

Thèse de doctorat

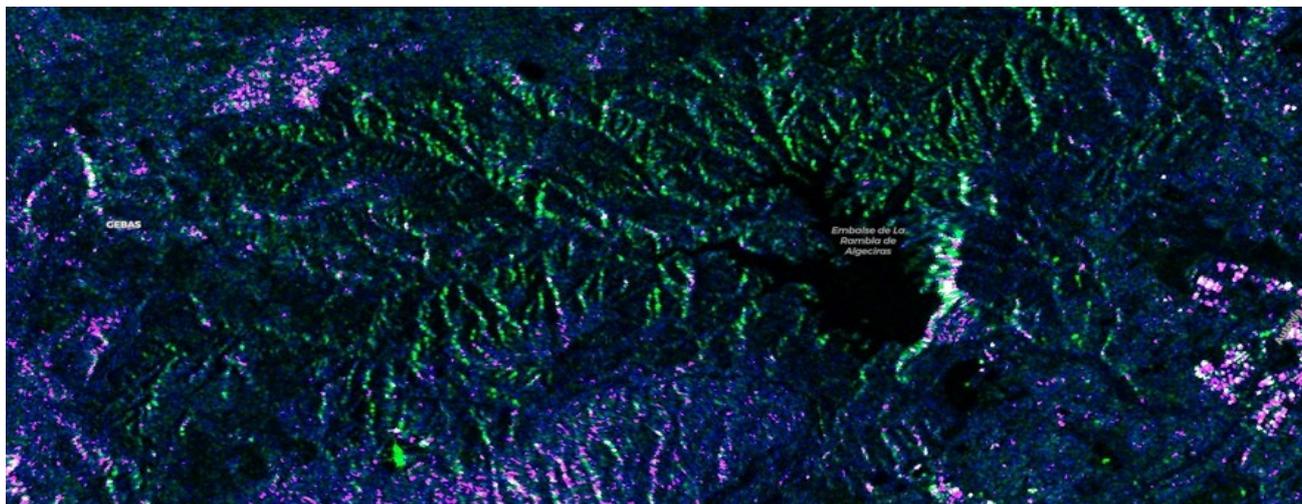


Soutenance de thèse de doctorat en géographie et aménagement

présentée et soutenue publiquement par
Radouane HOUT

le 25 Septembre 2020

Téledétection Radar SAR et photogrammétrie : Application à la géographie limnologique avec l'exemple de l'étude du ravinement littoral au lac de Rambla de Algeciras (Murcia, Espagne)



Thèse dirigée par :
Mme. Véronique MALEVAL
M. Éric ROUVELLAC

Rapporteurs :
M. Laurent TOUCHART,
M. Hervé PIEGAY

Examineurs :
M. Gabriel VASILE
M. Gil MAHE

Résumé :

Le lac de Rambla de Algeciras en Murcia est un réservoir d'eau potable. Il contribue aussi à la réduction des inondations. Avec un climat semi-aride et la nature très friable des formations géologiques au niveau des berges lacustres, l'apparition et le développement des ravines de berges sont favorisés et posent un problème majeur d'envasement du lac. Ce travail de thèse a pour objectif le suivi des apports sédimentaires des ravines des berges lacustres, grâce aux photos aériennes, aux données LiDAR et aux images radar SAR. En 2018, trois ravines de différentes morphologies ont été modélisées en haute résolution à l'aide de la photogrammétrie par drone afin d'obtenir leur faible changement topographique. Les nuages de points LiDAR du projet PNOA ont été ainsi utilisés pour étudier la variabilité et la dynamique sédimentaire annuelle sur une échelle spatiale plus large couvrant toutes les berges lacustres. Ceci permet alors de guider les gestionnaires des lacs à mettre en œuvre des stratégies pour prendre en compte les contributions des ravines de berges lacustres qui sont généralement sous-estimées dans les bilans hydro-sédimentaires des lacs. Comme tous les terrains touchés par le phénomène de ravinement se heurtent au manque de données sur le bilan sédimentaire, nous avons proposé l'utilisation de la technique d'interférométrie SAR (InSAR) sur les versants des ravines érodées pour déterminer avec une précision millimétrique les faibles changements topographiques sur les versants en repliement. L'analyse de l'effet de déclenchement du ravinement sur les changements de la cohérence dans les versants en repliement a montré que le signal sur ces derniers est souvent suffisamment cohérent afin de produire une phase InSAR théoriquement utilisable. Cette phase a été exploitée pour déterminer la vitesse de l'érosion des versants des ravines après avoir modifié quelques paramètres liés à la phase du signal radar SAR sur les versants en repliement. L'application de cette technique InSAR multi-temporelle avec des données Sentinel-1 sur les versants des ravines en repliement et la comparaison de leur précision avec des données drone démontre la pertinence des données SAR pour le suivi du bilan sédimentaire sur les versants des ravines en repliement dans des zones semi-arides. D'une manière générale cette thèse contribue à améliorer le suivi régulier des ravines dans les zones semi-arides difficilement accessibles avec une très haute précision.

Mots-clés : Lac – Rambla de Algeciras - Ravinement – Climat semi-aride -Berges lacustres - Drone – Photogrammétrie - LiDAR- Radar SAR – Versant en repliement – Cohérence – InSAR.

Abstract :

The Rambla de Algeciras lake in Murcia is a reservoir of potable water, and also contributes to the reduction of flooding. With a semi-arid climate and a very friable nature of the geological formations at the lakeshore level, the emergence and development of bank gullies is favored and poses a major problem of siltation of the lake. The objective of this thesis work is to follow the sedimentary contributions of the lake shore gullies, using aerial photos, LiDAR data and Radar SAR images. In 2018, three gullies of different types were modelled in high resolution using UAV photogrammetry to obtain their low topographic change. The LiDAR point clouds of the PNOA project were thus used to study the variability and annual sedimentary dynamics on a larger spatial scale covering all the lake banks. This then helps guide lake managers to implement strategies that take into account the contributions of lake shore gullies that are generally underestimated in lake water budgets. Since all areas affected by the gully phenomenon are confronted with a lack of data on sediment budgets, we proposed the use of the SAR interferometry technique (InSAR) on the slopes of eroded gullies to determine with millimetric precision the slight topographic changes on the layover areas. The analysis of the gully trigger effect on changes in coherence on the layover areas showed that the signal on the layover areas is often sufficiently coherent to produce a theoretically usable InSAR phase. This phase has been exploited to determine the erosion rate of gully slopes after modifying some parameters related to the phase of the radar SAR signal on the folded slopes. The application of this multi-temporal InSAR technique with Sentinel-1 data on layover areas and the comparison of their accuracy with UAV data demonstrate the relevance of SAR data for monitoring the sediment budget on layover areas in a semi-arid climate. In general, this thesis contributes to improve the regular monitoring of gullies in semi-arid zones that are difficult to access with very high accuracy.

Keywords: Lake - Rambla de Algeciras- Gullies - Semi-arid climate - Lake banks - UAV - Photogrammetry - LiDAR- Radar SAR – Layover -Coherence – InSAR.