

**CONVENTION DE CREATION DU  
LABORATOIRE INTERNATIONAL ASSOCIÉ  
(LIA)  
MONTESSUS DE BALLORE**

ENTRE, D'UNE PART,

**Le CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**, ci-après dénommé « CNRS », établissement public à caractère scientifique et technologique, sis 3, rue Michel-Ange, 75794 Paris cedex 16 (France), représenté par son Directeur Général, Arnold Migus, agissant au nom et pour le compte de l'UMR 7154,

**ET**

**L'INSTITUT PHYSIQUE DU GLOBE DE PARIS**, ci-après dénommé « IPGP », établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel, sis Tour 14-24 2ème étage, 4 place Jussieu, Case 89, 75252 Paris Cedex 05 (France), représenté par son Directeur, Vincent Courtillot, agissant au nom et pour le compte de l'UMR 7154,

**ET**

**L'ECOLE NORMALE SUPERIEURE PARIS** ci-après dénommée « ENS », établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel, sise 24, rue Lhomond 75231 Paris Cedex 05, France, représentée par sa Directrice, Monique Canto-Sperber, agissant au nom et pour le compte de l'UMR 8538 « Laboratoire de géologie » Directeur Bruno Goffé

**ET, D'AUTRE PART,**

**L'UNIVERSIDAD DE CHILE** ci-après dénommée « Uchile »), corporation de droit public à caractère scientifique et professionnel, ayant son siège principal sis Av. Libertador Bernardo O'Higgins 1058 , Santiago, (Chili), représentée par son Recteur, Victor Pérez Vera.

ci-après désignés conjointement les « Parties »,

Vu l'Accord entre le Gouvernement de la République française et le Gouvernement de la République du Chili pour le développement de recherches scientifiques conjointes, signé à Santiago le 24 octobre 1994,

Vu l'Accord-entre le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) de France et la Comision Nacional de Investigacion Cientifica y Tecnologica (CONICYT) de la République du Chili, signé le 9 juillet 1991 et renouvelé le 13 décembre 2004,

Vu la Convention Générale entre le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) de France et l'Universidad de Chile de la République du Chili dans le domaine de la sismologie, de la géodésie et de la géodynamique signé le 24 juillet 2006,

**IL EST CONVENU CE QUI SUIT :**

**PREAMBULE**

Les zones de subduction sont les régions du globe les plus exposées aux risques sismiques et aux tsunamis comme l'a douloureusement rappelé le séisme de Sumatra (Mw 9.2) du 26 Décembre 2004. Le plus grand tremblement de Terre jamais enregistré, le séisme de Valdivia du 22 Mai 1960 de magnitude 9.5, a rompu sur plus de 1000 km la zone de subduction Sud Chili. Ce séisme provoqua un tsunami dont les effets destructeurs ont été ressentis dans tout le Pacifique. Comprendre et prévenir le risque sismique des grandes zones de subduction, est un enjeu majeur des sciences de La Terre.

Le Chili est un laboratoire naturel unique pour l'instrumentation et l'étude des tremblements de Terre de subduction et des tsunamis associés. La zone de subduction du Chili est l'une des plus sismiques du globe, i.e. en moyenne un séisme de magnitude supérieure ou égale à 8 tous les 10 ans. La zone sismogène est directement située au Chili sous le continent ou à proximité des côtes. Par ailleurs, le climat semi-désertique des régions Nord et Centre Chili est particulièrement propice à l'exploitation des techniques spatiales d'interférométrie radar. Comparée à d'autres zones de subduction, le Chili offre un accès direct à la zone de préparation des tremblements de Terre, une situation exceptionnelle pour l'instrumentation sismologique et géodésique, et les études de paléosismicité et la constitution à terme d'un Observatoire de Frontière des Plaques à l'échelle européenne.

## Historique

Sur les traces de Montessus de Ballore, les équipes françaises ont une longue histoire de collaboration scientifique avec les équipes chiliennes des départements de géophysique et de géologie de l'Universidad de Chile (Santiago). Depuis plus de 15 ans et avec le soutien du CNRS/INSU et du MAE, elles ont fortement investi au Chili, en étroite coordination avec le Servicio Sismologico (Chile), au travers de nombreuses campagnes de terrain en sismologie, géodésie et tectonique, l'installation de réseaux permanents de stations GPS, des publications communes, et la formation de jeunes chercheurs. Trois lacunes sismiques majeures, proches de la rupture, ont ainsi été identifiées dont deux n'ont enregistré aucun séisme majeur depuis le XIXème siècle et sont la cible des efforts franco-chiliens : la région Nord, entre Antofagasta and Arica (18°S-27°S) avec la lacune de Tarapacá, et la région Centre, entre La Serena et Concepción (30°S-37°S), avec les lacunes de Coquimbo et de Constitución-Concepción, incluant la région métropolitaine de Santiago.

Les efforts français au Chili se sont jusqu'ici construits au travers de différents projets soutenus tour à tour par des programmes ECOS-Sud, de l'Union Européenne, du CNRS/INSU (DyETI), du CNRS/DRI (PICS) et de l'ACI CATNAT. Plus récemment, un programme de recherche d'une nouvelle ampleur, soutenu par l'Agence Nationale pour la Recherche (ANR) et coordonné par l'ENS et l'IPGP, se met enfin en place pour étudier et capturer en la genèse d'un grand séisme de subduction dans l'une de ces lacunes. Dans le même temps, une collaboration ambitieuse entre le GFZ Potsdam (Allemagne) et le CNRS/INSU a permis l'installation d'un réseau permanent de stations large-bande et GPS télémétrées au Nord Chili.

La détection des déformations pré-, co- et post-sismiques des séismes d'Antofagasta (1995) et d'Arequipa (2001), l'analyse du séisme de Punitaqui (1997) et des essaïms sismiques de la lacune de Coquimbo sont les premiers fruits de cette longue collaboration. A la suite du séisme de Tarapacá (2005) dans la lacune du Nord Chili, localisé sous le réseau GPS permanent installé par l'IPGP et le DGF, le déploiement d'un réseau sismologique temporaire, lors d'une rapide intervention post-sismique coordonnée entre l'IPGP et le DGF, a permis pour la première fois de contraindre le mécanisme de ce séisme intraplaque et d'enregistrer encore aujourd'hui une activité sismique anormalement soutenue.

## Objectifs

Afin de répondre aux enjeux scientifiques associés à la compréhension et à la prévention des grands séismes de subduction, il est urgent aujourd'hui de franchir une nouvelle étape afin de mieux structurer les collaborations scientifiques franco-chiliennes. Seule une telle structuration permettra d'accroître la visibilité scientifique de ces

équipes au niveau international dans les domaines: de l'observation et de la modélisation des processus associés à la genèse et à la dynamique des tremblements de Terre de subduction; de la prédiction et de la prévention du risque associé au sein de grandes zones urbaines ; de la détection sismologique des tremblements de terre tsunamigéniques ; de la compréhension du fonctionnement de ces grandes zones de subduction.

Le laboratoire entend se focaliser sur deux régions cibles, qui ont fait l'objet d'un effort continu d'instrumentation par les équipes franco-chiliennes : la région Nord-Chili, avec la lacune de Tarapacà ; la région Central-Chili, avec les lacunes de Coquimbo, au Nord et de Constitucion-Concepcion au Sud, et entre les deux la région métropolitaine. L'enjeu est de capturer un grand tremblement de Terre de subduction dans ces régions et d'en étudier la préparation et la relaxation.

La création du laboratoire International Associé « Montessus de Ballore », intégrant sismologie, géodésie et tectonique, permettra aux équipes franco-chiliennes de répondre à ces enjeux scientifiques et instrumentaux, de jouer un rôle moteur dans des grands programmes européens et internationaux. Elle contribuera à renforcer et à pérenniser les liens privilégiés entre la France et le Chili en matière de formation d'étudiants et de jeunes chercheurs. C'est aujourd'hui un enjeu stratégique à l'heure où de grands programmes américains et japonais sur les grandes zones de subduction.

Les Parties conviennent, dans cet esprit, de mettre en place un Laboratoire International Associé dépourvu de personnalité juridique et régi selon les dispositions suivantes :

### **Article 1 : Création, objet**

La présente Convention a pour objet la création du LIA intitulé « Montessus de Ballore »

L'objet de la collaboration du LIA est la réalisation du programme scientifique évoqué plus haut et décrit en Annexe 1 et faisant partie intégrante de cette Convention.

### **Article 2 : Composition**

Le LIA "Montessus de Ballore" est constitué des unités et/ou équipes suivantes :

L'Institut de Physique du Globe de Paris (UMR 7154)

Le Laboratoire de Géologie de l'Ecole Normale Supérieure de Paris (UMR 8538)

Le département de Géophysique de l'Universidad de Chile (DGF)

Le département de Géologie de l'Universidad de Chile

Dont les responsables scientifiques sont :

- du côté français : Jean-Pierre Vilotte (IPGP, UMR 7154), Christophe Vigny (Laboratoire de Géologie ENS Paris, UMR 8538)

- du côté chilien: Jaime Campos (DGF, Universidad de Chile),

### **Article 3 : Domiciliation**

La domiciliation administrative du LIA est fixée au sein de l'Institut de Physique du Globe de Paris. Elle peut être modifiée par décision du Comité directeur.

**Article 4 : Responsables scientifiques**

Les responsables scientifiques d'équipes et/ou de laboratoires mentionnés à l'Article 2 de la présente Convention assurent la responsabilité scientifique du LIA. Ils établissent le programme de recherche qu'ils présentent au Comité directeur.

**Article 5 : Comité directeur**

Le LIA est administré par un Comité directeur composé de dix (10) membres :

- Deux (2) représentants du CNRS, deux (2) représentants de l'ENS et deux (2) représentants de l'IPGP
- Deux (2) représentants de la UChile
- Deux (2) personnalités scientifiques extérieures aux laboratoires membres du LIA, choisies d'un commun accord

Chacun des membres ainsi désignés dispose d'une voix délibérative. Toutefois, les responsables scientifiques des unités/équipes constituant le LIA assistent aux réunions du comité avec voix consultative.

Le Comité directeur se réunit au moins une fois par an, à l'initiative de son Président. Il rend compte aux Parties, des résultats obtenus et de l'utilisation des moyens financiers. Les décisions du Comité directeur nécessitent l'unanimité. Si toutefois, l'unanimité ne peut être obtenue, et à l'exception des dispositions de l'Article 12-4, les décisions sont prises à la majorité absolue, à condition que les Parties en soient d'accord.

La Présidence du Comité directeur est assurée annuellement par une personnalité scientifique désignée à tour de rôle par chacun des organismes signataires parmi les membres du Comité.

Le personnel auquel les responsables scientifiques font appel au sein du LIA demeure totalement rattaché à son organisme d'origine et effectue son travail en suivant les instructions de ses supérieurs hiérarchiques. A cet égard, les responsables scientifiques se concertent sur les modalités, le calendrier et l'ampleur de la participation de leur personnel à l'exécution du programme scientifique conjoint. L'Annexe 3 récapitule cette participation pour la première année de création du LIA. Toute modification doit être portée sans délai à la connaissance de l'autre Partie et donner lieu à l'actualisation de l'Annexe 3.

Le Comité directeur se prononce sur l'état, le programme et l'orientation des recherches, les moyens budgétaires nécessaires au fonctionnement du LIA et la répartition de ceux qui lui sont alloués. Il peut décider de confier la gestion des contrats de recherche à un autre organisme que celui mentionné à l'Article 9.

En tant que de besoin, il établit le règlement intérieur du LIA.

Il peut également se saisir de toute autre question concernant le LIA.

**Article 6 : Dispositions financières**

Chaque année, le budget nécessaire à la réalisation des travaux de recherche au sein du LIA est présenté au Comité directeur qui décide de son adoption. Ce budget comprend les besoins exprimés ainsi que les ressources correspondantes détaillées selon les Parties qui les financent.

L'Annexe 2, faisant partie intégrante de la présente Convention, récapitule les ressources pour l'année de création. Elle est actualisée annuellement par une délibération du Comité directeur.

Chacune des Parties affecte et gère les crédits budgétaires correspondant à son propre financement.

Outre ces moyens financiers, chaque Partie gère, sous sa propre responsabilité et ses propres compétences, selon les règles qui lui sont propres, tous les moyens qu'elle met à disposition dans le cadre de la présente Convention : les équipements, les locaux, les installations et le personnel.

Chaque Partie doit justifier auprès des autres, une fois par an, des moyens effectivement affectés au cours de l'année écoulée (y compris les équipements, les locaux et le personnel) au titre de la coopération scientifique convenue par la présente Convention. A cet effet, chaque Partie établit un bilan des moyens financiers affectés ainsi que leur emploi.

L'emploi du financement effectué par chaque responsable scientifique pour le programme du LIA décrit en Annexe 1, peut être vérifié en fin d'année sur simple demande par une personne habilitée des autres Parties. Par ailleurs, les crédits utilisés par chaque responsable scientifique pour le LIA sont soumis aux contrôles habituels dans les pays respectifs de manière à vérifier la régularité de leur emploi par rapport à l'objet de la Convention.

## **Article 7 : Propriété intellectuelle**

### **7-1 Publications**

Chaque Partie s'engage à communiquer aux autres toutes les informations nécessaires à la réalisation des travaux communs de recherche. La publication des résultats scientifiques a lieu selon les règles en usage dans la communauté scientifique.

Les publications issues des travaux menés en commun au sein du LIA font apparaître le lien avec les organismes constitutifs du LIA. Elles portent obligatoirement la mention : recherches effectuées dans le cadre du Laboratoire International Associé CNRS, Institut de Physique du Globe de Paris et Ecole Normale Supérieure/ Universidad de Chile « Montessus de Ballore»

Pendant la durée de la présente Convention et les deux (2) ans qui suivent, chaque Partie s'engage à demander l'accord de l'autre Partie lorsqu'elle envisage des publications issues du projet de recherche du LIA « Montessus de Ballore».

Aucune publication ou communication ne peut être retardée de plus de trois (3) mois par un désaccord entre les Parties sauf si elle contient des informations présentant un intérêt de nature industrielle, commerciale ou stratégique pour les activités de certaines des Parties signataires. Dans ce cas, la décision relative à la nature et à la durée de la confidentialité appartient au Comité directeur.

Dans ce dernier cas néanmoins, les personnels du LIA peuvent toujours communiquer leurs résultats sous forme d'un rapport confidentiel à leurs autorités hiérarchiques.

Chaque Partie s'engage à traiter de manière confidentielle et à ne pas révéler à des tiers les informations qui parviennent à sa connaissance dans le cadre du travail en commun.

### **7-2 Résultats**

Les résultats brevetables ou non brevetables (ci-après désignés par les « Résultats ») obtenus dans le cadre de la présente Convention appartiennent en copropriété aux Parties, ci-après globalement désignées par « les copropriétaires » au prorata de leurs moyens humains, matériels et financiers.

Chaque Partie reste propriétaire des droits qu'elle détient sur ses connaissances antérieures. Pour la seule exécution des recherches menées dans le cadre de la présente Convention, les Parties se concèdent un droit d'usage sur ces connaissances

Si l'invention est réalisée dans le cadre du LIA, par application de l'article R.611-12 du Code français de la propriété intellectuelle relatif aux inventions de fonctionnaires, les droits de Propriété intellectuelle sur ces résultats sont la propriété conjointe du CNRS, de l'Institut de Physique du Globe, de l'Université Denis-Diderot Paris 7, de l'ENS et de la UCHILE, les agents du CNRS, de l'IPGP, de l'ENS et de Uchile ne sont pas eux-mêmes titulaires de ces droits.

### **7-3 Désignation d'un mandataire unique**

Le copropriétaire dont les moyens humains, matériels et financiers sont les plus importants est désigné comme « maître d'œuvre ». L'appréciation de l'apport pour un Résultat déterminé se fait, sauf cas d'urgence, avant le dépôt de demande de brevet.

Cette appréciation a lieu au cas par cas d'un commun accord entre les copropriétaires, en fonction des paramètres usuels d'évaluation (frais de personnel, soutien financier des programmes, frais d'infrastructure liés à l'obtention des Résultats, apports en industrie...)

### **7-4 Protection et exploitation des résultats**

Les Parties prennent en commun les mesures nécessaires pour garantir la meilleure protection desdits résultats. Les frais de dépôt, d'obtention et de maintien en vigueur sont, en principe, partagés entre les Parties au prorata des moyens humains, matériels et financiers engagés pour l'obtention des dits résultats. Cette assiette de répartition doit être constatée par un écrit au cas par cas qui précise notamment les règles de copropriété applicables aux résultats concernés ainsi que la Partie mandatée pour procéder aux formalités de protection.

Les demandes de brevets sont déposées au nom conjoint des Parties ; le nom du ou des inventeurs doit être mentionné.

Le « maître d'œuvre » dispose d'un mandat exprès des autres copropriétaires afin d'assurer la gestion du dépôt de demandes de brevets ainsi que de l'obtention et du maintien des brevets en résultant.

Le « maître d'œuvre » prend en charge le pilotage et le suivi des procédures de dépôt prioritaire ; il informe les autres copropriétaires de l'état d'avancement du dossier et de la liste des pays étrangers où sont déposées des extensions.

Si l'un des copropriétaires renonce à déposer ou à maintenir en vigueur un brevet et/ou une Partie des extensions, il doit en informer les autres copropriétaires dans un délai raisonnable afin qu'il puisse poursuivre seul la procédure.

Le copropriétaire qui renonce, s'engage, par ailleurs, à signer ou à faire signer toutes pièces permettant aux autres copropriétaires de devenir seuls propriétaires du ou des brevets en cause ; le copropriétaire qui poursuit la procédure en son seul nom et à ses frais est seul bénéficiaire d'éventuels revenus de valorisation issus de l'exploitation du brevet dans le ou les pays pour lesquels les autres copropriétaires renoncent à poursuivre la procédure.

Les frais de dépôt, de procédure de délivrance, de maintien en vigueur et d'extension des brevets sont partagés entre les copropriétaires au prorata des moyens humains, matériels et financiers.

Dans l'hypothèse où l'un des copropriétaires a connaissance d'une présumée contrefaçon d'un brevet appartenant conjointement aux Parties, ou bien d'une demande de brevet ou d'un brevet appartenant à un tiers et

portant atteinte au brevet détenu conjointement par les Parties, il en informe immédiatement les autres copropriétaires.

Le « maître d'œuvre » prend alors toute mesure pour engager toute procédure et faire cesser cette contrefaçon ou cette atteinte au nom de la copropriété qui lui donne spécifiquement mandat à cet effet.

La contribution respective des copropriétaires aux frais de procédure est calculée au prorata des moyens humains, matériels et financiers conformément à ce qui est prévu ci-dessus pour la prise en charge des frais de protection. Les indemnités éventuellement prononcées par les tribunaux à leur profit sont partagées entre eux selon la même proportion.

Si l'un des copropriétaires souhaite engager des poursuites et que les autres copropriétaires ne le souhaitent pas, il peut alors poursuivre la procédure, de sa seule initiative et en son seul nom. Les frais du procès sont à sa charge et les indemnités ainsi que les éventuels dommages-intérêts lui sont intégralement acquis.

Le « maître d'œuvre » reçoit mandat exprès des autres Parties, qui acceptent, pour effectuer toutes les opérations de valorisation. Notamment, il négocie et conclut des contrats pour le compte de la copropriété avec tout industriel désireux de développer et/ou d'exploiter les Résultats.

L'organisme valorisateur tient régulièrement informés les autres copropriétaires des résultats de la prospection ou de ses négociations. Il lui communique notamment copie des accords de licence signés.

L'organisme valorisateur reverse à l'ensemble des Parties signataires une quote-part des redevances provenant de la concession à des tiers de licence sur le ou les Résultat(s), déduction faite d'une participation aux frais de valorisation du « maître d'œuvre » plafonnée à 10% desdites redevances.

Cette quote-part est fonction des apports réalisés par chaque Partie signataire à l'obtention et au développement du ou des Résultat(s).

### **Article 8 : Logiciels**

Chaque Partie reste seule propriétaire des logiciels développés par elle en dehors du cadre de la présente Convention.

Pour les logiciels développés en commun, les Parties bénéficient d'un droit d'usage gratuit et incessible de ces logiciels pour leurs besoins propres de recherche.

En cas de concession de droits d'exploitation à des tiers sur les logiciels visés à l'alinéa précédent, les redevances perçues à ce titre sont réparties entre les Parties au prorata des moyens humains, matériels et financiers engagés pour l'obtention desdits résultats.

### **Article 9 : Contrats avec des tiers**

Les contrats de recherche que le LIA souhaite établir avec des organismes tiers, publics ou privés, français ou étrangers, sont cosignés par les Parties.

Ils sont négociés par la Partie qui en reçoit mandat exprès par la présente Convention. La Partie mandatée tient les autres Parties informées des résultats des négociations. Celles-ci disposent d'un délai de quinze (15) jours pour donner leur avis : au delà de ce délai, l'avis est réputé favorable.

Les contrats de recherche sont gérés par la Partie qui a mené la négociation. Toutefois, le Comité directeur du LIA peut souhaiter que la gestion d'un ou plusieurs contrats soit confiée à l'autre Partie. Il en informe alors l'autre Partie.

Les contrats peuvent comporter des clauses de confidentialité, réservant, toutefois, la faculté pour les chercheurs concernés de faire état de leurs travaux dans leur rapport d'activité.

Les contrats identifient précisément les ressources et les dépenses attendues. Les sommes correspondantes, fixées après concertation entre les Parties, sont prises en compte dans le budget du LIA.

### **Article 10 : Évaluation**

L'activité du LIA est évaluée régulièrement par les instances compétentes des Parties, selon les règles respectivement en vigueur dans ces organismes. Les Parties peuvent convenir à tout moment de constituer un Comité ad hoc, notamment en cas de renouvellement du LIA, et ce, dans le but d'évaluer les travaux du LIA et d'émettre des recommandations sur son orientation scientifique et son activité.

### **Article 11 : Durée de la Convention**

Le LIA est constitué pour une durée de quatre (4) ans à compter de la date de signature. Toute prorogation de cette Convention se fait par voie d'avenant.

### **Article 12 : Adhésion, résiliation, retrait et exclusion**

**12-1 Adhésion :** Les Parties peuvent accepter de nouveaux laboratoires membres sur proposition du Comité directeur.

**12-2 Résiliation :** En cas de désaccord persistant, les Parties peuvent convenir d'un commun accord de résilier la présente Convention avant son terme.

**12-3 Retrait :** Toute Partie peut se retirer du LIA sous réserve d'un préavis de six (6) mois par lettre recommandée. Les modalités financières du retrait doivent recueillir l'accord du Comité directeur.

**12-4 Exclusion :** Tout membre ayant un comportement contraire au bon fonctionnement du LIA peut en être exclu par décision unanime du Comité directeur, le membre concerné ne prenant pas part au vote.

### **Article 13 : Information**

La présente Convention n'affecte pas la participation des responsables scientifiques désignés à l'Article 2 à des conventions de recherche et autres contrats conclus avec des tiers. Toutefois, les Parties s'engagent mutuellement à s'informer après la création du LIA, dans un délai d'un (1) mois, de toute participation à des conventions de recherche et de tous contrats conclus avec un tiers, dans la mesure où cela paraît nécessaire dans le cadre du programme scientifique conjoint.

### **Article 14 : Dispositions finales**

La présente Convention est régie par le droit du pays où le LIA est domicilié.

Les Parties s'efforcent de régler leurs litiges à l'amiable. En cas d'échec ils sont tranchés suivant le règlement de conciliation et d'arbitrage de la Chambre de Commerce Internationale par un ou plusieurs arbitres nommés



conformément à ce règlement ou éventuellement par la Commission des Nations Unies pour le Droit Commercial International (CNUDCI).

Toute modification, par voie d'avenant à la présente Convention doit recueillir l'accord unanime de chaque Partie.

Nonobstant l'échéance, la résiliation de la Convention ou le retrait, l'exclusion de l'une des Parties de la présente collaboration, les dispositions relatives aux droits de propriété intellectuelle restent en vigueur.

La présente Convention a été rédigée en huit (8) exemplaires originaux, dont quatre (4) en langue française et quatre (4) en langue espagnole, les deux versions faisant également foi.

Fait à \_\_\_\_\_ le \_\_\_\_\_

**Pour le Centre National de la Recherche Pour la Universidad de Chile  
Scientifique**

Lieu :  
Date :

Lieu  
Date :

Arnold Migus  
Directeur général

Victor L. Perez  
Recteur

**Pour l'Institut National des Sciences de l'Univers**

Lieu :  
Date :

Dominique Le Quéau  
Directeur

**Pour l'Institut de Physique du Globe de Paris**

Lieu :  
Date :

Vincent Courtillot  
Directeur

**Pour l'Ecole Normale Supérieure**

Lieu :  
Date :

Monique Canto-Sperber  
Directrice

## ANNEXE 1

## THEMATIQUE SCIENTIFIQUE DU LIA

***Les zones de subduction sont les régions du globe les plus exposées aux risques sismiques et aux tsunamis comme l'a douloureusement rappelé le séisme de Sumatra (Mw 9.2) du 26 Décembre 2004. Le plus grand tremblement de Terre jamais enregistré, le séisme de Valdivia du 22 Mai 1960 de magnitude 9.5, a rompu sur plus de 1000 km la zone de subduction Sud Chili. Ce séisme provoqua un tsunami dont les effets destructeurs ont été ressentis dans tout le Pacifique. Comprendre et prévenir le risque sismique des grandes zones de subduction, est un enjeu majeur des sciences de La Terre.***

Le Chili est un laboratoire naturel unique pour l'instrumentation et l'étude des tremblements de Terre de subduction et des tsunamis associés. La zone de subduction du Chili est l'une des plus sismiques du globe, i.e. en moyenne un séisme de magnitude supérieure ou égale à 8 tous les 10 ans. La zone sismogène est directement située au Chili sous le continent ou à proximité des côtes. Par ailleurs, le climat semi-désertique des régions Nord et Centre Chili est particulièrement propice à l'exploitation des techniques spatiales d'interférométrie radar. Comparée à d'autres zones de subduction, le Chili offre un accès direct à la zone de préparation des tremblements de Terre, une situation exceptionnelle pour l'instrumentation sismologique et géodésique, et les études de paléosismicité et la constitution à terme d'un Observatoire de Frontière des Plaques à l'échelle européenne.

Depuis plus de 15 ans, la zone de subduction chilienne a fait l'objet de nombreuses études conduites par les équipes franco-chiliennes, accompagnées d'importantes campagnes de mesures et l'installation de réseaux d'instrumentation temporaires et permanents. Grâce à une approche intégrant sismologie, géodésie et tectonique, la structure profonde du Chili, commencent à être mieux connue depuis le coude d'Arica au nord (18°S) jusqu'à la terre de feu (50°S) à quelques exceptions entre 28°-31°S et 34°-35°S.

Les traits principaux de la sismicité du Chili sont assez bien connus même si la qualité des localisations reste encore assez variable. Le risque sismique au Chili est associé à trois types de séismes : les séismes de subduction ou interplaques, au niveau de la zone couplée du contact entre les plaques Nazca et Amérique du Sud, i.e. Valparaiso (1906, Ms=8.6), Valdivia (1960, Mw=9.5), Antofagasta (1995, Mw=8.1) ou Arequipa (2001, Mw=8.4) ; les séismes intraplaques au sein de la plaque Nazca, de profondeurs intermédiaires (80-100 km) et directement sous le continent, i.e. Chillán (1939, Ms=8.3), Punitaqui (1997, Mw=7.3) ou Tarapacá (2005, Mw=7.8) ; les séismes de profondeurs superficiels, associés à la déformation des Andes, qui menacent en particulier la région métropolitaine où vit plus de la moitié de la population du Chili, i.e. Las Melosas (1958, Ms=6.9) ou Curicó (2004, Mw=6.6). Presque toutes les villes de la côte ont été touchées par un grand séisme au cours du siècle dernier. Trois traits majeurs caractérisent la sismicité exceptionnelle du Chili: le taux de sismicité ; la taille des séismes et la diversité des environnements tectoniques.

Sur la base de la sismicité historique, plusieurs lacunes ont pu être identifiées le long de la subduction chilienne. L'identification de ces lacunes ne résout malheureusement pas le problème de la prévision sismique à moyen terme en raison de la variabilité en temps et en espace de l'activité sismique d'une zone aussi étendue. Cette activité est caractérisée par des essaims de séismes dont l'origine, en relation avec la géométrie et les fluides, ainsi que la stationnarité spatio-temporelle restent à élucider. Cependant, même si ces lacunes ne cassent pas régulièrement, le taux moyen de sismicité sur chacun de ces segments, entre 18° et 42°S, y est d'un séisme de magnitude 8 tous les 10 ans. Le séisme de Valdivia (M=9.5, 1960) fut lui même précédé d'une dizaine de précurseurs, et suivi par plusieurs répliques de magnitude 8 en quelques jours.

Le Chili a également une longue histoire de tsunamis, attestée depuis le XVIème siècle ainsi que par d'anciennes légendes indiennes. La prise en compte du risque associé aux tsunamis est critique pour des installations portuaires d'importance économique majeure comme Antofagasta, Iquique et Arica. En dehors des tsunamis associés aux grands séismes de subduction, i.e. Valdivia (1960) et d'Arequipa (2001), localisés entre la fosse océanique et la côte, le risque associé à des séismes superficiels de moindre magnitude, mais de rupture anormalement lente, est reconnu. Leur détection sismologique en temps réel doit être intégrée dans les systèmes d'alerte.

## **A1. Les Axes Scientifiques**

Cette activité sismique soutenue, qui semble s'accélérer dans certaines régions, soulève un certain nombre de questions fondamentales très débattues depuis quelques années dans le cadre d'autres grandes zones de subduction comme celles de Nankai et des Kuriles (Japon), des Cascades (États-Unis et Canada), ou d'Alaska (États-Unis), et qui sont au coeur de la problématique scientifique du laboratoire Montessus de Ballore.

Les enjeux scientifiques identifiés par les équipes franco-chiliennes sont:

- l'observation et l'analyse la sismicité, et de ses variations spatio-temporelles, en relation avec les structures et la genèse des grands tremblements de terre de subduction;
- l'étude des tremblements de Terre intraplaques, en relation avec le cycle sismique et l'évolution pétrophysiques des zones de subduction, afin d'améliorer leur compréhension en termes de processus de rupture et de risque sismique;
- la détection et la compréhension du rôle et de l'origine des couplages sismique/asismique lors du cycle sismique (trémors et transitoires de déformation) ainsi que de leurs implications en termes de genèse et de prédiction des grands tremblements de terre de subduction;
- la détection et l'analyse des tremblements de terre tsunamigéniques (caractérisation des sources), en vue de l'intégration d'outils sismologiques au sein de réseaux d'alerte de tsunamis;
- l'étude sismotectonique et la caractérisation des systèmes de failles actives en surface (potentiel sismique, relations avec l'appareil de subduction);
- l'étude géomorphologique du partitionnement de la déformation le long des segments majeurs de la subduction, ainsi que de la stabilité spatio-temporelle des aspérités/barrières, i.e zones de terminaison et/ou de nucléation des grands tremblements de terre de subduction;
- l'étude des paléoséismes et des paléotsunamis le long de la zone de subduction chilienne, combinant observations à terre et en mer, par des méthodes géomorphologiques, sédimentographiques et géochronologiques;
- l'imagerie 3D des grandes lacunes sismiques de la zone de subduction chilienne, et de la région métropolitaine;
- l'analyse des effets de site et des lois d'atténuation locales et régionales en vue de caractériser le risque sismique dans la région métropolitaine et les grandes zones urbaines.

Sur le plan méthodologique, les équipes franco-chiliennes entendent implémenter une stratégie combinant:

- réseaux permanents large-bandes, accélérométriques et géodésiques (cGPS, inclinométrie, extensométrie), en enregistrement continu et transmission en temps quasi-réel intégrés à des bases de données et des systèmes d'information opérationnels;
- réseaux temporaires courte-période et géodésique sur des régions cibles;
- observation satellitaire (interférométrie radar) bien adapté aux dimensions spatiales et aux conditions du Chili;
- études géomorphologiques et tectoniques sur des zones cibles.

### **A1.1 Sismicité de la zone de subduction chilienne**

L'identification des principales lacunes sismiques le long de la subduction chilienne ne résout malheureusement pas le problème de la prévision sismique en raison de la variabilité, en temps et en espace, de l'activité sismique souvent caractérisée par des essaims de séismes. La compréhension de l'origine et de la dynamique de ces essaims de séismes, ainsi que leur rôle dans la préparation des grands tremblements de terre de subduction constitue un problème majeur.

Les axes de recherche sont ici :

- l'amélioration de la localisation de la sismicité et des essaims sismiques au sein de l'appareil de subduction ;
- l'analyse de la variation spatio-temporelle de la distribution de sismicité et de ses relations avec le partitionnement de la déformation (aspérités) et des transitoires de déformation ;
- l'analyse statistique du taux de variation de la sismicité au regard de possibles fluctuations ou d'un changement de régime associé à l'approche de la rupture d'aspérités ;
- l'analyse des sources sismiques (localisation, cinématique, dynamique et contenu fréquentiel) ainsi que la quantification de l'énergie libérée lors des essaims sismiques.

### **A1.2 Séismes de profondeurs intermédiaires**

Aux profondeurs intermédiaires des études récentes ont proposé des mécanismes de fragilisation par dé-hydratation en relation avec des changements de phase au toit de la plaque plongeante. Au regard de l'importance du risque sismique associé aux séismes intraplaques au Chili, les études sismologiques doivent s'attacher à mieux comprendre la dynamique de ces événements et à imager l'environnement dans lequel ils se produisent.

Les axes de recherche sont ici :

- caractériser leur relation avec la géométrie, la structure et l'âge du plancher océanique plongeant ;
- caractériser leur relation avec la structure thermique et les processus de dé-hydratation au toit de la plaque plongeante en fonction de l'âge et de la géométrie de la subduction ;
- améliorer la localisation et les mécanismes de ces séismes ainsi que caractériser leur source d'un point de vue (cinématique et dynamique, directivité et spectres de rayonnement) ;
- quantifier les couplages dynamique et statique entre séismes intraplaque et séismes de subduction en relation avec d'éventuels transitoires de déformation au sein de la zone de transition ;
- quantifier les mouvements forts associés et l'atténuation régionale pour la prévention du risque sismique.

### **A1.3 Transitoires de déformation et microtrémors**

De nouveaux types de signaux ont récemment été dans les grandes zones de subduction. Parmi ceux-ci les trémors tectoniques et les transitoires de déformation, non associés à des événements sismiques, sont parmi les plus intrigants. Les trémors tectoniques ont été documentés en particulier dans le Sud Japon et les Cascades. Ils sont associés à la base de la zone couplée ou à la zone de transition. Ces trémors sont fortement corrélés, en temps et en espace, aux transitoires de déformation observés par les réseaux GPS permanents et localisés dans la zone de transition. Ces phénomènes couplés exhibent une certaine récurrence et une migration le long de la zone de subduction. Si ces événements ne provoquent pas de mouvements forts, leur détection doit permettre d'améliorer la compréhension et la prédiction des grands tremblements de terre de subduction. Un autre couplage sismique/asismique fondamental est l'observation récente de transitoires de déformation importants, associés à la terminaison de la rupture sismique de grands tremblements de terre de subduction dont la quantification est essentielle pour le bilan énergétique de ces événements et la modélisation des sources potentielles de tsunami.

Les axes d'étude sont ici :

- détecter et localiser les transitoires de déformation et de trémors associés à la zone de subduction chilienne à partir des réseaux géodésiques et sismologiques ;

- comprendre la relation entre transitoires et processus de réhydrations en relation avec la géométrie et l'âge de la plaque plongeante ;
- caractériser et quantifier les sources de transitoires de déformation et de ténors ainsi que leurs relation ;
- Analyser l'évolution en temps et en espace des transitoires et microtrémors le long de la zone de subduction chilienne ;
- Comprendre le rôle de ces transitoires dans le couplage sismique/asismique et la préparation des grands tremblements de terre, et prendre en compte ces transitoires dans la surveillance sismique.

#### **A1.4 Imagerie 3D des lacunes sismiques**

Jusqu'à récemment les outils sismologiques restaient assez grossiers en terme de résolution au regard des échelles caractéristiques associées à l'étude des zones de subduction. Les réseaux régionaux large bande et GPS permanents offrent de nouvelles résolutions spatio-temporelles à l'échelle de la complexité des processus. L'Imagerie 3D des lacunes sismiques fournira en premier lieu des contraintes essentielles pour la localisation et l'analyse des séismes. L'intégration d'informations pétrophysiques et géodynamiques permettra de mieux comprendre la structure et la dynamique des zones de subduction en relation avec la genèse des séismes de profondeurs intermédiaires.

Les enjeux sont ici :

- l'amélioration des modèles sismologiques 3D des principales lacunes sismiques (vitesses, atténuation, réflectivité) par des études tomographiques intégrant ondes de surface et de volume (régionales et télé-sismiques), bruit sismique, fonctions récepteurs et profils sismiques ;
- l'analyse de ces modèles tomographiques en termes de température et de composition ;
- l'analyse des variations de géométrie de la zone couplée le long de la zone de subduction en relation avec la sismicité.
- le calcul de fonctions de Green synthétiques 3D pour la localisation et la détermination des CMT .

#### **A1.5 Séismes tsunamigéniques**

Les tsunamis d'origine sismique dans les zones de subduction peuvent être regroupés en deux catégories : les tsunamis associés aux grands séismes de subduction, aujourd'hui détectés en routine par les réseaux large bande mondiaux ; les tsunamis associés à des séismes peu profonds et atypiques, e.g. au sens où l'amplitude des tsunamis générés est plus importante que celle prédite à partir de l'amplitude des ondes sismiques. Les réseaux d'alerte de tsunamis reposent généralement sur l'amplitude des ondes sismiques pour la prédiction des hauteurs de vagues et des  $\log$  run-up  $\log$  et sont mal adaptés à ces séismes. Des études récentes montrent que ces séismes particuliers sont caractérisés par : une vitesse de rupture anormalement lente et un déficit relatif d'énergie aux courtes périodes par rapport aux longues périodes. La détection sismologique de ces séismes est un enjeu important pour la prévention des tsunamis le long des côtes chiliennes.

Les axes d'étude sont :

- la localisation et l'analyse du contenu fréquentiel de la source des séismes de subduction superficiels ;
- le développement de critères de détection des « tsunami earthquakes » basés sur l'analyse du déficit d'énergie hautes fréquences de la source ;
- la quantification de l'atténuation régionale pour la calibration de ce type de méthodes et l'étude de faisabilité d'un réseau de détection sismologique pour les « tsunami earthquakes » le long de la côte chilienne utilisant réseaux large bande régionaux et globaux.

#### **A1.5 Sismotectonique et géomorphologie**

Le rôle de grands systèmes de failles observés en surface le long de la subduction chilienne et leur relation avec le fonctionnement de la zone de subduction sont encore très mal connus. Par ailleurs, l'observation des déformations cosismiques révèle que la terminaison des segments rompus lors des grands séismes de subduction au Chili, interprétés comme des aspérités ou des barrières le long de la zone couplée, coïncident avec des régions de la côte marquées par des forts soulèvements quaternaires attestés en particulier par les paléo-terrasses marines. Un exemple est la péninsule de Mejillones. Les études paléosismiques des grands séismes de subduction et des tsunamis, et leur relation avec les structures géomorphologiques le long de la subduction chilienne, restent rares comparées à d'autres zones de subduction comme les Cascades ou le Japon.

Les axes dans ce domaine sont:

- l'observation de déformations actives en surface (géomorphologie, failles, GPS) en relation avec le cycle sismique afin de mieux contraindre l'évolution du chargement et les variations du couplage le long de la zone de subduction du Chili ainsi que les transitoires de déformation et leur rôle dans le couplage sismique/asismique au niveau des principales lacunes ;
- l'étude de la segmentation et du partitionnement de la déformation le long de la zone de subduction : stabilité temporelle des barrières et influence de la géométrie et de l'âge de la plaque océanique ;
- l'étude des relations entre grands systèmes de failles en surface et zone de subduction en profondeur ;
- l'intégration des observations géomorphologiques existantes à terre et en mer ;
- l'intégration d'études paléosismologiques et des paléotsunamis sur la base d'indicateurs géomorphologiques (terrasses marines), tectoniques ainsi que géochronologiques.

### **A1.6 Risque sismique**

La ville de Santiago, avec aujourd'hui 4.7 millions d'habitants (plus de la moitié de la population du Chili) est localisée au sein d'un grand bassin dans la vallée centrale, entre la cordillère interne et la cordillère Andine, bordé dans sa terminaison Est par des failles actives au pied de la cordillère Andine. Le risque sismique à Santiago est multiple : grands séismes de subduction, à moins de 100 km ; séismes crustaux superficiels associés aux failles actives le long de la bordure Est du bassin ; séismes de profondeurs intermédiaires potentiellement très destructeurs malgré leur profondeur. La prédiction des mouvements forts au sein du bassin associés à différents scénarios sismiques est un enjeu important pour la prévention du risque sismique à Santiago.

Les axes d'étude sont :

- la mesure des courbes de dispersion à partir des ondes de surface courtes périodes et du bruit sismique ainsi que leur inversion pour l'obtention d'un modèle du bassin grande échelle ;
- l'estimation des fonctions de transfert régionales et de l'atténuation sismique pour les différents types de séisme ;
- la simulation des mouvements forts en champ proche et la simulation 3D de la propagation d'ondes dans le bassin et des effets d'amplification en fonction de différents scénarios de sismicité.

### **A2. Zones cibles du Laboratoire**

Le laboratoire entend se focaliser sur deux régions cibles, qui ont fait l'objet d'un effort continu d'instrumentation par les équipes franco-chiliennes : la région Nord-Chili, avec la lacune de Tarapacá ; la région Central-Chili, avec les lacunes de Coquimbo, au Nord et de Constitución-Concepción au Sud, et entre les deux la région métropolitaine. L'enjeu est de capturer un grand tremblement de Terre de subduction dans ces régions et d'en étudier la préparation et la relaxation.

Sur ces différentes cibles, le laboratoire Montessus de Ballore entend développer une approche intégrant sismologie, géodésie et sismotectonique, au travers de réseaux d'instrumentation permanents, continus et télémetrés, de campagnes expérimentales ciblées, du développement d'outils d'analyse et de modélisation associés à un système d'information et de bases de données opérationnel.

La région Nord Chili (18°S-27°), entre Antofagasta et Arica, définit la lacune de Tarapaca qui n'a pas enregistré de grand tremblement de Terre de subduction depuis 1877. Ce segment est aujourd'hui chargé à ses deux extrémités depuis les séismes d'Antofagasta (Mw=8.1, 1995) au Sud (Ruegg et al., 1996) et d'Arequipa (Mw=8.4, 2001) au Nord. La lacune de Tarapaca est aujourd'hui identifiée comme une région à haut risque sismique. Un risque qui a été renforcé récemment par le séisme intraplaque de Tarapaca (13 juin 2005, Mw=7.7), localisé à 105 km sous le réseau GPS permanent des équipes franco-chilienne. Ce type d'événement est considéré par certains sismologues comme précurseur possible d'un grand tremblement de terre de subduction, comme le fut en 1950 le séisme intraplaque d'Antofagasta de nature similaire, qui précéda le grand événement d'Antofagasta de 1995. Cette région a également une longue histoire de tsunamis qui représente un risque important en raison des installations portuaires et industrielles (Antofagasta, Iquique et Arica) en plein développement, véritables portes de sortie de l'industrie minière chilienne et de la Bolivie le long de la côte.

Au sein de la région Central-Chili, deux lacunes sismiques seront plus particulièrement les cibles du laboratoire Montessus de Ballore. Au Nord de la région Central-Chili, la lacune de Coquimbo entre La Serena (30°S) et Los Villos (32°S) a été affectée par des séismes majeurs en 1730, 1880 et 1943. Depuis 1996, cette région est le siège d'une activité sismique remarquable depuis le séisme intraplaque de Punitaqui (Mw=7.1, Octobre 1997), qui pourrait être un signe précurseur de la préparation de cette lacune à un grand séisme de subduction ou la manifestation d'un transitoire de déformation au sein de la zone de transition. Au Sud de la région Central-Chili, la lacune de Concepcion-Constitucion n'a pas enregistré de grand séisme de subduction depuis 1835 et présente aujourd'hui un risque sismique très élevé. Les observations géodésiques et sismologiques ont révélées une activité crustale singulière associée à la cordillère interne, associée à une forte concentration de déformation jusqu'à deux fois plus élevée qu'au Nord. Ces observations soulèvent clairement le problème du partitionnement de la déformation entre la zone de contact et la cordillère.

Entre les deux lacunes de la région Central-Chili, la région Métropolitaine de Santiago est une région où se concentre plus de la moitié de la population du Chili. Le DGF (Université du Chili, Santiago) coordonne aujourd'hui, avec le département d'ingénierie sismique, un ambitieux programme (Nucleo Millenium) d'évaluation et de prévention du risque sismique dans cette région urbaine, auquel participe des équipes françaises (IPGP, ENS, IRSN).

### **A3. Publications communes**

Armijo, R., R. Rauld, J. Campos, E. Kausel, y R. Thiele, Peligro sismico en la Región Metropolitana: Reevaluación a partir de nuevas observaciones geomorfológicos y tectónica, Anales VIII Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica, ACHISINA, 25-27 abril 2002.

Armijo, R., and R. Thiele, Active faulting in northern Chile: ramp stacking and lateral decoupling along a subduction plate boundary ?, *Earth Planet Science Letter*, 98, 40-61, 1990.

Campos, J., S. Peyrat, J.B. de Chabaliér, j.-P. Vilotte, A. Perez, J.C. Ruegg, E. Clévéde, V. Clouard, D. Legrand, P. Bernard, M.P. Bouin, A. Cisternas, E. Kausel, A. Nercessian, C. Aranda, Source parameters and GPS deformation of the Mw 7.8 Tarapaca intermediate depth earthquake (Northern Chile) of June 13, 2005: A horizontal fault plane?, *Geophys. Res. Lett.*, submitted, 2006.

Campos, J., D. Hatzfeld, R. Madariaga, G. Lopez, E. Kausel, A. Zollo, G. Iannacone, R. Fromm, S. Barrientos, et H. Lyon-Caen. A Seismological study of the 1835 Seismic gap in South Central Chile. *Phys. Earth Planet. Int.*, 132, 177-195, 2002.

Campos, J., E. Kausel, R. Madariaga, F. Leyton, and J. Ruiz, Ground motion analysis of intermediate depth earthquakes in Chilean subduction zone, *American Geophys. Union, EOS, Transactions*, F828, San Francisco, EEUU, Dic 2000.



Campos, J., R. Madariaga, E. Kausel, S. Barrientos, G. Lopez, D. Hatzfeld, R. Fromm, y A. Zollo, Estudio sismológico de la laguna sísmica en la zona Constitución-Concepción, Anales VIII Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica, ACHISINA, 25-27 abril 2002, Valparaíso, Chile.

Campos, J., D. Hatzfeld, R. Madariaga, G. Lopez, E. Kausel, A. Zollo, G. Innacone, R. Fromm, S. Barrientos, and H. Lyon-Caen, A seismological study of the 1835 seismic gap in the South Central Chile, *Phys. Earth. Planet. Int.*, 132, 177-195, 2002.

Chlieh, M., J.-B. de Chabalier, J.-C. Ruegg, R. Armijo, R. Dmowska, J. Campos and K. Feigl, Crustal deformation and fault slip during the seismic cycle in the North Chile subduction zone, from GPS and InSAR observations, submitted to *Geophys. J. Int.*, February, 2003.

Gardi, A., A. Lemoine and Raul Madariaga, Modeling the stress transfer in the Coquimbo region of central Chile, 2005, *J. Geoph. Res.*, in press.

Lemoine, A., J. Campos and R. Madariaga, Evidence for earthquake interaction in the Illapel gap of Central Chile, *Geophys. Res. Lett.*, 28, 2743-2746, 2001.

Lemoine, A., R. Madariaga and J. Campos, Slab-pull and slab-push earthquakes in the Mexican, Chilean and Peruvian subduction zones, *Phys. Earth. Planet. Int.*, 132, 157-175, 2002.

Leyton, F., J. Campos, E. Kausel, y R. Madariaga, Estudio comparativo de sismos interplaca e intraplaca desde el punto de vista sismológico en Chile, Anales VIII, Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica, ACHISINA, 25-27 abril 2002, Valparaíso, Chile

Peyrat, S., J. Campos, J.-B. Dechabalier, A. Perez and S. Bonvallet, M.P. Bouin, D. Legrand, A. Necessain, O. Charade, G. Patau, E. Charade, E. Kausel, P. Bernard and J.-P. Vilotte, The Tarapaca intermediate-depth earthquake (Mw 7.7, 2005, Northern Chile): A slab-pull event with horizontal fault plane constrained from seismologic and geodetic observations, *Geophys. Res. Lett.*, in press, 2006.

J. C. Ruegg, M. Olcay, R. Armijo, J.B. de Chabalier and D. Lazo Pre-seismic transient and long term post-seismic relaxation associated with the 2001 South Peru earthquake, *Geophys. J. Intern.*, in press, 2005.

Ruegg, J.C., J. Campos, R. Madariaga, E. Kausel, J.B. de Chabalier, R. Armijo, D. Dimitrov, I. Georgiev, and S. Barrientos, Interseismic strain accumulation in south central Chile from GPS measurements, 1996-1999, *Geophys. Res. Lett.*, 29, 11, 10.1029/2001GL013438, 2002.

Ruegg, J.C. M. Olcay, and D. Lazo, «Co-, post- and pre(?) seismic displacements associated with the Mw=8.4 southern Peru earthquake of 23 June 2001 from continuous GPS measurements», *Seism. Res. Lett.*, 72, 6, 673-678, 2002.

Ruegg, J.C., J. Campos, R. Armijo, S. Barrientos, P. Briole, R. Thiele, M. Arancibia, J. Cañuta, T. Duquesnoy, M. Chang, D. Lazo, H. Lyon-Caen, L. Ortlieb, J.C. Rossignol, and S. L., The Mw=8.1 Antofagasta (North Chile) earthquake July 30, 1995: first results from teleseismic and geodetic data, *Geophys. Res. Lett.*, 23, 917-920, 1996.

## ANNEXE 2

COMPOSITION DES LABORATOIRES / EQUIPES AU 1<sup>er</sup> JANVIER 2006

PAYS	ORGANISME SIGNATAIRE	LABORATOIRE / EQUIPE	PERSONNEL	GRADE	Temps consacré au LIA %
FRANCE	IPG Paris	Sismologie, IPGP Tectonique, IPGP Sismologie, IPGP Tectonique, IPGP Sismologie, IPGP Tectonique, IPGP Sismologie, IPGP Sismologie, IPGP Sismologie, IPGP Sismologie, IPGP Sismologie, IPGP Sismologie, IPGP	<b>Permanents</b>		
			J.-P. Vilotte	Physicien	30
R. Armijo			Physicien	15	
P. Bernard			Physicien	15	
J.-B. de Chabalier			Phys. Adj	15	
N. Shapiro			DR2	20	
A. Nercessian			Phys. Adj	15	
M.-P. Bouin			CR1	15	
E. Clévéde			CR1	10	
M.F. Esnault			IE	10	
G. Moguilny			IR1	15	
O. Charade			IR2	10	
R. Lacassin	DR2	10			
			<b>Non permanent</b>		
		Sismologie, IPGP	S. Peyrat	PostDoc	100
		Sismologie, IPGP	F. Boudin	CDD	30
	ENS Paris	Géologie, ENS Géologie, ENS Géologie, ENS Géologie, ENS	C. Vigny	CR1	20
			R. Madariaga	Prof. ENS	30
			C. Lassere	CR1	15
			S. Morvan	IE	30
CHILI	Universidad de		<b>Permanents</b>		

Chile	Géophysique-U. de Chili	J. Campos (*)	Professeur	20
	Géophysique-U. de Chili	S. Barrientos (*)	Chercheur	10
	Géophysique-U. de Chili	M. Pardo	Professeur	10
	Géophysique-U. de Chili	E. Kausel (*)	Professeur	25
	Géophysique-U. de Chili	V. Clouard	Chercheur	25
	Géophysique-U. de Chili	A. Pérez (*)	Chercheur	25
	Géophysique-U. de Chili	F. Leyton (*)	Chercheur	10
	Géophysique-U. de Chili	E. Vera	Professeur	10
	Géophysique-U. de Chili	C. Aranda (*)	PT	10
	Géophysique-U. de Chili	N. Allendes (*)	PT	10
	Géophysique-U. de Chili	H. Riquelme (*)	PT	10
	Géophysique-U. de Chili	U. Vásquez (*)	PT	10
	Géophysique-U. de Chili	U. Vergara (*)	PT	10
	Géologie- U. de Chili	S. Rebolledo (*)	Professeur	20
	Géologie- U. de Chili	G. Vargas (*)	Professeur	15
	Géologie- U. de Chili	S. Sepúlveda (*)	Professeur	10
	Géologie- U. de Chili	R. Thiele (*)	Professeur	10
	Géologie- U. de Chili	M.A. Parada	Professeur	10
	Géologie- U. de Chili	C. Palacios	Professeur	10
	Génie Civil - U. de Chili	R. Verdugo (*)	Professeur	10
	Génie Civil - U. de Chili	M. Astroza (*)	Professeur	10
	Génie Civil -U. de Chili	C. Fonca (*)	Professeur	10
		<b>Non Permanents</b>		
	Géophysique-U. de Chili	J.G. Valenzuela (*)	CDD	20
	Génie Civil- U. de Chili	M. Facuse (*)	CDD	20
	Géophysique-U. de Chili	P. Toledo (*)	CDD	20

## ANNEXE 3

## BUDGET CONSOLIDE PREVISIONNEL DU LIA POUR L'ANNEE 2006

**Coûts Personnel (France) :**

IPG Paris : 197 000 Euros/an

ENS Paris : 94 000 Euros/an

Total : 291 000 Euros/an

**Coûts Personnel (Chili)****Soutien hors LIA (France) :**

ANR -05-CATT-014-02 « SubChile » : 218 000 euros pour la période 2005-2007

ANR – 06 – CATT « SubChile2 » : ~200 000 euros pour la période 2006-2008

Mi-lourd Sismologie 2006 : 20 000 euros

Action spécifique INSU 2006 : 40 000 euros

**Soutien hors LIA (Chili):***(incluant salaires)*

PROJET MILLENIUM : 88.000 euros/an (10/2006 jusqu'à 08/2007).

PROJET MILLENIUM (IERC-MB) : 88.000 euros/an (Projet soumis 09/2007 – 09/2010)

**Budget spécifique LIA (France):**

Fonctionnement (missions, coordination, réunions ....) : 20 000 euros/an

CDD (Ingénieur ou PostDoc), 24 mois en début de projet

**Budget spécifique LIA (Chili):**

Fonctionnement (missions, coordination, réunions ...) : 3000 euros/an