 ans. Le dernier séisme datant d'environ 8000 ans, ce chevauchement majeur, dans la ville de Santiago, est probablement proche d'une future rupture. Tous ces aspects sont résumés dans le paragraphe suivant (résumé de l'article Vargas et al., soumis) :



tranchée creusée perpendiculairement à la faille de San Ramon

We presents definite evidence for large earthquakes on a newly discovered thrust fault system along the west flank of the Andes. A segment of it called San Ramon fault crops out forming a continuous scarp at the eastern outskirts of Santiago, capital-city of Chile. The fault system appears to be a key player in the build-up of the Andes, but has been overlooked because all the attention has been focussed on the main subduction plate contact. We excavated a trench and succeeded to obtain clear paleoseismological evidence supported by reliable OSL and 14C dates demonstrating that San Ramon fault ruptured to the ground surface twice in the last 17-19 kyr. With the last earthquake occurring about 8 kyr ago, the fault might be ripe for a new similar event. During each earthquake, the co-seismic slip was about 5m, implying magnitude as large as Mw7.5. This implies the city could be submitted to strong surface rupture and ground acceleration. Our results underline the potential danger of intra-plate continental faults, particularly those associated with youthful mountain fronts.

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>

La base des données cGPS est complétée quotidiennement au DGF, puis « mirrorée » (quotidiennement également) à l'ENS. Des calculs automatiques sont effectués à l'ENS (C. Vigny) sur l'ensemble du réseau.

Méthodologie des calculs cGPS :

- les données des différents réseaux nationaux à l'échelle de la plaque américaine sont combinées (au total environ 130 stations) dans un calcul quotidien réalisé à l'aide du logiciel GAMIT.

- réseau LIA Chili (ENS, IPGP, IRD, DGF) : ~50 stations
- réseau CANTO Chili-Pérou (Caltech) : ~15 stations
- réseau IPOC chili (GFZ) : ~8 stations
- sous ensemble du réseau FENIX Chili (Ohio State Univ.) : ~15 stations
- sous ensemble du réseau RAMSAC Argentine : ~25 stations
- sous ensemble du réseau RBMC Brésilien : ~15 stations
- sous ensemble du réseau IGM/DGFI Bolivien : 4 stations
- réseau IGS Amérique du Sud : ~10 stations

- pour des raisons pratiques les calculs sont scindés en 3 sous réseaux :

a) plaque Amérique du Sud

b) chili central

c) nord chili

qui sont ensuite combinés au moyen du logiciel GLOBK

- les séries temporelles sont ensuite mises en référence (GLORG) suivant deux combinaisons soit quotidienne soit hebdomadaire.

- des calculs automatiques avec un grand nombre de paramètres atmosphériques sont en cours, de manière à alimenter une base de données de corrections troposphériques horaires, susceptibles de fournir des corrections pour les calculs GPS cinématiques à haute fréquence (thèse de master de E. Rivera, sous la direction de S. Ruiz et C. Vigny), et les calculs d'interferogramme SAR.

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. Sergio Ruiz, Professeur à l'université du Chili – R. Madariaga ENS en France (financement ANR-S4)
2. Sergio Ruiz, Professeur à l'université du Chili – J.P. Vilotte IPGP en France (financement ANR-Mega-Chile)
3. Christophe Vigny, chercheur ENS – J. Campos U-Chile au Chili (financement CONICYT)
4. Daniel Carrizo, chercheur U. Chili – R. Lacassin IPGP en France (financement IPGP, chercheur invité)
5. Gabriel VARGAS (sur financement LABEX Univearths, IPGP Sorbonne Paris Cité)
6. Guillermo FUENTES ESPINOZA (doctorant, 2 séjours en France sur financement LABEX Univearths + participation chilienne AMTC)
7. Yan Klinger, chercheur IPGP – participation au workshop organisé à l'U-Chile sur l'aléa sismique de la région de Santiago en janvier 2014.

stages M2 :

- G. Techer, IPGP
- M. Riesner), IPGP

thèses: plusieurs thèses d'étudiants chiliens démarrent en France sur la subduction Chilienne au sens large.

1. **Jesus Pina-Valdes**, sous la direction de A. Socquet à ISTERRE-Grenoble en France ; sur financement BECA-Chile CONICYT; co-direction avec F. Cotton, ISTERRE Grenoble
Titre : From geodetic coupling maps to earthquake scenarii and associated ground motion simulations
début : 01/05/2013
2. **Jorge Jara**, sous la direction de A. Socquet à ISTERRE-Grenoble en France ; sur financement BECA-Chile CONICYT ; co-direction avec A. Walpersdorf, ISTERRE Grenoble
Titre : Transient behavior and role of barriers in the North Chile – South Peru seismic gap
début : 01/09/2013
3. **Gianina Meneses**, sous la direction de C. Vigny au laboratoire de Géologie de l'ENS en France, sur financement Européen (ITN -ZIP), co-direction avec M. Moreno, GFZ-Potsdam).
Titre : Monitoring of the subduction interface by GPS and InSAR
début : 01/04/2014
4. **Guillermo Fuentes Espinoza**, sous la co-direction de C. Arriagada, D. Carrizo (U-Chile) et R. Armijo (IPGP) sur financement CONICYT
Titre : Relación entre la Evolución Tectónica y el Desarrollo de las Franjas Metalogénicas en el Margen Occidental Andin.
début : 01/03/2013
5. **Magali Riesner**, sous la direction de R. Lacassin, sur financement allocation doctorale de l'ED-109, co-direction R. Armijo.
Titre : Structure and geodynamics of the Andean subduction margin and Altiplano orogenic system.
début : 01/09/2013

Rapports internes consultables sur la page web du LIA

[CR-missionsGPSnov2013.pdf](#) Rapport sur la re-mesure des réseaux GPS Veme et IVeme régions **Emilie Klein & Christophe Vigny, Novembre 2013**].

[CR-missionsGPSdec2013.pdf](#) Rapport sur la mission d'exploration GPS dans la région de talTal **Emilie Klein, Décembre 2013**].

[CR-missionInclinodec2013.pdf](#) Rapport sur la mission de maintenance de l'inclinomètre longue base de Santa Rosa **Frédéric Boudin, Décembre 2013**].

Communications à divers congrès et colloques

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

Articles publiés/soumis

1. Interpretation of interseismic deformations and the seismic cycle associated with large subduction earthquakes
Trubienko, O., L. Fleitout, J.-D. Garaud and C. Vigny
Tectonophysics, 589, 126-141, [doi:10.1016/j.tecto.2012.12.027], 2013.
2. Revisiting the North Chile seismic gap segmentation using GPS-derived interseismic coupling
Metois, M., A. Socquet, C. Vigny, D. Carrizo, S. Peyrat, A. Delorme, E. Maureira, M.-C. Valderas-Bermejo and I. Ortega
Geophysical Journal International, [doi:10.1093/gji/ggt183], 2013.
3. Coseismic and Postseismic Slip Associated with the 2010 Maule Earthquake, Chile: Characterizing the Arauco Peninsula Barrier Effect
Lin, Y.N., A. Sladen, F. Ortega, M. Simons, J.P. Avouac, E.J. Fielding, B.A. Brooks, M. Bevis, J. Genrich, A. Rietbrock, C. Vigny, R. Smalley, A. Socquet
Journal of Geophysical Research, [doi:10.1002/jgrb.50207], 2013.
4. The Constitución earthquake of 25 March 2012: a large aftershock of the Maule earthquake near the bottom of the seismogenic zone
Ruiz, S., R. Grandin, V. Dionicio, C. Satriano, A. Fuenzalida, C. Vigny, E. Kiraly, C. Meyer, J.-C. Baez, S. Riquelme, R. Madariaga and J. Campos
Earth and Planetary Science Letters (EPSL), 377-378, pp 347-457 [doi:10.1016/j.epsl.2013.07.017], 2013.
5. A high-resolution, time-variable afterslip model for the 2010 Maule Mw=8.8, Chile megathrust earthquake
J. Bedford, M. Moreno, J.-C. Baez, D. Lange, F. Tilmann, M. Rosenau, O. Heidbach, O. Oncken, M. Bartsch, A. Rietbrock, A. Tassara, M. Bevis and C. Vigny
Earth and Planetary Science Letters (EPSL), 383, 26-36, [doi:10.1016/j.epsl.2013.09.020], 2013.
6. GPS-derived interseismic coupling on the subduction and seismic hazards in the Atacama region, Chile
Metois, M., C. Vigny, A. Socquet, A. Delorme, S. Morvan, I. Ortega and M.-C. Valderas-Bermejo
Geophysical Journal International, [doi:10.1093/gji/ggt418], 2013.
7. Andean structural control on interseismic coupling in the North Chile subduction zone
Béjar-Pizarro, M., A. Socquet, R. Armijo, D. Carrizo, J. Genrich and M. Simons
Nature Geoscience, 28 April, [DOI: 10.1038/NNGEO1802], 2013.
8. Analysis and modelling of tsunami-induced tilt for the 2007, M = 7.6, Tocopilla and the 2010, M = 8.8 Maule earthquakes, Chile, from long-base tiltmeter and broadband seismometer records
Boudin, F., S. Allgeyer, P. Bernard, H. Hébert, M. Olcay, R. Madariaga, M. El-Madani, J.-P. Vilotte, S. Peyrat, A. Nercessian, B. Schurr, M.-F. Esnault, G. Asch, I. Nunez, and M. Kammenthaler
Geophys. J. Int., published online April 28, [doi:10.1093/gji/ggt123], 2013
9. Post-crisis Analysis of an ineffective Tsunami Alert: the Case of the 27 February 2010 Maule Earthquake (Chile).
Soulé, B.
Disasters, (accepted), 2013
-
10. 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), submitted, 2014.
11. 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.
SCIENCE, submitted, 2014.
12. Coupled tectonic evolution of Andean orogeny and global climate.
Armijo R., Lacassin R., Coudurier-Curveur A., Carrizo D.
TECTONICS, submitted, 2014.

Annexe A – Bilan financier

DATE	N° Cde	FOURNISSEUR/AGENT	OBJET	TOTAL FACTURE €	commentaires
------	--------	-------------------	-------	-----------------	--------------

NOTIFICATION 2013 : 10 000 €

MISSIONS

02/09/13	11966	CWT FRANCE	Vol - C. Rioux – Paris CDG - Santiago Chili	1230,00	
02/09/13	11967	CWT FRANCE	Vol – C. Rioux – Santiago Chili – Iquique Chili	454,00	
24/09/13	11968	C.VIGNY	Indemnités journalières mission Chili – travail motogra	1300,00	
20/09/13	12014	CWT FRANCE	Train L. Fleitout - Grenoble	120,00	
17/10/13	12013	L. FLEITOUT	Indemnités journalières – mission Grenoble	121,00	
09/12/13	12045	CWT FRANCE	Vol – F. Boudin – Paris CDG – Santiago Chili	1436,18	
09/12/13	12044	F. BOUDIN	Indemnités journalières mission Chili – travail inclino	2527,00	
24/10/13	12068	CWT FRANCE	Vol – JB de Chabalier – Paris CDG – Santiago Chili	1201,04	
25/11/13	12069	J.B. DECHABALIER	Indemnités journalières mission Chili – travail GPS	1373,16	

Sous-Total Missions				9 762,38	
---------------------	--	--	--	----------	--

AUTRES DEPENSES FONCTIONNEMENT

10/10/13	12041	C. RIOUX	Renouvellement passeport	93,00	
----------	-------	----------	--------------------------	-------	--

Sous total dépenses fonctionnement					
------------------------------------	--	--	--	--	--

TOTAL DES DEPENSES 2013				9 855,38 €	
--------------------------------	--	--	--	-------------------	--