

Laboratoire de Géologie de Lyon - Terre, Planètes, Environnement  
**Sujet de M2/Thèse en géodésie**

**Étude de la déformation de surface par interprétation simultanée de données  
GNSS et InSAR**

Superviseurs : Marianne Métois, Cecile Lasserre, Thomas Bodin  
( marianne.metois@univ-lyon1.fr , cecile.lasserre@univ-lyon1.fr , thomas.bodin@ens-lyon.fr )

La mesure du déplacement de la surface terrestre par la géodésie spatiale permet de localiser et comprendre les mécanismes de déformation crustale, en particulier ceux liés au cycle sismique des failles pour ainsi améliorer l'estimation de l'aléa sismique. Avec l'expansion des réseaux GNSS et le libre accès à des données InSAR couvrant de larges zones tectoniques, il est possible d'obtenir le tenseur du taux de déformation (lié au contexte tectonique et évoluant suivant la période du cycle sismique observée) à partir des vitesses de déplacement géodésiques observées en surface. Ceci constitue un problème inverse, où la solution est non-unique, et de nombreuses méthodes d'inversion ont vu le jour au cours des dernières décennies, chacune comportant ses avantages et ses inconvénients propres.

Au Laboratoire de Géologie de Lyon : Terre, planètes et environnement (CNRS/ENS de Lyon/Université Claude Bernard Lyon 1/ Université Jean Monnet, St Etienne), nous avons développé des méthodes à la pointe pour reconstruire le taux de déformation (et les incertitudes associées) à partir de données GNSS. L'application du système de failles actives de San Andreas en Californie (Figure 1) et l'analyse des résultats sont publiées dans Pagani et al. (2021).

L'objectif de ce stage de Master 2 est de poursuivre ces travaux qui sont très prometteurs et concernent à terme une communauté scientifique large (sismotectonique générale, estimation de l'aléa sismique, ingénierie, assurances etc). Plusieurs sujets peuvent être proposés selon le profil et les envies du (de la) candidat(e). Nous cherchons un(e) étudiant(e) motivé(e) par la recherche fondamentale. De bonnes bases en programmation (par exemple fortran, C, matlab ou python) seront un fort atout. Le stage de master peut s'effectuer au premier semestre 2022, à l'issue duquel le(a) stagiaire pourra candidater à une thèse au concours de l'école doctorale PHAST.

Volet Méthodologique à développer :

Un des challenges des prochaines années est poursuivre le développement de cette méthode en intégrant d'autres types de données dans les inversions, en particulier les données InSAR, qui ont des sources et des structures de bruit (liées aux incertitudes sur les mesures) différentes de celles des données GNSS et sont sensibles à d'autres composantes de la déformation, avec des résolutions en temps et en espace également très différentes de celles des données GPS. Le but sera de lever certaines limites connues de la méthode actuelle et de développer les outils pour l'inversion simultanée de différents types de données en utilisant des méthodes d'inversion bayésienne.

Volet Applications à développer :

Parmi les pistes de travail, il pourra s'agir d'appliquer cette nouvelle méthode à l'étude des déformations tectoniques à l'échelle continentale dans différents contextes (régions à faible taux de déformation comme les Balkans, où l'aléa sismique est cependant important), ou à des échelles plus locales de zones de failles pour analyser l'évolution spatio-temporelle des déformations au cours du cycle sismique (pendant/après/avant un séisme).

L'équipe lyonnaise dispose de codes déjà opérationnels qu'il faudra adapter au problème traité.

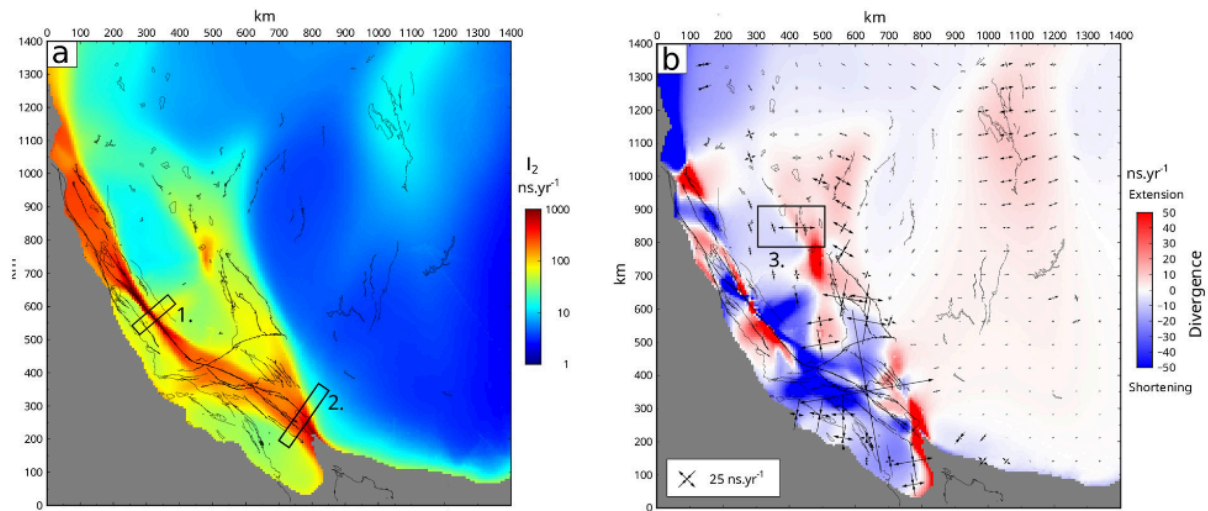


Figure 1: D'après Pagani et al (2021). Second invariant (Gauche) et divergence (droite) du tenseur de déformation obtenu pour le Sud Ouest des Etats Unis. Les différents segments de la faille de San Andreas sont clairement résolus.

Gratification : 554€/mois

### Références :

Pagani, C., Bodin, T., Métois, M., & Lasserre, C. (2021). Bayesian estimation of surface strain rates from Global Navigation Satellite System Measurements: Application to the Southwestern United States. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 126, e2021JB021905. <https://doi.org/10.1029/2021JB021905>