

Analyse multi-échelles des filtres environnementaux limitant l'invasibilité des berges de cours d'eau par les renouées asiatiques (*Fallopia* sp.)

Multi-scale analysis of environmental filters limiting the invasibility of stream banks by Asian Knotweed (*Fallopia* sp.)

Navratil O.(1), Puijalon S.(2), Brekenfeld N.(1), Lejot J.(1), Piola F.(2)

(1) Université de Lyon, Université Lumière Lyon 2, CNRS, UMR 5600 EVS, F-69635

(2) Université de Lyon, Université Lyon 1, CNRS, UMR 5023 LEHNA, F-69622

RÉSUMÉ

Les berges des cours d'eau sont des écosystèmes particulièrement vulnérables aux invasions biologiques. Les perturbations artificielles (aménagements) ou naturelles (crues, érosion de berges/bancs, sédimentation) et leur fréquence/durée impactent cet écosystème et la dynamique végétale du corridor fluvial. Ces facteurs jouent un rôle important dans la dispersion des propagules. Notre modèle d'étude est le complexe d'espèces envahissantes *Fallopia* ou renouée asiatique, qui colonisent activement les cours d'eau. La bonne alimentation en eau de ces écosystèmes et la richesse du sol en éléments minéraux pourraient lui conférer des performances particulièrement élevées, menant à des peuplements mono-spécifiques. Une analyse multi-échelles des facteurs physiographiques, climatiques et anthropiques liés à la présence ou l'absence des renouées a été mise en œuvre à l'échelle du bassin de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse, puis sur le bassin de la Saône. Cette analyse a permis de dégager un ensemble de variables significativement explicatives qui permettent de qualifier la vulnérabilité d'un cours d'eau à la colonisation par la renouée. L'intégration de l'ensemble des données disponibles et collectées permet de proposer un modèle prédictif robuste de la dynamique de la colonisation des cours d'eau par la renouée.

ABSTRACT

Stream banks are particularly vulnerable ecosystems to biological invasions. Artificial disturbances or natural disturbances (i.e. floods, erosion of bars and banks, sedimentation) and their frequency/duration impact this ecosystem and the vegetation dynamics of the fluvial corridor. These factors play a key role in propagule dispersal. Our study model is the invasive species *Fallopia* or Asian Knotweed, which actively colonises the streams. The water available in these ecosystems and the richness of the soil in mineral elements could provide particularly high performances to this species, leading to mono-specific populations. A multi-scale analysis of the physiographic, climatic and anthropic factors related to the presence or absence of knotweed was implemented at the basin scale of the Rhône Mediterranean and Corsica Water Agency, then on the Saone river basin. This analysis made it possible to identify a set of significantly explanatory variables that qualify the vulnerability of a river basin and a stream to colonization by knotweed. The integration of all the available and collected data makes it possible to propose a robust predictive model of the evolution of the colonization of stream banks by knotweed.

MOTS CLES

Gestion, Obstacle à l'écoulement, Occupation des sols, Plantes invasives, Puissance spécifique en crue

1 INTRODUCTION

Les berges des cours d'eau sont des écosystèmes particulièrement vulnérables aux invasions biologiques. La prolifération d'une espèce végétale le long d'un cours d'eau dépend en grande partie des caractéristiques hydro-géomorphologiques de celui-ci (Bendix et Hupp 2000). Les perturbations artificielles (aménagements) ou naturelles (crues, érosion de berges/bancs, sédimentation) et leur fréquence/durée impactent cet écosystème et la dynamique végétale du corridor fluvial. Ces facteurs jouent un rôle important dans la dispersion des propagules ; certains cours d'eau peuvent présenter des niveaux contrastés de sensibilité des berges à une espèce invasive végétale se dispersant par le flux d'eau. Par exemple, sur le bassin RMC, certains cours d'eau sont particulièrement envahis par les renouées (peuplements monospécifiques sur des linéaires) et représentent des foyers de propagules végétatives (fragments de tiges et de rhizomes) et sexuées (akènes). D'autres cours d'eau, en revanche ne présentent pas un degré d'invasion important, malgré la présence d'affluents très colonisés. Il existerait donc des filtres environnementaux limitant l'installation et la croissance de ce taxon envahissant. La rivière Saône semble présenter des tronçons avec un envahissement faible, voire absent, en dépit de la présence d'affluents fortement envahis (ex. Azergues, Brévenne). Cette rivière et son bassin versant peuvent donc constituer un modèle d'étude intéressant pour identifier les facteurs ou filtres environnementaux limitant localement l'installation et la prolifération des renouées.

Une étude a été financée par l'Agence de l'Eau RMC (accord cadre AE-RMC et la ZABR, Zone Atelier Bassin du Rhône). Elle a été menée en collaboration entre les laboratoires LEHNA (UMR 5023) et EVS (UMR 5600). Son objectif était d'identifier des variables explicatives (facteurs physiographiques, climatiques et anthropiques) de la présence/absence de renouées le long de cours d'eau, à partir des données SIG collectées auprès des gestionnaires et organismes publics et des données de présence de renouée collectées à l'échelle du bassin RMC en 2001 (Boyer, 2001) et de données de renouée collectées sur le terrain de 2010 à 2015 sur le bassin Saône-Doubs. Nous souhaitons proposer des modèles prédictifs robustes de la présence/absence de renouée (1) à l'échelle des bassins versants (échelle de plan de gestion) puis (2) à l'échelle de tronçon de cours d'eau (échelle d'actions).

2. MATERIEL ET METHODES

Une approche multi-échelle a été adoptée en considérant des cours d'eau présentant des états d'invasion contrastés. Tout d'abord, une analyse statistique descriptive à l'échelle des hydro-écorégions a été menée, permettant d'avoir une première analyse à large échelle, i.e. celle du bassin RMC. Une régression logistique à l'échelle de sous-bassins versants RMC (tailles de bassins variant de 50 à 600 km²) a ensuite été réalisée. Un modèle de régression logistique a été développé en fonction de variables explicatives choisies selon des critères statistiques, biologiques et opérationnels. Il prend en compte des variables climatiques, de pressions anthropiques, hydromorphologiques et de densité de ripisylve : (1) les précipitations moyennes en été, issue du RHT (Pella *et al.* 2012) et de la base SAFRAN* ; (2) le pourcentage de surface occupée par de la forêt ou artificialisée dans une zone tampon autour des tronçons de cours d'eau (ou arcs) (3) la densité linéaire d'obstacle à l'écoulement, issue de la base ROE* ; (4) la puissance spécifique des crues, variable issue de la base SYRAH* et du RHT. Un modèle linéaire généralisé (GLM) proposé par Hoef *et al.* (2006) a ensuite été appliqué à l'échelle de tronçon, permettant de prendre en compte la variance associée à des variables explicatives locales ou de bassin et la covariance spatiale. Ce modèle construit sur le bassin de la Saône a été validé à l'aide d'une analyse diachronique (données de 2001 et 2010-2015). Enfin, une analyse en milieu contrôlé a permis de tester des hypothèses sur le type de sol propice au développement des renouées.

3. RESULTATS

Les analyses menées aux échelles des hydroécorégions, des bassins et des tronçons ont permis de mettre en avant des variables explicatives communes significativement liées à l'absence/présence de renouées sur les différents cours d'eau du bassin Rhône Méditerranée et Corse. L'artificialisation des berges ou la présence de seuils et autres obstacles à l'écoulement sont liés à des activités anthropiques propices à l'introduction de propagules sexuées ou végétatives, mais elles représentent également des zones de dépôt favorables à la rétention et à l'installation des propagules dispersées par le cours d'eau. Le facteur climatique joue un rôle important en favorisant probablement la survie et donc l'installation des jeunes plantules issues des propagules sexuées et végétatives. La densité de végétation rivulaire vient limiter le développement des renouées sur les berges. Ainsi, le modèle de Hoef *et al.* (2006) a permis de dresser une carte d'invasibilité à l'échelle du bassin de la Saône aval

(Figure 1). Cette carte met en évidence une plus grande sensibilité 1) des secteurs de tête de sous-bassins versants, 2) des secteurs situés en aval des zones d'implantation des renouées et 3) sur la partie aval de l'axe principal de la Saône. Sur la Saône amont, le modèle ne prédit pas d'implantation massive de renouées ; ce résultat semble en cohérence avec les observations de terrain réalisées à nouveau entre 2010 et 2015.



Figure 1 : Identification sur la Saône aval et ses affluents des principales zones vulnérables à une installation des renouées (zones rectangulaires). Les points rouges et verts correspondent respectivement aux tronçons avec et sans renouée observés en 2001.

Les analyses en mésocosmes montrent que, même s'il existe une tendance à ce que certains sédiments de la Saône soient moins propices à l'installation des plantules issues d'akènes ou de fragments de rhizomes, il existe un type de sédiment issu de l'Azergues fortement envahie par les renouées, qui ne permet aucune régénération à partir des rhizomes et une très faible germination des akènes. Ni les caractéristiques granulométriques, ni le pH de ce sédiment ne permettent d'expliquer ce résultat. Des hypothèses peuvent être formulées comme la présence d'une forte résistance biotique interspécifique (allélopathie par exemple), une pollution locale ou une microflore du sol défavorable et des pistes de recherche peuvent être proposées.

4. CONCLUSIONS

Ce projet a permis d'identifier les paramètres déterminants du succès de la colonisation des cours d'eau par les renouées et de caractériser la vulnérabilité d'un site ou d'un tronçon.

Ainsi, dans le cas d'une haute sensibilité à l'invasion d'un bassin versant, les gestionnaires pourraient accroître leur surveillance et prévoir des dispositifs à mettre en place pour limiter la colonisation à l'échelle de tronçon.

BIBLIOGRAPHIE

- Bendix J. & Hupp C. 2010. Hydrological and geomorphological impacts on riparian plant communities. *Hydrological Processes*, 14(16-17): 2977–2990.
- Boyer M. (2001). Cartographie de la renouée du Japon sur le réseau hydrographique du bassin Rhône Méditerranée, Tome 1 & 2 et annexes, Etude destinée à l'Agence de l'eau RMC.
- Hoef, J.M.V., Peterson, E. & Theobald (2006). Spatial statistical models that use flow and stream distance. *Environ Ecol Stat* 13: 449. doi:10.1007/s10651-006-0022-8
- Pella H., Lejot J. Lamouroux N., Snilder T. 2012, Le réseau hydrographique théorique (RHT) français et ses attributs environnementaux, *Géomorphologie, relief, processus et environnement*, 2, 157-172.