

Summary: The analysis of landslide inventories is the basis for quantitative hazard assessment. Landslide inventory maps are prepared using conventional methods (field surveys, visual interpretation of aerial photographs) and new remote sensing techniques. One of the most promising techniques for landslide detection and mapping is related to the measurement of the ground deformation by satellite radar interferometry (InSAR). This doctoral thesis is dedicated to the preparation of a multi-date inventory, from multi-source data, including InSAR, for a quantitative assessment of landslide hazard. The methods associate the analysis of Earth Observation products and statistical modelling for the characterization of landslide hazard in a rural and mountainous region of the South French Alps. They have been developed at the slope (1:5000-1:2000) and the regional (1:25.000-1:10.000) scales. For the creation of a multi-date inventory, this study developed a combined interpretation of time series of SAR images, aerial photographs, geomorphological maps, historical reports and field surveys. At the slope-scale, a geomorphologically-guided methodology using InSAR was proposed to identify landslide displacement patterns and measure their kinematic evolution. At regional scale, spatio-temporal distribution of landslides is characterised and hazard is assessed by computing spatial and temporal probabilities of occurrence for a given intensity of the phenomena. The spatial occurrence is evaluated using a multivariate model (logistic regression). The temporal occurrence of landslide is estimated with a Poisson probability model to compute exceedance probabilities for several return periods. Different mapping units were used in the modelling, and their influence on the results is discussed. Analysis of landslide hazard is then proposed for some particular hotspots. Relationships between landslide (re)activations and triggering factors are envisaged.

Keywords: Landslide, Mapping, Inventory, Radar remote sensing, Kinematic analysis, Susceptibility zonation, Hazard assessment, Ubaye valley

Résumé : La création d'inventaires de glissements de terrain sert de base à l'évaluation quantitative de l'aléa et à la gestion du risque. Les cartes d'inventaires de mouvements gravitaires sont produites en utilisant des méthodes conventionnelles (campagnes de mesures de terrain, interprétation visuelle de photographies aériennes) et par des techniques de télédétection plus innovantes. Une des techniques les plus prometteuses pour la détection et la cartographie des glissements de terrain fait appel à la mesure de la déformation du sol par interférométrie radar satellitaire (InSAR). Cette thèse est consacrée à la constitution d'un inventaire multi-dates à partir de données multi-sources (incluant les données InSAR) en vue d'évaluer de façon quantitative l'aléa glissement de terrain. Les méthodes associent l'analyse de produits d'Observation de la Terre et des modélisations statistiques pour la caractérisation de l'aléa dans la vallée de l'Ubaye, une région rurale et montagneuse des Alpes du Sud. Elles ont été développées à l'échelle du versant (1:5.000-1:2.000) et à l'échelle régionale (1:25.000-1:10.000). Pour la création des inventaires, cette étude propose une interprétation combinée de séries temporelles d'images SAR, de photographies aériennes, de cartes géomorphologiques, de rapports historiques et de campagnes de terrain. A l'échelle locale, une méthodologie d'interprétation guidée par la géomorphologie et utilisant l'InSAR a été proposée pour identifier les champs de déplacement des glissements de terrain et mesurer leur évolution. A l'échelle régionale, la distribution spatio-temporelle des glissements de terrain a été caractérisée et l'aléa a été calculé à partir des probabilités d'occurrence spatiale et temporelle pour une intensité donnée des phénomènes. L'occurrence spatiale est estimée grâce à un modèle multivarié (régression logistique). L'occurrence temporelle des mouvements gravitaires est évaluée grâce à un modèle de probabilité de Poisson permettant de calculer la probabilité de dépassement (incluant ou non un seuil de surface) pour plusieurs périodes de retour. Plusieurs unités d'analyse spatiale ont été utilisées pour la modélisation ; les résultats démontrent clairement leur influence sur les résultats. L'analyse de l'aléa a été réalisée sur quelques cas spécifiques. Des relations entre les (ré)activations de glissements de terrain et les facteurs déclenchants sont proposées.

Mots-clés : Glissement de terrain, Inventaire, Cartographie, Télédétection radar, Analyse cinématique, Zonage de susceptibilité, Évaluation de l'aléa, Vallée de l'Ubaye