

**Titre du projet : Risque d'éboulement, modélisation et diagnostic dendrogéomorphologique. Apport de la dendrogéomorphologie à l'analyse de l'intensité, la fréquence et à la représentation 4D des aléas rocheux gravitaires.**

Etude la bordure orientale du massif du Vercors (commune de St Paul de Varcès, Isère, France).

*Volet : Risques naturels*

*Porteur du projet : Georges Rovéra*

*Laboratoires impliqués : Laboratoire PACTE Groupe RESo (Risques, Environnement et Société ; équipe RCC) et IRSTEA (Unité Ecosystèmes Montagnards).*

## **Bilan du projet (sept. 2013-nov. 2014)**

### **Bilan d'activité**

**Résumé du projet :** les chutes de blocs constituent un aléa générateur de risques pour les populations et les aménagements, à l'aval des versants à corniche. Cet aléa est intégré dans le zonage des PPR. L'étude concerne les éboulements épisodiques d'un versant de la commune de St Paul de Varcès (sud Grenoble). L'objectif est une analyse critique de la modélisation trajectographique (logiciel RockyFor 3D) par convergence avec un diagnostic dendrogéomorphologique. A partir des nombreux impacts enregistrés sur plusieurs décennies par les arbres, on estime les fréquences, intensités et trajectoires des blocs avec précision. L'étude nécessite un échantillonnage exhaustif d'arbres (200) et une analyse fine des perturbations anatomiques enregistrées par les tissus et cellules de chaque cerne. La résolution est infra-annuelle (saisonniers). Cette étude comparée, non encore tentée, permettra une amélioration de la modélisation.

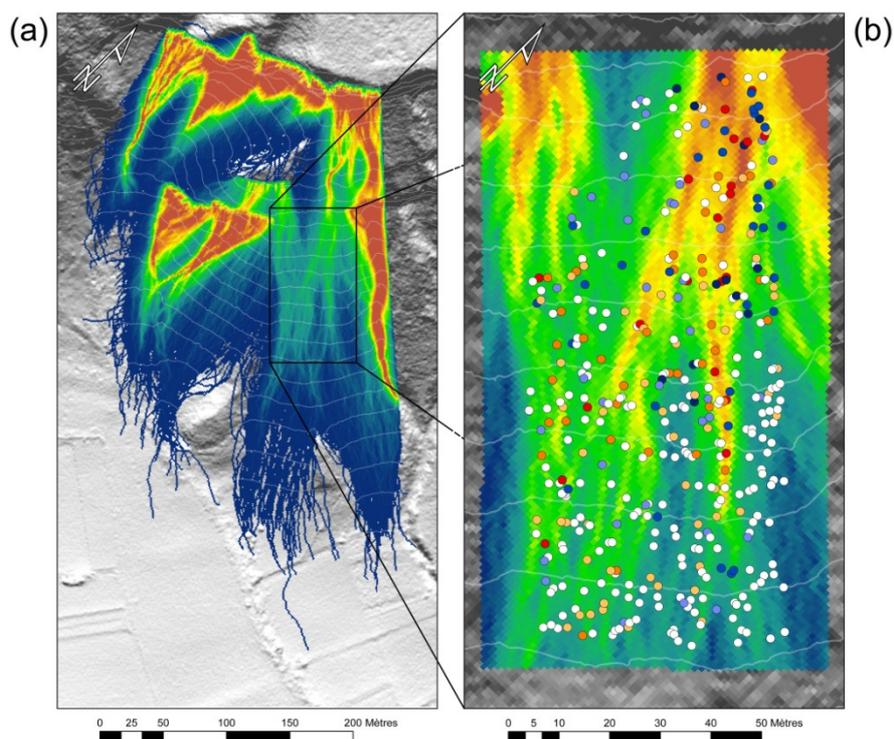
### **Actions mises en œuvre**

- Aperçu des premières opérations aboutissant à la sélection de la parcelle d'étude et au choix des bio-indicateurs (sept-déc. 2013). Après synthèse bibliographique, reconnaissance détaillée du versant de la Croupe du Plantin et application de la modélisation trajectographique sur ce dernier (logiciel Rocky For 3D de l'IRSTEA), une parcelle d'étude a été sélectionnée et délimitée (Figure 1a). Trois critères ont guidé le choix : i) fréquence et intensité des chutes de blocs seulement modérées d'après modélisation pour une meilleure mise à épreuve-critique de la précision du modèle, ii) présence de deux espèces impactées, non encore étudiées dans les Alpes comme indicateurs dendrogéomorphologiques, caractéristiques des basses altitudes proches des zones urbanisées : *Quercus pubescens* (chêne pubescent) et *Acer opalus* (érable à feuilles d'obier), iii) dimension (120 x 50 m) et pente sous corniche (20 à 35°) modérées, accessibilité convenable, permettant de mener une étude minutieuse basée sur de nombreuses journées de terrain.

- De mars à juin 2014, après établissement de la courbe allométrique pour détermination rapide de l'âge des tiges à partir de la corrélation « diamètre et âge » (échantillon représentatif de 45 individus), un inventaire exhaustif de 847 arbres a été réalisé (contre 200 prévus initialement), la majorité des individus montrant de 1 à 18 cicatrices d'impacts (Figure 2), 441 chênes et 406 érables. Les arbres ont été géolocalisés avec une précision métrique puis cartographiés au 1 : 750 (Figure 2). L'analyse de la répartition des impacts montre : i) logiquement, une forte fréquence amont et une diminution vers aval (cependant des impacts restent présents et bien répartis, malgré l'éloignement de la paroi et l'effet écran des individus d'amont...) mais, surtout, ii) une chenalisation des trajectoires sous forêt difficilement repérable sans bioindication et bien révélée par les intervalles de récurrence (Figures 2 et 3) ;
- A propos de la fiabilité de la bioindication, l'analyse des impacts montre que le chêne pubescent et l'érable à feuille d'obier n'ont pas, dans le détail, la même réponse aux chocs. Les érables semblent de meilleurs enregistreurs que les chênes. Parmi les facteurs explicatifs, l'épaisseur et la structure de l'écorce a retenu notre attention, ce qui a amené un approfondissement de cette piste de recherche (Figure 4).

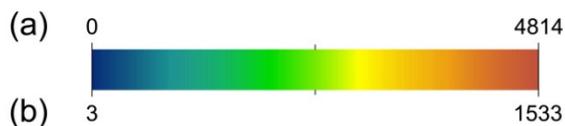
Travaux en cours et perspectives : i) les trajectoires révélées pour les arbres sont en cours de comparaison fine, cellule par cellule en haut, mi et bas de pente (Ex. : D4...) avec celles données par le modèle prédictif trajectographique (Figures 1b et 2), ii) il convient d'approfondir le biais introduit par les écorces dans l'enregistrement des impacts, iii) l'étude devrait être poursuivie, sur le même site et dans le cadre du Master R STADE, sur une 2<sup>e</sup> parcelle, plus impactée d'après modélisation (et observations) que celle, « moyenne », retenue dans cette étude (cas existant au sud ou au nord de la zone d'étude, voir Figure 1a).

- **Illustrations** - avec légende et crédit (à envoyer également séparément)

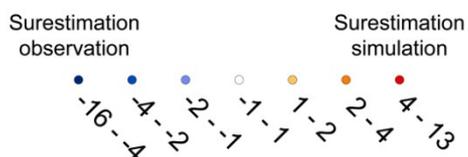


**Légende**

Nombre de passages de pierre simulée par pixel :

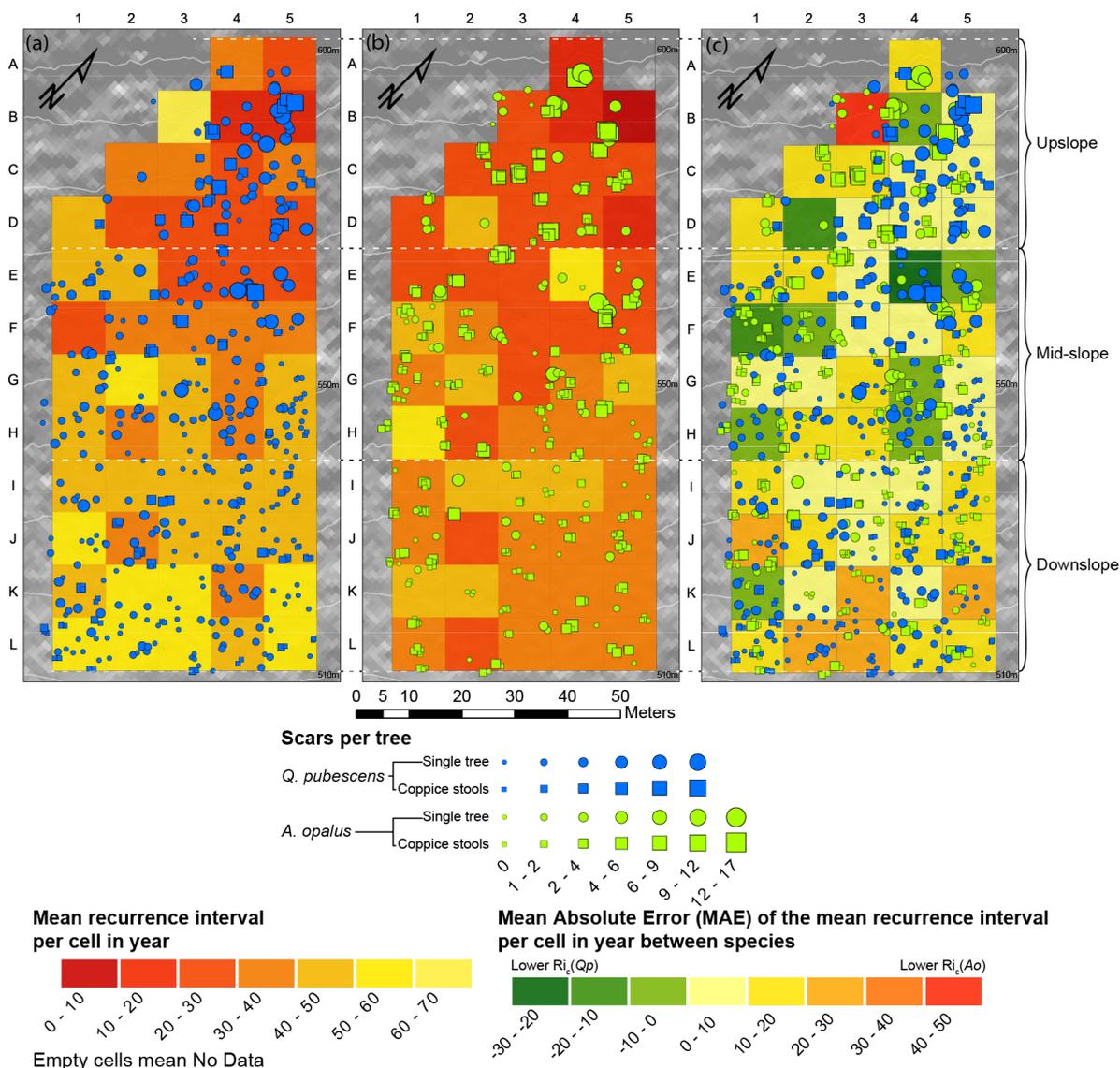


Par arbre, erreur absolue du nombre d'impacts simulés par rapport au nombre d'impacts observés :

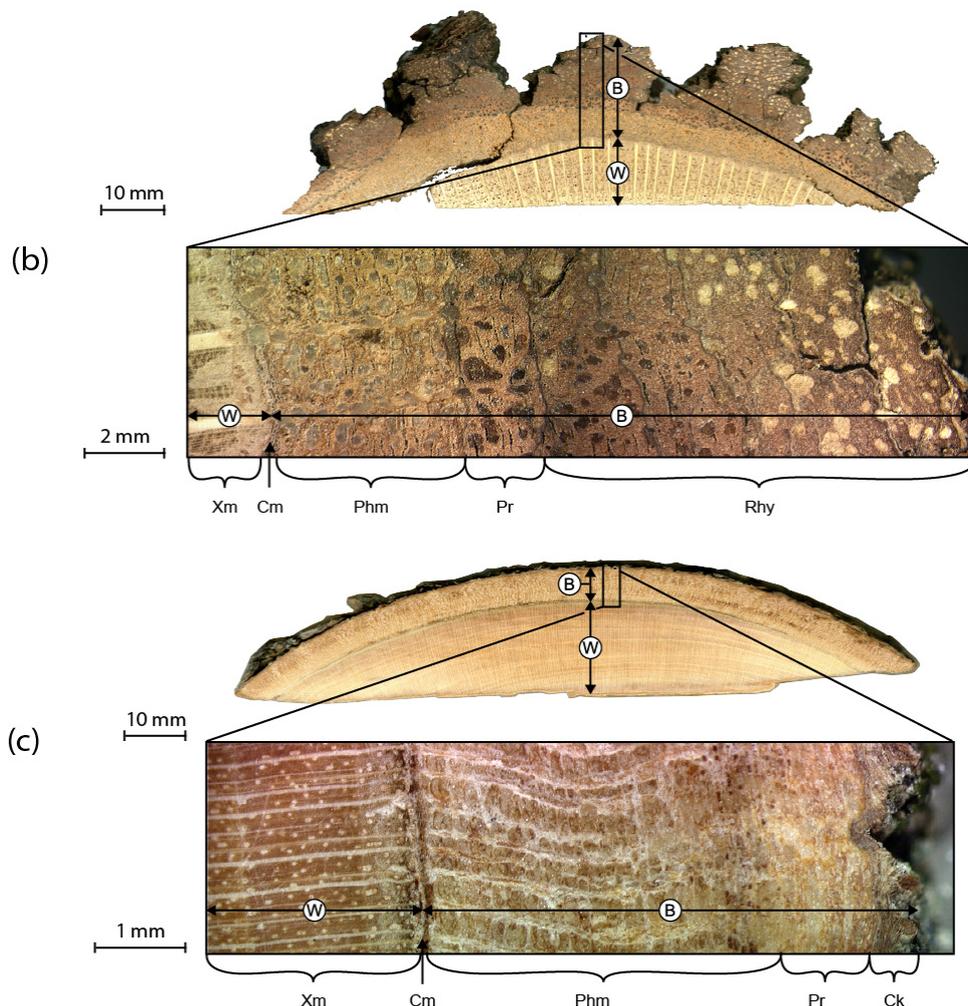


**Figure 1** : Simulations trajectographiques RockyFor3D appliquées à la zone d'étude (a) et leur comparaison par convergence avec les résultats dendrogéomorphologiques, Favillier Adrien, novembre 2014.





**Figure 3** : Cartes de référence des intervalles de récurrence des chutes de pierres pour (a) *Quercus pubescens* (chêne pubescent), (b) *Acer opalus* (érable à feuilles d'obier), et (c) la carte de l'erreur absolue moyenne inter-essence, Favillier Adrien, juillet 2014.



**Figure 4** Photo-figure de l'échantillon d'écorce du chêne pubescent (b) et de l'érable (c). B: bark; W: wood; Xm: xylem; Cm: cambium; Phm: phloem; Pr: periderm; Rhy: rhytidome; Ck: cork. Favillier Adrien, juillet 2014.

### Production scientifique (articles scientifiques, actes de congrès...)

- Favillier, Adrien (2014). *Potentiel dendrogéomorphologique de deux essences collinéennes de feuillus (Acer opalus, Quercus pubescens) pour l'évaluation de l'emprise spatio-temporelle des chutes de pierres. Le cas de la Croupe du Plantin (Saint-Paul-de-Varces, massif du Vercors, France)*. Mémoire-article de recherche, pour l'obtention du Master 2 mention Science du Territoire, spécialité Systèmes Territoriaux, Aide à la Décision, Environnement, Institut de Géographie Alpine, Université Grenoble Alpes, Septembre 2014, 68p.
- A paraître (soumis en décembre 2014) : Favillier *et al.* (2015). Potential of two submontane broadleaved species (*Acer opalus*, *Quercus pubescens*) to reveal spatio-temporal patterns of rockfall activity. *Geomorphology*, 16p.

- En cours de rédaction : Favillier *et al.* (2015). Calibration and validation of rockfall simulations's surface parameters using exhaustive dendrological records. Revues cibles: *Earth Surface Processes and Landforms, Natural Hazards and Earth System Sciences*.
- Présentation des résultats de cette étude à la séance de travail du Groupe de recherche RESo (Lab. PACTE), le jeudi 4 décembre 2014 (lieu : UFR de Géographie).

**Bilan financier succinct** (avec suivant les cas : co-financements éventuels, équipements achetés, missions, recrutements divers, fonctionnements divers...)

Sommes obtenues : 2360 euros pour un stage et 5895 euros pour de l'équipement

- 2360 euros correspondent à la gratification, pour un étudiant du Master Recherche « STADE », M. Favillier Adrien, en stage à IRSTEA du 3 mars au 8 août 2014, sous convention d'accueil entre les deux laboratoires.
- 2996 euros ont été consacrés aux outils de prélèvement en dendrologie : tarières de Pressler pour bois dur et tarières pour bois tendre, mesureurs d'écorces.
- 500 euros ont été utilisés pour du matériel de mesures dendro-morphométriques, *in situ* et de sciage pour prélèvement de rondelles et de coins : chevillière de cubage, pied à coulisse Mantax (1200 mm), scies pliables.
- 2350 euros ont été consacrés à de l'appareillage pour photographie macro des tissus et cellules, en complément d'un équipement de laboratoire acquis antérieurement (loupe binoculaire Leica sans caméra) : Canon 600D, objectif Canon MP-E65 et Sigma Flash EM-140 DG.