



**UvA-DARE (Digital Academic Repository)**

**Mountain geoecosystems. GIS modelling of rockfall and protection**

Dorren, L.K.A.

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*

Dorren, L. K. A. (2002). *Mountain geoecosystems. GIS modelling of rockfall and protection*. UvA.

**General rights**

It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

**Disclaimer/Complaints regulations**

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please Ask the Library: <https://uba.uva.nl/en/contact>, or a letter to: Library of the University of Amsterdam, Secretariat, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.

Dans les Alpes européennes, la forêt de montagne offre à beaucoup d'infrastructures et activités humaines une protection efficace vis-à-vis des chutes de pierres et avalanches de neige. Cette protection appartient au domaine du long terme à condition que ces peuplements forestiers soient gérés de façon adéquate. La gestion forestière, aussi dénommée sylviculture, nécessite de disposer d'informations relatives à la description des peuplements et à l'appréciation de la dynamique avec et sans interventions humaines. L'objectif principal de cette thèse est de développer, dans le contexte des chutes de pierres, une méthode efficace à l'échelle régionale (~500 km<sup>2</sup>) de caractérisation de la protection offerte par les peuplements forestiers afin d'optimiser leur gestion.

Le but de la gestion forestière est de préserver les peuplements dans un état tel qu'ils puissent assurer leur fonction de protection sur le long terme. Le développement naturel des écosystèmes forestiers étant un processus dynamique, la mise en œuvre d'une sylviculture proche de la nature nécessite de localiser les secteurs où les peuplements sont susceptibles de devenir instables puis de proposer des interventions sylvicoles afin de pérenniser leur fonction de protection. Actuellement les gestionnaires forestiers ont connaissance des techniques nécessaires pour accroître la stabilité des peuplements forestiers, mais le problème est que la gestion forestière reste bien souvent du domaine « essai-erreur » car les conséquences exactes des interventions sylvicoles sur la dynamique forestière ne sont pas connues.

Avant de réaliser des plans d'aménagement forestier, il est nécessaire de disposer à une échelle régionale des informations adéquates à la localisation et la caractérisation de la couverture forestière. La télédétection est bien souvent considérée comme un moyen adapté pour réaliser les cartes régionales d'inventaire des surfaces forestières. La fiabilité des données obtenues dépend du niveau d'homogénéité des peuplements forestiers et de l'orographie. Ainsi, pour une surface horizontale (i.e. zone de plaine) et une forêt homogène, les données provenant de l'analyse d'une image Landsat Thematic Mapper sont en générale exactes. A l'inverse, en zones à forte pente (i.e. zone de montagne) et pour une forêt hétérogène, la fiabilité des données diminue fortement. Dans de tels cas il est possible d'accroître la fiabilité des données en procédant à une rectification topographique des valeurs DN d'une image Landsat TM en combinaison avec le modèle numérique de terrain (MNT) puis à l'utilisation de ces valeurs rectifiées en tant que canaux additionnels lors de la classification de l'image. Les forestiers locaux considèrent que les résultats d'une classification objet sont meilleurs que ceux issus des classifications classiques. L'avantage d'une classification objet réside dans le fait que la carte numérique obtenue est composée d'objets qui correspondent aux peuplements forestiers présents. Une telle carte de localisation des peuplements forestiers est une source de données utile à l'établissement d'un inventaire forestier régional.

En plus des données relatives à la couverture forestière, la connaissance de la mécanique des chutes de pierres est nécessaire pour modéliser l'interaction de ce phénomène avec la forêt. De l'analyse des principaux modèles de trajectographie il apparaît que le couplage d'un modèle basé sur les processus avec un système d'information Géographique (SIG) serait l'outil le plus approprié pour prédire les zones de propagation des blocs en mouvement.

Le développement d'un tel modèle nécessite de mieux comprendre les interactions régissant l'impact d'une chute de pierres dans des peuplements forestiers. C'est pourquoi une recherche détaillée à l'échelle d'un versant a été accomplie, associant une investigation de terrain avec des travaux de modélisation. Lors de cette étude, les paramètres caractérisant les zones de départ, de transit et d'arrêt ont fait l'objet d'une expertise. La zone d'étude a fait l'objet d'une cartographie géomorphologique et les principales strates de la roche mère dans les zones de production des blocs ont été mesurées. Sur le site test, qui a été sélectionné pour tester le modèle de trajectographie développé, on a procédé à la caractérisation des peuplements forestiers et des pentes par un inventaire forestier et un relevé topographique. Ces données ont été utilisées comme intrants pour élaborer le modèle de trajectographie, lequel permet de caractériser les paramètres du versant qui influencent la distribution des points d'arrêt des blocs. Les mesures géotechniques montrent que toutes les parois rocheuses escarpées

cartographiées sont des zones source potentielle de chutes de blocs. C'est pourquoi tous ces escarpements sont utilisés comme zone de départs dans le modèle. La dissipation d'énergie d'un bloc en mouvement est conditionnée dans le modèle par le nombre des arbres couchés au sol, puis par la topographie et finalement par la végétation arbustive. En excluant le cas d'un impact direct sur un arbre en place, la comparaison entre les zones de dépôt calculées et observées montre que le modèle simule la réalité de façon satisfaisante. De plus, le modèle permet en utilisant le scénario sylvicole adéquat (en supprimant la couverture forestière actuelle) de reproduire les zones de dépôt des phénomènes passés. Il ressort de ces travaux de recherches qu'une approche combinée comme celle utilisée est un pré requis nécessaire pour comprendre la propagation d'une chute de blocs sur un versant boisé

L'étude précédente fournit une base solide pour élaborer un modèle de chute de blocs à une échelle régionale dans lequel la structure des forêts de protection est prise en compte. Ce modèle est utilisé pour simuler et prévoir les zones de propagation des chutes de pierres à l'échelle d'un bassin versant. De plus, les résultats obtenus ont été comparés à ceux issus de deux autres modèles de propagation à la même échelle. Seul le modèle élaboré lors de ces travaux permet de calculer la dissipation d'énergie lors des impacts avec le sol et avec les arbres. Les deux autres modèles utilisent le principe du coefficient de friction pour calculer la perte d'énergie entre deux cellules du MNT. L'analyse comparative des trois modèles a porté sur les zones de propagation et les vitesses et ce aussi bien pour les secteurs boisés que pour ceux qui ne le sont pas. Les zones de propagation obtenues avec ces trois modèles ont été comparées à celles inventoriées dans la carte géomorphologique. Les vitesses simulées ont été quant à elles comparées aux estimations réalisées sur le terrain. Il ressort de ces travaux de comparaison que les trois modèles donnent approximativement les mêmes zones de propagation simulées. Par contre le modèle proposé s'avère le plus proche de la réalité en ce qui concerne les zones de propagation en secteur boisé, le calcul des vitesses et ce indépendamment de la valeur de la pente.

L'analyse de robustesse, réalisée par la suite, montre que la simulation de la répartition des zones de chute de blocs actives à l'échelle régionale est faisable et réaliste. Toutefois, il n'est pas possible à cette échelle de simuler les dégâts occasionnés aux arbres par les chutes de blocs. La cause principale est imputable à la dégradation de l'information à cette échelle. De plus, il apparaît que l'usage d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) régional de haute résolution nécessite une plus grande précision des données caractérisant les structures forestières que celles utilisées avec un MNT de faible résolution.

En conclusion, la méthode développée lors de ces travaux apporte une contribution réelle à l'optimisation de la gestion des forêts de montagne ayant une fonction de protection vis-à-vis des chutes de pierres. Les techniques utilisées et développées interviennent dans cette recherche d'optimisation de la manière suivante:

- Les forêts de montagne peuvent être caractérisées le plus précisément possible à l'échelle régionale en combinant les données issues de la télédétection avec celles des inventaires forestiers.
- Le modèle proposé peut être utilisé pour évaluer, à l'échelle régionale, la protection offerte par la forêt vis-à-vis des chutes de pierres.
- Les résultats obtenus doivent servir de base à la définition de zone d'intervention forestière.
- Pour ces zones, un changement d'échelle d'analyse est alors nécessaire pour élaborer les interventions sylvicoles proprement dites. Pour ce faire, il faut alors procéder à un changement d'échelle d'analyse et coupler les inventaires de terrain avec les travaux de modélisation.

La prise en compte de la dynamique des écosystèmes forestiers nécessitera dans le futur de réaliser un couplage entre les modèles de trajectographies et les modèles de croissances des peuplements forestiers. Ce n'est qu'une fois ce couplage réalisé que le chercheur et le gestionnaire pourront s'affranchir de la dimension temporelle pour prévoir et tester les effets des interventions sylvicoles. Un tel outil intégré de gestion pourra alors être utilisé pour définir les peuplements optimaux en terme de protection et les itinéraires sylvicoles nécessaires à leur obtention.