

Installation d'inclinomètres longue base pour l'observation des séismes et des tsunamis dans la région nord Chili.

Installation faite dans le cadre d'un programme de recherche IPOC, collaboration entre l'Université de Santiago au Chili, l'université d'Iquique, le CNRS-INSU (France), et le GFZ – potsdam (Allemagne).

Le 14 novembre 2007, un séisme de magnitude 7.7 s'est produit à Tocopilla à plus de 250 km au sud d'Iquique. La zone se trouvant plus haut nord entre Tocopilla et le Pérou n'a pas cassé depuis au moins 130 ans. Un séisme de magnitude proche de 9 peut donc s'y produire. Il est donc important d'instrumenter cette zone (GPS, sismomètre, inclinomètre, gravimètre) (voir figure 1).

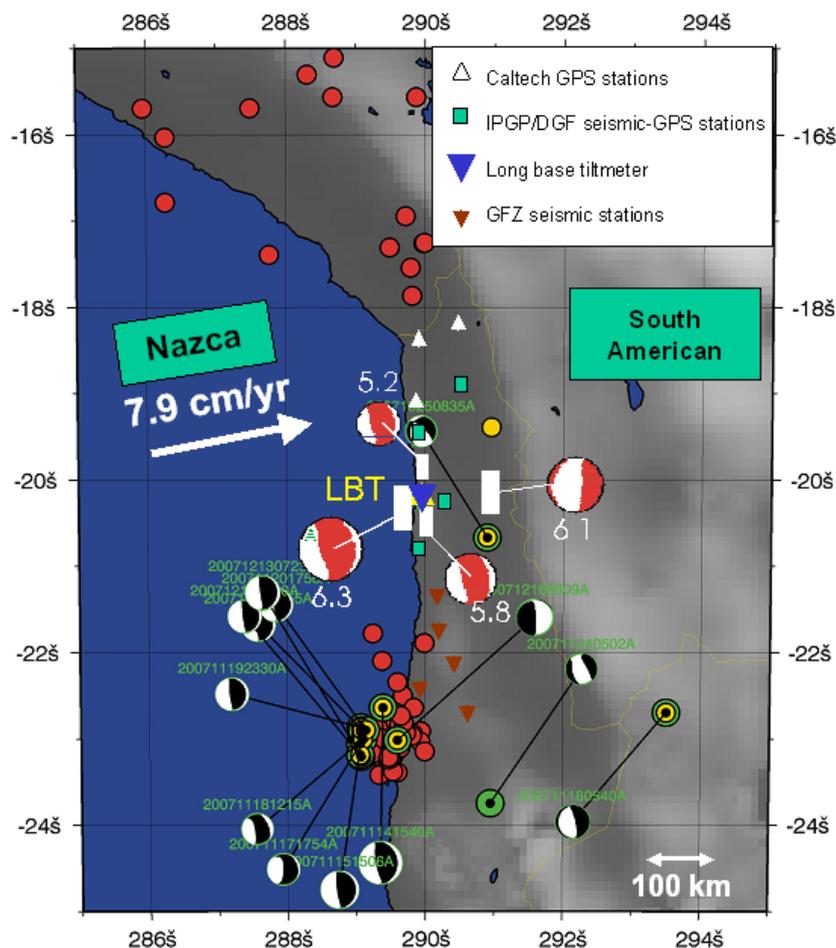


figure 1 : en noir séisme de Tocopilla M7.7, le 14 novembre 2007 et ses répliques. En rouge, séisme de magnitude comprise entre 5.2 et 6.3 qui se sont produits autour d'Iquique entre janvier et avril 2008. Les carrés blanc représentent la dimension équivalente des séisme qui se sont produit proche d'Iquique.

Nous avons en particulier installé un inclinomètre longue base, fonctionnant suivant le principe des vases communicant. Cet instrument d'une longueur proche de 40 m a été installé à une dizaine de kilomètre au nord-est d'Iquique, dans un tunnel de la mine de

Neuquen (Lat : -20.172075, Long : -70.073134) (voir figure 2). Il est en fonction depuis le mois d' Août 2007. Installation autorisée par l'exploitant Canadien de la mine Mr Pelke. Notre objectif est désormais d'effectuer une seconde installation dans un tunnel de la mine de Huntajaya (Lat : -20.21988 Long : -70.06692).

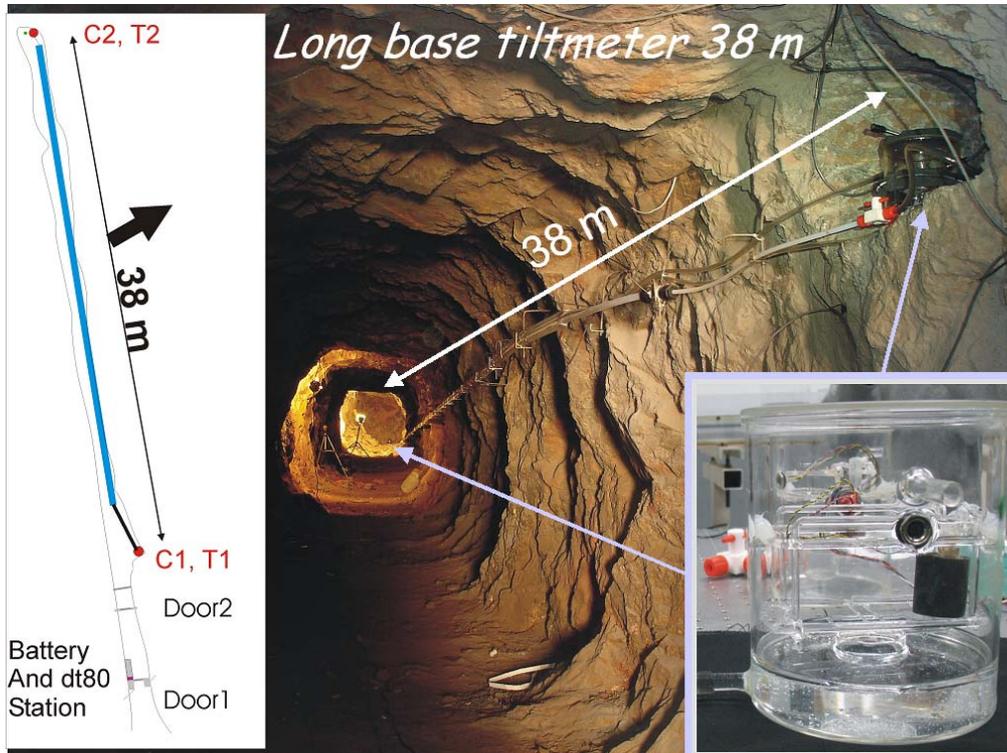


Figure 2 : inclinomètre longue base dans le tunnel de la mine de Neuquen, installé au mois d' Aout 2007.

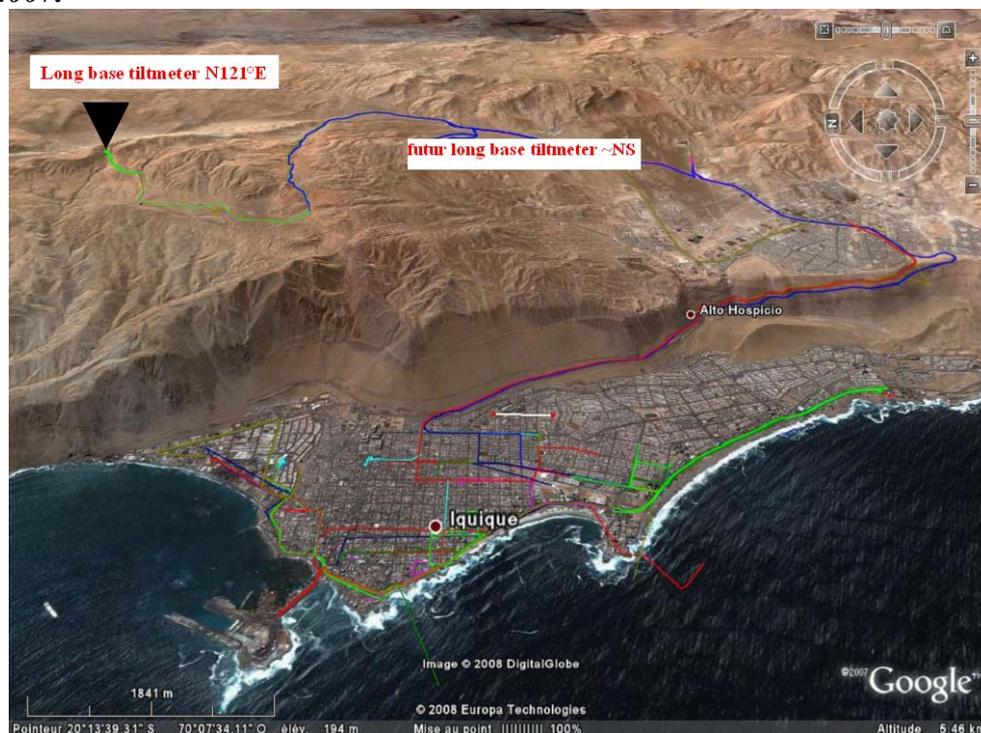


Figure 3 : l'instrument se trouve à quelques kms au Nord Est d'Iquique. Il est suffisamment proche de l'océan (7 km), pour enregistrer la déformation produites par les tsunamis.

Cet instrument possède une très grande résolution de 1 nanorad. Il peut observer des variations d'angle de la surface du sol de 1 mm vue à 1000 km. L'instrument est en fonction depuis le mois d'août 2007. Nous avons pu enregistrer l'impact de tous les séismes sur la déformation de la roche (voir figure 4, 6 & 11), et les vagues du tsunamis associées au séisme de Tocopilla du 14 novembre 2007 (voir figure 5).

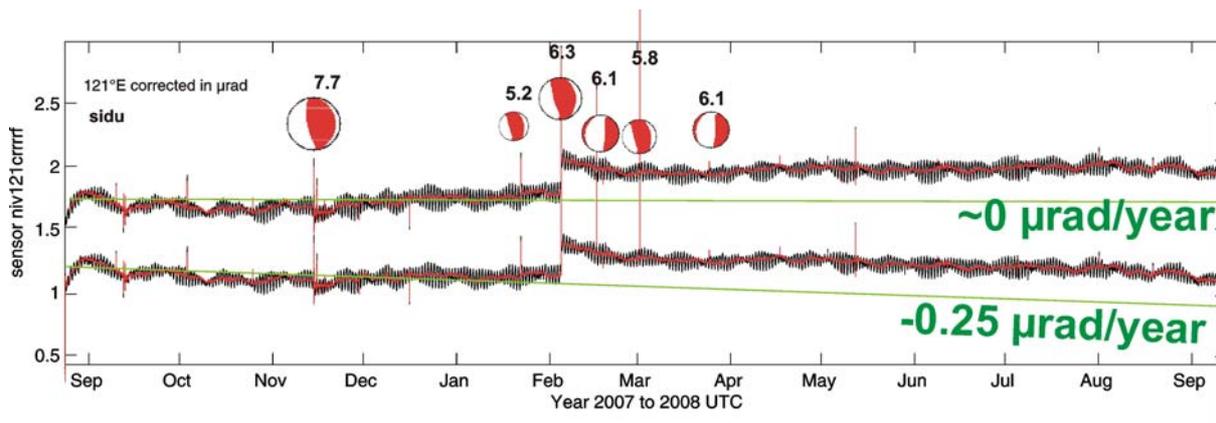


Figure 4 : ensemble des données enregistrées par l'inclinomètres à haute résolution depuis le mois d'août 2007. Au bout d'un peu plus d'un an d'enregistrement nous observons une évolution moyenne comprise entre 0 et $-0.25 \mu\text{rad}/\text{an}$.

Le séisme de Tocopilla de Novembre 2007, et ses grosses répliques, ont été très bien enregistrés, à 250 km de distance. Nous avons en particulier observé sur les courbes en noir, le passage des tsunamis (de faible hauteur quelques cm de hauteur d'eau) associé à l'événement de Tocopilla (voir figure 5). L'inclinomètre observe la très faible déformation de la côte produite par le poids des vagues des tsunamis successifs. L'amplitude observée n'est que de 10 nanorad soit une flexure de la côte infime de 0.1 mm sur une longueur de 10 km (voir figure 5). On peut observer en rouge, en parallèle l'observation faite par le marégraphe d'Iquique, donnée fournie par l'institut SHOA Chilien gérant tous les marégraphe sur les côtes Chilienne. Nous pouvons mettre en évidence l'arrivée de vagues de petits tsunamis sur la côte (quelques cms de hauteurs d'eau) toutes les 43 minutes.

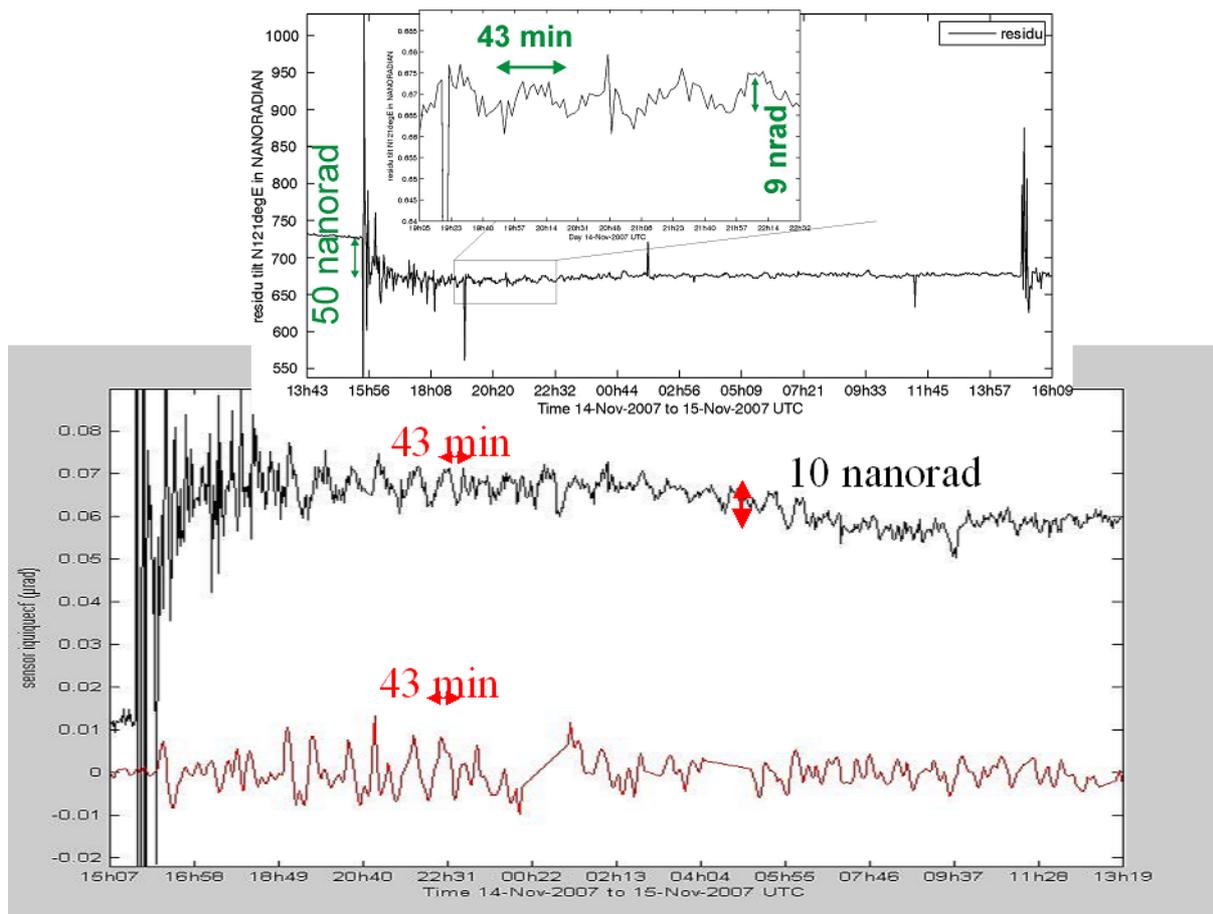


figure 5 : courbe noire, observation de l'événement de Tocopilla M7.7 du 14 novembre 2007, et des déformations produites par les vagues de tsunamis plusieurs heures après le séisme.

Courbe rouge, hauteur d'eau enregistrée en parallèle par le marégraphe d'Iquique (SHOA data).

L'instrument montre ainsi sa capacité à détecter de très faible variation de hauteur d'eau et peut apporter une aide très importante dans la prévention des tsunamis.

Entre le mois de janvier et d'avril 2008 de nombreux séisme de plus faible intensité se sont produits autour d'Iquique. Le plus important de cette série avec une M6.3 s'est produit à seulement quelques km d'Iquique et de l'inclinomètre longue base.

L'analyse des données montrent que nous observons la déformation cosismique associée à chacun de ces séismes (voir figure 6 à 11).

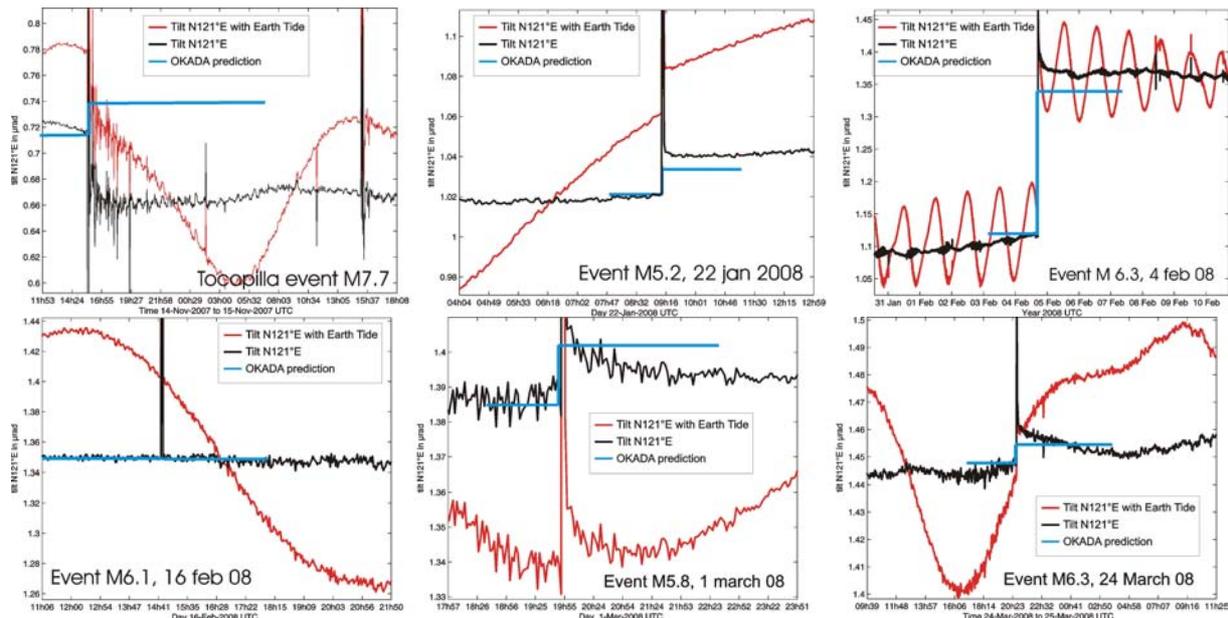


Figure 6 : observation de la déformation cosismique produite par le séisme de tocopilla.

Figure 7 : pour le séisme du 22 janvier 2008 proche d'Iquique.

Figure 8 : séisme du 4 février 2008.

Figure 9 : séisme du 16 février 2008.

Figure 10 séisme du 01 mars 2008.

Figure 11 : séisme du 24 mars 2008.

Sur toutes les figures nous avons effectué la modélisation OKADA correspondante.

L'instrument montre donc sa capacité à observer sur plusieurs années les déformations produites par les tremblements de Terre (voir figure 4, 6 à 11).

L'ensemble des enregistrements effectués par l'inclinomètre longue base à haute résolution est un succès. Il fera l'objet de présentation dans les congrès internationaux sur les tremblements de Terre en Allemagne, mais aussi prochainement à l'AGU à San-Francisco aux Etats-Unis.

L'activation sismique du sud de la lacune, à laquelle vient de s'ajouter une série de séisme proche d'Iquique dont le plus important de M6.3. Nous conduit à prévoir en urgence l'installation d'un 2^{ème} inclinomètre longue base, dans une galerie de mine déjà identifiée à la mine de Huntajaya (Lat : -20.21988 Long : -70.06692).