

## **Processus hydrogéomorphologiques des rivières et invasions végétales. Quelles interactions dans le cas des renouées asiatiques ?**

Hydrogeomorphological processes of rivers and plant invasions. What interactions in the case of Asian knotweeds?

Marie DIDIER<sup>1</sup> ; Laurent BORGNIET<sup>1</sup> ; Caroline LE BOUTEILLER<sup>2</sup> ; André EVETTE<sup>1</sup> ; Fanny DOMMANGET<sup>1</sup>

<sup>1</sup> U. Grenoble Alpes, LESSEM, INRAE, 2 rue de la papeterie, F-38400 St-Martin d'Hères, France

<sup>2</sup> U. Grenoble Alpes, ETNA, INRAE, 2 rue de la papeterie, F-38400 St-Martin d'Hères, France

[marie.didier@inrae.fr](mailto:marie.didier@inrae.fr)

[laurent.borgniet@inrae.fr](mailto:laurent.borgniet@inrae.fr)

[caroline.le-bouteiller@inrae.fr](mailto:caroline.le-bouteiller@inrae.fr)

[andre.evette@inrae.fr](mailto:andre.evette@inrae.fr)

[fanny.dommanget@inrae.fr](mailto:fanny.dommanget@inrae.fr)

### **RÉSUMÉ**

Les crues, et les processus hydrogéomorphologiques associés, apparaissent comme des moteurs de la dispersion et de l'établissement des espèces exotiques envahissantes dans les écosystèmes fluviaux. L'objectif de cette étude est de décrire les facteurs hydrogéomorphologiques structurant la répartition des populations de renouées asiatiques à l'échelle du tronçon de cours d'eau et du banc alluvial. Deux modèles statistiques basés sur la présence de renouées asiatiques ont été construits, l'un à l'échelle globale du cours d'eau, et l'autre à l'échelle plus fine du banc alluvial. Les berges convexes ainsi que les zones centrales des bancs alluviaux sont plus colonisées par les renouées. Par ailleurs, les zones les moins perturbées des bancs, où le couvert végétal est le plus important, sont moins colonisées par les renouées. Les résultats suggèrent donc un compromis sur la stratégie d'établissement des renouées entre les contraintes hydrogéomorphologiques et la compétition interspécifique. D'un point de vue finalisé, les modèles statistiques ainsi construits pourraient constituer un outil opérationnel pour aider les gestionnaires de rivières à cibler les zones les plus sensibles à l'invasion des renouées.

### **ABSTRACT**

The hydrogeomorphological processes appear as drivers of the dispersal and the establishment of invasive species in fluvial corridors. The objective of this study is to describe the hydrogeomorphological preferences of Asian knotweeds at the stream reach level and the alluvial bar level. Based on exhaustive surveys of the presence/absence of Asian knotweeds in the Haut-Hérault (France), we implemented two models related to the presence of Asian knotweeds at the global scale of the river and the finer scale of the alluvial bar. Areas of high curvature identified as convex banks as well as central parts of alluvial bars appear to be preferential to knotweed establishment. The most disturbed areas are less favorable for the maintenance of plant species and reversely the less disturbed part, where plant cover was the denser, were less favorable to the Asian knotweeds. The results seem to highlight a tradeoff hypothesis on the knotweed establishment strategy between hydrogeomorphic constraints and strong interspecific competition. Final models intend to integrate hydrogeomorphological processes in order to providing an operational tool to help river managers targeting areas most susceptible to knotweed invasion.

### **MOTS CLES**

Crues, Invasions végétales, Processus hydrogéomorphologiques, Renouées asiatiques, Stratégie d'établissement

## 1 INTRODUCTION

Traditionnellement attribuée aux processus hydrologiques et d'érosion-transport des sédiments, la dynamique naturelle des rivières a fait l'objet de recherches récentes identifiant la végétation comme un troisième élément pouvant contribuer et, dans certains cas, diriger la morphodynamique des cours d'eau et plaines d'inondation. Réciproquement, la dynamique des cours d'eau, à travers les conditions hydrogéomorphologiques et les perturbations, influence les dynamiques d'assemblage des communautés végétales et les dynamiques de colonisation d'espèces.

Associées aux changements globaux, les invasions biologiques affectent la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes en touchant particulièrement les berges de cours d'eau et milieux rivulaires. Pourtant, les interactions entre les espèces exotiques envahissantes (EEE) et les processus hydrogéomorphologiques sont encore peu étudiées. Parmi les plantes exotiques envahissantes les plus préoccupantes à l'échelle mondiale, les renouées asiatiques sont très présentes en milieu rivulaire et suspectées de favoriser l'érosion des berges de cours d'eau. Le transport, l'établissement et la distribution des renouées le long des cours d'eau est manifestement en lien avec les processus hydrogéomorphologique. Ce sujet n'a néanmoins été que très peu étudié jusque-là.

À l'échelle du tronçon de cours d'eau, les contraintes de cisaillement imposées par l'écoulement ainsi que les érosions ou dépôts liés au transport sédimentaire peuvent former des environnements hostiles à la végétation. Outre ces phénomènes de perturbation, les crues contribuent à la dispersion des diaspores. Les processus d'érosion et de dépôt qui structurent la morphologie des rivières sont ainsi susceptibles de conditionner la présence de renouées le long de la rivière. À l'échelle des bancs alluviaux, les variations des conditions biotiques et abiotiques constituent des facteurs pouvant impacter les étapes de transport et d'introduction puis d'établissement des propagules de renouées asiatiques. Du fait de perturbations plus fréquentes et intenses sur les zones amont des bancs, ces dernières apparaissent comme moins favorables à la présence des renouées. La compétition interspécifique plus intense sur les zones stabilisées pourrait également conditionner la présence des renouées aux zones moins végétalisées.

Notre étude pluridisciplinaire (croisant écologie, hydrogéomorphologie et télédétection) s'intéresse à la distribution des renouées asiatiques à deux échelles distinctes (banc et tronçon) afin de mettre en évidence les rôles des processus hydromorphologiques dans le succès invasif de ce complexe d'EEE.

## 2 PROCESSUS D'INVASION À L'ECHELLE DU TRONÇON DE COURS D'EAU

L'examen de la distribution de ces espèces exotiques envahissantes à l'échelle d'un cours d'eau a été possible par l'étude d'une série d'inventaire sur le Haut-Hérault complétée par l'examen d'orthoimages aériennes. L'analyse de la courbure du cours d'eau a notamment permis de tester si les zones les plus perturbées, présentant les contraintes d'érosion et d'arrachement les plus fortes, correspondaient effectivement aux zones où la présence des renouées était la plus marginale.

### 2.1 La morphologie des berges comme facteur déterminant

La morphologie des berges semble jouer un rôle important dans le rythme et la manière dont les renouées asiatiques envahissent les berges. Les résultats montrent que les berges convexes (intradors) des méandres convexes sont les zones de distribution préférentielle des renouées. Cela s'explique par des vitesses d'écoulement généralement plus lentes, favorisant le dépôt de propagules et de sédiments sur les berges. Les forces tractrices plus faibles observées sur ces berges en font des environnements les plus favorables au dépôt et à l'établissement de la végétation, et représentent par conséquent les zones les plus sensibles à l'envahissement au niveau du cours d'eau.

Inversement, les contraintes d'érosion et d'arrachement liées aux vitesses d'écoulement élevées des berges concaves (extradors) des méandres favorisent la mobilisation des sédiments et l'érosion des berges, conduisant à des probabilités de rencontre des renouées plus faibles. Ces contraintes hydromorphologiques défavorisent : i) le dépôt des propagules, et ii) leur établissement, par les fortes forces physiques que devraient subir les jeunes plantules qui arriveraient néanmoins à s'installer.

### 2.2 Processus d'invasion et perturbations

Les résultats liés à cette étude soulèvent l'effet antagoniste des perturbations sur le processus d'invasion. Les perturbations, à l'échelle du paysage, participent aux étapes de transport et d'arrivée des propagules en créant un flux de propagules et des événements de dépôt. À l'échelle du méandre ou du banc, ces mêmes perturbations tendent à la fois à avoir des effets positifs par le flux de propagules qu'elles génèrent mais également des effets négatifs par les contraintes qu'elles

impliquent. Puisque pour s'établir, les propagules doivent être capables de tolérer les contraintes liées aux perturbations telles que la submersion, l'érosion ou l'arrachement.

### 3 PROCESSUS D'INVASION À L'ECHELLE DU BANC ALLUVIAL

Afin de décrire les préférences hydrogéomorphologiques des renouées asiatiques à l'échelle du banc, plus d'une dizaine d'entre eux répartis sur 30 km du Haut Hérault ont été analysés. Les variations de conditions abiotiques (perturbations) et biotiques (compétition interspécifique) à l'échelle de chaque banc ont été prises en compte par la division de ces derniers en trois parties égales selon deux gradients orthogonaux : un gradient longitudinal et un gradient transversal, rendant compte de gradients d'exposition aux perturbations (p.ex. amont vs aval du banc) et de végétalisation (p.ex. zones périphériques du banc peu végétalisés vs zones éloignées de l'eau très végétalisées). L'utilisation d'un indice de végétation (NDVI) sur la base d'ortho-images aériennes a complété l'étude de l'effet de la compétition.

#### 3.1 Préférence d'établissement des renouées asiatiques

À une échelle spatiale plus fine, les résultats montrent une variation significative de la localisation et de l'étendue spatiale de l'implantation des renouées asiatiques sur les bancs alluviaux du fleuve Hérault. La présence de ces espèces dépend de manière significative du gradient longitudinal mais peu du gradient transversal. L'établissement sur les zones les plus exposées en amont, près du chenal principal, reste marginal avec la plus faible probabilité de présence. Bien que de nombreuses perturbations facilitent l'invasion des renouées, les contraintes hydrogéomorphologiques semblent représenter un frein à l'établissement et au maintien des renouées sur les zones amont, plus exposées, du banc alluvial. Puisque soumises à des perturbations hydrogéomorphologiques régulières, ces zones sont moins favorables à l'établissement de la végétation (NDVI plus faible). Bien que les renouées présentent une grande plasticité phénotypique et une grande adaptabilité dans la colonisation d'une large gamme d'habitats perturbés, l'établissement des renouées sur ces zones semble être également limité par la nature et l'intensité des perturbations.

#### 3.2 Compromis entre contraintes hydrogéomorphologiques et compétition ?

Les renouées se retrouvent ainsi préférentiellement sur la zone centrale des bancs alluviaux. Leur présence est en revanche plus faible sur les zones aval, les plus stabilisées et les plus densément végétalisées. Le patron ainsi mis en évidence suggère un compromis dans la stratégie d'établissement des renouées entre les contraintes hydrogéomorphologiques des zones amont et la forte compétition interspécifique au sein des zones aval. Dans les zones amont du banc alluvial, les conditions abiotiques et les contraintes hydrogéomorphologiques sont moins favorables au maintien des espèces végétales. En aval, c'est la forte compétition interspécifique qui semble conditionner la présence de la renouée. La zone centrale semble donc être la zone préférentielle permettant un compromis entre les contraintes hydrogéomorphologiques et la compétition interspécifique.

### 4 PERSPECTIVES

Dans le cas des renouées asiatiques, comprendre les liens entre la végétation et l'hydrogéomorphologie peut aider à concevoir des solutions de gestion permettant d'augmenter l'effort de détection sur les zones à plus forte probabilité d'envahissement. Les deux modèles développés s'intéressent aux préférences hydrogéomorphologiques des renouées, et constituent la première pierre d'un outil opérationnel pour aider les gestionnaires de rivières à définir le niveau d'invisibilité potentiel et la sensibilité de leurs bassins à l'invasion par les renouées asiatiques. Ils devraient aider à guider les gestionnaires de rivières dans l'identification des sites où davantage d'efforts et d'inventaires pourront être nécessaires tant à l'échelle du cours d'eau qu'à l'échelle du banc alluvial.

### BIBLIOGRAPHIE (3 MAXIMUM)

Duquette, M. C., Compérot, A., Hayes, L. F., Pagola, C., Belzile, F., Dubé, J., & Lavoie, C. (2016). From the source to the outlet: understanding the distribution of invasive knotweeds along a North American river. *River Research and Applications*, 32(5), 958-966.

Matte R. (2020). Crues, dissémination et impact de la renouée du Japon en milieux riverains. Mémoire pour le diplôme de Maîtrise en aménagement du territoire et développement régional. Université Laval.

Navratil, O., Brekenfeld, N., Puijalon, S., Sabastia, M., Boyer, M., Pella, H., ... & Piola, F. (2021). Distribution of Asian knotweeds on the Rhône River basin, France: A multi-scale model of invasibility that combines biophysical and anthropogenic factors. *Science of the Total Environment*, 763, 142995.