



Espèces invasives

Indicateurs de répartition, dynamique et gestion

Alain Dutartre

REBX

Septembre 2012

Contexte de programmation et de réalisation

Dans le contexte général des activités du groupe de travail "Invasions Biologiques en Milieux Aquatiques" mis en place à partir de 2009 dans le cadre de la convention entre l'Onema et le Cemagref, diverses synthèses et bilans ont été réalisés afin de mieux définir les éléments d'informations pouvant contribuer à améliorer les connaissances sur l'ensemble de la problématique. Ce fut par exemple le cas d'une synthèse sur les relations entre changement climatique et invasions biologiques.

Dans ce contexte d'apport d'informations, le présent document est une synthèse des indicateurs concernant les espèces invasives sur les questions de localisation et d'évaluation des dynamiques de colonisation, des impacts et de l'efficacité des mesures de gestion.

L'auteur

Alain Dutartre
Hydrobiologiste
alain.dutartre@irstea.fr

Les correspondants

Irstea : Alain Dutartre, REBX, alain.dutartre@irstea.fr
Onema : Nicolas Poulet, Onema – DAST, nicolas.poulet@onema.fr

Référence du document :

Dutartre A., 2012. Espèces invasives : Indicateurs de répartition, dynamique et gestion, rapport, 29 p.

Droits d'usage :	Accès libre
Couverture géographique :	Métropole
Niveau géographique :	National
Niveau de lecture :	Professionnels, experts
Nature de la ressource :	Rapport

Titre : Espèces invasives : Indicateurs de répartition, dynamique, et gestion

Statut du document : Rapport

Auteur(s) : Dutartre A.

Sommaire

1. Introduction	1
2. Localisation, cartographie	3
3. Données issues des recueils d'informations	12
4. Dynamiques de colonisation	18
5. Evaluation des impacts des espèces	22
6. Efficacité de la gestion	24
7. Commentaires.....	27
Bibliographie partielle.....	29

Titre : Espèces invasives : indicateurs de répartition, dynamique et gestion

Statut du document : Rapport

Auteur(s) : Dutartre A.

Résumé :

Cartographies, éléments de quantification et évaluation des dynamiques des espèces exotiques envahissantes, tout comme les évaluations de leurs impacts ou de l'efficacité de leur gestion, sont autant d'éléments d'informations nécessaires à une mise en œuvre optimale des interventions.

Ces éléments peuvent prendre différentes formes de contenus ce qui ne facilite pas la réalisation de synthèses par espèces ou par types de milieux qui pourraient contribuer à orienter la politique générale de gestion des EEE.

Une liste d'indicateurs qu'il semblerait indispensable de renseigner dans tous les cas pour améliorer cette situation est présentée après un panorama de données existantes sur différentes opérations de gestion déjà en cours.

Mots clés : espèce exotique envahissante – flore –faune – gestion- indicateur

1. Introduction

On ne peut espérer gérer une EEE que si on connaît suffisamment sa biologie, son écologie (et donc les impacts quelle crée dans les habitats qu'elle colonise) et la géographie et la dynamique de son invasion. Préalables apparemment évidents qui se heurtent aux besoins immédiats de gestion dans certaines situations, aux inerties multiples inhérentes au fonctionnement social, à la recherche scientifique, à l'organisation administrative des territoires à gérer, à la mise en place des financements nécessaires aux travaux, etc.

Tout ceci explique que, dans la plupart des cas, les interventions de gestion des EEE ont débuté pour satisfaire des besoins locaux, clairement identifiés mais pas nécessairement justifiés, sans que les éléments généraux de compréhension des processus et des enjeux de cette gestion soient tous disponibles, voire même connus.

Cette démarche tout à fait pragmatique et empirique, socialement acceptée car répondant aux besoins des usagers, a été souvent critiquée car elle présente des biais facilement repérables, dont des erreurs de gestion directement attribuables à la méconnaissance de l'écologie des espèces concernées et aussi aux limites administratives et financières des gestionnaires.

Les premiers éléments de connaissance acquis sur ces espèces étaient leur localisation géographique et, sur leur gestion, l'efficacité immédiate des interventions.

Toutefois, dès lors que les démarches de gestion nécessitaient des interventions régulières, des informations permettant d'évaluer l'évolution de la situation à gérer ont commencé à être rassemblées. Progressivement ces recherches d'informations ont d'ailleurs porté sur tous les aspects techniques et organisationnels de la gestion.

Ces informations de localisation et d'évaluation des interventions ont été recadrées en indicateurs chaque fois que cela s'avérait possible et utiles. Ces indicateurs ont, dans un premier temps, souvent été utilisés à une échelle locale pour ensuite, au moins pour certains d'entre eux, être plus largement diffusés.

Quatre grandes thématiques sur ces questions peuvent être discriminées, bien que des interactions très importantes existent entre elles. Il s'agit de :

- **Localisation** (cartographie). Il s'agit bien de localiser sur le territoire du gestionnaire l'espèce à gérer et les difficultés ou les dommages qu'elle cause;
- **Dynamique de colonisation** (expansion géographique). Une des caractéristiques des EEE est évidemment leur capacité de gagner du territoire, d'où la nécessité de connaissances sur leur écologie et, pour les gestionnaires se pose immédiatement les questions d'adaptations des interventions à cette dynamique. Ces adaptations peuvent être circonscrites au territoire du gestionnaire mais aussi nécessiter l'organisation éventuelle d'interventions en coopération avec les gestionnaires proches confrontés à ces mêmes espèces.
- **Evaluation des impacts**. Un des points de polémique entre le monde des gestionnaires et celui de la recherche, tôt émergé, largement débattu et subsistant encore dans quelques cas est cette évaluation des impacts "réels" de chaque EEE dans son contexte. Encore souvent absente des programmes de gestion, elle subordonne dans certains cas la réalisation des interventions à l'ampleur estimée ou mesurée de ces impacts.
- **Efficacité de la gestion**. Dès lors que les interventions de gestion nécessitent des financements significatifs, des réévaluations de leur efficacité sont mises en œuvre pour valider la poursuite de leur mise en œuvre. Pour ce faire des critères jugés objectifs doivent être utilisés.

2. Localisation, cartographie

Savoir où se trouvent les espèces à gérer, en particulier hors des zones où elles sont facilement visibles, est une des bases de leur gestion.

Dans un certain nombre de situations, les interventions ont toutefois été menées sur les parties de territoire les plus évidemment colonisées, là où les usages des milieux étaient les plus fortement gênés ce qui conduit généralement à des résultats très provisoires et peu efficaces.

La précision de la localisation de l'espèce est toujours importante, que ce soit pour des espèces végétales ou animales : dans le premier cas une carte de répartition peut suffire, dans le second, la localisation devrait comporter les sites de repos, de nourrissage et les parcours des animaux entre ces différents sites.

L'échelle de la cartographie doit également être adaptée aux objectifs de sa réalisation, grande échelle s'il s'agit de cartes préalables à des interventions concrètes de gestion ou petite échelle pour des documents destinés à de l'information technique ou scientifique.

La précision de ces cartes est d'autant plus importante que les communautés vivantes à gérer sont complexes et riches en espèces. En effet, les interventions sont censées concerner seulement certaines des espèces présentes et doivent, dans toute la mesure du possible, causer le moins de dommages aux espèces non visées.

Pour les plantes aquatiques, un premier niveau (en termes de qualité de rendu) de ces cartographies, est celui réalisé par les naturalistes durant la majeure partie du 20^{ième} siècle : ces cartes représentent les zonations végétales ou une espèce donnée de manière approximative. Elles peuvent concerner des plans d'eau et des cours d'eau, voire des réseaux de chenaux ou de fossés interconnectés.

La figure 1 présente, à titre d'exemple, deux cartes réalisées sur les formations végétales d'un même plan d'eau, le petit lac de Clairvaux dans le Jura à 80 ans d'intervalle (Carrel et al., 2010).

- ❶ Cartes de répartition de groupements végétaux lacustres sur le petit lac de Clairvaux (Jura) :
- a) carte de Magnin de 1904 (MAGNIN, A., 1904, *La végétation des lacs jurassiens, Monographies botaniques de 74 lacs jurassiens, suivies de considérations générales sur la végétation lacustre*, Paris, Paul Klincksieck, 426 p.).
- b) carte de 1984 (Service Régional de l'Aménagement des Eaux de Franche-Comté, 1984, *Les lacs de Clairvaux, Monographies écologiques, Rapport d'étude*, 99 p. + annexes).

Sur la carte de Magnin (1904), le contour de la caricaie située en rive n'a pas été représentée, peut-être parce que non directement implantée dans l'eau.

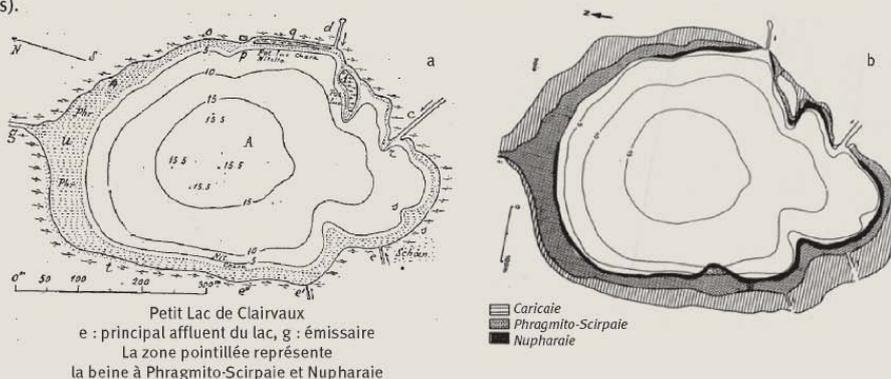


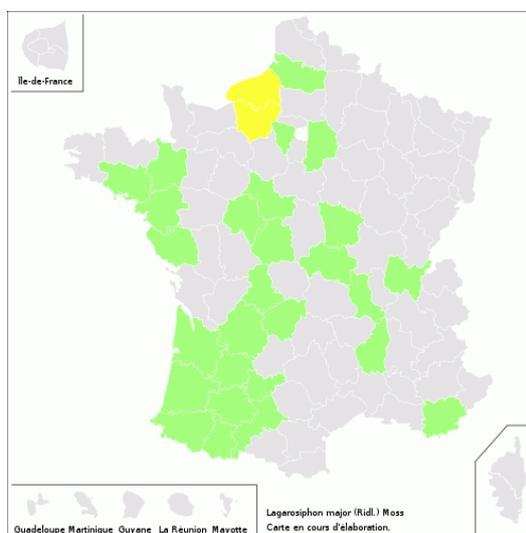
Figure 1 : Cartes de répartition de groupements végétaux lacustres sur le petit lac de Clairvaux (Jura), Magnin (1904), SRAE Franche Comté, 1984) (in Carrel et al. 2010)

Bien qu'il puisse apporter des informations utiles sur la répartition des formations végétales ou des espèces, ce mode de cartographie à l'échelle du milieu reste toutefois insuffisant pour permettre un positionnement précis des secteurs où des interventions devaient prendre place. En revanche c'est probablement le moyen le plus efficace de communication et de transfert d'informations.

Cette cartographie est évidemment utilisée à l'échelle mondiale, européenne ou nationale. A ces échelles, son utilité est strictement informative, comme par exemple les cartes départementales proposées sur le site Tela-Botanica (Figure 2).

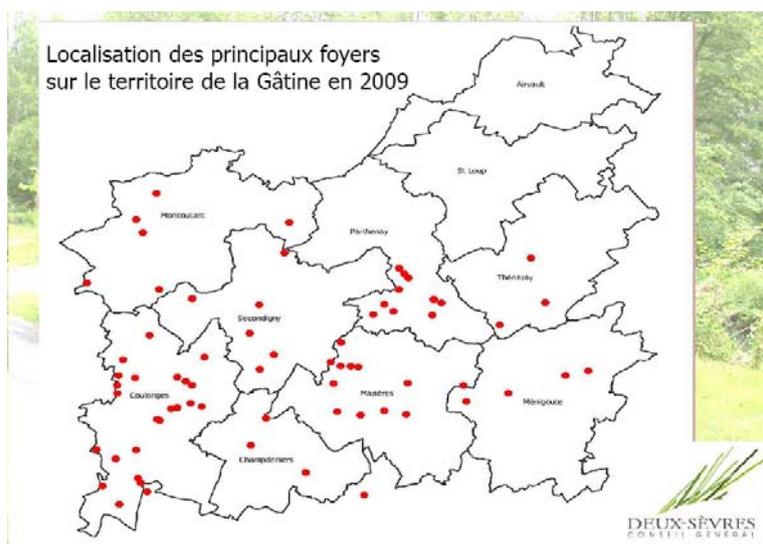
Figure 2: Répartition départementale de *Lagarosiphon major*

(http://www.tela-botanica.org/page:eflore_bdtfx?referentiel=bdtdfx&niveau=2&module=fiche&action=fiche&num_nom=37411&type_nom=nom_scientifique&nom=Lagarosiphon%20major, consultation de septembre 2012)



Cet intérêt en matière d'information générale peut aussi être présenté sous forme de répertoires de sites où telle espèce est présente sur un territoire donné, comme par exemple dans la figure 3 où sont localisés les "foyers" de renouée du Japon en Gâtine (2009). Cette carte a été présentée lors de la première réunion du groupe "Plantes Exotiques Envahissantes des milieux Aquatiques" du Bassin Versant de la Sèvre Niortaise le 25 mars 2010.

Figure 3 : Localisation des principaux foyers de renouée du Japon sur le territoire de la Gâtine en 2009 (Conseil Général des Deux Sèvres, 2010)



Il s'agit ici de montrer la distribution des sites colonisés à l'échelle du territoire, sans que la carte permette leur localisation précise : ce qui est perceptible est la densité plus importante de sites dans le sud de la région considérée et la présence de quelques alignements de sites qui pourraient correspondre à des linéaires de cours d'eau ou de routes.

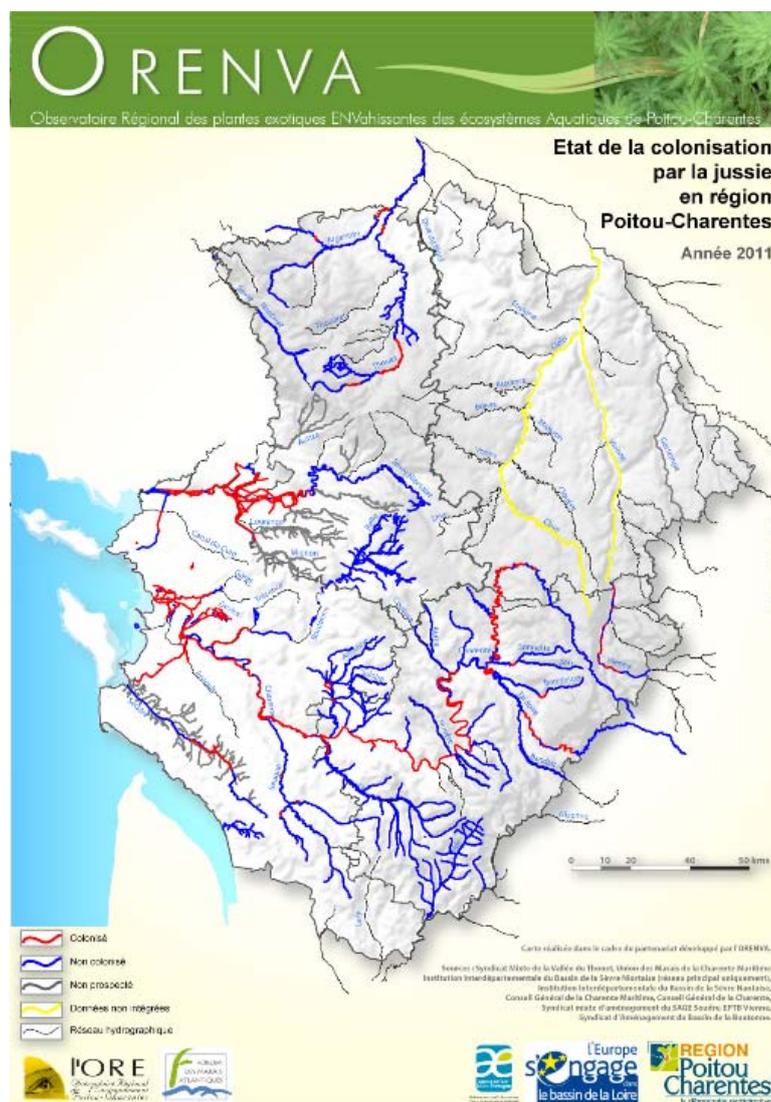
A l'instar des plans d'eau, les cours d'eau et les réseaux de fossés qui sont souvent le siège de colonisations importantes ont régulièrement fait l'objet de cartes de répartition des espèces sur des territoires de dimensions variables. Ces cartes sont régulièrement actualisées et peuvent donc permettre d'évaluer visuellement la dynamique de colonisation de l'espèce considérée. Elles ont généralement des limites administratives, départementales ou régionales qui ne tiennent pas compte des continuités des bassins versants et ne facilitent donc pas une vision globale de la distribution de l'espèce.

La figure 4 présente, à titre d'exemple, la carte de localisation des jussies 2011 élaborée par l'Observatoire Régional des plantes aquatiques envahissantes des écosystèmes aquatiques de Poitou-Charentes (ORENVA).

Figure 4 : Carte de localisation 2011 des jussies en région Poitou-Charentes (ORENVA, http://www.orenva.org/IMG/jpg/JUSSIE_et_at_lieux_2011_01.jpg, consultation de septembre 2012)

Sur cette carte, le linéaire non prospecté est clairement identifié par un surlignage noir, en bleu les linéaires prospectés non colonisés, en rouge le linéaire colonisé et en jaune les données non encore intégrées dans la base à l'époque de la réalisation de la carte.

Il s'agit bien d'une carte en "présence / absence" ne permettant donc pas, lors de son examen, d'évaluation de l'importance de cette "présence".



Pour améliorer cette approche cartographique, d'autres travaux ont cherché à présenter sur le même document la localisation et l'intensité de la colonisation.

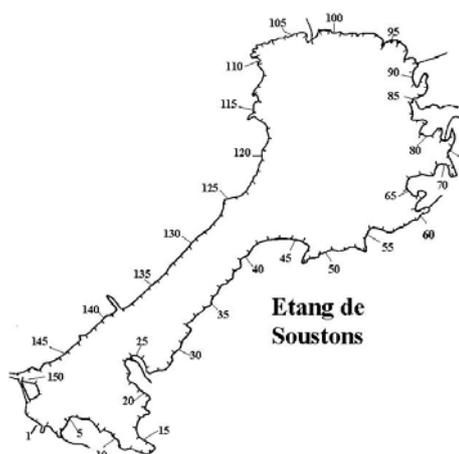
Ce fut par exemple le cas pour les travaux menés sur les macrophytes aquatiques des lacs et étangs aquitains depuis le milieu des années 80, où une méthode de localisation s'appuyant sur les fonds de cartes IGN a été systématiquement utilisée.

La demande originelle portait sur des cartographies de la répartition de diverses espèces de plantes exotiques envahissantes. Comme ces espèces colonisaient principalement les zones de rives des plans d'eau, là se concentraient les usages humains et donc les nuisances causées par ces colonisations importantes, une méthode permettant d'examiner rapidement ces zones riveraines des plans d'eau et d'en produire facilement des cartes exploitables pour les interventions a été mise au point. Elle devait permettre une certaine précision

géographique, une estimation de l'occupation locale des biotopes, une comparaison des données dans le temps.

Sur un fond cartographique au 1/10 000°, les périmètres des plans d'eau ont été découpés en secteurs numérotés d'une longueur constante (50 ou 100 m selon la taille des plans d'eau). Une carte de référence unique a ainsi été constituée pour chaque plan d'eau. La figure 6 présente, à titre d'exemple, la localisation des secteurs sur les rives de l'étang de Soustons, situé dans le sud des Landes.

Figure 5 : Localisation des secteurs de rives de l'étang de Soustons (Dutartre *et al.*, 1989)



Sur chaque secteur exploré est établie une liste de taxons dont les abondances relatives à l'ensemble du secteur sont notées pour chacun d'entre eux selon une grille de 0 à 5 (1, quelques pieds ; 2, quelques petits herbiers ; 3, petits herbiers assez fréquents ; 4, grands herbiers discontinus ; 5, herbiers continus).

Les informations obtenues permettent de produire des cartes de répartition telles que celle présentée en figure 6. Ces cartes donnent donc une représentation semi-quantitative de la colonisation du site cartographiée.

Sur la figure 6 il est possible, par exemple, de repérer en rive Ouest du plan d'eau des linéaires importants de roselières denses et des roselières discontinues sur la rive Nord-est.

Figure 6 : Répartition des roselières dans l'étang de Soustons (Dutartre *et al.*, 1989)



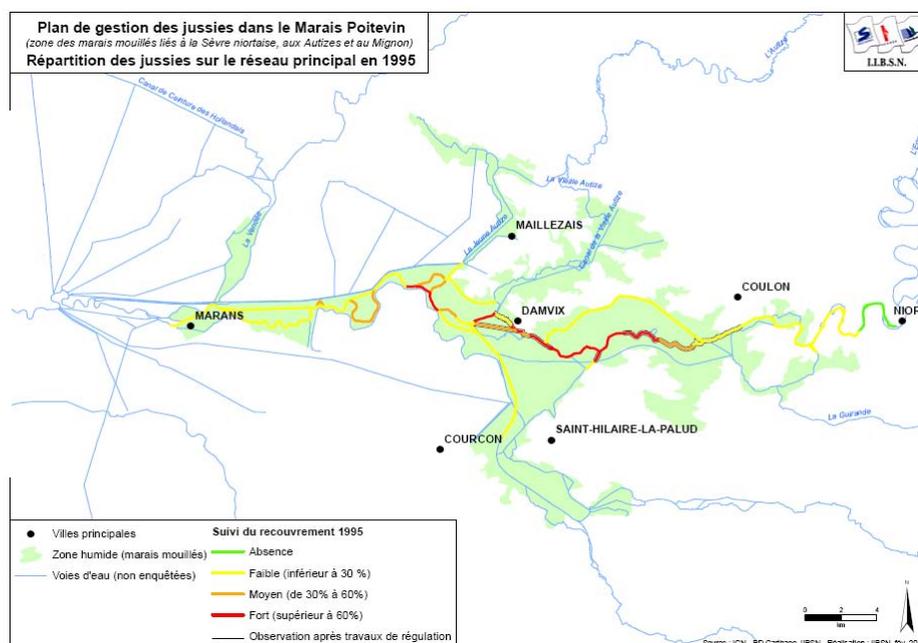
A partir de 2003, l'utilisation d'un GPS lors des repérages cartographiques a facilité le repérage des limites de ces secteurs et la réalisation de mesures automatiques de positionnement et de superficie de certains herbiers de pleine eau comme les nupharaies ou les grands herbiers de châtaigne d'eau subsistant dans deux des étangs.

Ces cartes de répartition des plantes exotiques ont servi à l'établissement de propositions de gestion concrètes et géographiquement référencées, avec des précisions sur les zones d'interventions prioritaires (Dutartre *et al.*, 1989).

Cette évaluation d'abondance en 5 classes était un choix lié à la difficulté d'évaluer les superficies couvertes par les différentes espèces présentes (hélrophytes et hydrophytes) sur des largeurs très variables de zones riveraines colonisées par ces plantes. Dans d'autres types de sites, tels que les cours d'eau relativement étroits (moins de 20 à 30 m) ou les réseaux de chenaux et de fossés des zones humides, et pour certaines espèces telles que les hydrophytes à feuilles flottantes ou les plantes amphibies telles que les jussies ou le myriophylle du Brésil, une évaluation du recouvrement est possible.

C'est par exemple la méthode utilisée par Nicolas Pipet (Institution Interdépartementale du Bassin de la Sèvre Niortaise) depuis le début de ses travaux sur la gestion des jussies. La figure 7 présente à titre d'exemple la carte de 1995.

Figure 7 : Carte de répartition des jussies dans le Marais Poitevin (1995)
http://sevre-niortaise.fr/wp-content/uploads/12_68_cartes-repartition-jussies-19952010_308.pdf, consultation septembre 2012



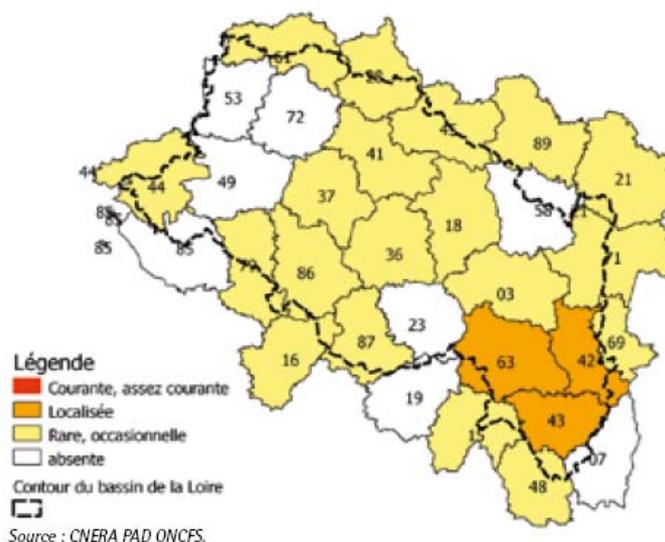
Les sites non "enquêtés" et l'absence de jussies sur les linéaires examinés y sont indiqués. Une typologie des recouvrements par les jussies des cours d'eau et chenaux colonisés selon trois limites de pourcentages de recouvrement permet de visualiser l'importance de ces

recouvrements : en jaune pour des recouvrements inférieurs à 30 %, en orange de 30 à 60 % et en rouge pour des valeurs supérieures à 60 %.

Cette approche semi-quantitative peut également être appliquée à la faune selon des modalités différentes puisque les observations portent soit sur les animaux eux-mêmes soit sur des traces de leurs activités.

Par exemple, dans le cadre d'une synthèse des connaissances et de diffusion d'outils pratiques, l'ONCFS réalise actuellement un ouvrage collectif sur les vertébrés exotiques envahissants (hors poissons) du bassin de la Loire. La typologie appliquée est une évaluation de l'intensité des observations des animaux à l'échelle départementale en trois niveaux. La figure 8 présente l'exemple du raton laveur.

Figure 8 : Observations de raton laveur sur le bassin versant de la Loire sur la période 1990-2011 (Sarat, CNERA PAD ONCFS, 2012)



Les indices de présence des espèces animales peuvent également être utilisés. Par exemple, sur la figure 9 est indiqué le degré d'infestation de ragondins sur le bassin versant de l'étang de l'Or (Hérault) évalué en 5 classes (de nul à fort) d'indices de présence de l'espèce (Gindre, 2007).

Cette méthode de cartographie s'appuie donc sur des reconnaissances de terrain dont la durée peut être très importante, en lien direct avec les superficies et la fragmentation écologique et foncière des territoires à examiner. Cette durée est une forte contrainte de la gestion qui mobilise des agents de terrain à des périodes printanières qui doivent généralement être aussi consacrées à d'autres travaux ou actions. Elle est encore souvent la cause de reconnaissances partielles des territoires à gérer, ce qui induit des approximations dans les cartes de répartition qui en sont issues et limite alors l'efficacité des interventions de gestion.

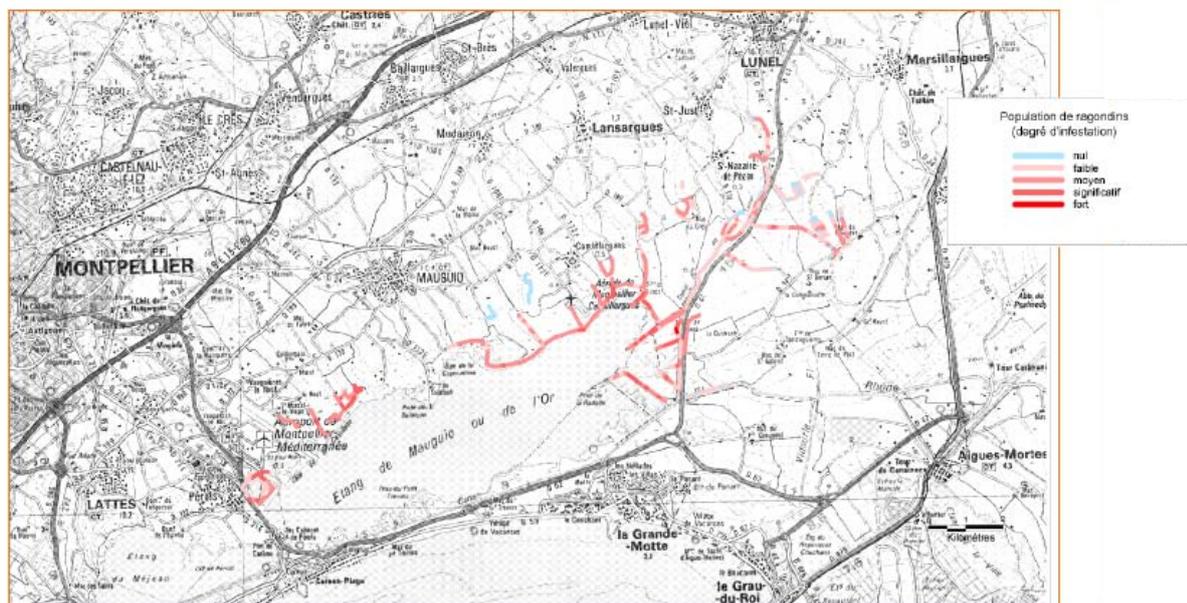


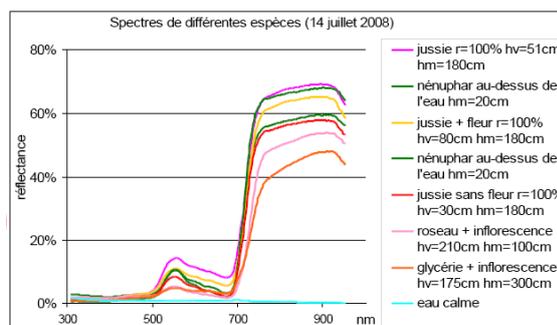
Figure 9 : Carte des degrés d'infestation de ragondins sur l'étang de l'Or (Hérault), janvier 1999 (Gindre, 2007)

C'est pourquoi des travaux ont été engagés depuis 2008 par Benjamin Bottner de l'Institution d'Aménagement de la Vilaine (IAV) et Jacques Haury (Agrocampus Rennes) pour tester le recours à la télédétection. Ces travaux portent sur les jussies dont la colonisation des milieux humides du bassin versant de la Vilaine est déjà largement avancée.

Ces travaux ont comporté des acquisitions d'images satellites ou aéroportées et de données de terrain issues de mesures radiométriques des couverts végétaux et de relevés de végétation incluant la densité des plantes présentes.

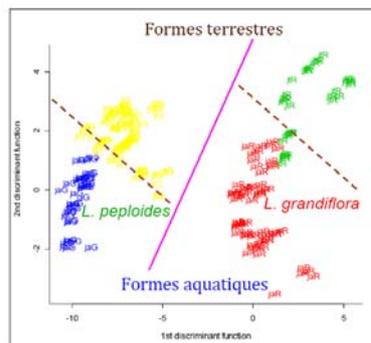
Par exemple, des mesures radiométriques réalisées en 2008 ont permis de discriminer les jussies des autres espèces et même d'identifier des réponses spectrales de différentes conformations des jussies (Figure 10).

Figure 10: Réponses spectrales des jussies et d'autres plantes (Bottner, Haury, 2012)



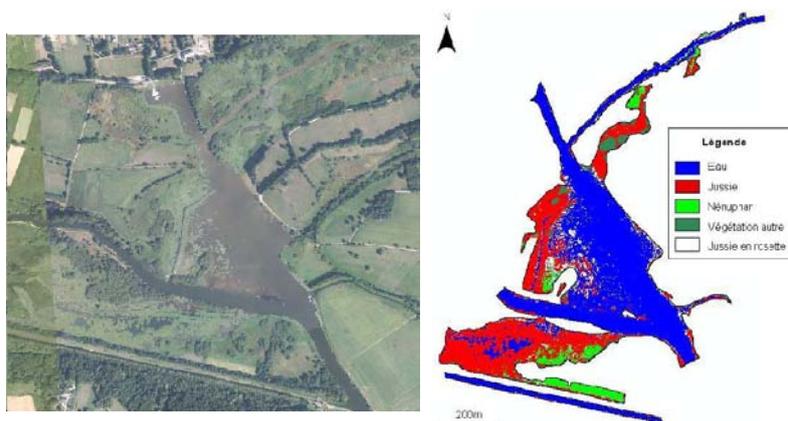
En 2009, les traitements d'image ont même permis de distinguer les deux espèces de jussies présentes et leurs formes aquatiques et terrestres (Figure 11).

Figure 11 : Discrimination des deux espèces des jussies et de leurs formes (Bottner, Haury, 2012)



A titre d'exemple, la figure 12 présente les résultats obtenus sur la zone humide de Glénac où les jussies sont localisées en rouge pour les zones émergées et en blanc pour les plantes en rosette en pleine eau.

Figure 12 : Localisation des jussies sur Glénac (Bottner, Haury, 2012)



Ces résultats montrent donc un intérêt certain du recours à la télédétection dans le recueil d'informations sur les plantes invasives sur le terrain. A notre connaissance, seules les jussies, plantes amphibies aux fleurs jaunes, ont fait jusqu'à présent l'objet de recherches dans ce domaine mais les évolutions des techniques de prises de vues, de traitement d'images et d'utilisation de plus en plus systématique de systèmes d'informations géographiques (SIG) devraient à terme faciliter la localisation des espèces et réduire le temps qui lui est nécessairement consacré.

3. Données issues des recueils d'informations

Les informations recueillies sur le terrain qui permettent de construire les cartes de répartition des espèces ont été régulièrement utilisées à des fins de quantification des colonisations selon différentes modalités : il s'agissait alors de pouvoir fournir des éléments chiffrés complétant les cartes, à la fois pour évaluer l'importance relative de la colonisation sur le territoire considéré, les dynamiques de progression ou de régression des espèces, avec sans interventions de gestion.

Par exemple, les cartes élaborées à partir des suivis sur les lacs et étangs aquitains utilisant des observations par secteur ont été complétées par des compilations des données obtenues par plan d'eau et par espèce pouvant permettre des comparaisons entre plans d'eau et, pour un même plan d'eau, entre diverses campagnes.

Les paramètres issus des suivis comportent la fréquence, c'est à dire le nombre de secteurs où l'espèce est présente par rapport au nombre de secteurs total définis sur les rives du plan d'eau (ce paramètre varie de 0 à 1) et l'abondance moyenne de l'espèce considérée sur les secteurs où elle est présente.

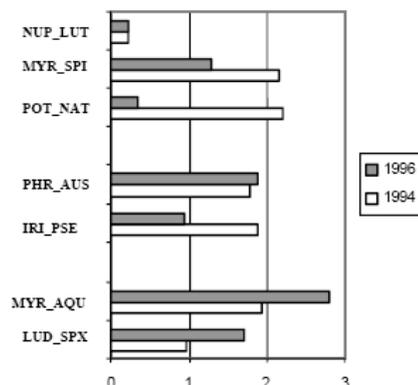
De plus, afin de faciliter ces comparaisons entre plans d'eau, campagnes de suivis et espèces, un "indice d'occupation" est calculé : produit de la fréquence par l'abondance moyenne, variant de 0 à 5 (0, plante absente, 5, plante présente sur l'ensemble du linéaire des rives avec une abondance maximale), cet indice rend compte à la fois de la dispersion de la plante considérée et de son abondance et peut être considéré comme un descripteur synthétique de l'état de colonisation du plan d'eau par l'espèce considérée.

Les comparaisons entre campagnes pour un même plan d'eau peuvent permettre une évaluation des caractéristiques de développement ou de régression des plantes. La figure N° 13 présente par exemple les résultats obtenus sur l'étang de Moliets (sud des Landes) à la suite de deux campagnes de terrain en 1994 et 1996.

Si le nénuphar jaune (*Nuphar lutea*) et le roseau commun (*Phragmites australis*) semblent relativement stables durant cette courte période, il n'en est pas de même pour les autres plantes indigènes qui présentent de très fortes régressions d'indice comme pour *Myriophyllum spicatum* et *Potamogeton natans* ou une régression notable mais moins prononcée pour l'iris (*Iris pseudacorus*). En revanche, les deux espèces exotiques, le myriophylle du Brésil, *Myriophyllum aquaticum* et la jussie *Ludwigia grandiflora* présentent de nettes augmentations d'indice, d'environ 0,4 dans les deux cas (Dutartre, 2004).

Figure 13 : Evolutions des indices d'occupation pour différentes plantes aquatiques sur l'étang de Moliets (Landes) en 1994 et 1996 (Dutartre, 2004).

(NUP_LUT : *Nuphar lutea* ; MYR_SPI : *Myriophyllum spicatum* ;
POT_NAT : *Potamogeton natans* ; PHR_AUS : *Phragmites australis* ;
IRI_PSE : *Iris pseudacorus* ; MYR_AQU : *Myriophyllum aquaticum* ;
LUD_SPX : *Ludwigia* spp)



Cet indice d'occupation peut également permettre de comparer les espèces entre elles. Comme le montrent les tableaux 1 et 2, les valeurs d'indices varient entre environ 2,5 et 0,2 pour les espèces indigènes des 15 lacs et étangs étudiés, avec les valeurs les plus élevées pour les espèces des roselières et les plus faibles pour des espèces rares et protégées, et entre 4,1 et 2,7 pour les espèces exotiques, la seule valeur d'indice d'égéria, espèce en tout début de colonisation à cette époque, ne pouvant servir de référence.

Tableau 1 : Plantes aquatiques indigènes des lacs et étangs landais : nombre de plans d'eau et valeurs maximales de l'indice d'occupation (Dutartre, 2004)

(PHR_AUS : *Phragmites australis* ; IRI_PSE : *Iris pseudacorus* ; SCI_PUN : *Scirpus pungens* ; POT_NAT : *Potamogeton natans* ; NUP_LUT : *Nuphar lutea* ;
LOB_DOR : *Lobelia dortmanna* ; LIT_LAC : *Littorella lacustris* ; ISO_BOR : *Isoetes boryana* ; LUR_NAT : *Luronium natans*)

taxon	nombre de plans d'eau où le taxon a été répertorié	Indice d'occupation maximal
PHR_AUS	15	2,53
IRI_PSE	15	2,13
SCI_PUN	9	1,31
POT_NAT	15	2,21
NUP_LUT	14	2,93
LOB_DOR	4	1,30
LIT_LAC	3	0,77
ISO_BOR	2	0,74
LUR_NAT	4	0,18

Tableau 2 : Plantes aquatiques exotiques des lacs et étangs landais, nombre de plans d'eau et valeurs maximales de l'indice d'occupation (Dutartre, 2004)

(LUD_SPX : *Ludwigia* spp ; LAG_MAJ : *Lagarosiphon major* ; MYR_AQU : *Myriophyllum aquaticum* ; EGE_DEN : *Egeria densa*)

Taxon	Nombre de plans d'eau où le taxon a été répertorié	Indice d'occupation maximal
LUD_SPX	13	4,13
LAG_MAJ	10	2,67
MYR_AQU	6	2,79
EGE_DEN	1	0,21

Dans la mesure où, dans la plupart des cas, les reconnaissances de terrain sont réalisées par différentes personnes, l'utilisation de formulaires à remplir pour plus ou moins codifier les informations à recueillir est devenue systématique. Sur des fiches papier dans un premier temps pour prendre actuellement place dans quelques cas sur des enregistreurs numériques comme les PDA, les informations sont ensuite stockées dans des bases de données pour être ensuite traitées dans un Système d'Information Géographique, ce qui permet une production de cartes de répartition relativement rapides et d'attacher à ces cartes les informations de base.

A notre connaissance, les premiers formulaires utilisés dans la cartographie de plantes exotiques envahissantes ont été mis au point par le responsable de la brigade départementale de Vendée du Conseil Supérieur de la Pêche et utilisés pour fournir un bilan de colonisation des milieux humides du département par trois plantes aquatiques exotiques (jussie, myriophylle du Brésil, égéria) dans le cadre d'une étude réalisée pour le compte du Conseil Général de Vendée (Dutartre, Touzot, 1999).

Un exemple renseigné de ce formulaire est présenté en figure 14. Il comporte des éléments de localisation géographique, des précisions sur les dates des observations et des éléments sur les espèces rencontrées, les superficies colonisées et/ou une évaluation du recouvrement (en 6 classes, de moins de 10 % à 100 %), la position des herbiers (rive gauche ou droite, ou les deux).

Plus de 110 fiches renseignées ont permis de dresser un premier bilan des colonisations de ces trois espèces dans le département.

D'autres formulaires, inspirés de celui mis en œuvre en Vendée lors de cette étude, ont ensuite été mis en place dans les travaux ultérieurs de cartographie des plantes exotiques envahissantes, tout d'abord dans la région Pays de la Loire puis, progressivement à l'échelle du bassin Loire-Bretagne, au fur et à mesure que des groupes de travail régionaux se sont constitués.

Figure 15 : Première page de la fiche de suivi de chantier (groupe de travail Loire-Bretagne sur les plantes exotiques envahissantes, 2008)

Ces fiches de suivi de chantier viennent donc compléter le recueil d'informations. Les analyses des fiches obtenues permettent ensuite de préciser les modalités d'interventions et de contribuer aux analyses économiques qui commencent à être mises en place, comme par exemple celle de Matrat et al (2011) présentée lors du colloque "Les plantes invasives en Pays de la Loire".

FICHE SUIVI DE CHANTIER													
Organisme :			Nom Observateur :				Date d'observation :						
ESPECE ENVAHISSANTE													
Nom de l'espèce : <input type="text"/>													
DONNEES GENERALES DU SITE													
Commune(s) :						Département :							
Nom du Bassin Versant, Cours d'eau, Zone de marais (<i>barrer la mention inutile</i>) :													
Nom du site (<i>lien dit</i>) :													
Localisation : Carte IGN au 1/25000*						N° de la carte :							
Nom du Maître d'ouvrage du chantier :													
Première intervention : <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non						Entretien : <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non							
Date de la 1ère année d'observation :						Date du 1er chantier sur le site :							
CONTEXTE													
Type de Milieu :													
<input type="checkbox"/> Berge <input type="checkbox"/> Cours d'eau/ruisseau <input type="checkbox"/> Accotement routier/talus <input type="checkbox"/> Fossé <input type="checkbox"/> Zone humide <input type="checkbox"/> Plan d'eau													
Contexte météorologique de l'année :													
CHOIX D'INTERVENTION													
Méthode d'intervention employée :													
<input type="checkbox"/> Arrachage manuel (AMN) <input type="checkbox"/> Assec (A) <input type="checkbox"/> Traitement chimique (TC) :													
<input type="checkbox"/> Arrachage mécanique (AMC)- précisez l'engin :													
<input type="checkbox"/> Actions combinées (AC). Précisez :													
<input type="checkbox"/> Fauchage (F) Précisez outil :													
<input type="checkbox"/> Autre :													
Méthodes complémentaires :													
<input type="checkbox"/> Plantation d'arbres pour augmenter l'ombrage (PA)						<input type="checkbox"/> Génie végétal (GV)							
<input type="checkbox"/> Actions visant à améliorer la qualité de l'eau (QE)						<input type="checkbox"/> Geotextile (GT)							
<input type="checkbox"/> Autre :													
<i>Période : Indiquez la période durant laquelle vous avez effectué l'intervention. S'il y a eu plusieurs interventions au cours de l'année, précisez la méthode employée à chaque fois, en indiquant le code correspondant (entre parenthèse ci-dessus).</i>													
Année													
Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	TOTAL
Intervention													
Surface traitée*													
Volume récolté													
*en m ² , pour vous aider, remplissez le tableau ci-dessous :													
Classes	0 - 1 m ²	1 -10 m ²	10 - 100 m ²	100-1000 m ²	> 1000 m ² (précisez la surface réelle)	Estimation de la SURFACE TOTALE occupée sur le site							
Nombre d'arbustes ou d'individus													
Prestataire			Nombre de jours d'intervention				Nombre de personnes						
Techniciens													
Bénévoles													
Agents saisonniers													
Entreprise- nom :													
Association- nom													
Régie													
Autre(s)													

Groupe de travail Loire-Bretagne sur les plantes exotiques envahissantes – 2008
<http://www.centrederessources-loireatime.com>, rubrique plantes envahissantes

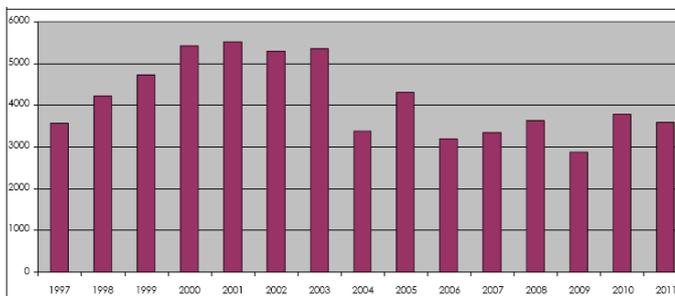
Sur les 400 fiches rassemblées depuis 1994, cette "analyse des coûts de chantier en Pays de la Loire" portait sur près de 320 fiches de chantier où figuraient des données de coûts.

En ce qui concerne la faune exotique envahissante en milieux aquatiques, à notre connaissance, les travaux ont moins fait l'objet de diffusions d'informations, même si la gestion de certaines espèces, dont celle du ragondin, est déjà relativement ancienne.

Les données les plus facilement disponibles sont généralement les bilans des captures. La figure 16 présente à titre d'exemple, les captures annuelles de rats musqués réalisés par

l'unité de lutte contre les espèces invasives du Conseil Général de la Somme (Dhennin, 2012).

Figure 16 : Captures annuelles de rats musqués (Dhennin, Agence départementale fluviale et maritime, Conseil général de la Somme, 2012)



Des suivis plus précis sont également disponibles, précisant la densité des espèces comme par exemple le nombre de ragondins et de rats musqués piégés par km de cours d'eau en Basse-Normandie (Tableau 3). Les auteurs indiquent que des "infestations" supérieures à 15-20 par km correspondent à des densités élevées (FDGDON Manche, 2007).

Tableau 3 : Densités moyennes de ragondins et de rats musqués piégés par km de cours d'eau en région Basse-Normandie (FDGDON Manche, 2007)

Département	Bassin versant	Nombre de ragondins (/km)	Nombre de rats musqués (/km)
<i>Orne</i>	l'Orne amont	42	5
	la Risle	20	11
	l'Huisne	11	1
	la Varenne	14	8
<i>Calvados</i>	l'Orne aval	6	7
	la Dives	10	17
	la Touques	10	8
	la Seulles	3	15
	l'Aure	20	36
	la Vire	10	14
<i>Manche</i>	la Saire	10	12
	la Divette	3	9
	la Douve	14	7
	la Taute	10	13
	l'Ay	6	9
	la Sienne	29	/
	la Sée	3	7
	la Sélune	7	7

4. Dynamiques de colonisation

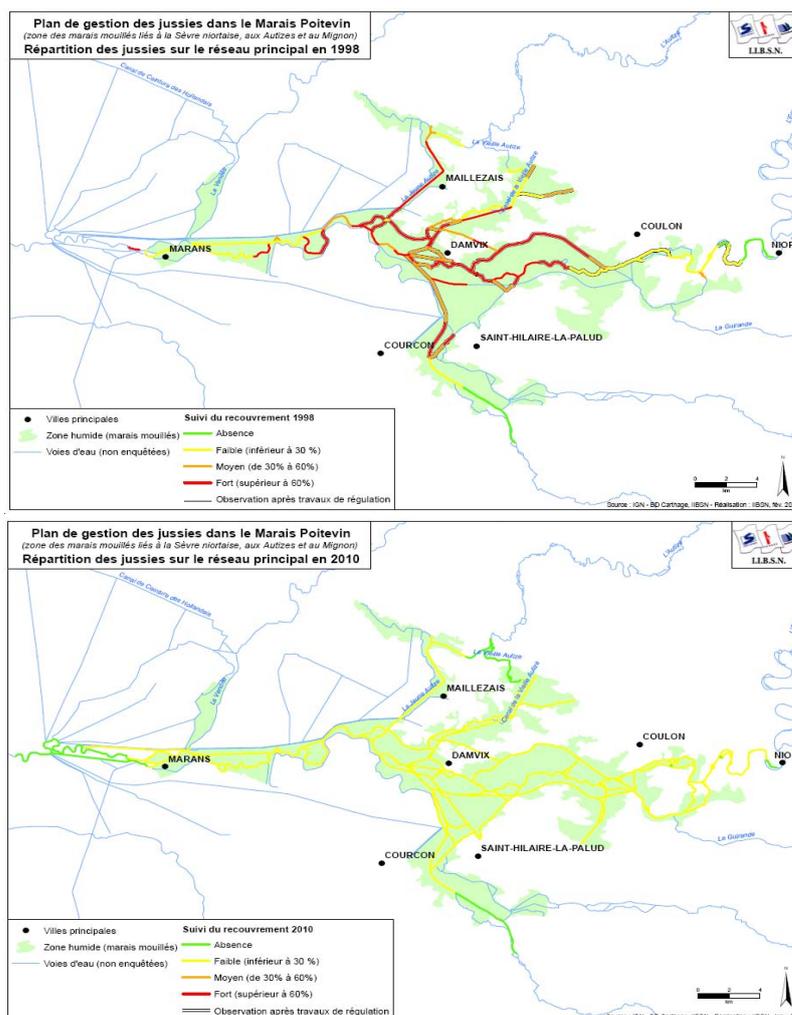
Dans de nombreux sites, faisant l'objet ou non d'interventions de régulation des espèces exotiques envahissantes, l'évaluation des dynamiques de colonisation de ces espèces fait partie des besoins indispensables d'information des gestionnaires afin qu'ils puissent mettre en œuvre des interventions ou adapter à l'évolution de la situation les interventions déjà appliquées.

La comparaison visuelle de cartes successives de répartition peut déjà permettre une première analyse, d'autant plus si la carte présente des informations de quantification de la colonisation.

C'est par exemple le cas des cartes annuelles de répartition des jussies dans le réseau principal des marais mouillés du Marais Poitevin réalisées par IBSN (Figure 17).

Figure 17 : Cartes de répartition des jussies dans le Marais Poitevin (1998, 2010)
(http://sevre-niortaise.fr/wp-content/uploads/12_68_cartes-repartition-jussies-19952010_308.pdf, consultation septembre 2012)

Cette figure présente les cartes de 1998 et 2010 où sont précisés pour chaque linéaire les pourcentages de recouvrement par les jussies et la réalisation des travaux. Il est facile de constater que les recouvrements supérieurs à 60 %, bien visibles en rouge sur la carte de 1998, ne sont plus du tout présents en 2010, remplacés par la signalétique jaune correspondant à des recouvrements inférieurs à 30 %.



La comparaison de deux cartes de répartition des jussies réalisées à la suite de campagnes en 1994 et 1998 sur l'étang de Garros (Landes) permet également de visualiser l'extension rapide de l'espèce avec, en particulier, une importante colonisation de la partie Est du plan d'eau (Figure 18).

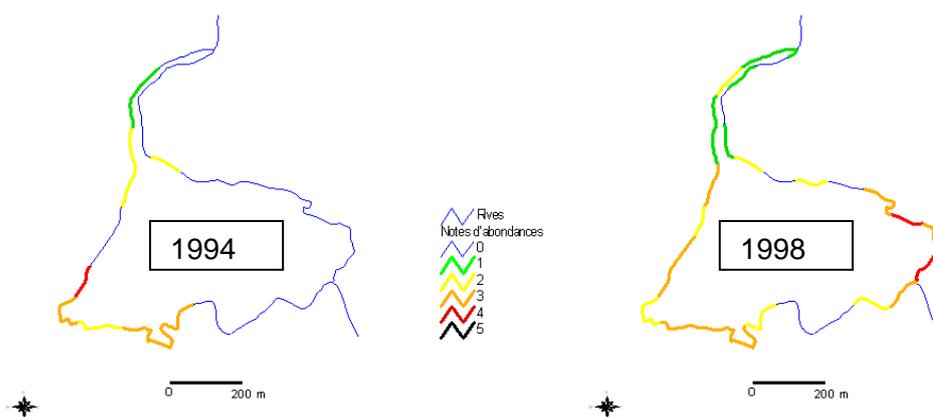


Figure 18 : Evolution de la colonisation par les jussies des rives de l'étang de Garros (Landes) entre 1994 et 1998 (Dutartre, 2004).

La "lutte" contre les ragondins est probablement une des premières actions de gestion d'une espèce exotique envahissante mises en œuvre à l'échelle de la métropole : les dommages causés à certaines productions agricoles par ce rongeur en sont la cause. La figure 19 présente la répartition de l'espèce à l'échelle départementale en 1960, 1995 et 2011.

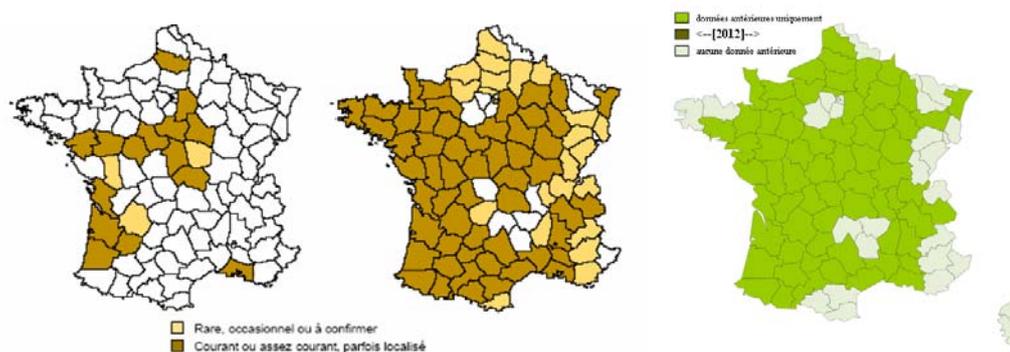


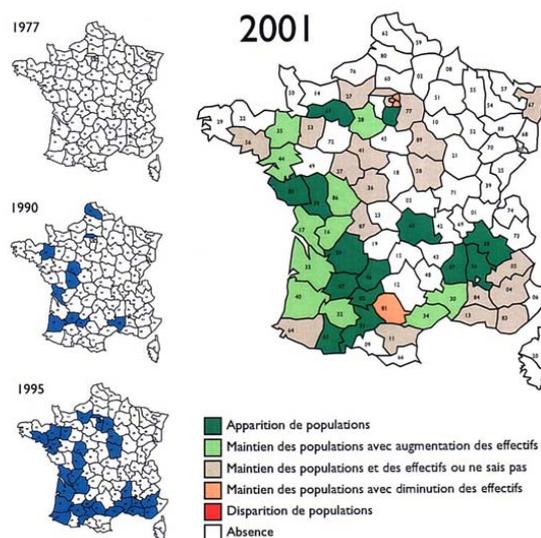
Figure 19 : Répartition départementale du ragondin en 1960 et 1995 (Jouventin *et al.*, 1996) et en 2011 (INPN, http://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/61667)

L'évolution entre les deux premières dates est très nette mais la comparaison entre 1995 et 2011 présente quelques différences qui semblent difficiles à expliquer faute de précisions, comme par exemple les absences de l'espèce en 2011 dans des départements où elle était citée en 1995 : conséquence des interventions de gestion ou approximation des cartes ?

Parmi les espèces dont les dynamiques d'extension géographiques et les impacts sur les milieux colonisés sont les mieux connues figure l'écrevisse rouge de Louisiane (*Procambarus clarkii*). Les observations de terrain des agents du Conseil Supérieur de la Pêche sur cette espèce permettent de visualiser sa dynamique de colonisation de la métropole (figure 20).

Figure 20 : Répartition départementale de *Procambarus clarkii* en 1977, 1990, 1995 et 2001 (Collas, 2009)

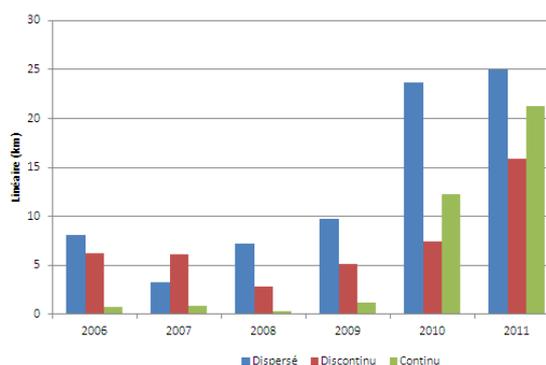
La carte de 2001 permet de plus une évaluation de la dynamique des populations dans le département concerné, en discriminant chaque fois que possible progression ou régression des effectifs. Toutefois, le nombre important de départements l'écrevisse est présente sans qu'un avis puisse être donné sur sa dynamique montre bien la difficulté de l'exercice.



En Brière, la colonisation des jussies débutée dans le milieu des années 90 a progressivement pris une grande ampleur, tout d'abord sur les voies d'eau (cours d'eau, chenaux et fossés) puis, depuis peu, sur les prairies humides où cette nouvelle modalité de colonisation crée des difficultés supplémentaires importantes liées au peu d'efficacité des possibilités techniques dans ce type de biotope.

La figure 21 présente l'évolution des linéaires de voies d'eau colonisés dans les marais du Brivet : trois classes de description des herbiers présents y sont différenciés (dispersé, discontinu et continu).

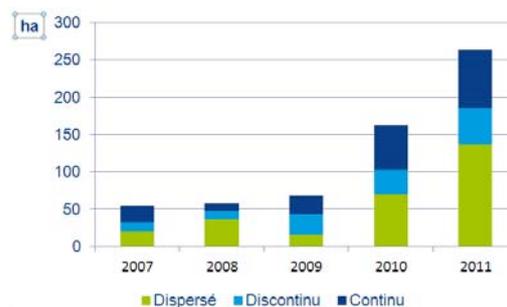
Figure 21 : Linéaires colonisés par type de densités des herbiers de jussies dans le marais du Brivet entre 2006 et 2011 (PNRB, 2011)



Cette figure indique une très forte progression de la colonisation, quelque soit l'intensité de colonisation, en 2010 et 2011 alors que les valeurs variaient relativement peu entre 2006 et 2009.

Les superficies de prairies colonisées (Figure 22) montrent également cette forte progression les deux dernières années des évaluations, avec une augmentation très nette des superficies occupées par des herbiers dispersés.

Figure 22 : Superficies de prairies colonisées par les jussies dans le marais de la Grande Brière Mottière entre 2007 et 2011 (PNRB, 2011)



Ces dynamiques peuvent également être évaluées en utilisant les évolutions des paramètres calculés à partir des informations recueillies.

A titre d'exemple, le tableau 4 présente les caractéristiques de colonisation du myriophylle du Brésil sur l'étang de Léon (Landes) lors de quatre campagnes entre 1988 et 2003 (Dutartre *et al.*, 2003). Après une très forte progression entre 1988 et 1998, les trois paramètres calculés (fréquence, abondance moyenne et indice d'occupation) se stabilisent en 2003, très probablement à la suite des travaux de régulation de l'espèce qui ont été entrepris.

	1988	1993	1998	2003
Fréquence (en%)	3	36	51	55
Abondance moyenne	3	2,1	2,4	2,31
Indice d'occupation	0,09	0,76	1,25	1,28

Tableau 4 : caractéristiques de colonisation du myriophylle du Brésil sur l'étang de Léon, en 1988, 1993, 1998 et 2003 (Dutartre *et al.*, 2003)

5. Evaluation des impacts des espèces

Dans les débats récurrents sur les invasions biologiques et leurs nuisances figure la quantification des impacts qu'elles causent. Si les impacts vis-à-vis des usages humains des milieux ne suscitent généralement pas de polémique particulière, dans la mesure où leurs implications sociales commencent à être de mieux en mieux admises, il n'en est pas de même pour les impacts sur la biodiversité dont les évaluations restent encore insuffisamment documentées pour empêcher ces débats : "les invasions biologiques comme second facteur de réduction de la biodiversité" ?

Il est extrêmement difficile d'évaluer ces impacts, d'autant plus que la notion de biodiversité reste relativement floue et prend diverses acceptions selon les auteurs.

Par ailleurs, toute évaluation d'impact sur la biodiversité devrait porter sur les espèces indigènes appartenant au même groupe d'organismes que l'espèce exotique mais aussi sur les communautés en relation avec cette espèce. Les exemples de telles analyses restent encore relativement rares.

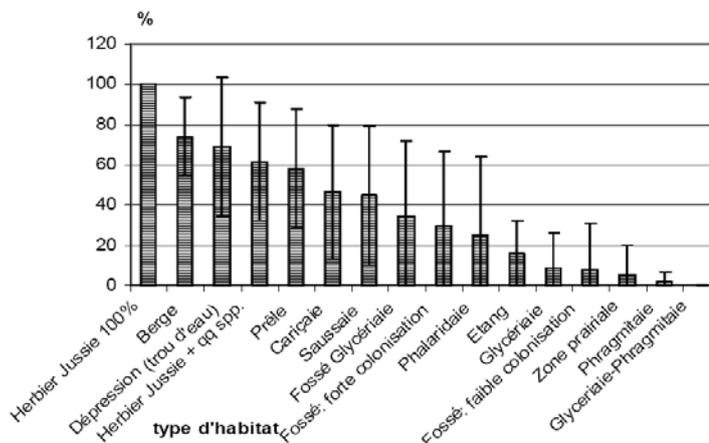
L'échelle spatiale et temporelle de ce type d'analyses devrait également être précisée pour pouvoir en tirer d'éventuels éléments de conclusions généralisables. Par exemple, une analyse statistique de l'ensemble des données de répartition des plantes sur les secteurs de rives des lacs et étangs aquitains, tous confondus, n'ont montré aucune corrélation significative entre l'abondance des jussies à l'échelle des secteurs et la diversité floristique des secteurs, alors que les observations de terrain semblaient permettre des conclusions apparemment plus évidentes (données Cemagref, non publiées).

De même, lors d'un suivi sur des profils de quadrats en pleine eau, à des profondeurs pouvant atteindre 1 m, l'abondance des jussies n'éliminait pas les autres hydrophytes présents, ce qui pourrait s'expliquer par le fait que le développement de cette espèce amphibie n'est pas optimal à ces profondeurs (données Cemagref, non publiées).

Dans les travaux réalisés par Haury *et al.* (2009) sur le marais de Gannedel, les densités de jussie étaient très variables dans les différentes formations végétales échantillonnées, forte colonisation dans les dépressions et certains fossés et absence dans certaines zones à phragmite et grande glycérie. Cette forte variabilité des densités en jussie semblait liée aux recouvrements des autres espèces, également très variables allant de 0 % (herbier monospécifique de jussie) à un recouvrement total ou presque pour les grands héliophytes (Figure 23). La richesse spécifique moyenne des espèces indigènes dans les quadrats était également très variable, pour atteindre au maximum près de 6 espèces dans les quadrats colonisés par les grands héliophytes.

Figure 23 : Marais de Gannedel, pourcentages de recouvrement de jussie dans différents types d'habitats (Haury *et al.*, 2009)

(moyenne et écart-type de 20 quadrats de 0,25 m² par habitat)



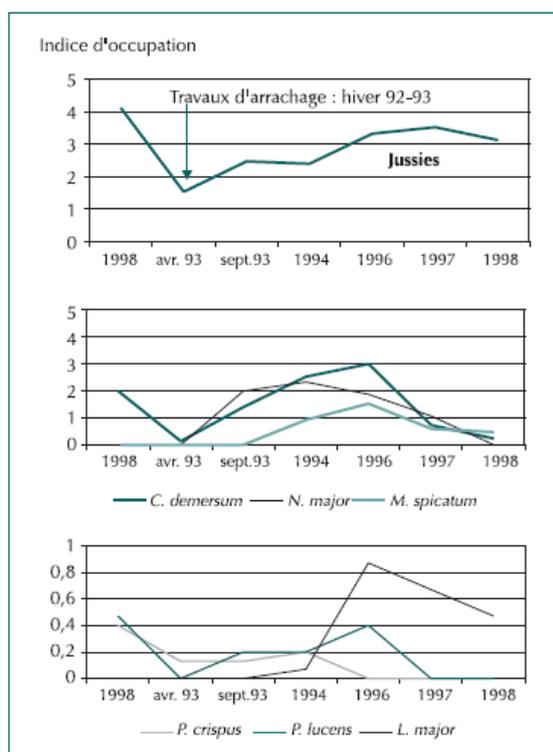
L'étude des recouvrements spécifiques observés sur les 324 quadrats de cette étude, rassemblant 55 taxons, non compris la jussie, montrait la colonisation préférentielle encore en cours des étangs à nénuphar par cette espèce, sa faible pénétration de la glycériaie et de la phalaridaie (formations végétales relativement hautes et denses) mais son effet négatif sur la richesse spécifique et le recouvrement des autres macrophytes.

Les suivis réalisés sur l'étang du Turc (Landes) avant et après un arrachage mécanique des très importants herbiers de jussie installés dans ce plan d'eau peu profond depuis plus d'une décennie ont permis d'évaluer les impacts de l'enlèvement de cette espèce, puis de sa repousse durant quelques années (Figure 24).

Figure 24 : Evolution des indices d'occupation de différentes espèces entre 1988 et 1998 dans l'étang du Turc (Landes) (Dutartre, 2004)

(C. demersum : *Ceratophyllum demersum* ; N. major : *Najas major* ; M. spicatum : *Myriophyllum spicatum* ; P. crispus : *Potamogeton crispus* ; P. lucens : *Potamogeton lucens* ; L. major : *Lagarosiphon major*)

Compte tenu de la forte colonisation de ce petit plan d'eau par les jussies et de la relative turbidité de ses eaux, la diversité des hydrophytes était assez réduite : seuls le cornifle (*Ceratophyllum demersum*) et deux espèces de potamots (*Potamogeton crispus* et *P. lucens*) étaient présents en 1988. Les



travaux d'arrachage ont eu un très fort impact sur ces plantes mais leur recolonisation a été rapide. D'autres espèces ont été observées les années suivantes, comme la naïade (*Najas major*), le myriophylle en épis (*Myriophyllum spicatum*) et *Lagarosiphon major*. Les évolutions ultérieures des indices montrent bien, en revanche, que la réapparition des jussies dans les biotopes des hydrophytes indigènes, faute d'arrachages réguliers, les a progressivement fait régresser. La diminution de l'indice d'occupation de la jussie entre 1997 et 1998 est la conséquence des premiers arrachages manuels réalisés sur ce plan d'eau alors que des interventions annuelles auraient du suivre l'intervention mécanique. A l'échelle du plan d'eau, la corrélation entre l'importance des développements de jussies et l'état des communautés d'hydrophytes indigènes est ici assez bien démontrée.

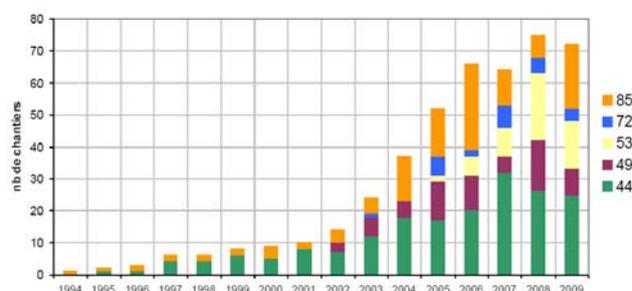
6. Efficacité de la gestion

Les financements des interventions de gestion sont une des principales difficultés rencontrées par les gestionnaires et leur obtention est devenue de plus en plus complexe. En effet, depuis près d'une décennie, l'accroissement des nécessités de gestion des espèces exotiques envahissantes est à été très important. Il est principalement lié à l'augmentation du nombre d'espèces invasives et à l'extension de nombreuses colonisations. Les besoins d'une meilleure gestion de la biodiversité dans les espaces naturels sont également une cause plus récente de déclenchement de certaines interventions.

Le nombre annuel de chantiers est un critère illustratif utile de cet accroissement. La figure 25 présente à titre d'exemple le nombre de chantiers répertoriés dans la région Pays de la Loire entre 1994 et 2009. Selon les auteurs une certaine stabilisation du nombre de chantiers est intervenue à partir de 2006.

Figure 25 : Nombre de chantiers de gestion de plantes exotiques envahissantes en région Pays de la Loire entre 1994 et 2009 (Matrat et al., 2011)

http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Analyse_des_couts_de_chantiers_en_Pays_de_la_Loire-Matrat_et_Haury.pdf



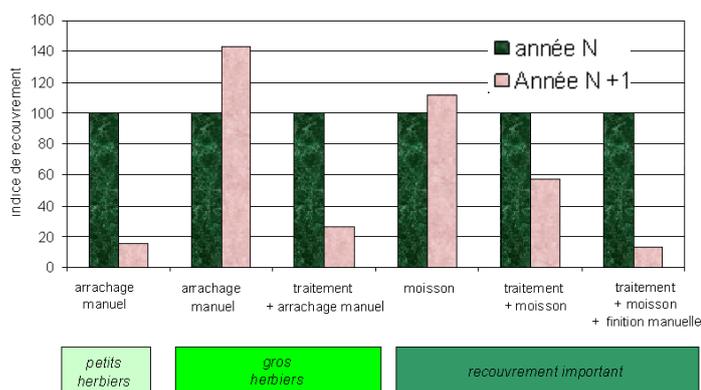
Ces dépenses régulières de gestion grèvent obligatoirement les budgets des gestionnaires et les conduisent à optimiser ces dépenses par différentes approches dont une évaluation de

l'efficacité des interventions qui peut être un argument important dans les négociations avec les financeurs.

Cette évaluation peut prendre différentes formes selon les espèces concernées. Pour la faune, le nombre de captures annuelles est un critère assez facile à utiliser (Figure 16). Pour les plantes elle peut être réalisée soit à partir de l'évolution des superficies subsistant les années suivant les interventions, soit à partir des quantités ou volumes de plantes retirées des sites.

Une première approche de cette efficacité réside également dans les comparaisons des résultats obtenus à la suite de la mise en œuvre de diverses méthodes. C'est par exemple le cas d'expérimentations menées par l'IIBSN pour définir la stratégie technique optimale de gestion des jussies dans le Marais Poitevin au début de la colonisation par ces plantes (Figure 26).

Figure 26 : Expérimentation de l'efficacité des méthodes de gestion des jussies (IIBSN, 2006)



Ces expérimentations ont testé, seule ou en combinaison, les trois méthodes d'intervention qui semblaient envisageables dans le contexte des marais mouillés, c'est-à-dire l'arrachage manuel, l'arrachage mécanique ("moisson") et l'application d'herbicides ("traitement"). L'évaluation de l'efficacité était un calcul de recouvrement par les jussies l'année suivant les tests ("année N + 1) considérant que l'indice de départ était de 100 avant les travaux. La figure 24 montre que l'arrachage manuel seul pouvait suffire pour les petits herbiers, qu'il devait être précédé d'une application d'herbicides pour les gros herbiers et que les recouvrements importants devaient être traités par la combinaison des trois méthodes successivement appliquées, avec un indice de l'ordre de 15. Ces résultats ont donc amené les services de l'IIBSN à appliquer cette combinaison de méthodes, au moins tant que les herbicides conservaient leur efficacité sur les parties de plantes émergées.

Depuis le début de la colonisation du site par les jussies, des reconnaissances de terrain sont réalisées chaque année sur l'ensemble du linéaire où des jussies sont observées. Elles

comportent une quantification des herbiers présents selon un classement par surface unitaire d'herbier. La figure 27 présente les évolutions des nombres moyens d'herbiers par km de rive et par classe de surface au cours de deux campagnes annuelles de suivi entre 2000 et 2005. La réduction des nombres moyens d'herbiers est d'autant plus importante que la classe de surface est élevée : les herbiers de surface supérieure à 10 m² ont progressivement disparu, même lors de la seconde campagne annuelle présentant souvent des valeurs plus élevées que la première.

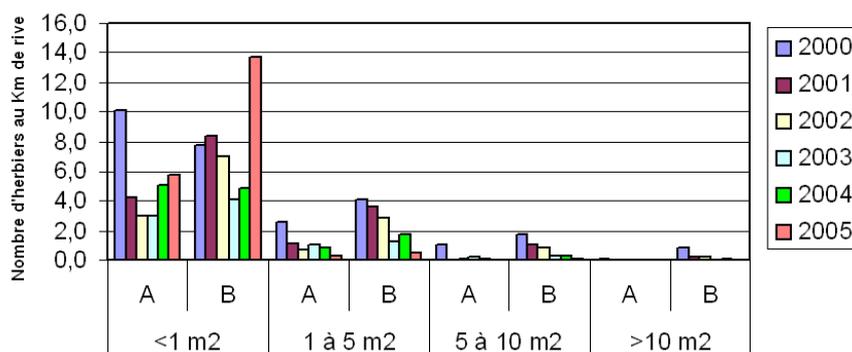


Figure 27 : Nombres moyens d'herbiers de jussie par kilomètre de rive de 2000 à 2005 sur le réseau principal des marais mouillés du Marais Poitevin (IIBSN, 2006)
(A : première campagne : B : seconde campagne)

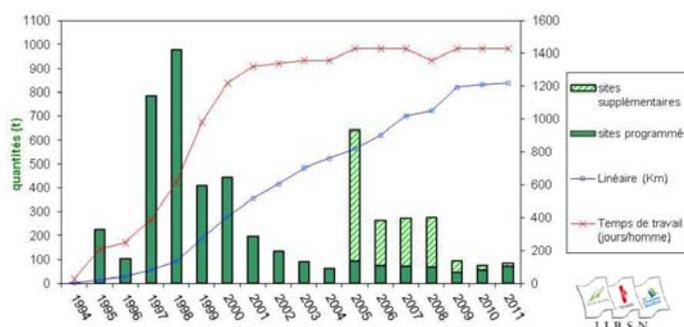
Les valeurs pour les plus petits herbiers présentent en revanche des fluctuations importantes, dont un maximum lors de la seconde campagne de 2005. Comme les travaux engagés sont presque exclusivement de l'arrachage manuel, ces herbiers de petites dimensions sont seulement les repousses de plantes laissées en place l'année précédente. La répétition annuelle des interventions permet donc de limiter la recolonisation des sites à ces seuls herbiers faciles à retirer : dans la mesure où il est quasiment impossible de retirer, même à la main, tous les fragments des tiges de jussies, ces interventions de gestion régulières peuvent donc être considérées comme pleinement efficaces.

Dans l'analyse des coûts de chantiers de la région Pays de la Loire réalisée en 2011 par Matrat *et al.*, le bilan des observations un an après les interventions montrait une régression de la colonisation dans 55 % des cas, une stabilisation dans 25 % des cas et une progression dans 15 %, correspondant souvent à de la fragmentation d'herbiers en zones de marais.

Les évolutions des quantités de plantes extraites des sites sont également un critère utilisable dans cette évaluation d'efficacité.

La figure 28 présente les évolutions des tonnages de jussie (en matière fraîche) extraits des marais mouillés du Marais Poitevin par les interventions de l'IIBSN, celles des linéaires entretenus et des temps de travail entre 1994 et 2011.

Figure 28 : Gestion des jussies par l'IIBSN : évolution des tonnages extraits, des linéaires de rives entretenus et des temps de travail (1994 – 2011) (Pipet, 2012)



Après une très forte progression des tonnages extraits et une valeur maximale de l'ordre de 1000 tonnes en 1998, la diminution des tonnages a été relativement rapide pour rester depuis 2003 2004 à des valeurs inférieures à une centaine de tonnes sur les sites régulièrement entretenus. Les histogrammes hachurés en vert correspondent aux tonnages extraits de sites nouvellement entretenus pour la première fois. Cette relative stabilité des extractions depuis près d'une décennie peut être considérée comme le stock résiduel de jussies dans les marais mouillés mais les travaux montrent très bien leur efficacité puisque durant la même période, les linéaires de rive faisant l'objet de l'arrachage des jussies sont passés d'environ 600 km à plus de 1200.

7. Commentaires

Cartographies, éléments de quantification et évaluation des dynamiques des espèces exotiques envahissantes, tout comme les évaluations de leurs impacts ou de l'efficacité de leur gestion, sont autant d'éléments d'informations nécessaires à une mise en œuvre optimale des interventions.

Le catalogue partiel qui précède montre bien la grande disparité de formes ou de contenus que peuvent prendre ces éléments, ce qui ne facilite ni une mise en œuvre organisée de certaines interventions, ni la réalisation de synthèses par espèces ou par types de milieux qui pourraient contribuer à orienter la politique générale de gestion des EEE.

La liste des indicateurs qu'il semblerait indispensables de renseigner dans tous les cas pour améliorer cette situation peut être séparée en deux groupes, l'un étant constitué d'éléments concernant l'état des lieux de la gestion, l'autre d'éléments ayant directement trait aux interventions.

Parmi les documents de travail qui ont circulé dans les groupes régionaux en cours de constitution, une liste proposée par l'ORENVA fin 2009 réunissait divers indicateurs. Le tableau 5 ci-dessous est largement adapté de ce document de travail.

Etat des lieux

Indicateur	Objectifs	Données
Localisation des observations	Evaluation de la géographie de la colonisation	Points GPS, limites administratives
Linéaire ou superficie de prospection	Evaluation annuelle des parcours des opérateurs de terrain	Longueur de rive ou superficies prospectées
Types d'habitats colonisés	Evaluation de l'amplitude écologique potentielle des espèces	Habitats selon Directive Habitats
Superficies des herbiers ou traces de présence observées	Evaluation de l'intensité de la colonisation	Superficie totale des herbiers, estimation du nombre d'animaux par unité de surface
Nombre d'herbiers ou d'animaux observés	Evaluation de la fragmentation des herbiers et de la démographie des animaux	Nombre d'herbiers ou d'animaux observés par unité de surface

Interventions

Linéaire ou superficie d'intervention	Evaluation de la couverture géographique de l'intervention	Longueur de rive ou superficie
Techniques d'intervention utilisées	Caractérisation des techniques mises en œuvre	Description des techniques et du matériel utilisés
Type d'intervenants	Caractérisation des conditions administratives et concrètes des interventions	Statut des intervenants
Durée d'intervention	Evaluation de l'importance de l'intervention	Nombre de jours hommes, nombre d'heures d'utilisation de matériel
Superficie des herbiers extraits, nombre d'animaux capturés	Evaluation des résultats de l'intervention	Superficies traitées, nombre d'animaux capturés
Biomasses récoltées	Evaluation des quantités de matières organiques à valoriser ou recycler	Quantités retirées des sites (m ³ , kg)
Valorisation ou devenir des déchets	Mise en place de filières de valorisation	Techniques utilisées
Coût de l'intervention	Evaluation et programmation des dépenses	Identification des postes de dépenses (personnel, matériel, valorisation des déchets, etc.)

Tableau 5 : Indicateurs utilisables dans l'acquisition de données sur les espèces exotiques envahissantes (adapté d'un document de travail ORENVA, 2009)

Il recense les indicateurs d'état des lieux et d'interventions dont le recueil est souhaitable dans tous les cas pour faciliter l'évaluation de la gestion des espèces exotiques envahissantes. Ces indicateurs correspondent tous à des informations ponctuelles dans l'espace ou dans le temps dont une analyse géographique ou chronologique permet d'extraire des informations indispensables sur la dynamique des espèces en gestion et sur l'efficacité de leur gestion.

Les efforts importants ont été réalisés depuis quelques années pour améliorer l'acquisition d'informations sur la gestion des espèces exotiques envahissantes, particulièrement au sein des différents groupes de travail réunissant chercheurs, gestionnaires et institutionnels à des échelles administratives diverses comme le groupe Loire-Bretagne, le groupe régional des Pays de la Loire ou l'Observatoire des plantes exotiques du département de Charente. Ces efforts ont porté sur tout ou partie des indicateurs précédemment envisagés bien qu'ils aient été tournés vers la flore, de manière exclusive au départ, tant les plantes étaient visiblement présentes et créatrices de nuisances dans de nombreux sites. La faune exotique est de plus en plus examinée et l'intégration de ces deux parties du monde vivant est en cours de construction dans différents groupes de travail.

Une des limites actuelles de ces efforts est l'insuffisance des liens fonctionnels entre les différents groupes et la disparité encore notable des bases de données et des analyses qui en sont extraites, mais cette situation devrait favorablement évoluer dans les années qui viennent.

Bibliographie partielle

- Dutartre A., Touzot O., 1999. Modalités de gestion des plantes aquatiques envahissantes dans le département de la Vendée. Expertise et propositions. Cemagref, Unité de Recherche Qualité des Eaux. Etude Cemagref, Groupement de Bordeaux N° 46, 107 pages.
- 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 2003-2006, rapport final. 128 p.
- FDGDON Manche, 2007. Programme départemental de mise en place de travaux de lutte collective contre les rongeurs aquatiques sur le département de la Manche. Rapport, 15 p.
- Gindre D., 2007. Gestion écologique des zones humides méditerranéennes : la régulation des populations de ragondins (*Myocastor coypus*) sur l'étang de l'Or (Hérault, France). Poster présenté au Forum des Gestionnaires.
- Haury, J., Coudreuse, J., Bozec, M., 2009. Distribution de la jussie au sein d'un marais : conséquences pour la gestion. AFPP. 2^{ème} conférence sur l'entretien des espaces verts, jardins, gazons, forêts, zones aquatiques et autres zones non agricoles. Angers, 2009/10/28-29, 291-303.
- Jouventin P., Micol T., Verheyden C., Guedon G., et coll., 1996. Le ragondin. Biologie et méthodes de limitation des populations. ACTA, Paris, 155 p.
- Pipet N., 2012 Opération de maîtrise des végétaux aquatiques et de rives. Rapport technique d'activités 2011 et perspectives 2012. Rapport, 33 p.