

Atelier de prospective

Quelles données THRS au-delà de Pléiades et Spot 6-7

Vendredi 11 juin 2021

Déformations 3D : séismes et volcans

Raphaël GRANDIN, Yann KLINGER,
Arthur DELORME

grandin@ipgp.fr – klinger@ipgp.fr
delorme@ipgp.fr

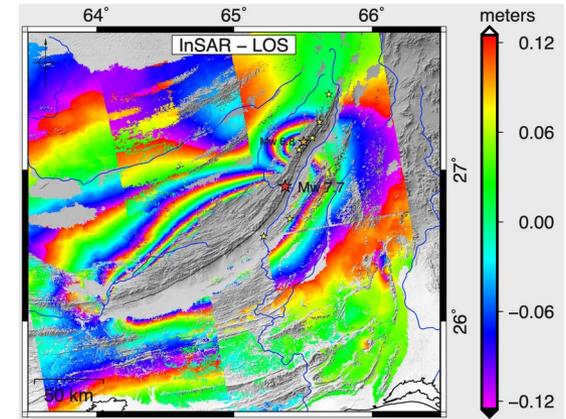
Institut de Physique du Globe de Paris
Université de Paris



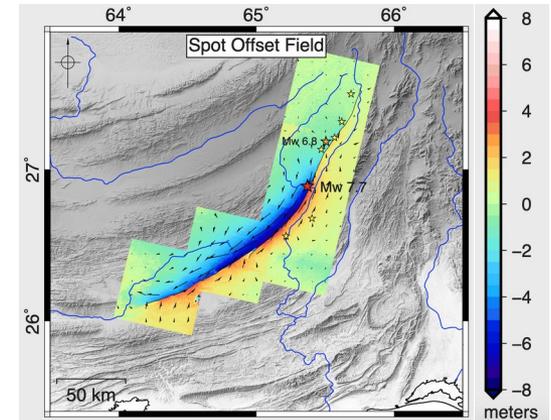
- **Objectif:** mesurer les déformations de la surface à partir de l'imagerie optique, suite à un séisme ou une éruption volcanique, pour mieux comprendre :
 - Mécanique des systèmes de faille, interactions entre séismes, aléa sismique
 - Stockage et transport de magma en profondeur et en surface, aléa volcanique
- **Intérêt de l'optique haute résolution (Pléiades) :**
 - Pas de saturation (complémentaire de l'interférométrie radar InSAR)
 - Haute résolution spatiale (< 1m)
 - Accès à la 3D (vertical = différence de DSMs ; horizontal = corrélation images)

Séisme du Balochistan, M=7.9 (2013) (Lauer et al , 2020, JGR)

InSAR (TerraSAR-X/RSAT2)



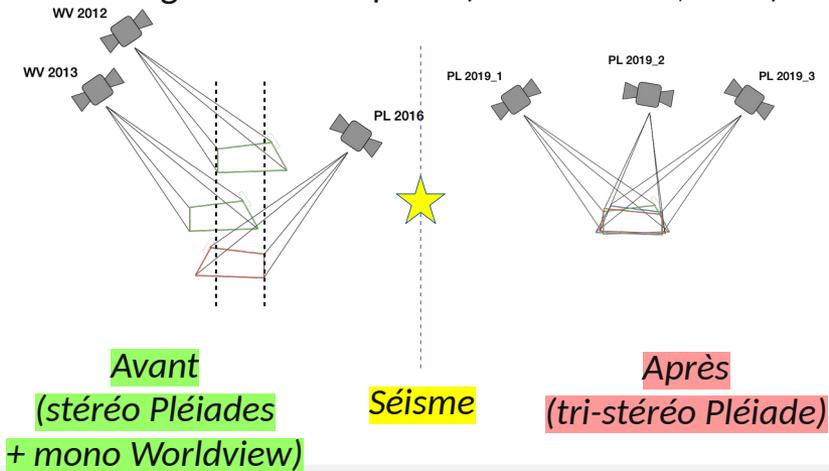
Optique (SPOT-5)



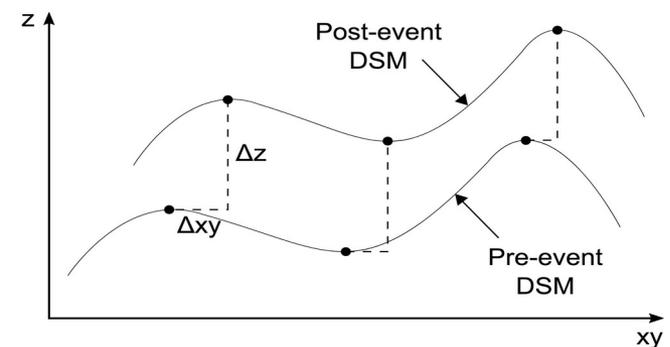
<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/2019JB018380>

- **Spécificités**: nécessiter de combiner des capteurs différents, et de prendre en compte des géométries d'acquisition variables.
- **Approche** : chaîne de traitement MicMac (Rosu et al., 2014; Rupnik et al., 2016)
 - Ajustement géométrique global (bundle adjustment)
 - Calcul de DSM avant / après événement
 - Orthorectification et corrélation d'images => champ de déplacement horizontal
 - Différence des DSMs « warpés » => champ de déplacement vertical

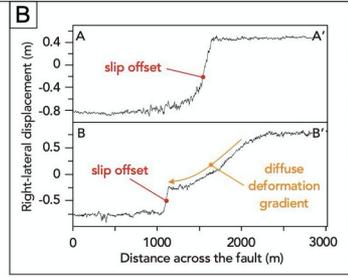
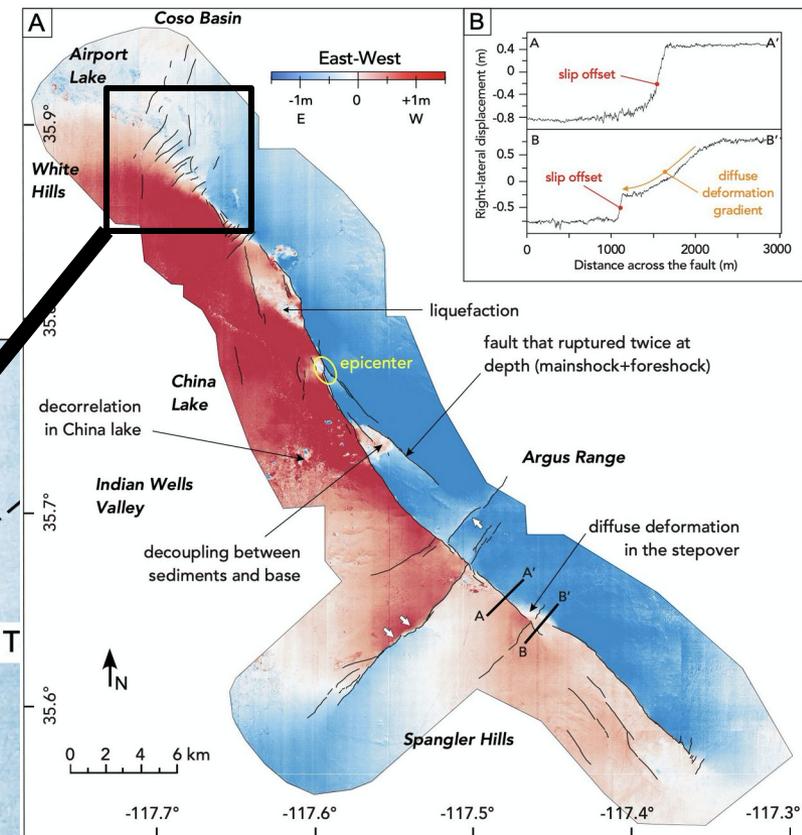
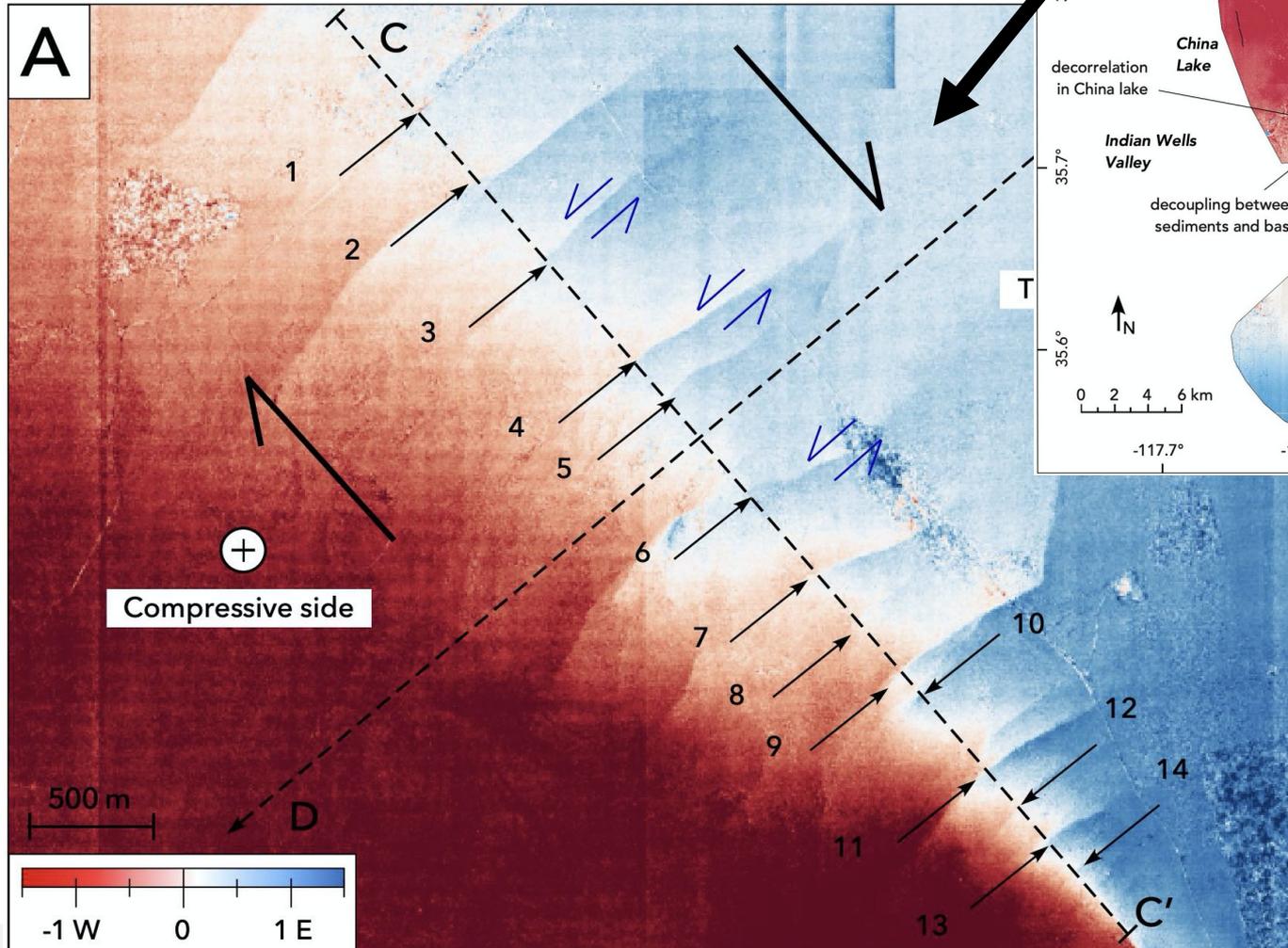
2018 Ridgecrest earthquake (Antoine et al., 2020)



2016 Norcia earthquake (Delorme et al., 2020)



Séisme de Ridgecrest 2018, Californie, M=6.4 + M=7.1



(Antoine et al., 2021 in revision)

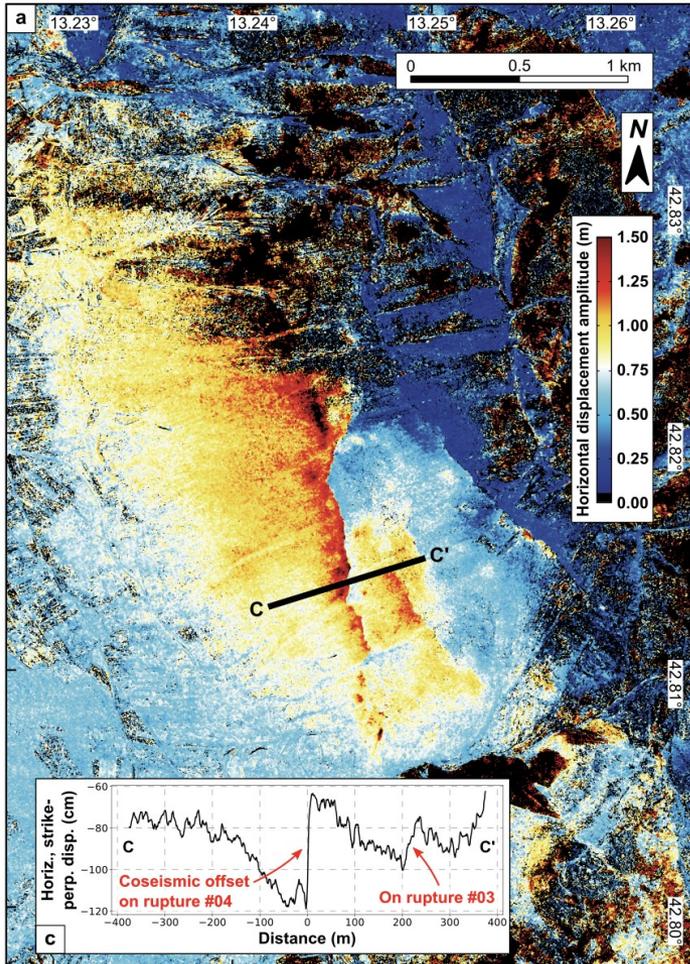
Déformation distribuée
à ~ 90° du tracé de la
faille principale

=> implications
importantes pour la
reconnaissance des
ruptures passées
(paléosismologie)

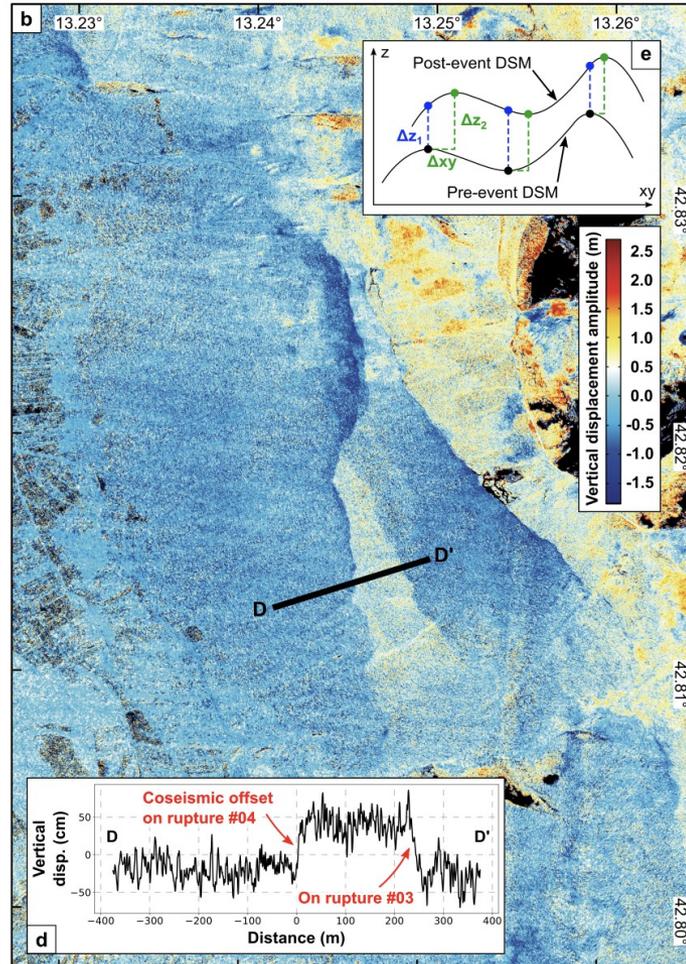
Séisme de Norcia

2016, Italie, M=6.2 + M=6.5 + M=6.2

Horizontal deformation



Vertical deformation



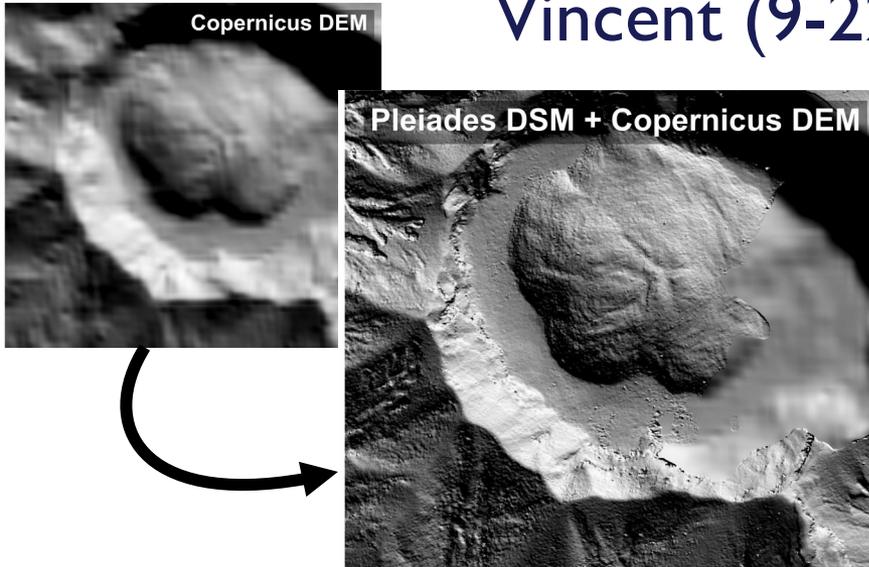
Reconstitution des décalages co-sismiques sur la faille, en complémentarité des mesures de terrain.

Reconnaissance de l'importance de déformations en champ proche (<500 mètres de la faille en surface), indiquant une possible interaction entre des processus gravitaires et le séisme.

Delorme et al., 2020, "Tectonics"

<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/2019TC005596>

Volcans : éruption de la Soufrière de Saint Vincent (9-22 avril 2021)



Calcul de DSMs précis avant/après éruption => changements topographiques (quantification des volumes de lave / de cendres)

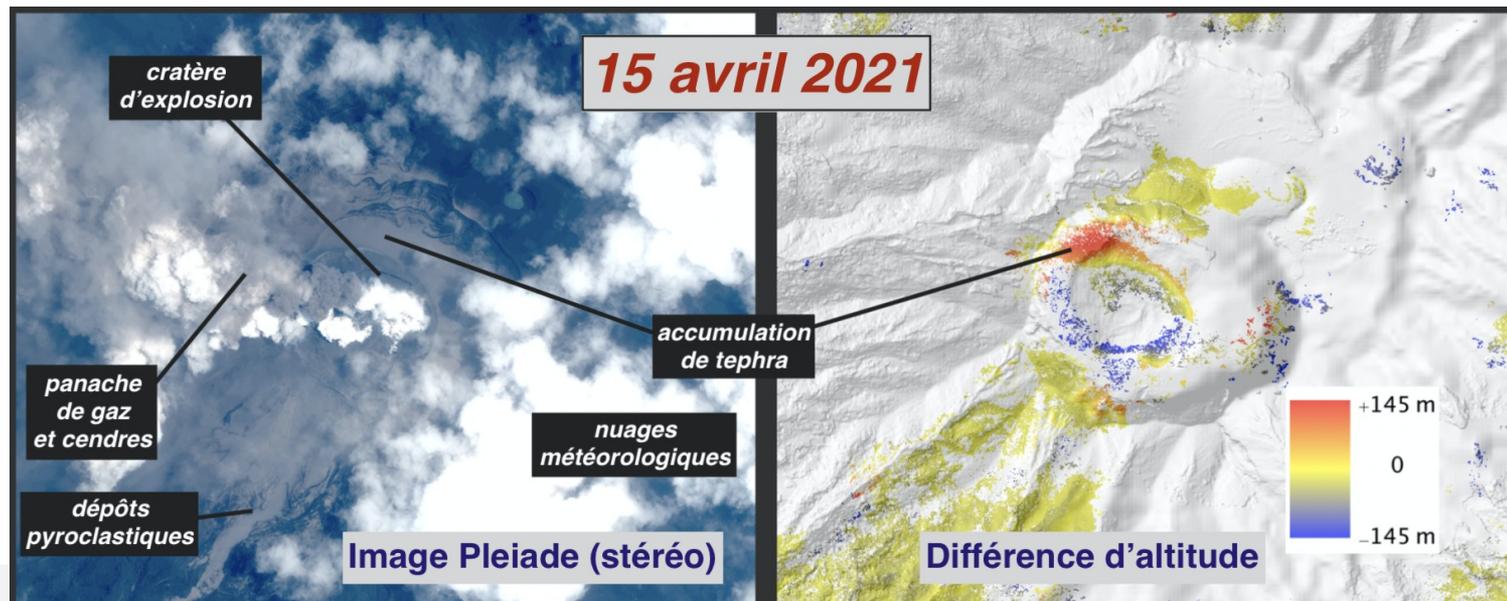
Acquisitions stéréo en “mode Charte” (dispositif CIEST2) => soutien à la gestion de crise volcanique

Grandin et al., 2021

<https://www.poleterresolide.fr/eruption-de-la-soufriere-saint-vincent-evaluer-les-aleas-volcaniques-en-temps-reel-grace-a-limagerie-optique-haute-resolution/>



Credit: Pato Patterson



Conclusions / Perspectives

- L'agilité du système Pléiades pose des problèmes méthodologiques nécessitant une chaîne de calcul complète. Les DSMs sont un produit intermédiaire (mais utile!) du traitement. La qualité de la corrélation d'image dépend fortement de la qualité de l'orthorectification préalable.
- Nécessité de combiner plusieurs capteurs (problématique de l'archive).
- Séismes : grandes superficies / Volcans : haute résolution temporelle => gros volumes d'images
- L'acquisition stéréo systématique en « mode Charte » offre des opportunités de recherche (mesure des transitoires) et opérationnelles (gestion de crise). Un dispositif intermédiaire entre DINAMIS et la Charte, à vocation scientifique, serait très utile pour les communautés séismes / volcans.
- Besoin de soutien pour la mise au point de traitements « à la demande ».
- Synergie SAR / optique : à développer autant que possible, mais se heurte souvent aux politiques restrictives d'accès à l'imagerie radar THR. Nouveaux acteurs ?

