AFPP – 2ème CONFÉRENCE SUR L'ENTRETIEN DES ESPACES VERTS, JARDINS, GAZONS, FORÊTS, ZONES AQUATIQUES ET AUTRES ZONES NON AGRICOLES

Angers – 28 et 29 octobre 2009

GESTION DES JUSSIES EN COURS D'EAU : MODALITES ET COÛTS DES TRAVAUX

E. LAMBERT [(1)], A. GENILLON [(2)], A. DUTARTRE [(3)], J. HAURY [(4)]

[(1)] C.E.R.E.A., Centre d'Etude et de Recherche sur les Ecosystèmes Aquatiques, Université Catholique de l'Ouest, 44, rue Rabelais, BP 10 808, 49008 ANGERS CEDEX 01, France, elambert@uco.fr
[(2)] Conseil Général du Maine et Loire, Service Départemental d'Insertion, 11, rue Jean Bodin, 49100 Angers, France, a.genillon@cg49.fr
[(3)] Cemagref, REBX, 50, Avenue de Verdun, 33612 CESTAS Cedex, France, alain.dutartre@cemagref.fr
[(4)] UMR INRA-AGROCAMPUS OUEST 985 Ecologie et Santé des Ecosystèmes, 65 rue de St-Brieuc, CS 84215, 35042 RENNES CEDEX, France, jacques.haury@agrocampus-ouest.fr

RÉSUMÉ
Les deux espèces de Jussie envahissantes en France colonisent de très nombreux types de biotopes dont des cours d'eau navigables ou non et leurs annexes. Dans la plupart des cas, les travaux de régulation de ces colonisations consistent en des arrachages mécaniques ou manuels : des exemples pris dans l'ouest de la France permettent de préciser les modalités et les coûts de ces travaux, mais aussi d'identifier les difficultés d'évaluation économique de ces interventions de gestion.

Mots-clés : jussie – invasion biologique – gestion - régulation – cours d'eau

SUMMARY
MANAGEMENT OF LUDWIGIA IN WATERCOURSES IN FRANCE: METHODS AND COSTS OF THE WORK
The two invasive species of *Ludwigia* in France colonize many types of water bodies, some navigable, some not navigable rivers and their run offs. In the majority of the cases, work to regulate these colonisations consists of mechanical or manual extraction, pulling up these plants : examples from the west of France make it possible to specify the methods and the costs of this work, but also to identify the difficulties of the economic evaluation of these management interventions.

Key words: *Ludwigia* – biological invasion – management - regulation - water course

INTRODUCTION

Deux espèces de plantes aquatiques amphibies du genre *Ludwigia* sont considérées depuis plusieurs années comme les plantes causant le plus de nuisances en milieu aquatique en métropole. Il s'agit de *Ludwigia peploides* (Kunth) Raven *subsp. montevidensis* (Spreng.) Raven (1963) et *L. grandiflora* (Michx.) Greuter & Burdet (1987) *subsp. hexapetala* (Hook. & Arn.) Nesom & Kartesz (2000). De la famille des Onagracées, elles sont toutes deux originaires d'Amérique (Sud-est des Etats unis, Cuba, Paraguay, Uruguay, Argentine) (Dandelot, 2004).
Elles ont fait l'objet, depuis quelques années, de nombreuses études concernant leur répartition, leur biologie (Prost (2003), Coudreuse *et al.* (2005) ou Dandelot *et al.* (2005)), leur impact socio-économique (Menozzi, 2006 ; Menozzi, Dutartre, 2007) et diverses modalités de gestion (Legrand, 2002 ; Coudreuse *et al*., 2007, Pipet, 2007, 2009 ; Matrat *et al*, 2006). Deux thèses leur ont été consacrées (Dandelot, 2004 ; Ruaux, 2008), un projet spécifique dans le programme national « INVABIO : Invasions biologiques » (Dutartre *et al.*, 2007) et une synthèse bibliographique récente (Lambert, 2009).

Leur extrême adaptabilité écologique a été bien illustrée par une analyse des types de sites réalisée à l'occasion du programme INVABIO (Dutartre *et al.*, 2007) à partir du recensement de 567 sites colonisés par l'une ou l'autre des espèces. Dans cette analyse, les milieux colonisés sont des plans d'eau pour environ un quart, des cours d'eau, annexes hydrauliques diverses et canaux pour un peu plus de 55 %, des zones humides diverses pour près de 15 % et des sites divers, dont des prairies humides pour un peu moins de 5 %.
Cette vaste gamme de milieux colonisés et les nuisances que causent les proliférations de ces plantes, fortes productrices de biomasse, ont obligé de nombreux gestionnaires, particulièrement dans le sud et l'ouest de la métropole, à mettre en place des travaux de régulation de ces populations pour les maintenir à de faibles niveaux d'occupation des sites, de manière à ce que les nuisances qui leur sont imputables restent acceptables.
Ces interventions, réalisées avec des moyens matériels et humains quelquefois importants, engagent des dépenses élevées, souvent difficiles à pérenniser dans les budgets des gestionnaires concernés. L'extension toujours en cours de ces deux espèces continue de nécessiter des interventions dans un nombre croissant de sites et, malgré les données qui viennent progressivement alimenter la réflexion sur les conditions de leur gestion, dont le financement nécessaire, de nombreuses difficultés subsistent.

QUELQUES ELEMENTS DE COUTS ISSUS DE LA BIBLIOGRAPHIE

Parmi les synthèses élaborées par le Comité de gestion des plantes exotiques envahissantes des Pays-de-la-Loire figure une analyse d'un tableau de synthèse réalisé à partir des « fiches de suivi chantier » diffusées pour la première fois en avril 2006 avec les dossiers de demandes de subventions des 5 Conseils généraux de la région des Pays-de-la Loire (Comité Pays-de-la-Loire, 2006). Des données ont été recueillies sur 66 chantiers : 60 d'entre eux concernaient les jussies, 45 seules, les 15 autres jussies et myriophylle du Brésil (*Myriophyllum aquaticum*) ou égéria (*Egeria densa*).
L'arrachage manuel a été utilisé sur 59 chantiers, soit dans environ 90 % des cas, l'arrachage mécanique a été utilisé dans 4 cas dont 3 combinés avec un arrachage manuel. L'application d'herbicides ("Roundup aqua") a été notée dans deux cas. Enfin, une technique non précisée concerne un dernier chantier.
Le volume cumulé de plantes extraites à l'occasion de ces chantiers est de 492 tonnes. Elles ont été éliminées ou recyclées par compostage (22 % des cas), enfouissement (18 %), stockage ou incinération (15 %) ou comme amendement (4 %) ; des méthodes combinées ont été utilisées dans les autres cas.
Le coût total de ces chantiers est d'environ 340 000 € TTC : leurs coûts unitaires sont très variables, de quelques centaines d'euros à environ 50 000 € pour l'un d'entre eux.

Les rédacteurs de cette synthèse ont attiré l'attention sur la prudence à observer dans la manipulation des chiffres recueillis, aussi bien sur les données de base des chantiers (linéaires, surface des herbiers, volume ou poids) que sur leurs aspects financiers, comme en particulier la prise en compte souvent incomplète des postes de dépenses (arrachage, transport, élimination/recyclage).

Le volet économique du programme "Jussie" dans le cadre INVABIO (Dutartre *et al*., 2007) avait pour but de poser les bases d'une politique économique de gestion des jussies qui pouvaient se résumer en trois questions centrales : doit-on gérer les stocks de jussies ? Si oui, jusqu'à quel niveau doit-on les gérer ? Et à quels coûts ?
Il a comporté une approche interdisciplinaire intégrant des données sur :
- la typologie des biotopes colonisés, les mécanismes d'invasion, les biomasses produites,
- le recensement des usages dans le temps et dans l'espace,
- les stratégies de gestion et notamment l'efficacité et les coûts des techniques de gestion,
- les suivis d'interventions et d'expérimentations.

Une démarche théorique, dans laquelle un modèle économique permettant d'aborder le phénomène des proliférations de jussies sous l'angle d'une analyse coût-bénéfice, a été développée, intégrant une évaluation des dommages économiques engendrés par les développements des jussies, l'efficacité des interventions et les coûts effectifs de gestion. En parallèle, une démarche empirique s'appuyant sur une enquête a permis de compiler des données de coût issues d'interventions de gestion déjà réalisées. Elle avait pour but d'estimer la validité du modèle économique dans des cas réels.
A partir des données de cette enquête, les coûts moyens des techniques d'arrachage, exprimés en tonne de biomasse fraîche arrachée (Million, 2004), étaient les suivants :
- arrachage manuel : 1100 à 1330 €,
- arrachage mécanique : 51 à 64 €.

Pour ces deux techniques, une relation globalement linéaire du coût total en fonction des quantités de biomasse retirée du milieu semblait se dégager (Million, 2004) mais un "effet site" était nettement perceptible, sans que l'analyse puisse identifier précisément cet effet, faute d'un échantillon de données suffisantes.

Dans sa synthèse réalisée pour le compte de l'Agence Loire-Bretagne, Hervé Mineau a rappelé la difficulté de réaliser une analyse fiable des coûts de gestion pour les différentes espèces exotiques envahissantes, particulièrement sur les jussies (Mineau, 2007).
Il a listé des raisons "objectives" liées aux espèces elles-mêmes, l'importance de leur développement, de leur biomasse, de leur dispersion, et des raisons en lien avec les imprécisions des données financières disponibles :
- méconnaissance des montants financiers effectivement engagés,
- quantités de plantes prélevées non précisées,
- nature des travaux rarement détaillée (arrachage, élimination des déchets, etc.),
- globalisation des montants des travaux,
- unité de calcul des coûts (nombre de jours de chantiers, volume ou poids de plantes, surface ou linéaire concernés par les travaux),
- nature de la "main-d'œuvre".

Cette grande disparité dans les coûts de gestion est une des difficultés notables d'établissement de plans de gestion pluriannuels. Pour optimiser la budgétisation des opérations, l'auteur proposait d'établir un "barème" des coûts puis un protocole d'analyse et de gestion des coûts.

Dans cette synthèse, quelle que soit l'unité de mesure, la disparité des coûts unitaires reste considérable (tous les prix qui suivent sont indiqués TTC). Pour le mètre carré, les prix varient entre 0.04 et 164 €. Ils s'échelonnent entre 66 et environ 15 000 € la tonne. En utilisant cette même unité, Mineau proposait également des coûts prévisionnels (sur la base d'un salarié du gestionnaire) pour l'arrachage manuel d'environ 850 € pour des populations

bien installées (de l'ordre de la tonne prélevée), de 3 500 € pour des populations de quelques centaines de kg et supérieurs à 8 000 € pour des populations éparses.
Enfin, pour le mètre cube, les prix varient entre environ 5 et 86 € pour l'arrachage mécanique et entre environ 11 et 2 300 € pour l'arrachage manuel. Mineau proposait des coûts unitaires voisins de 600 € pour de très faibles volumes (inférieurs à 2 m^3), d'environ 300 € pour des volumes plus conséquents, à partir de 20 m^3, mais il indiquait qu'il semblait impossible, en fonction des données disponibles d'envisager une baisse significative des coûts pour de très grandes quantités.

EXEMPLES DE GESTION REGULIERE

Quelques exemples pour lesquels des informations sont disponibles en quantité suffisante pour en permettre une analyse permettent de compléter cette réflexion sur les coûts de gestion. Milieux aquatiques aux fonctionnements différents, colonisations aux modalités diverses, types de gestionnaires, sont autant de paramètres de cette gestion.

MAINE-ET-LOIRE

Les sites et leur colonisation

Il est difficile de dater le début de la présence des jussies dans le département mais des interventions contre ces plantes ont du être entreprises depuis 2002. La plupart des cours d'eau colonisés par les jussies ont des pentes faibles, par exemple d'environ 0,1 ‰ pour la Sarthe, 0,19 ‰ pour la Mayenne et 0,32 ‰ pour l'Oudon. Les profondeurs moyennes de leur lit varient de 0,80 m à 1,8 m au niveau des parties navigables et sont généralement inférieures à 1 m dans les bras morts ou boires. L'envasement est en moyenne de l'ordre de 0,5 m. De nombreuses prairies pâturées bordent ces cours d'eau dont les rives peuvent être parfois abruptes (Mayenne, Oudon) ou en pente plus douce (Sarthe) et possèdent des accès vers la rivière où le bétail peut s'abreuver, en particulier le long du cours de la Sarthe. Diverses écluses divisent les parties navigables pour la plaisance de ces rivières.
La colonisation par les jussies concerne à la fois le cours principal et les boires mais elle est plus rapide dans le second type de milieu qu'elle peut totalement couvrir.
La navigation de plaisance ne semble pas particulièrement influencer la dispersion des jussies dans les secteurs navigables lorsque les bateaux se déplacent d'un ponton à l'autre. Par contre le déplacement des bateaux de rive en pente douce, occupées par les jussies, vers d'autres secteurs de même nature est un facteur de dispersion de boutures. De même le développement des plantes dans le cours principal des rivières est favorisé par la faiblesse des vitesses de courant estivales et par le vent et les vaguelettes qui véhiculent les boutures.

La gestion régulière des jussies

Dans la synthèse des chantiers de 2006 (Comité Pays-de-la-Loire, 2006), étaient cités quelques chantiers sur le Thouet, l'Aubance, le Layon, l'Hyrôme, la Sarthe, la Mayenne et l'Oudon, réalisés par plusieurs collectivités territoriales du département sans que la périodicité de ces travaux ne soit précisée.
Dans ce département, la Direction de l'Aménagement, du Développement et de l'Environnement du Conseil Général du Maine et Loire a, entre autres, en charge les parties navigables de l'Oudon, la Mayenne et la Sarthe sur lesquelles, depuis 2002, des chantiers d'arrachage manuel ont été engagés de manière régulière en recourant à des équipes d'insertion dans un cadre associatif. Ces équipes sont constituées d'un encadrant et de six ouvriers.
Les travaux d'arrachage interviennent dès que les plantes sont bien visibles, afin de limiter les biomasses à extraire, et si possible dans les milieux encore en eau car l'arrachage y est plus efficace ; deux ou trois passages peuvent être réalisés dans la même année pour augmenter

l'efficacité de l'intervention. Le recours systématique à l'arrachage manuel correspond à l'ampleur des colonisations et s'appuie sur la relative souplesse d'intervention d'équipes légères accompagnées d'un matériel destiné à la récupération des plantes et leur transport (bateaux, barge, tracteur, bennes).
En 2002 et 2003, les jussies extraites lors des interventions ont été mises en décharge (déchets de classe II) puis recyclées par compostage depuis.

Sur les 36 km de Mayenne navigable, les travaux de gestion ont débuté en 2004 sur 1,5 km. Ils ont présenté une forte augmentation de linéaire en 2005, puis une nette régression en 2006, pour atteindre 30 km en 2007 et 2008. Les tonnages de jussie égouttée par kilomètre sont très variables d'une partie du cours à une autre, avec un maximum de plus de 66 et un minimum de 0,1. La valeur maximale correspond à la campagne de 2004 où près de 100 tonnes de plantes ont été retirées du cours d'eau.
Sur deux secteurs entretenus deux années de suite (2007 et 2008), ces tonnages par km diminuent nettement, respectivement de 2,4 à 0,1 t/km et de 25 à 5,9 t/km.

Débutés en 2006 sur un linéaire de 3250 m, les arrachages sur l'Oudon ont concernés en 2008 9,2 des 18 km de cours navigable. Les tonnages par kilomètre sont restés inférieurs à 3, sauf en 2008 sur un secteur de 200 m où environ 4,8 m^3 de plantes ont été retirés, correspondant à un tonnage par km d'environ 24. Entre 2007 et 2008, sur un même secteur de 9 km, les valeurs de ce paramètre sont passées de 2,8 à 0,6 t/km.

Les interventions sur la Sarthe ont commencé en 2002 et ont rapidement concerné des linéaires importants pour atteindre en 2005 et 2006 la quasi-totalité du linéaire navigable de ce cours d'eau, soit 45 km ; le linéaire entretenu en 2007 et 2008 était encore respectivement d'environ 70 et 80 % du total.
Les tonnages extraits par km sont extrêmement variables d'une année et d'un site à l'autre, avec des valeurs s'étalant de 0,4 à près de 170 t/km. Les valeurs les plus élevées, c'est-à-dire environ 170 et 81 t/km correspondent respectivement à des linéaires de cours de 50 et 300 m de cours, ce qui montre l'importance de la colonisation dans certains sites.

Le tableau I présente les données de tonnage par km sur deux secteurs (1 et 2) aux linéaires respectifs de 400 et 2 500 mètres entretenus en 2005, 2006 et 2008. Dans ces deux cas, les valeurs de ce paramètre diminuent nettement.

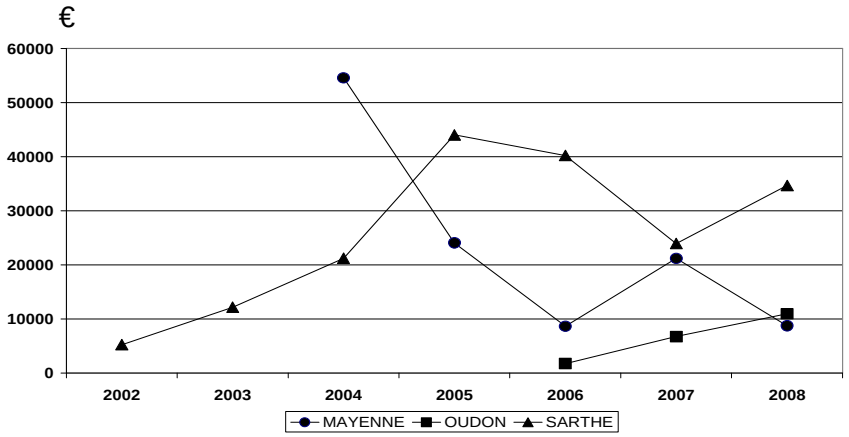
Tableau I : Evolution 2005, 2006 et 2008 des tonnages / km de jussies extraites sur deux secteurs de la Sarthe

	Secteur 1	**Secteur 2**
2005	11,08	2,5
2006	5,34	2,36
2008	0,74	1,11

Evaluation des coûts

Les coûts totaux des travaux par cours d'eau présentent des évolutions différentes : ceux de la Mayenne montrent une tendance à la diminution depuis 2004 (même si les coûts en 2007 sont environ le double de 2006), les coûts des trois années de chantiers sur l'Oudon augmentent alors que ceux correspondants aux travaux sur la Sarthe, après une augmentation de 2002 à 2005, semblent montrer depuis une tendance à la baisse (Figure 1).

Figure 1 : Evolution des coûts annuels des travaux sur la Mayenne, l'Oudon et la Sarthe



Les dépenses annuelles sur ces trois cours d'eau ont atteint un maximum en 2004, avec un montant d'environ 76 000 €, pour se maintenir depuis 2006 entre 51 000 et 54 000 €.

Les données disponibles comportent des précisions sur les trois principaux postes de dépenses, c'est-à-dire arrachage, transport et recyclage. Leurs valeurs relatives sont très variables selon les cours d'eau et les années, le tableau II présente les pourcentages extrêmes de ces trois postes de dépenses.

Tableau II : Pourcentages relatifs des coûts d'arrachage (ARRACH), de transport (TRANSP) et de recyclage (RECYCL) des jussies extraites sur la Mayenne, l'Oudon et la Sarthe.

	ARRACH	TRANSP	RECYCL
MAYENNE	75 – 94	3 – 12	1 – 13
OUDON	65 – 94	5 – 28	1 – 10
SARTHE	71 - 95	2 - 10	3 - 23

Les moyennes de ces valeurs, tout cours d'eau confondus, sont respectivement de 85 % pour les travaux d'arrachage, de 7 % pour le transport et de 8 % pour le recyclage. Certaines des valeurs disponibles sont exceptionnelles, comme par exemple les 28 % des dépenses dues au transport sur l'Oudon lors de la première année de chantier en 2006 et les 23 % de recyclage sur la Sarthe en 2003.
Les coûts par tonne extraite sont très variables entre un minimum d'environ 220 € sur la Mayenne en 2007 et près de 1 700 € sur la Sarthe en 2008.

LE COURANT DU BOUDIGAU (LANDES)

Le site et sa colonisation

D'une longueur totale de 25,9 km, le Boudigau se jette dans l'océan Atlantique entre Capbreton et Hossegor, dans le sud du département des Landes. Une partie de son cours contourne les polders du Marais d'Orx classé en Réserve Naturelle Nationale.
La colonisation de la partie aval de son cours par la jussie à grandes fleurs (*Ludwigia grandiflora*) a fait l'objet d'une première observation en 1986 (Dutartre, 1986) : sur environ 10 km, le lit de ce cours d'eau, au faible débit estival, était encombré d'herbiers denses et les recouvrements observés atteignaient 80 % en certains endroits. Les biomasses de jussies présentes dans ce site n'ont pas été mesurées mais elles pouvaient atteindre 15 à 2 kg de matières sèches par m². D'une largeur de 10 à 15 m, le lit présente en été des profondeurs maximales de l'ordre de 1 m avec une forte proportion de zones de profondeurs inférieures à 0,5 m.

Les masses de plantes dérivantes, soit à l'occasion de la sénescence automnale, soit à la suite d'arrachages locaux, étaient considérées comme des nuisances importantes vis-à-vis des activités du port de Capbreton où elles venaient flotter entre les bateaux.

Jusqu'au début des années 80, un faucardage des plantes aquatiques était régulièrement réalisé. Il concernait apparemment des espèces indigènes (des potamots selon les informations de l'époque). Son abandon semble avoir été concomitant de la colonisation par la jussie.
Début 1986, une première intervention dite "d'urgence" a été réalisée pour "dégager" le courant des jussies qui l'encombraient : un faucardage a permis de couper les plantes qui étaient récupérées vers l'aval, avant leur arrivée au port de Capbreton, par un barrage de grillage spécialement installé. Ce barrage a subsisté plusieurs années. A notre connaissance aucune autre intervention de régulation des jussies n'a ensuite été réalisée jusqu'en 2002.

La gestion régulière des jussies

A partir de 1988, un contrat de rivière a été progressivement mis en place qui englobe le Boudigau et le Bourret, autre cours d'eau dont l'exutoire est le port de Capbreton. Le Syndicat Mixte de rivière Bourret-Boudigau a été créé en 2001 et des travaux de restauration de la partie aval du cours du Boudigau ont été engagés dès l'automne 2002. Ces travaux ont comporté une gestion sélective de la végétation des berges, des protections de berges et des plantations, ainsi qu'un arrachage mécanique des herbiers de jussie.
L'arrachage des jussies a été réalisé en 2002 à l'aide d'une pelle mécanique sur ponton équipée d'un godet pourvu de dents pour un coût de 289 276€ HT sur un linéaire total de 12 650 m. Le volume extrait lors de ces travaux n'a pas fait l'objet d'évaluation.

Une équipe a ensuite été créée par le Syndicat Mixte pour réaliser différentes interventions dont des arrachages manuels réguliers des plantes exotiques envahissantes : en effet si la jussie était l'espèce observée depuis près de vingt ans dans le Boudigau, le myriophylle du Brésil (*Myriophyllum aquaticum*) et l'égéria (*Egeria densa*) sont également présents plus en amont dans le bassin versant et égéria avait été notée voici plusieurs années dans cette partie du cours du Boudigau.
L'équipe d'intervention sur le terrain est actuellement composée de six personnes, quatre permanents réalisant des travaux de gestion des ripisylves hors saison estivale et deux saisonniers.
Le tableau III ci-dessous présente les espèces concernées, les volumes extraits et les nombres de jours cumulés des travaux réalisés de 2004 à 2008.

Tableau III : Arrachages manuels de plantes exotiques envahissantes sur le Boudigau : espèces (ludg = *Ludwigia grandiflora* ; myra = *Myriophyllum aquaticum* ; eger = *Egeria densa*), volumes (m^3), nombres de jours de travail.

Campagne	Espèces	Volume	Nombre de jour
2004	ludg ; myra	67,2	208
2005	ludg ; myra	143,2	204
2006	ludg ; myra	164,0	323
2007	ludg ; myra ; eger	151,2	220
2008	ludg ; myra ; eger	40,8	115

La recolonisation par la jussie a été accompagnée de myriophylle du Brésil (*M. aquaticum*) et d'égéria (*E. densa*), espèces déjà observées à l'amont du secteur entretenu. Si la première espèce a été observée et arrachée dès le début des campagnes en 2004, la colonisation par égéria semble avoir été plus tardive mais rapide puisqu'en 2007, année où son développement est devenu important, son volume arraché était de 80 m^3, soit plus de la moitié des volumes totaux extraits du site. Lors des travaux de 2008, les volumes de cette espèce n'ont pas été séparés des autres plantes et le volume total est le plus faible observé depuis le début de ces interventions régulières.

Lors des premiers travaux, les plantes arrachées ont été déposées temporairement dans un site hors zone humide puis broyées et incorporées dans des sols de parcelles non humides. Les plantes retirées du site à l'occasion des campagnes d'arrachage manuel sont épandues dans des parcelles forestières non humides.

Evaluation des coûts

Les dépenses engendrées par ces travaux particuliers ne sont pas, à notre connaissance, totalement individualisées.
En utilisant les nombres de jours de travail et les montants de smic horaire comme référence, les dépenses de salaire de ces travaux d'arrachage de plantes aquatiques ont varié d'environ 7 700 à près de 22 000 € par campagne annuelle, avec un maximum en 2006 et une moyenne annuelle sur les cinq années d'environ 14 000 €.
Sur cette base, le coût par m^3 de plante arrachée varie d'environ 95 à 210 € avec une moyenne proche de 145 €.

GESTION DES JUSSIES DANS LE MARAIS POITEVIN (IIBSN)

Le site et l'historique de sa colonisation

D'une superficie totale de 96 000 ha, le Marais Poitevin comprend 15 000 ha de zone dite "des Marais Mouillés" entre Niort et la Baie de l'Aiguillon.
La complexité du réseau hydraulique de ces Marais Mouillés et les besoins de sa gestion ont amené les départements concernés, c'est-à-dire Charente-Maritime, Deux-Sèvres et Vendée, à mettre en place un établissement public territorial de bassin, l'Institution Interdépartementale du Bassin de la Sèvre Niortaise (IIBSN).
Cet établissement conduit donc des actions de gestion sur les Marais Mouillés de la Sèvre Niortaise, du Mignon et des Autizes en partenariat avec l'Etat, les syndicats de propriétaires des marais mouillés et leur Union (Pipet, 2007). Elles portent à la fois sur la gestion hydraulique du site et la protection du milieu aquatique, dont la régulation des plantes aquatiques.
Réseau hydraulique quasi-stagnant en été, cette partie du Marais Poitevin a subi depuis plusieurs décennies des proliférations de lentilles d'eau, plantes flottantes pouvant couvrir de vastes étendues des biefs du site.
Les premières observations de jussie (*Ludwigia peploides*) dans le site datent de 1991. En 1992 et 1993, de nombreux herbiers ont fait leur apparition sur le réseau principal (Pipet, 2007) et, depuis cette période, l'extension de l'espèce a continué sur ce réseau et les réseaux secondaires et tertiaires. Elle est présente actuellement sur environ 1000 km de rives, colonisant les voies d'eau les plus larges depuis les rives et, en l'absence de travaux de régulation, couvrant totalement les chenaux et fossés de plus faible largeur.

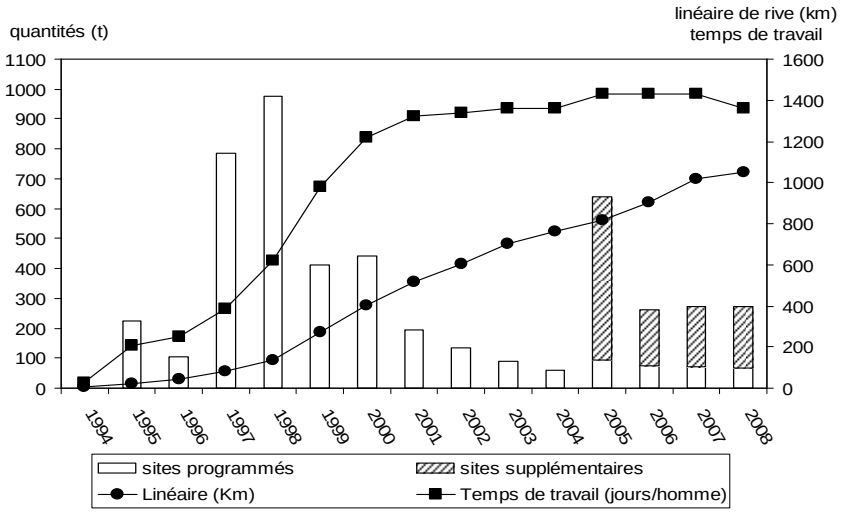
La gestion régulière des jussies

Devant la rapidité de la colonisation, une approche expérimentale de gestion de cette espèce a été mise en place par l'IIBSN dès 1994.
Les objectifs de maîtrise du phénomène étaient clairement le maintien des valeurs paysagères et de la biodiversité des milieux, la restauration de conditions physico-chimiques des eaux plus favorables, la prévention des phénomènes d'envasement de la zone et la préservation des usages et des loisirs (navigation, pêche) (Pipet, 2007).
Une cartographie récurrente des sites colonisés a été réalisée pour repérer les plantes et évaluer d'année en année l'efficacité des techniques utilisées. Cet inventaire cartographique couvre actuellement la totalité des rives où des jussies ont été observées.
Trois techniques (arrachage mécanique, arrachage manuel, application d'herbicides) ont été testées à diverses échelles géographiques, seules ou combinées. Ces expérimentations ont

permis de développer des interventions combinées qui permettent de maintenir la colonisation du site par les jussies à de faibles niveaux jugés satisfaisants par les usagers et les responsables de l'établissement.
Dans une première phase, les interventions cumulaient les trois techniques citées (application d'herbicide affaiblissant les plantes, puis arrachage mécanique permettant de retirer de grandes quantités de biomasse, puis arrachage manuel de finition). Le recours à l'herbicide a été progressivement abandonné car les plantes se développant d'une année sur l'autre se présentaient à l'état de rosettes flottantes, peu sensibles au produit utilisé. L'arrachage manuel est très largement privilégié et, par exemple, pour la campagne 2008, il a concerné 99,8 % des linéaires de rives entretenus : les 0,2 % restants correspondent aux travaux mécaniques réalisés sur les "sites supplémentaires".
L'équipe chargée de ces interventions comporte un permanent et onze saisonniers engagés 6 mois par an (Pipet, 2009).

La figure 2 présente les résultats de cette gestion de 1994 à 2008. La biomasse récoltée a fortement augmenté entre 1994 et 1998, passant de quelques tonnes à près de 1 000 tonnes, pour diminuer ensuite assez rapidement de 1999 à 2002 : depuis cette année, la biomasse totale extraite sur les sites régulièrement entretenus reste inférieure à 200 tonnes.
Les "sites supplémentaires" indiqués sur la figure sont des zones jusqu'alors non concernées par la régulation des jussies, ce qui explique les tonnages importants récoltés. Par exemple, pour la campagne 2008, sur les 273 tonnes de jussies récoltées, 66 seulement provenaient des linéaires régulièrement entretenus et 207 de ces "sites supplémentaires" (Pipet, 2009).
Parallèlement à cette réduction des tonnages extraits, les linéaires entretenus sont passés de quelques kilomètres en 1994 à 1 053 en 2008 et les temps de récolte, après une très forte augmentation entre 1994 et 2001, restent du même ordre depuis cette date. L'intégration de ces données illustre donc bien l'efficacité des interventions de gestion engagées depuis 15 années.
Les premières années, les plantes extraites ont été mises en décharge ; elles sont actuellement transportées sur des terres agricoles proches mais hors zone humide, broyées puis incorporées au sol par labourage (Dutartre *et al.*, 2008).

Figure 2 : Gestion des jussies dans le Marais Poitevin : évolution des tonnages extraits, des linéaires de rives et du temps de travail de 1994 à 2008 (données IIBSN)



Evaluation des coûts

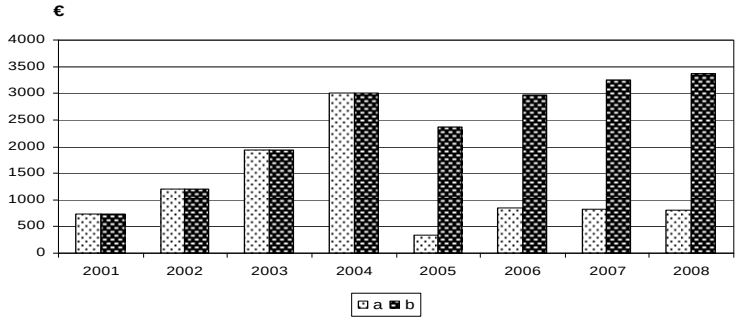
Le financement de ces interventions est assuré par les trois départements, les régions Poitou-Charentes et Pays-de-la-Loire, l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne et les Fédérations et Associations de Pêche concernées.

Nous disposons des données de coûts annuels totaux de ces interventions entre 2001 et 2008, hors investissement ou amortissement du matériel. Ces coûts ont augmenté régulièrement entre 2001 et 2005, passant de 140 000 à 220 000 €, pour se stabiliser ensuite à ce montant.

Deux unités de comparaison de coûts sont utilisables dans cet exemple : le linéaire concerné et le tonnage extrait.
Le coût moyen par km de rive diminue de 272 à 237 € entre 2001 et 2004 pour augmenter en 2005 à 269 € ; il diminue de nouveau jusqu'en 2008 où il est seulement de 211 €.

La figure 3 présente les calculs de coût moyen par tonne de plante extraite.

Figure 3 : Gestion des jussies dans le Marais Poitevin : coûts moyens par tonne extraite sur la période 2001 – 2008 (calculs réalisés à partir des données IIBSN, a : biomasse totale extraite b : biomasse des sites entretenus régulièrement)



Les coûts par tonne sont multipliés par 4 entre 2001 et 2005. Les histogrammes "a" présentent le calcul prenant en compte la totalité de la biomasse extraite alors que "b" se réfère au tonnage extrait sur les sites régulièrement entretenus, à l'exclusion des "sites supplémentaires" sur lesquels des travaux ont été entrepris depuis 2005. La forte baisse de coût de 2005 et la relative stabilité jusqu'en 2008 du calcul "a" est directement imputable au tonnage extrait dans ces sites.

En revanche, les valeurs de "b", bien que montrant une légère baisse en 2005, augmentent régulièrement jusqu'en 2008 pour dépasser 3 300 €. Ces valeurs correspondent à des tonnages extraits présentant une légère augmentation en 2005 (93 tonnes) par rapport à 2004 qui diminuent ensuite régulièrement jusqu'en 2008 où ils sont seulement de 66 tonnes.

DISCUSSION ET CONCLUSION

L'ensemble des données présentées confirme donc la difficulté de comparaison entre les interventions. Les prix unitaires seraient une facilité dans la programmation des dépenses mais leur extrême variabilité rend apparemment assez illusoire leur utilisation. Un des premiers points est la disparité des caractéristiques de quantification des plantes extraites des sites : un linéaire, une superficie, un volume, un poids ? S'agit-il de plantes fraîches comme dans l'exemple du Marais Poitevin ou égouttées comme en Maine-et-Loire ? Trouver un facteur correctif entre ces deux évaluations de poids ? Dans le tableau 2006 du Comité des Pays-de-la-Loire figurent deux couples de données de tonnages (frais et égoutté) pour une même intervention. Dans un cas, le tonnage égoutté est de 54 % du tonnage frais, dans l'autre de 66 % : il se pourrait bien que les conditions de l'égouttage ne soient pas identiques...
S'il est souhaitable que les informations à recueillir pour tous les chantiers soient un peu plus "normalisées" comme incitent à le faire les différents groupes de travail déjà existant en métropole, il est difficile d'imposer une méthode à des gestionnaires si divers : les estimations d'un linéaire ou d'une superficie restent relativement faciles, elles sont plus compliquées pour un volume ou un poids. Et quant à peser ou mesurer…
A ces imprécisions viennent s'ajouter le niveau de description des dépenses engagées : coût global pour un site, un gestionnaire ? Coûts d'une des phases des travaux (arrachage par exemple) ou indications précises sur les différents postes de dépenses comme dans le cas des chantiers du Maine-et-Loire ? Sur ce dernier cas, bien que nous ayons noté la variabilité de leurs coûts relatifs, cette analyse des phases de travaux présente de fait ces interventions

comme une filière complète de gestion, depuis l'enlèvement des sites où les plantes causent des nuisances jusqu'à leur recyclage comme matières organiques.
C'est pourquoi il semble nécessaire que les analyses technico-économiques de ces interventions comme celles de Mineau (2007) se multiplient pour tenter d'identifier les gains de productivité ou les économies que pourraient engendrer des modifications des modalités pratiques de ces interventions (caractéristiques des sites et de la colonisation par les plantes, matériel à mettre en œuvre, équipes d'intervention, calendrier des chantiers, installations de recyclage, etc.).
Dans cette énumération de paramètres, il ne faudrait pas négliger les espèces elles-mêmes, leurs capacités d'adaptations comme la variabilité de leurs réponses environnementales aux types de sites ou aux aléas climatiques.
Les conclusions de la démarche théorique menée lors du programme "jussies" INVABIO, indiquaient, en tant qu'hypothèse de travail, que la solution apparemment la plus efficace en terme de dommages environnementaux et de coûts semblait se situer à un niveau optimal bas du stock des jussies dans les sites (Million, 2004), comportant en première phase une réduction importante de ce stock, si possible mécaniquement, puis un arrachage manuel régulier pour le maintenir à un niveau bas, dans un état de "stock stationnaire optimal" garantissant de faibles nuisances et un coût total raisonnable.
Les résultats obtenus en Maine-et-Loire et dans le Marais Poitevin montrent que la régularité des interventions permet de réduire les colonisations des jussies à de faibles niveaux, ce qui pourrait être considéré comme des démonstrations de cette hypothèse. Mais seules des analyses économétriques de coût et de dommages, s'appuyant sur des données complémentaires, permettraient de confirmer cette hypothèse. Plus généralement d'ailleurs, il ressortait de cette analyse que la gestion des jussies ne pouvait être envisagée ponctuellement, à la fois dans l'espace et le temps, mais qu'il fallait plutôt l'orienter vers une gestion coordonnée sur le long terme.
Dès lors qu'ils sont affichés sans autre explication dans toute leur sécheresse de chiffres, les coûts unitaires ("le mètre carré" ou la "tonne fraîche") de jussies arrachées peuvent sembler absolument disproportionnés avec les moyens financiers que la société peut envisager de consacrer dans ce domaine de la gestion de nos environnements : jusqu'à 3 300 € le coût d'arrachage d'une tonne de jussie dans le Marais Poitevin ? Un coût prévisionnel de plus de 8 000 € pour des herbiers dispersés selon Mineau (2007) ? Ne vaudrait-il pas mieux intervenir avec des machines ? Les coûts unitaires sont nettement plus acceptables…
Mais ces chiffres seuls n'ont pas de sens car ils ne couvrent qu'une part réduite des enjeux de cette gestion. Par exemple, en 2002, les arrachages manuels réalisés dans le Marais Poitevin ont permis de retirer environ 100 tonnes de jussies (fraîches) sur 600 km de rives, soit un poids d'environ 170 kg de plantes par km, ceci pour un coût (élevé !) d'environ 2 200 € / tonne : quelle machine pourrait identifier les jussies éparses le long de la rive et les retirer sans toucher aux plantes que l'on désire conserver et sans causer de dommages aux rives ?
L'absence ou la faiblesse des impacts environnementaux engendrés par les travaux d'arrachage manuels, au contraire des interventions mécaniques est un des éléments dont la prise en compte dans la problématique de gestion est indispensable. Aussi la démarche d'évaluation des "services environnementaux" des écosystèmes qui se développe actuellement et qui vient de faire l'objet d'un rapport du Centre d'Analyse Stratégique (Chevassus-Au-Louis *et al*., 2009) pourrait largement contribuer à l'amélioration de cette analyse.

REMERCIEMENTS

Magali Costa et François Arrue (Syndicat Mixte de Rivière Bourret-Boudigau, Landes)
Nicolas Pipet (Institution Interdépartementale du Bassin de la Sèvre Niortaise, Niort, Deux Sèvres)
Roland Matrat (DREAL Région des Pays-de-la-Loire)

BIBLIOGRAPHIE

Chevassus-au-Louis B., Salles J. M., Bielsa S., Richard D., Martin G., Pujol J. L., 2009. Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes. Contribution à la décision publique. Centre d'Analyse Stratégique, rapport, 378 p.

Comité Pays-de-la-Loire, 2006. Bilan des chantiers de gestion des plantes aquatiques exotiques envahissantes en Pays de la Loire pour 2006. Comité de gestion des plantes exotiques envahissantes, note, 2 p.

Coudreuse J., Haury J., Chapeau V., Urvois G., 2007. Colonisation par la Jussie *(Ludwigia grandiflora ssp. hexapetala)* et autres plantes envahissantes des étangs d'Apigné : Evolution, Bilan des opérations d'arrachages (2006 & 2007). Agrocampus Rennes & Ville de Rennes : 23 p. + 1 vol. ann

Coudreuse J., Haury J., Dutartre A., Debril J., Ruaux B., 2005. Caractérisation de la colonisation par la Jussie *(Ludwigia grandiflora ssp. hexapetala)* et autres plantes envahissantes sur le site des étangs d'Apigné (mai 2004 octobre 2005) : orientations pour la gestion Agrocampus Rennes – INRA UMR EQHC & Ville de Rennes, Direction des Jardins : 101 p.

Dandelot S., 2004. Les *Ludwigia* spp. invasives du sud de la France : historique, biosystématique, biologie et écologie. Thèse de doctorat de l'Université de Aix-Marseille, texte : 207 p.

Dandelot S., Verlaque R., Dutartre A., Cazaubon A., 2005. Ecological, dynamic and taxonomic problems due to *Ludwigia (Onagraceae)* in France. Hydrobiologia 551 : 131–136.

Dutartre A., 1986. Prolifération de *Ludwigia* dans le courant du Boudigau. Nuisances et moyens éventuels de contrôle. Cemagref, Groupement de Bordeaux, Section Qualité des Eaux, Compte-rendu N°42. 8 p.

Dutartre A., Haury J., Dandelot S., Coudreuse J., Ruaux B., Lambert, E., Le Goffe P., Menozzi M.J., 2007. Les jussies : caractérisation des relations entre sites, populations et activités humaines. Implications pour la gestion. Programme de recherche INVABIO, rapport final, 128 p.

Dutartre A., Peltre M. C., Pipet N., Fournier L., Menozzi M. J. 2008. Régulations des développements de plantes aquatiques. Ingénieries, N° spécial "Plantes aquatiques d'eau douce", 135-154.

Lambert E., 2009 : Plantes exotiques envahissantes : Synthèse bibliographique. CEREA/UCO/Angers Comité des Pays de la Loire/ Gestion des plantes exotiques envahissantes ; GIS «Macrophytes des Eaux continentales» : 89 p. Ed. DREAL Pays-de-la-Loire (sous-presse).

Legrand C., 2002. Pour contrôler la prolifération des Jussies *(Ludwigia spp.)* dans les zones humides méditerranéennes. Guide technique, AME : 68 p.

Matrat R., Anras L., Vienne L., Hervochon F., Pineau C., Bastian S., Dutartre A., Haury J., Lambert E., Gilet H., Lacroix P. Maman L., 2006 (2004 1ère éd.). Gestion des plantes exotiques envahissantes – Guide technique. (Comité des Pays de la Loire de gestion des plantes exotiques envahissantes, Agence de l'Eau Loire-Bretagne, Forum des Marais atlantiques, DIREN Pays de la Loire &: Conservatoire régional des rives de la Loire et de ses affluents) - 2ème édition, 2006 ; revue et augmentée : 86 p. (document téléchargeable).

Menozzi M. J., 2006. Que faire quand la jussie envahit les territoires ? Approche ethnologique des relations entre une plante envahissante, des acteurs sociaux et des territoires. Implications pour la gestion. Programme de recherche INVABIO, projet "Les jussies : caractérisation des relations entre sites, populations et activités humaines. Implications pour la gestion", rapport final, 144 p.

Menozzi M.J., Dutartre A., 2007. Gestion des plantes envahissantes : limites techniques et innovations socio-techniques appliquées au cas des jussies. Ingénieries - EAT, n° 49 : 49 – 63.

Million A, 2004. Maîtrise des proliférations de Jussie (*Ludwigia* spp.). Une première analyse économique. Mémoire de fin d'étude, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Rennes, spécialisation « Génie de l'environnement », Rennes. 51 p + annexes.

Mineau H., 2007. Plantes envahissantes du Bassin de la Loire-Bretagne Bilan économique et technique ; propositions pour 2007/2012. Agence de l'Eau Loire-Bretagne, rapport 71 p.

Pipet N. 2007. Maîtrise de la colonisation et de la prolifération des jussies dans le Marais Poitevin. Synthèse. Rapport IIBSN, 14 p.

Pipet N., 2009. Opérations de maîtrise de la végétation aquatique et de rives. Rapport IIBSN, 21 p.

Prost N., 2003. Etude des caractéristiques de développement et propositions de modalité de gestion de la Jussie *(Ludwigia ssp.)* dans les annexes hydrauliques de la Loire entre les Pont-de-Cé et Montsoreau (49) Programme INVABIO 1 ère année. DESS « Environnement : Sols, Eaux continentales et marines », Universités de Caen et de Rouen. CEREA / UCO – Angers ; Parc Naturel Loire-Anjou-Touraine : 169 p.

Ruaux B., 2008. Les plantes envahissantes des corridors fluviaux : traits biologiques, impacts de *Ludwigia peploides* et *L. grandiflora* en Loire moyenne et implications pour la gestion. Université François Rabelais, Tours, thèse de doctorat, 279 p.