

Risques naturels

Modélisation

Cartographie

Forêt de protection

Auteurs

- Irstea, F. BERGER
- Irstea, D. TOE
- Irstea, S. DUPIRE

Partenaires

- Parc Naturel Régional du Massif des Bauges
- Parc Naturel Régional de Chartreuse
- Office National des Forêts



- En montagne, la cartographie des espaces forestiers offrant une protection vis-à-vis des risques naturels générés par les avalanches et les chutes de pierres est une étape indispensable pour l'optimisation de la politique de prévention des risques naturels et la mise en œuvre d'une sylviculture dédiée.
- A l'échelle d'un territoire, l'utilisation d'un modèle numérique de terrain couplée à des modèles de simulation statistiques des aléas naturels permet de réaliser une cartographie exhaustive des forêts de protection.
- Dans le projet OUI-GEF, la méthodologie de cartographie des forêts de protection pare-riptides rocheux et avalancheux développée par IRSTEA a été utilisée sur les territoires des Parcs Naturels Régionaux du Massif des Bauges et de Chartreuse.

Contexte de recherche

- Le rôle de protection des forêts de montagne n'est bien souvent mis en évidence que lors de la disparition de la couverture forestière et l'activation ou réactivation de phénomènes naturels générateurs de risques.
- Afin d'anticiper et éviter une telle situation, le porter à connaissance de cette fonction auprès des acteurs concernés est donc nécessaire et ne peut se faire sans la réalisation d'un zonage cartographique des forêts de protection.
- La réalisation de cette cartographie est une des réponses à la demande sociétale d'amélioration de la prévention des risques naturels par une meilleure prise en compte des fonctions offertes par les écosystèmes forestiers.
- A l'échelle d'un territoire, il est actuellement impossible d'utiliser des modèles de simulations numériques de propagation d'aléas naturels nécessitant des données telles que la rugosité des sols, le comportement mécanique de sols, la distribution spatiale des arbres, les conditions météorologiques locales... Cependant, il est possible d'utiliser des modèles « statistiques » construits à partir de l'analyse statistique d'événements passés.
- Irstea a relevé ce défi et développé une chaîne de modèles statistiques robustes permettant, à partir d'un modèle numérique de terrain, des cartes des enjeux socio-économiques et des forêts, d'identifier et de cartographier les secteurs forestiers à fonction de protection pare-riptides rocheux et avalancheux.
- Ces cartes permettent notamment d'optimiser l'utilisation du guide des sylvicultures de montagnes pour les alpes du Nord.

Figure n° 1. L'effet protecteur pare-pierres des arbres



Photos F. Berger

Originalité des résultats

- Les travaux réalisés dans le cadre du projet OUI-GEF ont permis de tester avec succès, à l'échelle de deux parcs naturels régionaux, le déploiement opérationnel et la robustesse de la méthodologie de zonage cartographique développée par IRSTEA.
- L'analyse de l'influence de la résolution du modèle numérique de terrain (MNT) sur les résultats des travaux de simulations a permis d'établir qu'une résolution de 25*25m était suffisante pour obtenir des résultats fiables tout en optimisant les temps de calcul.
- La cartographie réalisée concerne aussi bien les forêts privées que publiques.
- A l'échelle d'un territoire alpin, la carte des forêts de protection est une donnée indispensable pour la co-construction d'une gestion intégrée des forêts et d'une démarche de gestion intégrée des risques naturels (TAGIRN)

La méthodologie utilisée

Des définitions

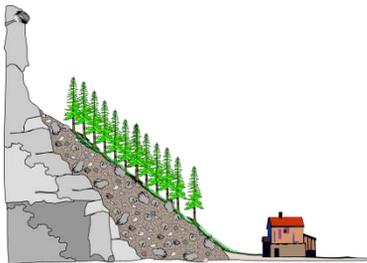
Un aléa naturel est un phénomène impliquant d'abord une mobilisation de matériaux, suite à la rupture brutale d'un équilibre, puis leur déplacement rapide sur le versant sous l'action de la gravité, et enfin leur dépôt.

Un risque naturel est la situation résultant de la menace qu'exerce un aléa naturel sur un enjeu socio-économique.

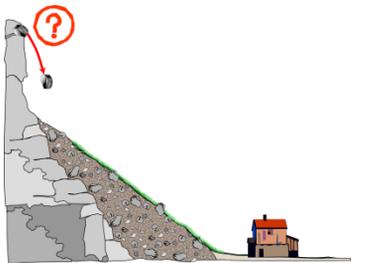
Pour garantir la sécurité des enjeux menacés par un risque naturel il est nécessaire de mettre en œuvre des actions de protection.

La protection active a pour objectif d'empêcher les phénomènes de se produire (zone de départ). La protection passive a pour objectif d'empêcher les phénomènes de nuire (zone de transit et de dépôt).

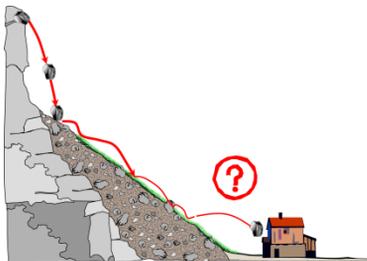
Figure n° 3. Les principales étapes de la démarche de cartographie



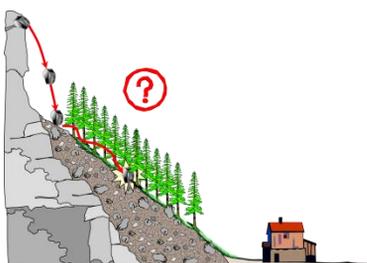
1) Construction de la base de données d'entrée (MNT, Bâti, voies de communication, forêt)



2) Identification des zones de départ

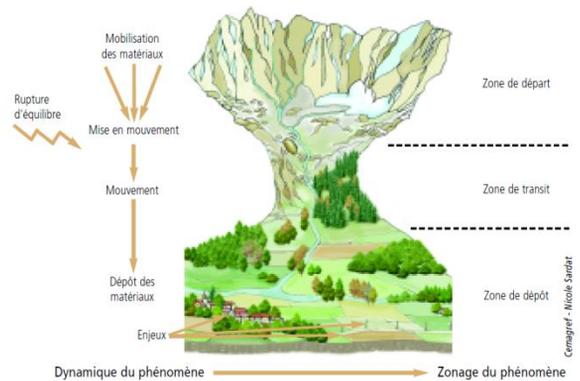


3) Modélisation des emprises de propagation et identification des enjeux potentiellement menacés



4) Extraction des forêts à fonction de protection

Figure n° 2. Dynamique et zonage d'un aléa



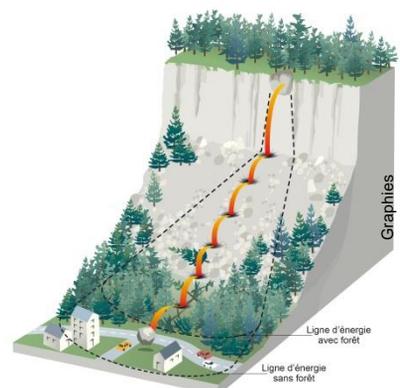
Le principe général de la démarche

La méthode utilisée est fondée sur l'utilisation de modèles statistiques qui ne nécessitent que des critères topographiques. Ces modèles sont construits sur le principe de la ligne d'énergie développée par Heim en 1932. Le postulat de base est qu'il existe une relation statistique permettant de relier le point sommital de la zone de départ d'un phénomène avec le point d'arrêt maximal. La ligne reliant ces deux points est appelée « ligne d'énergie » et sa pente est calculée après analyse statistique d'une population des phénomènes observés. Les zones de départ sont prédéterminées à partir de la carte des pentes calculée avec le MNT et de seuils de pentes (avalanches $28^\circ \leq \text{pente} \leq 55^\circ$, chutes de pierres $\text{pente} \leq 43^\circ$).

À partir des zones de départ les modèles d'Irstea AVALFree et ROLLfree sont utilisés pour modéliser les emprises des zones de propagation.

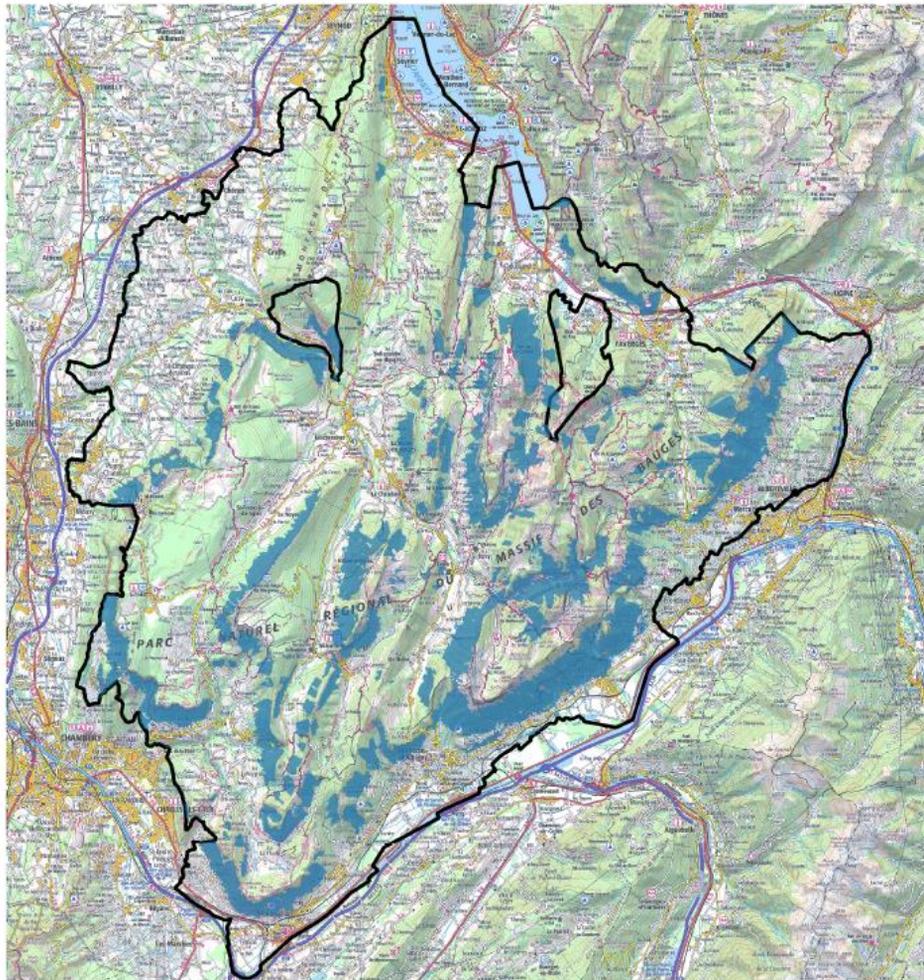
Au final ne sont retenues par croisements cartographiques que les forêts situées dans les zones où un aléa naturel est en mesure de menacer un enjeu socio-économique. Une distinction est faite en fonction de la nature de l'aléa : pour les avalanches seules les forêts situées dans la zone de départ sont conservées (protection active) alors que pour les chutes de pierres ce sont celles situées dans les zones de propagation (protection passive).

Figure n° 4. Le principe de la ligne d'énergie



Exemple de résultat pour Parc Naturel Régional du Massif des Bauges

Figure n° 5. La carte des forêts à fonction de protection du Parc Naturel Régional du Massif des Bauges



Carte des forêts
de protection
(avalanches et
chutes de pierres)

■ Forêts de protection
□ PNR du Massif des Bauges



UR LESSEM
Irstea 2018



Conclusions

Le projet OUI-GEF a permis de tester, avec succès, à l'échelle du territoire des Parcs Naturels Régionaux de Chartreuse et du Massif des Bauges une méthode et des modèles pour proposer aux gestionnaires et propriétaires forestiers une pré-cartographie des forêts en mesure d'avoir une fonction de protection vis-à-vis des risques générés par les aléas rocheux et avalancheux.

L'utilisation de modèles statistiques simples, calibrés sur des bases de données d'évènements bien documentés, permet de répondre exhaustivement aux questions des forestiers et de l'ensemble des acteurs concernés par la gestion des territoires de montagne :

- Où sont les forêts de protection?
- Où mettre en œuvre le diagnostic «forêt de protection» du guide des sylvicultures de montagne?

Les cartes produites sont aussi bien utilisables pour la construction de la stratégie de gestion forestière d'un territoire que pour l'information et la sensibilisation des usagers de ces territoires.

Les résultats obtenus étant issus de travaux de modélisation, il est donc nécessaire de les confronter à la réalité du terrain. Pour cela il est nécessaire d'associer à la démarche l'ensemble des acteurs et ce dès le début des travaux.

Perspectives

Si cette méthode présente l'avantage de pouvoir être mise en œuvre rapidement à partir d'un nombre restreint de couches d'informations géographiques disponibles auprès de l'IGN, elle offre aussi celui de pouvoir réaliser une mise à jour rapide des modèles en fonction de l'état des connaissances scientifiques et techniques.

L'optimisation des modèles utilisés ne peut se faire sans disposer de données fiables sur les événements qui se produiront dans le futur. Pour cela il est nécessaire de développer les systèmes d'observation, de recueils et d'échanges d'informations.

Les futurs challenges sont :

- 1) de déployer cette méthodologie pour l'ensemble des territoires de montagne,
- 2) d'harmoniser à l'échelle de l'Europe les méthodologies de zonage des forêts de protection,
- 3) de développer des bases de données européenne sur les aléas étudiés,
- 4) d'associer à cette méthodologie un module d'évaluation du degré de protection offert par les peuplements forestiers. Une des solutions réside dans l'acquisition et la mise à disposition de données LiDAR pour la réalisation des inventaire forestiers nécessaires à ce travail de quantification du degré de protection.

Pour aller plus loin...

- FUHR M. et al. (2016). Outils innovants pour une gestion concertée des forêts. Projet PSDR OUI-GEF Région Rhône Alpes, Série Les 4 pages PSDR4
- GAUQUELIN X et al. (2006). Le guide des sylvicultures de montagne Alpes du Nord françaises. ISBN 2 -84207 -306 - 1
- CLOUET, N., BERGER, F. (2010). Le SIG : un outil pour le zonage des forêts à fonction de protection contre les avalanches et les chutes de blocs. Géomatique Expert, vol. Septembre/Octobre 2010, n° 76, p. 42-48
- DUPIRE S et al. (2016). Novel quantitative indicators to characterize the protective effect of mountain forests against rockfall. Ecological Indicators, vol. 67, p. 98-107

Contacts PSDR :

PSDR Rhône-Alpes :

Daniel ROYBIN (INRA)
daniel.roybin@inra.fr

Direction Nationale PSDR :

André TORRE (INRA)
torre@agroparistech.fr

Animation Nationale PSDR :

Frédéric WALLET (INRA)
frederic.wallet@agroparistech.fr
Sabine Nguyen Ba (INRA)
Sabine.Nguyen-Ba@versailles.inra.fr

Plus d'informations sur le programme PSDR et le projet :

www.psd.fr
www.psd-ra.fr
www.siteprojet.fr

Pour citer ce document :

BERGER, Frédéric et al. (2018).
La cartographie des forêts à fonction de protection (avalanche et chutes de pierres),
Projet PSDR OUI-GEF,
Rhône-Alpes,
Série Focus PSDR4

Les projets du programme Pour et Sur le Développement Régional (PSDR4 Rhône-Alpes) bénéficient d'un financement de l'INRA, de la Région Auvergne-Rhône-Alpes, de l'Irstea et de l'Union européenne via le FEADER dans le cadre du **Partenariat Européen pour l'Innovation (PEI-AGRI)**.