

Synthèse bibliographique sur le caractère invasif des Renouées asiatiques et sur les méthodes de gestion de ces plantes



Laboratoire ECODIV

Stéphane Parichault
Estelle Forey
Matthieu Chauvat

Agence de l'Eau Seine Normandie

Anthony Deburghrave
Gwendal Bodilis

2017



Table des matières

Table des matières	1	2) Impacts sur les services écosystémiques et sur les usages.....	20
Préambule.....	2	a) Impacts sur l'épuration de l'eau	20
Introduction	3	b) Impacts sur les berges	21
I. Présentation des Renouées asiatiques	5	c) Impacts sur l'écoulement de l'eau....	21
1) Autécologie et Taxonomie	5	d) Impacts sur les services culturels	21
2) La Renouée du Japon dans son aire de répartition naturelle	6	IV. Les moyens de lutte contre les Renouées asiatiques	21
3) La Renouée du Japon hors de son aire de répartition naturelle	7	1) La prévention.....	21
4) Répartition des Renouées en France	7	2) Les méthodes de gestions	22
II. Facteurs explicatifs du succès invasif des Renouées	9	a) Le contrôle manuel et mécanique.....	22
1) Une forte reproduction végétative.....	9	b) Le contrôle chimique	21
2) Une plante très productive	10	c) Le contrôle écologique.....	24
3) Plusieurs niveaux de ploïdie.....	11	d) Le contrôle biologique	26
4) Une forte plasticité phénotypique	12	e) Le pâturage.....	26
5) La sécrétion de molécules allélopathiques.....	12	3) L'élimination des déchets de Renouée	28
6) Le manque de prédateurs	13	4) Coût des différentes gestions.....	28
7) Une dispersion par les graines.....	14	5) Priorité de gestion	29
III. Les impacts des Renouées asiatiques...16		a) Priorité des sites à gérer.....	29
1) Les impacts sur la biodiversité et sur les habitats	16	b) Priorité de la méthode à utiliser	30
a) Impacts sur les propriétés physico-chimiques du sol	16	V. Les perspectives de recherche et de gestion	31
b) Impacts sur la flore	17	1) Perspectives de recherche	31
c) Impacts sur la faune du sol	17	2) Perspectives pour la gestion.....	31
d) Impacts sur la faune épigée	18	Conclusion	33
e) Impacts sur les communautés fongiques du sol.....	19	Références bibliographique	34
f) Impacts sur les organismes aquatiques..	19	Annexes	39
		Annexe 1 : La faune du sol et son importance	39
		Annexe 2 : Les services écosystémiques proposés par le « Millenium Ecosystem Assessment ».....	40



Préambule

Les espèces exotiques envahissantes (EEE) constituent une vraie problématique au niveau international et national. Les effets de ces espèces sont considérables pour la biodiversité, les services écosystémiques et sur l'économie. Il est donc indispensable de les gérer pour limiter leurs expansions et ainsi limiter les effets négatifs de ces espèces. Parmi les espèces de plantes exotiques envahissantes les plus préoccupantes en Europe figurent les Renouées asiatiques. Ces espèces qui colonisent principalement les bords de cours d'eau représentent une menace avérée pour les écosystèmes rivulaires.

De nombreuses études scientifiques ont été menées à l'échelle internationale sur cette plante pour comprendre son succès invasif et estimer ses effets négatifs sur les écosystèmes natifs. Il existe toutefois de nombreuses méthodes de gestion pour limiter la croissance et l'expansion des Renouées asiatiques. Cependant, l'éradication totale ou durable de cette plante n'a pas encore été observée.

La documentation sur les Renouées asiatiques étant très abondante, l'Agence de l'Eau Seine Normandie a décidé de financer un projet en partenariat avec le laboratoire d'études et compréhension de la biodiversité (ECODIV) de l'université de Rouen pour synthétiser l'ensemble des informations disponibles à ce sujet en vue de faciliter le travail des gestionnaires. Une enquête préliminaire réalisée en Haute-Normandie (Parichault, 2016) révèle la forte attente des gestionnaires pour trouver des moyens de lutte contre les Renouées qui sont considérées comme les espèces invasives (faune et flore comprises) les plus préoccupantes à l'échelle régionale. Le présent document est donc une synthèse des connaissances sur la biologie, l'écologie et la gestion des Renouées asiatiques. Elle est destinée aux gestionnaires, techniciens et structures de la région Normandie qui sont confrontés à ces espèces envahissantes afin de mieux comprendre les caractéristiques de ces plantes pour adapter les méthodes de gestion sur chaque site.

Citation

Stéphane P., Chauvat M., Bodilis G., Deburghrave A. Forey E., 2017. Synthèse bibliographique sur le caractère invasif des Renouées asiatiques et sur les méthodes de gestion de ces plantes. Agence de l'Eau Seine-Normandie, Laboratoire ECODIV. 40 pages.



Introduction

Les invasions biologiques sont considérées comme la deuxième cause d'érosion de la biodiversité après la fragmentation des paysages. C'est donc un problème majeur au niveau international qui a conduit à de nombreuses études sur le sujet (Gurevitch and Padilla, 2004).

Service écosystémique : bénéfiques que les êtres humains tirent du fonctionnement des écosystèmes.

Exemples : production de nourriture par l'agriculture, cycle de nutriment, pollinisation, service culturel (bien-être procuré par les espaces verts, forêt)...

D'après le projet Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe (DAISIE project) il y aurait plus de 10 000 espèces exotiques introduites en Europe qui appartiennent à différents groupes environnementaux. Parmi ces espèces, 1000 sont considérées comme envahissantes en Europe et posent des problèmes d'un point de vue écologique en impactant la biodiversité,

mais aussi d'un point de vue économique car les services écosystémiques sont impactés et la gestion de ces espèces est coûteuse.

Invasion biologique : Phénomène de prolifération d'espèces introduites qui envahissent un territoire et y causent des nuisances.

Espèce invasive : Espèce exotique naturalisée qui se met à proliférer dans un nouvel habitat, à s'étendre géographiquement et dont la prolifération engendre des perturbations sur le fonctionnement de l'écosystème d'accueil.

Parmi les 10 000 espèces exotiques se trouvant en Europe (liste des 100 espèces les plus préoccupantes sur le site internet du DAISIE project), 11 % posent des problèmes écologiques et 13 % des problèmes économiques (Vilà et al., 2010). Les invertébrés terrestres et les plantes terrestres font partie des groupes qui ont le plus d'impacts sur la biodiversité et sur l'économie (Figure 1). Dans les rapports du DAISIE project, la France fait partie des pays d'Europe

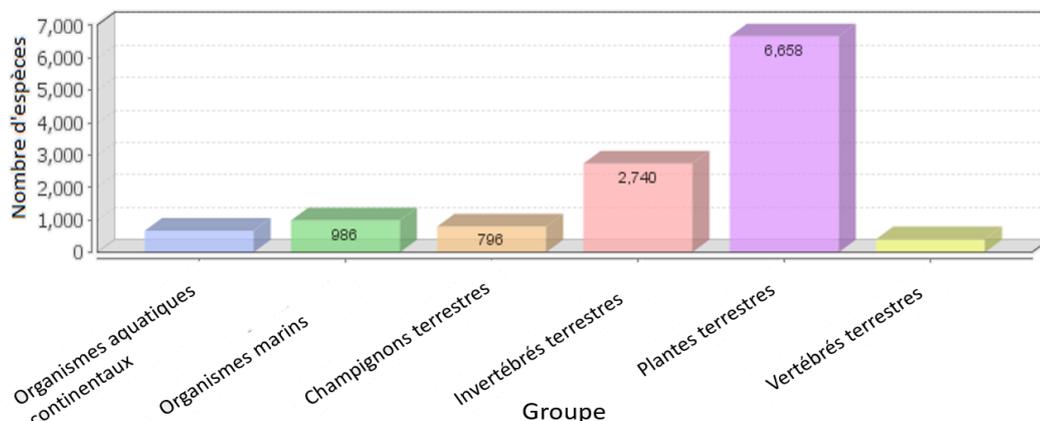


Figure 1 : Nombre d'espèces exotiques par catégories en Europe



ayant le plus d'espèces exotiques sur son territoire (2632 espèces introduites). Il s'agit en grande majorité de plantes et parmi elles, 72 sont considérées comme envahissantes. La France est particulièrement touchée par les espèces invasives avec le Royaume-Uni à cause des nombreux échanges commerciaux dans ces pays et notamment de leur importante façade maritime respective.

Les Renouées asiatiques font partie des plantes exotiques envahissantes les plus préoccupantes. Ces plantes rhizomateuses vivaces de la famille des *Polygonaceae* originaires de l'est de l'Asie ont été introduites pour la première fois au Royaume-Uni au milieu du 19^{ème} siècle, en 1841 (Bailey et al., 2009 ; Engler et al., 2011) et aux Etats-Unis en 1877 (Forman and Kesseli, 2003). En l'espace de quelques années, elles se sont largement répandues en Europe et aux Etats-Unis provoquant de nombreux problèmes écologiques et économiques principalement le long des cours d'eau. Les Renouées profitent également des habitats anthropisés, modifiés par l'homme pour s'implanter provoquant ainsi la déstabilisation des berges, des dommages structuraux sur la chaussée, le long des routes et chemins de fer et sur les bâtiments (De Waal, 2001 ; Murrell et al., 2011). Le coût annuel de la gestion de ces espèces est de 1.61 milliard de

livres au Royaume-Uni et de 32 millions d'euros en Allemagne (Murrell et al., 2011). Afin de gérer au mieux les Renouées, de nombreuses recherches sur la compréhension des mécanismes adaptatifs de cette plante ont été réalisées. Ainsi, plusieurs milliers d'articles scientifiques et des centaines de livres sur les Renouées asiatiques ont été publiés ces dernières années (Tableau 1).

La compréhension de la biologie et de l'écologie des Renouées est indispensable pour adapter les stratégies de gestion. Aujourd'hui, de nombreux gestionnaires ont tenté de limiter voire d'éradiquer l'expansion des Renouées. Seulement les caractéristiques de ces plantes rendent leurs éradications et leurs gestions très difficiles.

Au vu de l'abondance des documents traitant de la Renouée du Japon (littérature scientifique, rapport de gestion, site internet...) à l'échelle internationale et nationale, il est important de synthétiser ces informations pour faciliter le travail des gestionnaires et des techniciens confrontés à cette plante. Nous proposons donc cette synthèse bibliographique qui regroupe dans un premier temps, des informations écologiques pertinentes sur les Renouées asiatiques et sur leur caractère invasif et dans un second temps, les moyens utilisés pour gérer ces espèces.

Tableau 1 : Nombre de documents publiés sur les Renouées asiatiques. Nombre de documents proposés par Bibliovivie en inscrivant les noms suivants dans la barre de recherche : Japanese knotweed (nom commun anglais), *Fallopia Japonica* (nomenclature actuelle), *Reynoutria japonica* et *Polygonum cuspidatum* (ancienne nomenclature).

	Nombre d'articles scientifiques	Nombres de Magazines	Nombres de Livres	Période
Japanese knotweed	2456	1081	451	1868-2016
<i>Fallopia japonica</i>	2227	301	179	1886-2016
<i>Reynoutria japonica</i>	1454	154	82	1929-2016
<i>Polygonum cuspidatum</i>	5411	666	240	1851-2016



I. Présentation des Renouées asiatiques

1) Autécologie et Taxonomie

Il y a eu de nombreux débats sur la classification des Renouées asiatiques. Les différentes espèces de Renouées étaient référencées en différents genres : *Reynoutria*, *Polygonum* et *Fallopia*. Les travaux de Ronse Decraene and Akeroyd (1988), de Bailey and Stace (1992), et de Frye and Kron (2003) ont permis de retenir la désignation *Fallopia*.

Les premières Renouées asiatiques ont été introduites en Europe et aux Etats-Unis au milieu du 19^{ème} siècle comme plantes ornementales, mellifères et fourragères. *Fallopia japonica* est la première espèce à avoir été introduite dans les jardins, puis ce fut *Fallopia sachalinensis* qui a été introduite.

Les Renouées asiatiques ont une croissance rapide de l'ordre de 4,6 cm par jour (jusqu'à 8 cm par jour au printemps) et peuvent atteindre une hauteur de 2,5 à 4 mètres en fonction de l'espèce (Maerz et al., 2005). *Fallopia sachalinensis*, aussi appelé la Renouée géante est l'espèce qui a la plus forte croissance. Les Renouées asiatiques ont une tige creuse à la manière du bambou et les feuilles sont alternes, simples, à stipules soudés en une gaine entourant étroitement la tige. La croissance des Renouées a lieu d'avril à octobre et la floraison tardive débute en août et se termine en octobre (large gamme de répartition). Les fleurs sont de couleurs blanches, disposées de manière spiralée et comprennent 6 à 9 étamines à la base du pistil de la fleur (Figure 2) (Pieret and Delbart, 1995).



Figure 2 : Photographie des fleurs de Renouée du japon

Les premières plantes de Renouée introduites comme plantes ornementales en Europe et aux Etats-Unis étaient des mâles stériles du genre *Fallopia japonica*. La reproduction végétative a permis le maintien et l'extension des renouées du japon en absence de reproduction sexuée. Selon une étude de biologie moléculaire menée sur les Renouées asiatiques en Europe (Hollingsworth and Bailey, 2000) tous les individus femelles appartiendraient à un seul et même clone. Par la suite, ce sont les *Fallopia sachalinensis* qui ont été introduits. La fécondation croisée avec le pollen de *Fallopia sachalinensis*, a permis la formation de graines donnant une espèce hybride : *Fallopia x bohemica*. Aux Etats-Unis, on retrouve également les espèces *Fallopia japonica var compacta* et *Fallopia x conollyana*. Le terme Renouée recouvre l'ensemble des espèces du genre *Fallopia* que l'on retrouve en Europe et aux Etats-Unis. Le [tableau 2](#) regroupe les principales caractéristiques foliaires des 3 espèces de Renouées asiatiques présentes en France :



Tableau 2 : Caractéristiques foliaires des trois espèces de Renouée présentes en France.

Espèce Caractéristiques	<i>Fallopia japonica</i>	<i>Fallopia sachalinensis</i>	<i>Fallopia bohemica</i>
Photographie des feuilles			
Description du limbe foliaire	Le limbe foliaire est ovale à triangulaire et sa base est tronquée droite à arrondie mais non cordée	Le limbe foliaire est ovale à ovale-oblong, nettement cordé pour les feuilles basales	Le limbe foliaire est ovale à ovale-triangulaire, tronqué arrondi pour les feuilles situées en haut de tige et cordé pour les feuilles plus basales. Le limbe est terminé par une pointe plus ou moins élargie
Taille de la feuille	11 cm à 14,5 cm	25 cm à 30,5 cm	12 à 20,5 cm
Poils	Absence de poils sur la face inférieure	Poils longs sur la face inférieure (visible à l'œil nu)	Poils courts à inexistant sur la face inférieure
Caractère invasif	+	-	++

2) La Renouée du Japon dans son aire de répartition naturelle

Les Renouées asiatiques sont natives du Japon, de Chine, de Corée et de Taiwan. Dans ces régions, *Fallopia japonica* est une espèce pionnière qui fait partie des premières plantes à coloniser les cendres et les roches volcaniques en altitude. Elles contribuent au développement de ces écosystèmes volcaniques en stabilisant la surface du sol par l'expansion du système racinaire et en servant de réservoir d'azote et d'éléments nutritifs. Ceci permet de favoriser l'établissement d'autres espèces (Hirose and Tateno, 1984; Adachi et al., 1996a; b). Les espèces qui suivent dans la succession écologique sont principalement des herbacées

et des arbustes comme : *Miscanthus oligostachyus*, *Aster ageratoides*, *Calamagrostis hakonensis*, *Artemisia princeps*... Dans certains cas, des espèces ligneuses sont présentes dans la succession comme *Salix reinii* ou *Spiraea japonica* (Adachi et al., 1996a).

Elle se retrouve également dans les habitats modifiés par l'homme, aux abords des pâturages et des routes. *Fallopia sachalinensis* côtoie également ce type de milieux et s'installe sur les bords de rivières, les côtes et les berges de montagne (Bailey et al., 2009).



3) La Renouée du Japon hors de son aire de répartition naturelle

Les Renouées asiatiques ont un spectre large de climat favorable. Elles peuvent s’implanter dans des climats subtropicaux, tempérés, méditerranéens et continentaux. Ainsi, les Renouées introduites n’ont eu aucun mal à s’implanter en Europe et aux Etats-Unis. Toutefois, certains habitats sont plus favorables à l’espèce comme la proximité des cours d’eau ou les milieux anthropisés, dégradés par l’action de l’homme. Les articles scientifiques ainsi que les méthodes de gestion sont très souvent liés aux zones humides et en particulier en proximité des rivières ou des cours d’eau. En revanche, très peu de documents parlent des effets de la Renouée ou des méthodes de gestion en ville et en bord de route (Figure 3).

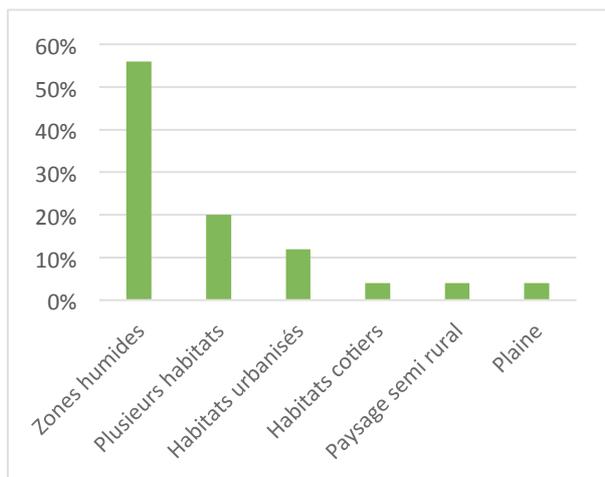


Figure 3 : Articles scientifiques qui traitent de la Renouée du Japon par type d’habitat. Données sur 25 articles parus entre 1990 et 2015.

4) Répartition des Renouées en France

Depuis l’introduction des Renouées asiatiques dans les jardins en tant que plantes ornementales, les Renouées se sont largement dispersées sur le territoire français. L’espèce la plus présente en France métropolitaine est *Fallopia japonica* qui est présente dans quasiment toutes les régions de France. La Renouée hybride (*Fallopia bohemica*) est l’espèce la moins représentée sur le territoire français (Figure 4 et 5).

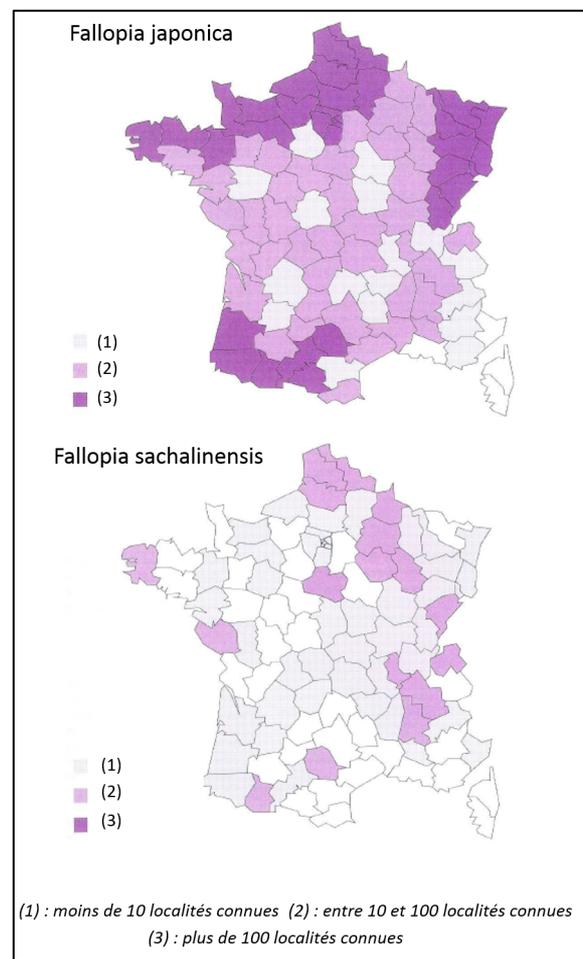


Figure 4 : Cartographie de la présence de *Fallopia japonica* et de *Fallopia sachalinensis* en France (Muller, 2004)



La cartographie de *Fallopia bohemica* est moins documentée à l'échelle de la France. La [figure 5](#) est donc une cartographie de l'espèce prise sur le site internet Tela Botanica.

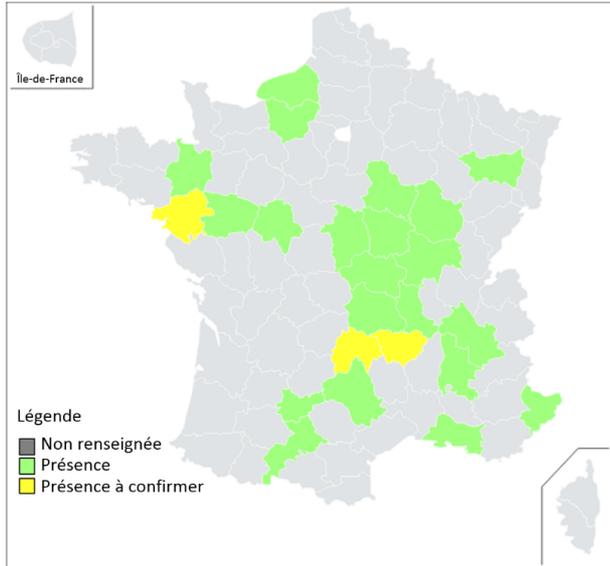


Figure 5 : Cartographie de la présence de *Fallopia bohemica* en France (Tela Botanica)



II. Facteurs explicatifs du succès invasif des Renouées

De manière générale, le succès d'une plante invasive à coloniser un milieu va dépendre de la nature et de l'importance des facteurs abiotiques et biotiques formant des conditions environnementales adéquates. Les facteurs biotiques correspondent à l'ensemble des interactions entre espèces (par exemple : plante, animal, champignon). Les facteurs abiotiques correspondent à l'ensemble des paramètres physico-chimiques de l'écosystème influençant le milieu (biotope) et les organismes (biocénose) qui le composent. Pour qu'une espèce puisse s'implanter, il faut tout d'abord que les conditions climatiques du milieu d'introduction soient adéquates et similaires aux conditions climatiques du milieu d'origine. Certains habitats seront également plus favorables à l'espèce en fonction de certaines caractéristiques comme la teneur en eau, la concentration en éléments nutritifs, etc. Dans un second temps, les interactions biotiques que l'espèce invasive entretient avec les autres espèces animales ou végétales peuvent lui permettre de s'implanter. Par exemple, l'introduction d'une espèce invasive compétitrice dans une communauté végétale native faiblement compétitrice (i.e. stratégie

conservatrice) peut favoriser l'invasion. De même, l'absence de prédateur ou pathogène régularisant la population de l'espèce invasive, va permettre le développement de cette espèce. Ainsi, de nombreuses théories scientifiques basées sur l'écologie de ces espèces ont été proposées pour expliquer les mécanismes d'invasion biologique.

Dans cette partie, nous nous intéressons aux différents mécanismes expliquant le succès invasif des Renouées asiatiques.

1) Une forte reproduction végétative

Les Renouées du Japon sont capables de forte reproduction végétative. Ce caractère permet à la plante de se multiplier sans reproduction sexuée en formant des clones interconnectés. Il s'agit d'ailleurs du principal mode de reproduction des Renouées asiatiques. Les rhizomes possèdent suffisamment de ressources pour produire un nouveau clone viable (Figure 6).



Figure 6 : Rhizome de Renouée du Japon (guide de gestion de la Région wallonne)



Broke and Wade (1992) ont montré que 70 % des rhizomes de 4,39 g ont produit un nouvel individu. Ils ont également montré que le poids minimum d'un rhizome qui permet le développement d'une plante est de 0,7 g. Des morceaux de tiges comprenant un ou deux nœuds sont également viables en condition favorable et permettent la production de nouveaux individus. Cependant, un tissu inter nodal ne peut régénérer une plante. Lors d'inondation, des morceaux de rhizome ou de tige suffisent à disperser un clone en aval et ainsi coloniser d'autres milieux (De Waal, 2001, Duquette et al. 2016). Les cours d'eau sont donc de véritables corridors de dispersion pour les Renouées.

D'après Bímová et al. (2003), les trois espèces du genre *Fallopia* ont des capacités de régénération végétative différentes. Selon les mêmes auteurs, *Fallopia bohemica* est l'espèce qui a le taux de régénération le plus grand (61 %) suivie de *Fallopia japonica* (39 %) puis de *Fallopia sachalinensis* qui a le taux de régénération le plus bas (18 %).

Des études en génétiques des populations permettent également de mettre en évidence la très forte capacité de régénération végétative des Renouées. Hollingsworth and Bailey (2000) ont ainsi montré par génotypage par amplification aléatoire d'ADN polymorphe (RAPD) que la variabilité génétique des différents individus et des populations était très faible sur les îles Britanniques en raison d'un manque de reproduction par voie sexuée. Ils ont également montré que la variabilité génétique entre les individus provenant des Etats-Unis et de l'Europe était extrêmement faible. Par ailleurs, les différents niveaux de ploïdie

peuvent maintenir une certaine variabilité allélique interindividuelle. Cependant, ces résultats ont été contestés par Bzdega et al. (2012). En effet, les auteurs ont observé qu'en Pologne, il a bien une variabilité génétique entre les individus de *Fallopia japonica*.

Le caractère de régénération végétative est évidemment à prendre en compte lors des phases de lutte (fauchage, arrachage...) afin d'éviter la dispersion des fragments de rhizomes ou tiges dans le milieu environnant, surtout dans des habitats à fort potentiel de dispersion des fragments (e.g. cours d'eau).

La colonisation d'espaces vacants ou perturbés est également propice à l'invasion. Une des théories de l'invasion biologique est la « vacant niche hypothesis » qui stipule qu'une plante invasive s'établit dans un milieu en utilisant les ressources non utilisées par les plantes indigènes. Cette théorie peut être également émise pour les Renouées qui profitent de plus de ressources et les monopolisent.

2) Une plante très productive

Les rhizomes sont capables de stocker d'importantes sources d'énergie qui permettent à la plante de se développer très facilement. De plus, les rhizomes peuvent s'implanter très profondément, de 2 à 3 m de profondeur et s'étendre à 20 mètres latéralement (Child and Wade, 2000; Fédération des conservatoires botaniques Nationaux, 2009), ce qui permet aux Renouées d'avoir accès à un stock de ressources plus important comparé aux plantes natives (forte compétition racinaire).



D'après la « theory of fluctuating resource availability », la disponibilité des ressources dépend du potentiel abiotique de l'habitat à fournir ces ressources, de leur fluctuation dans le temps, et de leur préemption par les autres espèces de la communauté végétale (Davis et al., 2000). Sur la base de cette théorie, Dommanget a formulé dans sa thèse, l'hypothèse que la lumière était la ressource limitante des Renouées. Dommanget et al. (2013) est le seul article qui montre les performances des Renouées en fonction de l'intensité lumineuse. Les auteurs ont montré que la variabilité de biomasse est principalement expliquée par l'intensité lumineuse dans leur modèle statistique (Figure 7). Les Renouées sont plus productives dans des milieux où la lumière est abondante.

Elles produisent 12 à 16 tonnes de matière sèche par hectare pour les parties aériennes et 16 tonnes par hectare pour les parties souterraines (Brock ; 1995). Cette forte productivité contribue également à la forte production de litière en automne. Au niveau de l'appareil végétatif, la Renouée produit de grandes tiges et feuilles qui limitent l'accès à la lumière pour les plantes herbacées.

Les Renouées sont donc de véritables compétiteurs pour l'accès aux ressources (nutriments et lumière). En monopolisant les ressources, et du fait de leur haute stature, elles suppriment les autres plantes sous leurs canopées et on observe la formation de sites monospécifiques de Renouées.

3) Plusieurs niveaux de ploïdie

Des études de génétique ont montré que les renouées ont plusieurs niveaux de ploïdie entre leurs aires de répartition naturelle et leurs aires d'introduction. C'est-à-dire que le nombre d'exemplaire de chromosomes compris au sein d'une cellule est différent entre les individus. De plus, le nombre de chromosomes présent en Asie et dans leurs aires d'invasion est différent. Bailey et al 2009 ont résumé les différentes ploïdies rencontrées dans les aires natives et envahies (Tableau 3). Ces résultats montrent que globalement, le niveau de ploïdie est plus élevé et plus variable dans les aires envahies. Cette différence de polyploïdie peut donc être un facteur expliquant le succès invasif des renouées. En effet, il est bien connu que la polyploïdie apporte une plus grande diversité génétique, facilite l'hybridation entre espèces proches et peut ainsi favoriser certains caractères comme le gigantisme.

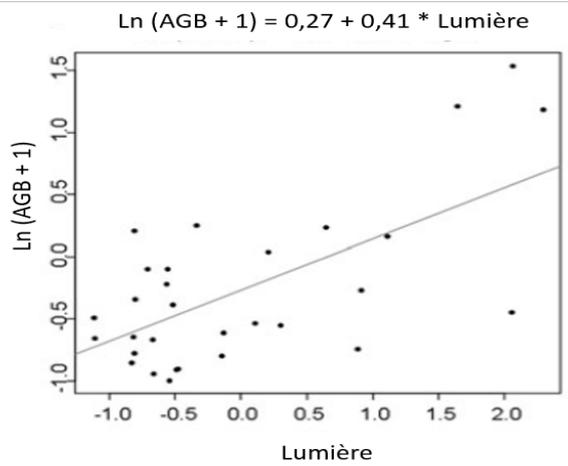


Figure 7 : Relation entre la biomasse aérienne (AGB) transformée et la lumière. (Dommanget, 2014)

Ainsi, Les Renouées ont une croissance rapide de l'ordre de 4,6 cm par jour (jusqu'à 8 cm au printemps). Les Renouées peuvent ainsi produire 4,2 fois plus de biomasses que les plantes indigènes (Vanderhoeven et al., 2005).



Tableau 3 : Nombre de chromosomes présent chez les différentes espèces de Renouées dans les différentes aires géographiques.

Taxa	Aires d'origines	Aires d'introductions
<i>Fallopia japonica</i>	44, 66, 88	88
<i>Fallopia sachalinensis</i>	44 (102, 103, 132)	44, 66, 88
<i>Fallopia bohemica</i>	66	44, 66, 77, 88, 105, 110

4) Une forte plasticité phénotypique

La plasticité phénotypique est la capacité d'un organisme à exprimer des phénotypes différents selon les conditions environnementales afin de maximiser sa fitness (capacité d'un individu à survivre et à se reproduire). D'après plusieurs articles, la capacité à tolérer de nouvelles conditions à travers la plasticité phénotypique est un mécanisme important dans les phénomènes d'invasions biologiques. Cependant, la plasticité phénotypique a été très peu étudiée chez les Renouées. Les seuls articles disponibles ont testé la plasticité des Renouées en fonction des conditions lumineuse et saline. Dommanget (2014) a montré la plasticité phénotypique de certains caractères, comme la croissance, en fonction des conditions lumineuses. En condition de faible intensité lumineuse, les Renouées ont tendance à produire moins de biomasses aériennes. En effet, il faut un mois de plus aux Renouées soumises à 38 % de lumière, qu'à celles soumises à 81 % de lumière, pour atteindre leur élancement maximale. De la même manière, la surface spécifique des feuilles (SLA) est deux fois plus élevée pour les Renouées soumises à 6 % de lumière comparée à celles soumises à 60 % de lumière. Cela traduit un étiolement des feuilles et tiges, mais aussi une très forte plasticité et adaptation pour permettre de capter plus de lumière. Il serait intéressant d'avoir des études

similaires sur les espèces natives pour comparer leur réponse et plasticité.

Richards et al., 2008 n'ont pas observé de génotypes adaptés pour les fortes concentrations en sel. Cependant, les Renouées parviennent à s'implanter dans des milieux où la teneur en sel est élevée, au bord des côtes notamment. Grâce aux phénomènes d'hybridation, la plasticité phénotypique est potentiellement plus importante. Les travaux de Walls (2010) confirment ces précédents résultats. Dans cette étude, certains caractères morphologiques des feuilles (ex : la SLA), la masse des tiges et de la lamina changent en fonction des conditions d'humidité. Cette plasticité phénotypique permet donc aux Renouées de s'implanter et de résister facilement dans divers habitats.

5) La sécrétion de molécules allélopathiques

Le terme allélopathie fait référence aux interactions chimiques entre les plantes de sorte que les composés secondaires produits par une espèce inhibent la germination et/ou réduisent la croissance des autres plantes (Inderjit and del Moral, 1997). Les Renouées asiatiques sont connues pour synthétiser et sécréter par les racines des substances ayant des propriétés allélopathiques (Siemens and Blossey, 2007). Au sein de l'aire d'introduction, les plantes natives n'ont pas co-évolué avec les Renouées et ne sont pas en mesure de se défendre face à



ces substances. Cette hypothèse est appelée « novel weapon hypothesis » par les scientifiques. Des analyses chromatographiques ont montré que les lixiviats de racines sont principalement constitués de composés phénoliques (resveratrol, emodin, physicon) et d'anthraquinone (Weston, 2005 ; Siemens and Blossey, 2007). Siemens and Blossey (2007) ont également montré que les concentrations de ces différents composés dans les *Fallopia japonica* du New Jersey sont parfois 2 fois plus élevées que celles présentées en Chine dans leur aire native. Dommanget et al. (2014) ont montré que si des plantes natives à caractère résistant (comme le saule) sont cultivées avec des lixiviats de Renouée, leur production de biomasse aérienne et/ou souterraine pouvait être impactée. D'après les mêmes auteurs, il est probable que les Renouées âgées soient plus agressives que les jeunes car elles auraient un potentiel allélopathique plus important. Les molécules allélopathiques peuvent agir également sur la germination des graines. Vrchotová and Šerá (2008) ont montré que des extraits de rhizomes provenant de *Fallopia japonica*, *Fallopia sachalinensis* et *Fallopia x bohemica* limitent la germination des graines de moutarde. Ce traitement par les extraits de rhizomes diminue significativement la taille des racines, de l'hypocotyle et le ratio racine/tige des plants de moutardes. Cependant, il n'y a pas d'effet espèce sur ces caractères, c'est-à-dire que les 3 espèces de Renouées ont un impact similaire sur la moutarde. De plus, certains de ces composés allélopathiques

possèdent des propriétés antibactériennes et antifongiques (Daayf et al., 1995 ; Saito et al., 1997 ; Kumagai et al., 2005) qui inévitablement peuvent avoir des répercussions sur les plantes au travers les fortes associations symbiotiques qui existent entre plantes et microorganismes.

Bien que les molécules allélopathiques des Renouées asiatiques soient connues, les mécanismes physiologiques sont encore mal cernés. Est-ce que les substances agissent directement sur les plantes natives ou indirectement au travers d'une modification des communautés microbiennes par exemple ? Quelle est la durée de persistance de ces molécules dans le sol ?

6) Le manque de prédateurs

En Asie dans son aire de répartition naturelle, il existe une gamme d'ennemis spécifiques naturels de la Renouée, notamment des insectes et des champignons qui s'attaquent aux feuilles de Renouées. En Europe, peu d'espèces prédatrices des Renouées ont été répertoriées. Maurel et al. (2013) ont comparé le taux d'attaques des Renouées par les herbivores entre la France et le Japon. Ils ont pu observer qu'il y avait moins de prédateurs en France qu'au Japon et que les Renouées se trouvant au Japon subissaient significativement plus de dommages qu'en France (Figure 8 et 9). Des résultats similaires ont été trouvés avec des Renouées du Japon invasives en Pennsylvanie, Etats-Unis (Willimas et Sahli, 2016).

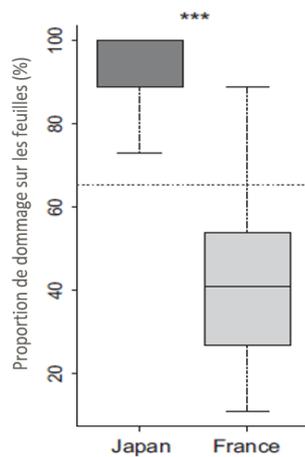


Figure 8 : Proportion des dommages sur les feuilles au Japon et en France (Maurel et al., 2013). La ligne en pointillé correspond à la moyenne calculée sur les données regroupées. Les résultats statistiques sont présentés (***) P-valeur <0,001).

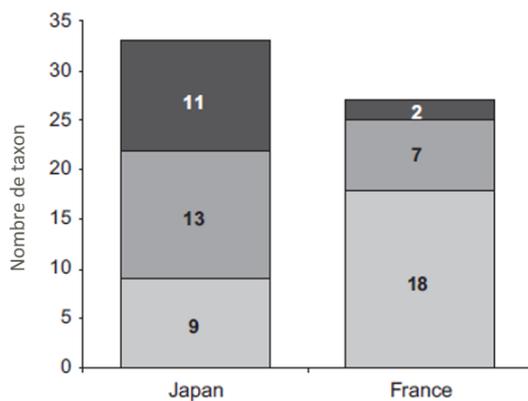


Figure 9 : Composition des assemblages d'invertébrés échantillonnés sur *Fallopia japonica* au Japon et en France (Maurel et al., 2013). Noir : nombre de taxons d'invertébrés phytophages connu pour se nourrir de *F. japonica*. Gris foncé : nombre de taxons d'invertébrés phytophages pas prouvés pour se nourrir de *F. japonica*. Gris clair : nombre de taxons d'invertébrés non phytophages.

Les auteurs ont également montré que les tiges sont significativement plus grandes ($266,57 \pm 6,02$ vs $133,38 \pm 5,41$ cm) et plus ramifiées ($8,00 \pm 0,45$ vs $4,93 \pm 0,36$ branches par tige) en France qu'au Japon. De plus, le nombre de feuilles et la surface totale des feuilles ($95,56 \pm 2,43$ vs $77,67 \pm 2,00$ cm²) sont

sensiblement plus élevés en France qu'au Japon. Ces résultats peuvent être expliqués par la plus faible pression d'herbivorie au sens large. Ces différences morphologiques procurent une activité photosynthétique plus importante en France qu'au Japon. Les Renouées présentes en France seraient donc plus compétitives que celles présentes au Japon. Ces travaux renforcent la « enemy released hypothesis » qui stipule que le manque de prédateurs dans l'aire d'introduction permet le développement et l'expansion de l'espèce exotique (Keane and Crawley, 2002; Siemsen and Blossey, 2007).

7) Une dispersion par les graines

Depuis l'introduction de nouvelles espèces, les hybridations sont possibles et les Renouées sont capables de reproduction sexuée. Les hybrides sont potentiellement plus invasives que les parents car elles ont une plus grande variabilité génétique. Cependant, la dispersion par reproduction sexuée ne semble pas expliquer le fort potentiel invasif de ces espèces (Forman and Kesseli, 2003; Tiébré et al., 2007; Engler et al., 2011). Des études en laboratoire ont pourtant montré que les graines de Renouées sont viables et présentent un fort taux de germination et cela dans plusieurs



Figure 10 : Photographie du fruit de Renouée du Japon



conditions (Forman and Kesseli, 2003) (Figure 10).

Tiébré et al. (2007) ont montré que les graines de Renouées dispersent à faible distance de la plante mère (0.5 m). Mais certaines graines parviennent à disperser dans un rayon de 16 mètres autour de la plante mère. Tout comme les rhizomes, les graines peuvent donc être dispersées en aval des cours d'eau, favorisant la dispersion.

Cependant, la dispersion par les graines a été très peu observée chez la Renouée du Japon. Ce phénomène peut être expliqué par la dense canopée formée par les autres plantes qui empêche l'accès à la lumière. De plus, les graines semblent être soumises à une forte prédation par le moineau domestique (*Passer domesticus*), tout au long de l'année (Tiébré et al., 2007 ; Engler et al., 2011). Cette prédation des graines a été observée principalement au Royaume-Uni, mais elle peut se produire

également aux Etats-Unis et en Europe car cette espèce est présente dans ces régions. Toutefois, peu de choses sont connues sur le taux de prédation des graines que ce soit en Europe, ou en Asie et la dispersion par zoochorie a été peu observée. Engler et al. (2011) ont montré que le taux de germination des graines est limité par des facteurs intrinsèques comme le ratio poids/taille des graines. Il faut toutefois garder à l'esprit qu'une tige de Renouée du Japon peut produire 190 000 graines et que la majorité de ces graines sont viables. Généralement, la petite taille des graines ainsi que la forte production de graines sont deux caractères importants pour expliquer le fort potentiel invasif d'une espèce exotique. Le facteur invasif de la Renouée peut donc devenir plus important dans les années à venir.

Enfin, nous pouvons également ajouter qu'il existe une forte auto-incompatibilité entre les différentes espèces du genre *Fallopia* (Bailey, 1994).

Facteurs importants expliquant le succès invasif des Renouées :

- Compétition pour les ressources
- Croissance rapide
- Forte variabilité génétique
- Forte capacité de dispersion par les rhizomes, les tiges et les graines
- Sécrétion de molécule toxique pour la flore indigène
- Forte plasticité phénotypique
- Manque de prédation et parasitisme

-> Forte aptitude à coloniser les milieux vacants (i.e. milieux remaniés, artificialisés)



III. Les impacts des Renouées asiatiques

Les impacts des EEE peuvent être regroupés en 5 catégories : les impacts sur la biodiversité, les impacts sur les fonctionnements des milieux, les impacts sur la santé humaine, les impacts économiques et les impacts sur la sécurité humaine. Les Renouées ont surtout des impacts économiques, sur la biodiversité et sur les fonctionnements des milieux. Elles posent problème principalement en bord de cours d'eau là où elles s'implantent le plus facilement. Elles impactent les différents niveaux trophiques au sein des compartiments de l'écosystème (terrestres et aquatiques). De nombreuses publications s'intéressent aux impacts des Renouées sur les écosystèmes. Dans cette partie sont présentés les impacts des Renouées sur les habitats et la biodiversité et les impacts sur les services écosystémiques et sur les usages.

1) Les impacts sur la biodiversité et sur les habitats

a) Impacts sur les propriétés physico-chimiques du sol

Dans la plupart des sites étudiés en Europe et aux Etats-Unis, les propriétés du sol sont faiblement impactées par la présence de la Renouée du Japon. Le temps nécessaire aux Renouées pour modifier les paramètres du sol n'est pas renseigné dans la littérature. Nous pouvons toutefois noter que la présence de Renouées influence significativement le pH du sol. Dans certains cas, le pH du sol a tendance à augmenter dans les zones envahies (Vanderhoeven et al., 2005; Stoll et al., 2012), dans d'autres cas, le pH a tendance à être plus bas dans les zones envahies (Kappes et al.,

2007; Dassonville et al., 2011). Dans toutes ces études, le pH du sol est compris entre 4,4 et 7,6. Les différences de pH entre zones envahies et non envahies peuvent s'expliquer notamment par les substances sécrétées par le système racinaire, mais aussi par le fait que les feuilles de Renouées sont généralement plus acides que les feuilles des plantes indigènes (Vanderhoeven et al., 2005; Kappes et al., 2007; Dassonville et al., 2011; Stoll et al., 2012). D'autres études montrent que l'humidité du sol est diminuée dans les zones envahies par la Renouée à cause de la dense canopée produite qui empêche l'eau de s'infiltrer (Dassonville et al., 2011). La présence des différentes espèces de *Fallopia* ne semble pas modifier la concentration en azote du sol (Aguilera et al., 2010; Dassonville et al., 2011; Dommanget et al., 2014). Vanderhoeven et al. (2005) ont étudié les concentrations de certains éléments chimiques du sol (N, Ca²⁺, Cu²⁺, K⁺, Mg²⁺, H⁺...) dans des parcelles envahies et des parcelles non envahies de certaines espèces invasives. Ils ont pu observer que, quel que soit le site (hêtraie, terre en friche ou bord d'un étang), il y a toujours au moins un paramètre du sol (pH ou concentration en éléments) qui est significativement différent entre les types de parcelles (envahie ou non envahie). Cependant, en fonction du site, ce ne sont pas les mêmes paramètres qui sont impactés. Le manque de réplicats ne permet pas d'affirmer ce dernier résultat. Dassonville et al. (2008) ont réalisé une étude sur plusieurs espèces invasives présentes dans divers habitats. Ils ont mis en évidence l'importance du site en tant que source la plus importante de la variation des impacts des EEE sur les



réservoirs d'éléments nutritifs du sol. Les effets des Renouées sur les propriétés du sol dépendent donc surtout de l'état initial du site selon les mêmes auteurs.

b) Impacts sur la flore

Les Renouées asiatiques de par leurs capacités compétitrices ont des effets négatifs sur la flore indigène. En effet, de nombreux articles montrent que les Renouées asiatiques ont tendance à diminuer la richesse spécifique des plantes. Stoll et al. (2012) ont observé que les espèces ligneuses ont un couvert moins important dans les zones envahies par la Renouée. Cependant, cette diminution est significative que pour le fusain d'Europe (*Euonymus europaeus*). Ils ont également observé que 22 **hémicryptophytes**¹ et 2 **géophytes**² ont un couvert moins important dans les zones envahies par la Renouée. Les **thérophytes**³ sont également négativement impactées par la Renouée. D'après leurs résultats, la richesse spécifique est diminuée de 50 % quand la Renouée est présente. Ces résultats sont similaires avec ceux de Gerber et al. (2008) et Maurel et al. (2010). Cette diminution de richesse spécifique est significative pour les espèces ligneuses et non ligneuses. Aguilera et al. (2010) et Dassonville et al. (2007) ont observé une réduction de la richesse spécifique plus importante : 10 à 20 fois moins d'espèces végétales.

¹ Les hémicryptophytes sont les plantes dont les bourgeons persistent au niveau du sol durant l'hiver.

² Les géophytes sont des plantes possédant des organes leur permettant de passer la mauvaise saison enfouies dans le sol (bulbes rhizomes, tubercules).

³ Les thérophytes sont les plantes qui survivent à la mauvaise saison sous la forme de graines.

Aux Etats-Unis, Aguilera et al. (2010) ont observé 63 espèces dans les zones non envahies par la Renouée dont 78 % étaient des plantes natives. Dans les zones envahies (4 habitats rivulaires et une forêt), seulement 13 espèces ont été retrouvées dont 58 % étaient des plantes natives. Par ailleurs, sur les sites boisés envahis, il y avait moins de jeunes arbres établis et parfois, ils étaient même absents. D'après ces mêmes auteurs, les Renouées ont la capacité de déplacer à la fois les plantes natives et non natives. Bimova et al. (2004) ont montré que les Renouées asiatiques sont de bonnes compétitrices envers les plantes herbacées et les jeunes arbres, mais qu'elles sont peu compétitrices envers les arbres de plus de 2 mètres. Ces données sont très intéressantes pour proposer des protocoles de gestions par compétition. En effet, les espèces ayant un taux de croissance élevé sont de bonnes compétitrices vis-à-vis des Renouées asiatiques (exemple : Salicaceae, Betulaceae).

Selon Stoll et al. (2012) la compétition pour la lumière et pour les nutriments et dans une moindre mesure les molécules allélopathiques sont les principaux mécanismes expliquant le déplacement des autres espèces.

c) Impacts sur la faune du sol

La richesse spécifique des invertébrés est corrélée avec la richesse spécifique des plantes natives (Gerber et al., 2008). La diminution de la richesse spécifique des plantes natives entraîne donc également une diminution de la richesse spécifique et de la biomasse des invertébrés (40 % d'invertébrés en moins et 20-30 % de biomasse en moins). En effet, la diversité de nourriture pour les **herbivores** est amoindrie et de plus, les feuilles de Renouées sont moins attractives pour ces organismes



(Gerber et al., 2008). Certains articles se sont principalement intéressés à l'impact des Renouées sur les populations de **gastéropodes**. Les travaux de Stoll et al. (2012) ont montré que la richesse spécifique des gastéropodes est moins importante dans les zones envahies par la Renouée (de l'ordre de 30 %). Les auteurs ont pu observer que cette diminution était entièrement due à la diminution de la richesse spécifique des escargots (et pas celle des limaces). Le manque de différence entre les propriétés des sols envahies et contrôles laisse penser que la diminution de la richesse spécifique en gastéropode est liée à la seule présence de la Renouée. La Renouée diminue la richesse spécifique ce qui réduit la structure et la complexité des habitats et les ressources de nourriture pour les invertébrés.

Kappes et al. (2007) se sont intéressés à trois niveaux trophiques d'invertébrés (détritvovores, herbivores et prédateurs) dans des zones envahies par de la Renouée comparativement à des zones natives (orties). Ils ont observé qu'il y a moins d'herbivores généralistes (**gastéropodes**) dans les zones de Renouées. Concernant les organismes détritvovores, ceux-ci ne semblent pas profiter de la plus grande productivité de litière de Renouées : les **isopodes** sont moins nombreux et les **diplopodes** en densité similaire aux fourrés d'orties. Cependant, en terme d'abondance relative, les détritvovores sont plus nombreux sous la Renouée. Enfin, dans cette étude, les prédateurs (opilions) sont plus diversifiés et nombreux dans les zones envahies par la Renouée. Ces résultats sont confirmés par Gerber et al. (2008). Kappes et al. (2007) admettent selon la « hunting efficiency hypothesis » que les prédateurs profitent de la diversité des proies (i.e. les détritvovores) et de l'habitat clairsemé offert par les Renouées pour se nourrir.

Les travaux de Dassonville et al (2011) montrent que la présence de Renouées influence l'activité et/ou les communautés de **microorganismes dénitrificateurs** et **nitrificateurs**. En effet, les sols envahis ont tendance à avoir une abondance plus faible en microorganismes dénitrificateurs sans en changer la communauté. L'activité des bactéries nitrifiantes est quant à elle moins affectée par les Renouées et elle dépend de l'interaction site x invasion. Hedenec et al., (2014) ont observé que les **collembolés** sont présents dans les sols envahis par la Renouée et qu'ils sont aussi abondants que dans le site contrôle (une prairie de culture). Cependant, la faune du sol dans sa globalité est moins abondante que dans les zones non envahies. Les effets des Renouées sur la microfaune du sol n'ont pas été décrits dans la littérature scientifique ([Annexe 1](#)).

Stoll et al. (2012) ont répertorié un point positif aux Renouées. Ils ont observé que *Vertigo pusilla*, escargot inscrit sur la liste rouge de l'UICN a une plus forte abondance dans les milieux envahis par la Renouée. Cette espèce menacée trouverait donc refuge dans la dense canopée de cette espèce invasive.

Enfin bien qu'aucune étude ne le quantifie, les tiges coupées et creuses de Renouée constituent en hiver des abris intéressants pour les insectes.

d) Impacts sur la faune épigée

Les changements dans les communautés d'invertébrés impactent également les réseaux trophiques supérieurs. Cependant, très peu d'études ont été réalisées sur l'impact de la Renouée sur la faune épigée. Maerz et al. (2005) ont étudié aux Etats-Unis l'impact de la présence de la Renouée du Japon sur les **grenouilles vertes** (*Rana clamitans*). Ils ont



montré que la présence de la Renouée diminue le succès de nourrissage de la grenouille verte car les zones envahies présentent une diminution des populations d'arthropodes. Au regard de ces résultats, les auteurs soutiennent le fait que les invasions biologiques sont un facteur important d'érosion de la biodiversité et en particulier pour les amphibiens.

Il s'agit du seul article qui traite des impacts de la Renouée sur la faune épigée. Les futures études devraient s'intéresser à l'impact des Renouées sur d'autres organismes tels que les oiseaux, les petits mammifères et les pollinisateurs. En effet, il a été observé à plusieurs reprises que certains **oiseaux** utilisent les Renouées pour former leurs nids (Larsen, 2013). D'après la même source, les petits mammifères seraient plus présents dans les patchs où la Renouée est présente car elle servirait de cachettes pour ces animaux. Concernant les pollinisateurs, les Renouées ont une floraison tardive (juillet à septembre) qui serait une source tardive de nectar appréciable pour les pollinisateurs dont les abeilles.

a) Impacts sur les communautés fongiques du sol

La Renouée altère également les communautés de champignons du sol, et en particulier les champignons arbusculaires mycorhiziens (AMF). Zubek et al. (2016) ont ainsi montré que l'installation de la Renouée du Japon (espèce non mycorhizée) en ripisylve (Pologne) conduisait à une diminution de la richesse et de la diversité des AMF, et par conséquent à une baisse des performances (compétition, acquisition des nutriments) des espèces natives.

b) Impacts sur les organismes aquatiques

Rares sont les articles qui traitent de l'impact de *Fallopia* sur les organismes aquatiques présents le long des cours d'eau. L'un des seuls articles qui a étudié ce cas est l'article de Lecerf et al. (2007). Il en résulte qu'à l'automne, la qualité de la nourriture pour les consommateurs aquatiques et en particulier pour les **champignons aquatiques** est réduite. Cependant, cette mauvaise qualité de la ressource peut éventuellement être compensée par la quantité de litière produite par les Renouées. Il y a donc une modification des habitats pour les **macroinvertébrés benthiques** à cause du manque de racines immergées. Ce qui peut éventuellement modifier la structure et la dynamique des réseaux trophiques aquatiques. Urgenson et al. (2009) soutiennent ces hypothèses et ajoutent que les populations de **poissons** pourront également être impactées par la diminution de l'abondance et de la richesse spécifique des invertébrés aquatiques.

Impacts négatifs des Renouées :

- Diminution de la diversité végétale
- Diminution de la diversité en organisme du sol
- Diminution de la diversité des organismes aquatiques
- Changement de certaines propriétés du sol

Impacts positifs des Renouées :

- Apport de nectar tardif pour les pollinisateurs
- Favorise le développement de certaines espèces (*Vertigo pusilla* par exemple)
- Sert de cachette/abris pour certains insectes, petits mammifères et oiseaux



2) Impacts sur les services écosystémiques et sur les usages

L'étude des invasions biologiques se concentre principalement sur les effets écologiques, c'est-à-dire la dispersion, le développement des espèces, les méthodes de lutte. Cependant, les effets économiques et sociaux par les services écosystémiques ne sont que très peu étudiés. Toutefois, certains articles montrent les potentiels impacts des espèces invasives (faune, flore, aquatique et terrestre) sur les différents services écosystémiques. D'après le « Millenium Ecosystem Assessment », il existe différents services écosystémiques répartis en 4 catégories ([Annexe 2](#)) :

- **Les services de supports** : sont à la base de l'ensemble des services car ils permettent le maintien du fonctionnement de l'écosystème. Une fonction écologique peut contribuer à plusieurs services et inversement un service peut être issu de plusieurs fonctions. Ce lien entre fonctions et services explique l'étroite dépendance entre la bonne santé des écosystèmes et la qualité et la pérennité des services écologiques qu'ils rendent
- **Les services d'approvisionnement** : désignent la production, par les écosystèmes, de biens consommés par l'être humain (ex : existence de terres fertiles propices à l'activité agricole, fourniture d'eau)
- **Les services de régulation** : les processus qui canalisent certains phénomènes naturels et ont un impact positif sur le bien-être humain (ex : la protection contre les catastrophes naturelles, l'atténuation des pollutions de l'eau et de l'air)
- **Les services culturels** : sont les bénéfiques immatériels que l'être humain tire de la nature en termes de santé, de liberté, d'identité, de connaissance, de plaisir

esthétique et de loisirs (ex : pêche de loisir, sports de nature, support de recherche)

Les Renouées asiatiques peuvent largement altérer l'ensemble de ces services en modifiant les services rendus par les zones humides. En effet, les Renouées se retrouvent principalement en bord de cours d'eau. Les potentiels impacts des Renouées sur les services écosystémiques sont présentés dans cette partie.

a) Impacts sur l'épuration de l'eau

Les hydrosystèmes ont la capacité d'épurer les eaux. Les plantes herbacées en bord de cours d'eau participent grandement à cette fonction. D'après l'Office National des Eaux et des Milieux Aquatiques (ONEMA), une bande enherbée de 12 à 18 mètres de large offre une capacité d'épuration entre 84 à 91 %. Or les Renouées asiatiques ont tendance à réduire la diversité et l'abondance de ces plantes herbacées. De même, les forêts alluviales ont leur importance dans l'épuration des nitrates contenus dans l'eau. D'après la même source, 30 mètres de forêt alluviale suffisent à réduire de 80 % les teneurs en nitrates contenues dans les eaux superficielles. Cependant, les Renouées empêchent la régénération des forêts. Ces résultats laissent supposer que la présence de Renouées sur les cours d'eau limite l'épuration des eaux. Toutefois, les Renouées ont une bonne capacité d'absorption des nutriments et accumulent les métaux lourds. Par conséquent leur présence sur les cours d'eau devrait permettre une bonne épuration de l'eau. Des études sur le sujet méritent donc d'être développées afin de mieux connaître les caractéristiques d'accumulation des nutriments et polluants et de mieux



appréhender l'effet des renouées sur l'épuration de l'eau.

b) Impacts sur les berges

En bord de rivière, les peuplements étendus empêchent la régénération naturelle des boisements alluviaux et favorisent ainsi l'érosion des berges. En effet, lorsque les tiges meurent en hiver, elles laissent le sol nu favorisant ainsi la dégradation de la berge (Sarat et al., 2015). Cette déstabilisation des berges est problématique pour les espèces aquatiques, pour les oiseaux et pour les amphibiens qui profitent de ces zones pour se nourrir, se cacher ou se reproduire (Anon, n.d.). L'érosion des berges entraîne des coûts non négligeables en termes de gestion de la Renouée et de restauration de la berge.

c) Impacts sur l'écoulement de l'eau

D'après Pejchar and Mooney (2009), il est connu que les plantes exotiques envahissantes peuvent fondamentalement changer l'écoulement des eaux et l'irrigation si elles possèdent une des caractéristiques suivantes : des racines profondes, un fort taux d'évapotranspiration ou une forte biomasse. Or les Renouées possèdent ces 3 caractéristiques laissant fortement supposer que l'écoulement des eaux et l'irrigation sont impactés par ces espèces. Elles peuvent également provoquer la formation de barrages et d'embâcles en automne, quand les tiges sèches sont emportées

par le courant. Elles peuvent dégrader ponts et barrages et posent également problème dans les champs irrigués en obstruant les canaux.

d) Impacts sur les services culturels

Les services culturels fournis par les zones humides sont nombreux mais difficiles à quantifier. Les peuplements denses de Renouée au bord des cours d'eau gênent l'accès à certains usagers comme les pêcheurs ou les promeneurs pour accéder à la berge et limite la production de biomasse pour la pêche de loisirs. Les monocultures de Renouée peuvent également réduire la qualité esthétique du paysage (Brunel, 2003).

Les Renouées peuvent également avoir des impacts négatifs en milieux urbains et aux abords des routes. En effet, ces plantes sont capables de détériorer les routes mais également de gêner la visibilité au bord de celles-ci. En ville ou du moins dans les milieux urbanisés, les rhizomes de Renouée peuvent dégrader les installations en fissurant le béton (SMAGE des Gardons).

Impacts potentiels sur les services écosystémiques :

- Diminue l'épuration de l'eau
- Destabilise les berges
- Dégrade les infrastructures
- Impacte les services culturels



IV. Les moyens de lutte contre les Renouées asiatiques

Lutter contre les EEE est une tâche délicate et souvent coûteuse. Quelque soit l'espèce à gérer, il est rare de parvenir à éradiquer une EEE une fois implantée. Bien souvent, la lutte consiste donc à limiter l'expansion des populations établies même si l'objectif définitif est l'éradication.

Les Renouées asiatiques, de par leurs capacités régénératrices, leur forte dispersion et leur capacité de compétition, sont particulièrement difficiles à gérer. Les nombreuses méthodes de gestions sont souvent limitées en termes d'efficacité et peuvent engendrer des dommages collatéraux sur l'environnement. La lutte contre les Renouées asiatiques comprend 3 points : la prévention, la gestion à proprement parler et l'élimination des déchets de Renouée. Parmi les méthodes actuelles de gestion des Renouées asiatiques, il y a la lutte manuelle ou mécanique, chimique, biologique et écologique.

1) La prévention

La prévention consiste à agir en amont pour éviter l'arrivée et l'implantation de nouveaux foyers de Renouée sur un site. La prévention reste la meilleure et la façon la plus économique pour lutter contre les Renouées asiatiques. Il est important d'informer le plus grand nombre de personnes sur les effets de ces plantes mais également sur les espèces invasives en général afin de limiter le commerce de ces plantes ou bien d'être informé sur les zones nouvellement envahies par exemple. Les publics concernés par cette prévention sont : les collectivités, les professionnels du secteur horticole et

paysager, les acteurs de l'environnement et le grand public (Mercier, 2013).

La réglementation française en termes d'espèces invasives est régie par le code de l'environnement et dans une moindre mesure, par le code rural. Ces textes s'articulent sur les 3 aspects suivant : l'introduction, la prévention et la lutte contre les espèces invasives. Les articles du code de l'environnement concernant les EEE sont :

- L'article L. 411-3 : fixe les règles relatives à l'introduction d'espèces dans le milieu naturel.
- L'article L. 412-1 : le transport, l'importation et l'exportation de tout ou partie d'animaux et de végétaux est soumis à autorisation. Ces restrictions concernent une liste d'espèces fixée par arrêté.
- L'article L. 415-3 et l'article R415-1 : fixent les peines et amendes encourues par les contrevenants.

Il n'existe pas de lois ou d'arrêtés concernant spécifiquement les Renouées asiatiques. Les seules espèces qui font l'objet d'un arrêté sont les Jussies. L'arrêté interdit la commercialisation, l'utilisation et l'introduction de ces espèces dans le milieu naturel (Haury et al., 2010 ; Val'Hor, n. d).

Il est important également de préserver un couvert végétal (ortie, ronce, etc..) plutôt que de mettre des à nu des sites qui seront ensuite facilement colonisable par la renouée. Lors de travaux d'aménagement, il est donc particulièrement important de veiller à resituer rapidement un couvert végétal pour prévenir de toute colonisation.



2) Les méthodes de gestions

a) Le contrôle manuel et mécanique

La lutte manuelle ou mécanique peut être regroupée en 3 catégories couramment utilisées par les gestionnaires :

- **La fauche** : Il s'agit de faucher les plants de Renouées au niveau des premiers nœuds. La fauche doit être répétée plusieurs fois afin d'épuiser les rhizomes. Elle peut être réalisée soit à l'aide d'une faux soit à l'aide d'une débroussailluse, et peut être réalisée sur des massifs de toute taille. Murrell et al. (2011) ont montré que couper les tiges de Renouée limite la production de biomasse à partir des rhizomes et permet aux plantes natives de se développer. La technique est d'autant plus efficace si le fauchage est répété dans le temps. En effet, couper une fois les tiges supprime la biomasse rhizomateuse de 75 % et les couper 3 fois supprime la biomasse rhizomateuse de 94 %. De plus, cette technique est efficace sur l'ensemble des espèces de Renouées (Murrell et al., 2011) mais doit être répétée chaque année pour limiter sa reprise.

- **L'arrachage** : Cette technique consiste en l'arrachage des rhizomes du sol soit manuellement, soit mécaniquement à l'aide d'une pelle mécanique. Cette méthode est efficace uniquement pour les jeunes massifs de Renouée car les rhizomes ne sont pas implantés trop profondément. Etant donné les capacités de régénération des rhizomes, il est recommandé d'éviter de casser les rhizomes (Guérin and Provendier, 2014).

- **Le Concassage-criblage-broyage** : Des techniques purement mécaniques ont été développées ces dernières années. Il s'agit du concassage de la terre en profondeur. La technique consiste à faire passer la terre dans des engins de type godet-cribleur-concasseur afin de fragmenter et affaiblir les rhizomes présents dans le sol à une profondeur de 50 cm pour favoriser la décomposition par les microorganismes et par la faune du sol. Les résultats sont prometteurs avec une destruction significative des rhizomes et une réduction importante des populations de Renouée. Ce type de dispositif est relativement lourd, coûteux et a un impact non négligeable sur l'environnement (Boyer, 2009).

Le Concassage-criblage-broyage

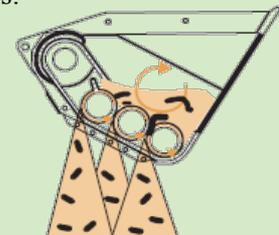
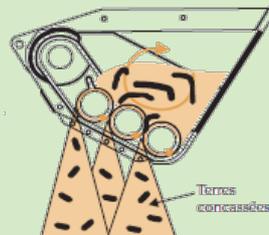
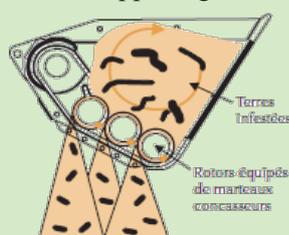
Technique : Concassage-Broyage

Surface traitée : 50 m² de *Fallopia japonica*

Lieu : Bord de l'Ain et de l'Isère

Date : 2005 à 2008

Description : Le principe de la technique est de faire passer la terre contaminée dans un godet-cribleur-concasseur afin d'affaiblir les rhizomes et ainsi faciliter la décomposition par les micro et macroorganismes du sol. Un à cinq passages dans la machine sont nécessaires.



Coût : de 6 à 22 € HT/m³. Les coûts de la location ne sont pas communiqués.

Références : BOYER, M. 2009. Une nouvelle technique d'éradication mécanique des renouées du Japon testée avec succès au bord de l'Ain et de l'Isère. *Ingénieries* 57-58 : 17-31.



b) Le contrôle chimique

Le contrôle chimique consiste en la pulvérisation de substances limitant la croissance des Renouées. Le glyphosate est le plus souvent utilisé, car il est moins persistant dans l'environnement que d'autres produits. La pulvérisation de glyphosate, couplée à un contrôle mécanique est d'après Bailey et al. (2009) une technique de gestion efficace et rapide. D'après les mêmes auteurs, les espèces de Renouées réagissent différemment au traitement. Cette méthode peut avoir de lourdes conséquences sur l'environnement et principalement pour les écosystèmes aquatiques. Il est par conséquent interdit de pulvériser du glyphosate à moins de 5 mètres des cours d'eau. Il est également préconisé de pulvériser le glyphosate en l'absence de vent pour éviter la diffusion sur d'autres sites (Anon, n.d.). Plusieurs articles préconisent une pulvérisation de glyphosate pendant la période de floraison au mois d'août. Ainsi, le

glyphosate peut pénétrer les feuilles mais également les rhizomes. Cependant la pulvérisation de glyphosate a une efficacité partielle et temporaire (Guérin and Provendier, 2014).

Il est également possible d'injecter du glyphosate directement dans les tiges de Renouées. Pour cela, un pistolet injecteur spécialement conçu pour ce genre d'intervention est utilisé. Il est recommandé d'injecter l'herbicide en dessous du 2^{ème} nœud, pour augmenter le volume injectable dans l'entrenœud, permettant une meilleure répartition de la bouillie à l'intérieur de la tige et atteindre le 1er nœud. Il est également recommandé de ne pas réaliser de fauches pour permettre aux tiges d'atteindre un diamètre suffisamment large. Toutefois, il est important de respecter les doses prescrites et il faut suivre une formation afin de pouvoir utiliser le pistolet en toute sécurité. L'injection d'herbicide directement dans les tiges s'est

Traitement chimique par injection

Technique : Injection de glyphosate

Lieu : Belgique (Région wallonne)

Surface traitée : Non renseigné

Date : Non renseigné

Espèce : *Fallopia japonica*, *Fallopia sachalinensis* et *Fallopia bohemica*

Description : Le traitement par injection consiste en l'apport d'une dose de bouillie (eau + herbicide) dans chaque tige des clones à traiter, à l'aide d'un pistolet injecteur spécialement conçu pour ce type d'application (le traitement peut également être réalisé à l'aide d'une seringue d'injection, moins couteuse).



Références : DELBART, E., and N. PIERET. 2009. Les trois principales plantes exotiques envahissantes le long des berges des cours d'eau et plans d'eau en Région wallonne : description et conseils de gestion.



montrée plus efficace que la pulvérisation même si elle demande plus de temps (Delbart and Pieret, 2009). D'après Barney et al. (2006), l'injection de 5 mL de glyphosate concentré permet de réduire de plus de 90 % la densité des tiges de Renouées en comparaison à une parcelle non traitée. Dans le cas de l'injection, les substances chimiques ont également l'avantage de rester au sein de la plante et ont donc un effet moins néfaste sur l'environnement (voir Delbart and Pieret, 2009, pour plus de détails).

c) Le contrôle écologique

Cette méthode consiste en la restauration, ou à la renaturation du milieu par la réintroduction de plantes indigènes. Elle est systématiquement couplée à un contrôle mécanique préalable pour limiter la croissance des Renouées asiatiques et permettant ainsi le développement des plantes natives. Skinner et al. (2012) ont fauché des zones envahies par la Renouée aux Etats-Unis, pendant un an avant de semer 6 combinaisons de plantes natives. Sur les 6 combinaisons, 4 ne se sont pas implantées et la Renouée a rapidement proliféré. Ces premiers résultats montrent la difficulté de trouver un assortiment de plantes permettant de limiter la croissance des Renouées après fauchage. Pour les combinaisons de plantes restantes, la taille des plantes était supérieure ou égale à celle des

Renouées sur les 28 premiers mois après les semis. Seulement, au bout de 37 mois après les semis, la Renouée a supplanté les espèces natives. Les auteurs préconisent donc de couper les plants de Renouée pendant au moins 2 ans (avant de semer) afin de réduire d'avantage le succès de croissance des Renouées. En Europe, les saules, les orties (*Urtica dioica*) et le gaillet gratteron (*Galium aparine*) seraient des espèces plus résistantes qu'il faut privilégier pour ce type de gestion. De plus le saule est déjà utilisé pour la restauration des berges (Vanderhoeven et al., 2005; Gerber et al., 2008).

Ce moyen de contrôle demande du temps avant de pouvoir obtenir des résultats. Il est encore peu utilisé et permet un contrôle à long terme. Après quelques années, le temps de gestion pour un site est très largement réduit.

Le guide de gestion de Wallonie (Delbart and Pieret, 2009) propose 3 types de restauration : Plantation de bouture de différentes espèces de saules, plantations de ligneux sur bâche et des plantations d'herbacées. Dans tous les cas, il est important de choisir des plantes indigènes et il est conseillé de prendre en compte la flore alentour pour optimiser le choix des plantes à réintroduire. Le [tableau 4](#) suivant présente les avantages et inconvénients des 3 différents scénarios :



Tableau 4 : Avantages et inconvénients des 3 types de restauration écologique.

	Espèces à privilégier	Avantages	Inconvénients
Plantations de boutures de saule	<i>Salix alba</i> <i>Salix fragilis</i> <i>Salix rubens</i> <i>Salix tiendra</i> <i>Salix viminalis</i> <i>Salix aurita</i> <i>Salix multinervis</i> <i>Salix purpurea</i>	- Bon compétiteur - Formation d'un massif touffu et dense limitant l'accès à la lumière pour les Renouées	- Dégagement de Renouée parfois difficile - Grands besoins en eau et en soleil, ne peut être implanté proche de ligneux à port arborescent.
Plantations de ligneux sur bâche	<i>Corylus avellana</i> <i>Alnus glutinosa</i> <i>Fragula alnii</i> <i>Prunus spinosa</i> <i>Sorbus aucuparia</i> <i>Viburnum opulus</i>	- La bâche limite la croissance des Renouées de façon efficace et immédiate	- Dégagement de Renouée difficile les premières années - Les bâches sont couteuses
Plantations d'herbacées	<i>Phalaris arundinacea</i> <i>Filipendula ulmaria</i>	- Le matériel végétal peut être prélevé sur des populations voisines - Permet de végétaliser des sites où la plantation de ligneux n'est pas envisageable.	- Le couvert met du temps à se former et nécessite beaucoup d'opérations de dégagement

Pour une gestion écologique, il faut prévoir une zone tampon autour du clone de 5 à 7 mètres. En effet, les rhizomes ainsi que le système racinaire s'étendent de 3 à 5 mètres autour du clone. Afin que la technique soit

efficace et afin de limiter la repousse des Renouées autour du clone, il est fortement conseillé d'appliquer le traitement sur cette zone tampon.

Plantation de saules

Technique : Fauchage et de plantations de saules **Lieu :** Site de la Méreille, Commune de Taden (22)

Surface traitée : Non renseigné

Date : Non renseigné

Espèce : *Fallopia bohemica*

Description : - La première année les gestionnaires ont arraché les plants de Renouées présents sur leurs sites.

- La deuxième année, ils ont arraché les repousses afin de pouvoir déposer une bâche en géotextile biodégradable.

- La troisième année, les plants de Renouées autour de la bâche ont été arrachés, puis la bâche a été changée. Des boutures de saules prélevés sur place ont été plantées à travers la bâche.

- Les années suivantes : Les repousses de Renouées sont régulièrement arrachées permettant ainsi à la végétation indigène de se développer.

Coût : Non renseigné

Références : DELBART, E., and N. PIERET. 2009. Les trois principales plantes exotiques envahissantes le long des berges des cours d'eau et plans d'eau en Région wallonne : description et conseils de gestion.



d) Le contrôle biologique

Dans les régions envahies, il n'y a pas d'espèces prédatrices de la Renouée (Kurose et al., 2006). En revanche, dans son aire de répartition naturelle en Asie, on retrouve plusieurs insectes et champignons qui peuvent réduire la vigueur et la dynamique des populations de Renouée (Kurose et al., 2006; Shaw et al., 2009). La lutte biologique consiste en l'introduction d'ennemi naturel spécifique de l'organisme invasif. Pour la Renouée du Japon, cette technique est très peu utilisée, car elle demande des coûts de recherche très importants et il faut veiller à ce que l'organisme introduit ne devienne pas invasif à son tour (Kurose et al., 2006). Actuellement, la lutte biologique est en cours d'expérimentation et elle est pratiquée uniquement au Royaume-Unis.

Parmi les ennemis naturels potentiels de la Renouée, les plus prometteurs pour la gestion biologique de la Renouée du Japon sont : une minuscule cigale (le psylle *Aphalara itadori*; Shaw et al., 2009), un charançon (*Lixus weevil*), un coléoptère (*Gallerucida bifasciata*; Wang et al., 2008) et un champignon (*Mycosphaeralla polygona*). Ces différents organismes ont été envoyés au Royaume-Uni au CABI (Centre for Agricultural Bioscience International) pour étudier leurs efficacités en dehors de leurs répartitions naturelles (Kurose et al., 2006).

Shaw et al. (2009) ont montré que le psylle (*Aphalara itadori*) s'attaque préférentiellement aux différentes espèces de Renouées du Japon. Les auteurs ont testé un ensemble de 87 espèces de plantes provenant d'Asie et du Royaume unis. Sur ces 87 espèces, seules 18 (incluant les Renouées) ont

pu accueillir des œufs d'*Asphalara itadori*. Les auteurs ont conclu que si cette espèce est introduite au Royaume-Uni, elle devrait pouvoir survivre, car les conditions climatiques sont adéquates et que seulement 1.5 % des plantes natives seraient impactées. Actuellement, cette espèce a été introduite au Royaume-Uni, afin de tester son efficacité et des moyens pour éradiquer le psylle en cas d'invasion ont été prévus. Des résultats similaires ont été observés pour *Gallerucida bifasciata* (Wang et al., 2008). Cependant, ce dernier n'a pas été introduit en Europe. Concernant *Mycosphaeralla polygona* les résultats sont prometteur mais plus d'études sur la spécificité d'hôte de ce champignon sont nécessaires pour pouvoir l'utiliser comme agent biologique (Wang et al., 2008; Kurose et al., 2015).

En France, le contrôle biologique par l'introduction d'ennemis naturels de la Renouée est extrêmement difficile. En effet, l'introduction d'espèces sur le territoire est réglementée et il faut au préalable, une demande d'autorisation. Si l'autorisation n'est pas accordée, il est interdit d'introduire une espèce exotique.

e) Le pâturage

En France, la lutte par pâturage est de plus en plus utilisée. Des gestionnaires utilisent des moutons, des chèvres ou encore des boucs pour limiter l'expansion de Renouées. Il faut parfois un temps d'adaptation pour que ces animaux se nourrissent de Renouées. Il n'est pas rare que certaines bêtes ne s'habituent pas à la nouvelle source de nourriture et peuvent tomber malades. Il est important de contrôler la santé



des animaux régulièrement. La technique est relativement efficace car elle limite l'expansion en hauteur des Renouées et diminue leurs biomasses laissant ainsi la végétation native s'installer. Les chèvres se sont montrées plus efficaces car elles agissent sur toute la hauteur de la végétation. Les moutons ont tendance à préférer les herbes et s'attaquent uniquement aux parties basses de la Renouée (Fernandez, 2011; Guérin and Provendier, 2014).

En Picardie, les gestionnaires du Conservatoire d'Espaces Naturels ont tenté le pâturage successif de moutons, puis de chèvres et des cochons. Les cochons ayant la particularité de creuser dans le sol et ainsi de manger directement les rhizomes. Malheureusement, l'utilisation des cochons a été abandonnée car ces derniers sont tombés malades. De plus, les cochons avaient tendance à éparpiller les rhizomes favorisant ainsi l'expansion de la plante.

Expérience d'écopâturage en Mayenne

Technique : Pâturage

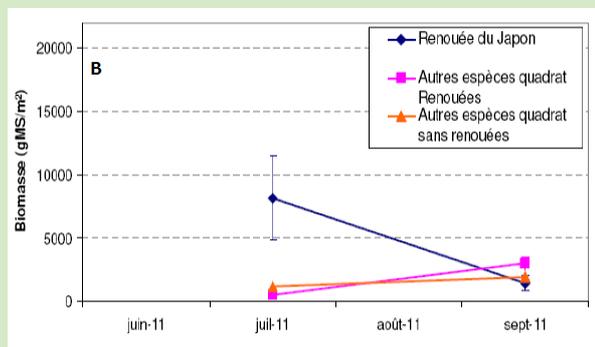
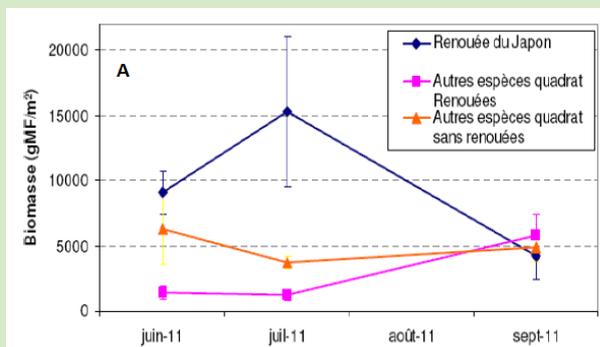
Lieu : Site du moulin à papier en Mayenne

Surface traitée : 11 352 m² divisés en 6 transects

Date : 2011

Espèce : *Fallopia japonica*

Description : 13 chèvres des Fossés ont été placées pour la parcelle. Des fauches répétées sont réalisées régulièrement pour faciliter le passage des chèvres. Dès le premier jour de pâturage, la Renouée a été consommée par les chèvres. Un suivi floristique a été mis en place de juin à septembre 2011 pour suivre le recouvrement de la Renouée et des plantes indigènes. Les tableaux suivants présentent es résultats obtenus :



Cout : Une chèvre des fossés : 85 € en moyenne + Prix de la gestion du cheptel

Références : FERNANDEZ, S. 2011. Expérimentations de gestions de la Renouée du japon par pâturage dans le département de la Mayenne. Disponible à l'adresse : http://www.onema.fr/IMG/pdf/Renouees_asiatiques_R4.pdf.

Par ailleurs, les Renouées asiatiques sont comestibles par l'homme. Au Japon, les jeunes pousses de Renouées sont consommées pour leurs valeurs gustatives mais surtout pour leurs qualités médicinales. En effet, le resveratrol et autres composés sont bons pour la santé et ont des propriétés anti-inflammatoires par exemple (au Japon, la

Renouée est appelée « Itadori » qui signifie « bien-être ») (Burns et al., 2002). Sur internet, il existe de nombreuses recettes à base de Renouées.



3) L'élimination des déchets de Renouée

Le ramassage et l'élimination du matériel végétal après traitement font partie de la gestion. En effet, si après un traitement, des morceaux de rhizomes ou de tiges sont laissés sur le terrain, la croissance de la plante va reprendre et l'efficacité du traitement sera diminuée. Il est donc important de se débarrasser des plants de Renouées arrachés lors des traitements. Il existe plusieurs moyens pour éliminer les déchets de Renouée : soit les déchets de Renouée sont traités directement sur place soit par séchage ou par brulis (Matrat et al., 2012). Toutefois, il faut une dérogation de la préfecture pour pouvoir brûler les déchets de Renouée sur place (Monteils et al., 2011). Dans la plupart des cas, les déchets et la terre contaminée sont transportés par des véhicules bâchés (afin d'éviter de disséminer du matériel végétal) vers des centres d'incinérations ou sont mis en décharge. Le transport des déchets de Renouée engendre un

coût non négligeable car il faut prévoir un moyen de transport adapté évitant la dissémination.

4) Coût des différentes gestions

Il est difficile d'estimer les coûts que représente la gestion de la Renouée du Japon. En effet, les coûts varient en fonction de plusieurs facteurs : coût de la main d'œuvre, type de personnel, transport et traitement des déchets végétaux, entretien sur plusieurs années, la région... Les coûts présentés dans le [tableau 5](#) sont donc pour la plupart des estimations très larges des coûts de chaque type de gestion.

La fauche initiale et les coupes de dégagements demandent beaucoup de main-d'œuvre et représentent un coût très important (>5 passages par an). De plus, les bords de berges érodées nécessitent parfois un dispositif de protection ou réhabilitation. Ce cas de figure se présente souvent et engendre un coût supplémentaire.

Tableau 5 : Estimation approximative des coûts de gestion.

Moyen de lutte		Coût matière première	Coût global de l'intervention avec coût de main-d'œuvre (36€/h)
Lutte écologique	Plantation de saules	Bouture de saules : de 0 à 2 € pièce (0 € si prélevé sur le site)	2057 à 6738 pour 100 m ²
	Plantations de ligneux sur bâche	Bâche : 2 à 6 € le m ² Jeune plant : 0 à 6 € pièce (0 € si prélevé sur le site)	2045 à 7239 pour 100 m ²
	Plantation d'herbacées	Motte d'herbacées (0 € si prélevé sur le site)	2250 à 7794 pour 100 m ²
Lutte par pâturage	Par des chèvres, des moutons, des boucs	75 à 200 € l'animal en fonction de l'espèce Installation d'une clôture : 350 € pour 1000 m ²	Difficile à estimer
Lutte mécanique seule	Concassage Broyage	Location d'un godet concasseur broyeur : ?	6 à 22 € HT/m ³ de terre traitée hors coût de location
	Fauche manuelle	Débroussailleuse : 80 à 200 €	200 à 600 € pour 100 m ² /an
Lutte chimique	Injection	Pistolet injecteur : 150 à 200 €/\$ Aiguille d'injection : 10 \$ Equipement de sécurité : pas d'informations Glyphosate : 10 à 20 € le litre	710€ pour 100 m ² de traitement
		Pulvérisation	Pulvérisateur : 15 à 20 € Equipement de sécurité : pas d'information Glyphosate : 10 à 20 € le litre

Nb : prévoir plusieurs passages annuels pour la lutte chimique et la fauche



5) Priorité de gestion

a) Priorité des sites à gérer

Les moyens de lutte contre les Renouées asiatiques doivent être adaptés en fonction de certains critères comme le site, le stade d'invasion, le coût ou encore l'espèce de Renouée car les différentes espèces réagissent différemment aux divers traitements. En effet, les hybrides ont tendance à s'implanter plus facilement dans de nouveaux milieux et sont plus résistants aux traitements.

Quelque soit la technique utilisée pour gérer les populations de Renouée, il est important d'agir sur des massifs émergents et éviter les zones largement envahies. En effet, il est plus facile d'un point de vue économique et logistique de gérer une petite surface envahie avec des rhizomes encore faiblement implantés.

La [figure 11](#) présente les sites envahis prioritaires sur lesquels il est important d'agir et ceux qui présentent moins de risques :

Figure 11 : Schéma décisionnel pour la gestion d'un clone de Renouée Asiatique. (Delbart and Pieret, 2009) (¹ site Natura 2000, Réserve naturelle agréée ou domaniale, réserve forestière, Parc naturel, etc)

OUI	Faut-il gérer ?	NON
Clone situé en amont ou dans une zone protégée ¹	Clone situé à moins de 20 m d'une zone protégée	Clone situé à plus de 20 m d'une zone protégée (hors amont)
Clone situé en zone inondable	/	Clone situé hors zone inondable
Clone pouvant subir des perturbations (terrain à bâtir, bas de berge érodable, etc.)	/	Clone sans perturbation (e.g. au-delà de la crête de berge, bords de route, etc.)
Cours d'eau à berge naturelle, fortement à moyennement méandreux et présentant de nombreux embâcles	Cours d'eau à berge naturelle, faiblement méandreux et présentant peu ou pas d'embâcles	Cours d'eau à berge artificielle et ne présentant aucun embâcle



b) Priorité de la méthode à utiliser

Le [tableau 5](#) indique les méthodes de gestion vues précédemment, à préconiser pour la gestion de la Renouées du Japon :

Tableau 5 : Priorisation des méthodes de gestion de la Renouée du Japon.

Méthodes	Moyen de lutte		Degré d'invasion	Avantages	Inconvénients	Remarques
Préconisées	Lutte écologique	Plantation de saules	< 100 m ²	Efficace sur le long terme	Surveillance régulière, Long à mettre en place	Nécessité de faucher régulièrement les repousses de Renouée
		Plantations de ligneux sur bâche	< 100 m ²	La bâche a une efficacité immédiate		
		Plantation d'herbacées	< 100 m ²	Peu onéreux	Efficacité limitée, gestion sur le long terme	
	Lutte par pâturage	Par des chèvres, des moutons, des boucs	Toutes surfaces	Sélectif, Bonne réduction de la biomasse de Renouée, Effet immédiat	Adaptation à la nourriture (Renouée) parfois compliquée, Gestion tout au long de l'année du cheptel	Les chèvres sont plus efficaces. La végétation native s'implante à nouveau.
Déconseillées	Lutte mécanique seule	Concassage Broyage	< 100 m ²	Efficace	Couteuse, non sélectif	Interdit au bord des cours d'eau
		Fauche manuelle	< 100 m ²	Peu onéreuse	Peu favoriser le développement des rhizomes	
	Lutte chimique	Injection	< 100 m ²	Rapide, Sélectif, Peu onéreux, Bonne efficacité	Risque de pollution, formation pour utiliser le pistolet injecteur	
		Pulvérisation	< 100 m ²	Rapide, peu onéreux	Condition stricte de pulvérisation, efficacité mitigée	
Non applicable	Lutte biologique	Introduction de prédateur naturel		Sélectif, résultats prometteurs	En cours d'expérimentation, risque sur la biodiversité	Commercialisation et utilisation de macro organisme exotique réglementé



V. Les perspectives de recherche et de gestion

1) Perspectives de recherche

Afin de mieux gérer les massifs de Renouée, il est tout d'abord indispensable de comprendre davantage les mécanismes qui rendent cette plante aussi invasive. Approfondir les travaux de recherche est donc primordial. En effet, beaucoup d'éléments n'ont pas encore été étudiés. Les futurs travaux de recherche devront donc s'intéresser aux mécanismes de compétition qui sont encore peu étudiés. La thèse de Dommanget est le seul document qui a étudié la compétition des Renouées pour la lumière. Qu'en est-il de la compétition pour les nutriments ? Les mécanismes d'actions des molécules allélopathiques sont encore mal connus malgré les nombreux travaux dont ceux réalisés par Dommanget pendant sa thèse. La variabilité génétique des différentes espèces de Renouées est également mal identifiée en fonction des sites d'études. Rares sont les articles qui comparent les caractéristiques des Renouées entre leurs aires de répartition naturelle et d'introduction. Le seul article à proposer une telle comparaison est l'article de Maurel et al. (2013). Ce type d'étude devrait être favorisé, car il permet de relever des différences de caractère entre les plantes des différentes aires de répartition. Ceci pourrait expliquer davantage le succès invasif des Renouées asiatiques.

Les différents impacts des Renouées méritent des études approfondies. En effet, les impacts sur certains éléments de la faune du sol (microfaune) et sur la faune épigée sont encore mal connus. Certains documents ont par exemple des points de vue mitigés sur les impacts des Renouées sur les oiseaux ou les

petits mammifères. Il en est de même pour les effets sur les pollinisateurs. Connaître ces impacts est fondamental pour définir les moyens à mettre en œuvre dans la gestion future. Les données scientifiques ne permettent pas à l'heure actuelle de prédire les effets à long terme de cette espèce invasive ni si après gestion il est possible de retourner à un état initial.

Au vu des services écosystémiques procurés par la pollinisation, il serait très intéressant d'avoir des informations fiables à ce sujet. Par ailleurs, les impacts des Renouées sur les services écosystémiques ne sont pas étudiés. Or connaître les impacts sur ces services permettrait de quantifier les pertes et ainsi de pouvoir favoriser les actions de gestion.

2) Perspectives pour la gestion

Concernant la gestion, à l'heure actuelle, elle ne permet que de limiter la croissance des Renouées et la disparition totale des plants de Renouée n'a pas encore été observée. Afin de pouvoir mesurer l'efficacité des traitements, il est important de réaliser un suivi des sites dans le but de pouvoir réaliser des analyses statistiques. En effet, dans la plupart des cas, les résultats d'un traitement se limitent à de simples observations du site au cours du temps et l'appui par des tests statistiques est souvent manquant. Certains critères comme l'évolution de la taille du massif, la hauteur des tiges de Renouée ou les changements de végétation avec des mesures de richesse spécifique sont de bons indicateurs permettant d'estimer l'efficacité des traitements. Peut-être qu'il serait même plus



judicieux de n'avoir qu'un protocole de suivi pour pouvoir comparer l'efficacité des traitements avec les mêmes types de données.

Il serait également intéressant de trouver des techniques innovantes de gestion. Par exemple, aux assises nationales sur les EEE à Orléans une technique d'injection d'huile essentielle de cèdre a été proposée. Cette technique semble efficace et impacte peu le milieu. Des études sur le long terme doivent cependant être réalisées pour évaluer l'efficacité du traitement.

La création de réseaux d'acteurs à l'échelle départementale ou régionale est indispensable pour la collecte d'informations, pour mettre à jour les bases de données cartographiques et pour échanger facilement sur des retours d'expériences. Cela permettrait également de mutualiser les moyens et les actions de lutte à l'échelle locale. Le développement d'une stratégie locale de lutte pourrait également contribuer à optimiser la lutte contre les Renouées asiatiques. Ce type de dispositif peut également être étendu à l'échelle nationale. C'est déjà le cas avec le groupe de travail sur les Invasions Biologiques en Milieux Aquatiques du GT-IBMA qui regroupe un réseau d'acteurs nationaux qui

sert d'appui pour la gestion des EEE en milieux aquatiques (<http://www.gt-ibma.eu/>).

La communication envers le grand public doit être intensifiée pour que celui-ci soit informé de cette thématique sur le territoire. Cela permettrait également de favoriser le signalement d'éventuelles EEE et la remontée d'informations. Proposer des chantiers nature avec la participation de bénévoles est également un bon moyen de communiquer et de faire participer le public sur la thématique espèces invasives.

Enfin, la forte implantation de la Renouée sur l'ensemble du territoire, couplée aux difficultés de gestion rencontrées (coûts élevés) peuvent conduire les gestionnaires à définir des zones de gestion prioritaires dans les années à venir. Il pourrait par exemple s'agir d'éradiquer la Renouée dans les zones sensibles, et de la contenir/surveiller dans les zones non prioritaires. Cependant, une telle hiérarchisation des sites nécessiterait au préalable une bonne connaissance de l'impact de la présence de Renouée sur les milieux concernés, ainsi que l'impact de sa gestion.



Conclusion

Les Renouées asiatiques ont pu s'implanter et être naturalisées en Europe grâce à leurs fortes capacités de compétition et de productivité colonisant ainsi un grand nombre d'habitats, dont les habitats perturbés et artificialisés. Elles sont tellement bien implantées, qu'il est aujourd'hui extrêmement difficile de limiter leur expansion. Les 3 espèces de Renouées présentes en France ont des caractéristiques de croissance différentes compliquant d'autant plus la gestion.

Au vu de l'étendue de l'espèce, il est important de bien identifier les sites prioritaires présentant un risque avéré de propagation ou de dommage sur les usages et les massifs encore peu développés, plus facile à traiter. Dans ce sens, connaître la localisation précise des massifs de Renouée est indispensable. Pour prévenir la colonisation de la Renouée dans de nouvelles zones, il est important d'éviter de laisser des zones remaniées nues. Concernant les méthodes de gestions, il est conseillé de privilégier dans la mesure du possible, les méthodes écologiques et le pâturage qui ont un impact relativement

faible sur le milieu contrairement à un traitement chimique ou mécanique. De plus, ces méthodes semblent plus efficaces. Il est également préférable de coupler les différentes méthodes afin d'augmenter l'efficacité des traitements.

Pour les années à venir, poursuivre la recherche est indispensable pour améliorer les connaissances, définir si une gestion est nécessaire, et progresser dans les méthodes de gestion. Bien souvent, les tests statistiques sont manquants pour statuer sur l'efficacité des méthodes de gestions. Les partenariats sont donc essentiels pour échanger sur les retours d'expériences et apporter des compétences comme les statistiques. La mise en place d'une stratégie de gestion des Renouées asiatiques est primordiale pour coordonner les actions de lutte à une échelle locale définie. Une telle stratégie doit prendre en compte la localisation des espèces, la gestion et la communication.



Références bibliographique

- ADACHI, N., I. TERASHIMA, and M. TAKAHASHI. 1996a. Central die-back of monoclonal stands of *Reynoutria japonica* in an early stage of primary succession on Mount Fuji. *Annals of Botany* 477–486.
- ADACHI, N., I. TERASHIMA, and M. TAKAHASHI. 1996b. Nitrogen translocation via rhizome systems in monoclonal stands of *Reynoutria japonica* in an oligotrophic desert on Mt Fuji: Field experiments. *Ecological Research* 11: 175–186.
- AGUILERA, A.G., P. ALPERT, J.S. DUKES, and R. HARRINGTON. 2010. Impacts of the invasive plant *Fallopia japonica* (Houtt.) on plant communities and ecosystem processes. *Biological Invasions* 12: 1243–1252.
- Anon. Bonnes pratiques d'utilisation des spécialités à base de glyphosate en zones agricoles.
- Anon. Pourquoi Restaurer? *Restauration physique des cours d'eau Connaissance*. Disponible à l'adresse : http://www.onema.fr/IMG/Hydromorphologie/I_Pourquoi_restaurer.pdf.
- BAILEY, J.P. 1994. Reproductive biology and fertility of *Fallopia japonica* (Japanese knotweed) and its hybrids in the British Isles. In: De Waal LC, Child LE, Wade PM, Brock JH eds. *Ecology and management of invasive riverside plants*. Wiley, Chichester, 141–158.
- BAILEY, J.P., K. BIMOVA, and B. MANDAK. 2009. Asexual spread versus sexual reproduction and evolution in Japanese Knotweed s.l. sets the stage for the “battle of the Clones.” *Biological Invasions* 11: 1189–1203.
- BAILEY, J.P., and C.A. STACE. 1992. Chromosome number, morphology, pairing, and DNA values of species and hybrids in the genus *Fallopia* (Polygonaceae). *Plant Systematics and Evolution* 180: 29–52.
- BARNEY, J.N., N. THARAYIL, A. DITOMMASO, and P.C. BHOWMIK. 2006. The Biology of Invasive Alien Plants in Canada. 5. *Polygonum cuspidatum* Sieb. & Zucc. *Journal of Plant Science* 86: 887–905.
- BIMOVA, K., B. MANDAK, and I. KASPAROVA. 2004. How does *Reynoutria* invasion fit the various theories of invasibility? *Journal of Vegetation Science* 15: 495–504.
- BIMOVA, K., B. MANDAK, and P. PYSEK. 2003. Experimental study of vegetative regeneration in four invasive *Reynoutria* taxa (Polygonaceae). *Plant Ecology* 166: 1–11.
- BOYER, M. 2009. Une nouvelle technique d'éradication mécanique des renouées du Japon testée avec succès au bord de l'Ain et de l'Isère. *Ingénieries* 57–58: 17–31.
- BRUNEL, S. (COORD. . 2003. Plantes envahissantes de la région méditerranéenne. Disponible à l'adresse : http://www.tela-botanica.org/reseau/projet/fichiers/PELR/14436/PELR_14438.pdf.
- BURNS, J., T. YOKOTA, H. ASHIHARA, M.E.J. LEAN, and A. CROZIER. 2002. Plant foods and herbal sources of resveratrol. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 3337–3340.
- BZDEGA, K., A. JANIAK, S. TARLOWSKA, M. KUROWSKA, B. TOKARSKA-GUZIK, and I. SZAREJKO. 2012. Unexpected genetic diversity of *Fallopia japonica* from Central Europe revealed after AFLP analysis. *Flora: Morphology,*



Distribution, Functional Ecology of Plants 207: 636–645.

CHILD, L.E., and P.M. WADE. 2000. The Japanese knotweed manual: the management and control of an invasive alien weed. Packard, Chichester, UK. 2000.

DAAYF, F., A SCHMITT, and R.R. BELANGER. 1995. The effects of plant extracts of *Reynoutria sachalinensis* of powdery mildew development and leaf physiology of long english cucumber. *Plant Disease* 79: 577–580.

DASSONVILLE, N., N. GUILLAUMAUD, F. PIOLA, P. MEERTS, and F. POLY. 2011. Niche construction by the invasive Asian knotweeds (species complex *Fallopia*): Impact on activity, abundance and community structure of denitrifiers and nitrifiers. *Biological Invasions* 13: 1115–1133.

DASSONVILLE, N., S. VANDERHOEVEN, V. VANPARYS, M. HAYEZ, W. GRUBER, and P. MEERTS. 2008. Impacts of alien invasive plants on soil nutrients are correlated with initial site conditions in NW Europe. *Oecologia* 157: 131–140.

DAVIS, M. A., J.P. GRIME, K. THOMPSON, A. DAVIS, and J. PHILIP. 2000. in plant communities: Fluctuating resources a general of invasibility theory. *Journal of Ecology* 88: 528–534.

DECRAENE, L.P.R., and J.R. AKEROYD. 1988. Generic limits in *Polygonum* L. and related genera (Polygonaceae) on the basis of floral characters. *Journal Linnean Society* 98: 321–371.

DELBART, E., and N. PIERET. 2009. Les trois principales plantes exotiques envahissantes le long des berges des cours d'eau et plans d'eau en Région wallonne: description et conseils de gestion.

DOMMANGET, F. 2014. Interactions entre

espèces invasives et communautés végétales des berges de cours d'eau : vers l'utilisation du génie écologique pour le contrôle des renouées asiatiques.

DOMMANGET, F., A. EVETTE, T. SPIEGELBERGER, C. GALLET, M. PACE, M. IMBERT, and M.L. NAVAS. 2014. Differential allelopathic effects of Japanese knotweed on willow and cottonwood cuttings used in riverbank restoration techniques. *Journal of Environmental Management* 132: 71–78.

DOMMANGET, F., T. SPIEGELBERGER, P. CAVAILLE, and A. EVETTE. 2013. Light availability prevails over soil fertility and structure in the performance of Asian knotweeds on riverbanks: New management perspectives. *Environmental Management* 52: 1453–1462.

DUQUETTE, M.C., COMPEROT, A., HAYES, L.F., et al. 2016. From the Source to the Outlet: understanding the Distribution of Invasive Knotweeds along a North American River. *River research and applications* 32: 958–966.

ENGLER, J., K. ABT, and C. BUHK. 2011. Seed characteristics and germination limitations in the highly invasive *Fallopia japonica* s.l. (Polygonaceae). *Ecological Research* 26: 555–562.

FEDERATION DES CONSERVATOIRES BOTANQUES NATIONAUX. 2009. Fiche technique : Renoué du japon (*Reynoutria japonica* Houtt.). Disponible à l'adresse: http://www.fcbn.fr/sites/fcfn.fr/files/ressource_telechargeable/fiche_reynoutria_japonica-sr.pdf.

FERNANDEZ, S. 2011. Expérimentations de gestions de la Renouée du japon par pâturage dans le département de la Mayenne. Disponible à l'adresse : http://www.onema.fr/IMG/pdf/Renouees_asiatiques_R4.pdf.

FORMAN, J., and R. V KESSELI. 2003. Sexual Reproduction in the Invasive Species



- Japonica, *Fallopia*. *American Journal of Botany* 90: 586–592.
- FRYE, A.S.L., and K. A. KRON. 2003. rbcL Phylogeny and Character Evolution in *Polygonaceae*. *Systematic Botany* 28: 326–332.
- GERBER, E., C. KREBS, C. MURRELL, M. MORETTI, R. ROCKLIN, and U. SCHAFFNER. 2008. Exotic invasive knotweeds (*Fallopia spp.*) negatively affect native plant and invertebrate assemblages in European riparian habitats. *Biological Conservation* 141: 646–654.
- GUERIN, M., and D. PROVENDIER. 2014. Gestion des Plantes Exotiques Envahissantes - Fiches espèces. Disponible à l'adresse : http://www.plante-et-cite.fr/data/fichiers_ressources/pdf_fiches/experimentation/2014_09_SY_PEE_fichespecies.pdf.
- GUREVITCH, J., and D.K. PADILLA. 2004. Are invasive species a major cause of extinctions? *Trends in Ecology and Evolution* 19: 470–474.
- HAURY, J., S. HUDIN, R. MATRAT, L. ANRAS, and ET AL. 2010. Manuel de gestion des plantes exotiques envahissant les milieux aquatiques et les berges du bassin Loire-Bretagne, Fédération des conservatoires d'espaces naturels, 136 p.
- HEDENEC, P., D. NOVOTNY, S. USTAK, T. CAJTHAML, A. SLEJSKA, H. SIMACKOVA, R. HONZIK, ET AL. 2014. The effect of native and introduced biofuel crops on the composition of soil biota communities. *Biomass and Bioenergy* 60: 137–146.
- HIROSE, T., and M. TATENO. 1984. Soil nitrogen patterns induced by colonization of *Polygonum cuspidatum* on Mt. Fuji. *Oecologia* 61: 218–223.
- HOLLINGSWORTH, M.L., and J.P. BAILEY. 2000. Evidence for massive clonal growth in the invasive weed *Fallopia japonica* (Japanese Knotweed). *Botanical Journal of the Linnean Society* 133: 463–472.
- INDERJIT, and R. DEL MORAL. 1997. Is separating resource competition from allelopathy realistic? *The Botanical Review* 63: 221–230.
- KAPPES, H., R. LAY, and W. TOPP. 2007. Changes in different trophic levels of litter-dwelling macrofauna associated with giant knotweed invasion. *Ecosystems* 10: 734–744.
- KEANE, R.M., and M.J. CRAWLEY. 2002. Exotic plant invasions and the enemy release hypothesis. *Trends in Ecology and Evolution* 17: 164–170.
- KUMAGAI, H., Y. KAWAI, R. SAWANO, H. KURIHARA, K. YAMAZAKI, and N. INOUE. 2005. Antimicrobial substances from rhizomes of the giant knotweed *Polygonum sachalinense* against the fish pathogen *Photobacterium damsela* subsp. piscicida. *Zeitschrift für Naturforschung - Section C Journal of Biosciences* 60: 39–44.
- KUROSE, D., N. FURUYA, M.K. SEIER, D.H. DJEDDOUR, H.C. EVANS, Y. MATSUSHITA, K. TSUCHIYA, and S. TSUSHIMA. 2015. Factors affecting the efficacy of the leaf-spot fungus *Mycosphaerella polygони-cuspidati* (Ascomycota): A potential classical biological control agent of the invasive alien weed *Fallopia japonica* (Polygonaceae) in the UK. *Biological Control* 85: 1–11.
- KUROSE, D., T. RENALS, R. SHAW, N. FURUYA, M. TAKAGI, and H. EVANS. 2006. *Fallopia japonica*, an increasingly intractable weed problem in the UK: Can fungi help cut through this Gordian knot? *Mycologist* 20: 126–129.
- LARSEN, T. 2013. Biology, Ecological



- Impacts, and Management of Japanese Knotweed (*Polygonum cuspidatum* syn. *Fallopia japonica*) in Nova Scotia. Disponible à l'adresse : <http://dalspace.library.dal.ca/handle/1022/2/21449>.
- LECERF, A., D. PATFIELD, A. BOICHE, M.P. RIIPINEN, E. CHAUVET, and M. DOBSON. 2007. Stream ecosystems respond to riparian invasion by Japanese knotweed (*Fallopia japonica*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 64: 1273–1283.
- MAERZ, J.C., B. BLOSSEY, and V. NUZZO. 2005. Green frogs show reduced foraging success in habitats invaded by Japanese knotweed. *Biodiversity and Conservation* 14: 2901–2911.
- MATRAT, R., J. HAURY, L. ANRAS, E. LAMBERT, P. LACROIX, G. GUEDON, A. DUTARTRE, ET AL. 2012. (2004, 1ère édition).
- MAUREL, N., M. FUJIYOSHI, A. MURATET, E. PORCHER, E. MOTARD, O. GARGOMINY, and N. MACHON. 2013. Biogeographic comparisons of herbivore attack, growth and impact of Japanese knotweed between Japan and France. *Journal of Ecology* 101: 118–127.
- MERCIER, F. 2013. Stratégie de lutte contre les espèces invasives menaçant la biodiversité en Basse-Normandie. 51 p.
- MONTEILS, J.-F., P.-F. CHEVET, E. ALLAIN, and J.-Y. GRALL. 2011. CIRCULAIRE DGPAAT/C2011-3088. 1–8.
- MULLER, S. 2004. Plantes invasives en France: Etat des connaissances et propositions d'actions. *Collection patrimoines naturels*.
- MURRELL, C., E. GERBER, C. KREBS, M. PAREPA, U. SCHAFFNER, and O. BOSSDORF. 2011. Invasive knotweed affects native plants through allelopathy. *American Journal of Botany* 98: 38–43.
- PARICHAULT, S. 2016. Rapport d'enquête sur les espèces exotiques envahissantes dans les départements de l'Eure et de Seine-Maritime. 1–10.
- PEJCHAR, L., and H.A. MOONEY. 2009. Invasive species, ecosystem services and human well-being. *Trends in Ecology and Evolution* 24: 497–504.
- PIERET, N., and E. DELBART. 1995. Fiches descriptives des principales espèces de plantes invasives en zones humides - Service public de Wallonie. *Laboratoire d'Écologie, FUSAGx7*.
- RICHARDS, C.L., R.L. WALLS, J.P. BAILEY, R. PARAMESWARAN, T. GEORGE, and M. PIGLIUCCI. 2008. Plasticity in salt tolerance traits allows for invasion of novel habitat by Japanese knotweed s. l. (*fallopian japonica* and *f. xbohemica*, *polygonaceae*). *American Journal of Botany* 95: 931–942.
- SAITO, M., Y. KAWAI, K. YAMAZAKI, N. INOUE, and H. SHINANO. 1997. Antimicrobial Activities of Extracts from sachalinense Sachaline Giant Knotweed *Polygonum*. 3: 290–293.
- SARAT, E., E. MAZAUBERT, A. DUTARTRE, N. POULET, and Y. SOUBEYRAN. 2015. Les espèces exotiques envahissantes dans les milieux aquatiques - Connaissances pratiques. Disponible à l'adresse : <http://www.onema.fr/IMG/pdf/EEE-Vol1-complet.pdf>.
- SHAW, R.H., S. BRYNER, and R. TANNER. 2009. The life history and host range of the Japanese knotweed psyllid, *Aphalara itadori* Shinji: Potentially the first classical biological weed control agent for the European Union. *Biological Control* 49: 105–113.
- SIEMENS, T.J., and B. BLOSSEY. 2007. An evaluation of mechanisms preventing growth and survival of two native species in invasive bohemian knotweed (*fallopia 3bohemica*, *polygonaceae*). *American*



Journal of Botany 94: 776–783.

- SKINNER, R.H., M. VAN DER GRINTEN, and A.E. GOVER. 2012. Planting native species to control site reinfestation by Japanese knotweed (*Fallopia japonica*). *Ecological Restoration* 30: 192–199.
- STOLL, P., K. GATZSCH, H.P. RUSTERHOLZ, and B. BAUR. 2012. Response of plant and gastropod species to knotweed invasion. *Basic and Applied Ecology* 13: 232–240.
- TIEBRE, M.-S., S. VANDERHOEVEN, L. SAAD, and G. MAHY. 2007. Hybridization and sexual reproduction in the invasive alien *Fallopia* (*Polygonaceae*) complex in Belgium. *Annals of botany* 99: 193–203.
- URGENSON, L.S., S.H. REICHARD, and C.B. HALPERN. 2009. Community and ecosystem consequences of giant knotweed (*Polygonum sachalinense*) invasion into riparian forests of western Washington, USA. *Biological Conservation* 142: 1536–1541.
- VANDERHOEVEN, S., N. DASSONVILLE, and P. MEERTS. 2005. Increased topsoil mineral nutrient concentrations under exotic invasive plants in Belgium. *Plant and Soil* 275: 169–179.
- VILA, M., C. BASNOU, P. PYSEK, M. JOSEFSSON, P. GENOVESI, S. GOLLASCH, W. NENTWIG, ET AL. 2010. How well do we understand the impacts of alien species on ecosystem services? A pan-European, cross-taxa assessment. *Frontiers in Ecology and the Environment* 8: 135–144.
- VRCHOTOVA, N., and B. ŠERA. 2008. Allelopathic properties of knotweed rhizome extracts. *Plant, Soil and Environment* 54: 301–303.
- DE WAAL, L.C. 2001. A viability study of *Fallopia japonica* stem tissue. *Weed Research* 41: 447–460.
- WANG, Y., J. DING, and G. ZHANG. 2008. *Gallerucida bifasciata* (Coleoptera: Chrysomelidae), a potential biological control agent for Japanese knotweed (*Fallopia japonica*). *Biocontrol Science and Technology* 18: 59–74.
- WESTON, L.A. 2005. History and Current Trends in the Use of Allelopathy for Weed Management. *HorTechnology* 15: 529–534.
- WILLIAM, V-R.J and SAHLI, H.F.. 2016. A Comparison of Herbivore Damage on Three Invasive Plants and Their Native Congeners: Implications for the Enemy Release Hypothesis. *Castanea* 81: 128–137.
- ZUBEK, S., MAJEWSKA, M.L., BASZKOWSKI, J., et al. 2016. Invasive plants affect arbuscular mycorrhizal fungi abundance and species richness as well as the performance of native plants grown in invaded soils. *Biology and Fertility of Soils* 52: 879–893.



Annexes

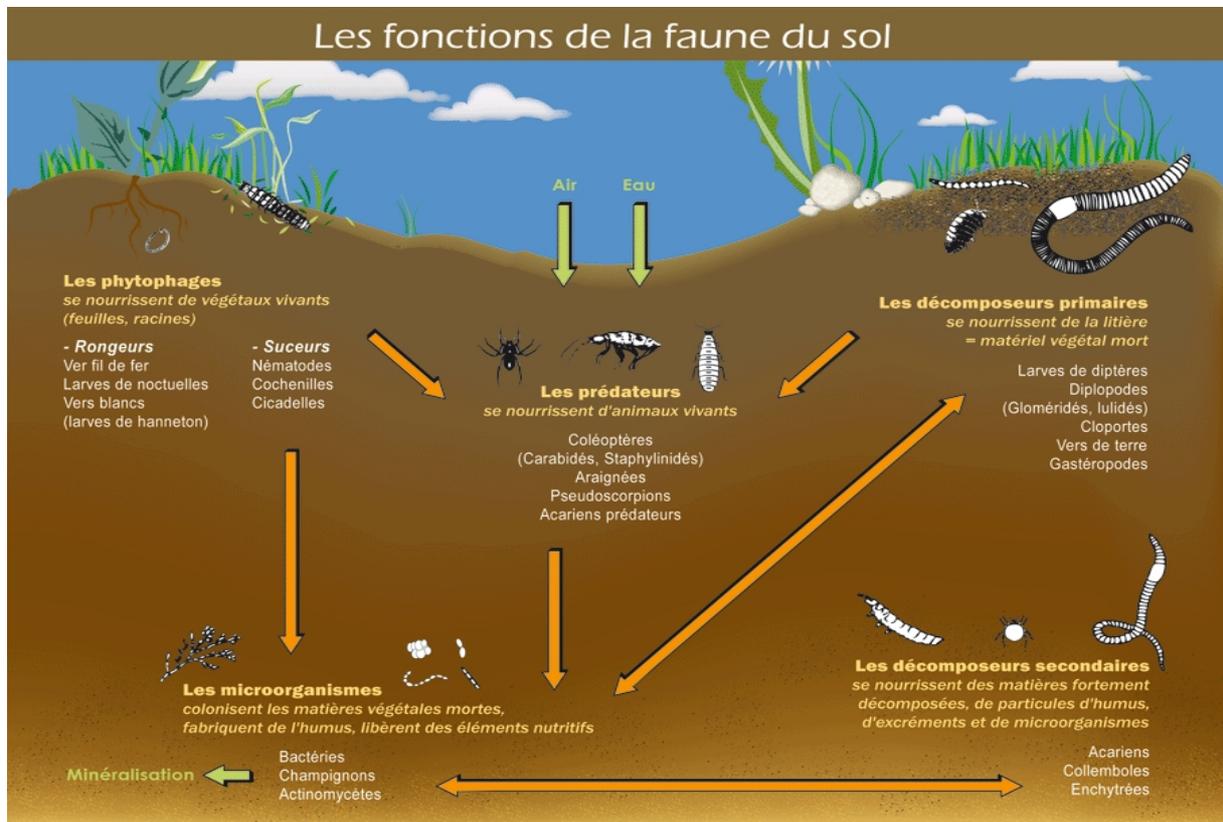
Annexe 1 : La faune du sol et son importance

Le sol forme un manteau mince sur la surface de la terre à l'interface de l'atmosphère et de la lithosphère. C'est un système constitué de matières minérales, de racines de plantes, d'eau, de gaz et de matière organique à différents stades de décomposition. Le sol fournit également un milieu dans lequel vit une grande variété d'organismes vivants. Ces organismes utilisent non seulement le sol comme habitat et comme source d'énergie, mais contribuent également à sa formation, influençant fortement les propriétés physiques et chimiques du sol et la nature de la végétation qui y pousse.

Dans le sol, on retrouve différents organismes répartis en 3 catégories :

- La microfaune : correspond aux organismes inférieurs à 0.2 mm. C'est-à-dire les protozoaires, les nématodes et dans une moindre mesure, les rotifères ainsi que les tardigrades.
- La mésofaune : correspond aux organismes compris entre 0.2 et 4 mm. Ce sont principalement les acariens et les collemboles.
- La macrofaune : correspond aux organismes compris entre 4 et 80 mm. Ce sont les vers de terre, des larves d'insectes, des insectes qui habitent le sol toute leur vie comme les fourmis ou certains carabes, des cloportes, des myriapodes, des limaces et escargots, des araignées et opilions.

Ces organismes ont des fonctions très importantes pour la formation des sols et sont indispensables au bon fonctionnement écologique d'un écosystème.



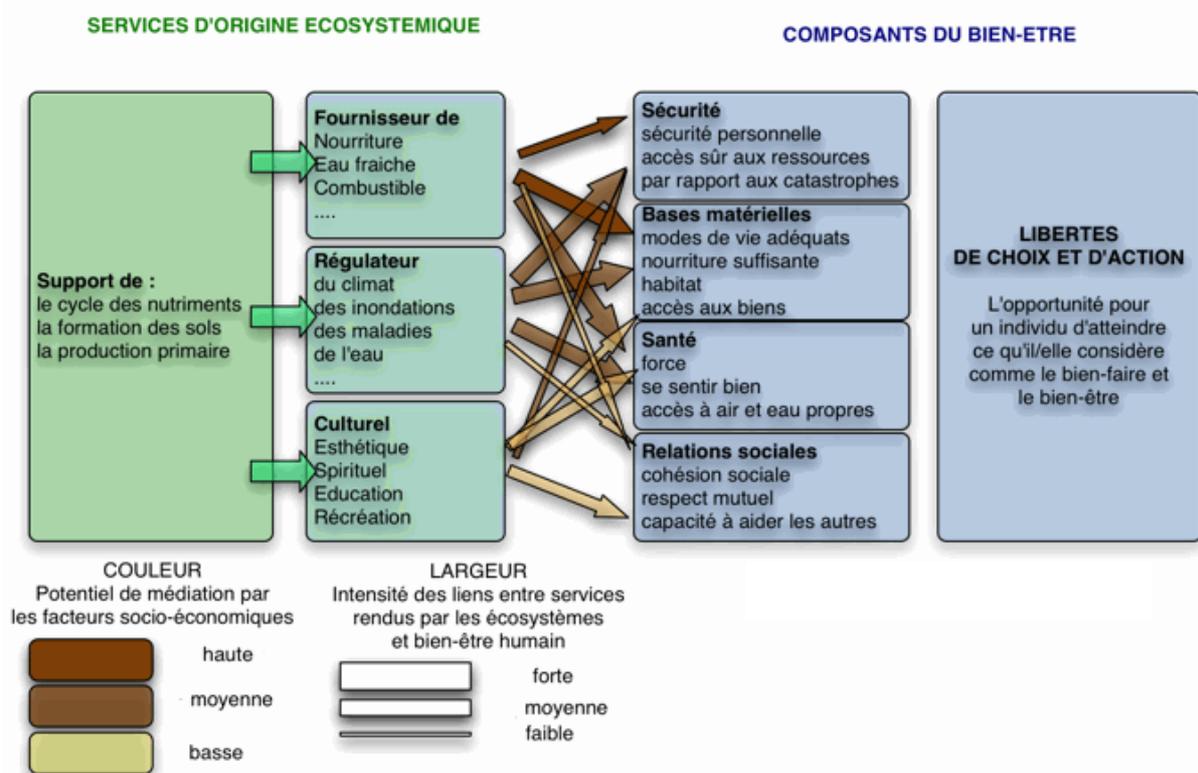


Annexe 2 : Les services écosystémiques proposés par le « Millenium Ecosystem Assessment »

Le « Millenium Ecosystem Assessment » répartit les services rendus par l'environnement en 4 catégories de services :

- Les services de support
- Les services d'approvisionnement
- Les services de régulation
- Les services culturels

Ces nombreux services contribuent au bien-être humain par une série d'interactions présentée dans la figure suivante.



Source : Millenium Ecosystem Assessment