

## Cadre d'utilisation :

Ce projet a permis de mettre en place une méthode d'analyse multi-échelles, adaptée aux bassins de 300 à 600 km<sup>2</sup>, pour la recherche de variables explicatives de la présence/absence des renouées, pour des cours d'eau présentant des états d'invasion contrastés.

Avant que ce modèle ne soit utilisé comme outils d'aide à la décision par les gestionnaires :

- Les variables explicatives devront faire l'objet d'études complémentaires afin de confirmer les liens statistiques mis en évidence ;
- Le modèle devra être validé dans d'autres contextes climatiques, géologiques et anthropiques pour tester sa robustesse.

Une fois ces étapes validées, la méthode pourra être transférée aux gestionnaires de cours d'eau souhaitant caractériser le degré d'invasibilité de leur bassin versant par la renouée.

## Références :

- 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, Spatial statistical models that use flow and stream distance. *Environ Ecol Stat* (2006) 13: 449. doi:10.1007/s10651-006-0022-8
- Pella et al., 2012, Le réseau hydrographique théorique (RHT) français et ses attributs environnementaux, *Géomorphologie* 2012/3 n°3, Ed. Groupe français de géomorphologie 126 p.
- Peterson, E, Ver Hoef, J, Isaak, Dan J.; Falke, Jeffrey A.; Fortin, Marie-Josée; Jordan, Chris E.; McNyset, Kristina; Monestiez, Pascal; Ruesch, Aaron S.; Sengupta, Aritra; Som, Nicholas; Steel, E. Ashley; Theobald, David M.; Torgersen, Christian E.; and Wenger, Seth J., "Modelling Dendritic Ecological Networks in Space: An Integrated Network Perspective" (2013). Publications, Agencies and Staff of the U.S. Department of Commerce. Paper 504.

### Lexique\*

ROE : référentiel national des obstacles à l'écoulement

RHT : Réseau hydrographique théorique

Base SAFRAN : Système d'Analyse Fournissant des Renseignements Adaptés à la Nivologie

Base SYRAH : Système Relationnel d'Audit de l'Hydro-morphologie

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

### Résumé :

L'analyse multi-échelles des facteurs physiographiques, climatiques et anthropiques liés à la présence ou l'absence des renouées 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 l'évolution de la colonisation des cours d'eau par la renouée.

### Contexte :

**Les berges des cours d'eau sont des écosystèmes particulièrement vulnérables aux invasions.** 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, taux de 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.

**Le modèle d'étude est le complexe d'espèces invasives *Fallopia* ou les renouées** qui colonisent activement les zones alluviales des cours d'eau. Dans ces hydrosystèmes, la bonne alimentation en eau et la richesse du sol en éléments minéraux pourraient lui conférer des performances particulièrement élevées, menant à des peuplements monospécifiques. Dans le cas des cours d'eau présentant des crues décapantes, les berges peuvent être rapidement colonisées par les renouées qui concurrencent ainsi les espèces natives.

**En région Rhône-Alpes, certains cours d'eau sont particulièrement envahis** (peuplements monospécifiques sur des linéaires) et représentent des foyers de propagules végétales (fragments de tiges et de rhizomes) et sexuées (akènes). D'autres, qui ont des affluents sont très colonisés, ne présentent pas un degré d'invasion important. Il existe donc probablement des filtres environnementaux limitant l'installation et la croissance de l'invasive. 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 de *Fallopia*.

### Contacts :

Florence PIOLA (UMR 5023 LEHNA) - piola@univ-lyon1.fr

Oldrich NAVRATIL (UMR 5600 EVS) - oldrich.navratil@univ-lyon2.fr



## Objectifs:

Notre objectif était double :

- Identifier des variables explicatives (facteurs physiographiques, climatiques et anthropiques) de la présence/absence de renouées 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 et des données de renouée collectées de 2010 à 2015 sur le bassin Saône-Doubs,
- Proposer des modèles prédictifs robustes.

une approche multiéchelle a été adoptée avec des cours d'eau présentant des états d'invasion contrastés.

## Intérêt opérationnel:

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, les gestionnaires pourront accroître leur surveillance et prévoir des dispositifs à mettre en place pour limiter la colonisation.

Le projet a proposé la construction d'un modèle permettant de prédire, en fonction des paramètres physiographiques, climatiques et anthropiques des cours d'eau, l'évolution de la présence des renouées.

## Principaux résultats:

Plusieurs analyses ont été menées pour identifier les facteurs favorisant la présence de renouée à différentes échelles spatiales:

### i) une analyse statistique descriptive à l'échelle des hydroEcorégions

La seule variable qui présente un lien avec la présence de renouées est la densité linéaire d'obstacle à l'écoulement (nombre d'ouvrages transversaux rapporté à la longueur du réseau hydrographique) : la densité de renouées à un niveau régional augmente avec la densité d'obstacle à l'écoulement sur le réseau hydrographique.

### ii) une régression logistique à l'échelle de sous-bassins versants RMC (50-600 km<sup>2</sup>)

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\* 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 en crue, variable issue de la base SYRAH\* et du RHT\*. Toutes ces variables montrent une tendance positive avec la probabilité de présence de la renouée. Seule la variable de densité de végétation rivulaire montre une tendance négative, confirmée par les observations de terrain (compétition interspécifique).

iii) le modèle linéaire généralisé (GLM) récemment proposé par Peterson et al (2013) a été adapté 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). Les variables explicatives caractérisant les facteurs climatiques (température en juillet et précipitations au printemps), les pressions anthropiques (artificialisation des berges et pourcentage d'artificialisation du tronçon) et la densité de la forêt alluviale ressortent clairement de l'analyse. Nous avons donc pu 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 de la renouée 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 renouée ; ce résultat semble en cohérence avec les observations de terrain réalisées à nouveau entre 2010-2015. Le modèle ainsi développé sur la Saône devra être appliqué dans d'autres régions (France et étranger) afin de tester sa robustesse.

iv) des études en mésocosme (milieu contrôlé en laboratoire) se sont centrées sur le rôle des sédiments sur le développement des renouées (régénération des propagules).

Les analyses menées aux échelles des hydroécorégions, des bassins et des tronçons permettent de dégager 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 de la renouée sur les berges.

- Aucune variable caractérisant la lithologie ou la géologie n'est ressortie de ces analyses de bassin et tronçon sur la Saône.

- Les analyses en mésocosme 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 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.

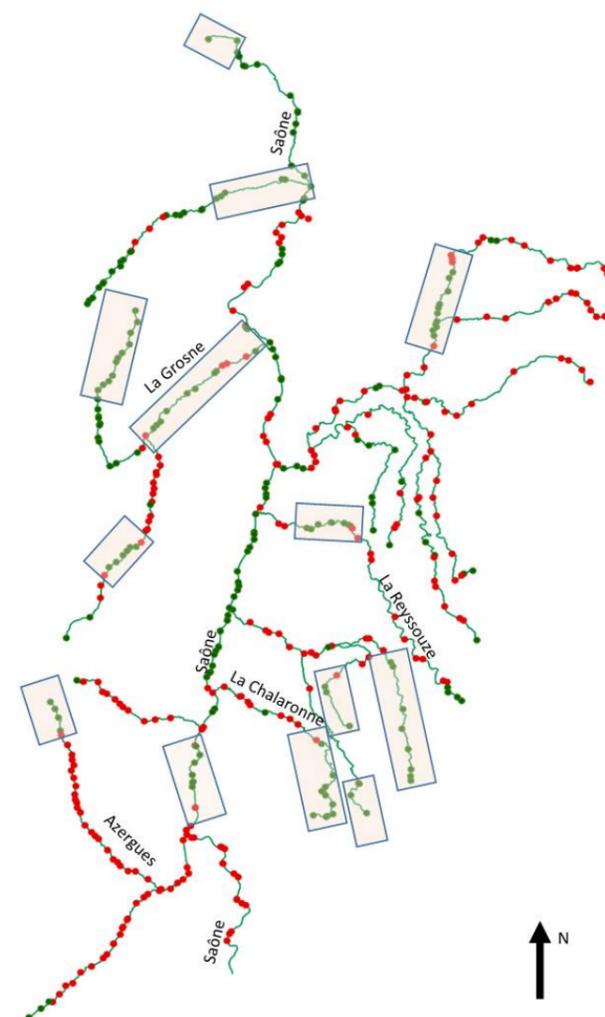


Figure 1: Identification sur la Saône aval et ses affluents des principales zones vulnérables à une installation de la renouée (zones rectangulaires ; d'après les modèles ModReach2 et 4). Les points rouges et verts correspondent respectivement aux tronçons avec et sans renouée observés en 2001.