

Suivi des glaciers tempérés à partir de données Pol-InSAR haute résolution spatiale : premières analyses d'acquisitions E-SAR couplées à des mesures in-situ sur le glacier d'Argentière.

M. Gay¹, T. Landes², E. Trouve^{1,3}, J.-M. Nicolas⁴, I. Hajnsek⁵, L. Bombrun¹, G. Vasile^{1,3} and L. Moreau⁶

¹ Grenoble Image Parole Signal et Automatique (GIPSA-lab)
CNRS INPG - BP 46 - 38402 Saint-Martin-d'Hères - FRANCE
Tel: +33 476 826 256 - Fax: +33 476 826 384 - lionel.bombrun|michel.gay@lis.inpg.fr

² Equipe Photogrammétrie et Géomatique - UMR MAP
CNRS INSA Strasbourg - 24, Bd de la Victoire - 67084 Strasbourg Cedex - FRANCE
Tel: +33 388 144 733 - Fax: +33 388 144 733 - rania.landes@insa-strasbourg.fr

^{1,3} Laboratoire d'Informatique, Systèmes, Traitement de l'Information et de la Connaissance
Polytech'Savoie - Université de Savoie - BP 80439 - F-74944 Annecy-le-Vieux Cedex - FRANCE
Tel: +33 450 096 548 - Fax: +33 450 096 559 - gabriel.vasile|emmanuel.trouve@univ-savoie.fr

⁴ Département Traitement du Signal et des Images
CNRS GET-Télécom Paris - 46, Rue Barrault - 75013 Paris - FRANCE
Tel: +33 145 818 129 - Fax: +33 145 813 794 - nicolas@tsi.enst.fr

⁵ German Aerospace Center, Microwaves and radar Institute, SAR Technology Department
PO Box 116, 82234 Wessling, Germany
Tel: +498153282363- Fax: ++498153281153 - ierna.hajnsek@dlr.de

⁶ EDYTEM, CNRS-Université de Savoie

Correspondant auteur : Michel Gay¹

Résumé :

Le suivi de l'évolution rapide des glaciers tempérés est important pour des raisons économiques, de sécurité et d'indicateur local des effets du changement global du climat. Comparées aux mesures terrestres dispersées, les acquisitions d'images Radar à Synthèse d'Ouverture (RSO ou SAR) permettent de suivre régulièrement la dynamique des glaciers et apportent des mesures denses des paramètres physiques qui sont nécessaires pour détecter des changements significatifs et contraindre les modèles d'écoulements des glaciers. L'interférométrie RSO ou les techniques alternatives peuvent être appliquées pour mesurer des champs de déplacements qui peuvent être de quelques décimètres par jour dans les Alpes. Les images satellitaires ERS1-2 ont été utilisées pour obtenir des champs de vitesse, principalement en hiver à cause de la forte décorrélation temporelle en été. La polarimétrie RSO peut augmenter le potentiel des observations des surfaces ou des sous-surfaces des glaciers composés de rochers, de neige et de glace. Jusqu'à aujourd'hui, peu de campagnes aéroportées PolSAR ou Pol-InSAR ont été réalisées dans les Alpes.

Cette communication présente les premiers résultats d'une campagne d'avion doté d'un capteur SAR qui s'est déroulée en octobre 2006 sur deux glaciers de la vallée de Chamonix : Argentière et Mer de Glace. Grâce à une collaboration entre le DLR (Agence Spatiale Allemande) et le groupe MEGATOR (<http://www.lis.inpg.fr/megator>), des acquisitions répétées E-SAR ont été effectuées dans les modes interférométriques et polarimétriques dans plusieurs bandes de fréquences ainsi que des mesures in-situ qui vont servir à l'évaluation des performances. Les images E-SAR incluent :

1. Des données polarisées (simples), bande X interférométrique, destinées à la réalisation d'un MNT.
2. Des données polarisées (doubles), bande C qui vont permettre la comparaison entre la haute résolution E-SAR et les données basse résolution ENVISAT.
3. Des données polarisées (« full polar »), bandes L et P interférométriques avec différentes lignes de bases pour l'analyse de la cohérence et à un jour d'intervalle pour l'analyse du déplacement.

Les mesures in-situ incluent :

1. Du GPS différentiel pour connaître les positions précises des « corner reflector » et pour obtenir des profils longitudinaux et transversaux des vitesses.
2. Des profils Ground Penetrating Radar (GPR) à différentes fréquences pour étudier les profondeurs de pénétration des ondes électromagnétiques.
3. Des profils stratigraphiques pour mesurer les caractéristiques des strates du manteau neigeux (température, taille des grains...).

Les premiers résultats de ces acquisitions uniques en Europe seront présentés ainsi que les axes de recherche qui vont être développés. Des perspectives seront extraites concernant des applications pour l'analyse Pol-InSAR du manteau neigeux et le suivi Pol-InSAR des glaciers tempérés.

E-SAR : Experimental Synthetic Aperture Radar

PolSAR : Polarimetric Synthetic Aperture Radar

Pol-InSAR : Polarimetric-Interferometric Synthetic Aperture Radar

Remerciements :

Les auteurs souhaitent remercier tous les participants à cette expérimentation :

- Ralf Horn, Martin Keller, Christian Andres (DLR-HR Oberpfaffenhofen)
- P. Grussenmeyer, M. Koehl, E. Smigel, S. Guillemain (MAP-PAGE, CNRS-INSA Strasbourg),
- J.-M. Vanpe, L. Ott (GIPSA-lab, CNRS-INP Grenoble),
- I. Petillot, L. Valet, Ph. Bolon (LISTIC, Université de Savoie),
- G. Lehureau, L. Denis, F. Tupin (TSI, CNRS-GET Telecom Paris),
- N. Longepe, L. Ferro-Famil (IETR, CNRS-Université de Rennes 1),
- J. Deparis (LGIT, CNRS-INP Grenoble),
- L. Moreau (EDYTEM, CNRS-Université de Savoie),
- R. Lecluse (guide).

Ainsi que la Société d'Emosson qui nous a autorisés à utiliser ses locaux pour mettre en place des instruments de mesures sous le glacier d'Argentière.

Références :

- [1] K.E. Mattar, PW Vachon, D.Geudtner , A.L. Gray, IG Cumming, and M. Brugman. Validation of alpine glacier velocity measurements using ERS tandem mission SAR data. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 36(3):974-984, 1998.
- [2] Trouve E., Vasile G., Gay M., Bonbrun L., Grussenmeyer P., Landes T., Nicolas J.M., Bolon Ph., Petillot I., Julea A., Valet L., Chnaussot J., and Koehl M. – 2006. Combining airborne photographs and spaceborne SAR data to monitor temperate glaciers. Potentials and limits. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, to appear-2007.
- [3] O.Stebler, A.Schwerzmann, M. Luthi, E.Meier and D. Nuesch. Pol-InSAR observations from an alpine glacier in the cold infiltration zone at L-band and P-band. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing letters*, 2(3):357-361,2005.
- [4] K. Papathanassiou, I. Hajnsek, H.Rott and T. Nagler. Polarimetric SAR interferometry for snow cover parameter estimation. *POLinSAR 2005 workshop, ESA ESRIN, Frascati, Italy 2005*.
- [5] G. Vasile, E. Trouve, JS Lee, and V. Buzuloiu. Intensity-driven-adaptive-neighborhood technique for polarimetric and interferometric sar parameters estimation. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 44(6):1609-1621, 2006.